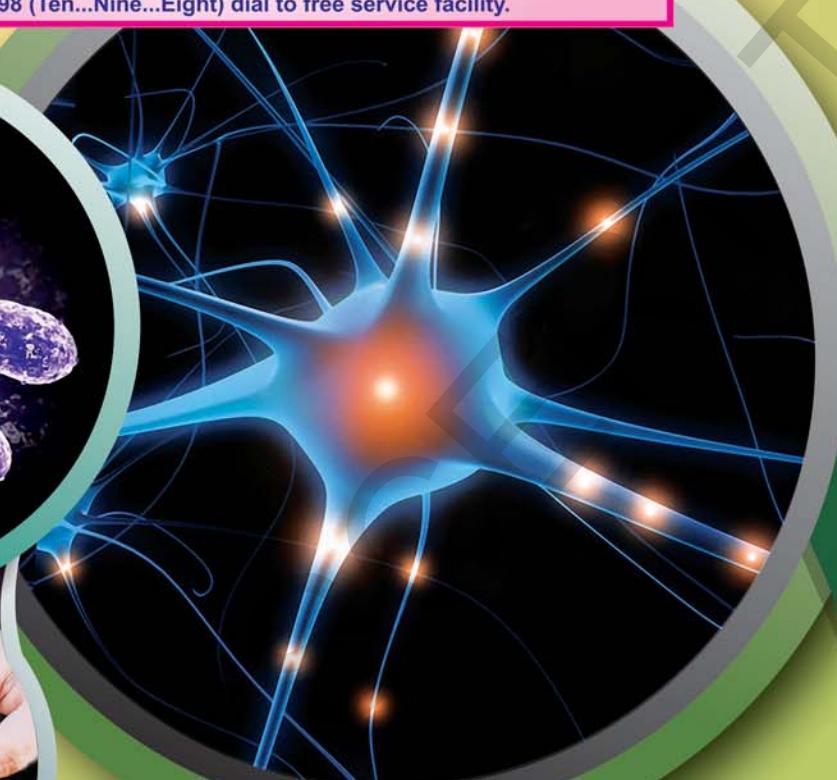


There is no area of the world that should not be investigated by scientists. There will always remain some questions that have not been answered. In general, these are the questions that have not yet been posed.

.... Linus Pauling



राज्य पाठ्य पुस्तक संशोधन केंद्र., हैदराबाद,  
तेलंगाना.



तेलंगाना शासनाचे मोफत वितरण

FREE

# जीवशास्त्र

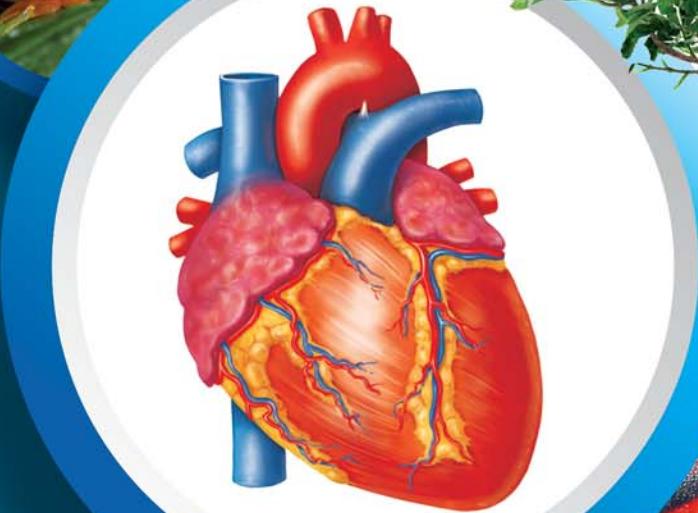
वर्ग 10 वा

# Biology

(Marathi Medium)

जीवशास्त्र

वर्ग 10 वा



प्रकाशन तेलंगाना शासन हैदराबाद

तेलंगाना शासनाचे मोफत वितरण

# Let's Go Green

It's time think about us society and the planet we are living in.

We invite you to join hands in this Green living Initiative

Ice bergs drown into oceans

With north pole melting, becoming an Island

With draughts spearding its arm, resources depleting

With water over used, electricity wasted,

Our next generations face a dark future

Every tree we cut, every plastic cup we use,

Make the wild life vanish

Eternal life of plastic cover gives us nothing less than cancer

Effluents, overflowing and still..... invite variety of diseases

With increasing heat of earth, with decreasing fertility of soil,

With intermittent cyclones, earthquakes, we are bound to suffer hard times.

But there is a way out to save our future generations

Come, join us to live green! Spare a minute... save our green

We shall give our children the chance to dream and sing

Sujalam, Suphalam,Malayaja seethalam...

Sasya syamalam maataram... vande mataram



# जिवशास्त्र

## वर्ग 10 वा

Biology Class-X (Marathi Medium)

### लेखक

डॉ. कमल महेद्रा, प्राध्यापक  
विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर,  
उदयपुर, राजस्थान  
डॉ. स्निग्धा दास, प्राध्यापक  
विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर,  
उदयपुर, राजस्थान

डॉ. यशोधरा कनेरीया, प्राध्यापक  
विद्या भवन एज्युकेशनल रिसोर्स सेंटर,  
उदयपुर, राजस्थान  
डॉ. ऐ.नागमणी, प्राध्यापक  
विज्ञान विद्यापिठ, सैफाबाद, हैद्राबाद

डॉ. एन. उपेंद्र रेड्डी,  
प्राध्यापक आणि मुख्य सी&टि विभाग  
रा.पा.पु.सं.कै., तेलंगाना, हैद्राबाद

### समन्वयक

डॉ.टिवीएस. रमेश  
समन्वयक सी&टि विभाग  
रा.पा.पु.सं.कै. तेलंगाना, हैद्राबाद



तेलंगाना राज्य शासनाव्दारे प्रकाशित, हैद्राबाद

कायद्याचा आदर करा  
हक्क मिळवा

शैक्षणिक उन्नती साधा  
प्रेमाने वागा



© Government of Telangana, Hyderabad.

*First Edition - 2014*

*New impression - 2015, 2016, 2017, 2018, 2019*

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means without the prior permission in writing of the publisher, nor be otherwise circulated in any form of binding or cover other than that in which it is published and without a similar condition including this condition being imposed on the subsequent purchaser.

The copy right holder of this book is the Director of School Education, Hyderabad, Andhra Pradesh. We have used some photographs which are under creative common licence. They are acknowledged at the end of the book.

This Book has been printed on 70 G.S.M. S.S. Maplitho,  
Title Page 200 G.S.M. White Art Card

तेलंगाना राज्य शासनाव्दारे मोफत वितरण 2019-20

---

*Printed in India*  
at the Telangana Govt. Text Book Press,  
Mint Compound, Hyderabad,  
Telangana State.

## पाठ्यपुस्तक विकास समिती

श्री. जी.गोपाल रेडी, संचालक  
रा.पा.पु.सं.कै. तेलंगाना, हैदराबाद

श्री. बी. सुधाकर, संचालक  
शासकीय पाठ्यपुस्तक मुद्रणालय  
तेलंगाना, हैदराबाद

डॉ. एन. उपेंद्र रेडी,  
प्राध्यापक आणि मुख्य सी&टि विभाग  
रा.पा.पु.सं.कै. तेलंगाना, हैदराबाद

### लेखक

डॉ.टिवीएस. रमेश, समन्वयक

सी&टि विभाग

रा.पा.पु.सं.कै. तेलंगाना, हैदराबाद

श्री. सी.एच. केशवाराव, लेक्चर,  
DIET हनमाकोडा, वरंगल

श्री.प्रमोद कुमार पाद्य, एस.ए.

जि.प.उ.मा.शा. बी.आर.सी.पुरम, श्रीकाकुलम

श्री. शेख ताज बाबू, एस.ए.

जि.प.उ.मा.शा. चिलकुर, रंगारेडी

श्रीमती के.उमा राणी, एस.ए.

जीएचएस अमीरपेट-1

जवाहार नगर हैदराबाद

पृष्ठपान, चित्रकला आणि डीज्ञायनिंग

श्री. के.सुधाकर चारी, एस.जी.टी.  
उ.प्रा.शा. नेलीकुर्ती, वरंगल

श्री. किशन तोटोजु, Graphic Designer  
सी&टि विभाग, रा.पा.पु.सं.कै. तेलंगाना,

### मराठी अनुवादासाठी

समन्वयक :श्री. सरदार धर्मेंद्रसिंग चहल, एस.ए.

शासकीय अध्यापक विद्यालय, आदिलाबाद

सह- समन्वयक: श्री. शिवाजी कदम (एस.ए.), झेड.पी.एस.एस.बेला, जि.आदिलाबाद

श्री. सतिश गुरनुले, एस.ए. उ.प्रा.शा. सोनखास, म.बेला, आदिलाबाद

श्री. गणेशकुमार सुर्यवंशी, एस.ए. उ.प्रा.शा.आदिलाबाद

मराठी संगणक चालकह-हश्री राजेश दानका, आदित्या प्रिटस, आदिलाबाद

## प्रस्तावणा ...

शालेय शिक्षणातील 10 वा वर्ग हा फार महत्वाचा असतो, विद्यार्थ्यांच्या जिवनाला मोड देणारा असतो. राष्ट्रीय शिक्षण प्रणाली, राज्य शिक्षण प्रणाली यांनी शिक्षणाच्या हक्काचा कायदा लक्षात घेऊन पाठ्यपुस्तक विकसीत करून हे दहावीचे पुस्तक तुमच्या हातात ठेवले आहे. आतापर्यंत शैक्षणिक प्रसंगातुन शिकलेल्या कल्पनांची, भावनाची समीक्षा करीत त्यांच्या पाठशाला स्थरावरील ज्ञानांची पुर्ती, माहिती मिळविण्यासाठी हे पुस्तक फार उपयोगी पडते. या प्रमाणे दहाव्या वर्गानंतर स्पर्धापरिक्षा, इंटरमिडीयट मध्ये अनुसंधान साधण्यासाठी सुध्दा या पुस्तकातील पाठ्यांशाच्या रूपकल्पना करण्यात आली आहे.

निरंतर सर्वकश मुल्यमापनाची (CCE) शालेय शिक्षणात अमंलबजावणी होत असल्यामुळे पाठ्यांश शिकवित असतांना विद्यार्थी शिकण्याचा अंदाज घेण्यासारखे या पुस्तकात शिकविणे. शिकणे या प्रक्रियेची रूपकल्पना करण्यात आली. हे या पुस्तकाचे वैशिष्ट्ये आहे. केवळ कोणत्याही गोष्टीची माहिती मिळविणेच नव्हे तर शास्त्रीय पद्धतीने विज्ञान शास्त्राचे अध्ययन करण्यासाठी नविन पाठ्य पुस्तक हे किती तरी उपयोगी ठरते. दहाव्या वर्गाला बोर्डीची परिक्षा असल्यामुळे दिलेल्या ठराविक काळातच पाठ्यक्रम पुर्ण करणे आवश्यक असते. परंतु पाठ्यक्रम पुर्ण करणे म्हणजे भावनाविषयी माहिती मिळविण्याचे सामर्थ्य साध्य करण्याचा प्रयत्न होय, हे मात्र विसरता कामा नये. पाठ्यांशाचे वाचन करणे, चर्चा करणे, विश्लेषण करणे, प्रयोगशाळेतील प्रयोग करणे, क्षेत्रपर्यटन, निवेदीकाची सकल्पना करणे वगैरे अध्यापन अध्यायनाच्या सर्व प्रक्रियेची अमंलबजावणी व्हायला पाहिजे. मार्गदर्शिका (गाईड) प्रश्नसंचाचा वापर करू नये. उत्तराची घोकंपटू, लघुतोरी पुस्तके यावर निषेध करण्यास हवा.

नविन पाठ्यपुस्तके हे ऐच्छिक शैक्षणिक प्रमाण साध्य करण्याच्या दृष्टीने तयार करण्यात आले. शैक्षणिक सत्र पुर्ण होई पर्यंत मुलांमध्ये शैक्षणिक प्रमाण वाढविण्याच्या दृष्टीने अध्यापनाची व्युहरचना शिक्षकांनी करायला पाहिजे. निरंतर सर्वकश मुल्यमापणाची (सीसीई) समर्थपणे अमंलबजावणी करण्यासाठी घोकंपटू पद्धती सोडुन अध्यापन करायले पाहिजे. विद्यार्थ्यांच्या प्रगतीचे निर्माणात्मक आणि संग्रहनात्मक मुल्याकण करण्यासाठी आवश्यक पद्धतीची शिक्षकांना माहित असणे आवश्यक असते.

नविन पाठ्यपुस्तकांचा उपयोग आवश्यक विषयाची माहिती पुरविणेच नसुन अध्ययन पद्धती, मुल्यकणांच्या पद्धतीची छाप पडणे शिक्षकांसाठी आणि विद्यार्थ्यांसाठी कितीतरी उपयोगी पडते. वर्गात विज्ञान अशा प्रकारे शिकवायला पाहिजे की, ज्यामुळे ते मुलांना विचार करण्यासाठी आणि वैज्ञानिक काम करण्यासाठी उत्तेजित करायला पाहिजे. ते निसर्ग संबंधी प्रेम वाढविण्यासाठी सुध्दा असावे. फक्त नविन गोष्टींना प्रकट करणे म्हणजे वैज्ञानिक पणे शिकणे नव्हे. परस्परावलंबी आणि परस्परासंबंधी मध्ये अडथडा न करता निसर्गाच्या महत्वाच्या नियमा सोबत पुढचे पाऊल टाकणे आवश्यक आहे. जगात सभोवती होत असलेल्या बदलाची लक्षणे आणि निसर्गाच्या आकलन करण्याची क्षमता उच्च माध्यमिक शाळेच्या मुलामध्ये असते. त्यांच्या मध्ये कल्पनेचे पृथक्करण करण्याची क्षमता असते. फक्त समिरकणे आणि तात्वीक दृष्टीने



नियमांची शुष्कपद्धतीने शिकविण्याने आपण त्यांच्या हुशार विचारांची या पातळीवर आपण तहान भागवु शकत नाही. यासाठी वैज्ञानिक ज्ञान समस्या सोडविण्यामध्ये पययी विकल्पांचा शोध आणि नविन संबंध स्थापनाचा संधीचा उपयोग करण्यासंबंधी शिकविण्यासाठी आपण वगचे वातावरण तसे तयार करायला पाहिजे.

वर्गात चार भिंतीच्या आत कोंडुन शास्त्रोक्त शिक्षण होत नाही. त्याचा प्रयोगशाळा आणि क्षेत्राशी निश्चीत संबंध असतो. म्हणुन विज्ञान अध्यापनात क्षेत्र अनुभाव / प्रयोगाला खुप महत्व आहे. राष्ट्रीय पाठ्यक्रम फ्रेमवर्क - 2005 च्या सुचनाना आवश्यक आमलात आणण्याची मोठी गरज आहे. कारण त्यामध्ये स्थानिक वातारणाशी विज्ञान शिकविण्याशी जोड लावण्याचा जोर दिलेला आहे. शिक्षणाच्या हक्काचा कायदा - 2009 सुधा असा सल्ला दिला की, मुलांमध्ये शिकण्याचे सामर्थ्य हस्तगत करण्याची प्राधान्य द्यावे. त्याच प्रमाणे शास्त्रोक्त विचाराने नविन पिठी सुधारण्यासाठी मदत होईल असे विज्ञानांचे शिक्षण असणे आवश्यक आहे.

शास्त्राज्ञाची विचार करण्याची प्रक्रिया आणि त्यानी लावलेल्या प्रत्येक शोधा मागच्या प्रयत्नांची माहिती करणे हे विज्ञान शिकवण्यात एक महत्वाचा मुद्दा आहे. राज्य पाठ्यक्रम फ्रेमवर्क - 2011 ने सांगीतले की, मुल स्वतःचे उपाय आणि वेगवेगळ्या मुद्दावर स्वतःचे मत स्पष्ट करण्यासाठी समर्थ बनावे. SCF च्या प्रमाणानां मिळविण्यासाठी हे विज्ञान पाठ्यपूस्तक तयार करण्यात आले नाही आणि अशा प्रकारे शास्त्रोक्त पद्धतीने अतिशय विचाराने आत्मविश्वासने संशोधन करण्यासाठी मुलांना मदत होते.

नविन पाठ्यपूस्तक तयार करण्यासाठी सहकार्य केलेल्या विद्याभवन संस्था, राजस्थानचे लेखक, ज्यानी धडे तयार केले, संपादक ज्यांनी सर्व लिखाण तपासुण पाहिले, डी.टी.पी. चमु सुंदर टाईप जुळवित पाठ्यपूस्तक तयार केले. या सर्वचे आम्ही आभारी आहोत. या पुस्तकात पुन्हा काही सुधारणा करण्यासाठी शिक्षण तत्ववेत्ता, शिक्षक, पालक, विद्यार्थी यांच्या कडुन कोणत्याही सुचना आल्यास आम्ही त्या सुचनांचा स्वीकार करू.

पाठ्यपूस्तकाचा मुलांना बहुवाचक वापर करण्यामागे शिक्षकांची फार मोठी महत्वाची भुमिका असते, शिक्षक जरून त्यांचे सुंसंगत प्रयत्न करून पाठ्यपूस्तकाचा योग्य वापर करतील जेणे करून मुलांच्या मनावर शास्त्रीय विचार बिंबवतील आणि मुलांमध्ये शास्त्रीय दृष्टीकोन वाढविण्यात प्रोत्साहक बनतील, अशी आम्हाला आशा आहे.

संचालक  
रा.पा.पु.सं.कॅ.  
तेलंगाना, हैदराबाद



## प्रिय शिक्षकांनो.....

मुलांच्या विचारांचे सामर्थ्य आणि संशोधनात उत्साह वाढविण्यासाठी हा नविन पाठ्यपुस्तक तयार करण्यात आला. मुलांमध्ये शिकण्याची आवड निर्माण करण्यासाठी शिक्षकांनी चांगल्या अध्यायचा अध्यापन साधन वापरावे हे त्यांचे पहिले कर्तव्य आहे. विज्ञान अध्यापनात मुलात बदल घडवुन आणेया महत्वाकांक्षाचे राष्ट्रीय आणि राष्ट्र पाठ्यक्रम मांडणी आणि शिक्षणाच्या हक्काचा कायद्याचे अधिकृत लेख आहेत. त्या महत्वकांक्षा नुसार हे पाठ्यपुस्तक तयार करण्यात आलेले आहे. तर शिक्षकांनी त्यांच्या अध्यापनामध्ये नविन पद्धती वापरण्याची गरज आहे. या दृष्टीकोनावरून आपण निश्चित काय करावे आणि काय करु नये ते पाहु या.

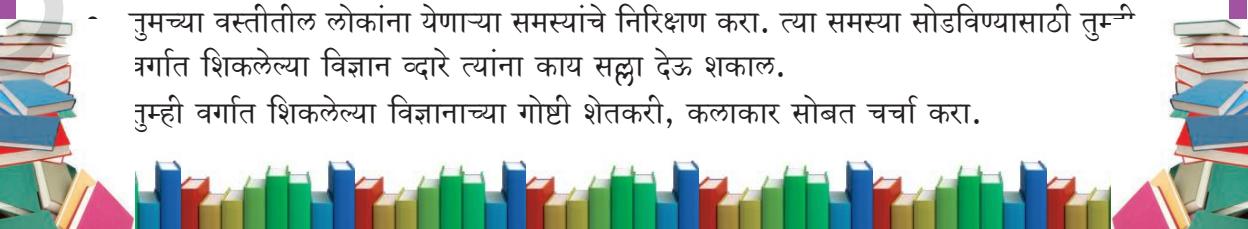
- 10 वर्ग म्हणजेच विद्यार्थ्यांना परिक्षेसाठी तयार करणे हे प्रथम कर्तव्य समजुन अध्यापन करण्याच्या पद्धतीचा न्हास करायला पाहिजे. 10 व्या वर्गात विद्यार्थ्यांना गुण प्राप्त करण्याच्या स्पर्धे पेक्षा त्यांच्यात शैक्षणिक प्रमाण वाढविण्याच्या दृष्टीने अध्यापन करायला पाहिजे.
- पाठ्यपुस्तकात सुरुवातीला मुलां सोबत चर्चा करण्याची आवश्यकता आहे. काही मुलां कडुन उत्तरे काढावित जरी ते चुक असो की बरोबर असो. शेवटी कल्पना स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न करावा.
- धडा शिकवायच्या अगोदर त्या धड्याचे संपुर्ण वाचन करावे आणि मुलांना सुध्दा वाचण्यास सांगावे. आणि नंतर धड्यातील भावना, कल्पना मुलांना समजविण्यासाठी चर्चाव्दारे सुरुवात करावी.
- पाठ्यपुस्तकातील कल्पना दोन पद्धतीचे आहे. पहिले वर्गात शिकवायचे आणि दुसरे प्रयोग शाळेत करायचे.
- प्रयोग शाळेतील कृती पाठात विभागुन आहेत. शिक्षकांनी त्या कृती वेगळे न घेता धडा चालु असतांना करून घ्यावे.
- पुस्तकात काही विशेष कृती दिलेली आहेत. जसे विचार करा आणि चर्चा करा, चला करु या, मूलाखती घेणे, अभिप्राय तयार करणे, वॉल मॅगझिन वर प्रदर्शित करणे, रंगभुमीच्या दिवशी भाग घेणे, क्षेत्र निरिक्षण करा, विशेष दिवसाची व्यवस्था हे सर्व आवश्य करा.
- तुमच्या शिक्षकांना विचारा माहिती ग्रंथालयातुन किंवा इंटरनेटातुन गोळा करा. अशा कृती सुध्दा आवश्यक म्हणुन ग्रहीत धरा.
- जर या पुस्तकात दुसऱ्या एखाद्या विषयाची कल्पना आढळली तर त्या संबंधीत विषय शिक्षकांना ते शिकविण्यासाठी वर्गात आंमत्रण द्यावे.
- संबंधीत वेबसाइट पत्याची माहिती गोळा करा आणि ते मुलांना द्या, ज्यामुळे मुलं विज्ञान शिकण्यासाठी इंटरनेट सेवेचा उपयोग करतील.
- शाळेच्या ग्रंथालयात विज्ञान पुस्तके आणि विज्ञान मॅगझीन ठेवा.
- उत्तेजित चर्चा आणि बुधी नियोजना सारख्या कृतीच्या मदतीने मुलं स्वतंत्रपणे शिकण्यासाठी आणि समजुन घेण्यासाठी प्रत्येकाला उत्तेजित करा धड्याची सुरुवात करण्याअगोदर तो शिकण्यासाठी मुलांना प्रवृत्त करा.
- अभ्यासात सुधारणा करु या, या भागात प्रत्येक प्रश्नांच्या शेवटी (AS) असे संक्षिप्त आहे याचा अर्थ म्हणजे शैक्षणिक प्रमाण होय.
- विज्ञान क्लब, निंबध स्पर्धा, चित्र काढणे, विज्ञाना वर कविता, प्रारूप तयारी इत्यादींची सजिवसृष्टी संतुलना इत्यादी विषयी सकारात्मक विचार वाढतात.
- वर्गात, प्रयोग शाळेत आणि क्षेत्रामध्ये वेगवेगळ्या कृती करतांना अध्ययन सामर्थ्याचे निरिक्षण करून नोंद करा. हे निरंतर समग्र मुल्यांकनाचा एक भाग आहे.

आता तुमच्या लक्षात आले असेलच की, विज्ञान आणि शास्त्रीय विचार शिकणे म्हणजे फक्त धडा मजबूत शिकविणेच नव्हे तर मुलांमध्ये उदभवित झालेल्या प्रश्नांचे उत्तर शोधण्यास सत्य, मौल्यवान कसरत (अभ्यास) प्रवृत्ती निर्माण होऊन जिवनात येणाऱ्या सर्व कठिण परिस्थितीशी सामना करण्याची जबाबदारी कार्य करण्याची शक्ती त्याच्यात निर्माण होईल, असा आमचा विश्वास आहे.

### **प्रिय विद्यार्थ्यांनो....**

विषयात चांगले गुण मिळविणे म्हणजे विज्ञान शिकणे नव्हे. तार्किक विचार करणे आणि व्यवस्थीत पणे काम करणे हे सामर्थ्य हस्तगत करून दररोजच्या जिवणात त्याचा वापर करावे. हे मिळविण्यासाठी लिहिलेल्या वैज्ञानिक व्याख्या पाठ करण्यापेक्षा त्यांचा पृथक्करण पद्धतीने अभ्यास करावा. याचा अर्थ वैज्ञानिक कल्पना समजण्याच्या क्रमामध्ये तुम्हाला चर्चा करणे, वर्णण करणे, पडताळा करण्यासाठी प्रयोग करणे, निरिक्षण करणे, स्वतःच्या उपयांची पृष्ठी करून घेणे, निष्कर्ष काढण्याची गरज आहे. त्या पद्धतीने शिकण्यासाठी तुम्हाला हे पुस्तक मदत करेल. हे मिळविण्यासाठी तुम्हाला काय करण्याची आवश्यकता आहे.

- 10 व्या वर्गात कल्पनांची, भावनांची परिधी ही विस्तृत असते. शिक्षक धडा शिकण्यासाठी अगोदर एकदा धडा पुर्ण वाचुन घ्या.
- धडा चांगला समजण्यासाठी त्या पुर्ण धड्यातील महत्वाचा अंशाची नोंद करा.
- धड्यातील नियंमांचा विचार करा. धडा खोलवर समजण्यासाठी त्यातील कल्पनांची ओळख करणे आवश्यक आहे.
- विचार करा आणि चर्चा करा या अंशात दिलेल्या प्रश्नाविषयी तुमच्या मित्र आणि शिक्षकांसोबत चर्चा करतांना डगमगु नका.
- धड्यातील प्रयोग करतांना किंवा चर्चा करतांना तुम्हाला काही शंका येतील त्यांना स्पष्ट पणे आणि मोकळ्या पणाने व्यक्त करा.
- कल्पना स्पष्टपणे समजण्यासाठी प्रयोगाच्या तासांची योजना करून आमलात आणा. प्रयोगाब्दारे शिकण्यासाठी तुम्हाला बरेचश्या गोष्टी माहित असायला पाहिजे.
- प्रत्येक धड्याला दैनंदिन जिवनाच्या संदर्भाशी सांगड घाला.
- तुमच्या स्वतःच्या कल्पनाच्या आधारावर विकल्प माहित करा.
- निसर्गाच्या जतनात प्रत्येक धड्याची कशी मदत होत आह<sup>●</sup> याचे निरिक्षण करा.
- मुलाखतीत आणि क्षेत्र पर्यटनात गटात काम करा. अभिप्राय तयार करा आणि त्यांना प्रदर्शित करा.
- वहीत किंवा परिक्षेत लिहित असतांना तुमच्या स्वतःचे अभिप्राय पृथक्करणाचे स्पष्ट करा.
- जेवढे शक्य होईल तेवढे तुमच्या पाठ्यपुस्तकाच्या संबंधीत पुस्तके वाचा.
- तुम्ही स्वतःतुमच्या शाळेत विज्ञान क्लब कार्यक्रमाचे नियोजन करा.
- तुमच्या वस्तीतील लोकांना येणाऱ्या समस्यांचे निरिक्षण करा. त्या समस्या सोडविण्यासाठी तुमची वर्गात शिकलेल्या विज्ञान व्दारे त्यांना काय सल्ला देऊ शकाल.
- तुम्ही वर्गात शिकलेल्या विज्ञानाच्या गोष्टी शेतकरी, कलाकार सोबत चर्चा करा.



## शैक्षणिक प्रमाण

क्र.सं.

### शैक्षणिक प्रमाण

1. कल्पनेचे आकलन होणे

2. प्रश्न विचारणे आणि अनुमान लावने.

3. प्रयोग आणि क्षेत्राचा काळजीपुर्वक तपास

4. वृत्तान्त कौशल्य आणि प्रकल्प कार्य

5. चित्राणे संदेश, प्ररूप तयारी

6. प्रशंसा करणे आणि सौदर्य संबंधी ज्ञान उपयुक्तता

7. दैनंदिन जिवनात उपयोजन, जैविक भिन्नतेची काळजी असणे

### स्पष्टीकरण

पाठ्यपुस्तकात दिलेल्या कल्पनेच्या प्रक्रियाची स्पष्टकरण्याची करणे देण्याची आणि तुलना आणि फरक, पुराव्या सहीत उदाहरणे स्पष्ट करण्याची पात्रता मुलामध्ये यावी स्वतःचे बुध्दी नियोजन वाढ करण्यासाठी मुल समर्थ व्हावे.

चर्चेत भाग घेण्यासाठी, कल्पना स्पष्ट करण्यासाठी माहित करण्यासाठी मुल प्रश्न विचारण्यासाठी समर्थ व्हावे. दिलेल्या मुद्द्यावर अनुमान करण्याची योग्यता त्यांच्या मध्ये यावी.

पाठ्यपुस्तकात दिलेल्या कल्पना माहित करण्यासाठी मुल स्वतः होऊन प्रयोग करण्यासाठी समर्थ बनावे. क्षेत्राच्या तपासणी मध्ये भाग घेऊन त्यावर अभिप्राय तयार करण्यासाठी समर्थ बनावे.

माहिती गोळा करण्याची (मुलाखती, इंटरनेटद्वारे) आणि व्यवस्थीत पणे पृथकरण करण्याची कार्यक्षमता मुलांमध्ये यावी ते स्वतःप्रकल्प कार्य करण्याची क्षमता त्यांच्या मध्ये यावी.

त्यांना आकलन झालेल्या माहितीची चित्र काढुन स्पष्ट करण्याची आणि प्रारूप तयारीची क्षमता मुलामध्ये यावी. दिलेल्या माहितीचा वापर करून किंवा माहिती गोळा करून आलेख काढण्यासाठी ते समर्थ बनायला पाहिजे.

निसर्ग आणि मानवशक्तीची प्रशंसा करण्याची आणि निसर्ग संबंधी सौदर्याचा ज्ञान योग्य मुल बनावे. राज्यघटनेची उपयुक्तता पाठ्यासाठी ते समर्थ व्हावे.

दैनंदिन जिवनाती संदर्भाना तोंड देण्यासाठी वैज्ञानिक कल्पनांचा वापर करण्याची क्षमता मुलामध्ये यावी. जैविक भिन्नते संबंधी काळजी दाखविण्यासाठी ते लायक बनावे.

## विषय सूची

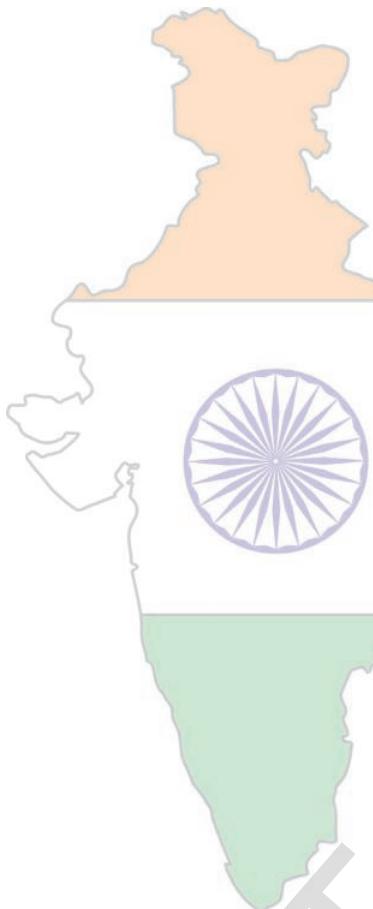
		तात्स महिने	पान क्र.
<b>1</b>	पोषण - अन्न पुरवठा संस्था	10 जून	1
<b>2</b>	श्वसन - उर्जा उत्पत्ती संस्था	10 जुलै	24
<b>3</b>	प्रसरण- रक्ताभीसरण संस्था	10 आगस्ट	48
<b>4</b>	उत्सर्जन - व्यर्थ पदार्थ बाहेर टाकण्याची संस्था	10 सप्टेंबर	74
<b>5</b>	नियंत्रण - समन्वय संस्था	10 आक्टोबर	94
<b>6</b>	प्रजनन - पुनरुत्पादक संस्था	15 नोव्हेंबर	116
<b>7</b>	जीव क्रियांतील समन्वय/परस्पर सहयोग	10 नोव्हे/डिस	144
<b>8</b>	अनुवंशिकता - मात्यापित्यातुन अपत्यात	15 डिसें/जानें	166
<b>9</b>	आपले पयावरण - आपले कर्तव्य	10 जानेवारी	193
<b>10</b>	नैसर्गिक साधने	10 जानेवारी	212

उजळणी

फे ब्रुवारी

## आपले राष्ट्रीय गीत

- रविनाथ टांगोर



जन गण मन अधिनायक जय हे  
भारत भाग्य विधाता ।  
पंजाब, सिंध, गुजरात, मराठा  
द्राविड उत्कल बंग ॥  
विध्य हिमाचल यमुना, गंगा  
उच्छ्वल जलधितरंग ।  
तव शुभ नामे जागे ।  
तव शुभ आशिष मागे ।  
गाहे तव जय गाथा  
जन गण मंगलदायक जय हे  
भारत भाग्य विधाता ।  
जय हे, जय हे, जय हे  
जय जय जय जय हे ।

## प्रतिज्ञा

- पैडिमर्ऱी व्यंकटा सुब्बारावु

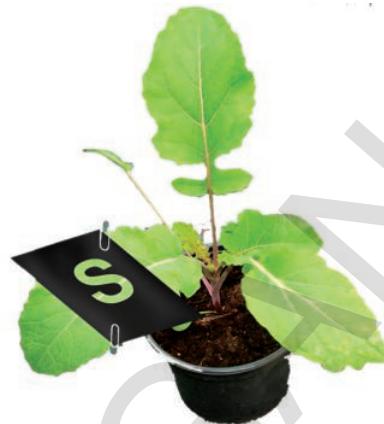
भारत माझा देश आहे. सारे भारतीय माझे बांधव आहेत. माझ्या देशावर माझे  
प्रेम आहे. माझ्या देशातल्या समृद्ध आणि विविधतेने नटलेल्या परंपरांचा मला अभिमान  
आहे. त्या परंपरांचा पाईक होण्याची पात्रता माझ्या अंगी यावी, म्हणून मी सदैव प्रयत्न  
करीन. मी माझ्या पालकांचा, गुरुजनांचा आणि वडीलधाऱ्या माणसांचा मान ठेवीन आणि  
प्रत्येकाशी सौजन्याने वागेन. प्राणी मात्रावर दया दाखविण.

माझा देश आणि माझे देशबांधव यांच्याशी निष्ठा राखण्याची मी प्रतिज्ञा करीत  
आहे. त्यांचे कल्याण आणि त्यांची समृद्धी ह्यांतच माझे सौख्य सामावले आहे.

धडा

1

## पोषण : अन्न पुरवठा संस्था



सर्व सजीवांना त्यांच्या वाढीसाठी इतर जैविक क्रियेसाठी अन्नाची गरज असते. सजीवांच्या शरीराचे तापमान कायम राखण्यासाठी सुध्दा अन्नाची गरज असते. एक पेशीय अमीबा पासुन तर बहुपेशीय मानवापर्यंत प्रत्येक सजीव विविध प्रकारचे पदार्थ अन्न म्हणुन वापर करीत असतात. मानवी शरीरातील वेगवेगळ्या पेशींना त्यांचे कार्य करण्यासाठी वेगवेगळ्या आहार पोषकांची गरज असते. आहार घेण्याची पद्धत ही प्रत्येक पेशी पेशीत आणि सजीव सजीवात वेगवेगळी असते.

प्राणी त्याचा आहार कसा घेतात हे तुम्ही मागील वर्गात शिकला आहात ना ? त्याचे एकदा पुनरावलोकन करु या.

- परपोषी म्हणजे काय ? ते त्यांचा आहार कसा मिळवितात ?
- स्वयंपोषी म्हणजे काय ? ते त्याचा आहार कसा मिळवितात ?

आता आपण स्वयं पोषण आणि परपोषण पद्धतीत सजिवाचे पोषण कसे होते ते माहित करून घेऊ या. जास्तीत जास्त वनस्पतींना स्वयंपोषी का म्हणतात, हे सुध्दा माहित करु या.

### स्वयंपोषीय पोषण (Autotrophic Nutrition)

स्वयंपोषी हे प्रकाश उर्जेचा वापर करून रासायनिक संयुग तयार करतात हे आपल्याला माहीत आहे. वनस्पती पोषक द्रव जसे मिनरल, क्षार आणि पाणी हे जमिनीतुन तसेच हवेतुन कांही वायु घेतात. ते संकलीष संयुगे जसे कार्बोहायड्रेट, प्रथीने आणि चर्बी यासारखे पदार्थ साध्या पदार्थपासून निर्माण करतात. स्वयंपोषी असणाऱ्या वनस्पती पासुन तयार होणाऱ्या पिस्टमय पदार्थाना मानवा सोबतच अत्याधिक प्रमाणात अनेक जिवांना शक्ती देण्यासाठी उपयोग होत असतो.

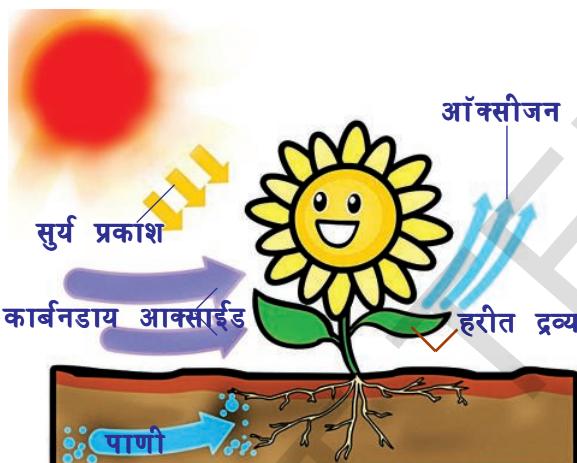
आपण खातो ते अन्न हे बहूतेक वनस्पती पासुन आपल्याला प्राप्त होतो, म्हणजेच सर्व प्राणी हे त्यांच्या आहारासाठी वनस्पतीवरच अवलबुन असतात. परंतु वनस्पती सर्व प्राण्यां

करिता कसे अन्नाची निर्मिती करतात ?

विविध प्रकारच्या जिव प्रक्रिया वनस्पती कशा पुर्ण करतात हे माहित करण्यासाठी शतको वर्षपासून शास्त्रज्ञ किंतीतरी संशोधन करीत आहे. वनस्पतीत विविध प्रकारच्या जिवप्रक्रिया घडुन येत असल्या तरी फक्त एका प्रकाश संश्लेषण क्रियेव्दारेच समस्त जिव राशींना आहार पुरवठा करण्याचे साधन म्हणुन वनस्पतींना वैशिक अन्न दाता म्हणुन ओळखल्या जाते.

प्रकाश संश्लेषण क्रियेविषयी तुम्ही मागील वर्गात काही अंशाचा अभ्यास केला आहे ना ? वॉन हेलमॉट आणि इतर काही शास्त्रज्ञ असा विश्वास करतात की वनस्पती त्याचा आहार जमीनीमधुनच नाही तर काही इतर घटकापासुन प्राप्त करतात.

- प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडण्यासाठी कोणत्या प्राथमिक घटकाची गरज असते ? विचार करा ?
- प्रकाश संश्लेषण क्रिया पुर्ण झाल्यानंतर कोणता पदार्थ तयार होतो ?



### प्रकाश संश्लेषण (Photosynthesis)

प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडुन येणाऱ्या वनस्पतीच्या पानामध्ये एक हिरवे रंगद्रव्य असते याला हरीतद्रव्य (chlorophyll) असे म्हणतात. हरीतद्रव्य हे सूर्य प्रकाशाच्या उर्जेचा उपयोग करून साध्या पदार्थपासून संकलीष्ट अणु पदार्थमध्ये रूपांतरीत करतात. या क्रियेलाच प्रकाश संश्लेषण क्रिया असे म्हणतात. प्रकाश संश्लेषण क्रिया ही फार संकलीष्ट असते. यामध्ये अनेक टप्पे असतात आणि सोबतच अनेक मध्यस्थी संयुगे सुधा निर्माण होतात. गेल्या 200 वर्षपासून प्रकाश संश्लेषण

क्रियेला एका सरळ समीकरणाच्या रूपात सुचिविण्याचा शास्त्रज्ञ प्रयत्न करीत आहे. 1931 मध्ये सी.बी. वॉन नेल (C.B. Van Neil) या शास्त्रज्ञांनी मांडलेल्या समीकरणाला प्रामाणिक स्वीकृतीने आता सुधा त्याचा उपयोग करीत आहे. प्रकाश संश्लेषण क्रियेमध्ये एका कार्बोहाइड्रेट अणु एक पाण्याचा अणु आणि एक ऑक्सीजन अणु सुधा निर्मात होत असतो, असे त्याचे म्हणने आहे. प्रकाश संश्लेषण ही क्रिया किंतीही संकलीष्ट असली तरी सध्या आपण सर्व सरळ, सोप्या या समीकरणाचा उपयोग करीत आहोत.



ग्लुकोज ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) तयार झाल्याचे दाखवायचे असल्यास समीकरण कोणत्या प्रकारचे असायला हवे. यासाठी समीकरणाला संतुलीत करून पुन्हा लिहा.

( तुमच्या भौतीक रसायन शास्त्राच्या पुस्तकातील रासायनिक क्रिया, समीकरणे, कार्बन संयुगे या पाठाचे निरिक्षण करा )



## तुम्हाला माहित आहे काय?

वॉन नेल या शास्त्रज्ञाने जांभळ्या जिवाणु वर संशोधन करीत असतांनाच प्रकाश संश्लेषण क्रियेत प्रकाशाच्या भुमीकेवा शोध लावला. त्यांनी प्रारंभीक पदार्थ म्हणुन जिवाणु  $H_2O$  च्या ऐवजी  $H_2S$  चा उपयोग केले. या जिवाणु घ्दारे घडवुन आणणाऱ्या प्रकाश संश्लेषण क्रियेचे निरिक्षण करून वर सांगीतलेले समीकरण तयार केले. राबर्ट हील यांनी पाण्यामधील आँकडीजन बाहेर पडतो असे सिध्द केल्यानंतर नेल समीकरणात खालील प्रमाणे बदल करण्यात आला. (या समीकरणात पुन्हा फेरबदल करण्याचा शास्त्रज्ञ प्रयत्न करीत आहे. परंतु आपण हेच विकसित समीकरण म्हणुन समजतो.



वनस्पती सुरुवातीला सरळ कार्बनहायड्रेट्स तयार करतात. यानंतर स्टार्च सारखे संकलीष्ट असणारे पीस्टमय पदार्थ आणि सेल्युलोज निर्माण होतात. हेच नाही तर वनस्पती प्रोटीन, लिपीड वगैरे पदार्थ सुधा तयार करू शकतात. परंतु प्राणी मात्र कार्बोहायड्रेट्स स्वतः तयार करू शकत नाही. म्हणुनच यासाठी प्राण्यांना वनस्पतीवर अवलंबुन राहावे लागते.

जगातील सर्व संजीवांसाठी प्रकाश संश्लेषण क्रिया ही उर्जेचे मुलभुत साधन आहे असे आपण म्हणु शकतो काय? का म्हणु शकतो? का म्हणु शकत नाही?

वनस्पतीमध्ये प्रकाश संश्लेषण क्रियेद्वारे कार्बोहायड्रेट्स कसे निर्माण होतात? याचा अभ्यास करू या.

### कृती-1

#### पानांमधील पिस्टमय पदार्थ (a type of carbohydrate)

कुंडीमध्ये वाढणाऱ्या कोणत्याही एका सशक्त झाडाचे पान घ्या. (पानाची निवड करीत असतांना ते पान पातळ आणि मऊ असायला हवे) आकृती- मध्ये दाखविल्याप्रमाणे उपकरणांची माझणी करा. मिथिलेटेड स्पीरीट एका परिक्षा नळीत घ्या. आणि त्यामध्ये झाडाचे पान घ्या.



आकृती-1: (अ) उकळण्या मिथीलेटेड स्पीरीट मधील पान



आकृती-1: (ब) आयोडीनची परिक्षा

प्रथम पान पाण्यात टाकून उकळवा. नंतर परिक्षा नळीत मिथिलेटेड स्पीरीट घेऊन त्यात पान ठेवा. हरितद्रव्य स्पीरीटमध्ये विरघळतो आणि पान फिके रंगहीन होते.

ब्रशचा वापर करून ते पान परिक्षा नळीतून हलक्या हाताने बाहेर काढा. पेट्रीडीशवर पान पसरवा. त्यावर कांही थेंब आयोडिन किंवा बेटाडिनचे द्रावण टाका आणि पानाचे निरीक्षण करा.

परिक्षा नळीला पाण्याच्या बिकर मध्ये ठेवुन गरम करा. गरम करीत असतांना पानातील हरीतद्रव्य नाहीशे होऊन पानाचा रंग फिकट पांढऱ्या रंगात बदलते. पानाचे निरीक्षण करा.

- आपल्या निरीक्षणास काय आले?

पानावर निर्माण झालेले निळे काळे डाग हेच पानातील पीष्टमय पदार्थ असतात. प्रकाश संश्लेषण क्रियेत सुर्यप्रकाश उर्जेचे रूपांतर रासायनिक उर्जेत होते असे तुम्हाला वाटते का?

### **प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी लागणारी आवश्यक घटक:**

प्रकाश संश्लेषण क्रियेत कार्बोहायड्रेट्स तयार करण्यासाठी आवश्यक असणारी मुख्य सामुग्री केणती असेल याचा विचार करा.(वॉन नेलने मांडलेल्या समीकरणाचे निरीक्षण करा)

- प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी लागणारी सर्व सामुग्री समीकरणात आहे काय ?

जवळपास 300 वर्षाच्या शास्त्रज्ञांच्या प्रयत्नाने प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी लागणाच्या काही पदार्थांची विषयीची मात्र माहिती करू शकले. या क्रियेत भाग घेणारे आपल्याला माहित नसलेले पुन्हा बरेच पदार्थ आहे. प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी आवश्यक सामुग्रीचा शास्त्रज्ञांनी कसा शोध लावला ते आता आपण पाहू या.

### **पाणी आणि प्रकाश संश्लेषण क्रिया (Water and Photosynthesis)**

वनस्पतीचे वजन वाढविण्यासाठी पाण्याची मुख्य भुमिका असते असे वॉन हेलमॉट यांनी लावलेल्या शोधा विषयी तुम्ही 7 व्या वर्गात शिकले आहात ना. त्या काळात वॉन हेलमॉटला प्रकाश संश्लेषण क्रिये विषयी माहिती नव्हती. या नंतर झालेल्या अनेक संशोधनानंतर माहित झाले, वनस्पतीचे वजन हे प्रकाश संश्लेषण क्रियेव्दरे वाढत असते.

7 व्या वर्गातील वनस्पतीतील पोषण या धड्याचे पुन्हा एकदा वाचन करा. वनस्पतीचे वजन वाढण्यात पाण्याचे महत्व या विषयी वॉन हेलमॉट त्यांच्या प्रयोगाब्दारे कसे निर्धारण केले हे सांगण्यासाठी निवेदीका तयार करा.

### **हवा आणि प्रकाश संश्लेषण (Air and Photosynthesis)**

प्रकाश संश्लेषण क्रियेशी संबंधीत एक छोटासा प्रयोग करू या. या प्रयोगाब्दारे प्रकाश संश्लेषण क्रियेत हवेची काय, कोणती भुमिका असते याची माहिती मिळवू शकतो. प्रकाश संश्लेषण क्रियेविषयी समजुन घेण्यासाठी केलेल्या अनेक प्रयोगापैकी हा आपण करीत असलेला प्रयोग फार आवडीचा आणि उत्सुकतेचा नसला तरी, प्रकाश संश्लेषण क्रियेच्या विकासातील एक महत्वाचा मैलस्टोन (टप्पा) आहे.

जोसेफ प्रिस्टलीJoseph Priestly (1733-1804) यांनी 1770 मध्ये केलेल्या अनेक प्रयोगाब्दारे असे सिद्ध केले की, हिरव्या वनस्पतीच्या वाढीसाठी हवा मुख्य भुमिका पार

पाडते. त्या काळी शास्त्रज्ञांना प्रकाश संश्लेषण क्रियेविषयी जास्त माहिती नव्हती. 1774 या वर्षी जोसेफ प्रीस्टली यांनी लावलेल्या ऑक्सीजनच्या शोधाची आठवण करा. 1775 मध्ये लेवाईझर आणि जोसेफ यांनी शोधुन काढलेल्या वायुला ऑक्सीजन असे नामकरण केले. बंद बेलजार मधील मेनबत्ती त्वरीत विझलेले प्रीस्टली यांनी पाहिले. तसेच या बेलजार मध्ये ठेवलेला उंदीर सुध्दा हवा नसल्याने घुटमळु लागला हे त्याने निरक्षण केले. या निरक्षणा वरून असे सिद्ध झाले की जळती मेणबत्ती आणि उंदीर या दोन्हीचे कोणत्या तरी प्रकारे बेलजार मधील हवेने नुकसान केले. परंतु बेलजार मध्ये एक पुढीन्याचे झाड ठेवल्याने उंदीर जिवंत राहिला आणि मेनबत्ती जळण्याला लागणारा ऑक्सीजन वनस्पती हवेत सोडत असते असे जोसेफ प्रीस्टली यांनी या प्रयोगाव्दरे सिद्ध केले.

प्रयोगाच्या मांडणीला कोणताही अडथळा न करता जोसेफ प्रीस्टली यांनी बेलजार मध्ये पुढीनाचे झाड कसे ठेवले. यासाठी त्यांनी काय केले असेल?

त्यांनी बाहेरून मेणबत्ती कशी पेटविली असेल? मेणबत्ती, उंदीर आणि पुढीना यामधील काही संबंध तुम्हाला आढळला काय? तो कोणता असेल यावर चर्चा करा.

प्रीस्टली यांच्या प्रयोगाने असे सिद्ध होते की, वायुची देवान घेवान होत असल्यामुळे वनस्पती जो वायु बाहेर टाकतो त्या वायुने मेणबत्ती जळत असते आणि हाच वायु प्राण्यांना जिवंत राहण्यासाठी सुध्दा आवश्यक असते. वनस्पती हवेतील कार्बन डाय आक्साईझ प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी आणि आक्सीजन वायु श्वसनासाठी कसा मिळविते? हे याची निवड कशी करतात? वायुची अदलाबदल ही मोठ्या प्रमाणात पानातील पर्णंद्रा व्दारे जेव्हा ते उघडते तेव्हा होत असते. एवढेच नाही तर वायुची अदलाबदल खोडातील उत्तीव्दारे आणि मुळाव्दारे सुध्दा होत असते.

प्रकाश संश्लेषण क्रियेत किंवा श्वसन क्रियेत होणारी वायुची अदलाबदलाची निवड वायुंचा उपयोग हे त्या त्या क्रियेत भाग घेणाऱ्या अंगकावर ( organelles) आधारीत असते.

## कृती-2

### प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी कार्बनडाय आॅक्साईझची आवश्यकता

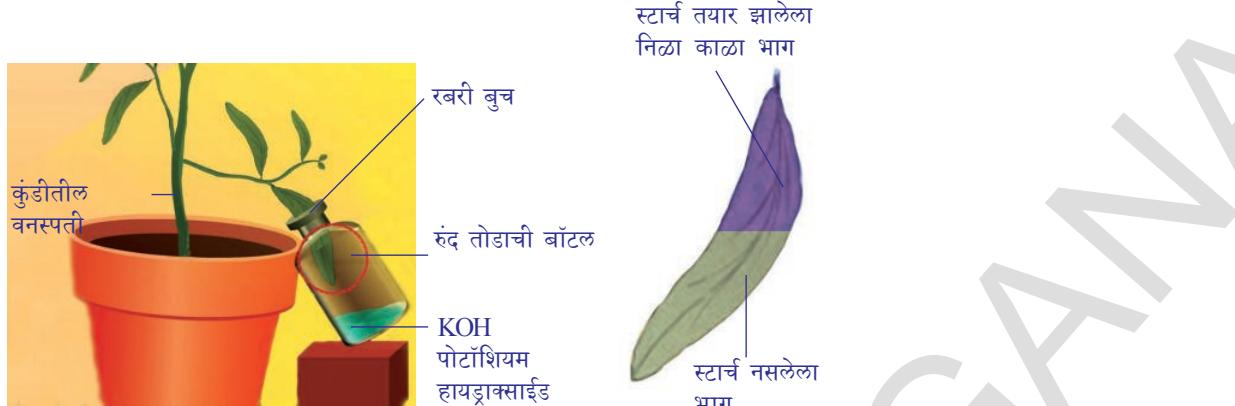
हा प्रयोग करण्यासाठी आपल्याला पीष्टमय पदार्थ काढून टाकलेल्या वनस्पतींच्या पानाची गरज असते. पीष्टमय पदार्थ काढून टाकण्यासाठी वनस्पतीला कमीत कमी एक आठवडाभर अंधारात ठेवावे लागते. अंधारात ठेवल्याने वनस्पतीतील स्टार्च निघुन जाते.

आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे प्रयोगाची रचना करा.

- एक पसरट तोंडाची काचेची पारदर्शक बॉटल घ्या.



**आकृती-3: प्रीस्टलीचा प्रयोग**



#### आकृती-५: मोहल्सचा अध्या पानाचा प्रयोग

- या बॉटलमध्ये पोटॉशियम हायड्राक्साईडचे तुकडे किंवा पोटॉशियम हायड्राइडचे द्रावण घ्या. पोटॉशियम हायड्राआक्साईडला कार्बनडायाक्साईडला शोषण घेण्याचा गुण असतो.
- एक चिरा असलेले रबरी बुच घेऊन त्या बॉटलीच्या तोंडात बसवा.
- प्रयोगासाठी निवडलेल्या झाडाचे एक पान रबरी बुचात अध्या भाग बाटलीत व अध्या भाग बुचाच्या बाहेर असेल असा बसावा.
- बॉटलीसह हे झाड असलेली कुंडी उन्हात ठेवा.
- काही तासानंतर त्या बॉटलीतील पान आणि इतर कोणतेही पान घेऊन त्यावर कृती-१ मध्ये सांगीतल्या प्रमाणे स्टार्चची परिक्षा करा.
- पानाचा जो भाग वातावरणातील हवेशी आणि सुर्यप्रकाशाशी संपर्कात येतो तो निळा, काळा झालेला असेल परंतु बॉटलीत असणारा पानाचा भाग निळा झालेला नाही कारण बॉटली मधील पोटॉशियम हायड्राक्साईड, कार्बनडाय आक्साईडचे शोषण करतो. यावरुन असे सिद्ध होते की, प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी कार्बनडाय आक्साईडची गरज असते.
- कुंडीतील वनस्पतीला प्रथम अंधारात ठेऊन नंतर सुर्यप्रकाशात ठेवण्याचे कारण काय ?
- या प्रयोगात आपण दोन पानावर प्रयोग का केला ?

आता पर्यंत आपण प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी पाण्याची कार्बनडाय आक्साईडची आवश्यकता असते असे पाहिले आहे. परंतु यावर संशोधन करणाऱ्या शास्त्रज्ञांने निरिक्षण केले आहे की, या शिवाय पुन्हा दुसरे काही घटक आहे की ते प्रकाश संश्लेषण क्रियेला प्रभावित करीत असतात.

#### प्रकाश आणि प्रकाश संश्लेषण (Light and Photosynthesis)

जोसेफ प्रीस्टले यांच्या काळातील शास्त्रज्ञांना उर्जा विषयी जास्त माहिती नव्हती परंतु नंतरच्या काळात उर्जेवर अनेक संशोधन झाले. जेव्हा आक्सीजन अणुशी कार्बन किंवा हायड्रोजन अणु संयोग पावल्यावर उर्जा उत्पन्न होत असते. तर हिच क्रिया उलट घडली तर काय होईल ? तयार झालेल्या आक्सीजन पुन्हा हवेत मिसळल्यास काय होईल ? याच आधारावर उर्जा संबंधी सुध्दा उलट दिशेने क्रिया घडल्यास काय होईल याचे सुध्दा विश्लेषण शास्त्रज्ञांनी केले आहे. आक्सीजन तयार होत असतांना निर्माण झालेली उर्जा

परत उपयोगात आणली जाते याची शास्त्रज्ञांनी माहिती मिळविली. याचा अर्थ असा की, वनस्पती आक्सीजन निर्माती करीत असतांना उर्जा ग्रहन करतात. ही उर्जा कुठुन येत असते? या प्रश्नांचे उत्तर डच शास्त्रज्ञ जॉन इंजनहाऊस Jan Ingenhouz ( 1730-1799) यांनी शोधून काढले. वनस्पती आक्सीजन कसा बाहेर सोडते हे समजण्यासाठी त्यांनी निरंतर अभ्यास केला. 1779 या वर्षात प्रकाशाच्या उपस्थितीतच आक्सीजन बाहेर टाकत असते. हायझीला या पाण्यातील वनस्पती सोबत प्रयोग करतांना सुर्यप्रकाशात ठेवल्यानंतर हायझीला वनस्पतीत हिरव्या रंगाच्या भागा सभोवताली हवेचे बुडबुडे तयार होणे, अंधारात ठेवल्यास हे बुडबुडे तयार न होणे हे त्यांनी निरक्षण केले. हे हवेचे बुडबुडे म्हणजेच आक्सीजन होय असे त्यांनी माहित केले.

याच विषयावर 20 व्या शतकाच्या सुरुवातीला एंगलमॅन या शास्त्रज्ञाने उच्च प्रकाश संश्लेषण क्रियेमध्ये हेच शोधून काढल्याने त्याची पुन्हा खात्री झाली. यांनी शेवाळाच्या समुदायावर इंद्रधणुष्यामध्ये दिसणारे विविध रंग प्रकाश शोषुण घेण्या योग्य केले. यानंतर आक्सीजन उद्दीपीत जिवाणुवर प्रकाशमय लाल आणि निळ्या रंगाची प्रकाश किरणे त्यांच्यावर प्रसारीत केल्यास एकत्र गोळा झाले. या संशोधनामुळे प्रकाश आणि प्रकाश संश्लेषण या क्रियेवर पुन्हा खोलवर माहिती मिळविण्यास मदत झाली. वनस्पतीमध्ये विविध प्रकारचे जो रंग आहे त्याची भुमिका आणि प्रकाश उर्जेचो उपयोग या विषयी माहिती मिळण्यास सुध्दा मदत झाली.



### प्रयोगशाळेतील कृती

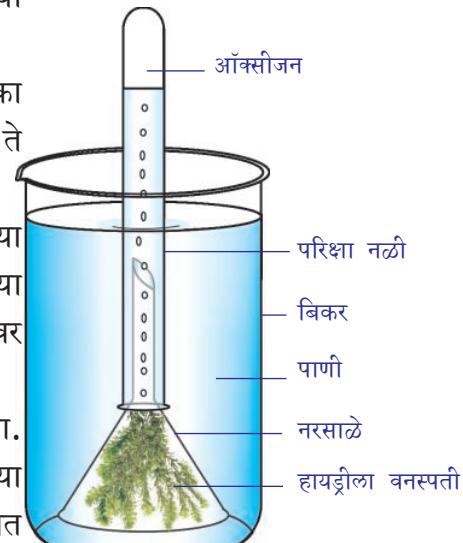
#### प्रकाश संश्लेषण क्रियेत प्रकाशाच्या उपस्थितीत आॅक्सीजन बाहेर पडतो:

- आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे उपकरणाची रचना करा. यासारख्या दोन समान संचाची मांडणी करा.
- हायझीला किंवा एलोडीया सारख्या जलवनस्पती घेऊन एका नरसाळ्यात ठेवा. नंतर बिकरमध्ये पाणी ओता बिकरमध्ये ते नरसाळे ठेवा.
- आता एक पाण्याने भरलेली परिक्षा नळी घेऊन ती नरसाळ्याच्या टोकावर उलटी करून अशा रितीने झाका की परिक्षा नळीच्या पाण्याची पातळी ही बीकर मधील पाण्याच्या पातळी पेशा वर असेल अशाप्रकारे उघडी ठेवा.

दोन संचापैकी एक संच उन्हात ठेवा तर दुसरे अंधारात ठेवा. दोनहीही संचाना जवळ पास 2-3 तास ठेवा. परिक्षा नळीतील पाण्याच्या पातळीची नोंद करा. उन्हात ठेवलेल्या संचात तुम्हाला परिक्षा नळीत हवेचे बुडबुडे निर्माण झाल्याचे आढळून येईल. हे बुडबुडे म्हणजेच वायु होय. आता अंधारात ठेवलेल्या संचाचे निरक्षण करा. दोन्ही मध्ये कोणता फरक आहे याचे निरक्षण करा. या संचात किती प्रमाणात हवेचे बुडबुडे तयार झाले?

परिक्षा नळीत जमा झालेल्या वायुजवळ पेटती आगपेटीची काढी नेल्यास ती एकदम प्रज्वलीत होते. म्हणजेच तयार झालेला वायु हा आक्सीजन आहे हे सिद्ध होते.

- बिकरमधुन परिक्षा नळी बाहेर काढतांना तुम्ही कोणत्या प्रकारची दक्षता घ्यावी याची तुमच्या शिक्षकासोबत चर्चा करा.



**आकृती-5: हायझीलाचा प्रयोग**

### कृती-3

वनस्पतीमध्ये पीष्टमय पदार्थ (स्टार्च) तयार होण्यासाठी सुर्य प्रकाशाची आवश्यकता असते:



### आकृती-6: काळ्या कागदाचा प्रयोग

- कुंडीतील एक वनस्पती घ्या. तीच्या पानातुन पीष्टमय पदार्थ काढुन टाका. स्टार्च काढुन टाकण्याची कृती-1 मध्ये सांगीतलेली पध्दत आठवण करा.
- झाडाच्या एका पानाला काळ्या रंगाच्या कागदाने झाका. ज्या कागदावर तुम्हाला आवडलेली नक्षीकाम काढुन कापुन घ्या. हा कापलेला कागद पानावर अशा रितीने ठेवा की, काळ्या रंगाच्या भागातुन प्रकाश किऱणे आत प्रवेश करणार नाही
- कुंडीतील झाड उन्हात ठेवा.
- काही तास सुर्यप्रकाशात ठेवल्या नंतर झाडापासुन पान वेगळे करून घ्या. स्टार्च साठी आयोडीनची परिक्षा करा. पानाचा कोणता भाग निळा, काळ्या रंगात बदलला? उरलेला भाग कसा आहे?
- पानाच्या रंगाचे निरिक्षण करा. तुम्ही सांगु शकाल काय असा पानाचा वेगळा रंग का झाला?
- कापलेल्या नक्षीकामच्या आकाराच्या भोवताल सुर्यप्रकाश पडल्यामुळे पानाचा तोच भाग मात्र आयोडीने काळपट निळा झाला. याचे कारण काय?
- त्या भागातच स्टार्च तयार झाले म्हणूनच वनस्पतीमध्ये स्टार्च तयार होण्यासाठी सुर्य प्रकाशाची गरज असते.

### हरीतद्रव्य आणि प्रकाश संश्लेषण (Chlorophyll and Photosynthesis)

इंजन हाऊस या शास्त्रज्ञाने प्रकाश संश्लेषणाविषयी पुन्हा सविस्तर माहिती मिळविण्यासाठी अनेक प्रकारचे प्रयोग केले. वनस्पतीच्या हिरव्या भागातच प्रकाश संश्लेषण क्रिया होत असते असे त्याने ठामपणे सांगीतले.

रंगीबेरंगी पानात सुधा प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडुन येतात काय? बच्याच वनस्पतीमध्ये सुरुवातीला कोवळ्या पानाचा रंग लालसर असतो. नंतर त्याचा रंग हिरव्या रंगात कसा बदलतो? लाल किंवा पिवळ्या पानात सुधा प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडुन येत असते काय? काही पक्षी सुधा हिरव्या रंगाचे असतात, मग त्याच्यांत सुधा प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडते काय? अशा प्रकारचे प्रश्न वनस्पतीच्या भागातील हिरव्या रंगाचे रंगद्रव्य वेगळे करून त्याचा स्वभाव, त्याचे गुणधर्म माहित करण्यासाठी शास्त्रज्ञांना एक मोठे आव्हान ठरले आहे.

20 व्या शतकाच्या मध्यकाळापर्यंत प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडणाऱ्या भागाची माहिती करून त्याला वेगळे करण्यापर्यंत सुधा इंजनहाऊस या शास्त्रज्ञाने अनेक प्रकारचे प्रयोग करून आलेले निकाल त्यांनी सांगीतलेली माहिती अमलात आहे. चार दशकाच्या निरंतर संशोधना नंतर पानातुन हिरव्या रंगाचे रंगद्रव्य वेगळे करून त्याच्या गुणधर्मचे निरिक्षण करून त्या रंगद्रव्याची प्रकाश संश्लेषण क्रियेत कोणती भुमिका असते हे माहित करण्यात शास्त्रज्ञांना यश मिळाले. 1817 व्या वर्षात पेल्टेटीयर आणि कावस्नो या शास्त्रज्ञांनी हिरव्या रंगाच्या पदार्थाचा अबस्ट्राक्ट वेगळा केला. या हिरव्या रंगाच्या द्रव्यालाच हरीतलवक किंवा हरीतद्रव्य असे नामकरण करण्यात आले.

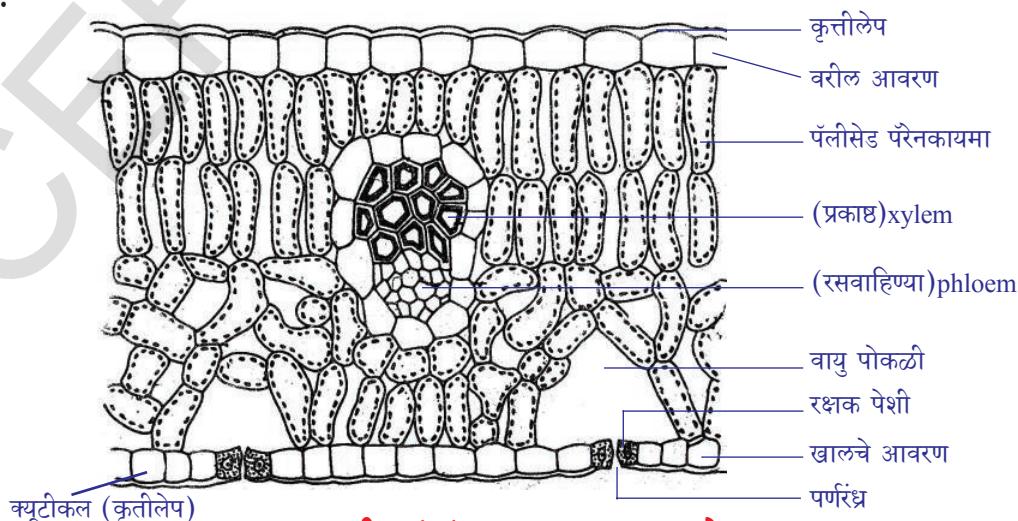
हरीत द्रव्यासोबतच दुसरे अनेक रंगद्रव्य प्रकाश उर्जा ग्रहण करून प्रकाश संश्लेषण क्रियेत भाग घेत असतात. असे शास्त्रज्ञांनी सिद्ध केले.

### प्रकाश संश्लेषण क्रिया कुठे घडतात?

- वनस्पतीमध्ये हरित द्रव्य आणि इतर रंगद्रव्य कुठे असतात?  
वनस्पतीमध्ये प्रकाश संश्लेषण क्रिया कोणत्या भागात घडते त्या भागांची नावे सांगा?
- वनस्पतीच्या नविन कोवळ्या लालसर पानात सुधा प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडतात असे तुम्हाला वाटते काय? या पानाची कोणती भुमिका असते?

पेल्टेटीयर आणि कावस्नो यांनी हरीतद्रव्याचा शोध लावल्यानंतर 6 व्या दशकापर्यंत प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडुन येण्याची निश्चित जागा किंवा हरीतद्रव्याची निश्चित जागा माहित नव्हती. तोपर्यंत वनस्पतीच्या पेशीमधील हिरव्या भागामध्ये हरीतद्रव्य असते असे मानल्या जात असे. 1883 मध्ये जुलीयस वोन माक्स या शास्त्रज्ञांने हरीतद्रव्य वनस्पतीच्या सर्व पेशीमध्ये नसते असे सांगीतले. हरीतद्रव्य पेशीमधील प्रत्येक अंगकामध्ये (organelles) असतात असे माहित करण्यात आले. त्या अंगकालाच हरीतद्रव्य असे म्हणतात. वनस्पतीच्या पानातील पर्णरंध्रामधील रक्षक पेशीमध्ये आणि संधीउत्ती (ground tissues) मध्ये हरीतद्रव्य (40-100 पर्यंत) अधिक प्रमाणात असतात.

तुम्ही 9व्या वर्गात हरीतद्रव्या विषयी काही माहिती मिळविली आहे. चला तर खालील आकृतीचे निरिक्षण करा. यात पॅलीसेड पैरेनकायमामध्ये हरीतलवक दाखविले आहेत.

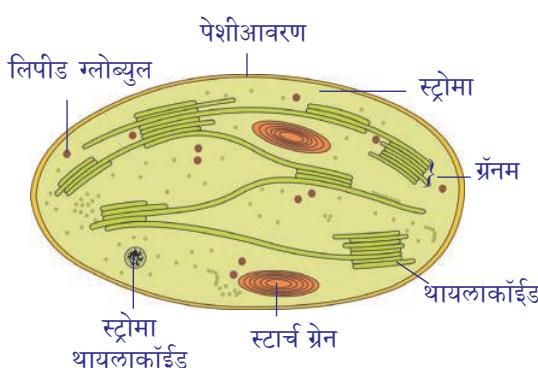


**आकृती-7(अ): पानाचा अडवा छेद**

- इतर पेशीपेक्षा हरीतद्रव्य हे कशा प्रकारे वेगळे दिसतात?

## ?) तुम्हाला माहित आहे काय?

पेशी फुटली किंवा तुटली तर त्यामधील हरीतद्रव्याचे सुधा बारीक तुकडे होते. अशा वेळेस प्रकाश संश्लेषण क्रियेतील विविध टप्प्याचे अध्यायन करण्यासाठी आवश्यक असलेले हरीतद्रव्य वेगळे करता येत नाही. परंतु 1954 नंतर डेनियम अरनान यांनी वनस्पती पेशी फोडून प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी मदत करणाऱ्या हरीतद्रव्याला वेगळे करू शकले.



**आकृती-8: हरीतद्रव्याचा आडवा छेद**

हरीतद्रव्य हे आवरणांनी बनलेले असते. यामध्ये तीन आवरणे असतात. तीसरे आवरण गंजीरचल्या सारख्या पीशवी सारखे असते याला ग्राना (grana) म्हणतात. असे मानले जाते की, याच ठिकाणी प्रकाशाचे ग्रहण केले जाते. यामधील पोकळी द्रवाने भरलेली असते याला स्ट्रोमा (stroma) म्हणतात. या ठिकाणी अनेक प्रकारच्या बिकट क्रिया होऊन ग्लुकोज तयार होते आणि याच ग्लुकोजचे नंतर पीष्टमय पदार्थात (starch) मध्ये रूपांतर होते.

हरीतद्रव्यात असणारे जे प्रकाश किरणे ग्रहन करतात त्यांना प्रकाश संश्लेषीय रंगद्रव्य (photosynthetic pigments) असे म्हणतात. वनस्पतीमध्ये ग्लुकोज सारखे अनेक संकलीष्ट पदार्थ तयार करणाऱ्या प्रकाश संश्लेषण क्रियेत असे अनेक प्रकारचे रंगद्रव्य कार्य करतात. हरीतद्रव्यात एक मँगेशियम अणु असतो. हा अणु हेमोग्लोबिन मधील **हीम** या सारखाच समान असतो. यामध्ये लोह असणारे लाल रंगद्रव्याच रक्तात आक्सीजन पाठवित असतो. थॉलाकॉईट आवरणात दोन प्रकारचे हरीत द्रव्य असते. एक हरीतद्रव्य 'a' हे निळसर हिरव्या रंगाचे तर हरीतद्रव्य 'b' हे पिवळसर हिरव्या रंगाचे असते. प्रत्येक ग्रॉन्युल मध्ये जवळपास 250 ते 400 रंगद्रव्याचे परमाणु मिळून प्रकाश ग्रहन समुदाय (light harvesting complex) तयार होतो. यांना प्रकाश संश्लेषीय एकक (photosynthetic unit) असे म्हणतात. हिरव्या वनस्पतीमध्ये असणाऱ्या हरीतद्रव्यामध्ये बहूतेक क्रिया प्रमाणे सर्व मिळून प्रकाश संश्लेषण क्रिया संयुक्तपणे पार पाढत असतात.

प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडत असतांना हरीतद्रव्यात अनेक संघटना घडतात त्यापैकी काही मुख्य खालील प्रमाणे आहेत:

- प्रकाश उर्जेचे रूपांतर रासायनिक उर्जेत होणे.
- पाण्याच्या अणुचे विभाजन.
- कार्बन डाय आक्साईडचे क्षपण होऊन कार्बोहायड्रेट्स बनने.

विविध प्रकारच्या क्रिया घडुन येण्यासाठी प्रकाशाची गरज असते. तर काही क्रिया प्रकाशाच्या अनुपस्थितीत घडुन येतात. म्हणजेच एकदा शोषण केलेल्या प्रकाश उर्जेचा वापर करून अंधारात सुद्धा सतत क्रिया घडवून आणण्यासाठी उपयोगात आणली जाते.

प्रकाशावर आधारीत असणारी क्रिया ग्रानामध्ये घडुन येतात. उरलेल्या प्रकाशा शिवाय घडणाऱ्या क्रिया या स्ट्रोमा मध्ये घडुन येतात. याला अंधार क्रिया सुधा म्हणतात.

## प्रकाश संश्लेषणाची यांत्रिक क्रिया (Mechanism of Photosynthesis)

### 1. प्रकाश क्रिया (प्रकाश रसायनिक दशा) Light dependent reaction (Photochemical phase)

या क्रियेत प्रकाशाची मुख्य भुमिका असते. यामध्ये प्रकाशाव्दारे प्रेरीत होणाऱ्या अनेक साखळी रासायनिक क्रिया एक मागे एक अतिवेगात घडुन येत असतात. म्हणुनच या दशेला प्रकाश रासायनिक दशा(photochemical phase) म्हणतात. प्रकाश क्रिया हरीतद्रव्यातील ग्राना थ्यालाकलाईड मध्ये घडतात. प्रकाश क्रियेत अनेक टप्पे असतात.

**टप्पा-I :** हरीतद्रव्य प्रकाश उर्जेच्या संपर्कात येताच फोटोन्सला शोषुण क्रियाशिल बनते. (फोटोन्स हा प्रकाश उर्जेचा एक छोटा घटक आहे. ज्यातुन उर्जेचे वहन होते)

**टप्पा-II:** पाण्यातील हायड्रोजन ( $H^+$ ), हायड्राक्साईड ( $OH^-$ ) अणुंना वेगळे करण्यासाठी प्रकाश उर्जेचा उपयोग केला जातो.



या क्रियेला प्रकाश विश्लेषण क्रिया फोटोलाससीस (photolysis) म्हणतात. फोटो म्हणजे प्रकाश आणि लीसीस म्हणजे वेगळे करतो असा याचा अर्थ होतो. म्हणजेच प्रकाशाव्दारे पाण्याचे अणु वेगळे करणे होय. ही क्रिया हिल या शास्त्रज्ञाने शोधुन काढली. म्हणुनच या क्रिया ला **हिल क्रिया** सुधा म्हणतात

**टप्पा-III:** अत्यंत क्रियाशिल असलेला पाण्याचा आयान दोन वेगवेगळ्या मागानि बदलतात.  $OH^-$  आणि  $H^+$  आयानच्या क्रिया विविध दशेत कशा घडतात त्याचे निरिक्षण करु या.

$OH^-$  आयान साखळी दशेने एक मागे एक अनेक क्रियेने पाण्याची आणि आक्सीजनची उत्पत्ती करतो. पाणी वनस्पतीमध्ये उपयोगात आणले जाते. परंतु आक्सीजन मात्र वातावरणात पसरला जातो.  $H^+$  अंधार क्रियेत साखळी दशेने समाविष्ट होत असतो. प्रकाश क्रियेमध्ये ATP (एडोनोसीन ट्रायफॉस्फेट) आणि NADPH (निकोटीनामाईड एडीनोसीनडाय न्यूक्लीओटाईड हायड्रोजन फास्फेट) हे अंत्य पदार्थ उत्पन्न होतात. यांना शक्ती ग्राहक असे सुधा म्हणतात.

### 2. अंधार क्रिया(जिव संश्लेषण दशा) Light independent reaction (Bio synthetic phase)

या दशेतील क्रियेला प्रकाश उर्जेची गरज नसते. एवढेच नाहीतर प्रकाश क्रियेबरोबरच घडत असते. दोन क्रियेतील वेळेचे अंतर हे सेंकदर्च्या हजाराव्या भागापेक्षा कमी असते.

या क्रियेला अंधार क्रिया सुधा म्हणतात. परंतु याचा अर्थ असा नाही की, या क्रिया फक्त अंधारात किंवा रात्रीच्या वेळीच घडतात. याचा अर्थ असा होतो की, क्रिया होण्यासाठी प्रकाशावर अवंलबुन राहत नाही. प्रकाश विश्लेषण क्रियेत निर्माण झालेल्या  $H^+$  आयानला NADP या विशिष्ट अणु व्दारे स्विकारल्या जाऊन त्याचे NADPH मध्ये बदलते. अंधार क्रियेमध्ये NADPH चा  $H^+$  आयान  $CO_2$  सोबत मिळून ATP उर्जेचा

उपयोग करून ग्लुकोजची ( $C_6H_{12}O_6$ ) उत्पत्ती करतात. या संश्लेषणात अनेक मध्यवर्ती पदार्थाचा (मुख्यतः रिबुलोज बाय 1-5 फास्फेट- RUBP) विकरचा उपयोग करून अनेक घडुन येतात. यात  $CO_2$  घेतले जाते. शेवटी ग्लुकोजचे रूपांतर स्टार्च मध्ये होते.

वनस्पती विविध प्रकारच्या परिस्थितीत त्यांच्या जिव प्रक्रिया पार पाडत असतात. अत्यंत प्रकाश, उष्णता, गरमी, कोमट वातावरणा पासुन तर ओलसर आर्द्रता असलेल्या कमी प्रकाशाच्या वातावरणात वनस्पती त्यांची कार्ये करीत जिवंत राहतात. प्रकाशाची आणि इतर घटकाची आवश्यकता ही प्रत्येक वनस्पतीत वेगवेगळी असते.

### परपोषीय पोषण (Heterotrophic Nutrition)

सजिव जगात सर्व जिव विभिन्न परिस्थितीत स्वतःला जुळवित सभोवतालच्या भिन्न परिस्थितीशी जुळविणे आणि अन्न प्राप्त करण्याच्या विभिन्न पद्धतीचा अवलंब करीत असतात. सुर्यप्रकाशाच्या मदतीने अन्न तयार करण्यांना स्वयंपोषी असे म्हणतात. असे स्वतः अन्न तयार न करण्यांना परपोषी म्हणतात.

### सजीव त्यांचा आहार कसे प्राप्त करतात?

सजीवांना मिळणारा आहार हा कोणत्या प्रकारचा आहे. त्यानुसारच आहार मिळविण्याच्या वेगवेगळ्या पद्धतीचा जिव उपयोग करीत असतात. काही यष्ट, भुळत्र, ब्रेड मोल्ड सारखे जिव शरीराच्या बाहेर अन्नाला बारीक बारीक करून तोडुन ते शोषण करतात. यांना साप्रोफाईट (saprophytes) असे म्हणतात. पुन्हा काही जंतु हे अतिथ्य जिवन जगत असतात. म्हणजेच ते प्राणी, वनस्पतीला मारून न टाकता त्यांच्या पासुन स्वतःचा आहार मिळवित असतात. उदा. कस्कुटा (Cuscuta) ऊ (lice) जळू (leaches) आणि टेप वर्म (tape worms) हे दुसऱ्याच्या अन्नावर आधारीत असतात. या व्यतिरिक्त

काही जिव संपुर्ण अन्न ग्रहन करून शरीरामध्येच त्याचे सुक्ष्म कणात रूपांतरीत करून जगतात. आहार घेणे त्याचे पाचन करणे वगैरे अंशाचे जिव निर्माण काम करण्याची पद्धत यावर आधारीत असते. आहार पद्धती आणि ते मिळविण्याच्या पद्धती या वेगवेगळ्या असल्याने विविध प्रकारच्या सजिवात पचन संस्था सुधा वेगवेगळी असतात. अमिबा या एक पेशीय प्राण्यात अन्नाचे शोषण शरीराच्या बाह्य आवरणातुन केले जाते. परंतु काही जिवात गुंतागुंतीचे असतात. त्यांच्यात प्रत्येक कार्य करण्यासाठी विविध अवयवे विकसित झालेली असते. उदाहरणात अमिबा आहार गोळा करण्यासाठी शरीराच्या बाह्य आवारणातुन खोटे पाय उत्पन्न करून त्याचा उपयोग करतात. हे खोटे पाय आहाराच्या गोल फिरवितात आणि त्या आहाराला रिक्तीका मध्ये रूपांतरीत करतात. संकलीष्ट आहाराचे रिक्तीका मध्ये सरळ पदार्थात रूपांतर करून त्यांचे पेशीद्रव्यात शोषण केल्या जाते. न पचलेले अन्न सुधा शरीराच्या बाह्य आवरणाव्दरे बाहेर टाकले जाते. पाँरामेशीय हा सुधा एक पेशीय प्राणी आहे आणि याचा आकार निश्चित असतो. एका विशिष्ट ठिकाणातुन आहाराचे सेवन केले जाते. संपुर्ण शरीरात व्याप्त असलेल्या सिलीया (cilia) हालचालीने अन्न एका विशिष्ट ठिकाणी पोहचविल्या जाते. तिथुन ते शरीरात जाते. त्या भागाला पेशीमुख (cytostome) असे म्हणतात (आकृती 9(ब))



**आकृती-9:(ब)  
अमिबातील  
पोषण**

## कस्कुटामधील(Cuscuta)परपोषीय पोषण:

सोनेरी वेल हे कस्कुटा प्रजातीमधील पाने नसलेली गोल वेढा घालीत हरीतद्रव्य नसलेली परजिवी वनस्पती आहे. ही कॅनवोयुलेसी कुंतुंबात समाविष्ट आहे. या प्रजातीमध्ये जवळपास 170 प्रकारच्या वेळी वनस्पती जगातील समशितोष्ण, उष्ण कटीबधातील प्रांतात व्यापलेल्या आहेत. बन्याच जाती त्यांच्या अतिथ्य वनस्पती सह नविन प्रांतात प्रवेश केल्या आहे.



**आकृती-10: कस्कुटामधील हास्त्रे रीया**

सोनेरी वेल किंवा डॉडर या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या या वनस्पती मध्ये हरीतद्रव्य नसते. कस्कुटा रिप्लेक्सा मध्ये फार थोड्या प्रमाणात हरीतद्रव्य असते. या हाँस्ट्रीरीया व्दरे अन्न शोषण करतात. ही मुळा सारखी रचना असते ही हाँस्ट उत्ती पेशी मध्ये शिरुन कदाचित त्या होस्ट वनस्पतीला मारुन सुध्दा टाकतात. डॉडर वनस्पतीचे खोड बारीक लाब, पिवळसर, गुलाबी किंवा गव्हाळ रंगाचे असते. डॉडरची फुले खोडाच्या पेरावर गुल्छाच्या रूपात असतात. पिवळ्या किंवा पांढऱ्या रंगात घंटीच्या आकाराचे आकर्षक पर्ण असतात. पानाची रचना लहान खवल्या सारखी असते.

डॉडर च्या बियाचे अंकुरण होते वेली पकड मुळे(anchoring root) निर्माण होतात. त्यानंतर बारीक लांब खोड सर्पच्या आकाराचे जिथपर्यंत होस्ट वनस्पती मिळणार नाही, तिथपर्यंत वाढत जाते नंतर होस्ट वनस्पतीच्या खोडात शिरकाव करून त्या पासुन पाणी आणि पोषक द्रव्य शोषुण घेत असते. डॉडरच्या खोडाच्या होस्टच्या खोडा सोबत घनिष्ठ संबंध झाल्यावर त्या वनस्पतीचे मुळे सडुन जातात. डॉडर वनस्पती होस्ट वनस्पतीसोबत नविन संबंध स्थापीत करतात. वेळ होस्ट वनस्पतीच्या खोडा भोवती गुंडाळत गुंडाळत जाऊन पुर्ण वनस्पतीवर जाळी सारखे पसरते.

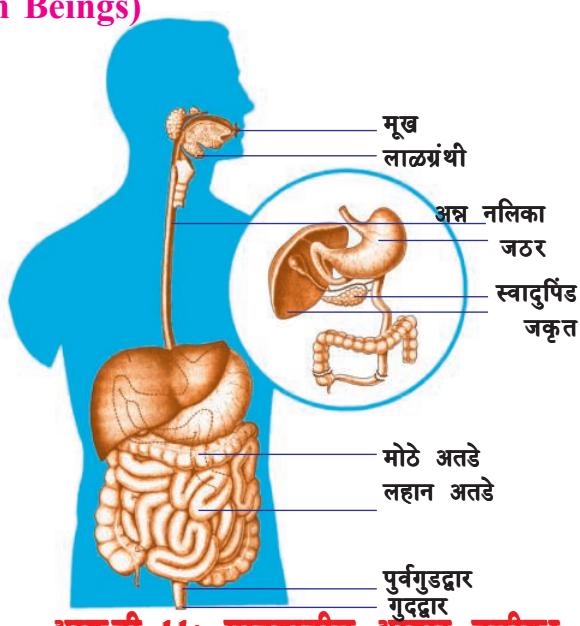
तमुच्या परिसरातील परजिवी वनस्पती ओळखून त्याचे लक्षणे लिहा.

## मानवातील पोषण (Nutrition in Human Beings)

मानवी पचन संस्था ही निसर्गातील फार गुंतागुतीची आहे. यामध्ये विविध प्रकारचे अवयव, पाचक रस आणि विविध प्रकारच्या विकराच्या साहाय्याने विविध प्रकारचे कार्य करीत असतात.

पचन संस्थेच्या आकृतीचे निरिक्षण करा आणि भागांना नावे द्या.

आहार नलीका ही फार लांब नलीका सारखी रचना असुन ती तोंडातुन सुरु होऊन गुदब्दारा पर्यंत असते. या नलीकेमध्ये आपण वेगवेगळे दुसरे भाग पाहू शकतो. वेगवेगळे भाग हे विशिष्ट वेगळे कार्य करीत असतात.



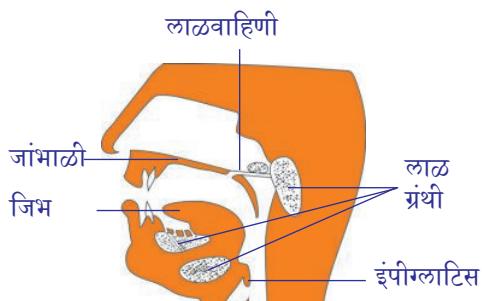
**आकृती-11: मानवातील आहार नलीका**

- आपण खाल्लेले अन्न शरीरात गेल्यावर काय होईल ?

आपण विविध प्रकारचा आहार घेतला तरी तो एकाच नलीकेत जात असते. आपण आहार घेण्याच्या क्रियेला अन्न ग्रहन असे म्हणतात. आपण खाल्लेले अन्न आपल्या शरीरात शोषण करण्यासाठी उपयोग करण्यासाठी त्याचे बारीक बारीक अणुमध्ये रूपांतर व्हावे लागते. या साठी अनेक प्रकारच्या क्रिया घडत असतात. त्या कशा घडतात याचा अभ्यास करु या.

### आहार नलीकेतुन अन्न जाण्याची पद्धत:

आपण खाल्लेले अन्न तोंडातील दाताव्दारे तुकडे करून तोंडातील लाळ मिसळत असते. यामुळेच अन्न ओलसर, नरम, गुळगुळीत होते. यालाच चर्वण (mastication) असे म्हणतात. असे नरम तोंडात लाल ग्रंथीतून लाळ निर्माण होते. तोंडात लाळ ग्रंथीच्या तीन जोड्या असतात. लाळग्रंथीच्या दोन जोड्या जबड्या च्या बाजुला आणि जिभेच्या खाली असते. आणि एक जोडी ही जांभळी (palate) मध्ये असते. लाळेमध्ये मुख्यता अमायलेज (ptyalin) नावाचे विकर असते. या विकारामुळे संकलीष्ट कार्बोहायड्रेटचे सरळ प्रदार्थात रूपांतर होण्यास मदत होते. हे



**आकृती-12: मुख पोखळी**

सरळ पदार्थ शरीरात शोषुण घेण्यासाठी त्याचे अणुमध्ये रूपांतर करण्याच्या क्रियेलाच पचनक्रिया (Digestion) म्हणतात. अन्नाचे मिश्रण करण्यासाठी अन्नाला तोंडातुन समोरच्या भागात पाठविण्यासाठी जिभेची मदत होते. या कार्यात खालच्या जबड्याचा सुध्दा उपयोग होतो. कार्बोहायड्रेटस अमायलेजचा काय परिणाम होते हे आपल्याला माहित करता येते. आपल्या तोंडात काय होते याचे निरिक्षण करता येते.

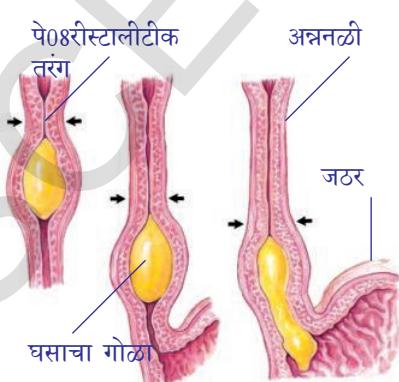
### कृती-4

- कृती - 7 लिटमस कागदाची परिक्षा: जिव क्रियेतील समन्वय या धड्यात सांगीतल्या प्रमाणे पिष्ठमय पदार्थावर लाळेचा प्रभाव सांगणारा प्रयोग करा. त्या विषयी चर्चा करा. तसेच गंजी (तांदळाचे उकळलेले पाणी) सोबत सुध्दा करा. काय निरिक्षण केलात ते सांगा.

नरम, मऊ लाळेसोबत मिसळलेले अन्न नलीकेत पाठवितात. अन्ननलीकेतुन अन्न वाहत असतांना तरंगासारखी जी हालचाल होत असते त्याला पेरीस्टालटीक हालचाल असे म्हणतात. जठरामध्ये पोहचलेले अन्न जठर रस आणि हायड्रोक्लोरीक आम्ल (HCl) सोबत मिळून घुसळत्या जाते. या दशेत अन्न अर्धवट घन रूपात असते. या ठीकाणी

अन्नातील प्रोटीन्सचे पेप्सीन विकाराच्या साहाय्याने लहान लहान अणुत रूपांतर केल्या जाते.

अहारातील प्रोटीन्स आणि कार्बोहायड्रेटसचे लहान लहान तुकडे करून वेगळे घेऊन अन्नाचे मऊ गुळगुळीत बनते. यालाच खाईम असे म्हणतात. आता अन्न येथुन लहान आतळ्यात पाठविल्या जाते. या ठिकाणी गोलाकार स्नायु असतात. यानेच अन्न लहान आतळ्यात थांबण्यास मदत होते याला पायलोरीत स्पिंक्टर्स (pyloric spincters) असे म्हणतात. हे खाईमला एकदाच लहान आतळ्यात न येऊ देता थोड्या प्रमाणात येण्यात ताबा ठेवतात.



**आकृती-13: पेरीस्टालटीक हलचाल**

लहान आतडे हा आहार नलीकेचा सर्वात लांब भाग असतो. लहान आतळ्यामध्ये कार्बोहायड्रेट्स, प्रोटीन आणि चरबी याचे पुर्ण पचन होते. क्रियेत यकृत आणि स्वादुपिंड (pancreas) या ग्रंथी मदत करतात ग्रंथीच्या श्रावामुळे लहान आतळ्यातील क्षार स्थीती कायम राखण्यात मदत होते. यकृत मधुन श्रवण झालेल्या पित्तरसामुळे चरबी पदार्थचे पचन होऊन लहान लहान रेणु मध्ये (globule) रूपांतर होते. या पद्धतीला इमल्सीफिकेशन (emulsification.) असे म्हणतात.

स्वादुपिंड मधुन निघालेल्या स्वादुरस रसात ट्रीप्सीन नावाचे विकर असतात. या ट्रीप्सीन मुळे प्रोटीन्सचे पचन होते. याप्रमाणे चरबी चे पचन होण्यासाठी लायपेज विकर उपयोगी पडते.लहान आतळ्याच्या भिंतीमधुन आंगरस बाहेर पडतो. या रसामुळे प्रोटीन्सचे आणि चरबीचे पुन्हा बारीक बारीक अणुमध्ये रूपांतर करून त्याचे शोषुण करण्या योग्य बनवितात. कार्बोहायड्रेट्चे तोंडामध्ये थोड्या फार प्रमाणात पचन होते व तिथुन जठरात येते. जठरात काहीही बदल न होता लहान आतळ्यात ढकलल्या जाते. हे ठिकाण क्षारयुक्त असल्यामुळे त्याचे येथे पुर्ण पचन होते.

## कृती-5

### विकर तक्त्याचा अभ्यास करणे:

पचन क्रियेत भाग घेणाऱ्या विकर तक्त्याचे निरिक्षण करा. विविध प्रकारच्या पाचक रसाच्या आणि विकरच्या कार्याविषयी वर्गात चर्चा करा.

**तक्ता-1:पचन क्रियेतील बिकर**

अ.क्र.	विकर/पदार्थ	ग्रंथी	श्रवणाचा प्रदेश	पाचक रस	क्रिया कशावर घडते	तयार होणारे घटक
1	पॅटलिन (salivary amylase)	लाळ ग्रंथी	मुख्य पोकळी	लाळ	काब्रोहायड्रेस	माल्टोस
2	पेसीन	जठर ग्रंथी	जठर	जठर रस	प्रोटीन्स	पेपटोन्स
3	(बाईल)Bile (No enzymes)	यकृत	ड्युओडिनम	पित्तरस	चरबी	Emulification breaking down of large fats into small globules
4	अम्लेज	स्वादुपिंड	ड्युओडिनम	पॅनक्रेटीक ज्युस	काब्रोहायड्रेस	मालस्टोज
5	ट्रीप्सीन	स्वादुपिंड	ड्युओडिनम	पॅनक्रेटीक ज्युस	प्रोटीन्स	पेपटोन्स
6	(लायपेज)Lipase	स्वादुपिंड इनस्टेनल वॉल	ड्युओडिनम	पॅनक्रेटीक ज्युस अस्तरस	फॅट	फॅटी एसीड आणि ग्लाकोराईड
7	(पेपटीडाईस)Peptidases	लहान आतडे ग्रंथी	लहान आतडे	अस्तरस	(पेपटीडेस)Peptides	आमिनो एसीड
8	(सोरस)Sucrose	लहान आतडे ग्रंथी	लहान आतडे	अस्तरस	(सुक्रोज) (Cane Sugar)	ग्लुकोज

- काब्रोहायड्रेट्सवर क्रिया करणाऱ्या विकारांची नावे लिहा?

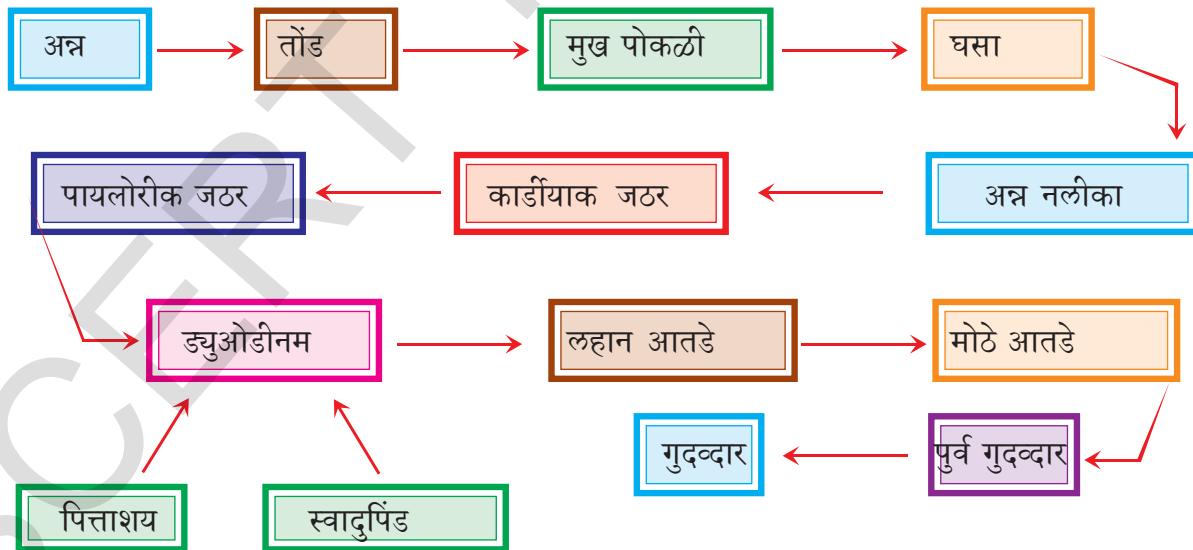
- कोणत्या पाचक रसात विकर नसतात?
- प्रोटीन्सवर क्रिया करणारे विकर कोणते?

पचनाचे अंतीम पदार्थ लहान आतळ्याच्या भिंतीमधून रक्तामध्ये पाठविले जाते यालाच शोषण (absorption) असे म्हणतात. आतळ्याच्या आतील भिंतीवर लहान लहान बोटासारख्या रचना असतात त्यांना सुक्ष्म शोषके (villi) असे म्हणतात. विली या शोषणासाठी आतळ्याचे क्षेत्रफळ वाढविण्याचे काम करतात. त्यामुळे शोषण करण्याचे सामर्थ्य वाढते. रक्त वाहिण्या आणि लिंफ (lymph) वाहिण्या या सुक्ष्म शोषका मध्ये जाळी सारख्या रचनेत उपस्थित असतात.

पचन झालेले अंतीम पदार्थ हे सुक्ष्म शोषका मध्ये शोषल्या जाते नंतर ते रक्त वाहिण्या आणि लिंफ वाहिण्या मध्ये शोषल्या जाते. म्हणजेच पचन झालेल्या पदार्थाचे शोषण लहान आतळ्याच्या भिंतीव्वारे केल्या जाते. पचन झालेले अन्न जास्तीत जास्त रक्तात मिसळून शरीराच्या इतर भागापर्यंत पोहचल्या जाते. पचन न झालेल्या अन्न पदार्थाला मोठ्या आंतळ्यामध्ये पाठविल्या जाते. नंतर व्यर्थ पदार्थ वाहिणी व्वारे शरीराच्या बाहेर पाठविल्या जाते. न पचलेले व्यर्थ पदार्थ आहार वाहीणीच्या शेवटच्या टोकातुन म्हणजे गुदव्दारातुन शरीराच्या बाहेर टाकण्याच्या क्रियेला मलविसर्जण असे म्हणतात. या बाहेर टाकलेल्या पदार्थात थोड्या फार प्रमाणात पुन्हा काही प्रोटीन्स, चरबी, कार्बोहायड्रेट्स असतात. पचन संस्थेविषयी पुन्हा सविस्तर माहिती जिवप्रक्रिया मधील समन्वय या धड्यात मिळवु या.

### मानवी पचन संस्थेचा फ्लोरेचार्ट

- पचन क्रिया प्रक्रियेविषयी तुम्ही कोणता विचार कराल?
- पचन क्रियेतील मुख्य दशा कोणत्या?



### आहार वाहीणीचे आरोग्यकार अंश

आपण घेत असलेल्या आहारानुसार आपली आहार वाहीणी कार्य करीत असतात. काही संदर्भात आपण घेतलेल्या खराब, कठिण आहारामुळे आहार वाहीणीवर वाईट परिणाम होत असतो. त्यामुळे पचन व्यवस्थीत होत नाही आपण आजारी पडतो.

जठरातील आवश्यक पदार्थ किंवा हाणीकारक पदार्थ आपल्या शरीरातुन बाहेर टाकण्याच्या क्रियेला उलटी (Vomiting) असे म्हणतात. उलटी होत असतांना जठरातील आणि आहार वाहीणीतील पेरीस्टीलटीक हालचाल नेहमीच्या विरुद्ध दिशेने होते त्यामुळे आहार किंवा व्यर्थ पदार्थ हे तोंडातुन बाहेर पडतात. उलटी होण्याचे अनेक कारणे असतात पण त्यापैक एक मुख्य कारण म्हणजे अतिखाने हे होय. खालेल्या अन्नात चरबीचे प्रमाण जास्त असल्यास, पचन न झाल्यास, विषमय आहार खाले असल्यास सुध्दा उलटी होण्याची शक्यता असते.

आपण रोज चरबीयुक्त आहार पदार्थ खाल्यास साधारणे पित्तयुक्त कडवट चवीच्या असलेल्या उलटीचा आपल्याला त्रास होतो. जास्त प्रमाणात चरबीयुक्त अन्न खाल्यास यकृताची चरबीवर ताबा ठेवण्याची शक्ती कमी होते. त्यामुळे आपल्याला डोके दुखी, उलटीचा त्रास होतो.

आपण खालेल्या आहाराचे पचन न झाल्यास अजीर्णपणाचा आपल्याला त्रास होतो. अपचनाचा त्रास होऊ नये म्हणून खालील काळजी घ्यावी.

- a) साधारण आणि समतोल आहार घ्यावे.
- b) जेवण हल्दुवार आणि शांततेने करावे.
- c) अन्नाला जास्त चावुन चावुन गिळावे.
- d) जेवल्या बरोबर केणताही व्यायाम किंवा कामे करु नये.
- e) पाणी खुप प्यावे व नेहमी पोटाची हालचाल असावी.

जास्त प्रमाणात जेवन केल्यास गाढ झोप येते हे आपल्याला माहित आहे. आहाराच्या बाबतीत प्राण्यापासुन आपल्याला बरेच काही शिकायला मिळते. जठर आणि डीयोडीयम मध्ये होणारे अल्सर हे अजीर्णपणाचे मुख्य कारण आहे. ही परिस्थिती नेहमी गडबड व काळजी करणाऱ्या व्यक्तीत पहायला मिळते. विश्रांती न घेता काम करणे, गडबडीने जेवण करणे हे अपचनाची कारणे आहेत. कामाचा दबाव जास्त असणारे, डॉक्टर, शिक्षक, राजकीय नेते, शेरबाजर दलाल, व्यापारी या सारख्या लोकांत अल्सरचे प्रमाण जास्त असते. जे लोक शांततेने कोणताही दबाव न घेता जिवन जगतात अशा लोकांत अल्सरचे प्रमाण फार कमी असते. यामध्ये काळात जठराचे अल्सर हे एका जिवानु मुळे होते या अंशावर चालु असलेल्या संशोधना विषयी तुम्ही नवव्या वर्गात शिकला आहात.

आरोग्यमय असायचे म्हणजे मलबद्धता नसतांना रोज पचन वाहीण्या रिकाम्या करायला हव्या. न पचलेले अन्न बन्याच दिवस मोठ्या आतड्यात राहिले तर जिवाणु आणि त्या ब्दारे निर्माण केलेले हानीकारक पदार्थ रक्तात शोषल्या जातात. त्यामुळे अनेक प्रकारचे रोग येण्याची शक्यता असते. आपल्या आहारात तंतुमय पदार्थ जास्त प्रमाणात घेतल्यास मलबद्धता टाळता येते.

### अन्नाची कमतरता आणि रोग (Food deficiency diseases)

आपल्या शरीरातील सर्व जिव प्रक्रिया सुरक्षित नेहमी घडुन येण्यासाठी आपल्याला आहाराची गरज असते. हे आपण शिकले आहे. आपण घेणारा आहार हा समतोल असायला पाहिजे. म्हणजेच त्यामध्ये पिष्टमय पदार्थ, प्रोटीन्स, चरबी, खनिजे, लवणे, जिवनसत्वे हे सगळे आवश्यक त्या प्रमाणात असायला हवे. जगातील लोकसंख्या मध्ये तीन व्यक्तीपैकी दोन व्यक्ती आहार संबंधीत रोगाने ग्रस्त आहेत. काही लोक जास्त कॉलरीचे अन्न घेतल्याने सुध्दा आजारी पडत आहेत. जास्तीत जास्त लोक समतोल आहार न घेतल्याने आजारी होत आहेत. आहार संबंधीत रोगाविषयी चर्चा करणे फार आवश्यक आहे.

आपल्या आहारात एक किंवा त्यापेक्षा जास्त पोषक पदार्थ आवश्यक त्या प्रमाणात नसल्यास त्याला पोषक आहाराचा अभाव असे म्हणतात. आरोग्यकारक माहिती असुन खाण्याचे टाळणे, पौष्टीकतेचे महत्व, आहार शिजविण्याच्या पद्धती विषयी योग्य माहिती नसने, आर्थिक, सामाजिक वैरै सर्व आपल्या देशातील पोषक आहार अभावाचे कारणे आहेत.

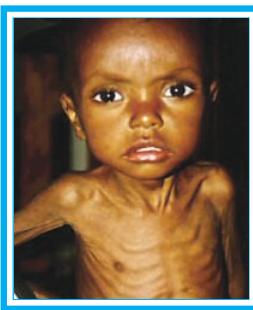
पोषक आहार अभाव तीन प्रकारचा असतो.

1. प्रथीने कुपोषण (Protein Malnutrition)
2. कॅलरी कुपोषण (Calorie Malnutrition)
3. प्रथीने कॅलरी कुपोषण (Protein, Calorie Malnutrition)

पेलेग्रा विषयी चर्चा करा, माहिती मिळवा व तुमच्या शिक्षकाशी चर्चा करा ?  
वरील कारणाने येणाऱ्या रोगाविषयी चर्चा करू या.



आ.14. क्वाशीओरकार रोग



आ.15. मेरास्मस रोग



आ.16. पेलेग्रा रोग

**1. क्वाशीओरकार रोग (Kwashiorkor disease):** हा रोग प्रोटीन्सचा कमतरते मुळे येतो. शरीरातील पेशीमधील असलेल्या जागेत पाणी जमा झाल्याने सर्व शरीराला सुज येते. स्नायुचा विकास फार हळू व कमी होतो. पाय, हात, चेहरा खुप सुजतो. जेवन करण्यास त्रास होतो. हगवन, त्वचा कोरडी पडणे हे रोगाची लक्षणे होय.

**2. मेरास्मस (Marasmus):** हा रोग प्रोटीन्स आणि कॅलरीच्या कमतरतेमुळे होतो. साधारणता हा आजार लवकार गर्भधारणा झाल्याने जन्म घेणाऱ्या शिशुत येण्याची शक्यता असते. हा रोग झालेला व्यक्ती निस्तसाही, शक्तीहीन असतो. पायावर सुज आल्याने स्नायुचा विकास होत नाही. त्वचा कोरडी पडते आणि अतिसार या रोगाची लक्षणे असतात.

**3. लटुपणा, स्थुलपणा (Obesity):** अधिक कॅलरी असलेले अन्न जास्त खाल्याने हा रोग होतो. या मध्य काळात ही फार मोठी आरोग्याची समस्या बनली आहे. मुले भविष्यात डायबेटीज, हृदयास संबंधीत रोग, पचन संबंधीत समस्याला लवकर ग्रासले जातात. लटुपणाला कारणीभुत ठरणाऱ्या जंकफुड आणि इतर अनारोग्यकारक अन्नाच्या सवयी विषयी वर्गात चर्चा करा.

### जिवनसत्वा अभावी येणारे रोग (Vitamin deficiency diseases)

जिवनसत्वे हे जिवनसंबंधीत पदार्थ आहे. हे आपल्या शरीराला आवश्यक असणारे सुक्ष्म पोषके आहेत. खरे पाहता जिवनसत्वे आपल्या शरीरात तयार केले जात नाही. साधारणत: जिवनसत्व अभावी सुध्दा रोग येत नसतात.

जिवनसत्व मिळविण्यासाठी दोन साधानावर अवलंबुन राहावे लागते. एक म्हणजे आहारातुन जिवनसत्वे मिळणे आणि पचन संस्थेत असणारे जिवाणु हे जिवनसत्वे तयार करून शरीराला पुरवठा करणे हे दुसरे साधन आहे. जिवनसत्वाचे दोन गटात वर्गीकरण केल्या जाते एक म्हणजे पाण्यात विद्रव्य होणारे जिवनसत्व (B-complex, vitamin C) आणि दुसरे म्हणजे चरबी मध्ये विद्रव्य होणारे जिवनसत्व (vitamin A, D, E आणि K) खालील तक्त्यात जिवनसत्वाची साधने आणि जिवनसत्वा अभावी येणारे रोग याचे निरिक्षण करू या.

जिवनसत्त्व	साधने	अभावी येणारे रोग	लक्षणे
थायमीन (B <sub>1</sub> )	गहँ, तांदुळ, बार्ली, तेल बिया, पालेभाज्या, दूध, मांस-मासे, अंडी	बेरी-बेरी	उल्टी, फिट्स, भूक न लागणे, श्वसनात त्रास होणे, पक्षवात होणे
रीबोफ्लावीन (B <sub>2</sub> )	दूध, अंडे, यकृत, मुत्रपिंड, हिरव्या पाले भाज्या	ग्लासीटीस	तोंडाच्या कडा फुटणे, जिभेवर लाल पुरळ येणे, प्रकाशाची भीती वाटणे, प्रखर त्वचा
नियासीन (B <sub>3</sub> )	मुत्रपींड, यकृत, मांस, अंडी, मासा, तेलबिया	पेलेग्रा	हागवण, विसरण, प्रकर त्वचा
पायरोडाक्सीन (B <sub>6</sub> )	गहँ, तांदुळ, बार्ली, यकृत, दूध, मास-मासे, अंडी	अनेमिया	अति चिढखोरपणा, मळ-मळ करने, उल्टी होणे, फिट्स
सायनोकोबालामाईन (B <sub>12</sub> )	आतऱ्यात बँक्टेरिया तयार करतात.	अपायकारी अनेमिया	दुबळे होणे, दुबळ होणे, भूक न लागणे
फोलिक एसिड	यकृत, मास, अंडे, दूध, फळे, गहँ, तांदुळ, बार्ली, हिरव्या पालेभाज्या.	अनेमिया	हागवण, रक्तातील पांढऱ्या पेशी नष्ट होणे आतऱ्यातील तक्रार
पॅन्टोथेनिक एसिड	रताळे, भूई-मुंगाच्या शेंगा, फळे, पालेभाज्या, यकृत, मुत्रपिंड, अंडी	पायाची जळजळ	चालतांना पायात वेदना होणे
बायोटीन	दाळी, सेंगा, पालेभाज्या, फळे यकृत, दूध, मुत्रपिंड	मज्जातंतुमध्ये विगाड होणे	थकवा येणे, मानसिक तनाव, स्नायु वेदना होणे.
एस्कोरबीक एसिड (C)	हिरव्या पालेभाज्या, निंबु, मोड आलेले बिया	स्करवी	हाडे तुटणे, जखम लवकर न भरणे
रेटीनॉल (A)	पालेभाज्या, दूध, गाजर, टमाटे, मुळा, कार्डिलिवर आईल, शार्प लिवर आईल, भोपळा, पपई, आंबा, मासे, अंडी, यकृत	त्वचा व डोळ्याचे रोग	रात आंधळेपणा, झीरोप्थालमिया, डोळ्याचा कार्निया निकामी होणे, त्वचा खरबड होणे.
काल्सीफेरोल (D)	यकृत, अंडी, दूध, दही, लिवर कार्ड आईल, शार्प लिवर आईल, सकाळचे सुर्यची किरण	रिक्टेस	अयोग्यरित्या हाडाची वाढ होणे, मनगट सुजणे, उशीरा दात येणे, हाटे दुबळ बनने.
टोकोफेरोल (E)	फळे, पालेभाज्या, मोड आलेल्या बिया, मास, अंडे सुर्य फुलाचे तेल	फलनाची समस्या	पुरुषात बांझपणा, स्त्रीयात गर्भपात होणे
फायलोक्लीनान (K)	हिरव्या पालेभाज्या, दूध	रक्त गोठणे	रक्त गोठायला वेळ लागणे, अति रक्त स्राव होणे.



## महत्वाचे शब्द

ग्लुकोज, पिष्टमय पदार्थ, सेल्युलोज, ग्राना, हरीतद्रव्य, स्ट्रोमा, प्रकाश क्रिया, अंधार क्रिया, परपोषीय पोषण, परजिवी पोषण, हाऊस्टरीया, आहारनलीका, लाळग्रंथी, पॅरीस्टालटीक हालचाल, अमायलेज, टायलीन, काईम, स्पीक्टर, पचन, स्वादुपिंड, विकर, सुक्ष्म शोषीका, पित्तरस, लायपेज, चरबी यकृत, इमलशीफिकेशन



## आपण काय शिकलोत

- स्वंयपोषण पद्धतीत सरळ साधे असेंदीय पदार्थ काही, खनिजे, लवणे, पाणी हे जमीनीतुन शोषुण घेतात. हवेतील कार्बनडाय आक्साईडचा उपयोग करून उच्च उर्जाशक्ती असणाऱ्या सुर्यप्रकाशाच्या उपस्थितीत अधिक शक्ती असणारे संकलीष्ट पदार्थ तयार करतात.
- प्रकाश संश्लेषण क्रियेत हरीतद्रव्य असणाऱ्या हिरव्या वनस्पती ग्लुकोज आणि पिष्टमय पदार्थ तयार करण्यासाठी सुर्यप्रकाशाच्या उपस्थितीत कार्बनडाय आक्साईड आणि पाण्याचा उपयोग करतात. प्रकाश संश्लेषण क्रियेत आक्सीजन वायु निर्माण होतो, हा झाडासाठी व्यर्थ पदार्थ असतो.
- प्रकाश संश्लेषण क्रिया या समीकरणाबदारे दर्शवितात.
$$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\substack{\text{प्रकाश} \\ \text{हरीतद्रव्य}}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$$
- प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडुन येण्यासाठी प्रकाश, कार्बनडाय आक्साईड, पाणी आणि हरीतद्रव्याची आवश्यकता असते. प्रकाश संश्लेषण क्रिया ही मुख्यता हरीतलवकात असते.
- हरीतद्रव्यातील ग्रानामध्ये प्रकाश क्रिया आणि स्ट्रोमा मध्ये अंधार क्रिया घडतात.
- प्रकाश संश्लेषण क्रियेचे ग्लुकोज, पाणी आणि आक्सीजन हे अंत्य उत्पादके आहेत.
- हरीतद्रव्यात प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडत असतांना खालील क्रिया घडत असतात.
  - प्रकाश उर्जेचे रसायनिक उर्जेत रुलांतर
  - पाण्याच्या अणुंचे विभाजन
  - कार्बनडाय आक्साईडचे क्षापण क्रियेव्दारे कार्बोहायड्रेट्स मध्ये बदलणे.
- दुसऱ्या सजिवाने तयार केलेल्या संकलीष्ट पदार्थाना आहार पदार्थ म्हणुन घेणे म्हणजेच परपोषण होय.
- पोषण पद्धत ही उपलब्ध आहार पदार्थावर आणि ते मिळविण्याच्या जिवावर अलवंबुन असते.
- एक पेशीय प्राण्यामध्ये शरीराच्या सर्व वरील भागातुन अन्नाचे शोषण केले जात असले तरी काही संकलीष्ट प्राण्यात वेगवेगळे भाग हे विशिष्ट कार्य करण्यासाठी वाढत असतात.
- संकलीष्ट (गुंतागुतीचे) कार्बोहायड्रेट्स, प्रोटीन्स, लिपीड याचे विकरच्या साहाय्याने सरळ पदार्थात रुपांतर झाल्यानंतर शरीरात शोषण करून घेण्याच्या क्रियेलाच पचन असे म्हणतात.
- मानवामध्ये आहार खाल्यानंतर त्याचे विविध टप्प्यात जठर ग्रंथीव्दारे श्रवलेल्या विकराव्दारे बारीक बारीक पदार्थात रुपांतर होते. पचन झालेल्या अन्नाचे लहान आतळ्यात शोषण केले जाते आणि तेथुन शरीरातील प्रत्येक पेशीला पुरविले जाते.

- पचन संस्थमध्ये आहार नलीका व अनेक अवयवे पाचक रस ग्रंथी असतात. मानवी पचन संस्थेतील घटक खालील कार्य करीत असतात.
  - अन्नग्रहण: अन्न शरीरात घेणे.
  - पचन क्रिया: संकलीष्ट पदार्थाचे विकरच्या मदतीने सरळ पदार्थात रूपांतर करणे. यांचे शरीरात शोषण केले जाते.
  - शोषण: पचन झालेले अन्न आहार वाहिणी मधुन मुख्यतः लहान आतड्या मधुन वहन होताना प्रसरण व्यवस्थेमध्ये प्रवेश होण्याच्या क्रियेलाच शोषण असे म्हणतात.
  - मलविसर्जन: न पचलेल्या अन्नाचे आहार वाहीणीतुन गुदव्दारातुन शरीराच्या बाहेर टाकणे.



## अभ्यासात सुधारणा करा या.

- खाली दिलेल्यांचे फरक लिहा. (AS1)
  - स्वयंपोषण - परपोषण
  - प्रकाश क्रिया - अंधार क्रिया
  - अन्नग्रहण - पचन क्रिया
  - हरीतद्रव्य - हरीतरेणु
- कारणे सांगा (AS1)
  - सजीव जगासाठी प्रकाश संश्लेषण क्रिया उर्जेचे प्राथमिक साधन आहे असे का म्हणतात?
  - अंधार क्रियेला प्रकाशाचा कोणताही संबंध नसता ही क्रिया घडु शकते असे म्हटल्यास योग्य ठरते का?
  - प्रकाश संश्लेषण क्रियेमध्ये प्रयोग करण्याअगोदर वनस्पतीतील पीष्यमय पदार्थ काढून टाका म्हणतात तर ते कशासाठी?
  - हिरव्या वनस्पती मध्ये सुर्यप्रकाशाच्या उपस्थितीत श्वसन क्रियेचा प्रयोग का करू शकत नाही?
- उदाहरणे सांगा (AS1)
  - पाचक विकर (इन्झाईम्स)
  - परपोषीय पोषक करणारे प्राणी
  - जिवनसत्त्वे
  - आहारा अभावी येणारे रोग
- प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी सर्व कद्दी सामुग्री वनस्पती कुठुन गोळा करतात? (AS1)
- स्वयंपोषण घडुन येण्यासाठी आवश्यक त्या परिस्थितीची माहिती सांगा या क्रियेत निर्माण होणाऱ्या उत्पादकाची नावे सांगा? (AS1)
- रसायनिक समीकरणाच्या मदतीने प्रकाश संश्लेषण क्रिया समजावुन सांगा? (AS1)
- प्रकाश संश्लेषण क्रियेत निर्माण होणाऱ्या कोणत्याही तीन उत्पादकाचे नावे सांगा? (AS1)
- प्रकाश क्रिया आणि अंधार क्रिया यांच्यात संबंध स्थापीत करणारा पदार्थ कोणता? (AS1)
- बन्याच प्रकारच्या पानाचा वरचा भाग हा खालच्या भागापेक्षा चमकदार असतो याचे कारण काय? (AS1)
- नीट आकृतीच्या साहाय्याने हरीतद्रव्याची रचना समजावुन सांगा? (AS1)
- जठरामधील आम्लाचे कार्य सांगा? (AS1)
- आहाराचे पचन करण्याच्या क्रियेत विकराची भुमिका समजावुन सांगा? (AS1)
- आहाराचे शोषण करण्यासाठी लहान आतडे तिच्यात कोणते निर्माण आणि बदल घडवुन आणते? (AS1)
- चरबीचे पचन कसे होते? कुठे होते? (AS1)
- आहाराचे पचन होण्यासाठी लाळेची कोणती भुमिका असते? (AS1)
- पचन संस्थेत लहान आतडे हे क्रमवार आम्लधर्मी बनल्यास प्रोटीन्सच्या पचनावर कोणता परिणाम होतो? (AS1)
- आहार नलीकेतील तंतुमय पदार्थाची भुमिका काय असते? (AS1)
- कुपोषण म्हणजे काय? कुपोषणाने होणाऱ्या कांही रोगाविषयी सांगा? (AS1)
- बुरशी आणि जिवाणु या सारख्या पानात पोषण कसे होते? (AS2)
- हवेत कार्बनडाय आक्साईडचे प्रमाण वाढत गेल्यास त्याचा प्रकाश संश्लेषण क्रियेवर कोणता परिणाम होतो? (AS2)

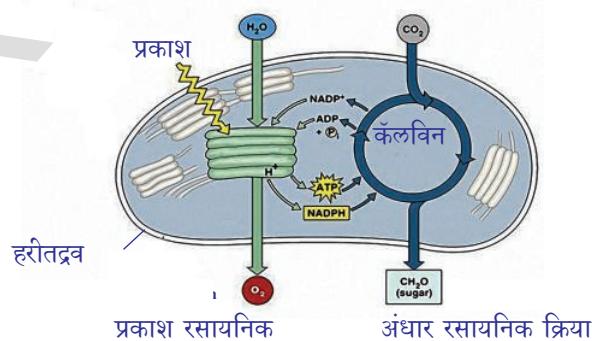
21. प्रकाश संश्लेषण क्रियेच्या वेगापेक्षा श्वसन क्रियेचा वेग जास्त झाल्यास काय होईल ?(AS2)
22. पीष्टमय पदार्थचे पचन हे जठरात होत नाही हे तुम्ही कसे सांगु शकाल ?(AS2)
23. पानामधील पीष्टमय पदार्थचे निरिक्षण करण्यासाठी तुम्ही तूमच्या शाळेतील प्रयोगशाळेत केलेल्या पद्धतीची माहिती सांगा ?(AS3)
24. हिरव्या वनस्पती उन्हात ठेवल्यानंतर त्या आक्सीजन वायु बाहेर सोडतात हे दर्शविणासाठी तुम्ही कोणता प्रयोग कराल ?(AS3)
25. प्राथमिक आरोग्य केंद्रला भेट द्या आणि त्यामध्ये असणाऱ्या वेगवेगळ्या वयोगटातील मुलांच्या कुपोषणा विषयीची माहिती द्या

क्रम संख्या	वयोगट	कुपोषित मुलांची संख्या		
		प्रथिने	कॅलरीस	विट्टमिन्स
1				
2				

26. भुतलावर हिरव्या वनस्पती नसत्या तर सर्व जिवराशींचा नाश झाला असता यास तुम्ही कसे समर्थन कराल ?(AS5)
27. तुम्ही निरिक्षण केलेल्या पर्णरध्नाची आकृती काढा. प्रकाश संश्लेषण क्रियेत याची भुमिका समजावुन सांगा ?(AS5)
28. मानवी पचन संस्थेची आकृती काढुन भागांना नावे द्या. कोणकोणत्या भागात पेरीस्टालटीक हालचाल होते याची यादी तयार करा ? (AS5)
29. आहार वाहिणी मधील वेगवेगळ्या भागात अन्न प्रवाहाची पद्धत प्रदर्शित करण्यासाठी रहीमने एक नमुना तयार केला. त्याचे निरिक्षण करा. अवयवांची नावे लिहा. (AS5)



30. खालील आकृतीचे निरिक्षण करा. प्रकाश क्रिया आणि अंदार क्रिया या विषयी तुम्हाल काय समजले ते लिहा ?(AS5)



31. जवळपास सर्व सजिव जग हे वनस्पतीवर आहारासाठी अवलंबुन असतात नाही का ? हिरव्या वनस्पतीचे आहार तयार करण्याच्या पद्धतीचे तुम्ही कशी प्रशंसा कराल ?(AS6)
32. कठिण घटू असणारे घन अन्न पदार्थ पचन क्रियेमध्ये मऊ नरम बनते. तसेच कोणत्या ठिकाणी कोणते विकर आवश्यक असते त्या प्रत्येक प्रदेशात ते विकर निर्माण होते त्या ठिकाणचे माहितीचे कार्टुन तयार करा ? (AS6)
33. हा धडा शिकल्यानंतर तुम्ही तूमच्या आहार सवयीत कोणकोणता बदल कराल ? का ? (AS7)

## रिकाम्या जागी योग्य शब्द भरा

1. वनस्पती अन्न तयार करून अन्नपदार्थाची साठवण \_\_\_\_\_ या रूपात करतात.
2. \_\_\_\_\_ हे प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडुन येणारा प्रदेश होय.
3. स्वादु रसात असणाऱ्या विकारामुळे \_\_\_\_\_ आणि \_\_\_\_\_ याचे पचन होण्यासाठी मदत होते.
4. लहान आतऱ्यात त्याचे संपुर्ण क्षेत्रफळ वाढविण्यासाठी काही रचना असते. या रचनेला \_\_\_\_\_ असे म्हणतात.
5. जठर रसात \_\_\_\_\_ हे आम्ल असते.
6. आतऱ्यात असणारे जिवाणु \_\_\_\_\_ ही जिवनसत्वे तयार करतात.

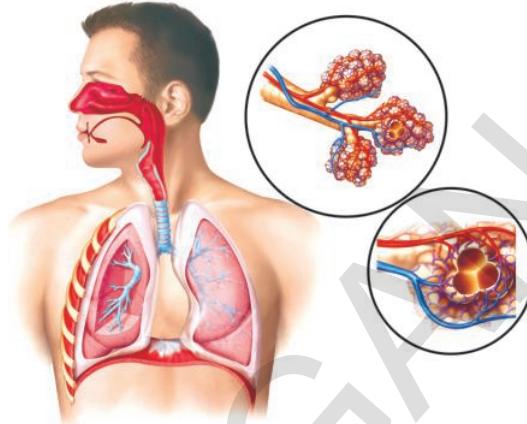
## योग्य उत्तर निवडा आणि कंसात लिहा

7. खालील पैकी कोणते परजिवी पोषण करते ?  
a) यीस्ट      b) भुच्छत्री      c) कस्कुटा      d) जळू  
(       )
8. प्रकाश संश्लेषण क्रियेवर खालील पैकी कोणाचा प्रभाव होत नाही.  
a) प्रकाशाची तित्रता      b) आर्द्रता      c) तापमान      d) कार्बनडाय आक्साईडची गाढता  
(       )
9. वनस्पतीला 48 तास अंधारात ठेवल्यानंतर प्रकाश संश्लेषण क्रिया संबंधीत प्रयोग करतात याचे कारण काय ?  
a) हरीतद्रव्य काढुन टाकण्यासाठी      b) पानामधून पाणी काढुन टाकण्यासाठी  
c) प्रकाशसंश्लेषण क्रिया घडली नाही हे दाखविण्यासाठी  
d) पानातील पीष्टमय पदार्थ संपलेले दाखविणे  
(       )
10. खालील कोणता पाचक रसात विकर नसतात.  
a) पित्तरस      b) जठर रस      c) स्वादुरस      d) लाळ  
(       )
11. एक पेशीय जिवातील आहार शोषणाची पद्धत कोणती ?  
a) सर्व शरीराच्या पृष्ठभागाने      b) तोंडाब्दारे      c) दाताब्दारे      d) रिक्तीकाब्दारे  
(       )
12. प्रकाश संश्लेषण क्रिया सुरु असतांना वनस्पतीचा कोणता भाग हवेतील कार्बनडाय आक्साईड शोषण करतो.  
a) केसमुळे(Root hair)      b) पर्णिंधे      c) पानातील शिरा      d) रक्षक पत्र  
(       )

धडा

2

## श्वसन - उर्जा उत्पत्ती संस्था



एक पेशीय सजिव असोत किंवा बहुपेशीय सजिव असोत त्यात जैविक प्रक्रिया घडण्यासाठी आहार आवश्यक आहे. आपण सेवन केलेल्या आहारापासून आपणास पोषक पदार्थ कसे मिळतात हे पोषण या धड्यात आपण चर्चा केले आहोत, अशा प्रकारे पोषक आहारपदार्थां पासून उर्जा उत्पन्न करण्यात श्वसन महत्वाची क्रिया आहे. म्हणजेच श्वसनाब्दारे आहार पदार्थातून उर्जा उत्पन्न होते. आहार आणि श्वसन क्रियेस संबंध असतो याचे आश्चर्य वाटते नाही का? आपण दैनंदिन कार्य करण्यासाठी आवश्यक उर्जा ही आहारला दहन (जाळल्याने) केल्याने मिळते. सर्व साधारण श्वसन हे ऑक्सीजन मुबलक असलेल्या ठिकाणी होते. सजिव शरीरातील सर्व पेशी आहारातुन मिळणाऱ्या उर्जेचा उपयोग करून सर्व जैविक प्रक्रिया निरंतर घडतील याची दक्षता घेतात. यासाठी सर्व पेशींना हवा आहार इतर रसायनिक पदार्थ आवश्यक आहे.

श्वसन 'respiration' हा शब्द 'respire' या लँटीन शब्दापासून तयार झाला आहे. रेस्पायर म्हणजे श्वास घेणे होय. पण श्वसन हे केवळ श्वास व उच्छ्वासच नव्हे तर पेशीब्दारे आक्सीजनचा उपयोग होईपर्यंतचे सर्व टप्पे दर्शविते. सर्व प्रथम आपण वायु आणि श्वसन यातील संबंध पाहू या.

### वायुचा शोध आणि श्वसन (Discovery of gases and respiration)



श्वसन हा शब्द वापरात येण्याच्या 100 वर्षा आधी श्वास घेणे हा शब्द बापरला जायचा म्हणजेच सुमारे 14 व्या शतका आधी. हवा अनेक वायुंचे मिश्रण आहे हे कठण्याआधीच श्वसनाची कल्पना शास्त्रज्ञांना होती. पण सजीवाच्या शरीरात घडणाऱ्या अनेक क्रिया विषयी बहुतेक माहिती नव्हती. तर श्वसनास ते वायु प्रसाराचा मार्ग उष्णता निर्माण करण्याची प्रक्रिया अशा वैद्यकीय शब्दांचा उपयोग करीत होते.

18 व्या शतकात लेवोयीजर जोसेफ प्रीस्टली या शास्त्रज्ञांनी वायुचे गुणधर्म, वायुचा उपयोग, श्वसनाविषयी केलेल्या समग्र शोधाच्या आधारे आपल्या शरीरातील वायुच्या अदलाबदली विषयी काही गोष्टीची माहिती मिळवू शकले. जोसेफ प्रीस्टली

आकृती-1:  
लेवोयीजर

यांनी केलेल्या प्रयोगाविषयी आपण ७ व्या वर्गात चर्चा केली ( ७ व्या वर्गाच्या पाठ्यपुस्तकातील पोषण, सजिवात श्वसन हे पाठ्यांश पहा) आता पुन्हा एकदा गोर्टीचे पुनरावलोकन करू या.

- वायुच्या संघटनाविषयी अधिक माहिती मिळविण्यासाठी प्रीस्टली चे प्रयोग उपयोगी पडतात असे म्हणता येईल का? कसे?

लेवोयीजर यांनी सुध्दा वायुच्या गुणधर्माची माहिती मिळविण्यासाठी अनेक प्रयोग केले. त्यांनी त्यांच्या प्राथमिक प्रयोगात पाण्याच्या पात्रात ठेवलेल्या कोळश्याच्या चुर्णाला जाळल्यावर बेलजार मधील वायुला स्थिर वायु (fixed air) असे म्हटले. (त्याकाळात कार्बनडाय आक्साईड वायुला स्थिर वायु म्हणत होते) नंतरच्या प्रयोगात बेलजारमध्ये फॉस्फरसला जाळले. वरील प्रयोगाच्या आधारे पदार्थ जाळल्यानंतर हवेतील पदार्थ फॉस्फरसशी मिळतो, ती पाण्याची वाफ मात्र नाही. फॉस्फरसशी जुळणारी हवा असु शकते किंवा हवेत काही प्रमाणात असलेला लवचीक द्रव असु शकतो, ते आपण श्वास घेत असलेल्या हवेसारखे असु शकतो, असे त्यांच्या प्रयोगाव्दारे सांगीतले. तोच पदार्थ आपण श्वास घेतो त्या हवेत किंवा आपल्या अवतीभोवती असलेल्या हवेत असते. ते वस्तुंना जाळण्यासाठी कामी पडते असे सांगीतले.

- लेवोयीजर यांच्या म्हणण्याप्रमाणे वस्तु जाळल्यावर त्यातुन निघणारे काय असते?
- हवेविषयी प्रयोगाव्दारे लेवोयीजर यांनी काय शोधून काढले?
- लेवोयीजर यांच्या प्रयोगाआधारे आपण काय निष्कर्ष काढु शकतो?

एखादा पदार्थ किंवा लोह जाळल्यानंतर निघणाऱ्या वायु व श्वसनात घेतलेल्या वायुत स्पष्ट फरक असतो असे त्यांनी पाहिले. आपण श्वसनात बाहेर टाकलेल्या वायुने चुन्याची निवळी पांढरी होते पण धातु गरम केल्यावर निघणाऱ्या वायुने चुण्याची निवळी पांढरी होत नाही.

लेवोयीजर यांनी प्रयोगाव्दारे श्वसनात दोन प्रक्रिया असतात असे शोधून काढले पण त्यापैकी एकाच प्रक्रियेबद्दल माहिती मिळवू शकले. उच्छवासातील हवेत बोगुपुलसु वायु असतो असे कळले. नंतरच्या अनेक प्रयोगाव्दारे असे सिध्द केले की, हवेत स्थिर वायु किंवा बोगुलापुलसु वायु( कार्बनडाय आक्साईड वायु)  $1/6$  इतक्या प्रमाणात असते असे माहित केले. त्याकळाली आक्सीजन वायुला खर्च होणारा वायु 'vitiated air' असे समजत होते. साधारणतः हवेला परत पुन्हा तयार करायचे असेल तर जळण्यासाठी, श्वासघेण्यासाठी खर्च होणाऱ्या या वायुला एकत्र केल्याने चालणार नाही तर त्यातील स्थीर वायु काढुन टाकणे आवश्यक आहे असे समजले.

त्यानंतर श्वसनविषयी तर्क काढुन ते एका निर्णयावर पोहोचले. श्वास घेण्याचा वायु किंवा खर्च होणारा वायु ( $O_2$ ) फुफ्फुसात जाऊन स्थिर वायु ( $CO_2$ ) मध्ये बदलतो किंवा त्याची अदलाबदल होते असे ग्रहीत धरले. या अदलाबदलीत जितका खर्च होणारा वायु फुफ्फसात पोहोचतो तितकाच स्थिरवायु रक्तात मिसळल्याने रक्ताला लाल रंग येतो असे गृहीत धरले. (नंतरच्या काळात हिमोग्लोबिन मुळे रक्ताला लाल रंग येतो असे शास्त्रानांनी शोधून काढले.)



**आकृती-२:**  
**प्रीस्टली**

लेवीयीजर यांच्या संशोधन कार्याच्या काळानंतर आणखी अनेक संशोधने घडली.

- लेवीयीजर यांनी गृहीत धरलेला बोगुलापुलसु वायु काय आहे?
- लेवीयीजरच्या संशोधनानुसार श्वास घेण्यासाठी उपयोगी वायु कोणता?
- श्वसनातील कोणकोणत्या टप्प्यांचा लेवोयीजर उल्लेख करतात?

19 व्या शतकाच्या मध्यकाळातील सुप्रसिद्ध रसायनिक शास्त्रज्ञ जॉन डापर यांनी लिहिलेल्या मानवशरीर विज्ञान या पुस्तकात श्वसना विषयी असे लिहिले आहे.

“सजीवांच्या अन्न पदार्थात मुख्यतः दहन होणारे पदार्थ, पाणी, आक्सीजन असतात. हे सर्व एकमेकांवर आधारीत घडणाऱ्या क्रियेव्वारे भौतिक जिव प्रक्रिया घडतात. शरीरातुन बाहेर पडणाऱ्या विसर्जकात पाणी, कार्बनडाय आक्साईड, फॉस्फरस, सल्फर व काही इतर पदार्थ असतात.”

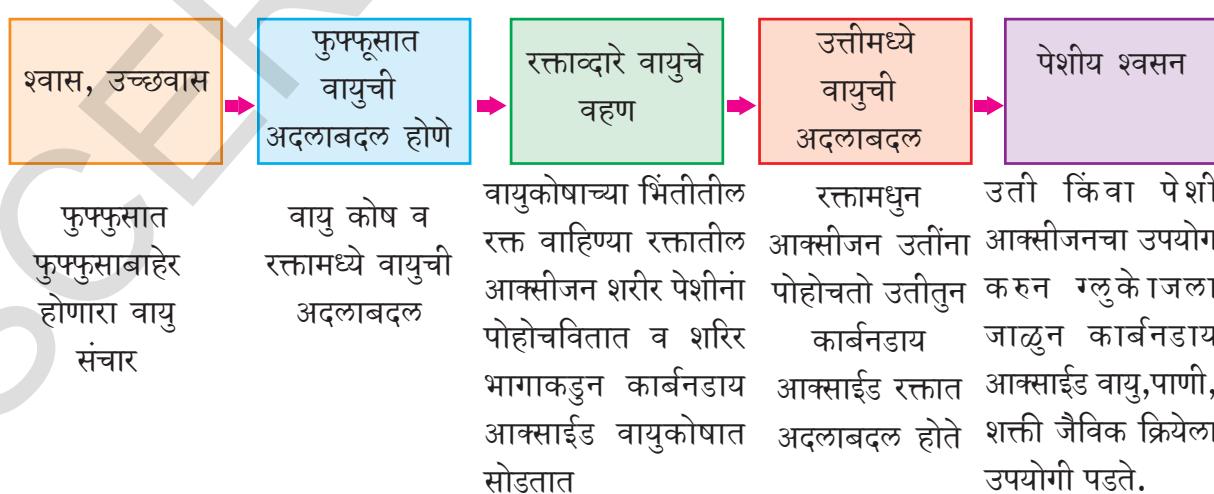
अशाप्रकारे वरील सर्व गोष्टीच्या आधारे 19 व्या शतकाच्या मध्य काळापर्यंत श्वसन क्रियेत सहभागी होणाऱ्या मुख्य पदार्थबद्दल माहित झाले. पण श्वसनासंबंधी तेवढी स्पष्ट माहिती मिळू शकली नाही. पण शरीरातील उत्पन्न होणारी उष्णता आणि श्वसनास संबंध असतो असे शास्त्रज्ञांनी शोधून काढले.

- आपल्या परिसरातील हवेपेक्षा उच्छ्वासातील हवा गरम असते हे तुम्हाला माहितच असेल. उच्छ्वासातील हवा श्वसनामुळे गरम असते असे तुम्ही समजता का?

या विषयाचा अभ्यास करण्यासाठी मानवी श्वसन क्रियेत सहभागी सर्व टप्प्याबद्दल माहिती मिळवू या.

### श्वसनातील विविध टप्पे (Events / Steps in Respiration)

श्वसन क्रियेतील विविध टप्प्यात स्पष्ट विभाजन रेखा नसतात. श्वसन ही अनेक जिव रसायन, भौतिक क्रियेची संकलीष्ट प्रक्रिया आहे. पण आपणास सोप्यारितीने समजण्यासाठी श्वसनास विविध शिर्षकाखाली अभ्यास करू या. जसे श्वास, उच्छ्वास, फुफ्फुसात वायुची अदलाबदल, रक्ताव्दारे वायुचे वहण, उत्तीमध्ये वायुची अदलाबदल आणि पेशी श्वसन.



## श्वास उच्छ्वास (Breathing)

उच्छ्वासातील हवेत कोणकोणते वायु असतात हे आपण पाहण्याचे प्रयोग याआधीच्या वर्गात केलात.

चुण्याच्या निवळीत जोराने फुंकल्यास ती दुधाळ पांढरी बनते. त्याच चुण्याच्या निवळीत साधारण हवा सिरंजीने किंवा पिचकारी पाठविल्यास निवळी दुधाळ पांढरी होण्यास खुप वेळ लागतो. चुण्याची निवळी फार कमी पांढरी होते हे आपणास माहित आहे.

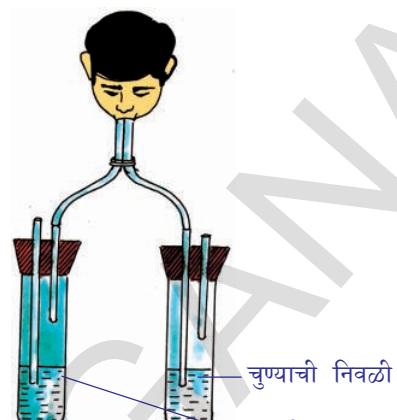
आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे उपकरणाची जोड करून पुन्हा एकदा प्रयोग करून काय होईल ते पहा.

- या प्रयोगाबदरे काय सिध्द होते?
- कोणता वायु चुण्याच्या निवळीला दुधाळ बनवितो?
- आपल्या भोवतालच्या हवेपेक्षा उच्छ्वास सोडलेल्या हवेत कोणता वायु जास्त प्रमाणात आहे ते सांगा?
- आरशावर श्वास सोडल्यावर पाण्याची वाफ त्यावर साचते हे तुम्ही पाहिलातच.
- आपण उच्छ्वासात सोडलेल्या हवेत पाण्याची वाफ कुठुन आली?

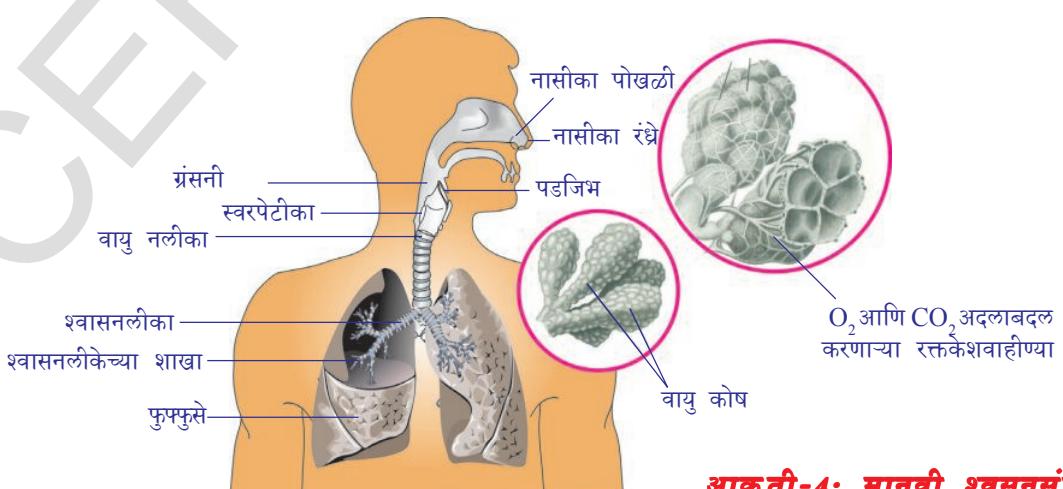
आपण उच्छ्वासात सोडतो त्या हवेत काही घटक जास्त असण्याची कारणे माहित करण्यासाठी श्वसन संस्थेत वायु प्रसारीत होणाऱ्या मार्गाविषयी श्वास उच्छ्वासाच्या क्रिया पद्धती विषयी अभ्यास करु. साधारणपणे श्वसन संस्था म्हणजे बाहेरुन फुफ्फुसातील अतिसुक्ष्म वायुकोषात (alveoli) तेथुन शरीराबाहेर प्रसारीत होणाऱ्या मार्गाला श्वसन संस्था म्हणतात.

## वायू प्रसरणाचा मार्ग (Pathway of air)

नासिका रंधापासुन वायुकोषापर्यंतच्या वायु प्रसरणाच्या मार्ग पाहू या.



आकृती-3: श्वसनाची हवा



आकृती-4: मानवी श्वसनसंस्था

**नासिका रंध्रे (Nostrils):** साधारणतः वायु नासीका रंध्रातुन शरीरात शिरतो. तिथे वायु गाढळा जातो.

- 
- Nasal cavity:** नासीका पोखळीतत्व्या ओत्या त्वचेमुळे व केसामुळे धुळ नाकात अडकून बसते. तेवढेच नाही तर नासीका पोखळीत अडकून तापमान शरीराच्या तापमाना एवढे होते. नसीका पोखळीतील ओलावा तेथील वायुत मिसळत्याने ती अधिकच ओलसर हवा होते. वायुला ओले करणे, गरम करणे ही कामे श्वसन व पचन संस्था या दोन्ही संस्थेसंबंधीत कामे या भागातच होतात.
- : पडजीभ (इपीग्लोटीस) नावाचे स्नायुचे दार वायु मार्गावर व अन्नमार्गावर नियंत्रण ठेवुन अन्न व वायु ज्याच्या त्यांच्या मागानि पोहोचविते.
  - : घटू पेटीसारख्या स्वरपेटीकेत स्वरतंत्र असतात. उच्छवासाने फुफकासातुन बाहेर येणारी हवा स्वरतंत्रातुन जातांना स्वरतंत्राला कंपीत करते. या कंपानानुसार बोलु व गाणे गाणे वगैरे करु शकतो.
  - : वायु नलीका ही फुफकसापर्यंत वायु घेऊन जाणारी रचना आहे. तुम्ही तुमच्या घश्याला हात लावुन पहा. नळीसारखा भाग दिसेल.
  - : वायुनलीका छातीच्या पोखळीत मध्यभागी दोन श्वासनलीकाच्या शाखेत विभाजीत होते.
- श्वासनलीकेच्या शाखा (Bronchioles):** प्रत्येक नलीका फुफकसात शिरते. अशा श्वासनलीकाच्या शाखा पुन्हा पुन्हा विभाजीत होऊन वायुकोषात शेवट पावतात.
- वायुकोष खुपच लहान व असंख्य असतात. वायुकोषात असंख्य रक्तकेश नलीका असल्यामुळे वायुची अदलाबदल घडते. म्हणजे आक्सीजन रक्तात व कार्बनडाय आक्साईड वायुकोषात प्रवेश रक्ताब्दरे आक्सीजन सर्व शरीराभागास पुरवठा होतो.
- नासीका रंध्रापासुन ते वायुकोषापर्यंतचा मार्ग गरम व ओलसर असतो.
- वायुकोष:** (Alveoli)
- रक्तः:**
- कार्य आणि अवयव हे दोन वेगवेगळ्या रंगात दर्शविले आहे.



### तुम्हाला माहित आहे काय?

फुफकसाच्या आतील भागात लाखो वायुकोष असल्यामुळे वायुची अदलाबदल करण्याचे क्षेत्रफळ वाढते. फुफकसाच्या आतील भागाला घड्या असल्यामुळे फुफकसाचे क्षेत्रफळ फार जास्त असते. आपल्या फुफकसातील वायुकोषास वेगळे करून जमीनीवर अंथरल्यास  $160 \text{ मी}^2$  (एक टेनीस यार्ड) एवढे क्षेत्र व्यापुन घेते. म्हणजे एक टेनिस कोर्ट इतके क्षेत्र कापून घेतो.



## विचार करा आणि चर्चा करा

- वायु मार्गात ओलावा नसेल तर काय होईल ?
- दोन फुफ्फुसे आकाराने एक सारखे असतात काय ?
- वायुकोष अती सुक्ष्म व असंख्य का असतात ?

## पडजीभ आणि वायु प्रसरण (Epiglottis and passage of air)

नाकाने घेतलेली हवा नासीका पोखळीतुन ग्रसणीत (घशात) जाते. येथे एक विचित्र समस्या उद्भवते. घशापासुन एकाच छिद्राने सुरुवात झालेली नलीका शेवटी दोन नळीत विभाजीत होते. एक मार्ग फुफ्फुसात व दुसरा जठरात निघतो.

वायु एका मागनि व अन्न दुसऱ्या मागनिच जाणे अत्यंत आवश्यक आहे. तेवढेच नसुन अन्न श्वास मार्गात न जाणे तेवढेच महत्वाचे आहे. पडजीभ ही पातळ झडपासारखी रचना असुन ती स्वरपेटीकेत अन्न जावु देत नाही. फुफ्फसातील वायु प्रवेशावर नियंत्रण ठेवते. बाजुच्या आकृतीत पहा. पडजीभ ही आपण श्वास घेते वेळी अन्न गिळते वेळी कशा प्रकारे कार्य करते. या विषयी तुमच्या वर्गात चर्चा करा.

पडजीभ नावाची झडप अन्नाचा घास गिळते वेळी घशाला स्वल्प झाकुन ठेवुन अन्न श्वसनसंस्थेत जाऊ देत नाही तसेच अन्न व अन्ननळीतच जाईल याची दक्षता घेते. आपण श्वासोच्छ्वास करते वेळी पडजीभ श्वासमार्गावरून सरकते व वायु श्वासमार्गाव्यारे फुफ्फुसात प्रवेश करतो. पडजीभ योग्य रितीने कार्य करणे अन्न मार्गाव्यारे वायु व अन्नाची योग्य हालचाल करविण्यासाठी चेता संस्थेच्या नियंत्रणाची फार आवश्यकता आहे. आपण जेवतांना काय घडते एका लहानशा कृतीव्यादारे पाहु या.

- जेवन करतांना बोलु नये असे का म्हणतात ?

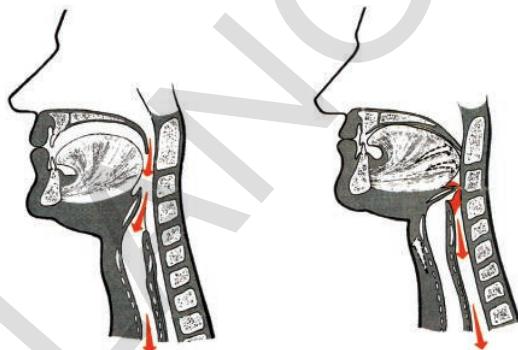
### कृती-1

तुमचा तळहात नाकाच्या एक इंच अंतरावर ठेवा, व तळहातावर श्वास सोडा व घ्या. अशा प्रकारे एक दोन मिनीटे स्थीर श्वासोच्छ्वास घ्या. आता कोणत्यातरी फळाचा तुकडा चांगल्या प्रकारे चाऊन गिळतांना दुसऱ्या हाताचा तळहात घशावर ठेवा.

- तुम्हाला काय जाणवले आहे ? जेव्हा घास गिळण्याचा प्रयत्न करतांना श्वासाचे काय होते ?

पडजीभीमुळे हवा फुफ्फुसात शिरते

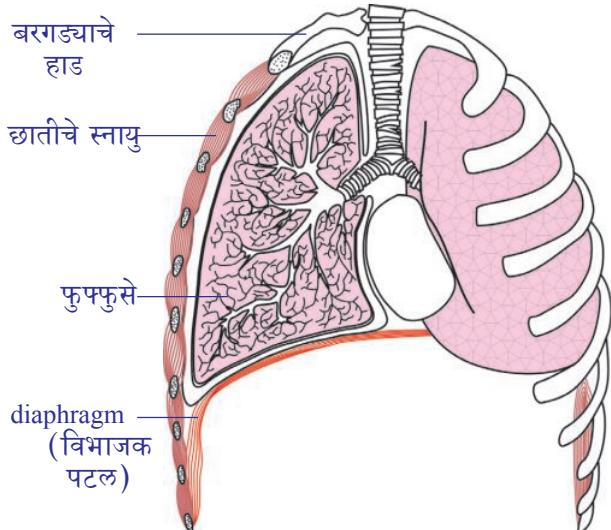
पडजीभीमुळे अन्नाचा घास स्वरपेटीकेत जात नाही.



**आकृती-5(अ): श्वसन      आकृती-5(ब): अन्न गिळणे**

- अन्नाचा घास गिळतांना घशाला श्वासनलीकेत कोण जाऊ देत नाही?

### मानवातील श्वासन पद्धती (Mechanism of respiration in human beings)



#### आकृती-6: डायफ्रामचे हलचाल

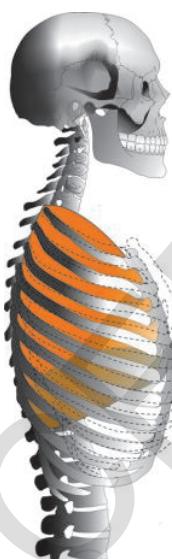
वेगळे करणारी स्नायुची रचना असते. तीला विभाजक पटल (डयाफ्राम) म्हणतात. हा विभाजक पटल फुफ्फुसात हवा येण्यास व बाहेर पाठविण्यास मदत करते. विभाजक पटल कार्य पद्धतीची माहिती मिळविण्यासाठी आकृती -6 पहा.

- श्वासन क्रियेत विभाजक पटल आणि बरगड्याच्या हाडाची काय भुमिका असते? ही भुमिका पुरुषात व स्त्रियांत समान असते का?

आपली छाती बरगड्याच्या हाडांनी स्नायुंनी आणि त्वचेनी बनलेली असते. बरगड्याची हाडे पाठीच्या कण्याला विशिष्ट कोणात जोडलेली असतात. जर एखाद्या बरगड्याच्या हाडावर बोट ठेवुन हाडाबरोबर फिरवा ते हाड पाठीच्या कण्यापासून खाली आलेले आढळून येईल. आपण श्वास घेतांना छाती पसरण पावते. यामुळे छातीच्या पोखळीचा व्याप वाढतो.

छातीच्या पोखळीचा व्याप वाढव्यावर त्यातील दाब कमी झाल्याने बाहेरुन हवा नसीकारंधाव्यावरे फुफ्फुसात शिरते. यासच श्वास (**inspiration** inhalation). असे म्हणतात. त्यानंतर या विरुद्ध क्रिया घडते. छाती यथास्थितीत येते. विभाजन पटल विश्रांत दर्शत पोहचल्याने पुन्हा छत्रीच्या आकाराचा विभाजन पटल येतो. छातीच्या पोखळीतील दाब वाढतो. फुफ्फुसावर दाब वाढल्याने फुफ्फुसातील हवा वायु मार्गाव्यावरे बाहेर जाते. यासच उच्छवास (**expiration** exhalation). म्हणतात.

जर छातीच्या पोखळीला खोली गृहीत धरले तर डायफ्राम ही फर्शी आहे. जेव्हा डायफ्राम शिथिल होतो आणि आपण श्वास घेतो, तेव्हा डायफ्रामचा आकार डोम () सारखा होऊन अंतरगोलाची बाजु छातीच्या पोखळीत असते. जेव्हा श्वास घेतांना डायफ्राम आंकुचन पावतो. डायफ्राम थोडा सरळ होतो किंवा डोम खाली सरकतो यामुळे छातीच्या पोखळीचा व्याप वाढतो.



#### आकृती-7: श्वास डायफ्राम शिथिल होतो आणि आपण श्वास घेतो, तेव्हा डायफ्रामचा आकार डोम () सारखा होऊन अंतरगोलाची बाजु छातीच्या पोखळीत असते. जेव्हा श्वास घेतांना डायफ्राम आंकुचन पावतो. डायफ्राम थोडा सरळ होतो किंवा डोम खाली सरकतो यामुळे छातीच्या पोखळीचा व्याप वाढतो.

श्वासन म्हणजे श्वास आणि उच्छवास होय. हे आपणास माहितच आहे. श्वासन क्रियेत भाग घेणारे मुख्य भाग फुफ्फुसे आहेत. आपण फुफ्फुसाला वरून पाहू शकत नाही. परंतु त्याच्या कार्याला पाहू शकतो. तुमच्या छातीवर हात ठेवुन मोठ्याने श्वास घ्या. तुमची छाती मोठी झाल्यासारखी वाटेल. आता श्वास बाहेर सोडा. तुमची छाती साधारण स्थीतीत येईल. आता तुम्हाला फुफ्फुसाच्या शक्तीचा अनुभव आला. फुफ्फुसे स्वतः श्वास आत घेवु किंवा सोडु शकत नाही. हे करण्यासाठी छातीचे स्नायु आणि छातीची पोखळी आणि उदर पोखळीला

?

## तुम्हाला माहित आहे काय ?

आपली फुफ्फुसे स्पांज सारखे असतात. दोन फुफ्फुसे एकसारखी नसतात. छातीच्या पोखळीत डाव्याबाजुला झुकलेले हृदय असल्यामुळे त्या बाजुला असलेले फुफ्फुस थोडे लहान असते. फुफ्फुसाला झाकणारे प्लुरा (pleura)नावाचे दोन थर असतात. या दोन थरामध्ये द्रव असतो. हा द्रव फुफ्फुसाला दुखापतीपासुन रक्षण करतो. फुफ्फुसे हवेने भरले असता व यथास्थितीत आले असता होणाऱ्या घर्षणापासुन फुफ्फुसाचे रक्षण करतो.

आपण विश्रांती घेतेवेळी आपला श्वास हळुवार कमी (Shallow)दाबाने चालतो. पल्ळणे व व्यायामा सारखे कार्य करते वेळी श्वास वेगाने (जास्त दाबाने) चालतो. खेरे पाहता उच्छ्वास आणि श्वास पद्धत विस्त्रुत व्यत्यास दर्शवितात. आपल्या शरिराच्या आवश्यकतेनुसार आक्सीजन पुरवठा करण्यासाठी कार्बनडाय आक्साईडला बाहेर काढण्यासाठी श्वसन क्रियाचा वेग क्षणोक्षणी बदलत खुप वैविध्यपूर्ण रितीने समन्वय साधन करतात.

श्वसन क्रियेस प्रभावित करणाऱ्या इतर बाबी कोणत्या ?

मेंदुपासन श्वसनेंद्रिया कडे जाणाऱ्या चेतातंतुना कापुन टाकल्यास श्वसन क्रिया क्षणात बंद होते असे शास्त्रज्ञाने शोधून काढले.

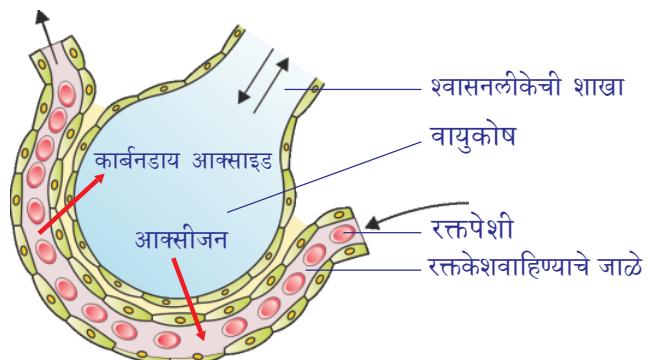
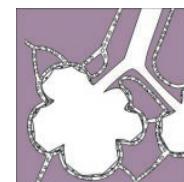
- या व्हारे आपणास काय माहिती मिळते ?
- श्वासोच्छ्वास करतेवेळी काय होते ?
- उच्छ्वासाच्या वेळी शरिरातुन कोणता वायु बाहेर पडायला पाहिजे ? तो वायु कोठे तयार होतो ?
- श्वास घेतांना फुफ्फुसात जाणाऱ्या हवेत कोणकोणते वायु असतात ?
- श्वास व उच्छ्वासाच्या वेळच्या वायुत काय फरक असतो ?

## वायुची अदलाबदल (वायुकोषातुन रक्तकेश नलीकेत)

वायुकोषातुन केशरक्तवाहीणीत केश रक्तवाहिणीतुन वायुकोषात विसरण (diffusion) पद्धतीने हवेची अदलाबदल होते. म्हणजेच रक्तातील कार्बनडाय आक्साईड व वायुकोषातील आक्सीजन परस्पर अदलाबदल होते. अती सुक्ष्म असे वायुकोष एका पेशी ऐवढ्या असुन असंख्य असतात. या वायु कोषाभोवती एक

पेशी ऐवढ्या जाडीच्या रक्तकेशवाहिण्या असतात.

हृदयापासुन फुफ्फुसा कडे जाणारे लालभडक रक्त वायुकोषातील केशरक्त वाहिण्यात जाऊन तिथुन आक्सीजन वायु ग्रहन करतो. त्याच वेळी रक्तातील कार्बन डाय आक्सीड वायु रक्त केशवाहिण्यातुन वायुकोषात, तेथुन श्वसन संस्थेत प्रवेश करते. आपण उच्छ्वास करतांना कार्बनडाय वायु बाहेर पडतो. चमदार लालरंगाचे आक्सीजन युक्त रक्त हृदयात पोहोचते तेथुन पुर्ण शरिरभागास शुद्ध रक्त पाठविले जाते.



**अकृती-४: फुफ्फुसे आणि रक्तकेशवाहिण्यामध्ये विसरण पद्धतीने वायुची अदलाबदल**

वायुच्या अदलाबदलामुळे श्वास आणि उच्छ्वासाच्या हवेत फरक असते. खालील सारणीचे निरक्षण करा. येथे सरासरी किंमती दिलेल्या आहेत.

वायु	श्वासातील हवेची %	उच्छ्वासातील हवेची%
आक्सीजन	21	16
कार्बनडाय आक्साईड	0.03	4.4
नैट्रोजन	78	78

- श्वासातील हवेपेक्षा उच्छ्वासातील हवेत कार्बन डाय आक्साईडचे प्रमाण जास्त का असते?
- श्वासातील हवेपेक्षा उच्छ्वासातील हवेत आक्सीजनचे प्रमाण कमी का असते?



### आपणास माहित आहे काय?

मानवाच्या फुफ्फुसाची क्षमता 5800 मी.ली. लिटर असते. विश्रांतीच्या अवस्थेत आपण सुमारे 500 मी.ली. हवेला फुफ्फुसात घेऊन बाहेर सोडतो. फुफ्फुसातुन पुर्ण हवा उच्छ्वासाव्दारे बाहेर सोडले असताना सुध्दा 1200 मी.लीटर वायु फुफ्फुसात उरलेला असतो. हे आपण 7 व्या वर्गात शिकलेल्या सजिवातील श्वसन या धड्यातील फुफ्फुसाच्या क्षमतेसंबंधी तुम्ही केलेल्या प्रयोगाची आठवण करा.

### वायुचे वहन (Transportation of gases)

आपल्या शरिरात जाणारी हवा ही अनेक वायुचे मिश्रण असते. ते आपल्या फुफ्फुसातील वायुकोषापर्यंत पोहोचते हे तुम्हाला माहितच आहे. हवेतील विविध वायुचे सापेक्ष प्रमाण त्याची हिमोग्लोबिनशी आणि इतर पदार्थाशी संघटीत होण्याची क्षमता (हे रक्ताव्दारे शरीरात) वाहण्याची पद्धत ठरवितात.

वातावरणातील आक्सीजन साधारण मयदित असतांना (सुमारे 21%) लाल रक्तपेशीतील हिमोग्लोबिन जवळ जवळ आक्सीजनने संतुष्ट होतो. हिमोग्लोबिनसुध्दा क्लोरीफिल सारखाच एक रंगद्रव्य पदार्थ आहे. हिमोग्लोबिन अणु असतो. हिमोग्लीबीन मध्ये लोह अणु असतो. क्लोरोफिल मध्ये मँगेशियम अणु असतो.

रक्तात आक्सीजन विसरण पद्धतीने प्रवेश करताच ते हिमोग्लोबिनशी मिळून आक्सीहिमोग्लोबिन बनते. असे रक्त स्नायुत पोहोचल्यानंतर हिमोग्लोबिनपासुन आक्सीजन वेगळा होऊन पेशीत प्रवेश करतो.

कार्बन डाय आक्साईड साधारणत: बाय कार्बोनेट रूपात वहात असतो. त्याचा काही भाग हिमोग्लोबिनशी जुडवा व काही भाग प्लाजमाशी मिळतो.





## आपणास माहित आहे काय ?

समुद्र सपाटी जवळ हिमोग्लोबिन आक्सीजनशी मिळून पुर्णपणे तृप्त होतो. जवळ जवळ प्रत्येक हिमोग्लोबिन अणु आक्सीजनशी बांधला तो जाऊन आक्सीहिमोग्लोबिन बनतो. समुद्र सपाटीपासुन 13 कि.मी. उंचीवर (४५०० मैट्र) आक्सीजन वायुचे प्रमाण फार कमी असते. समुद्र सपाटीच्या तुलनेतेत फक्त १ / ५ भागच आक्सीजन उपलब्ध असतो अशा परिस्थितीत मिळणारा आक्सीजन अर्ध्या हिमोग्लोबिन अणुनाच संतृप्त करू शकतो. जर हिमोग्लोबिन कमी आक्सीजन अणुशी मिळाल्यास रक्त उतींना आवश्यक तेवढे ऑक्सीजन पुरवठा करू शकत नाही. कृत्रिम पद्धतीने आक्सीजन पुरवठा केल्याशिवाय (आक्सीजन सिलेंडर व्हारे) तितक्या उंचावर जिवंत राहणे अशक्य आहे. आधुनिक विमानात आक्सीजन हवेत तेवढ्या दाबाच्या प्रमाणात पुरवठा करण्याची सोय केलेली असते. समुद्राच्या आत खोलवर जातांना वेगळ्या प्रकारचे प्रश्न उद्भवतात.



**आकृती-१: पर्वतारोही**

## वायुची अदलाबदल(रक्तकेशवाहिणीतुन पेशीना,पेशीकडून परत रक्तकेश वाहीनीना)

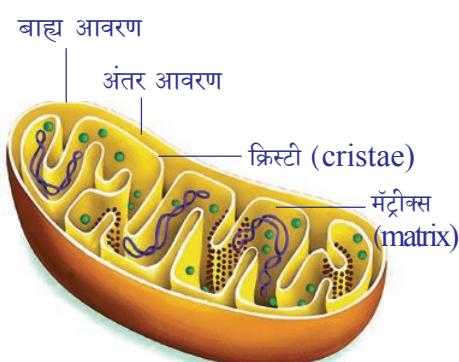
उतीतील रक्तकेशवाहिण्यातील हिमोग्लोबिन पुर्णपणे विरुद्ध वातावरणात असते. उती निरंतर आक्सीजनला शोषण केल्यामुळे तिथे आक्सीजनचे प्रमाण कमी असते. येथे आक्सीजनचे प्रमाण फुफ्फुसाच्या १ / ३ भागच असते. आक्सीजनचे प्रमाण फार कमी असल्यामुळे आक्सीहिमोग्लोबिन तुन आक्सीजन वेगळे होऊन पेशीत प्रवेश करते. पेशीमध्ये आक्सीजनचा उपयोग होऊन कार्बनडाय आक्साइड, पाणी, उर्जा उत्पन्न होते. ही उर्जा विविध शरीरभागाव्दारे उपयोगीली जाते. पेशी मध्ये तयार झालेला कार्बनडाय आक्साइड वायु रक्त केशवाहिनी मध्ये प्रवेश करते.

### पेशीय श्वसन (Cellular respiration)

शरीरातील घडणाऱ्या विविध जैविक क्रियांना आवश्यक शक्तीला, ग्लुकोजमधील रसायनिक बाधांना तोडल्याने तयार करणाऱ्या विविध रसायनिक क्रियांच्या मार्गाला पेशीय श्वसन असे म्हणतात. सजीव पेशीत श्वसन क्रिया घडली पाहिजे. आक्सीजनच्या उपस्थितीत श्वसन क्रिया घडल्यास त्यास **सवात श्वसन** (aerobic respiration) म्हणतात. आक्सीजनच्या अनुपस्थितीत श्वसन क्रिया घडल्यास त्यास **निवर्ती श्वसन** (anaerobic respiration) म्हणतात. या निवर्ती श्वसन क्रियेस किणवन किंवा आंबवणे (fermentation) असे म्हणतात. केंद्रक पुर्व सजीव बॅक्टेरीयामध्ये पेशीय श्वसन (cytoplasm) पेशी द्रव्यात घडते. पेशीत केंद्रक असलेल्या सजीवात (eukaryotic) थोडी श्वसन क्रिया पेशीद्रव्यात व काही श्वसन क्रिया मायटोकांड्रीयात घडते. या क्रियेत तयार झालेली उर्जा एटीपी (ATP) च्या रूपात साठुन राहते. त्यामुळे मायटोकांड्रीयाला पेशीचे उर्जा घर (power houses of cell) म्हणतात.

सजीव पेशीमध्ये ग्लुकोज अणु किंवा इतर आहार पदार्थ कोणत्या तरी एका रसायनिक क्रियानेचे पुर्णपणे विच्छिन्न होत नाही. ते अनेक क्रमवार रसायनिक क्रियेव्दारे विच्छिन्न होतात.

याचा उर्जा उत्पन्न होण्यावर कसा प्रभाव पडतो? ग्लुकोज अणु विच्छिन्न होतांना प्रत्येक टप्प्यात त्याच्या रसायनिक रचनेत येणाऱ्या बदलानुसार कमी कमी प्रमाणात उर्जा उत्पन्न होते. ग्लुकोज अणु पुर्णपणे विच्छिन्न होऊन त्यातील उर्जा पुर्णपणे मुक्त होण्यासाठी अनेक रसायनिक क्रिया क्रमानुसार घडवितात.

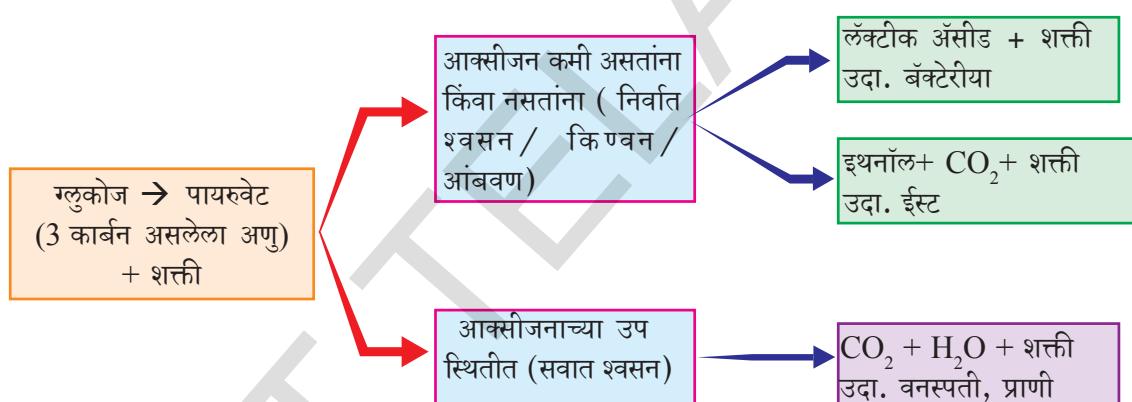


### आकृती-10: मायटोकॉड्रीया

ग्लुकोज विच्छिन्न होऊन मुक्त झालेली शक्ती एडीनीसीन ट्रायफॉस्फेट ATP नावाच्या विशिष्ट पदार्थाच्या रूपात साठवुन राहते. ही कमी प्रमाणात साठवुन ठेवलेली रसायनिक शक्ती आहे. यास पेशीची एनर्जी करेंसी म्हणतात. अशा प्रकारे साठवुन असलेली शक्ती पेशीत आवश्यक त्या ठिकाणी जाते. प्रत्येक ATP मध्ये 7200 कॉलरी शक्ती साठवुन असते हि शक्ती फॉस्फेट बांधाच्या रूपात साठवुन असते. हे बांध तुटल्यानंतर शक्ती मुक्त होते.

- वायुकोषातील पेशींना पेशीय श्वसन घडवुन आण्यासाठी आक्सीजन वायु आवश्यक आहे काय? का? का नाही?

ग्लुकोजने सुरु होणारी श्वसन पद्धत साधारणत: खालील प्रकारे असते. ( हे फक्त उदाहारण मात्र आहे. इतर आहार पदार्थात सुध्दा असेच घडते)



वनस्पती, प्राणी व सर्व सुक्ष्मसजीवात शक्ती मुक्त हेण्यासाठी साधारणत: उपयोगी पदणारा पदार्थ ग्लुकोज होय. सर्व सजीवात ग्लुकोज दोन टप्प्यात आक्सीकृत होते, पहिल्या टप्प्यात ग्लुकोज दोन पायरुवीक एसीडच्या अणुत विभाजीत केले जाते. दुसऱ्या टप्प्यात आक्सीजन उपलब्ध असल्यास पायरुवीक एसीड कार्बनडाय आक्साईड व पाण्याच्या रूपात आक्सीकृत होते. त्याच सोबत जास्त प्रमाणात शक्ती मुक्त होते. आक्सीजन उपलब्ध नसल्यास पायरुवीक एसीड हे इथनॉल, लॅक्टीक एसीड मध्ये रूपांतरीत होऊन आक्सीजनच्या उपस्थितीत घडणाऱ्या क्रियेपेक्षा फक्त 1/10 भाग शक्ती उत्पन्न होते.

### आक्सीजन अनुपस्थित शक्ती उत्पन्न होते का?

- तित्र व्यायाम केल्यानंतर आपले स्नायु दुखतात ना, मग हातापायांच्या स्नायुंना पुरेल एवढा आक्सीजन पुरवठा झाला असेल का?
- स्नायुत काय उत्पन्न झाले असेल?

उदाहरणार्थ तुम्ही 100 मीटर धावण्याच्या शर्यतीत धावलात समजा. तेव्हा तुमचे स्नायु खुप वेगात अधिक काम करतील. शर्यत सुरु होण्याआधी उभे राहून काही वेळ श्वास घेणे असे करीत नाही ना, खरे तर फार कमी जास्तीच्या श्वासात तुम्ही शर्यतीला पुर्ण करू शकता. अत्यंत वेगाने धावणारे खेळाडू 100 मीटर धावण्याच्या शर्यतीत मुद्दाम श्वास घेत नाहीत. खेळाच्या शर्यतीत रिब्बन टेपला स्पर्श केल्याक्षणी किंवा रेषेला स्पर्श करता क्षणीची परिस्थिती वेगळी असते. तुम्ही घेतलेले शिक्षण, किती वेगाने तुम्ही धावलात या गोष्टीच्या आधारे शर्यतीनंतर काही वेळ तुमचा श्वास साधारण स्थितीत येईपर्यंत तुम्ही धापा टाकता.



**अकृती-11: खेळाडू  
(अवघड व्यायाम)**

आपण आता पर्यंत ATP बद्दल शिकलेल्या विषयास या सत्याशी सांगड घालु शकतो. बहुतेक स्नायुत साठुन असलेल्या ATP चे ADP मध्ये रुपांतर झाल्यामुळे (मुक्त झालेल्या शक्तीमुळे) धावण्यासाठी लागणारी शक्ती आपणास मिळते असे समजू शकते. पण आपण या छोट्या विचाराने प्रश्न सोडवु शकत नाही. कारण तिव्र व्यायाम केल्याने स्नायुतील ATP अर्ध्या सेंकंदात नष्ट होतात. म्हणुन आधी शक्ती मुक्त करून नंतर आकसीजनचा वापर करण्याच्या पद्धतीचा वापर करण्याची गरज असते.

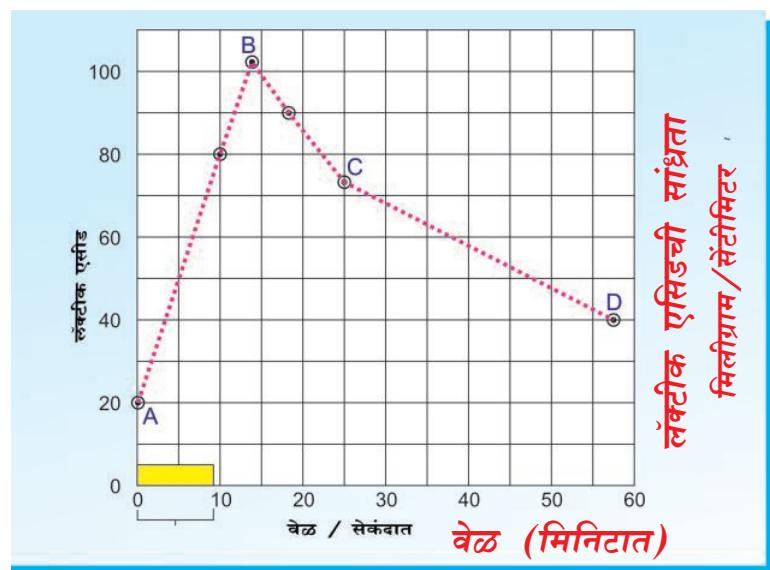
या प्रश्नाचा अभ्यास करण्याची एक पद्धत आहे. व्यायाम करण्याआधी व नंतर खेळाडूची रक्त तपासणी करणे होय. या तपासणीत भाग घेणाऱ्या खेळाडुला तपासणीची सोय असलेल्या ठिकाणीच करावी लागते. तो व्यायामाची सायकल चालवावी किंवा ट्रेडमीलवर पळावे. (ट्रेडमिलचा पट्टा मागे फिरतो त्यावर खेळाडुला पळायचे असते. या प्रयोगातील काही निकाल ग्राफवर दाखविले गेले आहेत)

नऊ मिनीटे निरंतर व्यायाम केल्यावर (ग्राफमध्ये x अक्षावर) दर्शविलेल्या स्तंभाला पहा. क्रमपद्धतीने खेळाडूच्या रक्ताच्या नमुन्याची तपासणी केली. तेव्हा रक्तात लँकटीक आम्लाची प्रमाण जास्त झालेले ग्राफव्दारे कळते.

x - अक्ष = वेळ सेंकंदात

y - अक्ष = रक्तात लँकटीक एसीड मी.ग्राम / घन से.मी.<sup>3</sup>

ग्राफचे निरिक्षण करा. स्नायुत लँकटीक एसीड कशा प्रकारे वाढत आहे. हे पाहून खालील प्रश्नाचे उत्तरे द्या.



**तिव्र व्यायामाचा रक्तातील लँकटीक एसीडच्या प्रमाणावर प्रभाव  
दाखविणारा आलेख (ग्राफ)**

- प्रयोगाच्या प्रारंभी लँकटीक एसीडची तिव्रता किती होती?
- प्रयोगाच्या कोणत्या टप्प्यात एसीडची तिव्रता अत्याधिक झाली?
- C आणि D स्थानाच्या मध्ये लँकटीक एसीडची तिव्रता एकाच स्तरावर असल्यास लँकटीक एसीड साधारण स्तरावर पोहोचण्यासाठी किती वेळ लागु शकतो? (सुचना CD ला लँकटीक एसीड साधारण स्तरावर पोहोचेपर्यंत वाढवा)
- लँकटीक एसीडचे जास्त प्रमाणात श्वसनाबद्दल काय दर्शविते ते सांगा?

स्नायुमध्येलँकटीक एसीडचे जमा झाल्यास वेदना हेतात. विशिष्ट अंतर धावने, वेगाने चालने, हळू धावणे, वेगाने धावतांना समान अंतर असुन सुधा आपल्या पायांचे स्नायुत वेदना वेगवेगळ्या एकेक क्रियेत जास्त झाल्यासारखे वाटते. त्याचे कारण स्नायुत लँकटीक एसीड जास्त जमा होणे होय.

क्रियाशिल स्नायुत वेगाने निर्माण झालेले एसीड व्यामानंतर हळू हळू स्नायुतुन काढल्या जाते असे आपल्याला समजते. पण खेळाडुच्या स्नायुतील लँकटीक एसीड साधारण स्तरात येण्यासाठी वेळ लागतो, ही एक आश्चर्यकारक बाब आहे. या काळात काय हेते म्हणजे क्रियात्मक स्नायुत असलेला ग्लुकोज लँकटीक एसीडमध्ये बदलाते. लँकटीक एसीडमध्ये असलेली शक्ती ग्लुकोजच्या अणुतील शक्तीपेक्षा कमी असते. ग्लुकोजपासुन लँकटीक एसीड तयार झालेली शक्ती पुन्हा ATP पासुन ADP ना तयार करण्यासाठी वापरली जाते.

100 मीटर धावण्याच्या शर्यतीत खेळाडु श्वास घेणे थांबवुन शर्यत संपल्यावर खेडाळू धापा घेतो. या स्थितीत श्वास घेणे निर्वान श्वसनाबद्दारे ग्लुकोजला विच्छिन्न करून शक्ती निर्माण होते. पुन्हा खेळाडुला स्नायुत साठवुन असलेल्या लँकटीक आम्लाला काढुन टाकण्यासाठी आवश्यक असलेला आक्सीजन मिळातो. त्यामुळे तिव्र व्यायाम केल्यावर शरीरात आक्सीजनचा आभाव निर्माण होतो ही आक्सीजनची कमतरता श्वसनाबद्दारे भरून निघते. जास्त दुरवर धावणारे खेळाडु निरंतर श्वासोच्छ्वास करीत असल्यामुळे धावतांना काही प्रमाणात लँकटीक एसीड काढुन टाकले जाते. म्हणुन जास्त वेळ न थकता धावु शकतात. स्नायुमध्ये लँकटीक एसीड साठवुन असल्यामुळे स्नायु थकतात किंवा वेदना होतात, शरीरास योग्य वेळी विश्रांती मिळाल्यास स्नायुचा थकवा दुर होते.

## निर्वान श्वसन (Anaerobic respiration)

सजीवाच्या श्वसनात आक्सीजन शोषुन कार्बनडाय आक्साइड वायु बाहेर टाकला जातो, हे आपणास माहित आहे. ही प्रक्रिया आक्सीकरणाबद्दारे घडत असल्यास आक्सीजनचा पुरवठा कमी झाल्यावर काय होते. मानवी स्नायुंना आक्सीजनचा पुरवठा कमी झालेल्या वेळी सुधा शक्ती निर्माण होत असेल तर इतर सजीव पेशी काय करतात हे पाहण्यासाठी चला काही प्रयोग करून पाहु या.



## ईस्ट शी काही प्रयोग (Some experiments with yeast)

सजीवांना आक्सीजन रहीत वातावरणात ठेवल्यावर तापमानात वाढ होतो व कार्बनडाय आक्साईड वायु निर्माण होतो. हे सिध्द करण्यासाठी आपण एक प्रयोग करून या.

ग्लुकोजच्या द्रावणात इस्टची खुपच वेगाने वाढ होते. खेरे तर जंगली वाणाचे इस्ट (wild yeasts) सफरचंद, द्राक्षसारख्या फळावर वाढतात व त्यापासुनच अन्न ग्रहन करतात. प्रयोगशाळेत प्रयोगाकरण्यासाठी ग्लुकोज इस्टच्या मिश्रणातुन आक्सीजन वेगळे करणे हा मोठा प्रश्न आहे.

1. ग्लुकोजच्या द्रावणास एक मिनीटापर्यंत गरम करून न हलवता थंड करून द्रावणातील आक्सीजन काढून टाकावा. आता त्यात इस्ट मिसळून त्यावर एक सेंटीमिटर जाडीचा पॅराफिन द्रव टाकावा. असे करण्याचे बाहेरुन ग्लुकोज द्रावणास आक्सीजनचा पुरवठा होत नाही.

2. पॅराफिन द्रावण ओतण्याआधी ग्लुकोज द्रावणात आणखी आक्सीजन शिळ्क आहे का नाही हे पाहण्यासाठी काही डयाज़िन ग्रीन (diazine green) किंवा जॉनस ग्रीन बि (Janus Green B) द्रावण टाकून पहावे हे निळ्या रंगाचे द्रावण आक्सीजन नसल्यास गुलाबी रंगात बदलते.

3. आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे इस्टची उत्पत्ती करणारे वायु बाहेर जाऊन चुण्याच्या निवळीत परिक्षण नळीने पोहोवेल अशाप्रकारे उपकरण जोडावे. येथे कसल्याच प्रकारचे नियंत्रीत परिक्षण करायची आवश्यकता नाही. तशा प्रकारचे प्रयोग तुम्ही सुधा करून पहा.

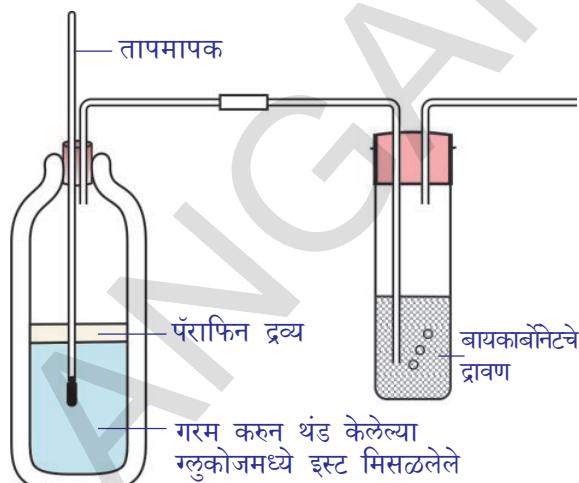
परिक्षण नळीचा वापर करून कार्बनडाय आक्साईड वायुची तयारी कमी प्रमाणात करण्याचा प्रयोग तुम्ही करू शकता. ( हा प्रयोग करतेवेळी परिक्षण नळीस  $37^{\circ}\text{C}$  पर्यंत गरम केल्याने प्रयोग लवकर करता येतो )

- बेकरीमध्ये ब्रेड तयार करणाऱ्या व्यक्तीनी पिठामध्ये इस्ट मिसळून्यावर काय होते ?

### किण्वण / आंबवण (Fermentation)

सुक्षम सजीवांचा इतिहास या 8 व्या वर्गातील धड्यात मैद्याच्या पिठात इस्ट मिसळून केलेल्या प्रयोगाची आठवण करू या. या प्रयोगात मैद्याचे पीठ का फुगले ? या क्रियेत कोणता वायु बाहेर पडला ?

जर साखरीचे द्रावण व इस्टचे मिश्रण न हलविता, आक्सीजनचा पुरवठा न होता ठेवल्यास थोड्याच वेळात त्यातुन एक प्रकारचा वास येतो. कारण येथे इस्टने साखरेच्या द्रावणाचा उपयोग करून इथनांल हा नवा पदार्थ तयार केलेला असतो. साखर व इस्ट



**आकृती 12: निवात शवसनात उष्णता आणि  $\text{CO}_2$  उत्पन्न होतो हे दर्शविणारा प्रयोग**

द्रावणातुन इथनॉल वेगळे करण्यासाठी अंशीक उर्ध्वपातन (fractional distillation) या पद्धतीने वेगळे करता येते. साखरेच्या द्रावणापेक्षा इथनॉल कमी तापमाणावर ( $70^{\circ}\text{C}$ ) बाष्प होत असत्यामुळे हे साध्य होते. तुमच्या शिक्षकांनुन अंशीक उर्ध्वपातना बद्दल माहिती मिळवा

सवात श्वसनाप्रमाणेच या पद्धतीबद्दरे आक्सीजन वायुचा पुरवठा कमी असतांना सुध्दा शक्ती निर्माण केली जाते.

- श्वसन हे शक्ती उत्पन्न करणारी प्रक्रिया आहे. या गोष्टीस तुम्ही समर्थन कराल काय? त्याचे कारण काय?

### श्वसन - दहन (Respiration versus combustion)

18 व्या शतकाच्या शेवटी लेवोयीजर यांनी केलेले प्रयोग व निरिक्षणाबद्दरे श्वसन ही एक प्रकारची दहन क्रियाच आहे असा अभिप्राय मांडला. 1783 मध्ये लेवोयीजर यांनी लिहिलेल्या लेखात, श्वसन ही एक प्रकारची दहन क्रियाच आहे. ही फार हल्लवार घडते. या क्रियेत आक्सीजन, कार्बनशीच नसुन हायड्रोजन वायुशी सुध्दा क्रिया घडवितो. असे लिहिले.

रॉबीनसन नावाच्या शास्त्रज्ञाने सुध्दा, श्वसन ही एक प्रकारची दहन क्रियाच आहे. यामुळेच सजीवाच्या शरीराला उष्णता मिळते, असे लिहिले होते.

### कृती-2

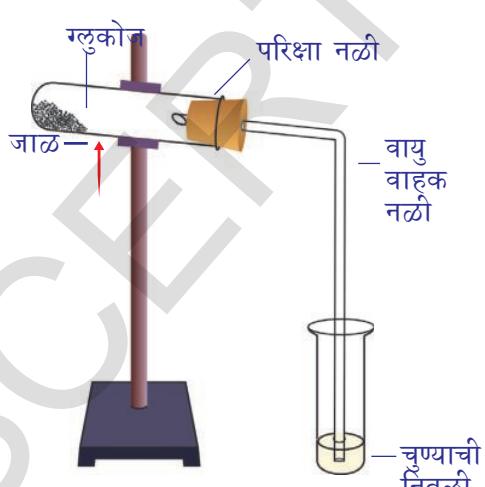
#### ग्लुकोज जळतांना त्यात झालेला बदल पाहणे. (Observing changes during combustion of sugar)

आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे उपकरणास जोडा. एका परिक्षा नळीत सारखर घेऊन खाली जाळ लावुन गरम करा. काही वेळानंतर काय होईल याचे निरिक्षण करा. सारखर

विरघळली का? आणखी थोडावेळ साखर गरम केल्यास काय झाले? साखरेस गरम केल्यानंतर त्यातुन कार्बनडाय आक्साईड वायु पाणी व शक्तीनिर्माण होते.

ग्लुकोजला गरम केल्यावर कार्बनडाय आक्साईड, पाणी, शक्ती तयार होते, हे तुम्ही जाणताच. त्याच प्रकारे श्वास क्रियेत सुध्दा तेच पदार्थ तयार होतो. हे तुम्ही ओळखलात ना, पण दोघात काही महत्वाचे फरक आहेत ते पाहु या.

1. प्रयोग शाळेत ग्लुकोजला जास्त तापमानावर तापविल्या नंतरच शक्ती तयार होते. त्याचप्रकारे आपल्या शरीरातील सुध्दा घडल्यास सर्व पेशी जळून जातील.
2. प्रयोग शाळेत एकदा ग्लुकोज जळायला सुरु झाला की, थांबविणे तेवढे सोपे नाही. पण सजीव पेशी आक्सीजनच्या उपस्थितीत ग्लुकोजला अत्यंत नियंत्रणात जाळू शकतात.
3. पाणी जळाला विझवते. पण पेशीमध्ये कितीही पाणी असले तरी श्वसन क्रिया थांबत नाही चालुच असते.



**आकृती-13:  $\text{CO}_2$  - शक्ती सोबत तयार होणारा वायु**

यापासुन आपण काय निश्कर्ष काढू शकतो?

### सजीवामध्ये उष्णता उत्पत्ती(Heat production by living organisms)

आपण आधीच्या प्रयोगात निरिक्षण केल्याप्रमाणे साखर किंवा ग्लुकोजला जाळल्यास उष्णता उत्पन्न होते. सजीव प्राणी व वनस्पती सुध्दा शक्तीला उष्णाच्या रूपात सोडतात.

हिवाळ्यात अंगात स्वेटर घातल्यानुंतर अंग गरम राहते. हा स्वेटर आपल्या शरिरातुन निधालेल्या उष्णतेला वाया जाऊ देत नाही. म्हणजेच आपल्या अंगातुन उष्णता बाहेर पडते असे म्हणु शकतो का?

- अशाच आणखी कोणकोणत्या प्रकारे शरीराची उष्णता बाहेर पडते?

आपल्या त्वचेतुन निरंतर उष्णता बाहेर पडत असते. या नष्ट झालेल्या उष्णतेची झीज भरून काढण्यासाठी शरीराने निरंतर उष्णता उत्पत्ती करीत असले पाहिजे. यामुळेच शरीराचे उष्णतामान निरंतर स्थीर असते.

- शरीरातील तयार होणारी उष्णता व शरीरातुन बाहेर पडणारी उष्णता समप्रमाणात असते काय?

तित्र शारिरिक परिश्रम केलेल्या वेळी शरीरात अधीक उष्णता निर्माती होते. यामुळेच पळण्यासारख्या शारिरिक श्रमाच्या क्रिया केल्यानंतर आपले अंग गरम झाल्यासारखे जाणवते. सकाळी झोपीतुन उठल्यानंतर शरिराचे तापमान मोजा. नंतर थोड्या वेळ जॉर्गींग केल्यानंतर पुन्हा शरिराचे तापमान मोजा.

दोन्ही मध्ये काही फरक जाणवला का? त्याचे वर्णन करा? पेशीय श्वसनात शक्ती उत्पन्न होते. यातील थोडा भाग ATP च्या रूपात साठवुन राहते काही भाग विविध जैविक रसायनिक क्रिया घडवुन आणण्यासाठी उपयोगी पडते. तर उरलेली शक्ती उष्णतेच्या रूपात शरीराबाहेर पडते. धावण्यासारख्या जास्त शारिरिक श्रमाच्या कामाला अधीक शक्ती आवश्यक असते. म्हणुन श्वसनाचा वेग सुध्दा वाढतो. म्हणजेच त्या बरोबरच शरीरातुन निधणारी उष्णतेचे प्रमाण सुध्दा वाढते. म्हणुनच शरिरातुन गरम वाफ निघते. शारिरिक श्रमाच्या वेळी आवश्यक तेवढा आक्सीजन उपलब्ध नसल्यास स्नायु निर्वान श्वसन पद्धतीने श्वसन करतात. म्हणुन लँकटीक एसीड तयार होतो. अशा प्रकारे तयार झालेले लँकटीक एसीड स्नायुत जास्त जमा झाल्याने वेदना होतात. थोड्या विश्रांती नंतर आपण साधारण स्थितीत येतो. दिर्घश्वास घेऊन शरीरातील शक्तीला स्थीर ठेवता येते. या प्रकारच्या श्वसन पद्धती विषयी अनुबंधातील योगासनाचे शिर्षक वाचा.

### श्वसन संस्थेची उत्क्रांती (Evolution in gases exchanging system)

वायुची अदलाबदल ही क्रिया सर्व सजीवामध्ये घडणारी साधारण प्रक्रिया आहे पण ती सर्व प्राणीमात्रात एक सारख्या प्रमाणे घडत नाही. अमिबा सारख्या एक पेशीय सजीवात हैद्रा, प्लेनेरीया, गोलकृमी, सिदोडा सारख्या बहुपेशीय सजीव शरीराच्या भिंतीव्दारे विसरण पद्धतीने आक्सीजन घेणे व कार्बन डाय आक्साइड सोडणे घडते. इतर बहुपेशीय सजीवात विशिष्ट श्वसन अवयव निर्माण झाले आहेत. भुचर प्राणी व जलचर प्राण्यात विविध प्रकारच्या श्वसन सांधताना त्यांच्या जिवन शैलीनुसार तयार करून घेतले आहेत. शरीराच्या आकार, पाण्याची उपलब्धता, प्रसरण व्यवस्था पद्धती इत्यादी विषयावर आधारीत असुन विविध प्रकारच्या श्वसन अवयावाची प्रगती झाली.

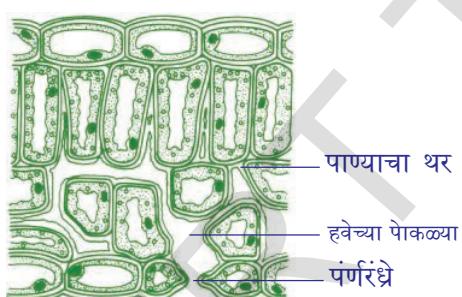
झुरळ, ग्रास होपर सारख्या किटकात वायु नलिका व्यवस्थेव्दारे श्वसन क्रिया घडते. वायुनलिका व्यवस्थे मध्ये वायु नलीका नांवाच्या नळ्या सर्व शरिरभर पसरलेल्या असतात. वायुनलीका, वायु नलीकेच्या शाखामध्ये विभाजीत होऊन पेशींना आकसीजन पुरवठा करतात.

माशा सारख्या जलचर सजीवात श्वसनक्रिया साठी कळू विकसीत झाले आहेत. या कल्प्याच्या भिंती पातळ असुन त्यावर केशरक्त वाहीणीचे जाळे पसरलेले असते. त्याब्दारे वायुंची देवाण घेवाण घडते. यासच कल्प्याब्दारे श्वसन पृष्ठदती (branchial respiration) म्हणतात. मासा तीचे तोंड उघडे करून दाडेच्या मध्य भागाला खाली ओढल्याने पाणी तोंडात प्रवेश करते. तेव्हा तोंड बंद करून खालच्या जबड्याच्या मध्य भागाला वर ओढल्याने पाणी घशात लोटले जाते. घशाब्दारे आतील घशातील छिद्राब्दारे प्रत्येक कल्प्यावर प्रवाहीत होते. कळू पाण्याने भिजतात व पाण्यातला आकसीजन ग्रहन करतात.

त्वचेब्दारे घडणाच्या वायुच्या अदलाबदलाला चर्मीय श्वसन (cutaneous respiration) म्हणतात. मगर, डॉल्फीन सारख्या जलचर प्राण्यात कशाप्रकारे श्वसन क्रिया घडते ते तुमच्या शिक्षकांना विचारून माहित करा. बेंडुक त्वचेने, फुफुसाने, तोंडाच्या व ग्रसणीच्या पोखळीब्दारे सुध्दा श्वसन करतो.

### वनस्पतीत श्वसन (Respiration in Plants)

वनस्पतीतील पर्णरिंद्राब्दारे वायुची अदलाबदल होते हे तुम्हाला माहितच आहे. पर्णरिंद्रा ऐवजी आणखी काही भागाब्दारे श्वसन घडते. जसे मुळाच्या पृष्ठभागाब्दारे



आकृती-14: पान एक श्वसनेंद्रीय



आकृती-15: खोडावरील लेंटीसेल्स

खोडावरील लेंटीसेल्सब्दारे पेशीय श्वसन क्रियेत भाग घेतात. (आकृती 15 पहा) पानथळ जंगलातील मांगूव वनस्पती मध्ये श्वसनासाठी श्वास मुळे असतात. ऑर्किड जातीच्या वनस्पतीत सुध्दा श्वास क्रियेसाठी विशिष्ट पेशीजाळे असते. वनस्पती श्वसनात कार्बन डाय आक्साईड घेऊन आकसीजन बाहेर सोडतात.

### वनस्पतीत वायुचे वहन (Conduction within the plant)

पर्णरिंद्रे लेंटीसेल्स आतील बाजुने उघडले असतात. पाण्याच्या पेशी पेशी मध्ये वायु पोखळ्या असतात. त्या सर्व वनस्पतीत सर्वत्र पसरलेल्या असतात. या हे रिकाम्या जागा पानात जास्त असुन इतर भागात कमी असतात. या रिकाम्या जागेच्या भिंती ओलसर असतात. पर्णरिंद्रातुन पानात आलेल्या हवेतील आकसीजन या ओलसर भिंतीमध्ये विरघळल्या जातो. नंतर पेशीकवचा आतील पेशीद्रवात जाते. तिथे पेशीतील साखरेशी प्रक्रिया करून शक्ती उत्पन्न करते व यासोबतच पाणी कार्बनडाय आक्साईड वायु सोडला जातो.

अशा प्रकारे तयार झालेली शक्ती मायटोकॉड्रीयामध्ये एपीटी च्या रुपात ठेवली जाते. या शक्तीचा उपयोग जैविक क्रिया घडवुन आणण्यासाठी होतो. जैविक क्रियेत निर्माण झालेला कार्बनडाय आक्साइड वायु परत त्याच मागाने बाहेर पडतो.

ही सर्व प्रक्रिया विसरण (diffusion) पद्धतीने घडते. पेशीमध्ये आक्सीजनचा वापर झाल्याक्षणी पानातील वायु पोखळ्या (air spaces) व पुर्ण पेशीतील वायु सांध्रतेत फरक निर्माण होतो. त्याच वेळी वायु पोखळी आणि पंरंरंधे, लेटीसेल्स बाहेर सुध्दा वायु सांध्रतेत फरक निर्माण होतो. त्यामुळे बाहेरची हवा पुर्णरंध्रातुन पानात शिरते. त्यातप्रकारे कार्बनडाय आक्साइडच्या सांध्रतेच्या फरकामुळे वरील क्रियेच्या विरुद्ध दिशेत हा वायु पानाबाहेर पडतो. वनस्पती व प्राण्यात घडणाऱ्या श्वसन क्रियेत तुम्हाला कोण कोणते समानता आढळते?

### मुळाव्दारे श्वसन क्रिया (Aeration of roots)

वनस्पती त्यांच्या मुळावर असणाऱ्या मुळ केशावरील पातळ पृष्ठभागाव्दारे वायुची अदलाबदल करतात. तसेच मातीच्या अनु अनु मध्ये असणाऱ्या आक्सीजनचे शोषण करतात. नदी क्षेत्रातल पानथळी वनस्पतीची मुळे आॅक्सीजन शोषण करू शकत नाही.



आकृती-16: वायु मुळ्या (Aerial roots)

म्हणुन येथे वनस्पतीची मुळे जमीनीवर (आकृतीत दाखविण्याप्रमाणे) वाढतात. अशा प्रकारे ते वातावरणाशी अनुकूलन म्हणजे खोड पोखळ असणे होय. तुम्ही कधी पानथळी प्रदेशात गेलात तर तेथील झाडाचे खोड मिळवा. त्यावरील छिद्रांची संख्या आकाराची साधारण झाडाशी तुलना करा.

\* दोन्ही वनस्पती एक प्रकारचे आहेत काय? नाहीत? कारण काय?

पानथळी प्रदेशातील वनस्पतीच्या मुळ संस्थेची समर्थपणे वाढ न झाल्याने वायु वहन व्यवस्थेत समस्या उद्भवतात. त्यामुळे त्यांचे जगने कठिण होते. त्यामुळेच मांगूव वनस्पतीची मुळे जमीनीवर येतात व त्यांच्या पृष्ठभागाने आक्सीजन शोषण करतात.

वनस्पतीत घडणाऱ्या श्वसन क्रियेबद्दल अधिक माहिती मिळविण्यासाठी खालील प्रयोग करू या.

### कृती-3

मुठभर मूग किंवा बाजरी घ्या. प्रयोग करण्याच्या एकदिवस आधी त्यांना पाण्यात भिजवा नंतर काढून कपड्यात गोठोडे बांधुन वर्गाच्या कोपन्यात बांधा. दोन दिवस त्यांचे निरक्षण करा. बिज अंकुरतील अंकुरलेले बिज घेऊन एका मोठ्या काचेच्या शिशित ठेवा एक छोटी इंजेक्शनच्या काचेची शिशि घेऊन त्यात  $\frac{3}{4}$  भाग चुण्याच्या निवळीने भरा. शिशिला दोरी बांधुन हल्लुच मोठ्या अंकुरीत बिज असलेल्या शिशित ठेवा.

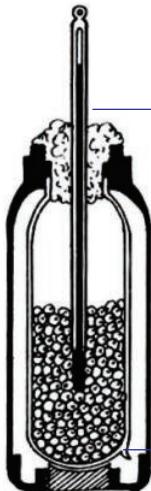


आकृती-17: श्वसनात  $CO_2$  वायु बाहेर पडतो

मोठ्या शिशीचे तोंड बंद करा. अशा प्रकारचे उपकरण कोरड्या बियाचे तयार करा. दोन्ही उपकरणांना दोन दिवस न हलता ठेवा. दोन्ही उपकरणांचे निरक्षण करा. तुमच्या निरक्षणाची नोंद घ्या.

\* कोणत्या शिशित ठेवलेली चुण्याची निवळी दुधाळ पांढरी झाली? कारण काय?

## कृती-4



तापमापक

फ्लास्क flask

अंकुरीत बिया

**आकृती-18: श्वसनात उष्णता उत्पन्न होते.**

आधीच्या प्रयोगात घेतलेले अंकुरीत बिज एका थर्मासिस प्लास्टिकमध्ये घ्या. एका रबरी बुचाला छिद्र पडुन त्यात तापमापक बसवा. तापमापक अंकुरीत बियामध्ये जाईल अशाप्रकारे बुच बसवा. प्रत्येक दोन तासाला तापमानकातील तापमानाची नोंद करा. चांगल्या निकालासाठी 24 तास निरक्षण करा.

- तुमच्या निरक्षणाआधारे वेळ, तापमानाचा ग्राफ काढा?
- तापमानात वाढ झालेली आढळून आली का?
- तापमान क्रमाक्रमात वाढत आहे का? कोण्यातरी एके दिवशी एकदा वाढली का?
- हि उष्णता कोठुन आली असे तुम्हाला वाटते?

## प्रकाश संश्लेषण क्रिया आणि श्वसन (Photosynthesis versus Respiration)

वनस्पती त्यातील कार्बनडाय आक्साईड, पाणी याचा उपयोग करून सुर्यप्रकाशाच्या उपस्थितीत प्रकाश संश्लेषण क्रियेद्वारे स्वतः अन्न तयार करून घेतात. ही क्रिया अनेक संकलीष्ट गुंतागुंतीच्या श्रेणीनी घडुन सौर शक्तीला रसायनिक शक्तीत बदलवीतात. या क्रियेत कार्बनडाय आक्साईड पासुन साखर संश्लेषीत केली जाते. या प्रकारच्या निर्माणात्मक क्रिया पद्धती (anabolic process) क्लोरोप्लास्टमध्ये घडते. म्हणजेच साध्या पदार्थपासुन संकिळिष्ट पदार्थ तयार होतात.

प्रकाश संश्लेषण क्रियेला खालील समीकणाबद्दारे दर्शविता येते.



अशाप्रकारे तयार झालेल्या साखरेतुन जैविक क्रियेसाठी आवश्यक शक्ती श्वसनाबद्दारे तयार होते.

श्वसन म्हणजे केवळ श्वास घेणे व सोडनेच नव्हे तर ही क्रिया संकलीष्ट साखरेला अनेक पचय क्रियेद्वारे (catabolic process) रसायनिक शक्तीला शक्तीमध्ये रुपांतरीत करते.

श्वसनक्रियेस खालील समीकरणाबद्दारे दर्शविता येते.



प्रकाश संश्लेषण क्रिया, श्वसन क्रिया दिसण्यास विरुद्ध क्रिया दिसत असल्यातरीही दोन्हीत वेगवेगळ्या जिवरसायनिक क्रियाचे मार्ग आहेत हे सजीवातील चयपचय क्रियेस (metabolism) अतिशय आवश्यक आहे.

वनस्पती घडणाऱ्या चयपचय क्रियेस आवश्यक असणारी साखर पिष्टमय पदार्थ इत्यादी अनेक प्रकारच्या कार्बोहाइड्रेट्सच्या निर्मीतीसाठी उपयोगी प्रकाश संश्लेषण क्रिया क्लोरोफ्लाईट्समध्ये घडते. मायटोकॉड्रीया तील घडणारी पेशीय श्वसन या कार्बोहाइड्रेट्सला जाळून शक्ती उत्पन्न होते. हे चयपचय क्रियेस उपयोगी पडते. दिवसा वनस्पतीमध्ये श्वसनापेक्षा प्रकाश संश्लेषणाचा वेग जास्त असतो. रात्रीच्या वेळी या विरुद्ध घडते. उष्णता हवेतील आर्द्रता प्रकाशाची तिवृता इत्यादी घटक श्वसन व प्रकाश संश्लेषण क्रियेच्या प्रमाणाला प्रभावित करतात.



### महत्वाचे शब्द

सवात श्वसन, निर्वात श्वसन, वायुकोष, ग्रसणी (घसा) श्वसनलीका, श्वासनलीकेच्या शाखा, पडजिभ, निर्माण क्रिया, वायुगत मुळ्या, लेंटीसेल्स



### आपण काय शिकलोत?

- श्वसनात आपण आत घेतलेली हवा फुफ्फुसात तेथुन वायुकोषात जाते. पुन्हा त्याच मागानि बाहेर येते.
- श्वास घेतल्यापासुन पेशी स्तरावर आक्सीजनचा उपयोग होईपर्यंतच्या एकानंतर एक क्रमाने घडणाऱ्या सर्व क्रियांना मिळून श्वसन क्रिया म्हणतात.
- चुण्याच्या निवळीला उच्छवासाची हवा दुधाळ बनविते हे लेवोयीजर यांनी शोधून काढले.
- श्वासात घेतलेला वायु नासीकारंध्रात, ग्रसणीत, स्वरपेटीकेत, वायुनलीका, श्वासनलीका, फुफ्फुसे, वायु कोष तेथुन रक्तात मिसळते. त्याच मागानि कार्बनडाय आक्साईड परत प्रवास करतो.
- फुफ्फुसामध्ये वायुची अदलाबदल अतीसुक्ष्म पिशवीसारख्या वायुकोषात घडते.
- छातीच्या पोखळीच्या खालच्या भागात असणाऱ्या स्नायु निर्मीत पदद्याला विभाजक पटल / डायफ्राम असे म्हणतात.
- श्वास घेतल्यानंतर छातीच्या व्याप वाढतो. आणि डायफ्राम आंकुवन पाऊन सरळ होतो छातीच्या पोखळीतील दाब व हवा फुफ्फुसात शिरते. नाकामधील केसामुळे हवेतील धुळीचे कण गाळले जातात. नाकाच्या पोखळीत हवेचे तापमान शरीराच्या तापमानाएवढे होते. हवेत नाकाचा ओलावा मिसळतो.
- पडजिभ एक स्नायुनिर्मीत झाकणासारखी रचना आहे. ही हवेला आहाराला त्यांच्या मागानि जाण्यासाठी हालचाल करीत असते.

- श्वासनलीका, श्वासनलीकेच्या शाखेत नंतर ती सुक्ष्म वायुकोषात बदलने.
- अति सुक्ष्म वायुकोषातुन केशरक्तवाहिणीत वायुची अदलाबदल होते.
- सवात श्वसनात अधिक प्रमाणात शक्ती पाणी, कार्बनडाय आक्साईड वायु तयार होतो.
- श्वसनात आक्सीजन उपलब्ध नसल्यावेळी शक्ती निर्मांतीसाठी निर्वात श्वसन / किणवन क्रिया घडते.
- ग्लुकोजला आग लागल्यास विझवणे कठिण जाते पण उती आक्सीजनच्या उपस्थितीत ग्लुकोजला नियमीत जाळून नियंत्रण ठेऊ शकतात.
- पाणी आगीला विझवते पण श्वननामध्ये जाळ पाणी शेजारीच असतात.
- प्रकाश संश्लेषण क्रिया, श्वसन क्रिया, एकमेकांविरुद्ध दिसत असल्यातरी चयपचय क्रिया घडवुन आनण्यासाठी आवश्यक अनेक जिव रसायन क्रिया दोन्हीमध्ये सुध्दा घडतात.
- वनस्पतीत घडणाऱ्या चयापचय क्रियेला आवश्यक साखर, स्टार्च इत्यादी पिष्टमय पदार्थ क्लोरोफ्लाष्टमध्ये घडणाऱ्या प्रकाश संश्लेषण क्रियेत निर्माण होतात.
- श्वसन ही ज्वलन क्रियेपेक्षा खालील कारणामुळे वेगळी असते.
  - प्रयोग शाळेत ग्लुकोजला जाळून शक्ती उत्पन्न करण्यासाठी खुप उष्णता लागते. जर असे पेशीत घडले तर पेशी जाळून भस्म होईल.
  - एकदा ग्लुकोज जळायला लागला कि थांबवायला फार कठिण जाते. पण पेशीमध्ये ज्वलन क्रियेस थांबविण्याची क्षमता असते.
  - पाणी ज्वलनास थांबविते पण पेशीत भरपुर पाणी असुन सुध्दा श्वसन चालुच असते.
- पेशीय श्वसन मायटोकॉड्रीयात घडते. जिथे कार्बोहायट्रेस जळतात व रसायनिक शक्ती उत्पन्न होते ही शक्ती चयापचय क्रिया घडवुन आणतात.
- प्रकाश संश्लेषण क्रिया पाण्यातील क्लोरोफ्लास्ट मध्ये होते व साखर, स्टार्च आणि कार्बोहायट्रेड्स तयार होतात. ते वनस्पतीच्या चयापचय क्रियेस कमी पडतात.



## तुमच्या अभ्यासात सुधारणा करा

1. खालील मधील फरक स्पष्ट करा. (AS1)  
a) उच्छवास - श्वास    b) सवात - निर्वात श्वसन  
c) श्वसन - दहन    d) प्रकाश संश्लेषण क्रिया - श्वसन
2. सवात आणि निर्वात श्वसनातील कोणतेही दोन फरक लिहा? (AS1)
3. एखाद्या वेळेस अन्न, श्वासनालीत जाऊन त्रास होतो. असे का घडते ? (AS1)
4. पर्वत,टेकडयावर हळू चालताना सुध्दा श्वसन वेगात का घडते ? दम का येतो ? कारणे द्या ? (AS1)
5. रक्तकेशनालीत पोहोचण्या योग्य वायु,वायुकोषात साठुन असतो,या वाक्य योग्य करून कसे लिहा ? (AS1)
6. वनस्पती दिवसा प्रकाश संश्लेषण क्रिया व रात्री श्वसन क्रिया घडुन आणतात यास तुम्ही सहमत आहात का ? कारण काय ? का नाही ? (AS1)
7. समुद्रात पोहणारे व पर्वतरोही त्यांच्या बरोबर आक्सीजन सिलींडर घेऊन जातात ? कारण काय ?(AS1)
8. अत्याधिक वायुचा उपयोग करून घेण्यासाठी वायु कोषांच्या रचनेचा कसा बदल झाला ? (AS1)
9. श्वसनात साखरेपासुन शक्ती कुठे उत्पन्न होते. या प्रश्नाचे उत्तर मालाने फुफ्फुसे आणि रजीयाने कुठे स्नायु असे लिहिले कुणाचे उत्तर अचुक आहे ? कारण काय ?(AS1)
10. श्वसनात पडजीभ प्राणी डायफ्रामची भुमिका काय आहे? (AS1)
11. रक्त स्तरावर वायुची देवान घेवाण कशी घडते ? (AS1)
12. ब्रांकीयल वायुची देवाण घेवाण कशी घडते?(AS1)
13. कठिण व्यायाम केल्यावर स्नायु मध्ये इजा होते. श्वासक्रिया व इजा कसा संबंध आहे ते सांगा ?(AS1)
14. पाणासारखेच पण थोड्या प्रमाणात खोडास सुध्दा श्वसन घडते असे राजु म्हणाला, तुम्ही त्याचे समर्थन करता का ? कसे ?(AS1)
15. शरीरात डायफ्राम नसेल तर काय होईल ? (AS2)
16. फुफ्फुस रोगतज्ज्ञ (पलमोनोलीजीस्ट) डॉक्टरांना भेटण्याचा योग आला तर तुम्ही त्यांना कोणकोणते प्रश्न विचाराल ? (AS2)
17. तुमच्या प्रयोगशाळेत निर्वात श्वसनाविषयी माहिती मिळविण्यासाठी जाळण्याच्या प्रयोगाची पद्धत सांगा ?(AS3)
18. साखरेला जाळण्याच्या प्रयोगात तुम्ही निरिक्षण केलेल्या गोष्टी कोणत्या ?(AS3)
19. बेडकात घडण्याच्या त्वचीय श्वसनाविषयी माहिती गोळा करा ? त्या विषयी एक अहवाल तयार करून वर्गात प्रदर्शित करा ?(AS4)
20. तंबाखुचा उपयोग, प्रदुषण झाल्यामुळे होणाच्या श्वासकोष रोगांविषयी माहिती गोळा करा ? त्यावर तुमच्या वर्गात चर्चा करा ?(AS4)
21. श्वसनाचा मार्ग दाखविणारी नामांकीत आकृती काढा ? (AS5)
22. श्वनातील वेगवेगळे टप्पे दाखविणारे रेखाचित्र काढा. पेशीय श्वसनाबद्दल तुम्हाला काय माहित आहे ते लिहा ?(AS5)

23. तुमच्या शरीरात घडणाऱ्या श्वास क्रियेचे तुम्ही कसे कौतुक/प्रंशसा कराल ?(AS6)
24. तुमच्या शाळेतील चर्चा वेदीकेत चर्चा करण्यासाठी श्वसन संस्थेविषयी एक निबंध तयार करा ?(AS7)
25. हिमोग्लोबिन क्लोरीफिल हे श्वसना विषयी बोलत आहेत असे दर्शविणारे एखादे व्यंगचित्र काढा ?(AS7)

### रिकाम्या जागी योग्य शब्द भरा

1. उच्छ्वासात \_\_\_\_\_ आणि \_\_\_\_\_ वायु असतो.
2. हवा, आहार, शरीरात जाण्यायोग्य कार्य करणारे स्नायुयुक्त झडपासारखी रचना \_\_\_\_\_ ही होय.
3. शरीरातील साठवुन ठेवलेल्या शक्ती प्रमाणाला \_\_\_\_\_ म्हणतात.
4. मांगूवमध्ये श्वसनक्रिया \_\_\_\_\_ व्दारे घडते.
5. वनस्पतीत \_\_\_\_\_ या भागात लेंटीसेल्स असतात.

### अचुक उत्तर निवडा

1. स्वरतंत्र यात असते. ( )  
 a) वायुनलीका      b) स्वरपेटीका      c) नसीका पोखळी      d) ग्रसणी
2. फुफ्फुसातील अतीसुक्ष्म वायु पिशविना म्हणतात. ( )  
 a) वायु कोष      b) श्वासनलीका      c) श्वासनलीकेच्या शाखा      d) हवा कोष
3. खालील पैकी कोणते बरोबर आहे. ( )  
 i) डायफ्राम आंकुचन पावल्यावर - छातीचा व्याप वाढतो.  
 ii) डायफ्राम आंकुचन पावल्यावर - छातीचा व्याप कमी होतो.  
 iii) डायफ्राम प्रसरण पावल्यावर - छातीचा व्याप वाढतो.  
 iv) डायफ्राम प्रसरण पावल्यावर - छातीचा व्याप कमी होतो.  
 a) i      b) i आणि ii      c) ii आणि iii      d) iv
4. श्वसन ही एक अपचय क्रिया आहे कारण यात ( )  
 a) संकलीष्ट आहार परमाणु विच्छिन्न होतात      b) सौर शक्तीचा बदल होतो.  
 c) रसायनिक शक्तीचे संश्लेषण होते.      d) शक्ती साठवुन ठेवली जाते.
5. पेशीमधील या घटकास शक्ती साठवुन राहते. ( )  
 a) केंद्रक      b) मायटोकॉड्रीया      c) रायबोजोम      d) पेशी आवरण



## प्रणायाम - श्वास घेण्याची एक कला (Pranayama - The art of breathing)

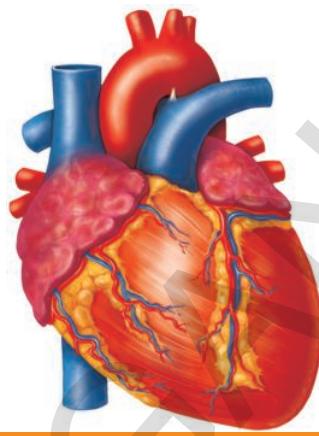
श्वसन हे मानवी अस्थित्वाचा मुळाधार आहे. श्वासात घेतलेली हवा शरीरातील प्रत्येक पेशीला पोहोचणे अती अद्भुत प्रक्रिया आहे. निरोगी जिवनजगासाठी उपयोगी पडणाऱ्या श्वसनाला नियंत्रीत करणे फक्त मानवालाच साध्य आहे. फुफ्फुसामध्ये सुक्ष्म वायुकोष असतात. प्रत्येक श्वासात 500 मी.ली हवा असते. खरे तर फुफ्फुसात 5800 मी.ली. हवा साठवण्याची क्षमता असते. प्रत्येक फुफ्फुसाला दोन वर्तुळाकृती भाग असतात. (खालचे व वरचे) आपण साधारणतः फुफ्फुसाच्या वरच्या भागातच श्वास घेतो म्हणजे



फुफ्फुसाच्या पुर्ण क्षमतेचा वापर करीत नाही. आपण उच्छ्वासाब्दारे सर्व हवा बाहेर फेकल्यावर सुध्दा जवळ जवळ 1200 मी.ली. हवा फुफ्फुसात शिल्पक राहते. म्हणजे आपण आणखी 4600 मी.ली.हवेने फुफ्फुसे भरु शकतो. तेवढी हवा श्वासाब्दारे नाकातुन घेण्यासाठी काय करावे लागेल विचार करा.

प्राचीन भारतीय आयुर्वेदाचार्य पतंजली महर्षी यांनी वैज्ञानिक पद्धतीने श्वसन करण्याच्या पद्धतीवर योगाभ्यास ही प्रक्रिया शोधुन काढली. यासच अष्टांग योग असे म्हणतात. यात 8 विभाग असून 195 योग शास्त्र नियम रचले ते म्हणजे 1) यम (सामाजिक शिष्टाचार) 2) नियम (व्यक्तीगत शिष्टाचार) 3) आसन (दृढ शरीराकृती प्राप्त करणे) 4) प्राणायाम (श्वसन शक्तीला वाढविणे) 5) प्रत्याहार (इंद्रीयांना नियंत्रणात ठेवणे) 6) धारणा (एकाग्रता साध्य करणे) 7) ध्यान (तपस्या करणे) 8) समाधी (आत्म साक्षात्कार साध्य करणे)

अष्टांग योगात पतंजली महर्षीने प्राणायाम बद्दल सांगीतले आहे. प्राणायाम म्हणजे श्वसनावर नियंत्रण ठेवणे त्याब्दारे निरोगी जिवन जगने हा होय. श्वासाब्दारे फुफ्फुसातील तीन लंबीका भरून हवा घेऊन रक्तात अधिक आक्सीजन पुरवठा होईल हाच या क्रियाचे मुळ सुत्र आहे. अशा प्रकारे दर्दी श्वास घेतल्याने साधारणतः एका मिनीटात 20 ते 22 श्वास घेण्याला 15 पर्यंत कमी करू शकतो. जास्त प्रमाणात हवा आत घेतल्याने उर्तीना आवश्यक तेवढा आक्सीजन मिळतो. त्यामुळे सर्व शारीरीक क्रिया उत्साहाने पार पडतात. पुरुक (दर्दी श्वासाने हवा आत घेणे) कुंभक (फुफ्फुसात हवा भरून ठेवणे) रेचक (हळुवार हवाबाहेर सोडणे) अशा तीन अवस्था असलेला प्राणायाम कोणत्याही व्योगटातला स्त्रि किंवा पुरुष करू शकतो. फुफ्फुसाची क्षमता वाढवुन एकाग्रता आरोग्यदायक प्राणायामाला शिकुण घेऊन करणे श्रेयस्कर आहे.



## धडा 3

### प्रसरण - रक्ताभीसरण संस्था

शरीराच्या वाढीसाठी व निर्वाहानासाठी सर्व सजिवांना पोषक पदार्थ वायु आणि द्रव्य पदार्थ आवश्यक आहेत.

सर्व एकपेशीय असो किंवा बहुपेशीय प्राणी असोत त्यांच्या सर्व भागांना वरील सर्व घटक पोहोचविलेच पाहिजे. एक पेशीय प्राण्यात या पदार्थाना दुरवर नेण्याची गरज नाही. जमीनीवर राहणाऱ्या पक्षासारख्या बहुपेशीय प्राण्यांना 100 मीटर दुरवरुन अन्न पदार्थ रवाना करावे लागते.

अमीबा, हैड्रा या सारख्या निम्न स्थायीच्या प्राण्यात सर्व पदार्थ विसरण (diffusion) आणि द्रवाभीसरण (osmosis) सारख्या साध्या पद्धतीने घडते.

ट्रीलीयन (trillions) इतक्या संख्येत असलेल्या उन्नत स्थायीच्या सजीवात विसरण व द्रवाभीसरण पद्धतीने अन्न पदार्थाला पुरवठा करण्यासाठी वर्षानुवर्षे लागतील.

या आवश्यकतेची पुरता करण्यासाठी सर्व सजीवांना विशिष्ट वेगवंत समर्थ, संस्थेची आवश्यकता पडली. ही आवश्यकता प्राणी स्वतःपुर्ण करतात. त्याच संस्थेला रक्तभिसरण संस्था ('the circulatory system') असे म्हणतात.

आपण घनपदार्थाला खातो, द्रव पदार्थाला पितो. वायुचे श्वसन करतो. या धन, द्रव्य वायु या पदार्थाना एकाच संस्थेने अभिसरण करता येईल असे तुम्हाला वाटते का?

आपल्या शरीरात रक्तभिसरण कशा प्रकारे घडते ते पाहू या.

डॉक्टर आजारी मानसाचा हात धरून त्याच्या हातातली घडी एक मिनीट पहातात. डॉक्टर रोग्याच्या हातात व घडळ्यातुन काय पाहण्याच्या प्रयत्न करतो? हृदय किती वेळा संपंदीत होते ते पाहण्यासाठी हात धरल्या जातो. हे पाहून आश्चर्य वाटेल.

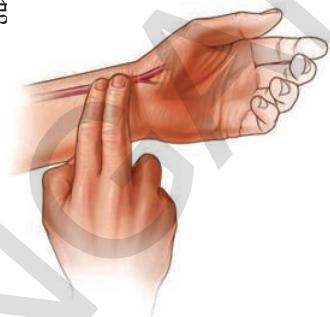
हृदयाचे स्पंदन हात धरून माहित करणे हा कोणता शहाणपणा आहे असे सुध्दा वाटू शकते.

## कृती-1

डॉक्टरासारखेच तुम्ही सुध्दा हृदयाचे ठोके मोजू शकता. आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे दोन बोटाना मनगटाच्या आतल्या बाजुने अंगठ्याच्या खालच्या बाजुला थोडे पहा.

- तुम्ही काय अनुभवलात?

मधुन कोणीतरी बोटांना ल्यबध्द पद्धतीने ढकलत आहे, असे वाटते ना, यालाच नाडी स्पंदन (pulse) म्हणतात. एका मिनीटात नाडी स्पंदन किती वेळा होतो ते मोजा. आता उभे राहुन थोडा वेळा जॉर्गिंग करा. नंतर एक मिनीट नाडी स्पंदन मोजा. अशा प्रकारे अशा तीन विद्यार्थ्याची नोंदे घेऊन खालील पट्टीकेत लिहा.



आकृती-1: नाडीस्पंदन

### तत्का-1

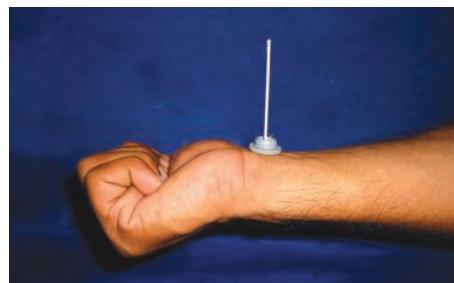
अ.क्र.	विद्यार्थ्याचे नाव	नाडी स्पंदन / मिनीटाला	
		विश्रांतीत असतांना नाडी स्पंदन	जॉर्गिंग नंतर नाडी स्पंदन

- तुम्हाला काय आढळून आले? विश्रांतीत आणि जॉर्गिंग केल्यानंतर नाडी स्पंदन एक सारखेच आहे काय?

## कृती-2

नाडी स्पंदनाचा दर व्यक्ती आणि संदर्भानुसार बदलत असतो. म्हणुन नाडी स्पंदन स्थीर नसते, आपण भिलेल्या वेळी, रागात असल्यावेळी नाडी स्पंदन वाढते असे समजते नाही का? आणखी काही संदर्भात अशाच प्रकारचे पाहू शकतो. उदाहारणार्थ आपण पायन्या चढतांना, पळतांना नाडी स्पंदनाचे निरिक्षण करा.

हृदयाचे स्पंदन व नाडीस्पंदन यांच्या मधील संबंधाला समजुन घेण्याचा प्रयत्न करू या. नाडी स्पंदनास दुसऱ्या एका पद्धतीने सुध्दा पाहू शकतो. खालील कृत्यास करून बघा. यासाठी तुमचा स्वतःचा स्टेथस्कोप तयार करून घ्या. एक शर्टचे बटन घ्या. आगडबीच्या काढीला बटणाच्या छिद्रात उभे करा. बटनाला आकृती दाखविल्या प्रमाणे मनगटावर ठेवा. बटनाच्यावरच्या काढीला हालचाली कडे लक्षपुर्वक पहा. त्याव्दारे नाडीस्पंदन मोजा.



आकृती-2 : मॅचस्टीक स्टेतस्कोप

- तुम्हाला काय लक्षात येते?
- नाडी स्पंदन कधी अधीक होते ?
- नाडीस्पंदन कशास दर्शवितो ?



## आपणास माहित आहे काय?

नवजात शिशु (0-3 महिने)	शिशु (3-6 महिने)	शिशु (6-12 महिने)	मुले (1-10 वर्ष)	मुले, वयस्क, वृद्ध 10 पेक्षा जास्त वर्ष	सुशिक्षीत खेळाऱ्हु
100-150	90-120	80-120	70-130	60-100	40-60

रेनी लेनेक (Rene Laennec) नावाच्या शास्त्रज्ञाने सन 1816 साली स्टेथस्कोपचा शोध लावला. स्टेथस्कोपच्या शोधाआधी डॉक्टर आजारी मानसाच्या छातीला कान लावुन हृदयाचे स्पंदन ऐकत होते. हृदयाचे स्पंदन ऐकण्यासाठी लेनेक यांनी प्रथम हृदयस्पंदन एकेण्यासाठी कागदाच्या नळीचा वापर केला. नळीच्या एका टोकाला छातीवर ठेवुन दुसऱ्या टोकाने ऐकत होता. त्या कागदी नळीने आवाज स्पष्टपणे ऐकू शकला. पुन्हा नंतरच्या काळात कागदाएवजी बांबुच्या नळीचा वापर करण्यात आला. त्याला त्याने स्टेटस्कोप असे नाव दिले.

### कृती-3

लेनीसने केलेल्या प्रयोगाला आपण पण करु या.

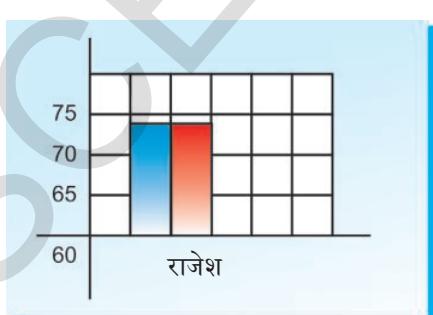
10 इंच लाब एक इंच व्यासाची एक कागदी नळी बनवा. तुमच्या मित्राच्या माने पासुन 6 इंच खाली छातीवर मध्य भागाच्या एक इंच डाव्याबाजुवर नळीचे एक ठोक ठेवा. दुसऱ्या बाजुला कान लावुन ऐका. एक मिनीटात किती वेळा हृदय स्पंदन ते मोजा. कमीत कमी 10 विद्यार्थ्यांच्या हृदयाच्या स्पंदनाला, नाडीस्पंदनाला मोजुन खालील तक्त्यात नोंद करा.

### तत्का-2

अ.क्र.	विद्यार्थ्यांचे नाव	विश्रांती मध्ये एका मीनीटाला हृदयाचे स्पंदन	विश्रांती मध्ये एका मीनीटाला नाडीस्पंदन
1	निशांत	72	72

वरील माहितीच्या आधारे हृदय स्पंदन, नाडीस्पंदना मधील संबंधाला दाखविणारा स्तंभालेख (Histogram) काढा. नमुना ग्राफचे निरिक्षण करा. त्यात निळ्यारंगाचा स्तंभ हृदय स्पंदनास व लाल रंगाचा स्तंभ नाडी स्पंदनास दर्शवितो.

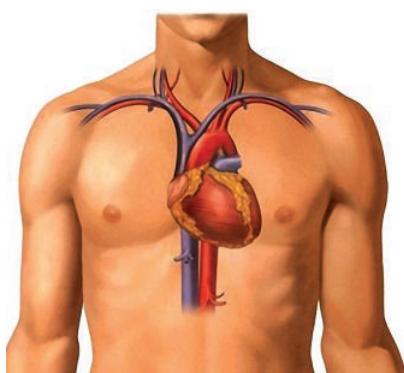
- नाडीस्पंदन व हृदयस्पंदनात काय संबंध आहे?
  - हृदय स्पंदनाचा दर, नाडी स्पंदनाचा दर कधी समान असतो?
- वरील निरिक्षणाआधारे दोन्हीत संबंध असतो असे समजते. हे हृदय स्पंदनच आपणास जिवंत ठेवते.



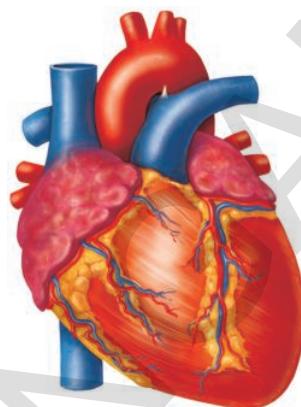
x-अक्ष - विद्यार्थ्यांचे नाव

y-अक्ष - हृदयाचे स्पंदन, नाडीस्पंदन प्रत्येक मीनीटाला

आता आपल्या शरीरातील अत्यंत मुख्य अवयव, हृदयाबद्दल व त्याची रचना व कार्याबद्दल माहिती मिळवू या. हृदय हे छातीच्या बरगड्यात दोन फुफ्फुसाच्या मध्ये थोडे डाव्या बाजुला झुकलेले असते. तुमच्या हृदयाचा आकार तुमच्या मुठी एवढा असतो.



**आकृती-3: हृदयाचे स्थान**



**आकृती-4: हृदय**



### प्रयोगशाळेतील कृत्य

**उद्देश:** स्तनधारी प्राण्याचे हृदयाचे निरिक्षण करणे.

**आवश्यक सामग्री:** स्तनधारी सर्व प्राण्याचे हृदय एकसारखेच असते. म्हणून आपण मेंढी किंवा शेळीचे हृदय निरिक्षण करण्यासाठी घेऊ या. मेंढी किंवा शेळीचे ताजे हृदय, सोडा स्ट्रो, ब्लेड किंवा स्काल पेल, डिसेकशन ट्रे, एक मग पाणी, डिसेकशन सीजर, फोर्सेप, रचना, निरिक्षण पद्धत:

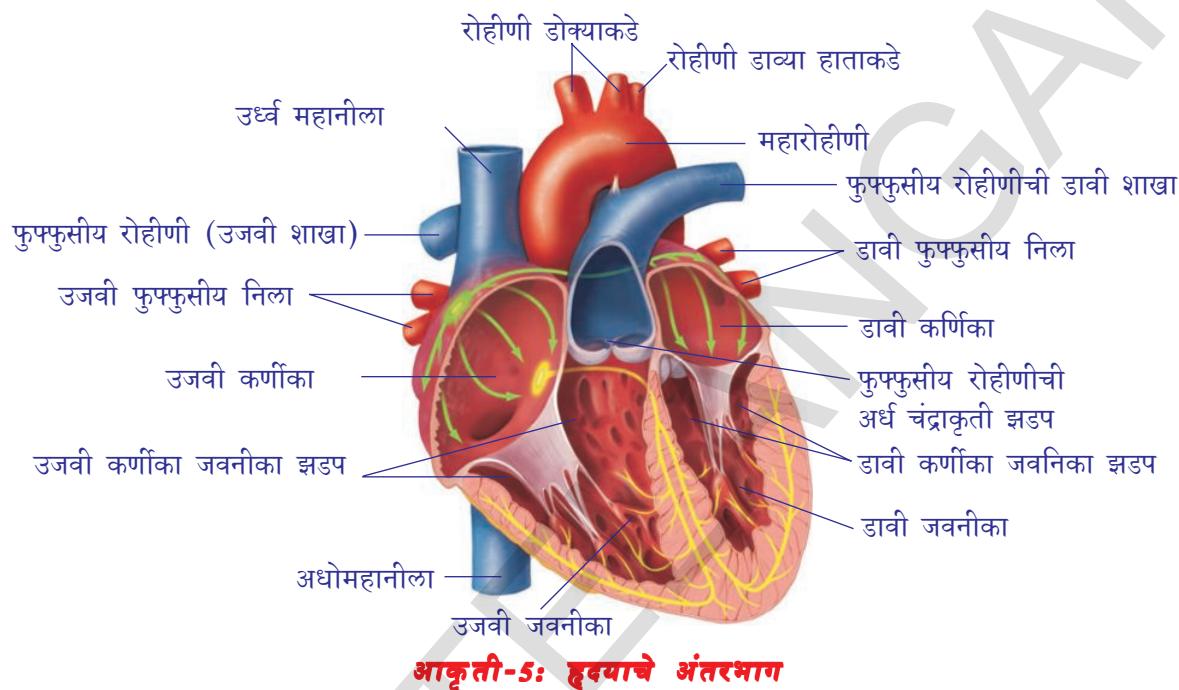
मेंढी किंवा शेळीचे ताजे हृदय घेऊन त्यातुन रक्त काढुन स्वच्छ करावे. सोडा स्ट्राला कापलेल्या रक्तनळीकेत घाला. अशाप्रकारच्या हृदयाचे निरिक्षण केलेल्या अनेक गोष्टी वहीत लिहा.

- हृदयाला झाकुन किती थर आहेत.( थरांना कातरीने कापुन टाका)
- हृदयाचा आकार केवढा आहे?
- हृदयास चिटकुन किती रक्तवाहीण्याचे बुड आहेत ?
- हृदयासा कोणता भाग पसरट व कोणता भाग लहान आहे ?

हृदयाला चिटकुन असलेल्या करोनरी निलाला (करोनरी वेन) बघा. (ताजे हृदय मिळत नसल्यास हृदयाच्या नमुना चार्ट वापरा)

## हृदयाची अंतररचना (Internal structure of the heart)

- मोठ्या चापासारखी रक्तवाहीणी वर येईल अशा या प्रकारे हृदयाला डिसेक्शन ट्रे मध्ये ठेवा. असा वर दिसणारा भाग हा खालचा भाग असतो.
- आता धारदार स्कालपेल किंवा ब्लेड घेऊन हृदयाच्या आतील कप्पे बाहेर दिसतील अशा रितीने कापा. आवश्यकता भासल्यास आकृती 6 ची मदत घ्या.



आतील भागाचे निरिक्षण करा. प्रथम हृदयाच्या भिंतीचे निरिक्षण करा.

- हृदयाच्या भिंत सर्व ठिकाणी सारख्या जाडीची आहे का?
- हृदयात किती कप्पे आहेत?
- हृदयाच्या कप्प्यांच्या मधात काही विशिष्ट रचना पाहिलात काय?
- हृदयाचे कप्पे एकामेकास कसे जोडल्या गेले आहेत?
- हृदयाचे कप्पे एकामेकापासुन कसे वेगळे केले गेले आहेत?
- हृदयाच्या कप्प्यांमध्ये कांही विशिष्ट रचना दिसुन येतात काय?
- हृदयाच्या खालच्या कप्प्यातील पांढऱ्या रचनांना पाहिलात काय? ते कोणत्या भागास चिटकून आहेत ते पहा?

तुमचे निरिक्षण वहीत लिहुन ठेवा व त्याची खालील दिलेल्या माहितीशी तुलना करा. हृदय हे उघड्या रांजनाच्या आकाराचे त्रिकोणी आकाराचे असते. वरचा भाग पसरट व खालचा भाग लहान असतो. हृदयास दोन आवरण असतात. यास हृदयावरण त्वचा (Pericardial Membranes) असे म्हणतात. या दोन आवरणामधला भाग हृदयावरण द्रवाने भरलेला असतो. हा द्रव्य हृदयाला धक्यापासुन रक्षण करते.

हृदयाच्या आत असलेल्या उंच रचनामुळे हृदयाचे चार भाग पडतात. वरील दोन भागांना कर्णिका (auricles) म्हणतात. खालील दोन भागांना जवनीका( ventricles) म्हणतात.

हृदयाच्या भिंतीला चिटकुन असलेल्या रक्तवाहीणीला करोनरी म्हणतात. त्या हृदयाच्या स्नायुस रक्त पुरवठा करतात.

वरील कर्णिकाच्या भिंती पातळ असतात. खालील जवनीकाच्या भिंती जाड असतात. आपल्या निरिक्षणानुसार हृदयाला चार कप्पे असतात हे निश्चित झाले. डाव्या बाजुला दोन कप्पे असतात. एक वरच्या बाजुला पुर्वांत बाजु (anterior) एक खालच्या बाजुला परांत बाजु (posterior) असतात. तशाच प्रकारे उजव्या बाजुला सुध्दा दोन कप्पे असतात.

हृदयाला चिटकुन असलेल्या रक्तवाहिण्याचे निरिक्षण करा.

- हृदयास किती रक्त वाहिण्या चिटकुन आहेत ?
- सर्व रक्त वाहिण्या मजबुत आहेत काय ? किती रक्तवाहिण्या मजबुत आहेत ?
- रक्तवाहिण्याच्या मजबुतीचा आणि रक्तभिसरणाचा काही संबंध असेल असे तुम्हाला वाटते काय ?

मजबुत असलेल्या रक्तवाहिण्यांना रोहीणी असे म्हणतात. त्या हृदयापासुन निघुन शरीराच्या सर्व भागांना रक्त पुरवठा करतात. सर्वांत मोठ्या रक्तवाहीणीला महारोहीणी (aorta.) म्हणतात. लहान रक्तवाहीणीला फुफ्फुसीय रोहीणी (pulmonary artery) ही हृदयापासुन रक्त फुफ्फुसाकडे घेऊन जाते.

कमी मजबुत असलेल्या रक्त वाहिण्यांना निला (veins) म्हणतात. या शरिर भागाकडून रक्त हृदयाकडे घेऊन जातात. हृदयाच्या वरील भागात उजव्या बाजुला असलेल्या मोठ्या निलाला उर्ध्व महानिला superior venacava (precaval vein) म्हणतात. ही शरीराच्या वरच्या भागापासुन (मानवी डोक्यापासुन) रक्त गोळा करते.

हृदयाच्या उजव्या बाजुला खालच्या भागात दिसणारी निलाला अधोमहानिला inferior venacava (postcaval vein) असे म्हणतात. ही शरीराच्या खालच्या भागापासुन (हातपाय) रक्त गोळा करून हृदयाकडे पाठविते.

डाव्या बाजुला असलेल्या कर्णिका, जवणीका, उजव्या बाजुपेक्षा लहान असतात. दोन्ही कर्णिका, दोन्ही जवनीका स्नायुयुक्त विभाजकाव्दारे (septa) वेगळे केलेले असतात.

कर्णिकास जवनीकाच्या मध्ये झडपा असलेली रंघे असतात. उजव्या कर्णिकेत उर्ध्व आणि अधो महानिला उघडण्याचे छिद्र असते. उजव्या कर्णिकेत आणि उजव्या नवनीकेत असलेल्या झडपेला त्रिदल झडप Tricuspid valve म्हणतात.

डाव्या कर्णिकेत फुफ्फुसापासुन रक्त वाहून आणणारी फुफ्फुसीय निलाचे छिद्र उघडलेले असलेले पाहू शकतो. डावी कर्णिका आणि डावी जवनीकेत जी झडप असते तीला द्विदल झडप Mitral or bipartite valve म्हणतात.

डाव्या कर्णिकाच्या वरच्या बालुला जाड रक्तवाहिणी निघते. या मोठ्या रक्तवाहीणीला

महारोहीणी(aorta) म्हणतात. महारोहीनी आक्सीजन युक्त रक्तास शरीर भागास पुरवठा करते.

उजव्या जवनीकेच्या वरच्या भागापासुन फुफ्फुसीय रोहोणी फुफ्फुसाकडे आक्सीजन विरहीत रक्त घेऊन जाते. काळजीपुर्वक निरिक्षण केल्यास या रक्तवाहीण्यात सुध्दा झडपा दिसून येतात.

## रक्तवाहीण्या व रक्ताभीसरण (The blood vessels and circulation)

रक्तवाहीण्याची रचना अणि त्याच्या कार्यपद्धती विषयी माहिती मिळवू या.

16 व्या शतकापर्यंत रक्तवाहिण्या कशा कार्य करतात हे माहित नव्हते. सन 1574 साली इटलीयन डॉक्टर गैरोल्मो फाब्रिसी (Girolamo Fabrici) पायातील निलांचे अध्ययन करीत असतांना त्यात लहान लहान झडपा असलेले पाहिले. रक्तनलीकेत रक्त एकाच दिशेने प्रवाहीत होत असेल तर झडपा, रक्तवाहीण्याच्या भिंतीकडे वाकुन असतात. यामुळे रक्तवाहिण्यास कोणताही अडथळा निर्माण होत नाही. पण कधी रक्त विरुद्ध दिशेने वाहण्याचा प्रयत्न केला तर झडपा बंद होऊन वाहिण्या बंद करून रक्त प्रवाह थांबवितात. म्हणजे त्या झडपा एक दिशेत उघडणाऱ्या झडपा आहेत. मानुस उभे असतांना त्या रक्त वरच्या दिशेने वाहण्यासाठी मदत करतात. पण रक्ताला खालच्या दिशेने वाहु देत नाहीत.

एखादा व्यक्ती पायाला हलविण्यास किंवा पायाला तान दिल्यास ने निलावर दाब देतात. म्हणुन रक्त बळजबरीने गुरुत्वाकर्षनाच्या विरुद्ध दिशेने वर सरकते. कारण त्या स्थितीतच मात्र रक्त प्रवाहीत होण्याची शक्यता असते. जर व्यक्ती पायाच्या स्नायुला शिथील सोडला तर रक्त वेगाने प्रवाहीत होत नाही. त्याच प्रमाणे गुरुत्वाकर्षनामुळे खाली सुध्दा प्रवाहीत होत नाही. कारण झडपा रक्ताला खाली वाहु देत नाहीत.

एक महत्वाची गोष्ट म्हणजे रक्त हातापायाच्या निलाव्दारे हृदयाकडे प्रवाहीत होते. रक्त नेहमी डाव्या कर्णीकापासुन शरीरभागाकडे प्रवाहीत होते असे फाँब्रीसीने शोधुन काढले. पण त्यांनी त्यांच्या शोधातील महत्वाच्या गोष्टीकडे दुर्लक्ष केले

त्यानंतर विलीयम हार्वे (William Harvey 1578-1657) नावाच्या ब्रिटीश वैद्य शिक्षणासाठी इटलीला जाऊन फाब्रीसी जवळ अभ्यास केला.



आकृती-7:  
विलीयम हार्वे

विषयी विचार करायला हार्वेनी सुरुवात केली. निलात रक्त एकाच दिशेला वाहते आणि हृदयाच्या दिशेने रक्त वाहण्यासाठी रक्तावर दाब टाकतो असे हार्वे समजत होता.

हार्वेनी प्राण्यातील निलांना जोराने बांधुन बंद करून रक्त प्रसरणाची दिशा माहित

करण्याचा प्रयत्न केला. निलातील रक्त नेहमी हृदयाकडे वाहत असल्यामुळे बांधलेल्या जागी खालच्या बाजुचा भाग सुजायचा यानुसार निलात रक्त हृदयाकडुन शरीरभागाकडे प्रवाहीत होत नाही. सर्व निलात असेच घडते हे हार्वेनी शोधुन काढले. म्हणजेच निलामध्ये नेहमी रक्त हृदयाकडेच वाहते.

रोहीणीचे निरिक्षण केले असता, रक्त नेहमी रोहीणीला बांधलेल्या वरच्या बाजुला जमा व्हायचे व सुजायचे म्हणजे रोहीणीमध्ये रक्त हृदयाकडुन शरीरभागाकडेच वाहते पण शरीर भागाकडुन हृदयाकडे वाहत नाही असे शोधुन काढले.

रक्त प्रवाहाविषयी हार्वेने अभ्यास केला. हृदय रक्ताला रोहीणीत पाठविते. तसेच नीलापासुन रक्त हृदयात पोहोचते. म्हणजेच रक्ताला दोन प्रवाह आहेत. यालाच दुहेरी रक्त प्रसरण (double circulation) असे नाव ठेवले गेले. रक्त उजव्या जवणीकातुन नीलाब्दारे फुफ्फुसात पोहोचते, तिथुन निलाब्दारे डाव्या कर्णकित पोहोचते. डाव्या कर्णकापासुन डाव्या जवणीकात रक्त पोहोचुन रोहीणीबाबारे शरीरभागात वाहुन परत निलाब्दारे उजव्या जवणीकात शिरते. अशाप्रकारे रक्त हृदयातुन निघुन नंतर हृदयातच शिरते.

हृदयातुन शरीरभागांना पोहोचलेले रक्त तिथे उपयोगात येऊन पुन्हा नवे रक्त तयार होते अशी कल्पना चुक आहे असे हार्वेनी सिध्द केले. एका आकुंचनाने हृदय किती रक्त पुरवठा करतो, तसेच एका मिनीटात हृदय किती वेळा स्पंदीत होते याची गणना केली.

एका तासात मानवाच्या वजनाच्या तीनपट वजना इतके रक्त हृदयाब्दारे पुरवठा केला जातो असे हार्वेनी शोधुन काढले. म्हणजे इतके रक्त इतक्या कमी वेळात उत्पत्ती होत नाही. यावरून असे स्पष्ट होते की, रक्त हृदयाकडुन शरीराला, शरीरापासुन हृदयाकडे पुन्हा पुन्हा वाहत असते असे म्हणु शकतो हे शोधुन काढले.

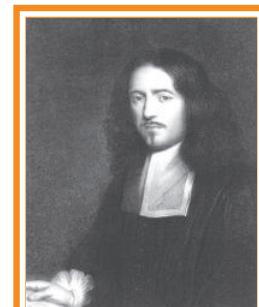
त्यांच्या संशोधनात हार्वेना एका नव्या प्रश्नाला तोड दिले. रोहीणी आणि निलांना जोडणाऱ्या लहान रक्तवाहिण्या खरेच आहेत काय?

सन 1650 शास्त्रज्ञ भिंगाना (lenses) जोडुन वापरल्या मुळे डोळ्यांनी न दिसणाऱ्या सुक्ष्म वस्तुंना मोठ्या रूपात पाहण्याच्या पद्धतीचा शोध लावला. मार्सेल्यो

माल्फीजी (Marcello Malpighi (1628-1694) यांनी सुक्ष्मदर्शनीच्या (microscope) साहाय्याने डोळ्यांनी सहज न दिसणाऱ्या रक्तवाहिण्यांना पाहू शकले.

हार्वेच्या मृत्युनंतर 4 वर्षांनी 1661 वर्षी माल्फार्जीने वटवाघुळाच्या पंखाचे अध्ययन केले. वटवाघुळाच्या पंखात असणाऱ्या अती पातळ पड्यातील (पेटाजीयम) रक्तवाहीण्याना सुक्ष्म दर्शनीने पाहिले. तेव्हाच निला आणि रोहीणीला जोडणारे अतिसुक्ष्म रक्तवाहिण्याना पाहू शकले.

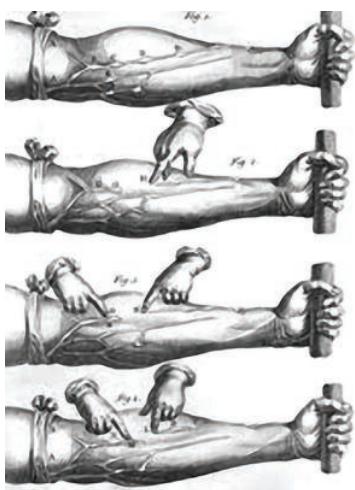
अशा लहान रक्तवाहिण्यांना सुक्ष्म केशरक्त वाहिण्या (capillaries) असे नाव ठेवले. याचा अर्थ लॅटीन भाषेत “केस” असा अर्थ होतो कारण त्या रक्तवाहिण्या सुधा केसासारख्या बारीक असतात. रक्त केशवाहिण्याच्या शोधामुळे रक्त प्रसरणाविषयी पुण्यणे माहिती मिळाली. म्हणुनच याचा स्विकार करून याच पद्धतीचे अनुकरण केली जात आहे.



**आकृती-7: मार्सेल्यो माल्फार्जी**



**आकृती-1:(अ) असे करा**



**आकृती-8:(ब) हार्वेचा  
प्रयोग**

करता येते. रोहिण्या हृदयाकडुन शरीर भागाला रक्त पुरवठा करतात. या विस्तृद निला शरीरभागाकडुन रक्ताला हृदयाकडे घेऊन जातात. खालील रोहिणी आणि निला रक्तवाहिणीचा आडवा छेद पहा. त्यांच्या रक्तप्रवाहाच्या वेगाशी काही संबंध आहे का? चला रोहिणी व निला याची रचना, कार्य, फरक पाहू या.

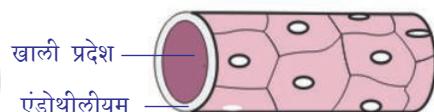
### रक्त केशवाहीण्या (Blood capillaries)



**आकृती-9:(अ) रोहिणीचा आडवा  
छेद**



**आकृती-9:(ब)  
निलाचा आडवा छेद**



**आकृती-9:(क) केशवाहीण्या आडवा छेद**

रक्तकेशवाहीण्या या एकपेशी जाडीचे असुन सुक्ष्म रक्तवाहिण्या आहेत. या त्यातुन पदार्थचे विसरण होण्यास अनुमती देतात. लाल रक्त पेशीतील ल्युकोसाईट्स सुक्ष्म केशवाहीण्याच्या भीतीतुन आत प्रवेश करू शकतात. ते रोहिणी व निलायांना जोडुन रक्तवाहिण्याचे जाळे निर्माण करण्यासाठी उपयोगी पडतात.

वित्यम हर्वे यांचा प्रयोग वाचल्यानंतर खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

- केण्ट्या रक्तवाहिणीत झडपा असतात ? तुमच्या विचारांने झडपांचा उपयोग कसा होतो ?
- जेव्हा हाताला बांधल्यावर हृदयाच्या दुर असलेल्या बाजुला रक्त वाहिण्या का फुगतात ?
- हृदयात कण्ठीका व जबनीकाच्या जोडीवर झडपा असतात या झडपामुळे आणि निलातील झडपाचे कार्य एकसारखे आहे असे तुम्हाला वाटते काय ?
- शरीरातील आतल्या बाजुने असलेल्या रक्तवाहिण्यांना (रोहीणीला) बांधल्यावर ते हृदयाच्या बाजुने फुगतात कारण काय ?

हर्वेचा प्रयोग वाचवित्यानंतर रोहीणी व निला संबंधीत पहिल्या रांगेत दिलेल्या सुचनाच्या मदतीने तत्ता -3 मधील रोहीणी व निला (दोन, तीन ) रांगेतील रिकाम्या जागा भरा

### तत्ता-3

अ.क्र.	रक्तवाहिणीची रचना / क्रिया	रोहीणी	निला
1.	भिंतीची जाडी (पातळ/जाढ)		
2.	झडपा (असतात/नसतात)		
3.	रक्तप्रवाहीत न झाल्यास तीचा आकार ( बदलतो/ बदलत नाही)		
4.	रक्तास..... पासुन..... कडे घेऊन जातात. ( हृदयापासुन शरीरभागाकडे शरीर भागाकडुन हृदयाकडे		
5.	रक्तवाहिणीवर रक्ताचा दाब (कमी/जास्त)		
6.	रक्तवाहिणीतील वाहणारे रक्त (आक्सीजन युक्त/ आक्सीजन विमुक्त)		

फुफ्फूसीय निला आणि फुफ्फूसीय रोहीणी मधील फरक पाहु या.

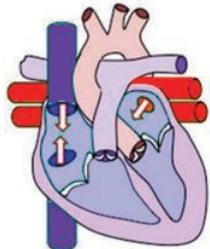
पायावर पाय ठेवुन बेंचवर बसा. या स्थितीत एका पायाच्या गुडध्यावर दुसऱ्या पायाचा गुडगा असतो. एक पाय जमीनीवर टेकुन तर दुसरा पाय लोंबकळत असतो. अशा प्रकारे काही वेळ बसल्यावर हृदयाच्या ल्यबध्द स्पंदनास पायामधील हालचालीने अनुभव शकतो. याच स्थितीत जास्त वेळ बसल्यास लोंबकळत असलेल्या पायात मुऱ्या चावल्या सारख्या वाटतात. पाय जड पडल्यासारखे वाटते. असे का घडते ? तुमच्या शिक्षकांशी चर्चा करा. हाताच्या निला रक्ताने भरून सुजतील या प्रमाणे हाताला खांद्या पासुन गोल गोल फिरवा. नंतर हाताला खाली येऊ द्या. वर ठळक दिसणाऱ्या निलाला हळुवार अंगठ्याने दाबा. विरुद्ध दिशेत रक्त प्रवाहीत झाल्या चे दिसुन येते. झडपाच्या विरुद्ध दिशेत रक्त

प्रवाहीत होत निला सुजल्यासारखी तुम्ही आहिलात काय? असे का घडते तुमच्या शिक्षकांना विचारा.

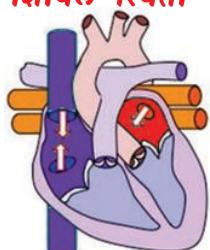


## विचार करून चर्चा करा

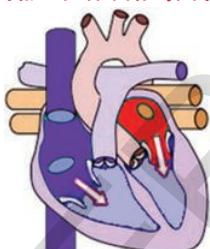
- रोहीणीच्या भिंती दृढ व लवचीक का असतात? कारण काय?
- रोहिण्यानी फांद्या असलेल्या झाडाशी तुलना का करतात?
- रोहीणी पेक्षा निलाचा प्रवाहमार्ग (lumen)व्यास जास्त का असतो?



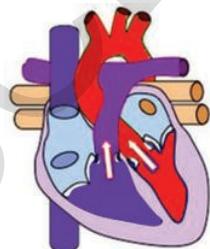
**1. कर्णीका आणि जवनीका ची शिथिल स्थिती**



**2. रक्त कर्णीकात प्रवेश करते**



**3. कर्णीकाबे आकुंचन आणि जवनीकात रक्ताचा प्रवेश**



**4. जवनीकाबे आकुंचन झडपा बंद होतात.(लब) रक्त रोहीणीत प्रवेश करते.**

## हृदीक वल्य (THE CARDIAC CYCLE)

मानवी हृदय 21 दिवसाचा डिंबक गर्म असता पासुन स्पंदन सुरु होते. (पुरुत्पादन धडा पहा) मानवाची मृत्यु होईपर्यंत हृदयाचे स्पंदन सतत चालुच असते.

कर्णीका आणि जवनीका एकाच वेळी आंकुंचन पाऊन पुन्हा यथास्थितीत आल्यास त्यास हृदीक वल्य(cardiac cycle) असे म्हणतात.याचे निरिक्षण करू या.

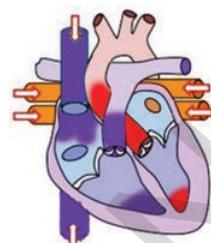
1. हृदयातील चार कप्पे विश्रांती स्थितीत (शिथील) (joint diastole) आहेत असे समजुन हृदीक वल्याच्या पद्धतीचे निरिक्षण करू या.
2. महानीला आणि फुफ्फुसीय निलाव्दारे रक्त उजव्या आणि डाव्या कर्णीकात शिरते.
3. आता कर्णीका आकुंचन पाऊन रक्ताला जवनीकामध्ये पाठवितात.
4. जेव्हा जवनीका रक्ताने भरतात तेव्हा कर्णीका आकुंचन पावतात व शिथील होतात. कर्णीका आणि जवनीका मध्ये असलेले छिद्र झडपाने बंद होते. जवनीकाच्या आकुंचनामुळे रक्तावर दाब पडतो व रक्त महारोहीणी व फुफ्फुसीय रोहीणीमध्ये शिरते. जेव्हा झडपा दाबाने बंद होतात. हृदयाचा लब (lub) असा आवाज येतो.
5. जेव्हा जवनीका शिथील होऊ लागतात तेव्हा रक्तावरील दाब कमी होतो. तेव्हा रोहीणीतील रक्त पुन्हा जवनिकात परतण्याचा प्रयत्न करते. पण रक्त वाहिण्यात झडपा असल्यामुळे रक्ताला परत जाता येत नाही. यावेळी हृदयाचा हळू असा डब आवाज येतो.लगेच कर्णीका मध्ये रक्त भरून पुरवण्यासाठी तयार असते.

हृदयाच्या स्पंदनातील अशा क्रमवार घडणाऱ्या सर्व प्रक्रियेला मिळून हृदीक वल्य (cardiac cycle) असे म्हणतात.

हृदयाच्या हार्दीक वल्यात हृदयाच्या आकुंचन स्थितीला सिस्टोल (systole) व प्रसरण स्थितीला डायास्टोल (diastole) म्हणतात. या दोन्ही क्रिया घडण्यास 0.8 सेकंद लागतात.

कर्णिकाच्या आकुंचनासाठी 0.11-0.14 सेकंद लागतात. जवनीकाच्या आकुंचनास 0.27-0.35 सेकंद वेळ लागतो.

म्हणुन अशा प्रकारे रक्त रक्तवाहिण्यात निरंतर नियमीत वेळात वाहत असते. पण उर्तीना पोहोचणारे रक्त निरंतर वाहत नाही तर थांबुन थांबुन लाटा प्रमाणे वाहते. म्हणुनच आपण मनगटाला बोटे धरून ठेवल्यावर तिथल्या रोहीणीत रक्त वाहतांना त्याचा दाब आपल्याला जाणवतो त्यासच आपण नाडी स्पंदन (pulse) म्हणतो. आपल्या हृदय स्पंदनाचा दर व नाडी स्पंदनाचा दर सारखाच असतो.



**5. जवनीकाची  
यथास्थीती  
रोहीणीतील झडपा  
बंद होतात.(Dub).**  
**आकृती-10(1-5)  
हार्दीक वल्य**

## ?) आपणास माहित आहे काय ?

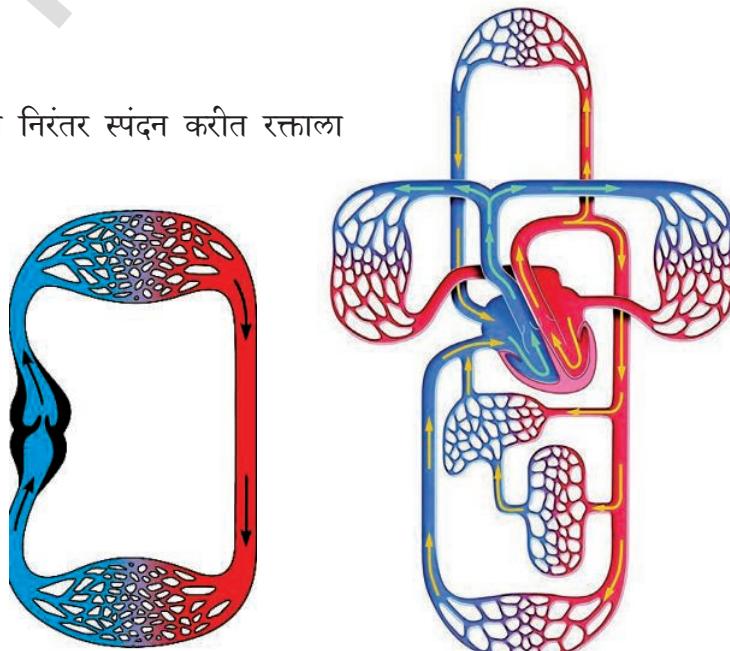
प्राण्याचे नांव	शरीराचे वजन	हृदयाचे वजन	मिनीटाला हृदयस्पंदन
ब्लु व्हेल	1,50,000 कि.ग्रॅ.	750 कि.ग्रॅ.	7
हत्ती	3000 कि.ग्रॅ.	12 - 21 कि.ग्रॅ.	46
मानव	60-70कि.ग्रॅ.	300 ग्रॅ.	76
कोयलटीट(पक्षी)	8 ग्रॅ.	0.15 ग्रॅ.	1200

## एकेरी / दुहेरी फेरीचे रक्ताभिसरण (Single /double circulation)

रक्त हे रक्तवाहीण्यातच वाहते, हृदय निरंतर स्पंदन करीत रक्ताला वाहत ठेवतो हे आपणास माहित आहे. रक्त हृदयातुन शरीरभागाकडे तेथुन पुन्हा हृदयास शिरतो. असा रक्त प्रवाह सर्व प्राण्यात सारखा नसतो. आकृती 11(अ) आणि 11(ब) चे निरिक्षण करा.

आकृतीत कुठुनही सुरुवात करून बाणाच्या चिन्हाच्या मागानि पेन्सील फिरवा. तुमच्या मार्गात येणाऱ्या भागांना ओळखा.

(दोन्ही आकृतीतील विविध भाग ओळखण्याचा प्रयत्न करा.)



**आकृती-11(अ) एकेरी  
फेरीचे रक्ताभीसरण**

**आकृती-11(ब) दुहेरी  
फेरीचे रक्ताभीसरण**

दोन्ही फ्लोचार्टला पाहून खालील प्रश्नांबी उत्तरे द्या.

- आकृती -11(अ) आणि (ब) मध्ये तुमची पेन्सील शरीर भागातुन किती वेळा प्रवास करते?
- आकृती -11 (अ) आणि (ब)मध्ये तुमची पेन्सीलने हृदयातुन किती वेळा प्रवास करते?
- आकृती -11 (अ) आणि (ब) मध्ये तुमची पेन्सील फुफ्फुसातुन किती वेळा प्रवास करते? पहिल्या आकृतीत हृदयातुन रक्त केवळ एकदाच (one circulation) शिरते असते आपण पाहिले.

रक्त हृदयातुन केवळ एकदाच प्रवास करीत असेल तर अशा रक्त प्रसरणास एकेरी फेरीचे रक्ताभीसरण (single circulation.) म्हणतात.

रक्त हृदयातुन दोनदा प्रवास करीत असेल तर त्यास दुहेरी फेरीचे रक्ताभीसरण (double circulation) म्हणतात.

### शोषरस संस्था (Lymphatic system)

रक्तवाहिण्यात रक्त उतीत प्रवेश करण्याच्या वेळी रक्तवाहिण्यातुन काही घन पदार्थ काही द्रव्य पदार्थ विशिष्ट ठिकाणी बाहेर पडतात. या सर्वांला गोळा करून रक्तभीसरण संस्थेत पाठविण्याची गरज असते.

रात्रभर बसमध्ये सीटवर बसुन प्रवास केल्यावर तुमच्या पायाला कसे वाटते? कधी पाहिलात का? पायात चप्पले घालायला अवघड जाईल नाही का? वयस्क माणसात हे स्पष्ट जाणवते. पाय सुजल्या सारखे वाटतात.यास एडीमा(edema.) म्हणतात.

- पायावर सुज का येते?

हृदयाच्या स्पंदनाने रक्त, रक्तवाहिण्यात वाहते हे आपणास माहित आहे. हृदयातुन वाहणारे रक्त, रक्तवाहीण्याद्वारे वाहत शेवटी रक्त केशवाहीण्यात पोहचते. पोषक पदार्थ युक्त रक्तातील द्रव रक्त केशवाहीण्याद्वारे उतीत पोहचते. उतीत पोहोचलेल्या रक्तातील द्रव भागास उतीद्रव (tissue fluid) असे म्हणतात.

हा उतीद्रव पुन्हा रक्ताभीसरण संस्थेत पोहोचावा लागतो. उती द्रवातील काही भाग अतीसुक्ष्म नीलात(vessels) मध्ये जाऊन तेथुन नीलाद्वारे हृदयात जाते. उरलेल्या उतीद्रव रक्तात कसा प्रवेश करतो. उतीमध्ये उरलेल्या उतीद्रवाला रक्तात पोहोचविण्यासाठी एक समांतर संस्था निर्माण झाली, त्यासच शोषरस संस्था (lymphatic system) म्हणतात. लॅटीन भाषेत लिंफ म्हणजे पाणी असा अर्थ होतो.

रक्ताला उर्तीशी जोडणारा मुख्य पदार्थ शोषरस आहे. रक्तातुन पोषक पदार्थास ग्रहन करून पेशीना पुरवठा करणे, पेशीतुन व्यर्थ पदार्थ जमा करून रक्तात पोहोचविणे हे शोषरसाचे कार्य आहे. निला संस्था (venous system) च्या समांतर असलेल्या या संस्थेत उतीद्रवाला निलासंस्थेत पोहोचविण्यासाठी उपयोगी पडतो.



आकृती-12: शोषरस संस्था

रक्त हे घन आणि द्रव्य पदार्थचे मिश्रण आहे. घन पदार्थ नसलेले रक्त म्हणजेच शोषरस(Lymph) आहे. उतीतील असणारे शोषरस म्हणजेच उतीद्रव आहे. रक्त गोठल्यावर रक्तातुन उरलेल्या द्रव्यास सिरंम (serum) असे म्हणतात.

अस्थिस्नायुंच्या आकुंचनामुळे नीलावर, शोषरसावर दाब पडून रक्त शोषरसास हृदयाकडे ढकलले जाते.

निलामध्ये शोषरस वाहिण्यात सुध्दा झडपा असतात. त्यामुळे रक्त शोषरस परत मागे येत नाही. (*lymph circulation*)

### अभिसरण संस्थेची उत्क्रांती (Evolution of the Circulatory System)

एकपेशीय सजीव समुद्राच्या पाण्यातुन बाहेर पडून शरीराभोवती आवरण (प्लास्मालेम्मा) तयार करून घेतल्यानंतर अभिसरण संबंधीत काही प्रश्न उद्भवले. या प्रश्नाचे उत्तर म्हणुन निर्सगाने प्राण्यांच्या शरीरात लहान लहान लाटांयुक्त एका सुक्ष्म समुद्राची निर्माती केली.

अमीबा सारख्या एकपेशीय सजीवात जीव पदार्थाचा (protoplasm) ची नैसर्गिक हालचाल दिसते. या हालचालीस ब्राऊनीयन हालचाल (Brownian movements) म्हणतात. या हालचालीव्वारे पेशीतील सर्व भागाला आक्सीजन व पोषकपदार्थ समान पुरवठा होतात.

एकपेशीय सजीवाप्रमाणेच मानवासह सर्व बहुपेशीय सजीवातील पेशीत **पेशींतर अभिसरण संस्था** ( intracellular transportation system) असते. चेतापेशीसह शरीरातील सर्व पेशीतील सर्व जिवपदार्थ (protoplasm) अशा ब्राऊनीयम हालचाल दर्शवितात.

बहुपेशीय सजीवात आणखी अधिक विस्तृत प्रगत अभिसरण संस्थेची गरज भासली. स्पांजासारखे पाराज्ञुअन्स (parazoans) समुद्राच्या पाण्याच्या अभिसरणासाठी वापर करतात. नैसर्गिक पाण्याचे प्रवाह नियमबद्ध नसतात. म्हणुन स्पांजच्या शरीरात असलेल्या प्लोजेल्ला (flagella) मुळे प्रवाह निर्माण करतात.

स्पॉज पेशा विकसीत हैद्रामध्ये, जेली माशी (e.g. Hydra and jelly fish) मध्ये सारख्या निडरीया सजीवाच्या शरीरात जठर प्रसरण पोखळी (gastro vascular cavity) असते. ही एका पिशवी सारखी रचना असते. जठर प्रसरण पोखळी अन्नाचे पचन करते व पोषक पदार्थास सर्व पेशींना पोहोचविण्याचे कार्य करते.

फँसीओला हेपॅटीका (Fasciola hepatica) सारख्या प्लाटीहेल्मीथीस (platyhelminthes) वर्गातील सजीवात पचन संस्था अनेक शाखेत विस्तारीत असते. यात सुध्दा पचव व अभिसरण दोन्ही कार्य एकच संस्था करते. या सजीवात प्रत्येक पेशीतुन व्यर्थ पदार्थाना विशिष्ट विसर्जक संस्था ग्रहन करते. या सजिवांचा अधिकतर शरीरभाग पचन व विसर्जन संस्थेत व्यापलेले असते.

निमॅटोहेल्मीनथीस (Nemathelminthes) राउंड वर्म वर्गातील पाण्याच्या शरीरातील मिथ्या शरीर पोकळी (pseudocoelom) पदार्थाचे गोळा करणे वितरण करणे ही कामे करतात.

निज शरीर पोखऱ्यांच्या असलेल्या सिदोड सारख्या अनेलीडीयन्स (Annelids) द्रवाच्या हालचाली साठी आकुंचन पावणाऱ्या एका वाहिण्याची पहिल्यांदा व्यवस्थाकरून घेतली. यात सर्व प्रथम अभिसरण माध्यम म्हणुन रक्त कार्य करते ते पाहु शकतो.

झुरळासारख्या आथ्रोपोड (Arthropods) वर्गातील सजीवात आकुंचन पावणारे वाहिणीसारखे हृदय असून सुधा रक्तवाहिण्या नसल्यामुळे रक्त मोठ्या प्रमाणात रिकाम्या जागेत जमा होते. तेथुन थेट उर्तीना पोषक पदार्थ पुरवठा करतात. त्याचप्रमाणे श्वसन संस्था सुधा थेट उर्तीना आक्सीजनचा पुरवठा करते. रक्तवाहिण्या नसलेल्या अभिसरण संस्थेला विस्तृत रक्ताभिसरण संस्था(open type of circulatory system) म्हणतात. आथ्रोपोडसह आणखी फार मोलस्का प्राण्यात खालील स्थायीच्या कार्डिटा सजीवात विस्तृत प्रसरण संस्था असते. पदार्थाच्या वहणाचे कार्य रक्तच पुर्ण पणे करून रक्तवाहिण्याव्दरे वाहणाऱ्या संस्थेला संवृत्त रक्ताभिसरण संस्था (closed type circulatory system) म्हणतात. अनेलीड, इकायनोडर्मेटा, आक्टोपस सारख्या सेफलोपोडामध्ये, मोलस्का सजीवात सर्व उच्च स्तरातील कार्डिटा सजीवात या प्रकारची रक्ताभिसरण संस्था असते.



### आपणास माहित आहे काय?

मानवात एक मि.ली. रक्त हृदयापासुन हातापायाच्या शेवटी जाऊन हृदयाकडे परत येण्यासाठी म्हणजेच सुमारे दोन मिटर अंतर प्रवास करण्यासाठी 60 सेकंद लागतो.

इतक्यात रक्ताला विसरण पद्धतीने इतका दुर प्रवास करण्यासाठी सुमारे 60 वर्ष लागतात.

### रक्तदाब (Blood pressure) (B.P.)

तुम्ही 9 व्या वर्गात रक्ताचे घटक, रक्ताचे गट याबद्दल प्राण्यांच्या उती या धड्यात शिकलात, आता आपण रक्ताबद्दल अधिक माहिती शिकु या.

रक्ताला जाळ्यासारख्या रक्तवाहिण्याव्दरे प्रवाहित करण्यासाठी खुप कमी दाब पाहिजे. हृदयातील जवनीका आकुंचीत होऊन अत्याधीक दाबाने रक्तास रोहीणीमध्ये पाठवितात. जवनीका पुन्हा रक्ताने भरल्यावर दाब यथास्थितीत येतो. डॉक्टर स्पीग्मोमॅनोमीटर



**आकृती-13:**  
स्पीग्मोमॅनोमीटर

(sphygmomanometer) या उपकरणाने रक्तदाब मोजतात. रक्ताचा दाब शरीरात वेगवेगळ्या ठिकाणी वेगवेगळा असतो. म्हणुन नेहमी शरीराच्या विशिष्ट भागातच दाब मोजला तर वेगवेगळ्या वेळी रक्तदाबाची तुलना करणे सोपे जाते. म्हणुन डॉक्टर नेहमी दंडाच्या रोहीणीचा दाब मोजतात.

डॉक्टर रक्तदाबाच्या दोन नोंदण्या करतात. जवनीका अत्यंत मोठ्या दाबाने रक्ताला रोहीणीत पाठविल्या वर पहिली नोंद घेतात. ही निरोगी मानसात 120 मीली मिटर पायाच्या दाबाएवढी असते. यास सिस्टोलिक दाब(systolic pressure) असे म्हणतात. रक्तदाबाची दुसरी नोंद जवनीका यथास्थितीत येऊन रक्ताला भरण्याच्या वेळी घेतात. ही 80

मी.मी. पाण्याच्या दाबाच्या समान असते. यास डायास्टोलीक दाब (diastolic pressure) म्हणतात.

रक्तदाब हा आपल्या कामावर अवलंबून असतो. विश्रांती घेतांना, चालतांना, धावतांना रक्तदाब वेगवेगळा असतो. विश्रांती घेतांना साधारणत: (120/80) पेक्षा जास्त रक्तदाब असल्यास त्या व्यक्तीस मानसीक किंवा उच्च रक्तदाब (hypertension) आहे असे म्हणतात. कमी रक्तदाब (low blood pressure) म्हणजे काय तुमच्या शिक्षकांशी वर्गात चर्चा करून सविस्तर माहिती वहीत नमुद करा.

### रक्ताचे सांकळण (COAGULATION OF BLOOD )

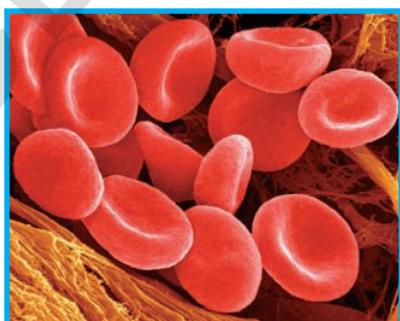
रक्ताच्या कथेची आणखी एक गोष्ट म्हणजे रक्ताचे सांकळण (रक्त घटू होणे) या प्रक्रियामुळे अपघात झालेले व्यक्ती/प्राणी जिवंत राहू शकत आहेत. कोणत्याही प्रकारचा शरीरावर घाव झाल्यास निघालेले रक्त 3 ते 6 मिनीटात घटू होते. रक्त घटू कसे बनते?

शरीराला घाव झाल्यावर फक्त काही वेळातच रक्त वाहते. नंतर रक्त घट होऊन जख्मेच्या जागी लाल घटू गड्हा तयार होतो. या क्रियेला रक्ताचे सांकळण (blood clot) असे म्हणतात. रक्ताचे सांकळण न झाल्यास छोटा घाव झाला तरी खुप रक्त स्त्राव होतो.

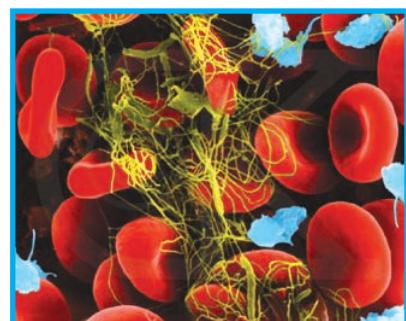
- जख्मेतुमन रक्तस्त्राव हेतांना प्लेटलेट मधुन श्रांबोकायनेज नावाचे एंझाइम स्त्रावीत होते. (enzyme thrombokinase)
- हा श्रांबोकायनेज (Thrombokinase) रक्तातील प्रोश्रांबीनला (pro-thrombin) श्रांबीनमध्ये (thrombin.) बदलतात.
- श्रांबीन रक्तातील (द्रवरूपात असणाऱ्या) फायब्रीनोजला धनरूप फायब्रीन तंत्ररूपात बदलतो.
- या तंतुत रक्तपेशी पेशी अडकून बसतात व रक्त घटू होते.
- प्रोश्रांबीन  $\xrightarrow{\text{श्रांबोकायनेज}}$  श्रांबीन  
फायब्रीनोजीन  $\xrightarrow{\text{श्रांबीन}}$  फीब्रीन
- फायब्रीनचे तंतु रक्तवाहिण्याच्या कडाला चिटकून आंकुचन पावल्यामुळे रक्तवाहिण्याच्या कडा जवळ ओढल्या जातात.

रक्त गोठल्यावर उरलेल्या पिवळसर द्रवाला सिरम (serum.) असे म्हणतात.

विटामीन K चा रक्त गोठण्याशी काय संबंध आहे? तुमच्या वर्गात शिक्षकांशी चर्चा करा.



आकृती-14(अ): रक्तवाहिणीत रक्त



आकृती-14(ब): रक्ताचे सांकळण

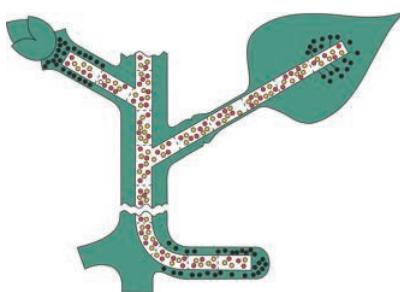
रक्त गोठण्यासाठी साधारणतः ३ते६ मीन्हेटाचा वेळ लागतो. पण काही व्यक्तीमध्ये विटामीन K च्या अभावामुळे रक्त गोठण्यासाठी खुप वेळ लागू शकतो. जिन्सचा रचनेतील बदलामुळे काही व्यक्तीत रक्त गोठत नाही. यास हिमोफिलीया (Haemophilia) म्हणतात. जवळच्या नात्यात लग्न केल्यास पुढील संततीत असे रोगी पुष्कळ आहेत. थॅलसेमीया (Thalassemia) नावाच्या अनुवंशीक रोगामुळे शरीरातील हिमोग्लोबीन कमी असते. संबंधीत माहिती अनुबंधात पहा.

## वनस्पतीमध्ये पदार्थ वहन

प्राण्यामध्ये पोषक पदार्थ आणि आक्सीजनचा पेशींना निरंतर पुरवठा करण्यासाठी चयापचय क्रिया समर्थपणे घडउन आणण्यासाठी खुप विकसीत हवनसंस्था आहे.

वनस्पती मध्ये सुधा प्राण्यासारखी रक्ताभिसरण संस्था आहे काय?

मागील वर्गात आपण वान हेल्मांट ने केलेल्या वनस्पतीवरील प्रयोगाच्या अभ्यास केला. या प्रयोगाव्दारे वनस्पती जमीनीतील खणीज, लवण आणि पाण्याला मुळाव्दारे ग्रहण करतात. हे शिकलो. मुळाव्दारे शोषलेले पाणी, पानात तयार झालेले आहार पदार्थ प्रकाष्ठ (xylem) आणि रसवाहिण्या (phloem) नावाच्या व्हास्कुलर बंडेलव्दारे वनस्पतीच्या इतर भागाला पुरवठा होतो.



आकृती-१: वहन

## पाणी कसे शोषले जाते? (How is water absorbed?)

मुळे जमीनीतील खणीज लवण शोषण करते हे आपणास माहित आहे. हे कसे शक्य आहे ते सांगा?

- यामागे असलेली यंत्राणा कोणती?
- मुळा पाण्याच्या थेट संपर्कात असतात काय?
- पाणी केस शोषले जाते?

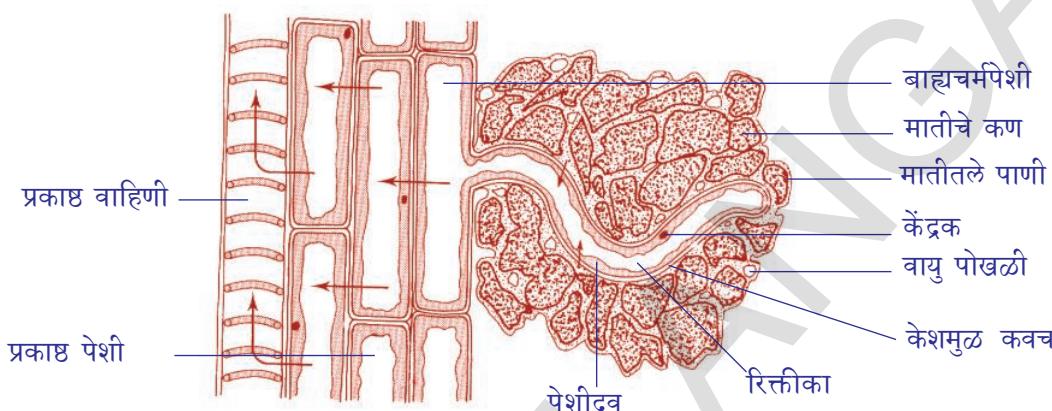
## कृती-४

### केशमुळाव्दारे शोषण (Absorbing of root hairs)

हे कृत्य करण्यासाठी बाजरा किंवा मोहरीचे बिज ओळ्या फिल्टर पेपर वर अंकुरीत करावे. नंतर मोहरीच्या रोपट्याच्या बुडाला बघा. बारीक बारीक धाग्यासारख्या रचना वाढलेल्या दिसतील त्यालाच केशमुळे (root hair) म्हणतात. या केशमुळाव्दारे झाडाला पाणी शोषले जाते. काही मुळाचा भाग घेऊन चुरा करून त्यावर पाणी टाकुन त्यावर कळ्हर स्लीप ठेऊन सुक्ष्म दर्शनीखाली पहा. केशमुळाच्या लहान भिंतीचे निरिक्षण करा. पाणी केशमुळाव्दारे कसे ग्रहन केले जाते. पेशीव्दारे प्रकाष्ठ वाहिणीला (xylem vessels) ला

कसे पोहोचते हे पुर्ण पणे समजले नाही. पण या प्रक्रियेत द्रवाभिसरण (osmosis) मुख्य भुमिका बजावते यात संदेह नाही.

प्रत्येक पेशीला द्रवाभिसरण संस्था असते. पेशीला पांगरून पेशीकवचाला लागून असलेला सायटोप्लाजम (cytoplasm) द्रव सेमीपरमीएबल मेंब्रेनचे (semipermeable membrane) करते. खालील आकृती पहा मुळा जमीनीत कशाप्रकारे शिरल्या आहेत ते पहा. केशमुळे पसरलेली आहेत. त्यांच्या भावेती ओलावा असल्याचे पाहु शकतो.



### आकृती-1: केशमुळे व मातीतल्या पाण्यातील संबंध दाखविणाऱ्या मुळाचा उभा छेद

**सुचना:** आकृती 16 मध्ये बाणाचे चिन्ह पाण्याच्या प्रवाहाचा मार्ग दर्शवितात.

मातीतले पाणी (soil water) हे लवण द्रावण असते. केशमुळातील पेशीरसाची गाढता (concentration) माती लवण द्रावणाच्या गाढते पेक्षा कमी असते. त्यामुळे द्रवाभिसरणावरे मुळकेशातील रिक्तीकेत पाणी प्रवाहीत होते. मुळकेशातील पदार्थाची गाढता पाणी आत शिरल्यामुळे वाढते.

त्यामुळे पाण्याच्या बाजुला लागून असलेया पेशीत पाणी जाते व त्याची गाढता सुध्दा वाढवीत शेवटी पाणी प्रकाष्ठ वाहिणी (xylem vessels) मध्ये पोहचतो. अधिक संख्येत मुळ केश आणि मुळाच्या पेशी या क्रियेत भाग घेतल्यामुळे प्रकाष्ठ वाहिणी xylem vessels मध्ये दाब निर्माण होतो. हा दाब पाणी वर ढकल्यासाठी उपयोगी पडतो. या सर्व दाबास मुळाचा दाब (root pressure) म्हणतात. xylem प्रकाष्ठा मध्ये पाण्याच्या हालचालीस दाब हे एकच कारण नाही. दुसरी कारणे सुध्दा आहेत. या विषयी सविस्तर माहिती पुढच्या वर्गात शिकु या.

### कृती-6

#### मुळदाब म्हणजे काय? (What is root pressure)

कुंडीत वाढलेल्या एका वनस्पतीला घ्या. मातीच्या वर एक से.मी. खोडाच्या भाग सोडुन बाकीचे खोड कापुन टाका. आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे काचेच्या नळीला कापलेल्या



### आकृती-17: मुळाचा दाब

पाण्याच्या वाढीला दर्शविते मुळाच्या दाबामुळे पाण्याची पातळी वाढली.

### वनस्पतीमध्ये पाण्याची वहनाची यंत्रणा (कार्यपद्धत)

प्रकाष्ठ वाहिण्या (xylem vessels) मधील पाण्याच्या स्तंभावर खालुन मुळाच्या दाबामुळे पडते हे आपणास कळले. युक्लीप्टस (eucalyptus) सारख्या महावृक्ष जवळजवळ 180 मीटर उंच असतात. अशा वृक्षात पाणी वर कसे जाते?

खालच्या वर्गात शिकलेल्या बाष्पोच्छवास (transpiration) या बाष्पोत्सकाची क्रिया दर्शविण्याच्या कृत्याची आठवण करा.

पाणातील पाणी वाफेच्या रूपात बाहेर पडण्याच्या क्रियेला बाष्पोच्छवास (transpiration) असे म्हणतात. पाणातील पर्णरँद्रे व्दारे आणि खोडातील लेंटीसेल्स व्दारे पाण्याची वाफ बाहेर पडते. पानात घडणाच्या बाष्पोच्छवास (transpiration) मुळे प्रकाष्ठ वाहिण्या (xylem vessels) मध्ये पाण्याचा स्तंभ निरंतर वर ओढली जातो.

पानातील प्रकाष्ठ वाहिण्या (xylem vessels)च्या वरच्या टोकाला मेसोफिल पेशीचे आवरण (mesophyll cells) असते. यामध्ये पेशीरस असतो. प्रकाष्ठ वाहिण्या (xylem vessels) पासून पाणी मेसोफिल पेशीच्या भिंतीव्दारे निरंतर वातावरणा त वाफ होऊन गेल्यामुळे पाणी निरंतर वरवर ओढल्या जाते. म्हणुन प्रकाष्ठ वाहिण्या (xylem vessels) मध्ये निर्मात पाण्याच्या अणुच्या बलवान आकर्षणामुळे पाण्याच्या स्तंभात खंड पडत नाही. पाण्याचे अणुंचा हा गुणधर्म आपण स्ट्राव्डरे थंड पेय पितांना पाहू शकतो. आता आपल्याला पाण्याचे वहन कसे होते याची माहिती थोडीफार कल्पना अवगत झाली आहे. जमीनीतुन पाणी मुळकेशाच्या द्रवाभवाकडे शोषले जाऊन प्रकाष्ठ वाहिण्या (xylem



### आकृती-18: बाष्पोच्छवास

vessels) मध्ये पाठविल्यामुळे मुळे आणि किंवा खोडा पासुन पानापर्यंत निरंतर संस्था निर्माण होते व तिथुन पाण्याच्या वाफेच्या रूपात वातावरणात पाठविले जाते. पाणी वर ओढण्यात बाष्पोच्छवास ची (transpiration stream) मुख्य भुमिका असुन खालुन पाणी वर ढकल्यात मुळाचा दाब सुध्दा काही प्रमाणात मुख्य भुमिका बजावते. यामुळे पाणी निरंतर मुळापासुन पानापर्यंत वाहत असते.

**बाष्पोच्छवास आणि पाऊस यात काही संबंध आहे काय ?**

वनस्पतीत नेहमी आवश्यक पाणी निरंतर वाहत असते. उदाहारणार्थ एका मोठ्या वृक्षास प्रत्येक दिवशी 900 लिटर पाणी बाष्पोच्छवासाब्दारे वाफाच्या रूपात बाहेर सोडते. यामुळे जंगलातील हवा पाण्याच्या वाफेने संतृप्त असते. पाण्याच्या वाफेने भरून असलेल्या अशा जंगलावरून वाहतांना तिथल्या वातावरण पाण्याच्या वाफेने अत्यंत संतृप्त होते. म्हणुन पाऊस पडतो.

म्हणुनच मैदानी प्रांतापेक्षा जास्त घनदाट जंगली प्रदेशात जास्त प्रमाणात पाऊस पडतो .



### आपणास माहित आहे काय ?

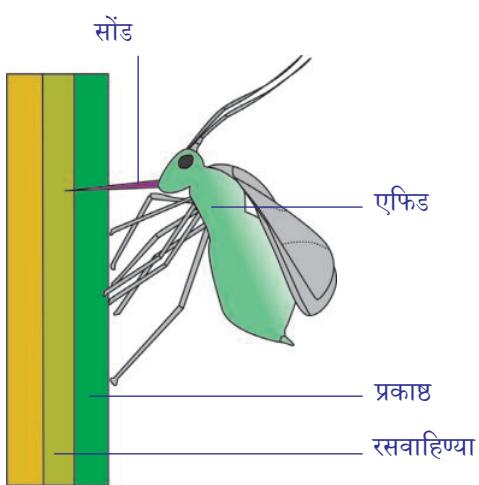
झाडामध्ये बाष्पोच्छवासाब्दारे किती पाणी वाया जाते. पुण्यिणे वाढलेले मक्क्याचे झाड आठवड्यात 15 लिटर पाणी वातावरणात सोडते. एक एकर क्षेत्रातील मक्क्याच्या शेतीतुन 13,25,000 लीटर पाणी वाफ बनते. एक मोठे आंब्याचे झाड वसंत क्रतुत दररोज 750 ते 3500 लिटर पाणी बाष्पोच्छवासा ब्दारे बाहेर फेकते.

## खणीज लवणाचे वहन (TRANSPORT OF MINERAL SALTS)

वनस्पतीच्या पोषणासाठी खणीज लवणे (स्थुल, सुक्ष्म पोषके) आवश्यक असतात हे आपण खालील वर्गात शिकलोत. माती द्रावणातुन मुळकेशाब्दारे खणीज लवण शोषले जातात. ही लवणे आयान (ions) रूपात असतात. उदाहरणार्थ सोडीयम क्लोराईड ( $\text{NaCl}$ )  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  रूपात असते. मँगेशियम सल्फेट ( $\text{MgSO}_4$ )  $\text{Mg}^{2+}$   $\text{S0}_4^{2-}$  आयान रूपात असते. हे आयान मुळकेशाब्दारे विसरण पद्धतीने नसुन पेशी द्रव्य शक्तीच्या उपयोग करून शोषीले जातात. यास विस्तारपणे पुढच्या वर्गात अभ्यास करू या. आयान शोषुण घेतल्यावर पाण्याब्दारे प्रकाष्ठ वाहिण्यामध्ये (xylem vessels) तिथुन झाडाच्या वाढीच्या ठिकाणी जाऊन वाढीस मदत करतात. काही संदर्भात आयान प्रकाष्ठापासुन (xylem) रसवाहिण्याला (phloem) पाश्वरित्या सुध्दा वाहतात.

## वनस्पतीमध्ये अन्नपदार्थाचे वहन (Transport of food materials in plants )

हिरव्या वनस्पतीत तयार झालेले आहार पदार्थ साखरेच्या रूपात उरलेल्या पेशींना पुरविले जातात. मुख्यत्वे भरभर वाढणाऱ्या भागास आणि अन्न साठवुन ठेवलेल्या भागाला पुरवठा केला जातो.



**आकृती-19: एफिडकिडा झाडापासुन  
अन्न शोषण करीत आहे.**

पाण्याच्या शिखेत प्रकाष्ठ (xylem) आणि रसवाहिण्या असतात हे माहित आहे. हे खोडातील उतीत एकमेकांस जोडुन असतात. खालील प्रयोगाबदरे रसवाहिण्यापेशी आहार पदार्थाचा पुरवठा करतात असे स्पष्ट होते.

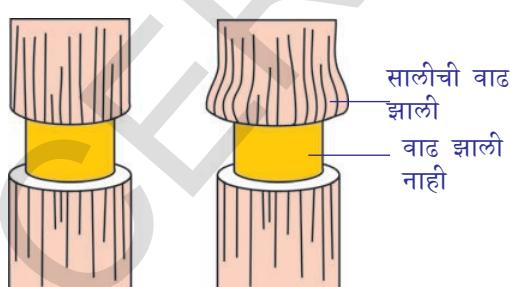
रसवाहिण्या मधील चाळणी नळ्या (sieve tubes) फारच लहान असतात. जिवशास्त्रज्ञ वनस्पतीत आहार पदार्थाच्या वहानाचे अध्ययन हिरवा (aphids/greenfly) किड्या द्वारे केले. हिरवे किडे झाड्याच्या खोडा भोवती जमा होऊन मकरस शोषण करतात. रस शोषण करण्यासाठी हिरवे किडे त्याच्या लांब सुईसारख्या सोंडेला (proboscis)झाडाच्या उतीत घालतो. रस शोषण करतांना त्या किंडाना मारून उभ्या छेदाचे काळजीपुर्वक निरिक्षण केल्यास त्या किड्यांची सोंड रसवाहिण्या मधील चाळणी नळ्या पर्यंतच

शिरते असे शास्त्रज्ञांस आढळून आले. प्रोबोसीस मध्ये असलेल्या रसाचे विश्लेषण करण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी खालील प्रयोग केला. मकरससाचे शोषण करतांना हिरव्या किड्याला मारून सोंडेचा भाग रसवाहिण्या मध्ये असेल अशा पृथक्तीने त्याच्या शरीरभागास वेगळे केले. रसवाहिण्या मधील स्वल्पदाबामुळे मकरस सोंडेमधून थेंबाथेबाने पडत असल्याचे पाहिले. या द्रवरूपी थेंबाचे विश्लेषण केल्यास त्यात साखर व आमीनो एसीड आहे असे समजले.

एफिड किडे रसवाहिण्यातुन जास्त प्रमाणात साखरेस ग्रहन करून सुध्दा त्यास पचऊ शकत नाही. उरलेली साखर चिकट द्रवरूपात गुदव्दाराबदरे बाहेर फेकते. त्यासच मध (honey dew) म्हणतात. म्हणुनच एफिड्स असलेल्या झाडाचे खोड, पाने हाताला लागल्यास चिटकून बसल्यासारखे वाटतात.

तुम्ही काही संदर्भात झाडाची साल अध्ययिका जास्त नष्ट झाली तरी झाड जिवंत राहते. हे पाहिलाच असाल हे कसे शक्य आहे? रसवाहिण्या (phloem) द्रव साखर पुरवठा केली जाते. हे सिध्द करण्यासाठी आपण आणखी एक प्रयोग करू शकतो. प्रकाष्ठ (xylem) दिसेल अशाप्रमाणे खोडाची साल काढून टाकावी मध्यभाग मात्र ठेवावा. काही दिवसानंतर साल काढून टाकलेल्या वरच्या व खालच्या भागाचे वल्याकार फुगीर भागाचे निरिक्षण केल्यास आहारपदार्थ वरील भागातच साठवून असलेले आढळले खालच्या भागात ते आढळले नाहीत. आणखी काही दिवस तसेच ठेऊन दिले तर कापलेल्या जागेचा वरचा भाग वाढतो. पण खालचा भाग वाढत नाही. म्हणुन झाडाची साल काढून टाकल्यास मुळांना अन्नपुरवठा थांबतो.

ही गोष्ट आर्थिक रित्या फार महत्वाची आहे. काही स्तनधारी प्राणी



**आकृती-20: खोडाची साल काढणे**

दिले तर कापलेल्या जागेचा वरचा भाग वाढतो. पण खालचा भाग वाढत नाही. म्हणुन झाडाची साल काढून टाकल्यास मुळांना अन्नपुरवठा थांबतो.

(mammals)आहारासाठी झाडाची साल सोलुन खातात. हे प्राणी साधारणत: झाडाच्या सालीतील साखरेसाठी हिवाळ्यात अन्नाचा तुटवा असतांना असे करतात. लहान उंदीरासारखे (Voles) प्राणी लहान झाडांचा नाश करतात. तर ससे मोठी झाडे नाश करतात. सस्यासारख्या प्राण्यापासुन झाडाचे रक्षण करण्यासाठी जंगल संरक्षक लोखंडी जाळीचे कुंपन लावतात. पण हे खर्चिक काम आहे. म्हणुन जंगल खात्याचे अधिकारी सस्यापासुन झाडाचे रक्षण करण्यासाठी मासाहारी प्राणी जसे- कोळहे, बहीरी ससा hawks घुबड याप्राण्याना जंगलात पाढतात.

काही प्रकारच्या खारी समुद्र तटीय प्रातांत वाढणाच्या सिकमोर (sycamore) सारख्या वृक्षांना खुप हानी करतात. अशा क्षेत्रात सिकमोरची लागवड करणे, तोटेदायक ठरते. तुमच्या परिसरातील एखाद्या झाडाची साल प्राण्यांनी सोलुन काढली आहे काय? ते पहा. त्याची यादी तयार करा. तुमच्या यादीतील झाड कोणत्या जातीचे आहे. किती नुकसान झाले आहे? नुकसान इतक्यातच झाले का? खोडावर दाताने चावलेले डाग दिसत आहेत का? इत्यादी माहिती असावी. तुमच्या निरिक्षणाआधारे कोणकोणते प्राणी झाडाचे नुकसान करतात ते कळते. असेच घडल्यास एकत्रित तोट्याविषयी विचार करा.



### महत्वाचे शब्द

अभिसरण/प्रसरण, कर्णिका, जवनिका, नाडीस्पंदन, रोहिणी, निला, स्टेटस्कोप महारोहिणी, केशरक्तवाहिणी, सिस्टोल, ड्यास्टोल, हार्दीक वल्य, रक्तदाब, शोषरस, एकेरी फेरीचे रक्ताभिसरण, दुहेरी फेरीचे रक्ताभिसरण, रक्ताचे सांकळण, स्पिग्मोमानोमीटर, प्रॉथ्रोबिन, श्राबिन, फायब्रीनोजन, फायब्रिन, मुळकेश व सोटमुळ, मुळदाब, वनस्पतीचे पोषक पदार्थ, प्रकाष (Xylem), रसवाहिण्या, रस वाहीण्यांचा गुच्छ (Vascular bundles.)



### आपण काय शिकलोत

- नाडीस्पंदन आणि हृदयस्पंदन समान असते. कोणत्याही उपकरणाचा उपयोग न करता हृदयाचे ठोके स्पंदन मोजु शकतो.
- सर्वप्रथम रेनी लेन्जेक नावाच्या शास्त्रज्ञांनी स्टेटस्कोपचा शोध लावला.
- हृदयास दोन आवरण असतात. या आवरणामधला भाग हृदयावरण द्रवाने भरलेलो असतो. तो हृदयाचे धक्क्यापासुन रक्षण करतो.
- हृदयास सहा रक्तवाहिण्या मजबूत चिटकून असतात. त्यास रोहीण्या म्हणतात. यापैकी दोन महारोहिणी शरीर भागाकडे फुफ्फुसीय रोहिणी फुफ्फुसाकडे रक्त घेऊन जाते.
- कमी मजबूत असलेल्या रक्तवाहिण्या निला म्हणतात. उर्ध्वमहानिला शरीराच्या वरच्या भागातुन रक्त गोळा करते. अधोमहानिला शरीराच्या खालच्या भागातुन रक्त गोळा करते.
- हृदयाचे चार कप्पे असतात. वरचे दोन कर्णिका, खालचे दोन जवनिका
- कर्णिका व जवनिका एका बाजुला असुन एका छिद्राने जोडलेले असतात.
- कर्णिका व जवनिकाच्या जोडीवरील छिद्राला झडपा असतात. अशा झडपा महारोहिणी आणि फुफ्फुसीय रोहीणीत असतात.

- हृदयाच्या उजवीकडचा भाग शरीरभागापासुन रक्त गोळाकरूफुसाकडे पोहोचविते.
- हृदयाच्या डावीकडचा भाग फुफ्फुसाकडुन रक्त घेऊन शरीर भागाकडे पुरवठा करतात.
- फुफ्फुसीय रोहिणीला सोडुन बाकी सर्व रोहीणी आक्सीजनयुक्त रक्त शरीरभागास पुरवठा करतात.
- फुफ्फुसीय निलाला सोडुन बाकी सर्व निला आक्सीजन रहीत रक्ताला हृदयाकडे पोहचवितो.
- हृदयाचे एक आकुंचन व लगेच एक प्रसरण /शिथिल होण्यास हार्दीक वल्य म्हणतात.
- जर रक्त शरीरभागास पुरवठा होण्याआधी फक्त एकदाच हृदयात प्रवेश करीत असेल तर त्यास एकेरी वल्याचे रक्ताभिसरण म्हणतात. जर दोनदा जात असेल तर दुहेरी वल्याचे रक्ताभिसरण म्हणतात.
- शरीरात विटामीन K च्या अभावामुळे रक्ताचे सांकळण लवकर होत नाही.
- वनस्पती माती लवण विरघळलेल्या पाण्याला द्रवाभिसरण पद्धतीने मुळाव्दारे शोषण करतात.
- पाणी प्रकाष्ठ वाहिण्याव्दारे (xylem vessels) पोषक पदार्थ रसवाहिण्या व्दारे पुरवठा होतात.
- वनस्पतीत बाष्पोच्छवास आणि अभिसरण संस्थेमध्ये संबंध असतो.
- शास्त्रज्ञांनी एफिड किटकाच्या साहाय्याने रसवाहिण्या बद्दल माहिती मिळविली.



### तुमच्या अभ्यासात प्रगती करा

1. अभिसरण संस्था म्हणजे काय ? ती सजीवास कशाप्रकारे उपयोगी पडते ते लिहा ? (AS1)
2. प्लासमा आणि रक्तामध्ये काय संबंध आहे ? (AS1)
3. हृदयापासुन शरीरभागाला रक्तपुरवठा कोणकोणते भाग करतात ? (AS1)
4. आपल्या शरीरातील तीन मुळ्य रक्तवाहिण्याची नावे सांगा ?(AS1)
5. आपल्या शरीरात सर्वांत मोठी रोहिणी कोणती ? ती मोठी असल्याचे कारण काय ?(AS1)
6. आक्सीकरण करण्यासाठी रक्ताला घेऊन जाणारी रक्तवाहिणी कोणती ?(AS1)
7. शोषणनलीकेत व नीलात असुन रोहिणीत असणारी रचना केणती ?(AS1)
8. प्लेटलेसचे उपयोग लिहा ? (AS1)
9. खालील मधील फरक सांगा ?(AS1)
  - a) सिस्टोल-दायस्टोल
  - b) रोहिणी-निला
  - c) प्रकाष्ठ -रसवाहिण्या
10. मुळकेशाव्दारे द्रवाभिसरण पद्धतीने पाण्याचे शोषण करण्याच्या पद्धतीचे वर्णन करा ?(AS1)
11. मुळाचा दाब म्हणजे काय ? हा वनस्पतीस कसा उपयोगी पडतो ?(AS1)
12. फ्लोयम काही प्राणी आहार म्हणुन सेवन करतात. या विधानाचे तुम्ही समर्थन का ?(AS1)
13. खालील उतारा वाचुन आणि हृदयाच्या भागाची नावे लिहा.(AS1)

आपण पाहिलोत की, हृदय स्नायुयुक्त चार कप्प्यात विभागलेले असते. कोणतेही एखादी रचना जी दोन कप्प्यांना वेगळी करते त्यास सेप्टम (*septum*) म्हणतात. आता यातील सेप्टा (*septa*) चे नाव देऊया.

a) दोन कर्णिकाला विभागणाच्या पडद्याला *inter atrial septum* म्हणतात.

- b) दोन जवनीकांना विभागणाऱ्या पडद्याला \_\_\_\_\_ म्हणतात.  
c) कर्णिका आणि जवनिकाला विभागणाऱ्या पडद्याला \_\_\_\_\_ म्हणतात.
- दोन कप्प्यांना जोडणाऱ्या छिद्राला काही नावे आहेत. ती नावे देण्याचा प्रयत्न करु या.**
- d) उजव्या कर्णिका व उजव्या जवनिकाला जोडणाऱ्या छिद्राला \_\_\_\_\_ म्हणतात.  
e) डावी कर्णिका व डावी जवनीकाला जोडणाऱ्या छिद्राला \_\_\_\_\_ म्हणतात.
- जी रचना छिद्राला झाकते / बंद करते आणि एकाच दिशेत पदार्थ वहन करते. त्यास झडपा म्हणतात.
- आता हृदयातील झडपांना नावे देण्याचा प्रयत्न करु या.**
- f) डावी कर्णिका व डावी जवनिका जोडीवर असलेल्या झडपाला \_\_\_\_\_ म्हणतात.  
g) उजवी कर्णिका व उजवी जवनिका जोडी वरील झडपाला \_\_\_\_\_ म्हणतात.
14. जर पायातील निला रक्तवाहिण्यातील झडपा रक्ताचा प्रवाह थांबवुन शकले नाही तर याचा कसला परिणाम होईल ? (AS2)
15. वनस्पतीच्या मुळकेश पेशीतील पेशीद्रवाची गाढता जास्त झाल्यास काय होईल ?(AS2)
16. जॉनने कागदाचा कप आणि प्लास्टीकच्या नळीने स्टेटस्केप केले. त्याने ते कसे तयार केले ते लिहा ? (AS3)
17. प्रकाष्ठाव्दारे वनस्पतीत पाणी पुरवठा होतो हे दर्शविण्यासाठी तुम्ही कोणता प्रयोग कराल ?(AS3)
18. एफिड किटकावर शास्त्रज्ञांनी केलेल्या प्रयोगाचा सारांश कोणता ?(AS3)
19. तुमच्या शाळेतील शिक्षक किंवा शेजारच्या व्यक्तीच्या रक्तदाबाबद्दल माहिती घ्या. त्या उच्च रक्तदाब असणारे कमी रक्तदाब असणारे व्यक्ती कशा प्रकारच्या प्रश्नांना तोंड देत आहेत सांगा ? (AS4)
20. एकेरी फेरीचे व दुहेरी फेरीचे रक्ताभिसरण दाखविणारी आकृती काढुन त्यामधील फरक लिहा ?(AS5)
21. पानातुन बाष्पोच्छवास व मुळाव्दारे पाणी शोषण करणाऱ्या नमुने आकृती रेखाटा ? (AS5)
22. मानवातील रक्ताभिसरणाच्या रचनेस तुम्ही कशासोबत तुलना कराल ? (AS6)
23. हिमोफिलीया म्हणजे काय ? (AS1)
24. हृदयसंदावर व्यंगचित्र काढा ? (AS7)
25. हा धडा वाचविल्यानंतर वयस्क माणसे प्रवास करतांना तुम्ही काय सल्ला घाल ?

### योग्य उत्तराची निवड करा

1. कार्डियाक हा शब्द कोणत्या अवयवाशी संबंधीत आहे? ( )  
a) हृदय                    b) निला                    c) लिंफ ग्रंथी/शोषरस            d) केशनळी
2. हृदयातील कोणत्या भागात कमी आक्सीजनयुक्त रक्त असते? ( )  
a) डावी कर्णिका            b) उजवी कर्णिका            c) डावी जवनिका            d) a आणि b
3. खालील पैकी कोणता भाग रक्त रक्ताभिसरणास नियंत्रण करते? ( )  
a) रोहिणी                    b) निला                    c) झडप                    d) केशवाहिणी

4. खालील पैकी कोणते विधान चूक आहे. अ ( )
- a) प्रकाष्ठ (xylem) आणि रसवाहिण्या दोन्ही एकमेकांवर रचुन एका नळीसारखी रचना तयार होते, असे रवी म्हणाला.
  - b) प्रकाष्ठ (xylem) आणि रसवाहिण्या या वेगवेगळ्या नलीका नाहीत असे जॉन म्हणाला.
  - c) प्रकाष्ठ (xylem) आणि रसवाहिण्या मिळून एक नलीकाकार रचना तयार होते, असे सलमा म्हणाली.
  - d) त्याच्या आकाराला अनुसरून नलीकाकार म्हटले आहे, असे हरी म्हणाला.
5. एफिड किटक सोंडेला.....यात मकरस मिळविल्यासाठी घालतात. ( )
- a) प्रकाष्ठ (xylem)
  - b) रसवाहिण्या
  - c) कॅंबियम (cambium)
  - d) व्हास्कुलर बंडल (vascular bundle)



## परिशिष्ठ - 1

### रीसस कारक (The rhesus factor)

रक्तात असलेल्या आणखी एका प्रतिदेहाला (antigen) रिसस कारक म्हणतात. ब्रिटनच्या 85% जनतेत या प्रकारचे प्रतीदेह रक्तात आढळून आले. यास सर्वप्रथम रिसस नावाच्या माकडाच्या जातीत आढळून आले. म्हणुन यास प्रतिदेहास रिसस कारक असे नाव देण्यात आले. रक्तात हे प्रतिदेह असणाऱ्यास rhesus positive (Rh+) आणि नसणाऱ्यास rhesus negative (Rh-) असे ओळखतात. साधारणत: Rh+ व्यक्तीच्या प्लाजमात या संबंधीत प्रतिरक्षक नसतात. जर Rh- व्यक्तीच्या रक्त Rh+ व्यक्तीला दिले तर Rh- प्रतिरक्षक निर्माण होऊन Rh+रक्तपेशीचा नाश करतात. हे शिशुमध्ये तित्र हानी पोहोचविते.

जर Rh+ व्यक्तीने Rh- स्त्रीशी विवाह केला त्या पोटी जन्मलेल्या आपत्यास Rh+ असते. गर्भाशयात असतांना मातापासुन पिंडास निरंतर रक्त पुरवठा करण्याची गरज भासते. आपत्याचे रक्त मातेच्या रक्तात मिसळते. तेव्हा आईत प्रतिरक्षक निर्माण होतात. नंतर जन्मणारे आपत्य Rh+ चे असेल तर आईच्या शरीरात प्रतिदेहाची प्रमाण वाढते. हे प्रतिदेह रक्ताव्दारे आपत्यास पोहोचल्यास ते तित्र रक्तहिण्टेचे शिकार होतात. काही वेळा गर्भस्त्राव, प्राणी हानी सुधा होण्याची शक्यता असते. अशा संदर्भात प्रतिरक्षक काढून टाकण्यासाठी पहिले आपत्य Rh+ कारक असलेले पहिले आपत्य जन्मताच विशिष्ट लस देऊन नंतर जन्मणाऱ्या आपत्यात हानी होऊ नये यासाठी वैद्यकीय सोय उपलब्ध आहे.



## थॅलसेमीया (Thalassemia)

थॅलसेमीया हा वंशपंरपरेने येणारा रक्तासंबंधीत रोग आहे. लाल रक्त पेशीमध्ये हिमोग्लोबिनच्या अभावामुळे रक्तहीणता येते. थॅलसेमीया रोगामुळे व्यक्तीत हिमोग्लोबीनची उत्पत्ती कमी होते. हा रोग अल्फा आणि बिटा अशा दोन प्रकारचा असतो. हिमोग्लोबिनच्या प्रोटीनमध्ये होणाऱ्या अभावामुळे दोन प्रकारचा थॅलसेमीया रोग होतो. कमी स्तरावर असणाऱ्या असलेल्या रोगग्रस्त व्यक्तीमध्ये रक्तहिणता, यकृत, पिताशयाचा आकार वाढणे, रोगनिरोधक शक्ती कमी होणे, वाढ हळू होणे, हाडे लहान होऊन ढिसुळ होणे, हृदयविकार इत्यादी लक्षणे दिसुन येतात.

### थॅलसेमीयाची वास्तविकता (Facts about Thalassemia)

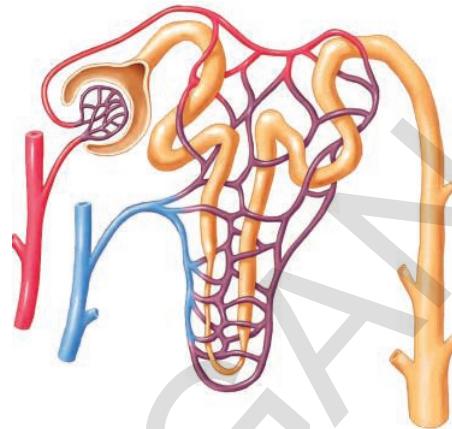
- थॅलसेमीया हा एक तिवृ वंशपारंपारीक, रक्तासंबंधीत रोग आहे.
- जगातील एकुण लोक संख्येत 4.5% लोक थॅलसेमीया माईनर रोगाने ग्रस्त आहेत.
- 35 मीलीयन भारतीय या थॅलसेमीया असाधारण रोगाचे जिन्स वाहक आहेत.
- जगात दरवर्षी अंदाजे लाखो नवजात शिशु थॅलसेमीया या आजारानेच जन्म घेतात असा अंदाज आहे.
- आपल्या देशात दरवर्षी 10,000 – 12,000 हजार मुले/मुली थॅलसेमीया रोगाने ग्रस्त जन्मतात.
- थॅलसेमीयाच्या रोगग्रस्ताचा जिवणकाळ वाढविण्यासाठी रक्तबदल करावे लागते. हे माहगडे उपचार आहे.
- विवाह, गर्भधारणेच्या आधी, बाळांतपणानंतर तपासणी करून आकलन वाढविण्याने रोगाचे निवारण करू शकतो.

### थॅलसेमीयाचा उपचार (Treatment )

थॅलसेमीयात वाढ कमी असणे, हाडे ठिसुळ होणे, लवकर रोगाच्या आहारी पडणे यासारखे लक्षणांने पाहिल्या वर्षी ओळखले तर या रोगाचा उपचार करणे सोपे जाते. पहिल्या वर्षातीच हिमोग्लोबिनचे प्रमाण 70% पेक्षा कमी झाल्यास मुलांमुलीत वाढ खंडीत होतो. म्हणुन नियमीत रक्त बदण्याची चिकित्सा करावी लागते. जागतीक ओराग्य समस्यांच्या आकड्यानुसार हिमोग्लोबिनचा स्तर 115-120 ग्राम लिटर टिकवुन ठेवणे आहे. या चिकित्सेत महत्वाचे म्हणजे, प्रत्येक चार आठवड्यातुन एकदा गाढता असलेल्या रक्तपेशीना शरीरात पाठऊन चिकित्सा करतात. मुळ पेशीचे (stem cells) रोपन करून थॅलसेमीया मेजर रोगास बरे करू शकतो. या रोगाने ग्रस्त मुलामुलीच्या त्यांच्या उती समान असणाऱ्या नातेवाईका पासुन बोन मॅरोव (bone marrow transplant) मध्ये असणाऱ्या लाल रक्त पेशीच्या मुळ पेशींना बदल करून चिकित्सा करू शकतो.

## धडा

# 4



## उत्सर्जन - व्यर्थ पदार्थ बाहेर टाकण्याची पृष्ठदत

कोणत्याही नविन वस्तुची उत्पत्ती झाल्यास त्या सोबतच व्यर्थ पदार्थाची सुध्दा निर्माण होतात. कोणताही व्यर्थ पदार्थ तयार झाल्या शिवाय नविन पदार्थ निर्माण होऊ शकत नाही. याच प्रमाणे आपले शरीर सुध्दा सजीव पेशीचा कारखाना आहे. इतर सजीवाचे सुध्दा असेच आहे. प्राण्यामध्ये जिवप्रक्रिया घडत असतांना आवश्यक असणारे पदार्थ निर्माण होत असतात. यासोबतच एक नियमीत अंतराने व्यर्थ पदार्थ सुध्दा तयार होत असतात. या विषयी विचार करतांना आपल्या मनात अनेक शंका निर्माण होतात. उदाहणात:

- त्यांची उत्पत्ती कशी होते?
- यामध्ये कोणकोणते पदार्थ असतात?
- एक प्राणी विभिन्न परिस्थितीत उत्पन्न करणारे व्यर्थ पदार्थ एक सारखेच असते काय?
- व्यर्थ पदार्थाची उत्पत्ती कुठे होत असते?

अशा प्रकारचे प्रश्न समजुन घेऊ या.

सर्व सजिवांना त्यांचे अस्तित्व टिकवुन ठेवण्यासाठी आणि जिवप्रक्रिया पुर्ण करण्यासाठी उर्जेची आवश्यकता असते. या चय क्रिया (anabolism) किंवा अपचय क्रिया (catabolism) असो या सर्वांना मिळून चयापचय क्रिया (metabolic activities) असे म्हणतात. सर्व प्राणी जिव प्रक्रिया पुर्ण करण्यासाठी विविध प्रकारच्या पदार्थाचा उपयोग करतात. खालील जिव प्रक्रियेत कोणते पदार्थ निर्माण होतात हे तुम्ही सांगु शकाल काय?

### तत्त्वा -1

जिव प्रक्रिया	उत्पादके
प्रकाश संश्लेषण	
श्वसन	
पचन	

- प्राणी कोणकोणते उत्पादके, इतर क्रिया करण्यासाठी त्याचा उपयोग करतात?
- त्या पदार्थाचे विसर्जन केले नसता कोणकोणते उत्पादके शरीराला हाणी पोहंचवु शकतो?
- शरीराला हाणी पोहंचविणाऱ्याना रोज विसर्जित केले नाही तर काय होईल?

प्राण्यामध्ये विविध जीवप्रक्रियांना पश्चात उत्पन्न होत असलेल्या विविध पदार्थाविषयी शिकु या. यामधील हानी करणाऱ्या पदार्थाचे विसर्जन करणे, कांहिना दुसऱ्या रूपात बदलवून त्याची साठवन करून ठेवतात. म्हणजे हे सर्व उत्पन्न झालेले व्यर्थ पदार्थच होय. प्रकाश संश्लेषण क्रिया किंवा श्वसन क्रिया या मध्ये उत्पन्न होणारे वायुरूप व्यर्थ पदार्थ बाहेर कसे पाठवितात ते आपण मागील धड्यात शिकलो आहे. इतर जिवप्रक्रियामध्ये निर्माण झालेले नवजणी संबंधीत पदार्थ सुध्दा बाहेर पाठविण्याची आवश्यकता असते. लवणे अधिक असलेले पाणी आणि इतर पदार्थ बाहेर टाकावी लागते. विसर्जन (excretion) हा लँटीन भाषेतुन आला आहे ex म्हणजे बाहेर ,crenere म्हणजे पाठविणे. विसर्जन ही एक सजीवातील जिव प्रक्रिया आहे. म्हणजे शरीरात तयार होणारे व्यर्थ पदार्थ यांना वेगळे करून शरीराच्या बाहेर पाठविले जाते.

आता आपण मानवामध्ये विसर्जन व्यवस्था कसे कार्य करते ते माहित करून घेऊ या.

### **मानवामधील उत्सर्जन (Excretion in Human Beings)**

विविध जिवक्रिया मध्ये असंख्य क्रिया घडत असतात. यामध्ये उपयोगी पदार्थ आणि शक्ती निर्माण केली जाते. म्हणजे याच वेळात अनेक बदल संभावितात. उदाहरणात हानिकारक पदार्थ निर्माण होणे, पाण्याची पातळी वाढणे, शरीरातील आयोनिक समतोल बदलणे इत्यादी. शरीराला हानी करणारे पदार्थ बाहेर टाकावे. शरीराचे समतोल दाखायला पाहिजे. शरीरातील विविध भागामधील द्रवाची गाढता स्थीर ठेवण्यालाच समतुल्यता (Homeostasis) असे म्हणतात. आपल्या शरीरात उत्पन्न होणाऱ्या व्यर्थ पदार्थात कार्बनडाय आक्साईड पाणी, नत्राजण संबंधीत व्यर्थ असणारे अमोनीया, युरीया, युरिकाम्ल, पित्तरस, रंगद्रव्य, जास्त प्रमाणात असलेले लवणे वैरैचा समावेश होतो. या सर्व व्यर्थ पदार्थपैकी अमोनीया हा सर्वात विषारी आहे.

हे सर्व व्यर्थ पदार्थ शरीरात कोठे तयार होतात? कोठे असतात? शरीर या सर्वांना कसे सामावून घेते? शरीरात यांना कशा प्रकारे ओळखतात?

सारणी 2,3 मध्ये एका व्यक्ती संबंधीत रक्त परिक्षा आणि मुत्रपरीक्षाचे निरीक्षण करा (सारणी2) रक्त आणि मुत्रामध्ये कोण कोणते पदार्थ असतात त्याची माहिती करून घेऊ या. (24 तास मुत्र परिक्षा म्हणजे एकाच व्यक्तीपासुन 24 तासांत संपुर्ण गोळा केलेल्या मुत्रापैकी 100-150 मी.ली. मुत्र नमुना घेऊन त्याची परिक्षा केली जाते. तपासणीचे निरीक्षण करा?

- रक्तात कोणकोणते पदार्थ असतात?
- मुत्रामध्ये कोणकोणते पदार्थ असतात?
- रक्त आणि मुत्रामध्ये कोणकोणते पदार्थ असतात?
- बरेच पदार्थ हे रक्तात आणि मुत्रात सुध्दा असतात. कारण काय?
- रक्त आणि मुत्रामध्ये साधारण स्थितीपेक्षा जास्त असणारे पदार्थ कोणते?

## सारणी-२ : जीवरसायनिक विभाग

नमुना : प्लाजमा / सिरम (रक्त)

परिक्षा /पद्धत	निकाल	युनिट	साधारण प्रमाण
ग्लुकोज फास्टिंग	82	mg/dl	60-100 (GOD POD)
सोडीयम	137	mmoles/L	135-145
पोटॉशिमय	4.10	mmoles/L	3.5-5.0
क्लोरोराईड्स	101	mmoles/L	95-106
युरीया	29	mg/dl	15-40
क्रियटीनाईन	2.8.	mg/dl	0.6-1.5
युरीक आम्ल	7.50	mg/dl	3.0-5.0
एकुण कोलेस्ट्राल	221	mg/dl	150-200
ट्रांसफासराईड्स	167	mg/dl	60-200
कॅल्शीयम	9.40	mg/dl	8.0-10.5
फॉस्फरस	4.50	mg/dl	3-4.5
एकुण बिलुरुबीन	0.70	mg/dl	0.1-0.8
एकुण प्रोटीन्स	7.20	g/dl	6.0-7.5
अल्बुमीन	4.60	g/dl	3.0-5.0

## सारणी-३ : जीवरसायनिक विभाग

नमुना : मुत्र (लघवी)

परिक्षा /पद्धत	निकाल	युनिट	साधारण प्रमाण
24 तास प्रोटीन्स	90	mg/day	<100 mg
24 तास क्रियटीनाईन	2.7	mg/day	1-2
24 तास कॅल्शीयम	305	mg/day	Up to 200
24 तास फॉस्फरस	0.8	mg/day	upto 1g
24 तास युरीक आम्ल	800	mg/day	upto 600

### इलेक्ट्रोलैट्स

सोडीयम	140	mmol/L	125-250
पोटॉशिमय	50	mmol/L	25-100
आॉस्मोललीटी (एकुण)	180	mosm/L	100-600
ग्लुकोज	65	mg/dl	50-80
क्लोरोराईड्स	128	mmol/L	120-130
युरीया	35	gm/day	20-30

m moles / L म्हणजे मिली मोल्स/लीटर mg/dl मीलीग्राम /डेसी लिटर

- कोणकोणते व्यर्थ पदार्थ शरीराच्या बाहेर टाकण्याची गरज असते?
- हे पदार्थ कशाव्दारे बाहेर टाकल्या जातात?
- उत्सर्जन करणारे पदार्थ कोणकोणते अवयव वेगळे करतात?
- शरीरातुन व्यर्थ पदार्थ बाहेर टाकायला पाहिजे असे का म्हणता येईल?  
मानव उत्सर्जक व्यवस्था याची रचना आणि कार्याचा अभ्यास केल्यास आपल्याला हे सर्व चांगले लक्षात येईल.

### **मानवातील उत्सर्जक संस्था (EXCRETORY SYSTEM IN HUMAN BEING)**

मानवामध्ये साधारणतः विसर्जन हे मुत्राव्दारे किंवा उत्सर्जक संस्थेवदारे केले जाते. यामध्ये मुत्रपिंडाची एक जोडी, मुत्रवाहिणीची एक जोडी, मुत्राशय आणि मेहनी( urethra) वरूप भाग असतात. आकृती-4 चे निरिक्षण करा. आता आपण बकरी किंवा मेंढी मधील मुत्रपिंडाच्या बाह्य आणि अंतरीक रचना व त्यांच्या कार्याचा अभ्यास करु या. कारण मानव व यांच्या मुत्रपिंडाची रचना व कार्य सारखे असते.



#### **प्रयोगशाळा कृती**

**उद्देश:** मुत्रपिंडाच्या बाह्य व अंतर रचनेचा अभ्यास करणे.

**आवश्यक सामग्री :** मटन दुकानातील ताजी बकरी किंवा मेंढीची मुत्रपिंड किंवा मुत्रपिंडाचा 3D नमुना, तेजधार ब्लेड, ट्रे आणि पाणी

**निरिक्षण करण्याची पद्धत:** बकरी किंवा मेंढीचे मुत्रपिंड गोळा करून प्रथम त्याला स्वच्छ पाण्यात धुवुन टाका. जेणेकरून त्यावरील रक्त निघुन जाईल. यानंतर त्यावरील संपुर्ण पाणी वाळून गेल्यानंतर ते एका ट्रे मध्ये ठेवा व काळजीपुर्वक निरिक्षण करा. तुमच्या वहीत त्या निरिक्षणाची नोंद करा. एका तेज ब्लेडच्या साहाय्याने मुत्रपिंडाला मधातुन उभे कापुन त्यांच्या अंतर्गत निर्माणाची (अवयावाची) निरिक्षण करा. यासाठी तुम्ही तुमच्या शिक्षकाचे मदत घ्या. निरिक्षण केलेल्या भागांची आकृती काढा. त्या आकृती 1-2 सोबत तुलना करा.

- मुत्रपिंड कोणत्या आकाराचे आहे.
- मुत्रपिंडाचा रंग कसा आहे?
- मुत्रपिंडाच्या वरील भागाला कोणते अवयव जुळलेले आहे काय?
- मुत्रपिंडातील अंतर्गत रचना ही आकृती-2 मधील रचने सारखी आहे काय?
- मुत्रपिंडाच्या उभ्या छेदातील वरच्या भागाचा कोणता रंग आहे?
- मुत्रपिंडाच्या उभ्या छेदात कश्या गडद रंग कोणत्या भागात आढळतो?
- मुत्राशयाच्या वक्र भागातुन किती नलीका बाहेर येत आहेत?

तुमचे निरिक्षण पुर्ण झाल्यावर एंटीबॉक्टीरीयल लोशनने हात स्वच्छ धुण्यास विसरु नका.

आता मानवी उत्सर्जन संस्थेचा आणि त्याच्या कार्याचा अभ्यास करु या.



**आकृती-1:**  
**बकरीचे मुत्रपिंड**

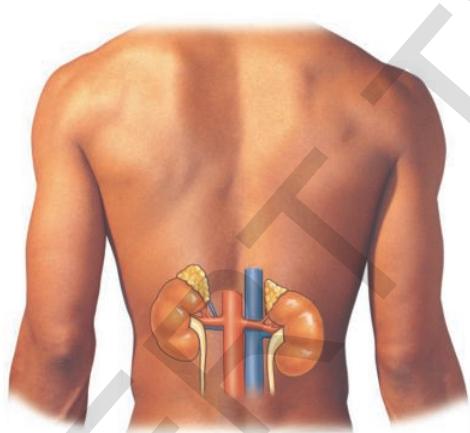


**आकृती-2:**  
**बकरीच्या  
मुत्रपिंडाचे उभा छेद**

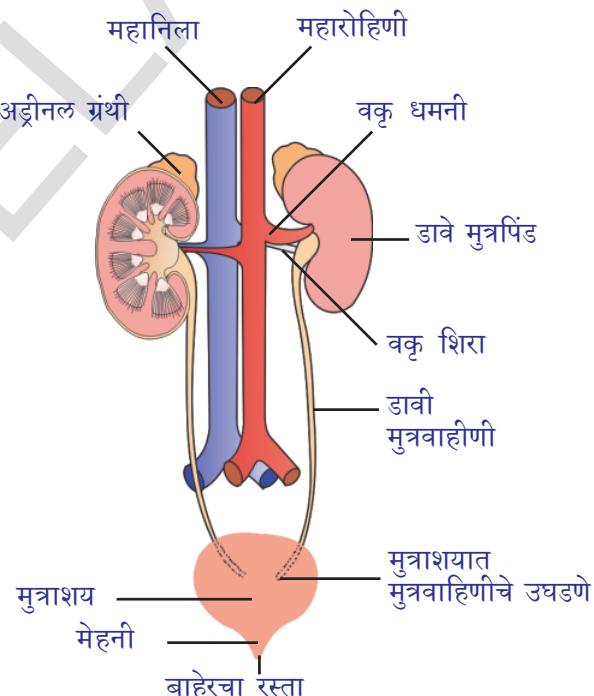
## मुत्रपिंड (Kidneys)

मानवामध्ये वालाच्या बियाच्या आकाराचे आणि लालसर करड्या रंगाचे दोन मुत्रपिंड असतात. हे उदर पोखळीत पाठीच्या कण्याच्या दोन्ही बाजुला एक एक कमरेच्या थोडे वर असते. (आकृती - 3) उजव्या बाजुचे मुत्रपिंड हे डाव्या बाजुच्या मुत्रपिंडापेक्षा थोडे खाली असते. असे का असता याचा विचारा करा?

मुत्रपिंडाची लांबी 10 से.मी. 5-6 से.मी. रुंद आणि 4 से.मी. जाड असते. प्रत्येक मुत्रपिंड हे वरच्या बाजुला अंतर्गोल (convex) आणि आतल्या बाजुला बहीगोल (concave) असते. उजव्या बाजुचे मुत्रपिंड हे थोडे खाली असते कारण त्याच्या बरच्या बाजुला यकृत (liver) असते. एकदा प्रयोग शाळेतील कृतीतीत शेवटच्या प्रश्नांची आठवण करा. प्रत्येक मुत्राशयाच्या आतल्या बाजुला एक अंरुद द्वार किंवा हिल्स (hilus) असतात. या हिल्स मधुनच वृक धमनी (*renal artery*) मुत्रपिंडात प्रवेश करतात. आणि वकृ शिरा(*renal vein*) व मुत्रवाहिणी बाहेर पडते. शरीरातील विविध अवयवाकडुन निर्माण झालेले व्यर्थ आम्लयुक्त रक्त वकृ धमनी द्वारे मुत्रपिंडात येतात. आणि आम्ल रहीत रक्त वकृ शिरा गोळा करीत असते. शरीरातील सर्व अवयवाकडुन तयार झालेले व्यर्थ पदार्थ मुत्रपिंडात गाठले जाते आणि बाहेर पाठविले जाते.



आकृती-3: मुत्रपिंडाचे स्थान



आकृती-4: उत्सर्जन संस्था

## मुत्रपिंडाची अंतर रचना (Internal structure of the kidney)

मुत्रपिंडाची अंतर रचना समजण्यासाठी मुत्रपिंडाच्या उभ्या छेदाचे निरिक्षण करावे लागते. मुत्रपिंडाच्या मध्ये दोन भाग दिसतात. गडद गव्हाळ रंगाच्या भागाला बाह्यांग (cortex) म्हणतात. तर फिकट अंधुक भागाला निस्कष्ट (medulla) म्हणतात. प्रत्येक मुत्रपिंडात सुमारे एक मिलीयन पेक्षा जास्त (1.3 ते 1.8 मिलीयन) सुक्ष्मवकृ वाहिण्या असतात. यांना वकृ परिमाण किंवा नेफ्रांन्स (nephrons) असे म्हणतात.

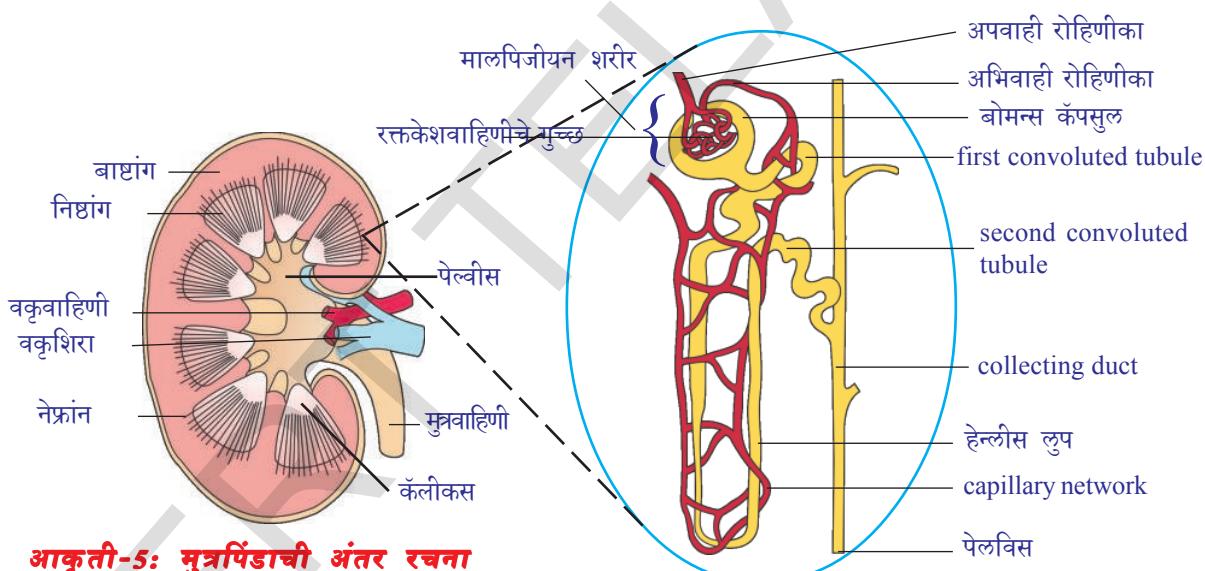
## नेफ्रानची रचना (Structure of nephron)

प्रत्येक नेफ्रानमध्ये दोन मुख्य भाग असतात. 1) मालपीजीयन शरीर (malpighian) 2) वकृवाहिणी (renal tubule)

**मालपीजीयन शरीर (Malpighian body):** नेफ्रानच्या शेवटच्या टोकाला एक रुंद कपासारखी रचना असते. त्याला बोमन्स कॉपसुल (Bowman's capsule) असे म्हणतात. यामध्ये असणाऱ्या रक्त केशवाहिण्याच्या जाळ्या रक्तकेशवाहिण्याचे गुच्छ (glomerulus) असे म्हणतात. बोमन्स कॉपसुल आणि रक्त केशवाहिण्याचे गुच्छ मिळून मालपीजीयन शरीर तयार होते. ग्लेमेरुलसचा विकास (Glomerulus) अपवाही रोहिणीका (afferent arteriole) पासुन होते. यापासुन अभिवाही रोहिणीका (efferent arteriole) निर्माण होते.

- अपवाही रोहिणीका efferent arteriole त्यास अभिवाही रोहिणीका afferent arteriole पेशा कमी का आहे याचा विचार करा?

अपवाही रोहिणीका चा व्यास अभिवाही रोहिणीका पेशा कमी असल्यामुळे ग्लेमेरुलस दबाव निर्माण होऊन त्यामध्ये पदार्थाचे गाळण होते. बोमन्स कॉपसुल च्या भिंती squamous epithelial पेशीच्या जाळ्याने बनले असते. याला पोडोसाईट पेशी म्हणतात. पोडोसाईट पेशी मध्ये सुक्ष्मरंगे असतात. ज्यामुळे पदार्थ गाळून ग्लेमेरुलस मधुन बाहेर पाठवितात.



आकृती-5: मुत्रपिंडाची अंतर रचना

आकृती-6: नेफ्रानची रचना

**वकृवाहिणी(Renal tubule):** वकृवाहिणी मध्ये तीन भाग असतात. 1). प्रोक्सीमल कोन्वूल्युटेड ट्युबूल (Proximal Convoluted Tubule (PCT) 2). लूप ऑफ हेन्ले (Loop of Henle) जे U आकाराचे असते. 3). डिस्टल कोन्वूल्युटेड ट्युबूल (Distal Convoluted Tubule (DCT)).

डायस्टल कन्वुल्टेड नळी हे कलेक्टिंग नळी मध्ये उघडते. कलेक्टिंग नळी पिरांमीड आणि कॉलीसेस तयार करून शेवटी पेल्वीस (Pelvis) मध्ये उघडते आणि पेल्विस मुत्रवाहिणीत उघडते.

अपवाही रोहिणीका पासुन निर्माण झालेल्या सर्व गोलाकार जाळीने वकृ वाहिणी झाकलेली असते. सर्व पेरीट्युबलर कॉपीलरीस मिळून वकृ शिरा तयार करतात.

- नेफ्रानला मुत्रपिंडाचे निर्माणात्मक आणि क्रियात्मक प्रमाण का म्हणतात?

## मुत्र तयार होण्याची पद्धत (Mechanisms of urine formation)

मुत्र तयार होण्याची चार टप्पे आहेत. i. Glomerular filtration, ii. Tubular reabsorption, iii. Tubular secretion and iv. Concentration of urine

### i) ग्लोमेरल फिल्ट्रेशन (Glomerular filtration)

वकृवाहिणी मधुन ग्लोमेरल मध्ये सुक्ष्म रक्त वाहिण्याबदारे रक्त वाहत असते. नेफ्रांन मधील ग्लोमेरलम फिल्ट्रेशन दर्शविणारे आकृती -7 पहा आणि खालील प्रश्नांची उत्तरे देण्याचा प्रयत्न करा.

- अपवाही रोहिणीका किंवा अभिवाही रोहिणीका पैकी कोणाचा व्यास जास्त आहे?
- ग्लोमेरल्स कॅपसुल मध्ये कोणते पदार्थ गाठले जाते?

### ii) ट्युबुलर रि-अबसारपशन (Tubular Re-absorption )

ग्लोमेरल जाळीदरे निर्माण होणाऱ्या मुत्रांना प्राथमिक मुत्र असे म्हणतात. हे रसायनिक दृष्ट्या रक्तासमान असते. प्राथमिक मुत्रात रक्तपेशी राहत नाही. हे मुत्र प्रोक्सीमल कोन्वूल्युटेड (Proximal Convoluted) वाहिणी मध्ये पाठविले जाते. प्राथमिक मुत्रामधील शरीराला आवश्यक असणारे पदार्थ पेरीट्युबूलार नेटवर्क (Peritubular Network) मध्ये पुनः शोषण केल्या जाते.

- आपण जर जास्त पाणी पिले तर जास्त मुत्र विसर्जित होते का?
- कोणकोणते पदार्थ प्रोक्सीमल कोन्वूल्युटेड (Proximal Convoluted (PCT) मधुन पेरीट्युबूलार नेटवर्क (Peritubular Network) मध्ये पुनः शोषले जाते?

### iii) ट्युबुलर सीक्रेशन (Tubular secretion)

PCT मध्ये पुनःशोषण झाल्यानंतर मुत्र हेन्लीस लुप (Loop of Henle) मधुन DCT मध्ये पाठविल्या जाते. येथे अधिक प्रमाणात असलेले पोटेशियम, सोडीयम, क्लोराइड, हायड्रोजन, आयन पैकी पेरीट्युबूलार कॅपील्युरेस (Peritubular Capillaries) मधुन DCT मध्ये स्वत असतात. यामुळे मुत्राची pH किंमत समतुल्य होते. प्रोक्सीमल कोन्वूल्युटेड (Proximal Convoluted) मध्ये सुधा ट्युबूलार सेक्रेशन (Tubular Secretion) थोड्या प्रमाणात होत असते. आकृती -7 मध्ये ट्युबूलार सेक्रेशन (Tubular Secretion) निरक्षण करा.

- DCT मध्ये कोणत्या पदार्थचे स्वत असतात?



### आपणास माहित आहे काय?

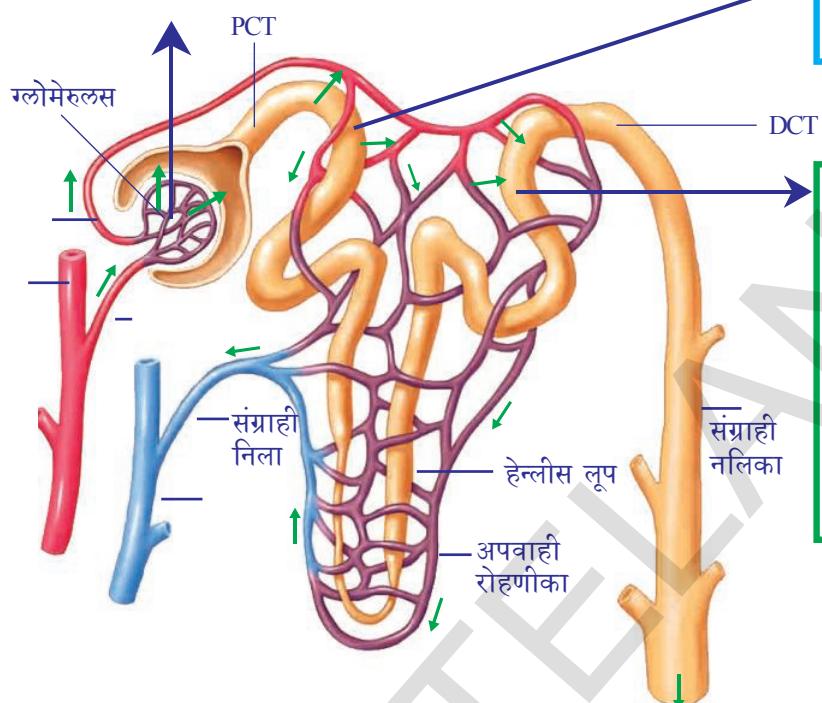
40 वर्षाच्या वयानंतर जवळ जवळ सर्वांमध्ये प्रती 10 वर्षाला 10% नेफ्रान कमी होत असतात.

### iv) मुत्राची गाढता (Concentration of urine)

75 % पाणी असलेले नेफ्रिक फिल्ट्रेट (Filtrate) हे प्रोक्सीमल कोन्वूल्युटेड (Proximal Convoluted) मध्ये पुनःशोषण केल्या जाते. filtrate मधील 10% पाणी अभिसरण पद्धतीने हेन्लीस लुपच्या भागात पाठविले जाते. नंतर वासोप्रेसीन हार्मोन (Vasopressin Hormone) च्या उपस्थितीत मुत्राची गाढता ही संग्राही नालीकेच्या (Collecting Tubes) च्या भागात तयार होते.

**i) Glomerular Filtration:** अपवाही रोहिणीका अरुंद असल्यामुळे तेथील निर्माण झालेल्या दाबाने रक्त ग्लोमेरुलरस मध्ये वाहत असते. याचेच फलीत म्हणजे Pressure Filtration किंवा Ultra Filtration होय. व्यर्थ परमाणु पोषक परमाणु (युरिया, युरीक एसिड, ग्लुकोज, एमिनो एसीड्स, लवण आणि पाण्याची चाळणी हॉऊन बोमन्स कॅपसुल मध्ये पाठविले जाते.

**ii) Tubular reabsorption:** प्राथमिक मुत्रात असणारे उपयुक्त peritubular capillaries मध्ये पुनःशोषीत होते जसे ग्लुकोज, अमीनो आम्ल, जिवसत्व सी, पोटॉशियम, कॅल्यशियम, सोडीयम क्लोरोराइड आणि 75% पाणी यांचे पुनःशोषण होत असते.



**iii) Tubular secretion:** रक्त केशवाहिण्या मधून मुत्र वाहिणीमध्ये व्यर्थ पदार्थाचे स्ववरण होत असते. रक्तात असणारे युरिया, युरीक आम्ल, क्रीयटीनाईन, मीठाचे आयन पोटॉशियम, हायड्रोजन आयन हे सर्व रक्तातील व्यर्थ पदार्थ बाहेर टाकले जाते. यामुळे मुत्राची pH किंमत आणि मुत्राची गाढता कायम राखण्यास मदत होते.

### आकृती-7: मुत्र तयार होण्याची पद्धत

तित्र मुत्र जेव्हा बाहेर पाठविले जाते तेव्हाच हार्मोन्सचे स्ववरण होते. जास्त पाणी पिल्यानंतर vasopressin hormone का स्ववरत नाही याचा विचारा करा? व्यासप्रोसीन हार्मोन्स अनुपस्थितीमध्ये सौम्य मुत्राची निर्मीती होते. शरीराचा अभिसरण तित्रता कायम राखण्यासाठी हार्मोन्स कार्य करीत असते. व्यासोप्रेसीन हार्मोन्सच्या अभावामुळे अधिक मुत्र विसर्जन नेहमी नेहमी मुत्र येणे आणि सौम्य मुत्राची निर्मीती होत असते. यालाच डायबेटीस इंसीपीडस(diabetes insipidus) असे म्हणतात.

- हिवाळ्यामध्ये अधिक वेळ मुत्रविसर्जन करावे लागते याचे कारण काय?
- जर पाण्याचे पुनःशोषण झाले नाही तर काय होईल?

आता आपण उत्सर्जन संस्थेतील उरलेल्या भागा विषयी चर्चा करु या.

## 2. मुत्रवाहिणी (URETERS)

पांढर्या अरुंद रस्त्याच्या आणि स्नायुमय बनलेल्या मुत्रवाहिणीची एक जोडी असते. मुत्र वाहिणीची लांबी 30 से.मी. असते. प्रत्येक मुत्रवाहिणी हे मुत्रपिंडाच्या खाल्या (hilus) या भागातुन बाहेर येत असते. ही खालच्या भागात वाहत जाऊन मुत्राशाय उघडते. मुत्र वाहिण्या मुत्रपिंडापासुन मुत्र मुत्राशायात वाहन आणतात. मुत्रवाहिणीतील पेरीस्टालसीस(peristalsis) हालचालीमुळे मुत्र मुत्राशायात पोहचत असते.

### 3. मुत्राशय (URINARY BLADDER)

मुत्राशय पातळ पडदा असलेले, पियर फळाच्या आकाराची एक पिशवी सारखी रचना आहे. मुत्राशय हे उदराच्या कटी प्रदेशात स्थीत असते. मुत्रवाहिणी व्दारे आणलेले मुत्र येथे साठविले जाते. मुत्राशयामध्ये जवळपास 300-800 मी.ली. मुत्र तात्पुरते साठविले जाते.

### 4. मेहणी (URETHRA)

मुत्राशयातुन मुत्र बाहेर टाकणारी ही एक नळी आहे. मुत्राशयाच्या शेवटी युरेशा उघडण्याच्या जागी स्फींक्टर (sphincter) स्नायुची रिंग असते. ज्यामुळे त्याच्या हालचालीवर नियंत्रण ठेवते. स्त्रीमध्ये युरेशाची लांबी 4 से.मी. असते आणि पुरुषामध्ये 20 से.मी. लांब असते. याला वेस्टुला असे म्हणतात. स्त्रीमध्ये युरेशा आणि जनन वाहिणी वेगळी असते. परंतु पुरुषा मध्ये युरेशा आणि जनन वाहिणी ही एकच असते तीला मुत्र जनन वाहिणी (urino-genital duct) असे म्हणतात.

### मुत्र विसर्जन (MICTURITION)

मुत्र हे मुत्राशयात तात्पुरते थांबविले जाते. मुत्राशयातुन मुत्र बाहेर येण्याच्या ठिकाणी गोलाकार स्फींक्टर स्नायुच्या दोन जोड्या असतात. मुत्र मुत्राच्या रूपात भरे पर्यंत या जोड्या संकुचीत असतात. यामुळे रंध्र बंद असते. जसे मुत्र मुत्राशयात जमा होते. तसा मुत्राशयाच्या भिंतीवर दाब पडुन त्या ताणल्या जातात. यामुळे असंकल्पीत वरील गोलाकार स्फींक्टर स्नायु ढिले होते परंतु खालचे स्फींक्टर स्नायु ताबा ठेवुन मुत्र विसर्जनावर ताबा ठेवते. परंतु लहान मुलांमध्ये अशा प्रकारचा ताबा नसतो. परंतु वयानुसार मुत्र विसर्जनावर ताबा ठेवता येतो.

मुत्राशया मध्ये जास्तीत जास्त 700-800 मी.ली. मुत्र साठवु शकतो. परंतु जवळपास 300-400 मी.ली. मुत्र मुत्राशयात जमा झाल्यावर मुत्राशय फुगते व त्याच्या भिंती मधील स्ट्रेच पेशी उत्तेजीत होऊन मेंदुला सुचना देतात. यामुळे मुत्र विसर्जनाची इच्छा निर्माण होते. मुत्राशयाच्या आंकुचनाने मुत्र बाहेर टाकल्या जाते. या क्रियेलाच मुत्र विसर्जन (micturition) असे म्हणतात. मानव रोज जवळपास 1.6 ते 1.8 लीटर मुत्र विसर्जन करीत असतो. परंतु ज्यावेळी पाणी, फळाचे रस, द्रव पदार्थ जास्त प्रमाणात घेतल्यास जास्त आणि कमी घेतल्यास कमी प्रमाणात मुत्र विसर्जन होत असते.



### विचार करा-चर्चा करा

- पेशींना विसर्जन क्रिया आवश्यक असते का?
- पाणी जास्तीत जास्त पीण्यास आपल्याला सळूा का देतात?
- 15 ते 16 वर्षा पर्यंतचे काही मूळे रात्री झोपीत लघवी करतात याचे कारण काय?

### मुत्राचे घटक (Composition of urine)

हे फिकट पिवळ्या रंगाचे द्रव्य आहे. ज्या प्रमाणे रक्तामध्ये हिमोग्लोबिनमुळे रक्ताला लाल रंग येतो, त्याच प्रमाणे मुत्रामध्ये युरोक्रोम या पदार्थमुळे मुत्राला रंग येतो. साधारण मुत्राचे घटक हे अनेक घटकावर आधारीत असते. जसे जास्त प्रमाणात प्रोटीन्स असलेले

अन्न खाणाच्या व्यक्तीला मुत्रात युरीया जास्त असतो. कारण प्रोटीन्स पचन क्रियेच्या वेळेस यकृतामध्ये ढी अमायनेशन क्रियेमुळे जास्त प्रमाणात युरीया तयार होतो. पिष्टमय पदार्थचि सेवन करण्याच्या व्यक्तीच्या मुत्रात साखरेचे प्रमाण जास्त दिसून येते. द्रवपदार्थाचि किंवा पाणी असणारे पदार्थ अधिक प्रमाणात सेवन करण्याच्या व्यक्तीच्या रक्तात पाण्याचे प्रमाण वाढते. त्यामुळे सुधा लघवीला जास्त वेळा जावे लागते.

मुत्रामध्ये 96% पाणी 2.5% कार्बन पदार्थ (युरीया, युरीया एसीड, क्रेयटीन, क्रेयटीनाईन, पाण्यात विरघळणारे पदार्थ, हार्मोन्स आणि oxalates इत्यादी) आणि 1.5% अकार्बनिक पदार्थ (सोडियम क्लोराईड, फास्फेट, सल्फेट मँगेशियम, कॅल्शीयम, आयोजिन) असतात. मुत्र प्रथम आम्ल धर्मी (60) असले तरी नंतर ते क्षारयुक्त बनते कारण युरीयाचे विघटन होऊन अमोनीया तयार होते.

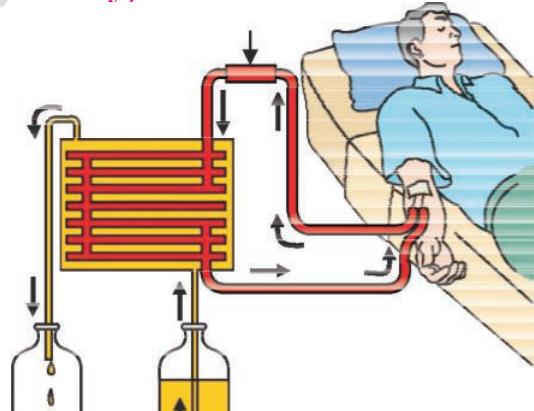
- दोन्हीही मुत्रपिंड काम न केल्यास काय होईल?

मुत्रपिंडाच्या काम न करण्याला इंड स्टेज रिनाल जिसीज (ESRD) असे म्हणतात. मुत्रपिंडाची काम करण्याच्या क्रिया बंद पडल्यास शरीरात पाणी व्यर्थ पदार्थ जमा होतात. या दशेला युरेमीया(uremia) असे म्हणतात. हातपाय सुजतात, रक्त शुद्ध न झाल्याने कमजोर पणा येतो, थकल्यासारखे वाटते कारण तुमच्या शरीराला कार्य करण्यासाठी शुद्ध रक्ताची गरज असते. यावर काही उपाय आहेत काय? आता आपण कृत्रिम मुत्रपिंडाविषयी माहिती मिळवू या.

## डायलीसीस-कृत्रिम मुत्रपिंड (Dialysis Artificial Kidney)

जिवन जगण्यासाठी मुत्रपिंडाची फार मोठी भुमिका असते. परंतु इनफेक्शन उच्च रक्तदाब, मधुमेह किंवा मुत्रपिंडात रक्त वाहण्यास अडथळा होते. या मुळे विषारी पदार्थ तयार होऊन मृत्यु संभावितो. जेव्हा दोन्हीही मुत्रपिंड काम करीत नाही. तेव्हा त्या व्यक्तीमध्ये रक्ताचे शुद्धीकरण करण्यासाठी डायलीसीस मशीनचा उपयोग होतो. कृत्रिम पद्धतीने रक्ताचे शुद्धीकरण करण्याच्या प्रक्रियेला हिमोडायलिलीस (haemodialysis) असे म्हणतात. या प्रक्रियेत रक्ताला एका मुख्य धमनीव्दारे बाहेर काढून त्यामध्ये रक्ताला घट न होऊ देणारे कारक जसे हेपारीन (heparin) मिसळून डायलाइझर (dialyzer) यंत्रामध्ये पाठवितात. डायलीसीस

यंत्रामध्ये काही खोल्या किंवा नलीका असतात. या नलीकेतुन डायलाईजड द्राव जमा ठेवले जाते. एका पातळ पड्याने नलीकेतील डायलाईड द्राव आणि रक्त वेगळे केले जाते. नलीकेमध्ये वाहणारे रक्त आणि नलीकेबाहेर असणारे डायलाईड द्राव असतात. यामध्ये एक सारखेच घटक असतात. द्रव नत्रयुक्त पदार्थ व्यर्थ पदार्थ शिवाय डायलाईड द्रावनामध्ये नत्रयुक्त पदार्थ नसल्यामुळे डायलाईजर मध्ये रक्त वाहत असतांना नत्रयुक्त व्यर्थ पदार्थ काढून रक्त शुद्ध करतात. या प्रक्रियेलाच डायलीसीस असे म्हणतात. ही प्रक्रिया मुत्रपिंडात होणाऱ्या क्रिये समान असते. परंतु येथे पुनःशोषण होत नाही. शुद्ध केलेले रक्ता पुन्हा एन्टी-हेपारिन मिसळून शरीरात एका शिरेव्दारे पाठविले जाते. प्रत्येक वेळेस डायलीसीस



**आकृती-8:**  
**डायलेसिस Dialysis**

पुणे होण्यासाठी 3 ते 6 तास वेळ लागतो. मुत्रपिंड काम न करणाऱ्या जगातील हजारे रोग्यावर ही प्रक्रिया उपयोगात आणली जात आहे.

- मुत्रपिंड काम न करणाऱ्या व्यक्तीमध्ये दिर्घकालीन कोणता उपाय आहे काय?



## आपणास माहित आहे काय?

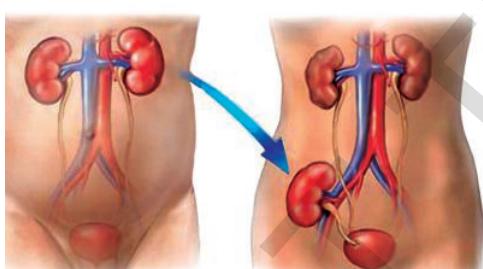
पहिली मुत्रपिंड रोपन शस्त्रक्रिया 1954 मध्ये समरूप जुळ्या मुलांमध्ये वाशिंगटन मधील (अमेरिका) डॉ. चार्ल्स हफ्नोगल (Dr. Charles Hufnagel यांनी यशस्वी केली. आपल्या देशात सर्व प्रथम 1 डिसेंबर 1971 मध्ये ख्रिंश्चन वैद्यकीय महाविद्यालय वेलूर (तामिलनाडु) येथे मुत्रपिंड रोपन (kidney transplantation) शस्त्रक्रिया करण्यात आली.



Dr. चार्ल्स हफ्नोगल

### मुत्रपिंडाचे रोपन (Kidney transplantation)

मुत्रपिंड काम न करणाऱ्यांना दिर्घकालीन उपाय म्हणजेच मुत्रपिंडाचे रोपन होय. ज्या व्यक्तीमध्ये मुत्रपिंड काम करीत नाही त्याच्या जवळच्या नातेवाईका (दाता) कडुन चांगले काम करणारे मुत्रपिंड वेगळे करतात. मुत्रपिंड घेणाऱ्यांच्या शरीराला ते मुत्रपिंड चांगले जुळवुन घेण्यासाठी किंवा आतल्या संस्थेशी नकारात्मक कार्य न करण्यासाठी अती जवळच्या नातेवाईकाचे मुत्रपिंड दान करायचे असते. परंतु आजच्या आधुनिक वैद्यकीय तंत्रज्ञानामुळे मुत्रपिंड रोपन शस्त्रक्रियेच्या यशात वाढ झाली आहे.



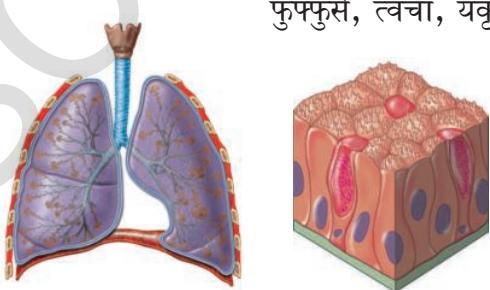
आकृती-9: मुत्रपिंडाचे रोपन

- मुत्रपिंड दात्या पासुन काढलेले मुत्रपिंड रोग्याच्या कोणत्या शरीरात कोणत्या भागात बसवितात?
- काम न करणाऱ्या मुत्रपिंडाचे काय करतात?
- मुत्रपिंड दान करणारा एका मुत्रपिंडाने कोणताही त्रास न होता त्याचे जिवन जगु शकतो काय?

या मध्यकाळात अवयव दान प्रक्रिया मुत्रपिंड रोगींना फार मदतगार ठरली आहे. वैद्यकीय दृष्ट्या मृत पावलेल्या व्यक्तीपासुन अवयव गोळा करतात आणि त्या अवयवाची गरज असणाऱ्या अवयव दानाविषयी जास्त माहिती अनुबंधातुन मिळवा.

### विसर्जनाचे इतर मार्ग (सहाय्यक उत्सर्जक अवयव) (accessory excretory organs)

- मुत्रपिंड हे मानवी शरीरातील मुख्य उत्सर्जक अवयव आहे हे तुम्ही शिकला आहात.
- मानवी शरीरातील विसर्जनाचे दुसरे अवयव कोणते आहेत?
  - फुफ्फुसे, त्वचा, यकृत वगैरे अवयवांची करावयाची मुख्य कार्य वेगळे असले तरी या व्यतीरिक्त विसर्जन क्रिया सुधा पार पाडत असते.



आकृती-10: फुफ्फुस, त्वचा

**फुफ्फुस (Lungs):** श्वसन क्रियेमध्ये निर्माण होणारा कार्बन डाय आक्साईड वायु आणि पाणी फुफ्फुसाव्दरे बाहेर जाते.

**त्वचा (Skin):** त्वचेमध्ये असंख्य स्वेदग्रंथी असतात. यामध्ये अनेक रक्तकेश वाहिण्या असतात. स्वेदग्रंथी रक्तातील पाणी आणि चयापचय क्रियेत उत्पन्न होणारे व्यर्थ पदार्थ गोळा

करते. असे शरीरात जास्त झालेले पाणी आणि अत्यंत कमी प्रमाणात लवणे रक्तकेशवाहिण्या घामाच्या रूपात शरीराबाबर पाठवुन विसर्जनाचे अवयव म्हणुन कार्य करते. त्वचेमध्ये आसणाऱ्या स्वेद ग्रंथीमध्ये सीबम(sebum) नावाचा पदार्थ स्वतो. यामध्ये मेन,स्टीरोल (sterols) हायड्रोकार्बन्स आणि फॅटी आम्ल (fatty acids)वरै असतात.

- सिबम विषयी अधिक माहिती गोळा करून एक बातमीपत्र तयार करा व वाताफलकावर प्रदर्शित करा?
- थंड प्रदेशात राहणाऱ्यांना फार कमी घाम येत असते किंवा घामच येत नाही. यामुळे त्यांच्या त्वचा किंवा इतर विसर्जन अवयवामध्ये कोणता बदल येत असतो?

**यकृत (Liver):** यकृत रक्तातील मेलेल्या लाल पेशीतील हिमोग्लोबिन मधील च्यापचयीक व्यर्थ पदार्थ जसे बिलुरुबीन,बिलीवरडीन आणि युरोक्रोम (bilirubin ,biliverdin, urochrome) हे पित्तरस रंगद्रव्य उत्पन्न करीत असते. युरोक्रोम हे लघवी व्दारे विसर्जीत केल्या जाते.पित्ताशयात पित्तरस जमा झाल्यावर पित्तरसासोबतच कोलेस्ट्राल आणि स्टिराईड हार्मोन्स, औषधी, जिवनसत्वे, क्षार लवणे वरै त्याच्या सोबत मुत्राब्दारे बाबर विसर्जीत केल्या जाते. युरीयाची निर्माती करण्यात यकृताची प्रमुख भुमिका असते.

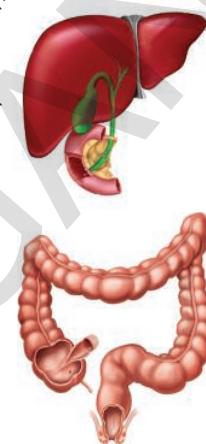
**मोठे आतडे (Intestine):** अधिक असणारे कॅल्शीयम, मँगेशियम आणि लोखंड, क्षार मोठ्या आतड्यातील मलाशयाची इथीलीयल पेशी (epithelial) वेगळे करून सोबत मलसोबत याचे बाबर विसर्जन होते. अत्यल्प प्रमाणात असणारे नत्रयुक्त व्यर्थ प्रदार्थ हे तोंडातील लाळेसोबत आणि डोऱ्यातील अश्रु सोबत बाबर पाठविल्या जाते.

### इतर जिवजंतु मधील विसर्जन (Excretion in other organisms)

विसर्जन क्रिया ही वेगवेगळ्या प्राण्यात वेगळी असते. एकपेशीय प्राण्यात विसर्जनासाठी विशिष्ट अवयव नसतात. हे प्राणी त्याच्या शरीरातील व्यर्थ पदार्थ विसरण पद्धतीने शरीराच्या बाबरील आवरणाब्दारे बाबर पाठवितात. चांगल्या पाण्यात राहणारे अमिबा, पॅरामेशीय सारखे प्राणी हे द्रवाभिसरण नियंत्रक अवयव ज्याला संकोच रिक्तीका( contractile vacuole) असे म्हणतात.या व्दारे विसर्जन क्रिया पार पाढतात. संकोच रिक्तीका शरीरातील अधिक पाणी आणि व्यर्थ पदार्थ गोळा करतात. त्यामुळे ते फुगुन पाण्याच्या पृष्ठभागावर येऊन फुटातात व गोळा केलेले व्यर्थ पदार्थ बाबर टाकतात. मुख्य विसर्जन क्रिया शरीराच्या पृष्ठभागाने द्रवाभिसरण व्दारे होते.

### सारणी-4

वगचे फलायलुम चे नाव प्राणी	उत्सर्जन संस्था
प्रोटोज़ुआ	शरीराच्या पृष्ठभागाब्दारे विसरण पद्धत ही पाण्याब्दारे होते
पोरीफेरा आणि सिलेटेटा	सर्व पेशीतील पाण्याचे प्रसरण पद्धतीने होते.
प्लाटीहेल्मीन्थीस आणि नेमाटोडा	ज्वाला पेशी
एनिलींडा	नेफ्रिडीया (Nephridia)
आरथ्रोपोडा (Arthropoda)	हरीतग्रंथी, मालपीजीयन नलीका
मोलक्सा (Mollusca)	मुत्रपिंड/केब्स आँरगॉन
इक्नोडर्मेटा (Echinodermata)	पाणी वाहक संस्था
सरपटणारे प्राणी,पक्षी आणि सस्तनप्राणी	मुत्रपिंड



आकृती-11:  
यकृत, आतडी

बहुपेशीय प्राण्यात विविध प्रकारचे उत्सर्जक अवयव असतात. त्याद्वारे ते शरीराच्या बाहेर व्यर्थ पदार्थ विसर्जीत करीत असतात. उत्सर्जक अवयवाची रचनात्मक आणि क्रियात्मक संकलीष्टता स्पांज पासुन मानवा पर्यंत वाढत जाते. स्पांज आणि सिलेंट्रटस (coelenterates) मध्ये विशिष्ट उत्सर्जक अवयव राहत नाही. प्रत्येक पेशीत पाण्याचा प्रवाह होत असतो. चपटे कुमी (Platyhelminthes) मध्ये सर्व प्रथम उत्सर्जक अवयव दिसुन आले. त्यांना ज्वालापेशी असे म्हणतात.

आता वनस्पतीमध्ये हि क्रिया कशी घडून येते ते पाहु या.

### वनस्पतीमध्ये पदार्थाचे विसर्जन आणि सोडणे (Excretion and release of substance in plants)

वनस्पती सुध्दा प्राण्यासारखेच विसर्जन करतात काय?

अशा प्रकारच्या प्रश्नाने आपल्याला आश्चर्य वाटते, कोणत्याही चयापचय क्रियेव्दारे शेवटी उत्पादका सोबत काही नत्रयुक्त व्यर्थ पदार्थ सुध्दा तयार होतात. हे फार मुख्य असते आपल्याला माहित आहे. अशा प्रकारचे व्यर्थ पदार्थ विसर्जीत करण्यासाठी वनस्पती मध्ये विशिष्ट प्रकारचे अवयव नसतात. वनस्पतीमध्ये व्यर्थ पदार्थाचे विघटन होण्याची प्रक्रिया प्राण्याच्या तुलनेत फार हळू असते. तसेच वनस्पतीमध्ये जमा होण्याची क्रिया सुध्दा हळू असते. हिरव्या वनस्पती रात्रीच्या वेळी हरीतद्रव नसलेल्या भागात श्वासक्रियेत कर्बनडाय आक्साईड आणि पाणी हे व्यर्थ पदार्थ बाहेर टाकत असते. प्रकाश संश्लेषण क्रियेत आक्सीजन सुध्दा व्यर्थ पदार्थ उत्पन्न होऊन पानातील पर्णरंध्राद्वारे आणि खोडातील लेंटीसेल्स (lenticels) द्वारे बाहेर येऊन वातावरणात मिसळत असतो.

- वनस्पती व्यर्थ पदार्थाना कसे समावून घेतात किंवा बाहेर टाकतात?

वनस्पतीत जास्तीत जास्त पाणी बाष्पोच्छवास आणि गटेशन (guttation) प्रक्रिया द्वारे बाहेर टाकत असते. व्यर्थ पदार्थ पानात, सालीत आणि फळामध्ये साठवून त्याचे पक्कतेत रुपांतर करून व्यर्थ पदार्थ कमी करतात. काही वनस्पतीमध्ये पिकलेल्या फळात शिलज पेशी (Raphides) नावाचे म्हणुन व्यर्थ पदार्थ साठवून ठेवतात. काही वनस्पतीमध्ये व्यर्थ पदार्थाचा स्वंयरक्षणासाठी उपयोग करून घेतात. पुन्हा काही वनस्पतीमध्ये व्यर्थ पदार्थाचे विषारी साठवणुक करून शाकाहारी प्राण्यापासुन स्वताचे रक्षण करण्यासाठी उपयोग करून घेतात. यामध्ये तयार होणाऱ्या रसायनामुळे वनस्पतीच्या भागाची रुची फार बेचव असते. त्यामुळे या वनस्पतीना प्राणी खाऊ शकत नाही. काही रसायनिक फार विषारी असतात ज्यामुळे हे खाल्याने प्राण्यांचे मरण सुध्दा होऊ शकते.



### विचार करा-चर्चा करा

- गवतांना आणि काही जंगली वनस्पतींना किडे किंवा प्राणी का हानी करत नाही?

काही वनस्पतींना तोडल्यामुळे त्यामधून काही रसायने बाहेर पडतात. या रसायनामुळे त्याची झालेली जखाम (तोडलेल्या जागी) भरून निघते व वाढ नियमीत होते काही वनस्पती आकर्षणीय पदार्थाचे स्वरूप करून दुसऱ्या किड्यांना त्यामध्ये धरून ठेवतात. ज्यामुळे त्यांना संयोगासाठी (pollination) पराग सिंचनासाठी किंवा त्यांच्या पोषणासाठी

उपयोगी पडतात. उदा. मुळावर गाठी असणाऱ्या वनस्पती रसायने स्नवण करून राईझोबिया(rhizobia) आकर्षित करून त्यांना आश्रय देऊन सहजिवन जगत असतात. अशा प्रकारच्या संयोगाला व्दितीय चयापचयीक उत्पादके(secondary metabolites) असे म्हणतात.

- वनस्पती एक विशिष्ट काळात पानाची आणि सालीची पडऱ्याड का करतात ?

वनस्पतीमध्ये निर्माण होणारे जिवरसायनिक पदार्थ हे दोन प्रकारचे असतात. हे प्राथमिक चयापचयाक उत्पादके आणि व्दितीय चयापचयीक उत्पादके पिष्टमय पदार्थ, प्रोटीन्स आणि चरबी सारख्या पदार्थाना प्राथमिक चयापचयीक उत्पादके असे म्हणतात. वनस्पतीच्या साधारण वाढीसाठी आणि विकासासाठी उपयोगी न पडता दुसऱ्या कार्यासाठी उपयोगी पडणाऱ्या पदार्थाना व्दितीय चयापचयीक उत्पादके असे म्हणतात. उदा. अल्कोलाईड्स, टॉनिक्स, रर्जीन्स, डॉक आणि लॅटेक्स इत्यादी. जरी वनस्पती ही उत्पादके स्वतःसाठी तयार करीत असली तरी मानव या पदार्थाचा स्वतःच्या फायद्यासाठी उपयोग करून घेतात.

### अल्कोलाईड्स (Alkaloids )

हे नत्रयुक्त उप उत्पादके आणि विषारी पदार्थ आहे. वनस्पतीमध्ये हे विविध भागामध्ये साठविलेले असते. सर्व साधारण अल्कोलाईड्स आणि त्याचे उपयोग खालील सारणीत दिले आहे.

#### सारणी-5

अल्कोलाईड्स	वनस्पतीचे नाव	वनस्पतीचे भाग	उपयोग
क्युनाईन (Quinine)	सिंकोना ऑफिसीनालीस (Cinchona)	साल	मलेरीया निवारासाठी
निकोटीन (Nicotine)	निकोटीयांना टोबॉक्स (तंबाखु)	पाने	किटकनाशके स्ट्रीम्युटंट
मार्फिन, कोकेन	पेपावर सोमर्नीफेरम (गांजा)	फळे	वेदना निवारणासाठी
रिसर्पीन (Reserpine)	रावुलफिया सर्फनटीनीया (सर्प गंधा)	मुळे	सर्प दंशावरील औषधी
कॉफैन (Caffeine)	कॉफीया अराबिका(कॉफीचे झाड)	बिया	केंद्रीय चेतासंस्था उत्तेजक द्रव्य
निंबीन (Nimbin)	अझाडीरक्टा इंडीका (निंबाचे झाड)	बिया, साल, पाने	रोगनाशक
स्कोपोलामीन Scopolamine	धोत्र्याचे वनस्पती	फळे, फुले	गुंगीचे औषध Sedative
पारीश्राईड	क्रिसएंथम्	फूल	किटक नाशक



Papaver (पेपावर)



रावुलफिया



कॉफीया अराबिका



तंबाखु



धोत्रा Datura

#### आकृती-11: (अल्कोलाईड्स)

- आपल्याला हानीकारक असणाऱ्या अल्कोलाईडची नावे सांगा ?

**टॅनिन्स(Tannins):** टॅनिन्स हे कार्बन संयुगे आहे. हे वनस्पतीच्या विविध भागात साठविलेले असतात. याचा रंग गळ्हाच्या रंगासारखा करडा असतो. टॅनिन्स हे चमड्याचे टॉनिन्स करण्यासाठी आणि औषधामध्ये वापरल्या जाते. उदा. कॉशीया, अकेशिया,

**रेजीन्स(Resin):** जीमलोसस्पर्मस(Gymnosperms) वनस्पतीमध्ये एका विशेष पोकळीत असते त्या पोखळीला रेजीन्स पोखळी असे म्हणतात. याचा उपयोग वार्निश(varnishes)मध्ये करतात. उदा. पायनस



आकृती-13: (a): कॉशीया



आकृती-13(b): अकॉशीया



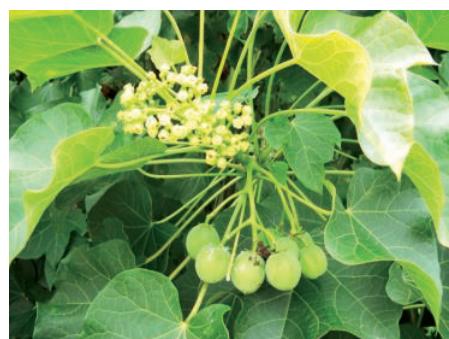
आकृती-13(c): पायनस

**डिंक(Gums):** निम, अकेशिया या सारख्या वनस्पतीमध्ये चिकट पदार्थाचे स्त्रवण होतात. यालाच डिंक असे म्हणतात. पाण्याचे शोषण करून डिंक फुगतात व वनस्पतीला झालेल्या जखमा भरून काढतात. आर्थिक रित्या डिंकाला खुप मागणी आहे. याचा उपयोग चिकटविण्यासाठी आणि जोडण्यासाठी तसेच औषधी तयारीमध्ये व आहारपदार्थ तयार करण्यात सुध्दा केला जातो.

**लॅटीक्स (Latex):** हा एक चिकट, दुधासारखा पांढऱ्या रंगाचा पदार्थ वनस्पती मधून स्त्रवत असतो. लॅटीक्स हा लॅटीक्स पेशीमध्ये डिंक लॅटीक्स वाहिण्यामध्ये साठविलेला असतो. हीमीया ब्रेजीलीयसीस (रबराचे झाड) या वनस्पतीपासुन निघणाऱ्या लॅटीक्स पासुन बायो-डिझेल तयार करतात.



आकृती-14 (a): निम



आकृती 14(b): जेट्रोपा



आकृती-14(c): रबर



### आपणास माहित आहे काय?

चिविंग गम हे एक प्रकारचे डिंक आहे जे चावण्यासाठी बनवले आहे. हे चिविंग गम 5000 वर्ष पुर्वी तयार केले होते असा चारित्रीक पुरावा आहे सध्याचे चिविंग गम हे चिकल वनस्पती पापसुन मिळणाऱ्या लॅटीक्स पासुन तयार करीत आहे. काही वनस्पतीचे बिजकण जेव्हा आपल्या शरीरात जातात तेव्हा त्याच्यात असणाऱ्या नत्रयुक्त पदार्थ त्वचेच्या संपर्कात येतो तेव्हा अलर्जी, दमा होत असतो. उदा. पारथेनियम

- मुळे सुधा स्वतात काय?
- ब्रूगमन्स (Brugaman) या वनस्पती शास्त्रज्ञाने केलेल्या निरक्षणात असे सांगीतले की, वनस्पती जमीनीतुन काही पाणी आणि द्रव्यपदार्थ जमीनीतुन शोषुन घेत असतात. परंतु सोबतच त्यांच्यातील काही स्त्राव सुधा त्या जागी स्वत असतात. या प्रकारची क्रिया सफरचंदाच्या बगीच्यात आपणाला दिसून येते. एकदा लावलेला सरफरचंदाचा बागीचा 4-5 वर्षांनंतर त्यामध्ये कितीही खतापाणी टाकले तरी ते पिक देत नाही किंवा सफरचंद लागत नाही.
- पीकात येण्याचा किंवा फळे कमी लागण्याचा आणि मुळाव्दारे स्त्रवन केलेल्या द्रव्यामध्ये काही संबंध असतो काय?
  - कुंडीतील झाड दुसरे लावत असतांना आपल्याला एक प्रकारचा विशिष्ट वास का येतो?

## विसर्जन आणि स्त्रवन (Excretion Vs Secretion)

विसर्जन आणि स्त्रवन हे निसर्गात समान आहे. दोन्ही क्रियेव्दारे व्यर्थ पदार्थ किंवा अनावश्यक पदार्थ समोर ढकलतात किंवा शरीराच्या बाहेर टाकतात. विसर्जन म्हणजे सजीवातील व्यर्थ पदार्थ बाहेर टाकणे, स्त्रवन म्हणजे एका प्रदेशातुन दुसऱ्या प्रदेशात व्यर्थ पदार्थ ढकलणे म्हणुनच स्त्रवन हे क्रियात्मक असते तर विसर्जन निष्क्रीय असते. जसे मानवात अश्रु, घास, मुत्र, कार्बनडाय आक्साईड वगैरे चे विसर्जन होते तर बिकर हार्मोन्स, लाळ इत्यादी स्त्रवन होते असे म्हणतो. वनस्पतीमध्ये मुळातुन व्यर्थ पदार्थ सभोवतालच्या परिसरात ही बाहेर टाकले जाते. सालीची आणि पानाची पडज्ञड ही विसर्जन क्रिया आहे. आणि वनस्पतीच्या विविध भागातुन लॅटीक्स, रेजीन्स, डिंक वगैरे स्त्रवत सतात.



### महत्वाचे शब्द

क्रियटीनाईन, नलीकाद्रव, पेरीट्युबुलर, पोडोसाईट, उच्च अभिसरणीय, अस्त्ररस, ग्लोमेरुलस, PCT, DCT, अभिवाही रोहिणीका, अपवाही रोहिणीका, कॅलीसेस, मीक्युराटेशन, युरोक्रेम, डीयलाझर, हिमोडायलीसीस, एंटीकोगुलंट, अल्कोलाईड, बायो डिझेल



### आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

- शरीरात अनेक चयपचय क्रिया घडत असतात. यामुळे अनेक पदार्थाची निर्मीती होत असते. शरीरातील हानिकारक पदार्थ बाहेर टाकण्यासाठी क्रियेलाच विसर्जन किंवा उत्सजन असे म्हणतात.
- मानवी उत्सर्जन संस्थेत मुत्रपिंडाची एक जोडी, मुत्रवाहिणीची एक जोडी, मुत्राशय आणि युरेश्वा असते.
- प्रत्येक मुत्रपिंडात जवळ-जवळ 1.3 ते 1.8 मिलीयन (मुत्रनलीका) किंवा नेफ्रान्स असतात. नेफ्रान्स हे मुत्रपिंडाचे कार्यात्मक आणि रचनात्मक घटक असते.
- नेफ्रान हे ग्लोमेरुलस बोमन्स कॅपसुल, प्रोक्सीमल कोन्वुलेटेड ट्युबूल (PCT) हेन्लीस लुप (DCT) क्लेक्टिंग ट्युबलने बनलेले असते.
- मुत्र तयार होण्याची चार टप्पे असतात. हे ग्लोमेरुलस, चाळणी, नलीकाव्दारे, पुनःशोषण, नलीकेय स्त्रवन आणि मुत्राची गाढता.

- आपल्या शरीरातुन मुत्रपिंडे नत्रयुक्त व्यर्थ पदार्थ बाहेर टाकत असतात. शरीरात पाण्याची पातळी कामय राखते (osmoregulation) लवनाची, भरण,pH,आणि रक्तदाब कायम राखतो.
- डायलीसीस यंत्र हे एक कृत्रीम मुत्रपिंड आहे. ज्यामध्ये शरीरात चयापया क्रियेव्दारे निर्माण झालेले व्यर्थ पदार्थ रक्त शरीराच्या बाहेर आणुन शुद्ध केले जाते.
- ज्या व्यक्तीमध्ये दोन्ही मुत्रपिंड कार्य करीत नाही त्याच्यासाठी मुत्रपिंड रोपन शस्त्रक्रिया हा उपाय आहे.
- वेगवेगळ्या प्राण्यात वेगवेगळे उत्सर्जक अवयव असतात. उदा. अमिबा-संकोच रित्तीका, प्लाटीहेल्मीथीज-ज्या पेशी, निलाडा-वृक्के (नेफ्रीडीया), आथ्रोपोडा- मालपीजीय, नलीका, सरपटणारे प्राणी, पक्षी आणि सस्तनधारी प्राणी - मुत्रपिंडे.
- वनस्पतीमध्ये विसर्जनासाठी विशिष्ट अवयव असतात. वनस्पती पानात, मुळात, सालीत, बियात व्यर्थ पदार्थ साठवुन ठेवतात आणि पक्क झाल्यास वनस्पतीपासुन वेगळे होतात.
- वनस्पती मध्ये दोन प्रकारचे चयापयीक उत्पादके असतात. 1)प्राथमिक चयापयाची उत्पादके उदा. प्रोटीन्स, कार्बोहायड्रेट्स, चरबी, 2) व्दितीय चयापयीक उत्पादके उदा. अल्कोडायस,टॉनिन्स, लॉटेक्स, आणि रेजीन्स हे आर्थिक दृष्ट्या आपल्याला महत्वाचे आहे.
- विसर्जन म्हणजे सजीव प्राण्याच्या शरीरातुन व्यर्थ पदार्थ बाहेर टाकणे होय आणि एका जागेवरून दुसऱ्या जागेवर पदार्थ हलविणे म्हणजे स्नवण होय.



## अभ्यासाला चमक देऊ या

- विसर्जन म्हणजे काय ?(AS1)
- अमिबामध्ये विसर्जन क्रिया कशी होते ?(AS1)
- मानवामधील वेगवेगळ्या उत्सर्जक अवयावाची नावे सांगा आणि त्याव्दारे उत्सर्जीत होणारे पदार्थ कोणते ? (AS1)
- नेफ्रान हे मुत्रपिंडाचे क्रियात्मक व रचनात्मक घटक आहे असे राजेशने सांगीतले याचे तुम्ही कसे समर्थन कराल ?(AS1)
- वनस्पती व्यर्थ पदार्थाचे कशा प्रकारे व्यवस्थापन करतात ?(AS1)
- काही व्यक्ती डायलीसीस यंत्राचा का वापर करतात ? यातील सुत्र स्पष्ट करा ?(AS1)
- द्रवाभिसरण म्हणजे काय ? आपल्या शरीरात ते कसे कायम राखल्या जाते ?(AS1)
- तुम्हाला अभिसरण संस्था आणि उत्सर्जन संस्था या मध्ये कोणता संबंध दिसुन आला काय ? तो कोणता ?(AS1)
- कारणे द्या.(AS1)
  - व्यासोप्रेसीन हार्मोन्स नेहमी स्नवत नसतात.
  - मुत्र प्रथम आम्लयुक्त असते व नंतर ते क्षार युक्त बनते.
  - अभिवाही रोहिणीका त्यास हा अपवाही रोहिणीका पेक्षा मोठा असतो.
  - हिवाळ्यापेक्षा उन्हाळ्यात मुत्र थोडे घटू असते.
- फरक स्पष्ट करा. (AS1)
 

A. PCT आणि DCT चे कार्य	B. मुत्रपिंड आणि कृत्रीम मुत्रपिंड
C. विजर्सन आणि स्नवन	D. प्राथमिक चयापयीक व्यर्थ आणि दुय्यम चयपयीक उत्पादके
- आपल्या शरीरात वालाच्या बि सारख्या आकाराची एक जोडी P हे अवयव पाठीच्या कण्याच्या दोन्ही बाजुला कमरेच्या थोडे वर असतात. अनावश्यक प्रोटीन्सचे विघटन झाल्यामुळे झालेले व्यर्थ हे Q रक्ताव्दारे r या शिरेतुन p ला पुरविल्या जाते. P मध्ये असणारे असंख्य लहान R गाळणाच्या नलीका रक्ताला शुद्ध करून उरलेला T शिरेव्दारे अभिसरण संस्थेकडे पाठवितात. व्यर्थ पदार्थ आणि इतर लवणे अधिक असणाऱ्या पाण्यामध्ये पिवळ्या रंगाचा U हा द्रव तयार होतो. हा P मधुन पिशवी सारख्या V भागातुन W या नलीका व्दारे जातात. नंतर ते द्रव X या दारातुन जाते.(AS1)
  - अवयव P आणि व्यर्थ पदार्थ Q म्हणजे काय ?(c) लहान गाळणाच्या नलीका S म्हणजे काय आहे ?
  - धमणी R आणि शिरा T चे नावे सांगा ? (d) द्रव U,स्वना V,नलीका W,आणि व्दार X यांची नावे

12. “B” हा विषारी पदार्थ रक्तात शिरल्यामुळे रक्त दुषीत झाल्याने शरीरातील A अवयव खराब होतो. त्या व्यक्तीचा प्राण वाचविण्यासाठी त्याच्या बाहु मधील धमनीते लांब गोलाकार नलीकाढारे रक्ताला पाठविल्या जाते. या नलीकेला E पदार्थपासुन बनविले आहे. याला F द्रावनाने भरलेल्या टाकीत ठेवतात. या द्रावनात G, H आणि रक्तासमान असणारा पदार्थ असे तीन पदार्थ आहे. नलीकेमध्ये रक्त गोलगोल प्रवाहीत होत असतांना व्यर्थ द्रावन E मध्ये पोहचतात. शुद्ध झालेला रक्त पुन्हा शिरे ब्दारे व्यक्तीच्या रक्त प्रसरण व्यवस्थे मध्ये पोहचले.(AS1)
- (a) अवयव A कोणते आहे?
  - (b) व्यर्थ पदार्थ B कोणता?
  - (c) पदार्थ E, F द्रावनाचे नाव काय?
  - (d) द्रावनातील G, H आणि I काय आहे?
  - (e) वरील सर्व प्रक्रियेला काय म्हणतात?
13. जेव्हाच्या तेव्हा शरीरातील व्यर्थ पदार्थ बाहेर पाठविले नाही तर काय होईल याची कल्पना करा?(AS2)
14. तुमच्या मुत्रपिंडाना जास्त काळ आरोग्यमय ठेवण्यासाठी तुम्ही मुत्रपिंडतज्ज कोणते प्रश्न विचाराल?(AS2)
15. तुमच्या परिसरातील डिंक देणाऱ्या वनस्पती कोणत्या आहेत? वनस्पतीपासुन डिंक गोळा करण्यासाठी तुम्ही कोणत्या पध्दतीचा अवलंब कराल?(AS3)
16. वेगवेगळ्या अल्कोलाईडचा उपयोग माहित करण्यासाठी ग्रंथालयाची किवा इंटरनेटची मदत घ्या? (AS4)
17. मुत्रपिंडाच्या उभ्या छेदाची स्वच्छ आकृती काढा?(AS5)
18. स्वच्छ नामांकीत आकृतीच्या सहाय्याने वृक्क नलीकेच्या रचनेचे वर्णन करा?(AS5)
19. मानवाच्या विसर्जन संस्थेत विसर्जन होणाऱ्या मार्गाच्या रेखाचित्राढारे दाखवा?..(AS5)
20. मुत्रपिंडात विसर्जन होणाऱ्या मार्गाचे वर्णन करणारी आकृती काढा?(AS5)
21. मानवी उत्सर्जन संस्थेत आश्चर्य कारक वाटणाऱ्या अंशाविषयी लिहा?(AS6)
22. या धड्यात ब्रेन डेड व्यक्ती विषयी वाचलात ना, तुम्ही कोणत्या प्रकारची चर्चा कराल? असा तुम्ही का विचार करता? (AS6)
23. आपल्याला अवयव दाना विषयी फार कमी माहिती आहे. लोकांमध्ये अवयव दानाविषयी प्रवृत्ती निर्माण होण्यासाठी काही घोषवाक्य तयार करा? (AS7)
24. हा धडा शिकल्यानंतर मुत्रपिंडाचे कार्य सुरक्षीत राहण्यासाठी तुम्ही तुमच्या आहारपद्धतीत कोणता बदल घडवुन आणता असे तुम्हाला वाटते?(AS7)

### रिकाम्या जागी योग्य शब्द भरा

1. गांडुळ मधील उत्सर्जक अवयव \_\_\_\_\_ आहे.
2. मुत्रपिंडाच्या गर्द रंगाच्या बाहेरील भागाला \_\_\_\_\_ म्हणतात.
3. जंतुमधील पाण्याचे प्रमाण, आयनची आंद्रता याचे क्रमवर्द्यीकरण करण्यास \_\_\_\_\_ म्हणतात.
4. उपयोगी असलेल्या पदार्थाचे पुनःशोषण नेफ्रानच्या \_\_\_\_\_ या भागात होते.
5. डिंक आणि रेजीन्स हे या वनस्पतीचे \_\_\_\_\_ पदार्थ आहेत.
6. बोमन्स कॅपसुल आणि नलीका यांना एकत्रित पणे \_\_\_\_\_ म्हणतात.
7. मलेरीया निवारासाठी \_\_\_\_\_ हे उपयोगी अल्बुलाईड आहे.
8. डायलीसीस मध्ये असणारे तत्व \_\_\_\_\_ आहेत.

9. हिकीया ब्राजील्यासीस या रबराच्या झाडाच्या \_\_\_\_\_ भागापासून रबर तयार करतात.
10. \_\_\_\_\_ यांनी प्रथम वृक्क रोपन (Kidney Transplantation) केले?

## योग्य उत्तर निवडुन कंसात लिहा

- मानवाच्या उत्सर्जन संस्थेतील रचनात्मक व क्रियात्मक घटक कोणता? ( )  
 (A) न्युरॉन      (b) नेफ्रान      (c) नेफ्रिडीया      (d) ज्वाला पेशी
- झुरळामधील उत्सर्जक अवयव हे आहे.  
 (a) मालपीजीयन नलीका      (b) रॅपीडस      (c) मुत्रवाहिणी      (d) नेफ्रोडिया
- मानवी शरीरात मुत्र वाहन नेण्याचा योग्य मार्ग कोणता? ( )  
 (a) मुत्रपिंड      (b) मुत्रनलीका      (c) युरेश्रा      (d) मुत्राशय
- मालफिजीयन नलीका कोणत्या प्राण्यातील उत्सर्जक अवयव आहे.  
 (a) गांडुळ      (b) माशी      (c) चपटे कृमी      (d) कोंबडी
- मुत्र मधील मुख्य घटक कोणता आहे?  
 (a) युरोया      (b) सोडीयम      (c) पाणी      (d) क्रियेटीन
- कोणत्या जिवात विशिष्ट असे उत्सर्जक अवयव नसतात.  
 (a) पक्षी      (b) अमिबा      (c) स्पांज      (d) a आणि b
- खालील कोणत्या हार्मोन्सचा मुत्रविसर्जनावर प्रत्येक्ष परिणाम पडतो.  
 (a) एड्रिनलीन      (b) वॉसोप्रेसीन      (c) टेस्टीस्टीरोन      (d) इस्ट्रोजन
- मुत्राचा रंग पिवळसर असल्याचे कारण कोणते?  
 (a) युरोक्रोम      (b) बिलीरुबीन      (c) बिलेवरडीन      (d) क्लोरोराईडस
- नेफ्रानमध्ये मुत्र तयार होण्याचे क्रमवार टप्पे कोणते?  
 (a) ग्लोमेरुलर गाळणी → नलीकीय → पुनःशोषण → नलीकीय स्त्रदन  
 (b) नलीकीय पुनःशोषण → नलीकीय स्त्रवण → ग्लोमेरुलर गाळणी  
 (c) नलीकीय स्त्रवण → ग्लोमेरुलर गाळणी → नलीकीय पुनःशोषण  
 (d) नलीकीय पुनःशोषण → मुत्राची सांद्रता → नलीकीय स्त्रदन
- मुत्रपिंडाच्या बाह्य भागात असणारा नेफ्रानचा भाग कोणता? ( )  
 a) हेन्लीस लुप      b) PCT      c) DCT      d) बोमन्स कॅपसुल
- आपण जेवणकेल्यानंतर आपल्याला लघवीला जावे वाटते कारण काय? ( )  
 a) मुत्राशायावर जठराचा दाब पडणे  
 b) घनपदाथर्थचे रूपांतर द्रवपदार्थात झाल्याने  
 c) अन्नात पाण्याचे प्रमाण असल्यामुळे      d) स्पॅक्टर सैल होते.



### अवयव दान - जिवनासाठी एक वरदान

लोकामध्ये अवयव दानाविषयी जाणीव करून द्यावी लागते. अवयव खराब झाल्यामुळे कितीतरी रोगी त्यांना आवश्यक असणाऱ्या अवयव दानाची वाट पाहत असतात. हैद्राबाद मध्ये मुत्रपिंड रोपन शस्त्रक्रियेसाठी प्रत्येक दवाखाण्यात कमीत कमी 10-100 माणसे अपघाताचे बळी होतात. त्यापैकी काही जन ब्रेन डेड (100% मेंदु काम न करणारे) बनतात. जर आपण ब्रेन डेड झालेल्या व्यक्तीचे अवयव वेळेवर गोळा केले तर कमीत कमी पाच लोकांचे जिव वाचवु शकतो. परंतु अवयव दानाची जाणीव नसल्यामुळे ही सवलत असुन सुध्दा इच्छा असणाऱ्या व्यक्तींना दान करता येत नाही आणि गरज असलेल्या व्यक्तीला ते मिळत नाही. सरकारी किंवा खाजगी दवाखाण्यातील कर्मचारी हे ब्रेनडेड रोगी विषयी माहिती देत नाही. जर यांनी वेळेवर माहिती दिली तर तर जे रोगी अवयव दानाची वाट पाहत असतात. अशा रोगींना फार उपयोगी पडतात. हैद्राबाद मध्ये निम्स Nizam Institute of Medical Sciences (NIMS) आणि उस्मानिया या दोन दवाखाण्यात अवयव रोपनाची सोय आहे आणि 10 खाजगी दवाखाण्यामध्ये दुसरे अवयव जसे कार्निया (डोळ्याच्या बुबुळचा पडदा) मुत्रपिंड, यकृत, हृदय, फुफ्फुसे, स्वादुपिंड, त्वचा, हाडे, आंतडे आणि डोळे या सारखे अवयव ब्रेन डेड रोगीपासुन गोळा करून त्याचे रोपन करीत असतात. ब्रेन डेड रोगी पासुन अवयव गोळा करून दुसऱ्या व्यक्तीत रोपन करण्याच्या क्रियेला कँडीवर रोपन (cadaver transplantation) असे म्हणतात. ज्यांना अवयव दान करण्याची इच्छा आहे किंवा ज्यांना अवयवाची गरज आहे त्यांनी अवयव रोपनाची सोय असणाऱ्या दवाखाण्यात त्याच्या नावाची नोंद करावी.

अवयव दानासंबंधी ज्या स्वयंसेवी संस्था काम करतात. अशा संस्थाना भेट देऊन माहिती गोळा करा व त्यावर एक निवेदिका तयार करा.

अशा दानाविषयी लोकांत फार कमी माहिती आहे. संस्थेला या विषयी जास्त माहितीचा प्रचार व प्रसार करण्याची फार गरज आहे. जेणेकरून वेगवेगळ्या अवयवाची गरज असणाऱ्या रोग्यांचा जीव वाचवु शकतो. स्वतःच्या आठवणीत राहण्यापेक्षा त्यांना दुसऱ्यामध्ये राहण्याची संधी घ्या.

### मरणानंतर सुध्दा आपण जिवंत राहु शकतो

18 वर्षांच्या युवकाने पाच अवयवाचे दान केले.

Dc correspondent, Hyderabad,  
20 जून 2013

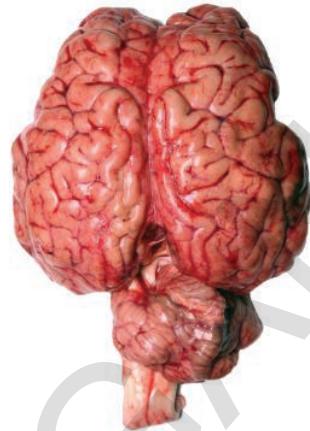
एच.एस. यंशवत कुमार यांच्या पाच अवयवाचे दान त्याचे वडील एच.वि. शिवा यांनी गुरुवारी जिवनदान योजने अंतर्गत अवयव दान विभागाला दान केले. 15 जूनला जगदीगीरी गुट्टा वरून आँटो मधुन प्रवास करीत असतांना यशवंतचा अपघात झाला होता. त्याला Nizam Institute of Medical Sciences (NIMS) मध्ये दाखल करण्यात आले. NIMS मधील न्युरोसर्जनने त्याला ब्रेनडेड म्हणुन घोषीत केले. हे माहित झाल्यानंतर जिवनदान योजनेत काम करणाऱ्या कर्मचाऱ्यांने यशवंतच्या वडीलांना भेटुन अवयवदानामुळे मरून सुध्दा तुमचा मुलगा जिवंत राहु शकतो. असे सांगीतल्यावर यशवंतचे वडील श्री शिवा हे यशवंतचे मुत्रपिंड, दोन हृदयाच्या झडपा, यकृत याचे दान करण्यास तयार झाले. हे अवयव काढुन दुसऱ्या दवाखाण्यात त्याचे रोपन करण्यासाठी पाठविण्यात आले असे जिवनदान योजनेचे डॉ. स्वर्णलिता यांनी सांगीतले. यशवंतचे वडील किती महान आहे याचा विचार करा.



धडा

5

## नियंत्रण - समन्वय संस्था



दैनंदिन जिवनात आपण चालणे, पळणे, दार ठकलणे, वाहणे चालविणे यासारखी निरनिराळी काम करतो. ही कामे विशिष्ट समता स्थितीत असते. तसेच शरीराच्या अवयांवामध्ये परस्पर सहयोगामुळे घडतात. जेव्हा आपण हालचाल करतो. तेव्हा हालचाल, संतुलन आणि समन्वय या तीन मुलभुत क्रिया एकत्र मिळून कार्य करतात. शरीराची हालचाल ही एक संकलीष प्रक्रिया आहे. म्हणुनच यास महान विन्यास म्हणतात.

आपण फार कमी आधार पिठावर दोन पायावर समता स्थितीत उभे(balancing) राहणे सुध्दा मोठा प्रश्न आहे. तरी सूध्दा आपण शरीरात समता स्थितीत ठेऊन चालणे, धावणे सारख्या आवश्यक असणारे काही कार्य करतो.

- समता स्थिती आणि समन्वयास आवश्यक असणारे काही कार्य सांगा ?

आपल्या शरीरात अनेक संस्था मिळून काम करीत असल्यामुळे सर्व क्रिया व्यवस्थीत घडतात. उदाहरणार्थ आपण हालचाल केल्यावर आपली हाडे, स्नायुच नाही तर अनेक इतर व्यवस्था सुध्दा त्यांची भुमिका बजावतात. स्नायु संस्थेत अनेक स्नायु एका क्रम पद्धतीत कार्य करतात.

- स्नायुमध्ये हालचालीला प्रेरणा कोण देतो ?

आपल्या शरीरात असणाऱ्या अवयव, उती, पेशी एका पद्धतीने क्रमाणे कार्य करतात. हे सर्व परिसरातील संकेतांना गृहन करून त्यानुसार प्रति स्पंदन करतात. हे प्रतिस्पंदन शरीरातील, शरीराव्दारे अनेक कार्य करण्यास प्रेरणा देतात. उदाहरणार्थ आपण रस्त्यावर चालत असतांना कारच्या हार्न ऐकु आला किंवा कार दिसली तर लवकरण रस्त्याच्या बाजुला होतो.

लवकर संदर्भानुसार आपण कसे प्रतिस्पंदन करू शकतो ?

## उत्तेजनास प्रतिसाद देणे (Responding to stimuli)

- आपण वर सांगितलेल्या संकेतास प्रतिस्पंदन देण्यास कोण मदत करतो?
- सजीव या संकेतास का प्रतिस्पंदन करतात?

सजीवास परिसरातील बदलास किंवा संबंधीत संकेतास किंवा उत्तेजनास प्रतिस्पंदन कारणीभुत असतात. उंदीर पाहताच तीला खाण्यासाठी मांजर पळतो. झाडे प्रकाशाच्या दिशेनेच वाढतात. वातावरणात उष्णता, आर्द्रता, जास्त झाल्यावर आपणास घाम येतो. हे सर्व प्रतिस्पंदनच आहेत. सजीवाचे अस्थित्व टिकवुन ठेवण्यासाठी सर्व परिस्थितीत प्रत्येक उत्तेजनास (stimuli) योग्य प्रतिस्पंदन आवश्यक आहे.

उत्तेजनास प्रतिस्पंदीत होण्याची एक क्रम पद्धती असते. यात विविध टप्पे असतात. शरीराबाहेर किंवा आतील वातावरणातील बदलाला किंवा उत्तेजनास ओळखुन प्रतिस्पंदने सुरु होतात. उत्तेजन प्रतिस्पंदन क्रियेत हा पहिला टप्पा आहे. आलेल्या समाचाराच्या प्रसार करणे दुसरा टप्पा आहे. समाचाराचे विश्लेषण करणे. तिसरा टप्पा आहे. उत्तेजनास योग्य प्रतिक्रिया देणे शेवटचा टप्पा आहे.

उत्तेजनास प्रतिस्पंदन समजून घेण्यासाठी खालील कृत्य करा.

### कृती-1

#### खाली पडत असलेल्या काठीला धरणे (Holding a falling stick)

लांब स्केलपटू किंवा अर्ध्या मीटर लांबीचा काठी घ्या. तुमच्या मित्राला काठीच्या वरच्या टोकाला आकृतीत -1 दाखविल्याप्रमाणे धरायला लावा. तुम्ही खाली पडत असलेल्या काठीला धरण्या योग्य अंगठा आणि पहिले बोट काठीच्या 1 से.मी. दुर ठेवा. आता तुमच्या मित्राला काठीच्या स्थानाला पेन्सीलने नोंद करा. (स्थान -A) तुमच्या मित्राला काठी सोडायला सांगा. त्याचवेळी तुम्ही काठिला धरा.

- तुम्ही काठीला कुठे धरलात त्या जागी पेन्सीलने (स्थान - b) अशी नोंद करा.



आकृती-1: काठीला धरणे

- तुम्ही काठिला प्रथम पेन्सीलने नोंदलेल्या (स्थान - b) जागी धरु शकतात काय?
- तुम्ही काठिला धरलेल्या प्रदेशाला (स्थान - b) प्रथम नोंद केलेली प्रदेश (स्थान - A) पेक्षा किती वर आहे?
- असे का घडले?
- हि क्रिया किती वेगाने घडली असे तुम्हाला वाटत आहे का?

उत्तेजनामुळे स्नायुत बदल होतो. स्नायुत वेगाने होणारे बदल प्रतिस्पंदनास कारणीभुत ठरतात. प्रतिस्पंदनाचा वेग हा उत्तेजनाला ग्रहन करणाऱ्या शरीराभागाशी प्रतिस्पंदन दाखविणाऱ्या भागामध्ये समन्वय दर्शविते.

- अशा प्रकारच्या समाचार प्रसारास कोण शक्य ठरते?

## समिकृत संस्था - चेता समन्वय (Integrating pathways - Nervous coordination)



**आकृती-2:**  
**गालन (Galen)**

आपल्या शरीरातील सर्व शरीर भागांच्या कार्यासि मेंदु नियंत्रीत करतो. असे ग्रीक लोकांचा विश्वास होता. एक व्यक्ती रथावरून पडला होता. त्याच्या मानेवर तिवृ घाव झाला होता. अशा व्यक्तीवर शरीर विज्ञान शास्त्रज्ञ गालन याने संशोधन केले. गालन हे ग्रिकचे इ.स.पुर्व 129-200 मध्ये होऊन गेलेले शास्त्रज्ञ होते. त्याच्या संशोधनापर्यंत शरीरावर नियंत्रण ठेवण्यात मेंदुची भुमिका असते हे माहित नव्हते. मानेवर घाव झालेल्या व्यक्तीचे त्याच्या हाताच्या स्पर्शावर नियंत्रण तुटले. पण हाताची हालचाल मात्र साधारण होती. यावरून असे समजते की, शरीरात दोन प्रकारचे चेतातंतु (nerves) असतात. त्यात एक ज्ञानाशी संबंधीत व दुसरी क्रियेशी संबंधीत असतात असे गालनने ठरविले. या रोग्यात ज्ञानाशी संबंधीत चेतातंतुवर घाव झाल्याने ते निकामी झाले. पण क्रियेसंबंधीत चेतातंतु साधारणच होत असो गालनचा अभिप्राय होता.

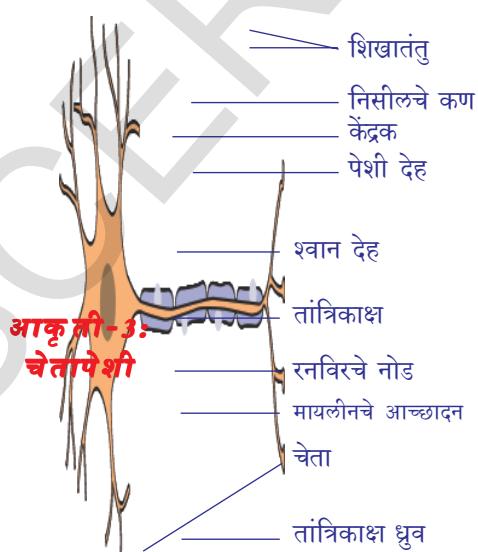
- गालनला या निर्णयावर येण्याचे कारण काय?

चेतातंतु मध्ये असणाऱ्या समन्वया विषयी 18 व्या शतकापर्यंत शास्त्रज्ञाना माहित नव्हते. चेंतासंकेत कसे प्रसारीत होतात हे माहित करण्यासाठी विद्युत शक्ती प्रसारावर प्रयोग चालु होता. या प्रयोगाशी तुलना करून चेता संस्थाची कार्य पद्धती माहित केली. मेंदु, मेरुदंडाच्या विविध भागातुन निघालेले चेतातंतु शरीरातील विविध भागातील प्रतिसंपर्दनास नियंत्रीत करतात असे माहित केले. तसेच समाचार प्रसार मार्गाशिवाय सुधा आपणास थोडीफार माहिती आहे. चेता पेशीची कार्यपद्धती त्याच्या तंत्राविषयी आणखी पुष्कळ माहिती मिळवायची आहे.

### चेतापेशीची रचना (Structure of nerve cell)

#### कृती-2

चेतापेशीच्या श्वाश्वत स्लाईडला सुक्ष्मदर्शनीने निरिक्षण करा. आकृती काढून त्यातील भागांची नावे पुस्तकांतील आकृती-3 शी तुलना करा. प्रत्येक चेतापेशीमध्ये



स्पष्ट केंद्रक असलेले पेशी देह असते. पेशीदेहाच्या वरच्या भागातुन दोन लहान लहान रचना बाहेर आलेल्या असतात. अधिक संख्येत असलेल्या लहान रचनांना शिखातंतु (dendrites) म्हणतात. लांब असणाऱ्या रचनेस तांत्रिकाक्ष (axon) म्हणतात. तांत्रिकाक्ष शरीराच्या विविध भागांत विस्तारीत होते. तांत्रिकाक्ष भोवती चरबीस आच्छादन असते. मायलीन आच्छादन (myelin sheath) म्हणतात. मायलीन आच्छादन काही ठिकाणी रिकामी जागा असते. त्यास रनविरचे नोड्स असे म्हणतात. मायलीनचे आच्छादन असलेल्या चेतापेशीस मायलीन सहीत चेतापेशी म्हणतात. तसेच मायलीनचे आच्छादन

नसलेल्या चेतापेशीस मायलीन रहीत चेतापेशी असे म्हणतात. या मायलीनच्या आच्छादनामुळे एक तांत्रिकास दुसऱ्या तांत्रिकाक्षापासुन वेगळे करते. फक्त चेतापेशीदेह मेंदुंत किंवा मेरुदंडात किंवा मेरुदंडातुन निघणाऱ्या (dorsal or ventral root ganglion) उदर चेतासंधीत (synapse) असते. शिखातंतु आणि तांत्रिकाक्षाचा भाग उतीत विस्तारीत असते. आकृती -4 मध्ये मेंदु, मेरुदंडाच्या खालच्या बाजुतुन निघणाऱ्या चेतासंधी

(‘synapse’) दाखलेले आहेत. मेंदु, मेरुदंडात असलेल्या चेतापेशीचे शिखातंतु तांत्रिकाक्षास त्याच्या लांबीच्या आधारे ओळखणे कठिण आहे. मायलीन कवच्याच्या आधारे तांत्रिकाक्षास ओळखु शकतो. पण बहुतेक चेतापेशी मायलीन रहीत चेतापेशी असतात.

चेतापेशी चेतासंस्थाचे एकक आहे. हे आपणास माहित आहे. आपल्या चेतासंस्थेत सुमारे 10 मिलीयन चेतापेशी असतात. हे एकमेकांस एका विशिष्ट पद्धतीत संबंध जुळून असतात. एका चेतापेशीतील शिखातंतु दुसऱ्या एका पेशीच्या शिखातंतुशी किंवा तांत्रिकाक्षास भेटणाऱ्या प्रदेशाला चेतापेशीसंधी (Synapse) म्हणतात.

चेतापेशीसंधी ही एक चेतापेशीपासुन दुसऱ्या चेतापेशीला समाचार स्थानांतर केला जाणारा क्रियात्मक भाग आहे. या चेतापेशी संधी जवळ दोन चेतापेशी मध्ये कसलेही जिवपदार्थीय (protoplasmic) अनुसंधान नसले तरी रसायन किंवा विद्युत संकेताब्दरे किंवा दोन्ही व्दारा समाचार एका पेशीपासुन दुसऱ्या पेशीकडे किंवा दोन्ही व्दारे समाचार एका पेशीपासुन दुसऱ्या पेशीकडे प्रसारीत होते. मेंदु, मेरुदंडावर आणि मेरुदंडाभोवती चेतापेशीसंधी असतात. मेंदु, मेरुदंडापासुन शरीराच्या विविध भागाला संकेत घेऊन जातात.

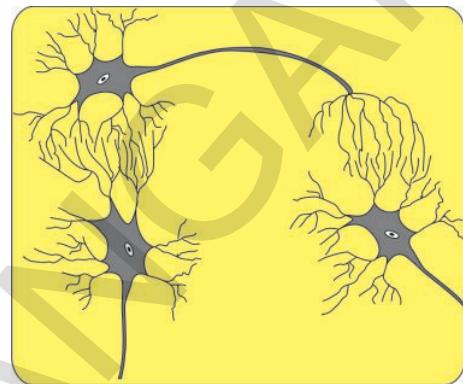
### उत्तेजक व प्रतिस्पंदनाचे मार्ग (Pathways: From stimulus to response)

पडणाऱ्या काठीला धरण्याच्या कृत्यात तुम्ही डोके, बोटामधील समन्वय पाहिला. याचा समन्वय करण्यासाठी चेतातंतु विविध मार्गाचे अनुसरण करतात.

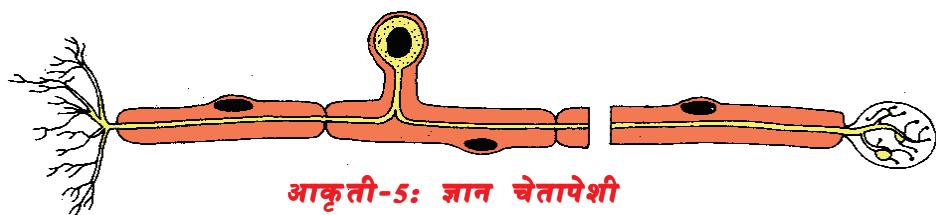
विविध मार्गाच्या अनुसरणामध्ये चेतापेशींना तीन प्रकारात विभागले आहे.

### अभिवाही चेतापेशी (Afferent neurons:) किंवा ज्ञान चेतापेशी

किंवा ज्ञान चेतापेशी शीरातील विविध भागापासुन उत्तेजनास केंद्रीय चेता संस्थेला (मेंदु, मेरुदंड) अभिवाही चेतापेशी पोहोचवितात. यास ज्ञान चेतापेशी (sensory nerves) सुधा म्हणतात.



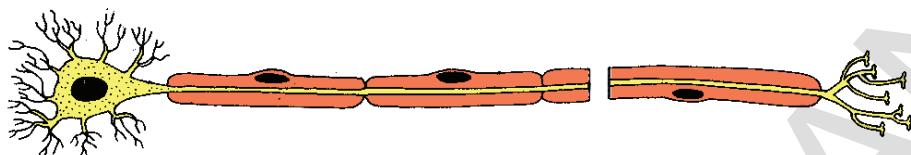
आकृती-4: चेतापेशी संधी



आकृती-5: ज्ञान चेतापेशी

## अपवाही चेतापेशी (Efferent neuron: किंवा चालक चेतापेशी

अपवाही चेतापेशी केंद्रीय चेता संस्था पासुन उत्तेजनास विविध शरीर भागाकडे पोहचवितात. यास चालक चेतापेशी सुध्दा म्हणतात. (motor' nerves)

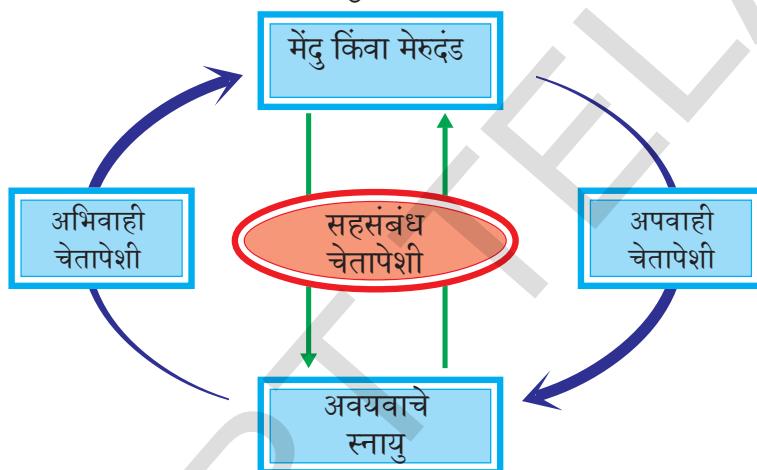


आकृती-6: चालक चेतापेशी

## सहसंबंध चेतापेशी (Association nerves):

अभिवाही, अपवाही चेतापेशीला जोडणाऱ्या चेतापेशींना सहसंबंध चेतापेशी असे म्हणतात.

- कृत्य -1 मध्ये तुमच्या शरीरातील कोणता भाग आदेशकांग (detector) म्हणुन कोणता भाग निवर्हकांग (effector) म्हणुन कार्य करते?
- अभिवाही, अपवाही चेतापेशी व्दारे उत्तेजनाचा समाचार प्रसार कशा प्रकारे घडते असे तुम्हाला वाटते?



आकृती-7: विविध चेतापेशीय मार्ग

## कृती-3



## गुडघ्यातील प्रतिकार क्रिया (Knee jerk reflex)

पायावर पाय टाकुन उंच बेंचावर पाय लोंबकळत ठेवा. मांडीच्या पुढच्या भागास हाताने धरून गुडघ्याच्या खालच्या भागात रबरी हातोडीने मारा. मांडीच्या स्नायुच्या आकारात काही फरक झाला का पहा?

आपण पुर्णपणे चेतना आवस्थेत असुन सुध्दा मांडीच्या स्नायुना आंकुचीत होण्यापासुन थांबवू शकत नाही. अशा क्रियाना अनियंत्रित

आकृती-8: गुडघ्याची प्रतिकार क्रिया

क्रिया (involuntary) असे सुधा म्हणतात. आपण फुटबाल खेळते वेळी हीच मांडी आपल्या नियंत्रणात कार्य करते. आपल्या शरीरात घडणाऱ्या क्रियेत अधिकतर भाग अनियंत्रीत असे तुम्हाला वाटते का? कारण काय?



## आपणास माहित आहे काय?

गुडघ्याच्या प्रतिकार क्रियेस पहिल्यांदा 1857 मध्ये ओळखण्यात आले. आधी यात प्रतिक्रिया नसेल अशी शंका बाळगण्यात आली पण नशेचे औषध दिलेल्या माकडात पायाला जाणारी मेरुचेतातंतु (spinal nerves) कापले तेव्हा गुडघ्यात प्रतिकारक्रिया घडली नाही. यावरून असे सिध्द होते की, नक्कीच चेतामार्ग या क्रियेत भाग घेते.

कमी कालावधीत फार कमी वेळ घेणाऱ्या अनियंत्रित क्रियेत चेतापेशींनी अनुसरण केलेला मार्ग फार कमी असतो. हा मेंदु पर्यंत पोहोचत नाही. सर्व नियंत्रित क्रियेस चेतापेशी मार्ग मोठा असुन निश्चित मेंदुला पोहोचतो. चेतामार्ग म्हणजे काय? निरिक्षण करु या.

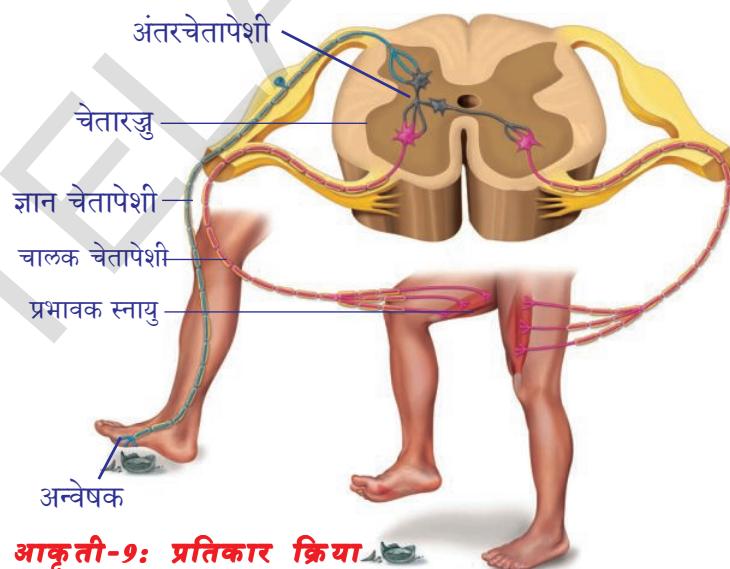
### प्रतिक्षीप क्रिया (The reflex arc)

19 व्या शतकाशेवटी प्रतिकार क्रिया विशिष्ट मार्गाचे अनुसरण करते या गोष्टीचे आकलन नव्हते. ज्ञानेंद्रियापासुन उत्तेजनास ग्रहन करून त्यास मेंदु किंवा मेरुदंड नंतर प्रभावाक अंगास (स्नायुला) पोहोचविण्यासाठी स्पष्ट मार्ग असतो. ज्ञानेंद्रियापासुन मेरुदंडास तेथुन प्रभवाहक अंगाकडे समाचार एका विशिष्ट मार्गानि प्रवास करते. यामार्गास प्रतिकार क्रिया चाप असे म्हणतात. आपल्याला एखाद्या तिथ्ण वस्तुवर पाय पडल्यावर पायाचे स्नायु कशाप्रकारे स्पंदीत होतोत ते निरिक्षण करा.

नकळत अपघाताने आपला पाय एका तिथ्ण वस्तुवर पडला तेव्हा अनेक प्रतिकार क्रिया चाप एकाच वेळी काम करून पायाच्या स्नायु पायाला वेगाने मागे ओढण्यासाठी प्रवृत्त करतात. आकृती - 9 चे निरिक्षण करा.

- अशा आणखी कोणकोणत्या संदर्भात इतर निवाहिक अंग काम करतात?
- चेतापेशींत समन्वयाबद्दल हे आपणास काय माहिती देतात?

कळत किंवा नकळत कामे करतांना काय होते? तुम्हाला याचा अनुभव असेलच? उदाहरणार्थ आपण पायाच्या चढत आहोत असे समजा. त्यावेळी पाय कुठे ठेवत आहेत याचा विचार करीत पाय ठेवत नाही ना, पाय त्यांची कामे स्वतः करीत असतात. त्याच पायाच्या स्नायुने मेंदुच्या नियंत्रणाखाली काही विशिष्ट हालचाली करवून घेतल्या जातात. ही एक आश्चर्यदायक गोष्ट आहे. उदाहरणार्थ फुटबॉल खेळात पायाचे स्नायु



**आकृती-9: प्रतिकार क्रिया**

पेशी प्रतिकार क्रियासोबत मेंदुच्या नियंत्रणाखाली सुध्दा कार्य करतात. आपल्या शरीरात घडणाऱ्या बहुतेक स्नायुची हालचाल नियंत्रीत आणि अनियंत्रीत प्रतिकार क्रिया या दोन्ही मागणि नियंत्रीत केली जातात.



## आपणास माहिती आहे काय?

उत्तेजना पासुन ते प्रतिक्रिया पर्यंत चेता संचार दर सेकंदाला 100 मीटर वेगाने प्रवास करीत जातो. शरीराची मेंदुच्या आकाराशी तुलना केल्यास सर्व प्राण्यांपेक्षा शृ (लहान उंदीर) चा मेंदू मोठा असतो.

- कोणत्याही एखाद्या कामाला गृहीत धरून प्रतिकार क्रिया चाप काढा?

आपल्या शरीरात नियंत्रित, अनियंत्रित सर्व क्रियांना चेतासंस्था नियंत्रीत आपल्या शरीरातील बहुतेक स्नायुची हालचाल नियंत्रीत आणि प्रतिकारक्रिया मार्गाव्दरे नियंत्रित केल्या जातात. चेता संस्थेला आपण विभागवारी अभ्यास करू या. चेतापेशी कोठुन निघतात, या विषयाआधारे अध्यन करू या. चेतासंस्थेत मुख्य दोन विभाग असतात. 1) केंद्रीय चेतासंस्था (central nervous system (CNS) 2) परिधीय चेतासंस्था (peripheral nervous system (PNS)).

## मध्यवर्ती चेतासंस्था (Central Nervous System (CNS))

मेंदु, मेरुदंड मिळून केंद्रीय चेतासंस्था बनते. केंद्रीय चेतासंस्था सर्व चेताक्रियांना समन्वयीत करते.

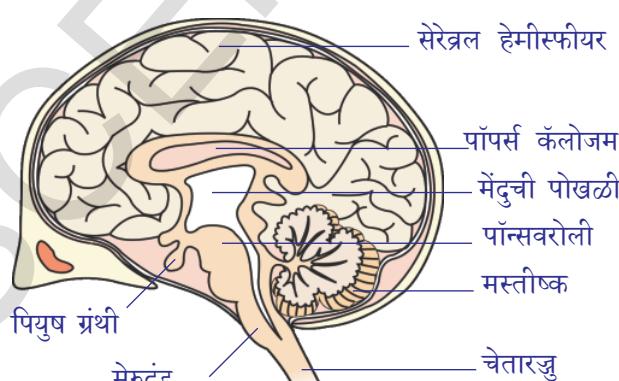
### मेंदु (Brain)

मेंदुच्या आकाराची तुलना केल्यास सर्व प्राण्यापेक्षा मानवाच्या मेंदु मोठा आहे. मेंदु हा डोक्याच्या घटू हाडाच्या कवटीत (cranium) सुरक्षीत असतो. मेंदुला मेनीजेस (meninges) नावाचे तीन आवरण असतात. ही आवरणे मेरुदंडावर सुध्दा असतात. या आवरणामध्ये मस्तीष्क मेरु द्रव (cerebro-spinal fluid) असतो. हाडाची कवटी आणि मेनीजेस आवरण मिळून मेंदुचे आघाता पासुन सरक्षण करतात. मेंदुमध्ये बाहेरील बाजुला चेतापेशीचे देह असुन यामुळे करड्या रंगाचा पदार्थ तयार होतो. या भागास करड्या रंगाचा प्रांत ग्रेमॅटर (grey matter) म्हणतात. मेंदुच्या आतल्या बाजुला चेतापेशी चे अंत्रिकाक्ष असतात. या अंत्रिकाक्षवर मायलीनचे आवरण असते. हे पांढरे असतात. म्हणुन या भागास पांढऱ्या रंगाचा व्हाईट मॅटर (white matter) म्हणतात. करड्या रंगाचा पदार्थ बाहेरच्या बाजुने व पांढऱ्या रंगाचा पदार्थ आतल्या बाजुने असतो. कारण लघु क्षेत्रात असलेले मायलीन युक्त अंत्रिका मेंदु पासुन बाहेर येतात. मेंदु

नियंत्रण केंद्राचे काम करतो हे 2000 वर्षांपुर्वीच शरीरविज्ञान शास्त्रज्ञानी (physiologists) आपणास अवगत केले.

मेंदुचे खालील भाग असतात.

- पुढचा भाग (Forebrain) – मस्तीष्क (cerebrum), मोठा मेंदु (diencephalon)
- मध्य मेंदु (Midbrain) – optic lobes
- मागचा मेंदु (Hindbrain) – अनुमस्तीष्क (cerebellum) मेरुदंड (medulla.)



आकृती-10: मेंदु (Brain)

## मेंदुच्या विविध भागाची कार्य

### पुढचा मेंदु :

**ओलफ्याक्टरी लोब्स** : ह्या गोलाकार रचना फक्त मेंदुच्या खालच्या पृष्ठफळातच दिसतात.

**कार्य** : ओलफ्याक्टरी लोब्सचे गंध ओळखण्यासाठी मदत करतात.

**मस्तीष्क (सेरेब्रम)** : मस्तीष्कात दोन अर्धगोलाकार भाग असतात. त्यांना मस्तीष्क अर्धगोल (cerebral hemispheres) म्हणतात. मस्तीष्काच्या पृष्ठभागावर अनेक घड्या असतात. या घड्यातील उंटवर्णांना गायरी म्हणतात व खळग्यांना सलसी म्हणतात. मस्तीष्क अर्धगोलाचे सल्सी इतके स्पष्ट असतात की त्यामुळे अर्धगोलाचे पुन्हा चार वर्तुळाकृती भाग पडतात.

- i) तुमच्या शिक्षकांना या चार वर्तुळाकृती भागाची नावे विचारावी?
- ii) दोन मस्तीष्क अर्ध गोलांना कोणता भाग जोडतो. (आकृती 10.) पाहुन सांगा?

### कार्य : (ओलत्याफ्टरी लोब्स):

- i) बौद्धिक कार्य क्षमतेचे आसन, भावना, सारण, कारणे देने, संवेदन क्षमता, विचार आणि वाचा यावर नियंत्रण ठेवले.
- ii) संवेदनाचा अर्थ समजणे आणि थंड, गरम, वेदना आणि दाब यांना प्रतिस्पंदन करणे.

**डायनसेफलॉन (Diencephalon):** हे चौकोनाकृती गोल मेंदुच्या खालच्या भागाला अडळेत. हे मस्तिष्क आणि मध्यमेंदूच्या मध्ये असते. याचे दोन भाग वडतात थालासम आणि हायपोथॅलामस (अंतस्त्रावी ग्रंथीचे नियंत्रण केंद्र) पियुष ग्रंथीला भालफ ग्रंथी म्हणून ओळखले जाते.

- i) राग, दुःख, आनंदासारख्या भावनांवर नियंत्रण.
- ii) स्नायुच्या हालचलीचे क्रियेप्रतिक्रिया केंद्र (Reflex centre)
- iii) रागासारख्या भावनाचे केंद्र
- iv) जल समतुल्य, रक्त दाब, शरीरातापमान, झोपचे आणि भुकेचे नियंत्रणाचे केंद्र
- v) हायपोथॅलामस (hypothalamus) पियुषग्रंथीचे नियंत्रण करणे, पियुषग्रंथीचे महत्वाची ग्रंथी आहे.

**मध्यमेंदु (Midbrain):** हा भाग देठा सारखा असतो. पुढच्या मेंदूला अनुमस्तीष्क आणि भागच्या मेंदूच्या पानसशी जोडतो.

**कार्य:** cerebral cortex पासुन चेतारज्जु आणि ज्ञान उत्तेजनास चेतारज्जु पासुन (spinalcord) हायपोथॅलसला पोहोचवितात. दृष्टी आणि ऐकण्याकरीता प्रतिक्रिया दाखविणे.

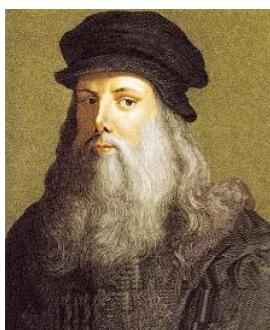
**भागचा मेंदु:** हा मेंदूचा शेवटचा भाग असून अनुमस्तीष्प आणि मेरुदंड याचे भाग आहेत.

**कार्य:** अनुमस्तीष्प- हे मस्तिष्काच्या खाली आणि मेरुदंडाच्यावर हा भाग असतो.

**अनुमस्तीष्क (Cerebellum):** i) शरीर समतास्थिती, शरीराच्या स्थितीनुसार स्नायुच्या हालचालीवर नियंत्रण ii) मस्तीष्कापासुन निघालेल्या नियंत्रण चलनाचे निरिक्षण करते.



**आकृती-11: चेतारञ्जु**



**आकृती-  
12:लियोनार्डो ड वीन्स**

चेतारञ्जुत सुई टोचल्यास चेतारञ्जु मेल्याने बेंडुंक पण मेला हे दोघांनी पाहिले.

वरील निर्दर्शनावरून असे दिसुन येते की, चेतारञ्जु हा केवळ समाचारास मेंदुपासुन येणाऱ्या संदेशास शरीरभागास पाठविण्याच्या मार्गाची नव्हे तर नियंत्रण केंद्र म्हणुन सुध्दा कार्य करते असे म्हणता येईल.

- चेतारञ्जु कोणकोणते कार्य करते असे तुम्हाला वाटते ?
- आपल्या शरीराच्या सर्व कार्यविर थेट मेंदु व चेतारञ्जुचे नियंत्रण असते असे तुम्हाला वाटते का ? कारण काय ?

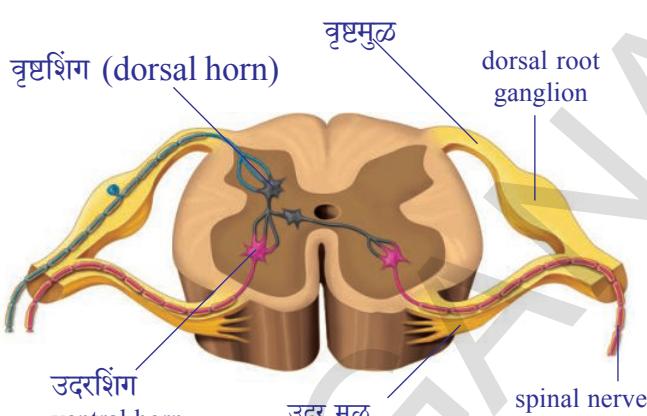


### आपणास माहित आहे काय ?

मेंदुतुन निघणाऱ्या चेतापेशींना क्रेनीयल चेतातंतु (cranial nerves) म्हणतात. तर चेता रञ्जुपासुन निघणाऱ्या स्पायनल चेतातंतु(spinal nerves) म्हणतात. आपल्या शरीरात एकुण 12 क्रेनीयल चेतातंतु व 31 जोड्या स्पायनल चेतातंतु असतात.

## परिधी चेता संस्था (Peripheral nervous system)

आकृती -13 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे चेतारञ्जुल जोडुन असलेल्या चेतातंतुना दोन मुळ(roots) असतात. यापैकी एक शरीराच्या मागच्या एव पुढच्या बाजुस जाते. स्कॉटलॅंडचे शास्त्रज्ञ चार्लस बेल (Charles Bell) आणि फ्रांसचा फ्रांकोयीर मेजेंडे (Francois Magendie) शास्त्रज्ञ 19 व्य शतकाच्या प्रारंभी केलेल्या प्रयोगाब्दारे असे सिध्द केले की मजारञ्जु ला संबंधीत दोन मुळे वेगवेगळी



**आकृती-13: परिधी चेतासंस्था** *Peripheral nerves system*

कार्य करतात. वृष्टमुळ (dorsal roots) काढुन टाकलेल्या प्राण्यात काही प्रभाव पडला नाही. उदर मुळास (ventral roots) स्पर्श केल्याबरोबर स्नायुत तीव्र क्रिया दिसुन आली. यावरुन असे सिध्द होते की, उदरमुळ स्नायुच्या हालचालीस नियंत्रीत करते पण वृष्टमुळ करीत नाही.

वृष्टमुळ ज्ञानाशी संबंधीत समाचारास आत घेऊन जाणाऱ्या उदरमुळ स्नायुच्या अकुंचनासाठी सुचनांना बाहेर पोहोचविते. असे 1882 वर्षी प्रयोगाब्दारे शास्त्रज्ञांनी सिध्द केले.

- तुमच्या अभिप्रायानुसार कोणते मुळ ज्ञान किंवा अभिवाही चेतापेशी पासुन संकेत ग्रहण करते?
- परिधी चेतासंस्था (PNS) फार विस्तृत असते. यात मजारञ्जु, वृष्टमुळे, उदरमुळाशी संबंधीत चेतापेशी देह, क्रेनीयल आणि स्पायनल चेतापेशी असतात. क्रेनीयल आणि स्पायलन चेतापेशी मजारञ्जुला एकाबाजुने ज्ञानेंद्रियास दुसऱ्या बाजुने जोडलेले असतात.
- चेतापेशीचे टोक हे स्नायुच्या टोकाच्या जागी कसे कार्य करतात असे वाटते?

### स्वयं चलित चेतासंस्था

परिधी चेतासंस्था (PNS) शरीरातील काही भागात रक्तवाहिण्या, मऊ स्नायु आणि हार्दीक स्नायु(cardiac muscles) भागात अनियंत्रीत कायचे निर्वाहक करते. अशा परिधी चेतासंस्थास स्वयंचलीत चेता संस्था(autonomous nervous system) असे म्हणतात. तेवढेच नसुन त्वचेतील काही भागातील स्नायु अस्थिस्नायुचे नियंत्रण करते.

आपल्या डोळ्याच्या बाहुलीचे(pupil) आकुंचन व प्रसरण हे स्वयंचलीत चेतासंस्थाब्दारे चालणारे चांगले उदाहरण आहे. आपण अंधाऱ्या खोलीत गेल्याक्षणी काहीच दिसत नाही. हळुहळु खोलीतील सर्व वस्तु दिसायला लागतात. कारण अंधारात डोळ्याच्या बाहुलीचा व्यास जास्त असल्यामुळे जास्त प्रकाश डोळ्यात येतो. म्हणुन तिथल्या वस्तु आपणास दिसतता. अंधाऱ्या खोलीतुन बाहेर उजेढात आत्यावर बाहुलीचा व्यास कमी होऊन रेटीनावर कमी प्रकाश पडण्यायोग्य करते. या दोन प्रक्रियांना स्वयंचलीत चेतासंस्था प्रभावित करते.

आपल्या शरीरातील अनेक कार्य चेतापेशीबद्दारे नियंत्रीत केले जातात. तर काही इतर पद्धतीने नियंत्रीत केले जातात. तुम्हाला डायबेटीसने (diabetes) या रोगाने ग्रस्त व्यक्ती माहित आहे का? त्यांच्या रक्तात साखरेचे प्रमाण वाढल्यावर नियमित पणे औषधाच्या गोळ्या, इन्सुलीन इंजेक्शन (insulin injections)

घ्यावे लागते. इन्सुलीन बद्दल आपणास कसे कळले? यामुळे शरीरात चेतापेशी व्दारेच नाही तर दुसऱ्या वेगळ्या पद्धतीने काही कार्य कसे नियंत्रित केले जातात हे कळते..



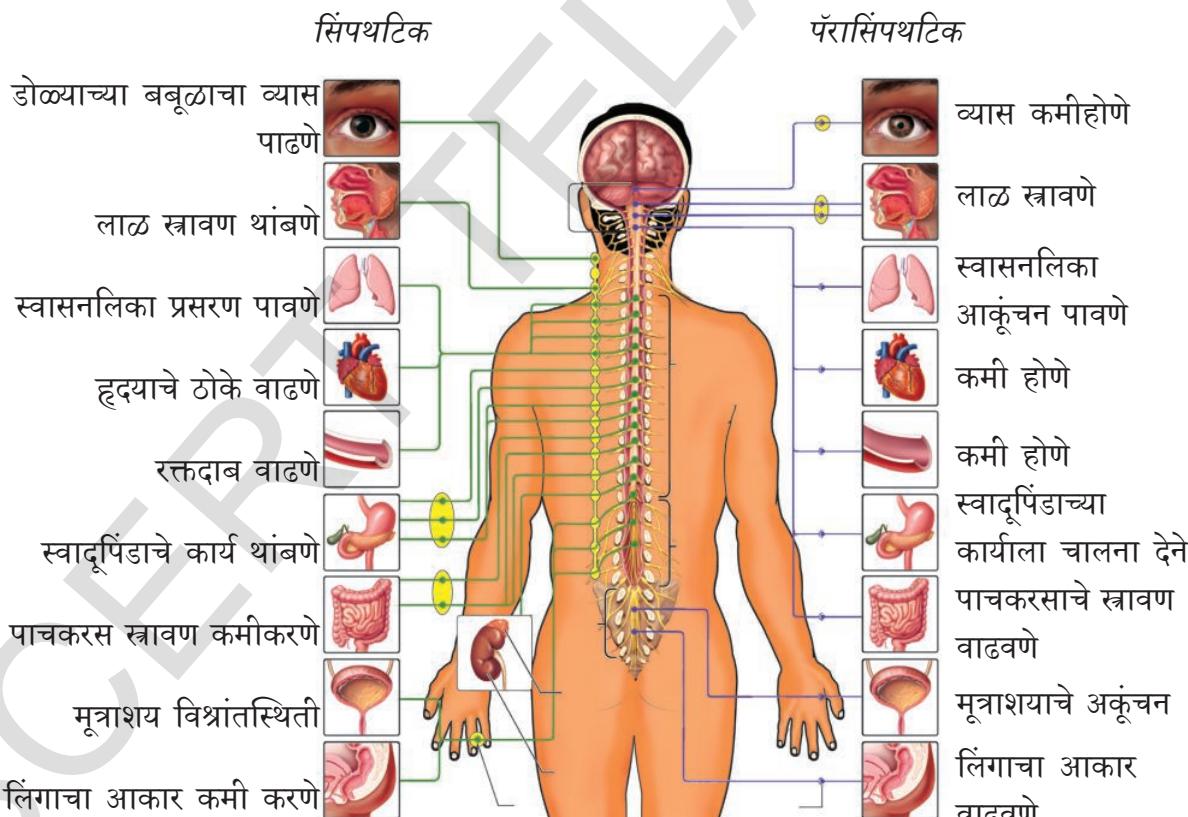
## आपणास माहित आहे काय?

दोन शतकाखाली केलेल्या संशोधनामुळे काही रोचक घटना उघडकीस आल्या. केंद्रीय चेतासंस्था (central nervous system) आणि परिधी चेतासंस्थाच नाही तर शरीरातील अन्न नळीत (digestive tract) एक विशिष्ट चेतासंस्था असते ती केंद्रीय किंवा परिधी चेतासंस्थेस संबंध नसतात. स्वतंत्रपणे कार्य करते त्यास लहान मेंदु किंवा जिर्ण चेतासंस्था (enteric nervous system) असे म्हणतात.

## स्वयंचलीत चेतासंस्था (Autonomous nervous system)

हृदय स्पंदन श्वासक्रिया इत्यादी कार्याना मेरुदंड (medulla oblongata) हा मेंदुचा भाग नियंत्रत करतो हे तुम्हाला माहितच आहे. शरीरातील अनेक अवयव स्वतःचे कार्य स्वतः करण्यासाठी सहकार्य करणाऱ्या चेतासंस्थेला स्वयंचलीत चेतासंस्था म्हणतात. साधारणत: मेरुदंड आणि स्वयंचलीत चेतासंस्था दोघाच्या समन्वयाने सर्व क्रिया घडतात.

स्वयंचलीत चेतासंस्था सजीवात घडणाऱ्या विविध क्रिया कशाप्रकारे प्रभाव टाकतात समजुन घेऊ या. आकृती-17 चे निरक्षण करा. खालील प्रश्नाचे उत्तरे द्या.



### आकृती-17: स्वयंचलीत चेतासंस्था

- पाठीच्या कण्याजवळील गँगलीयान पासुन निघालेल्या चेतात शरीराच्या कोणकोणत्या अवयवात जातात?

- मेंदुतुन निघणारे चेतातंतु कोणकोणत्या अवयवास पोहोचतात ?
- सहानुभूत चेतासंस्थर (*sympathetic system*) कोणकोणत्या अवयवाच्या कायर्विर प्रभाव टाकते ?
- सहानुभूत पारा चेतासंस्था (*para sympathetic system*) कोणकोणत्या अवयाच्या कायर्विर प्रभाव टाकतात ?
- सहानुभूत चेतासंस्थाच्या (*sympathetic system*) कायर्बिदल तुम्हाला काय समजते ते सांगा ?
- सहानुभूत पारा चेतासंस्थाच्या कायर्बिदल तुम्हाला काय समजते ते सांगा ?

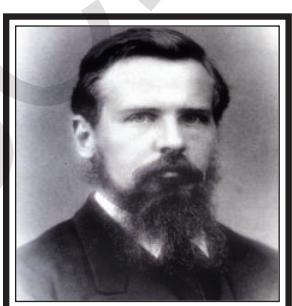
पाठीच्या कण्याजवळीत गॅग्लीयान चेतातंतु (Ganglia) चेतारज्जुला जोडलेले असतात. पाठीच्या कण्याच्या दोन्ही बाजुला असलेल्या गॅग्लीयान आणि संबंधीत चेतातंतु मिळून सहानुभूती चेतासंस्था बनते. मेंदुमधील गॅग्लीयान आणि चेतारज्जुच्या शेवटच्या भागातुन निघालेल्या चेतातंतु मिळून सहानुभूती पारा चेतासंस्था निर्माण होतो. या दोन्ही चेतासंस्था मिळून स्वयंचलीत चेतासंस्था निर्माण होते. हा परिधी चेतासंस्थाचाच भाग म्हणुन समजला जातो.

### चेतासंस्थाशी असंबंधीत समन्वय (Coordination without nerves)

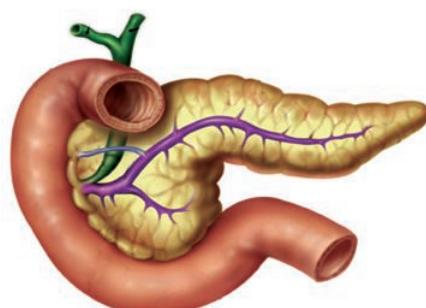
#### इन्सुलीनची कथा (The Story of insulin)

जर्मनीतील फ्रिड्ग विश्व विद्यालयातील पॉल लंगरहान्स (Paul Langerhans) नावाचे रोगनिर्धारण शास्त्र प्राध्यापक (Professor of Pathology) यांनी 1868 मध्ये स्वादुपिंड (pancreas) संशोधन करीत असतांना त्यात साधारण पेशीपेक्षा वेगळारंग आणि रक्तवाहिण्यानी युक्त पेशी समुह दिसले. यास Islets of Langerhans (Islets म्हणजे विद्प होय.) हे नाव ठेवले. पण ते काय कार्य करतात ते त्यांना माहित नव्हते.

खुप शास्त्रज्ञ याच्या कार्याविषयी शोध लावण्याचा प्रयत्न केला. या प्रयोग करतांना प्राण्याच्या स्वादुपिंडातील Islets of Langerhans पेशी काढून टाकल्या असता त्या प्राण्यात डायबेटीस मानसाची लक्षणे दिसुन आली. म्हणजेच रक्तात आणि मुत्रात साखरेचे प्रमाण जास्त असल्याचे त्यांनी पाहिले. पण त्याकाळी डॉक्टरांना हा रोग कसा होतो ते कळले नाही. पण रोगाचे कारण स्वादुपिंड असु शकते असा शास्त्रज्ञांचा अभिप्राय होता.



आकृती-14: Paul



आकृती-15: Pancreas

नंतरच्या काळात संशोधनात लहान आतड्याच्या समोरच्या भागापासून (duodenum) आद्यांत्रातुन (a part of the small intestine) निघणाऱ्या स्वादुनलीकेला बांधुन टाकल्याने स्वादुपिंड नाश पावते. पण Islets of Langerhans पेशी साधारणच राहतात असे शोधुन काढले. असे केल्यामुळे प्राण्यात डायबेटीसची लक्षणे आढळून आली नाहीत. पण याच्या आधारे Islets of Langerhans चा रक्तातील साखरेच्या प्रमाणाशी संबंध आहे याची साक्ष पटली. 1912 वर्षी Islets of Langerhans पेशी एक प्रकारचा विशिष्ट स्नाव उत्पत्ती करून थेट रक्तात स्नावीत करतात असे शोधुन काढले. यासच इन्सुलीन असे नाव देण्यात आले. लॅटीन भाषेत इन्सुला (insula) म्हणजे द्विप होय. पण तेव्हा अजुन इन्सुलीनला वेगळे करण्याचा शोध लागला नव्हता. 10 वर्षांनंतर टोरंटो, बांटींग, बेस्ट आणि मेकलाड शास्त्रज्ञ वृदांनी सुडलेल्या प्राण्याच्या स्वादुपिंडातुन इन्सुलीन वेगळे करू शकले. स्वादुपिंड नसलेल्या कुच्यांना अंतरनीला (intravenous) इंजेक्शनबद्दारे इन्सुलीनला दिल्यावर कुच्याच्या रक्तातील साखरेचे प्रमाण कमी होऊन कुत्रा निरोगी झालेले पाहिले. सध्या डायबेटीस रोगाने ग्रस्त व्यक्तीच्या त्वचेत इंजेक्शनबद्दारे इन्सुलीन देतात.

इन्सुलीन एक रसायनिक द्रव असून तो स्वादुपिंडातुन रक्तात पोहोचल्यावर क्रिया करते.

### इतर रसायनिक समन्वय (Other chemical co-ordinators)

आपल्या शरीरातील एकाभागात घडणाऱ्या संघटनाना रक्तात वाहणारे काही पदार्थ प्रभावित करून नियंत्रित करतात. 1905 मध्ये स्टार्लिंग (Starling) नावाच्या इंग्लीश शरीरविज्ञानाने रक्तात स्नवत असणाऱ्या अशा पदार्थासि हार्मोन्स (hormone) असे नाव ठेवले. हार्मोन्स स्नाव करणाऱ्या ग्रंथीना नलीकारहीत ग्रंथी (glands secreting hormones) म्हणतात. याचा स्नाव वाहुन नेण्यासाठी कसलीच नलीका किंवा वाहिणी राहत नाही. ते थेट रक्तात मिसळतात. यकृत, स्वादुपिंड सारख्या ग्रंथीचा स्नाव वाहिणीत वाहतो. त्यास नलीका ग्रंथी म्हणतात.



मानवी शरीरात असणाऱ्या नलीकारहीत ग्रंथीच्या स्नावाच्या उत्पत्तीचे प्रमाण एकसारखे राहत नाही. उदाहरणार्थ एंट्रीनलीन ग्रंथी (endocrine glands) कमी प्रमाणात हार्मोन्स स्नावित करते.

हार्मोन्स मुळे शरीरात अनेक प्रकारचे बदल घडतात. उदाहरणार्थ कुत्रा तुमच्या मागे लागला तर काय कराल? प्रथम तुम्ही काय कराल? तुम्ही भिल्यानंतर शरीरात काय बदल झाला ते पाहिलात काय? कुच्यांशी कोणीही भांडण करू इच्छित नाही ना, प्रथम आपण कुत्रा मागे लागताच तेथुन पळून जातो.

भांडण करणाऱ्या मानसाची, प्राण्याची शरीरभाषा कशी असते ते लिहा? साधारणत: आपण भिल्यानंतर हृदयाचे स्पंदन वाढते. श्वास घेण्याचा प्रमाण, रक्तदाब सुध्दा वाढतो. आपल्या शरीरावर शहारे उमटतात. तसेच शरीरात काही नकळत बदल सुध्दा घडतात.

डोळ्याची बाहुला मोठी होते. त्वचा संवेदनशील होते. मलविसर्जन आणि मुत्रविसर्जन सुधा होऊ शकते. सुरक्षित प्रांतात पोहोचल्यावरच आपण साधारण स्थितीत येतो.

मागील धड्यात आपण चेतापेशीच्या समन्वया विषयी अभ्यास केलो. उत्तेजनास चेतापेशी ज्ञानेद्विया पासुन केंद्रीय चेतासंस्थेला पाठळन तेथुन स्नायुंना आदेश देते. पण वरील संदर्भात चेतासंस्थाची क्रिया फार मर्यादीत आहे. शरीरात या बदलाला एंड्रीनालीन ग्रंथी ('Adrenalin') पासुन निर्माण होणारे एंड्रीनालीन हार्मोन्स प्रभावित करते. शरीरातील विविध हार्मोन्स व्दारे नियंत्रीत होऊन चेतासंस्थेची समन्वय साधते. चेतासंस्था आणि अंतरस्तावी ग्रंथी संस्था (endocrine system) मिळून काम करण्यामुळे नियंत्रण समन्वय साधतात.

एंड्रीनालीन हार्मोन्सला संघर्ष व उड्हान हार्मोन्स (flight hormone) का म्हणतात. तुमच्या शिक्षकास विचारून बघा.

नलीका विरहीत ग्रंथीना अंतरस्त्राव ग्रंथी म्हणतात. पुढील पानावर नलीका विरहीत ग्रंथी आणि त्यांचे हार्मोन्स विवरणास पट्टीकेत दिलेले आहेत.

चेतासंस्था आणि अंतरस्त्रावी संस्थाव्दारे नियंत्रीत होणारे काही कार्याचा विचार करा. त्याची यादी तयार करा.

### पुनःश्चरण तंत्र (Feedback mechanism)

कुत्राच्या आणि मांजराच्या संघर्ष आणि उड्हान वागणुकीचे स्मरण करा. राग आल्यानंतर भिती वाटतांना एंड्रीनालीन हार्मोन्स रक्तात जास्त स्नावित होतो.

- राग किती वेळ असतो पाहिलात का?
- राग का कमी होतो?
- राग जास्त वेळ असल्यास काय होतो?

राग ही अल्पकालीन प्रक्रिया आहे. रक्तात जास्त एंड्रीनालीन हार्मोन्स जास्त स्नावित झाल्यावर राग जास्त येतो. आपणास माहित आहे.

रक्तात एंड्रीनालीनचे प्रमाण कमी होत असतांना राग सुधा कमी होऊन शेवटी साधारण स्थितीत येतो.

- रक्तात एंड्रीनालीन जास्त स्नावीत झाल्यास च्यापयक्रियावर काय प्रभाव पडतो?

रक्तात साखर साधारण प्रमाणापेक्षा जास्त झाली तेव्हा रक्तात जास्त इंसुलीन स्नावित होते. साखरेचे प्रमाण कमी झाले की, इंसुलीनचा स्नाव कमी होतो. म्हणुनच आपल्या शरीरातील नलीका विरहीत ग्रंथीव्दारे स्नावित हार्मोन्सला नियमीत प्रमाणात शरीर त्याचे सर्वसाधारण कार्य करण्यासाठी आवश्यक असतात. याचा अर्थ आपल्या शरीरात हार्मोन्सची उत्पत्ती आणि स्नाविकरण क्रमबद्ध करण्यासाठी यंत्रणा असावी लागते.

## तत्का :2 अंतरस्त्रावी ग्रंथी (Endocrine glands)

ग्रंथीचे नाव	ग्रंथीचे स्थान	हमर्मोनचे नाव	हमर्मोनचा शरीरावर प्रभाव
पियुष ग्रंथी (Pituitary) मेंदुचा पायऱ्याशी	मेंदुचा पायऱ्याशी	1. सोमटोट्रोफीन (Somatotrophin) 2. थेरोट्रोफिन (Thyrotrophin) 3. गोनोट्रोफिन (Gonadotrophin) 4. एंड्रोनोकार्टोको (Andrenocortico) 5. लुटेनायजिंग (Luteinising)	हाडाची वाढ थाराराइड ग्रंथी कार्य नियंत्रण (thyroid gland ) अंडाशय आणि वृषणाची क्रिया एंड्रोनल कारस्टेस चा ज्ञाव वाढविण्यास प्रवृत्त करते. नरात टेस्टोस्टेरोन हामर्मोनचे ज्ञाव करविने. मादीत अंड निर्मीती, कारपस लुटेयमनी वाढ आणि प्रोजेस्टेरोनprogesteroneचा ज्ञाव करविने.
थाराइड (Thyroid) मान	थाराक्सीजिन (Thyroxine)	7. वैसोप्रेसीन	मूत्र पिंडाच्या नलिकात पाणी सोपून घेयावर नियंत्रण साधारण वाढीचा दर आणि च्यापपाच क्रिया
स्त्रिबिजकोष (Ovary) पौटाच्या खाली	ईस्ट्रोजेन (Estrogen)	गर्भाशयाची वाढ, पेल्वीक हाडाची वाढ, 28 दिवसाच्या मासिक पाळीवर नियंत्रण	गर्भाशयाची वाढ, रोपण स्तन ग्रंथीचा विकास दाढी मिशाची वाढ, स्नायुची वाढ, आवाजात बदल,
टेस्टीस (Testis) स्क्रोटल्सॉक(Scrotal sac) टेस्टीस्टीरोन (Testosterone)	एंड्रोनल ग्रंथी (Adrenal) मुत्रपिङ्गावर	साधारण लैगीक अवयव व गुणधर्माची वाढ हृदयाचे स्पंदन वाढविने, रक्तामध्ये साखरेचे प्रमाण वाढविने, रोहिणीचा व्यास, डोळ्याच्या बाहुलीचा व्यास वाढविणे. रक्तातील ग्लूकोजचे प्रमाण कमीकरते रक्तातील ग्लूकोजचे प्रमाण	वाढवते.
स्वादुपिंड डियोडिनमजवळ	इस्तूलिन ग्लूफागान		

याचा अर्थ आपल्या शरीरात हार्मोन्सची उत्पत्ती आणि स्त्रीवाकरण क्रमबद्ध करण्यासाठी यंत्रणा असावी लागते.

अंतर स्त्राविग्रंथीतुन स्नावित झालेल्या हार्मोन्सचे प्रमाण आणि वेळ आपल्या शरीरातील अंतर्गत निर्मात पुनःश्चरण तंत्र (feedback mechanism) नियंत्रीत करते. चेतासंस्था किंवा अंतरस्नावी संस्था कोणीही वेगवेगळ्या कार्य करीत नाही. दोन्ही मिळून नियंत्रण क्रियेत भाग घेतात.

### वनस्पतीतील नियंत्रण तंत्र (Control mechanisms in plants)

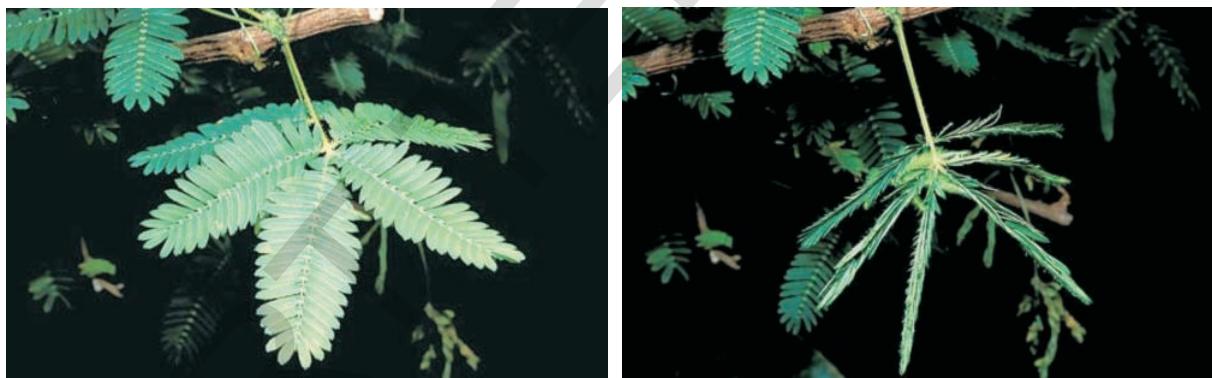
वनस्पती उद्दीपणाला कसा प्रतिसाद करतात? (How do plants respond to stimuli?)

आपल्या शरीरात नियंत्रण तंत्र कसे कार्य करते याचा अभ्यास केलेत. वनस्पतीत सुधा अशी नियंत्रण तंत्र असते का? छोट्या कृत्याब्दारे माहिती मिळज या.

#### कृती-4

लाजाळुच्या (*Mimosa pudica*)पानाला हात लावल्यावर काय होते ते पहा. आपण हात लावल्यावर तिचे पान दुमडतात का? कोणत्या दिशेने?

उद्दीपणास प्रतिसाद देणाऱ्या आणखी काही संदर्भाची उदाहरणे द्या.



आकृती-18:लाजाळु वनस्पती (*Mimosa pudica*)



#### आपणास माहित आहे काय?

मायमोजा पुडीका (*Mymosa pudica*) च्या पानांना पायथ्याशी फुगलेला प्याडसारखा भाग असतो. त्यांना पल्वीनी (pulvini) म्हणतात. यातील पेशीमध्ये भरपुर पाणी असते. यातील पेशीपेशीत जागा असते. पल्वीनीच्या आतील पाण्याच्या दावामुळे पान ताठ राते. मायमोजा पुडीकाची पाने स्पर्श केल्यास नास्टीक चलन (nastic movement) दाखवितात. त्यास स्पर्शनुवर्तन (thigmonasty) म्हणतात. आपण पानाला धरल्यावर विद्युत उत्तेजक निर्माण होते. हे उत्तेजनन झाडाच्या हार्मोन्सवर प्रभाव दाखवितात. या हार्मोन्समुळे पानातील शिराजवळील फुगलेल्या पल्वीनीतील पाणी दुसरीकडे निघुन जाते. त्यामुळे पल्वीनीतील घटृपणा नाहीसा होऊन पाने दुमडतात. 20-30 मीनिटानी पल्वीनीतील पाणी यथागत होऊन पाने पुन्हा ताठ होतात.

प्रतान (tendrils) असलेली झाडे आधारास गुंडाळत वाढत जातात. ते तसे का वाढतात. यास सुधा

उद्दीपणास ( stimulus) दाखविलेले प्रतिसंदेन आहे असे म्हणु शकतो का?

प्राणी आणि वनस्पती देन्हीही त्याच्या परिसरातील उद्दीपणास प्रतिसंदीत हेतोत. पण प्रतिसंदनाची पृष्ठदत वनस्पतीत आणि प्राण्यात वेगवेगळी असते.

मोठ्या प्राण्यात चेतासंस्था आणि अंतरस्त्रावी संस्था असल्यामुळे ते उद्दीपणास प्रतिसंदेन करतात. पण वनस्पतीत विशिष्ट अंतरस्त्रावी संस्था किंवा चेतासंस्था नाही तर हे हार्मोन्स व्दारे नियंत्रीत होणारे तंत्र आहे.

वनस्पती प्रकाश, पाणी, उष्णता, स्पर्श, दाब, गुरुत्वाकर्षन रसायने इत्यादी उद्दीपणानुसार प्रतिसंदीत होतात. वनस्पतीतील हार्मोन्सला फैटो हार्मोन्स phytohormones हे वरील सांगीतलेल्या उद्दीपणा प्रतिसंदनास नियंत्रीत करतात.

फैटो हार्मोन्स वनस्पतीच्या वाढी संबंधीत कोणत्यातरी एका अंशास नियंत्रण करून करत समन्वय करीत असतात. म्हणुन यास वाढीस नियंत्रण करणारे पदार्थ सुधा म्हणतात. खालील पट्टीकेत काही मुख्य फैटो हार्मोन्स दिलेले आहे.

### तत्का -3 : वनस्पतीतील हार्मोन्स

सुसावस्था बदल शिकाकांशी चर्चा करा.

हार्मोन्स	उपयोग
अब्सिसिक आम्ल (Abscisic acid)	पर्णरंध्रे बंद करणे, बिज सुसावस्थेत नेते (seed dormancy)
ऑकझीन्स (Auxins)	पेशीची वाढ, खोड व मुळाचे विभेदन (differentiation)
सैटोकायनिन्स (Cytokinins)	पेशी विभाजनास प्रवृत्त करणे, पाश्व कोंबाची वाढ, पाण्याची गळ थांबविणे, पर्णरंध्रे उघडे ठेवणे
इथ्यलीन (Ethylene)	फळ पिकविणे.
जीबरलीन्स (Gibberellins)	बिजांकुरण, कळ्याचे अंकुरण, खोडाची लांब वाढ, पुष्प उगवण्यास प्रेरीत करणे, फळाची वाढ, बिज आणि कळ्याची सुसावस्था नष्ट करणे.

### कृती-5

काचेची जार घेऊन मातीने भरा. जारच्या भिंतीच्या कडेने आवऱ्याचे बिज लावा. असे केल्याने बिजांकुरण मुळ अणि खोडाची वाढ पाहू शकतो. 4-5 दिवसानंतर बिजांकुरलेले पहा. आता जार उन्हात ठेवा. मुळ आणि खोड कसे वाढते ते पहा. जमीनीच्या समांतर ठेवा. एका आठवड्यापर्यंत मुळ अणि खोडाच्या वाढीचे निरिक्षण करा.

- खोड आठवड्यानंतर कुंडीच्या समांतर वाढत आहे का?
- खोडाचा कोणता भाग जास्त वाढला? कोणत्या भागात वाढ नाही? या बदलाला कोण घडऊन आणले असेल असे तुम्हाला वाटते?

सुर्यप्रकाशाच्या दिशेने वनस्पती वाढते. वनस्पतीच्या वाढीस कारणीभुत असलेले ऑकझीन (auxins) वाकलेल्या खोडावर कसला प्रभाव दाखवितात. ऑकझीन प्रकाशाला कसे स्पंदीत होतात हे निरिक्षण करा.

प्रकाश पडलेल्या खोडावर जास्त ऑकझीन गोळा झाल्यामुळे त्या भागातील पेशीलवकर वाढतात. त्याच्या विरुद्ध भागात पेशी हल्हूहल्हू वाढल्यामुळे खोड वाकते.

वाकलेल्या आणि सरळ खोड भागास घ्या. दोन्ही भागाच्या आडव्या छेदास सुक्षमदर्शनीने निरिक्षण करा.

- तुम्हाला *epidermal cells* च्या आकारात काही बदल दिसला का?

चार्ल्स डार्विन (Charles Darwin) त्यांचा मुलगा फ्रांसीस डार्विन (Franci Darwin) यांनी प्रकाश अनुवर्तन चलन (phototropism) वर काही प्रयोग केले त्यांनी खोडाच्या अग्रभागास (coleoptile) वृत्तचितीआकाराच्या (cylinder) धातुच्च पत्राने झाकुन टाका. झाडास बाजुने सुर्यप्रकाश मिळेल अशाप्रकारे सुर्यप्रकाशात ठेवले तेव्हा अंकुरात वाकण्याचे काही लक्षण दिसले नाही. पण जेव्हा धातुच्च्या पश्चातु प्रकाश मिळाला तेव्हा त्या दिशेला वाकले गेले. यावरून असे सिद्ध होते की अंकुरावर पाश्व प्रकाश (lateral light) पडला तर कोणतातरी प्रभाव वरून खाल प्रवाहीत होत असल्याने वनस्पती वाकते. असे निर्धारण करण्यात आले.

1926 साली एफ. डब्ल्यू. वेंट (F.W. Went) नावाच्या वनस्पती शरीरविज्ञान शास्त्रज्ञ, डच शास्त्रज्ञ वनस्पतीत वाकण्यास कारक असणाऱ्या कोणत्यातरी प्रवास विलग (वेगळे) करण्यात यशस्वी झाले. oat धाण्याच्या अंकुराचे प्रांकुर कवच कापुन टाकले. प्रांकुर कवच कापलेल्या भागावर अगार तुकड्याला एक तास ठेवले. नंतर अगार तुकड्याला बारीक बारीक भागात कापुन एकाबाजुला ठेवले. नंतर त्यास अंधाच्या खोलीत ठेवले. एकातांसा नंतर प्रांकुरात अगार ठेवलेल्या भागाच्या दुसऱ्या बाजुस विशिष्ट वाकण्याची क्रिया घडली. आकृती -18 बघा.

प्रांकुर कवचाशी संबंध नसलेले आगार खोडाचा भाग कसल्याही प्रकारे वाकला नाही. आगार तुकडा ठेवलेल्या भागाकडील भाग थोडा वाकलेला दिसला.

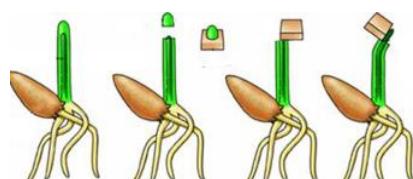
या प्रयोगाआधारे वेंटने अशी कल्पना केली की, प्रांकुर कवचाच्या अग्र भागात बदल हा रसायनिक उद्दीपणामुळे घडला. या रसायनिक उद्दीपणास ऑकझीन्स असे नाव ठेवले. या प्रकारे ए.डब्ल्यू. वेंटने सर्व प्रथम वनस्पती हार्मोन्सचा शोध लावला.

### वनस्पतीतील ट्रॉपीक आणि नस्टीक चलन

वरील प्रयोगाआधारे असे सिद्ध होते की, वनस्पती बाह्य उद्दीपणात केल्यावर चलन दर्शवितात. अशा चलनाला अनुवर्तन चलन (tropism or tropic movement) म्हणतात. काही संदर्भात उद्दीपणाची दिशा ही चलनाच्या दिशेस निर्धारीत करते. आणखी काही वेळी चलन दिशा उद्दीपणाच्या दिशेस निर्धारीत



**आकृती-19:**  
प्रकाशाकडे  
वनस्पतीचा कल



**आकृती-20:** वेंटचा प्रयोग

करीत नाही. अशा प्रतिस्पंदनास नास्टीक चलन (nastic movement) असे म्हणतात.

खिडकी जवळ वाढत असलेल्या वेलीच्या वाढीचे निरक्षण करा. वेलीचे(creeper) खोड प्रकाशाच्या दिशेने वाढते हे तुम्ही पाहिलात. अशा प्रकारे वनस्पती प्रकाशानुसार प्रतिस्पंदन होण्यास प्रकाश अनुभवर्तन (photo म्हणजे प्रकार tropism म्हणजे अणुवर्तन होय) असे म्हणतात.

मुळ जमीनीच्या दिशेने वाढते म्हणजे वनस्पती गुरुत्वाकर्षन शक्ती च्या दिशेने प्रतिस्पंदीत हेतात. यास गुरुत्वानुवर्तन (geotropism ) म्हणतात.

दगडावरील भिंतीवरील वाढणाऱ्या वनस्पतीची मुळे दुर मातीत पाणी असलेल्या प्रांताकडे वाढतात. अशा प्रतिस्पंदनास जलअनुवर्तन ( hydrotropism ) असे म्हणतात.

प्रतान ( tendrils) असलेल्या वेलीत रोचक चलणास पाहू शकतो. बहुतेक वनस्पती प्रकाश अनुवर्तनानुसार स्पतीस्पदन करतात. पण काकडी, कारले यांच्या वेलीचे खोड बलहीन, लहान असल्यामुळे वर चढु शकत नाहीत. प्रतान वेलीला उभे वाढण्यास मदत करतात. वर चढणाऱ्या वेलीमध्ये लहान बारीक, लांब, धाग्याप्रमाणे खोडावर असलेल्या रचना एखाद्या आधाराकडे वाढुन त्याला गुंडाळून वेलीला चढण्यास मदत करतात. त्यास प्रतान असे म्हणतात. स्पर्श मुळे होणाऱ्या प्रतिस्पंदनास स्पर्शनुवर्तन (thigmo tropism) असे म्हणतात.

फुलाच्या अंडाशयाभागाची चव गोड असते. फुलपाखरे मकरंदासाठी फुलभोवती फिरतात ते आठवण करा. परिपक्व कळा ( Ripe stigma) गोड पदार्थाचा स्त्राव करतात. हा रसायनिक पदार्थ कळावर पडलेल्या पराग कणास उद्दीपण करतात. उद्दीपणास परागकण प्रतिस्पंदीत होऊन अंकुरीत होतो. परागनलीका पराग कणापासुन निघुन फलनासाठी अंडाकडे पोहोचते. अशा प्रकारच्या रसायनिक पदार्थाच्या प्रतिस्पंदनास रसायनिकावर्तन (chemo tropism) असे म्हणतात. (आँकझीन्सच्या अनियमीत वितरणामुळे मुळ आणि खोडाची वाढ होते. आँकझीन्सचे प्रमाण जास्त असलेल्या ठिकाणी मुळांची वाढ होऊन खोडाची वाढ थांबते.)



### आकृती-21: प्रतान

Tendrils



### महत्वाचे शब्द

उद्दीपण, प्रतिस्पंदन, श्वानपेशी चेतापेशी, तांत्रिकाक्ष, चेतासंधी, ज्ञानचेतातंतु (अभिवाही चेतातंतु) चालक चेतातंतु(अपवाही चेतातंतु), असोसीयेशन चेतातंतु, कैंद्रीय चेतासंस्था, मेंदु, चेतारञ्जी, मेनोजेस, मस्तोष्क मेरुद्रव, परिधी चेतासंस्था, इंसुलीन, अंतरस्नावी ग्रंथी, हार्मोन्स, पुनःश्चरण, तंत्र, वनस्पती हार्मोन्स, नास्टीक चलन, अनुवर्तन चलन, गुरुत्वावर्तन चलन, स्पर्शनुवर्तन, रसायनिक वर्तन



## आपण काय शिकलोत?

- आपल्या शरीरात विविध कार्य करण्यास अंतरस्त्रावी संस्था आणि चेतासंस्था मिळून समन्वय व नियंत्रण करतात.
- चेतासंस्थाच्या प्रतिसंदनास तीन भागात विभागले आहे. प्रतिकार प्रतिक्रिया, नियंत्रीत आणि अनियंत्रीत प्रतिक्रिया
- मानवी चेतासंस्थेस दोन भागात अभ्यास करतो. 1.केंद्रीय चेतासंस्था 2. परिधी चेतासंस्था
- केंद्रीय चेतासंस्था मानवाचा मेंदु आणि चेतारऱ्यु (spinal cord) असतो. परिधी चेतासंस्था दोन प्रकार असतात. 1)स्थातुक चेतांसंस्था 2) स्वयंचलीत चेतासंस्था
- स्वयंचलीत चेतासंस्थाचे दोन प्रकार आहेत. 1) सहानुभूती चेतासंस्था,2) सहानुभूत पारा चेतासंस्था ज्या भौतीक एकमेकांविरुद्ध क्रियेस कारणीभूत असतात.
- चेतापेशी, चेतासंस्थेचा क्रियात्मक आणि निर्माणात्मक एकक आहेत.
- एका चेतापेशीपासुन दुसऱ्या चेतापेशीला उद्दीपण प्रसारीत होणाऱ्या भागास चेतासंधी(Synapse) म्हणतात.
- हार्मोन्स एका भागात उत्पन्न होऊन दुसऱ्या भागात जाऊन इच्छित काम पुर्ण करतात.
- पुनःश्चरण तंत्र हार्मोन्सच्या क्रियेस नियंत्रण करतात.
- वनस्पती प्रकाश रसायनामुळे प्रतिसंदनामुळे होणाऱ्या चलनास ट्रोपीक चलन(tropic movements) म्हणतात.
- वनस्पतीतील हार्मोन्स वनस्पतीची वाढ करणारे किंवा वाढ थांबविणारे असतात. उदाहरणार्थ ऑकझीन्स, जीब्बलीन्स, वनस्पतीच्या वाढीस प्रभावित करतात तर अब्सेसीक एसीड वाढ थांबविते.



## आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

- खालील रिकाम्या जागी योग्य शब्द भरा.(AS1)

तिक्ष्ण वस्तुवर पाय ठेवणे		चेतारऱ्यु समाचाराचे विश्लेषण करून <sup>आज्ञा</sup> देतात.		
------------------------------	--	--	--	--

- गटात कार्य केल्यामुळे आपले शरीर विविध कार्य करू शकत आहे असे तुम्हाला वाटते का ? एक उदाहरण द्या ? (AS1)
- तुमच्या शरीरात अंतरस्त्रावी संस्था आणि चेतासंस्था समन्वयाने काम करतात याचे उदाहरण द्या ?(AS1)
- तुम्ही एखाद्या घान कच्च्याच्या प्रदेशातुन जात आहात समजा. तुम्ही लगेच नाक दाबुन धराल. या क्रियेत घडणाऱ्या 1-5 घटनेस क्रमात लिहा ?(AS1)
  - (i) तांत्रिकाक्ष शेवटी विद्युत उद्दीपण, रसायनास सोडतात.
  - (ii)चेतापेशीच्या शिखांतंतुवर पोहोचलेले उद्दीपण रसायनिक क्रिया घडवुन विद्युत प्रेरणा निर्माण करतात.
  - (iii) विद्युत प्रेरणा (Electrical impulse)पेशी देह आणि तांत्रिकाक्षा व्दारे पाठविले जाते.
  - (iv) रसायने चेतासंधी(synapse)ला ओलांडुन नंतर चेतापेशीत पोहचतात. त्यातप्रकारे अनेक विद्युत प्रेरणा अनेक चेतापेशीना ओलांडतात.
  - (v) शेवटी चेतापेशीपासुन निर्माण झालेली प्रेरणाग्रंथीकडे पोहचल्याने घान वास ओळखण्यासाठी आणि स्नायु पेशी नाकाला दाबुन धरण्यास उपयोगी पडतात.

5. चेतासंधी म्हणजे काय ? समाचार प्रसारास ही कशाप्रकारे उपयोगी पडते ? (AS1)
6. खालील मधील फरक स्पष्ट करा ?(AS1)
- a) उद्दीपण आणि प्रतिस्पंदन
  - b) अपवाहक आणि अभिवाहक चेतापेशी
  - c) केंद्रीय चेतासंस्था आणि परिधी चेतासंस्था
  - d) ग्राहक आणि प्रभावक
6. वनस्पतीमध्ये प्रकाश अनुवर्तन (Phototropism) कसे घडते ?(AS1)
7. वनस्पती उद्दीपणास कसे प्रतिस्पंदीत करतात उदाहरणे द्या ?(AS1)
8. वनस्पतीतील मुळे प्रकाशाच्या विरुद्ध दिशेत वाढतात हे सिध्द करण्यासाठी एक प्रयोग सुचवा ?(AS1)
9. तुमच्या शरीरातील हार्मोन्सच्या प्रभावामुळे दिसुन येणाऱ्या बदलाची उदाहरणे द्या ?(AS1)
10. साधारण पेशी व चेतापेशी यातील रचनेत काय फरक असतो ? ते सुचवा.(AS1)
11. चेतापेशीची रचना प्रेरणा प्रसारीत करण्यासाठी अनुकूल असते. विश्लेषण करा ?(AS1)
12. मानव हा चतुर, हुशार प्राणी आहे या निर्णयावर येण्याची कारणांची चर्चा करा ?(AS1)
13. हत्तीतील चेतापेशीचे तांत्रिकाक्षा पायातल्या चेतापेशीच्या तांत्रिकाक्षा पेक्षा लहान असतात. याचे तुम्ही कसे समर्थन कराल ?(AS1)
14. अनेक उत्तेजनास (stimulus) एकदशमांश सेकंदास प्रतिकार क्रिया पाठवितो. आपल्या शरीरातील अद्भुत नियंत्रीत संस्थेविषयी तुम्हाला काय वाटते ? (AS1)
15. खालील नियंत्रित क्रिया आहेत का,प्रतिकार क्रिया का,अभ्यासीत प्रतिक्रिया(conditioned reflex) आहे ते ओळखा.(AS1)
- i) पापण्याची उघडझाप ii) टेबल पुसणे iii) किबोर्ड वाजविणे.
  - iv) तोंडात घास टाकल्याबरोबर लाळ तयार होणे v) मोठा आवाज ऐकु येताच कान दाबुन धरणे.
16. एका कुंडीतील झाडाला खिडकीजवळ ठेवल्यास काय होते ?(AS2)
17. आपल्या शरीरातील सर्व क्रियांना मेंदु नियंत्रित केल्यास काय घडते ?(AS2)
18. तुम्ही जर डॉक्टरला भेटल्यावर स्वादुपिंडाबद्दल कोणकेणते प्रश्न / शंका विचाराल ?(AS2)
19. एका कुंडीतील झाड घ्या. त्यातील माती खाली पडणार नाही असे बांधुन कुंडीला उलटे लोंबकळत आठवडाभर ठेवा. नंतर त्याचे निरिक्षणाआधारे प्रकाशानुरूत्नास (phototropism) चे वर्णन करा ?(AS3)
20. एक पक्षाचे पंख घेऊन शरीराच्या विविध भागावर फिरवा. तुमच्या शरीराचा कोणता भाग अती संवेदनशी आहे ओळखा. झोपेत असतांना सुध्दा संवेदनाशिलता तेवढीच असते का ?(AS3)
21. झाडाच्या अंग्रभागाला उत्पन्न होणाऱ्या हार्मोन्सबद्दल अभ्यास करण्यासाठी तुम्ही कोणत्या पद्धतीने अनुसरण कराल ?(AS3)
22. चेतारज्जू नियंत्रित क्रियाबद्दल माहित करण्यासाठी ग्रंथालयातुन माहिती मिळवा ?(AS4)
23. खालील वाक्याला वाचा. जलीकरणाहीत ग्रंथीच्या कार्याशी तुलना करा ? (AS4)
- फिरोमोन्स (Pheromones) हे प्राण्याव्दारे स्त्रीलेले रसायनिक पदार्थ आहेत. जलका सहीत ग्रंथी पासुन स्त्राव बाहेर पडण्यासाठी संकेत म्हणुन कार्य करतात. फिरोमोन्स काही प्राण्यात संकेताचे कार्य करता. मधमाशा फिरोमोन्स स्त्रावीतात. यामुळे दुसऱ्या मधमाशा अन्नाच्या साठ्या ठिकाणी जमा होतात.
24. तुमच्या शाळेच्या ग्रंथालयातुन किंवा इंटरनेटवरून मस्तीष्क चेतापेशी आणि चेतारज्जू संबंधी माहिती गोळा करा ? (AS4)
25. तांत्रिकाक्षा, शिखातंतू-शिखातंतूमध्ये अनुसंधान दाखविणारी आकृती काढा ते तशा एकामेकाशी का जोडलेल्या असतात ?(AS5)
26. तुम्ही गर्दी असलेल्या गळीत चालत असतांना अचानक एक मोठा आवाज ऐकु आला. या परिस्थितीत तुमच्या शरीराच्या अवयवामध्ये कशाप्रकारे समन्वय घडतो. या संदर्भाचे वर्णन करणारे रेखाचित्र काढा ?(AS5)

27. मेंदुचे कशाप्रकारे रक्षण केले जाते ? (AS5)
28. चेतापेशीचा नमुना योग्य पदार्थाचा वापर करून बनवा ?(AS5)
29. मेंदुची नामांकित आकृती काढा ? (AS5)
30. तुमच्या सहमित्राचे 45 मिनीटे निरिक्षण करा. त्यांनी केलेल्या क्रियापैकी कोणत्या क्रिया नियंत्रीत आहेत व कोणत्या नाही. ओळखा ?(AS5)
31. वेली त्यांच्या प्रतानाच्या आधारे वर चढतांना आश्चर्यकारक दिसतात. अशावेळी तुम्ही तुमच्या भावना कशा व्यक्त कराल ?(AS6)
32. हार्मोन्स विशिष्ट ठिकाणी, विशिष्ट कार्य करण्यासाठी तयार होतात. यावर एक व्यंगचित्र तयार करा ?(AS7)

### रिकाम्या जागी योग्य शब्द भरा

1. मेंदुचा सर्वात मोठा भाग \_\_\_\_\_ हा असतो.
2. दोन चेतापेशीं ज्या ठिकाणी जोडुन असतात त्या भागाला \_\_\_\_\_ म्हणतात.
3. वनस्पतीच्या अग्रभागी असणाऱ्या व पेशीची वाढ आणि विभेदनास कारणीभूत हार्मोन्स \_\_\_\_\_ असते.
4. थायराकझीन चे काय \_\_\_\_\_ असते.
5. जिब्बरलीन्स आणि आँकझीन्सच्या वनस्पतीच्या वाढीसाठी मदत करतात. अबसिसीक एसीड वाढीस थांबविते. खाली काही संघटना दिल्या आहेत. यास कोणते हार्मोन्स उपयोगी ठरते? कारण काय?
  - a) बागेचा माळी दाहलीया फुलझाडास वाढविण्यासाठी पोषका सोबत \_\_\_\_\_ हार्मोन्स सुध्दा वापरतो.
  - b) ठेगण्या वनस्पतीत फांद्या जाड ठेवण्यासाठी \_\_\_\_\_ हार्मोन्सचा उपयोग होतो.
  - c) बिज जास्तदिवस साठवुन ठेवण्यासाठी \_\_\_\_\_ हार्मोन्सचा उपयोग होतो.
  - d) खोडाच्या अग्रभाग कापल्यानंतर पाश्वर्कळ्या वाढण्यासाठी \_\_\_\_\_ हार्मोन्स वापरतात.
  - e) मेंदुचा \_\_\_\_\_ हा भाग कोडे सोडवण्यास मदत करतो.

### योग्य उत्तर निवडा

6. मानवाच्या भावनावरील नियंत्रण नष्ट झाले तर त्याच्या मेंदुचा कोणता भाग कार्य करीत नाही ?( )  
 a. मस्तीष्क      b. डायनसेफलान      c. मध्यमेंदु      d. अनुमस्तीष्क
7. लाजाळू वनस्पतीची पाने मदत करतात ? ( )  
 a. प्रकाश संश्लेषण क्रिया कमी करण्यास      b. चरणाच्या प्राण्यापासुन रक्षणासाठी  
 c. फैटोहार्मोनच्या स्राव करण्यासाठी      d. वाढीचे नियंत्रण करण्यासाठी
8. ही मुधमेह(डायबेटीस)रोगाशी सबंधीत ग्रंथी आहे?  
 a. थायराईड      b. स्वादुपिंड      c. एंड्रिनल ग्रंथी d. पियुष ग्रंथी ( )

धडा

6

## प्रजनन- पुनरुत्पादक संस्था



वनस्पती आणि प्राण्यात पुनरुत्पादन ही जिवप्रक्रिया फार महत्वाची आहे. यामुळे नविन अपात्याची निर्मीती होऊन पुढील वंशपरंपरा चालवित असते.

- नियमीतपणे जिवन जगण्यासाठीच प्रजननाची गरज असते असे तुम्ही विचार करता काय?
- सजीवाची वाढ कशी होत असते? मार लागल्याच्या संदर्भात खराब झालेल्या काढून टाकलेल्या पेशीच्या ठिकाणी कशी भरपाई होत असते? यासाठी उपयोग असणाऱ्या काही विशेष प्रजनन पद्धती आहे काय?

सजीव प्रजननाबदरे आपल्या आपत्याची निर्मीती करीत असतात. काही सजीवात वेगवेगळ्या परिस्थितीमध्ये वेगवेगळ्या प्रकारची प्रत्युत्पत्ती करतात. उदाहरणात. पॅरामेशीयम (paramoecium) सारख्या सजीवात अनुकूल परिस्थितीमध्ये व्हिंडिंडण पद्धतीने दोन अपत्य जिवाची उत्पत्ती करतात. ही प्रक्रिया करतात. ही प्रक्रिया फार वेगाने घडत असल्यामुळे जास्त प्रमाणात जिवाची उत्पत्ती होत असते. प्रतिकूल परिस्थितीमध्ये दोन पॅरामेशीयम जवळ येऊन केंद्रक पदार्थाना परस्पर बदलवुन घेतात. यामुळे तयार होणारे जिव प्रतिकूल परिस्थितीवर मात करण्यास समर्थ असतात.

प्रत्युत्पत्तीचा काळ हा प्रत्येक सजीवात वेगवेगळा असतो. काही प्रकारच्या प्राण्यात अनुकूल परिस्थितीत प्रत्युत्पत्तीचा वेग जास्त असतो. सजीवामध्ये प्रजनन किती वेगाने होते हे माहित करण्यासाठी खालील कृती करू या.

### कृती-1

#### दुधामध्ये जिवाणु तयार होणे (FORMATION OF BACTERIAL COLONY IN MILK)

दही तयार होण्यासाठी लॉक्टो बासीलस(Lacto bacillus)हे जिवाणु मदत करतात. हे आपल्याला माहित आहे. 30 चमचे कोमट केलेले दुध एका वाटीत घ्या. त्यामध्ये एक चमचा दही मिसळवा. पुन्हा एका वाटीत तेवढेच थंड दुध घेऊन त्यामध्ये दही मिसळत. दोन्ही वाट्यांवर झाकण ठेऊन वेळ नोंद करा. प्रत्येक तासाला दही झाले की, नाही याचे निरिक्षण करा. दही घट्ट बनत आहे म्हणजे जिवाणु समुह तयार झाल्याचा संकेत होय.

दोन्ही वाट्या मधील दही बनविण्यासाठी किंती वेळ लागला याची नोंद करा.

- दोन्ही वाट्यामध्ये दही तयार होण्यासाठी सारखाच वेळ लागला काय?
- एक चमचा दह्यात असणारे जिवानुचे समुह 30 चमचे दुध दह्यात बदलल्यामुळे जिवानु 30 पटीने वाढले. असे सांगु शकतो काय?

पावसाळ्यात काही प्रकारचे किंडे अचानक समुहाने असतात हे पाहुन खुप आश्चर्य वाटते ना, बन्याच किटकाचा जिवनकाळ हा थोड्या दिवसा पासुन तर काही महिण्याचा असतो. प्रजननाचा काळ हा यिष्ट, जिवानु, उंदीर, गाय, हत्ती आणि मानवात वेगवेगळा असतो. हे तुम्ही सांगु शकाल काय?

### अलैंगिक प्रजनन (Asexual mode of reproduction)

एकेरी सजीवाव्दारे युग्मका शिवाय होणाऱ्या प्रजनन क्रियेचा अभ्यास करू या. अशा प्रकारच्या प्रजननाला अलैंगिक प्रजनन असे म्हणतात.

अलैंगिक प्रजनन हे विविध प्रकारचे असतात. त्यापैकी खालील काही दिले आहे. त्यांची माहित पाहु या.

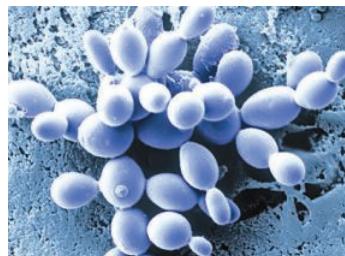
#### खंडन (Fission )

पॅरामेशीयम जिवाणु सारख्या एकपेशीय सजीवांत एक किंवा त्यापेक्षा जास्त भागात विभाजीत होऊन एक किंवा जास्त आपत्य निर्माण होते. हे साधारणत: एकुरुप(symmetrical) असतात. पॅरामेशीयम दोन भागात विभागले तर त्याला द्विखंडन(binary fission) म्हणतात आणि त्यापेक्षा जास्त भागात विभागल्यास बहुखंडन (multiple fission) असे म्हणतात. पॅरामेशीयम सारख्या सजीवात ही प्रजननाची पद्धत नेहमी घडुन येत असते.

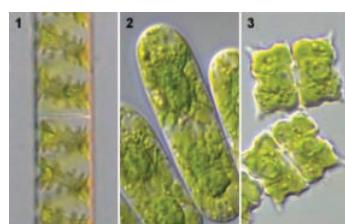
- दही तयार होत असतांना जिवानुचे कशा प्रकारे विभाजन होते?



आकृती-1: पैरामेशीयम मधील खंडन



आ-2: यिस्टमधील मुकुलायन



आकृती-3: फ्रॉगनेटेशन

#### मुकुलायन (Budding)

जनकाच्या शरीरावर मुकुलसारख्या रचना (bud) सारखे निर्माण तयार होतात. हेच मुकुलनंतर सजीवाच्या शरीरापासुन वेगळे होऊन स्वतंत्र जिवन जगत असतात. उदा. यिष्ट मधील मुकुलायन

#### तुकडे होणे (Fragmentation)

काही सजीवाच्या जनक शरीरातील कोणत्याही भागापासुन संपुर्ण शरीराची निर्मीती करू शकतात. अशा प्रकारची पद्धत फक्त अळ्या जसे काही चपटे कृमी, मोल्ड, लायकेन, स्पायरोगायरा इत्यादी सरळ सजीवामध्ये घडत असते. यामध्ये लैंगिक प्रजनन सुधा होत असते. तुकडे होणे, ही सर्वसाधारण प्रजनन क्रिया शेवाळ, कवके, अनेक प्रकारच्या वनस्पतीमध्ये घडत असते.

#### बिजरहीत फळे किंवा अफलीत जनन (Parthenogenesis )

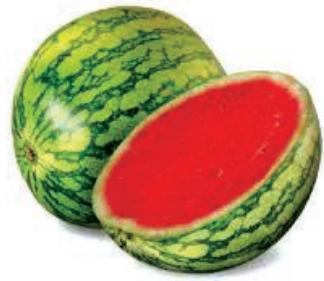
सर्व साधारणपणे लैंगिक पुनरुत्पादन हे हॅप्लोयिड गॅमेट्सच्या मिलनाने विप्लाइड युग्मक झायगोट निर्माण होतो. कांही वेळेस सजीव सरळ अफलीत गॅमेट्सपासुन विकसीत होतो.

- आता आपण ही पद्धत पाहु या.

ही प्रक्रिया सर्व साधारण खालच्या सजीवांमध्ये जसे शेवाळ, बुशींमध्ये आढळते. अफलीत गॅमेटसपासुन नविन सजीवांची निर्मीती होण्याच्या पद्धतीस अफलीत जनन किंवा बोज रहित फळ असे म्हणतात. (ग्रीक मध्ये पार्थीनोकार्पी म्हणजे अफालीता पासून निर्माण होणे होय.)

- प्राण्यांमध्ये हे कसे होते ?

या प्रकारचे पुनरुत्पादन हे प्राण्यात जसे मुऱ्या, माशी यांमध्ये फलीत अंडा हा मादी आणि अफलीत अंड्यापासुन नर उत्पन्न होतात. या पद्धतीत शुक्राणुचा विकास हा मायटोटीक पेशी विभाजन नरामध्ये, जेव्हा अंडा विकसीत होतो ही मायटोटीक विभाजन मादी मध्ये होते.



**आकृती-4: बिजरहीत फळ**

**पार्थीनोकार्पी:** सध्याच्या काळात आपण बीजरहीत फळे जसे केळी, टरबूज, द्राक्ष इत्यादी तैयार करण्यात यशस्वी झालोत. ही एक अशी प्रजनन क्रिया आहे ज्यामध्ये लैंगिक पासुन अलैंगिक प्रजननाचे टप्पे येतात. नैसर्गिक रित्या जसे केळाच्या अंडाशयाचे बिया शिवाय फलामध्ये विकसित होते. यासच पार्थीनोकार्पी असे म्हणतात.

आपल्या शिक्षकांशी पार्थीनोकार्पी विषयी चर्चा करा आणि पार्थीनोजेनेसीसवर माहिती मिळवा.

### पुनरुद्भवन (Regeneration )

अनेक सजिवामध्ये त्यांच्या कोणत्याही शरीरभागापासुन नविन सजीव निर्माण करण्याची योग्यता असते. हे कसे शक्य आहे म्हणजे कोणत्या कारणाने सजिवाचे तुकडे होते किंवा कापल्या जाते. तेव्हा या तुकड्यापासुन एका स्वतंत्र सजिवाची निर्मीती होऊन विकसीत होते. ही क्रिया फ्रॅग्मेंटेशन (fragmentation) समान असते.

- पुनरुत्पत्तीला क्रियेला फ्रॅग्मेंटेशन प्रक्रिया म्हणुन संबोधू शकतो काय? तुम्ही त्याला मान्य कराल काय? का? का नाही?
- कोणत्या प्रकारचे खंडन हे कमी वेळात जास्त समुहाची निर्मीती करण्यास उपयोगी पडते?

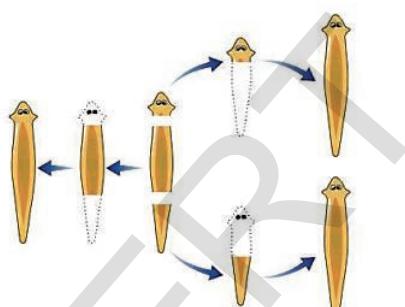
- ऐच्छिक गुणाधर्म जास्त प्रमाणात येण्यासाठी कोणत्या प्रकारची अलैंगिक प्रजनन क्रिया अनुकूल असते?

### शाखीय वंशवृद्धी (Vegetative propagation)

उच्च प्रकारच्या वनस्पतीत नैसर्गिक किंवा कृत्रिम पणे शाखीय वंशवृद्धी पद्धतीने प्रजनन घडुन येते.

### नैसर्गिक वंशवृद्धी (Natural propagation)

**पाने:** ब्रायोफायलम(Bryophyllum)मध्ये पानाच्या टोकावर लहान वनस्पती वाढत असते.



**आकृती-5: प्लेनेरीय मर्धील पुनरुत्पत्ती**



**आकृती-6: ब्रायोफायलम**

**खोड (Stems):** रनर आणि स्टोलन(runners and stolons) सारखे नाजुक खोड जेव्हा जमीनीला स्पर्श करीत जातात तेव्हा त्यापासुन तंतूमय मुळे (adventitious roots) निर्माण होतात. एखाद्या वेळी जनक वनस्पती पासुन हा भाग वेगळा झाला तर नवीन तयार झालेल्या मुळांच्या साहाय्याने एक नविन स्वतंत्र वनस्पती म्हणुन वाढत असते. खोडापासुन तयार होण्याच्या वनस्पतीची काही उदाहरणे म्हणजे. स्टोलन, बल्बस (bulbs,) कोर्नस, ट्युबर tuber, इत्यादी. स्टोलोन, जास्मीन, स्ट्राबेरी/बल्बस, कांदा, कॉर्न-कोलोकेसिया, ट्युबर-पोटेंटो, कॉर्न-जींजर

**मुळे (Roots):** डालीया, मुळा, गाजर इत्यादी वनस्पतीच्या मुळावर लहान पान असलेल्या खोड निर्माण होऊन नविन वनस्पतीची वाढ होते.

## कृत्रिम शाखीय वंशवृद्धी (ARTIFICIAL PROPAGATION)

### कापने (Cutting)

काही वनस्पतीमध्ये जनक वनस्पती पासुन मुकुल असलेला भाग वेगळा झाला तर तो भाग नविन वनस्पती



आकृती-7:

म्हणुन वाढत असतो. हा वेगळ्या केलेल्या भागाचे खालचे टोक ओलसर जमीनीत लावा. काही दिवसांनी याला मुळे फुटुन, मुकुल तयार होऊन नविन वनस्पती तयार होते. उदा. गुलाब, जास्वंद

### लेअरिंग (Layering)

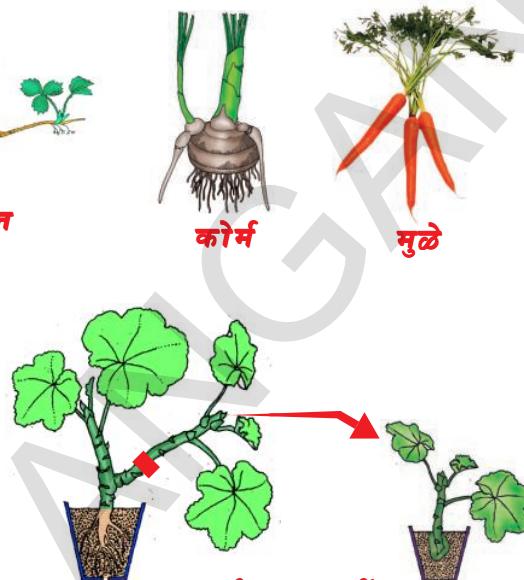
वनस्पती कमीत कमी एक खडा (node) असलेल्या फांदीचा भाग जमीनीकडे वाकवुन त्याच्या थोड्या भागाची साल काढुन तो भाग ओलसर जमीनीत पुरवुन त्यावर माती झाका. त्या फांदीचे टोक जमीनीच्या वर राहु द्या. काही दिवसानंतर फांदीच्या झाकलेल्या भागापासुन नविन मुळे निघतात. तेव्हा या फांदीला जनक वनस्पतीपासुन कापुन वेगळे करा, मुळे फुटलेल्या भागाची या पद्धतीत नविन वनस्पती म्हणुन वाढ होते. उदा. गनेरी, मोगरा.

### जोडुन बांधणे (Grafting)

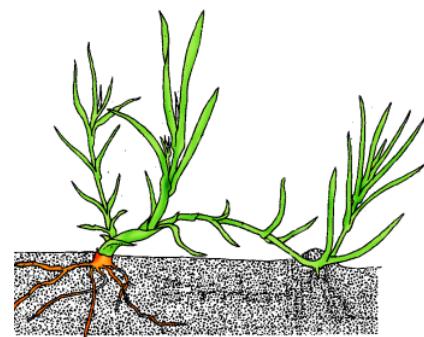
या मध्ये दोन वनस्पती एकत्र बांधत्याने दोन्हीची खोडे अशा प्रकारे जुळतात की, ज्यामुळे ते एकच वनस्पती म्हणुन वाढते. यातील जमीनीत वाढणाऱ्या वनस्पतीला स्टाक(stock) म्हणतात. आणि दुसऱ्या वनस्पती मधुन वेगळ्या केलेल्या मुळे नसणाऱ्या वनस्पतीला सियान (scion) असे म्हणतात. स्टाक आणि सियान दोन्हीला मेनकापडाने गुडांळुन सुतळीने बांधा. ऐच्छीक गुणधर्म असणाऱ्या वनस्पतीच्या निर्मातीसाठी ग्राफ्टिंग पद्धतीचा उपयोग करतात. वेगवेगळ्या प्रकारची फुले आणि फळे मिळविण्यासाठी या ग्राफ्टिंग पद्धतीचा उपयोग होतो.

ग्राफ्टिंग पद्धतीमध्ये नविन सायन (फांदीचा वरचा भाग) पासुन फुले आणि फळे लवकर निर्माण होतात.

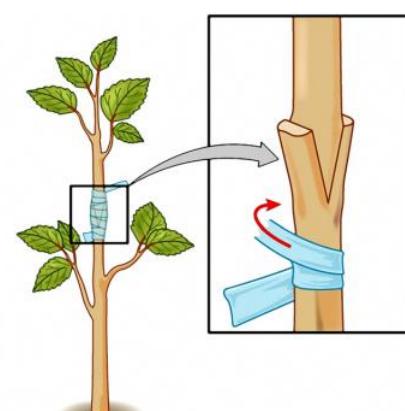
जर तुमच्या बगीच्यात दोन फळाची झाडे आहे. एका



आकृती-8: कटर्टिंग



आकृती-9: लेअरिंग



आकृती-10: ग्राफ्टिंग

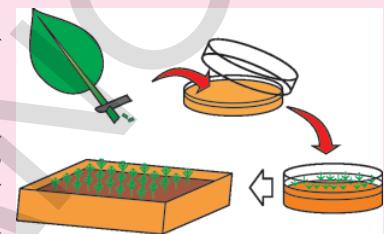
झाडाची फळे मोठी आहे. परंतु त्यांचे कमी प्रमाणात उत्पन्न होते. त्या फळाची चव सुधा खुप छान आहे. दुसऱ्या फळाच्या झाडापासुन खुप प्रमाणात फळे येतात. परंतु त्याचा आकार लहान आहे. आणि त्याची चव सुधा चांगली नाही.

- तुम्हाला लाभदायक ठरणारी कोणत्या गुणधर्माचा वनस्पतीची निवड कराल?
- तुम्ही निवडलेल्या गुणधर्माची वनस्पती मिळविण्यासाठी तुम्हाला कोणत्या शाखीय वंश वृद्धी पद्धतीचा उपयोग होईल?
- मुकुलायन किंवा खंडन किंवा फ्रॅग्मेंटेशन पद्धतीने तयार झालेले नवीन सजीव हे जनक सजिवाची गुण समान असतात हे खरे आहे काय? का?



### आपणास माहित आहे काय?

वनस्पतीच्या शाखीय वंशवृद्धी साठी कटींग, लेंअरींग आणि ग्राफ्टींग या परंपरागत कृत्रिम पद्धती आहे. उदा. केळी, अननस, संत्री, द्रांक्ष, गुलाब वगैरे वनस्पती या पद्धतीने निर्माण करीत असतात. परंतु व्यापारीक दृष्ट्या या पद्धती ऐवजी आधुनिक पद्धती अमलात आली आहे. ती म्हणजे टिशु कल्चर पद्धत. या टिशु कल्चर पद्धतीत काही वनस्पतीच्या पेशी किंवा उती वाढ माध्यमात (ज्या ठिकाणी वनस्पती वाढवण्याची आहे) वनस्पतीच्या हार्मोन्स सह ठेवतात आणि त्या पासुन नविन वनस्पती वाढवितात. या पद्धती व्दारे कमी वेळात हजारो वनस्पती वाढवु शकतो.



कृत्रिम वंशवृद्धीचे फायदे आणि तोटे या विषयाची माहिती तुमच्या शाळेतील ग्रंथालयातील पुस्तकातुन किंवा इंटरनेट (अंतरजाळ) मधून मिळवा आणि वर्गात त्यावर चर्चा करा.

### बिजकण निर्माती (Spore formation)

साधारणपणे सडलेल्या फळावर, साठवुन ठेवलेल्या पोळीवर, ब्रेडवर इतर आहार पदार्थावर पांढऱ्या धाग्या प्रमाणे आणि काळ्या पावडर सारखे पदार्थ आपल्याला दिसुन येते. त्याला तुम्ही स्पर्श केल्यास तुमच्या बोटाला चिकटनु येतात. हे कवकापासुन निर्माण झालेले बिजकण होय. उदा. रायझोपस(Rhizopus) तुम्ही ४ व्या वर्गात सुक्ष्म जिवाणुची गाथा, या धड्यात या विषयी शिकला आहात.

रायझोपस शेकडो संख्येमध्ये सुक्ष्म प्रजननाचे घटक निर्माण करतात. त्यांना बिजकण असे म्हणतात. बिजकण कोष (sporangium) फुटतात तेव्हा बिजकण हवेत पसरतात. हे बिजकण अन्नावर, जमीनीवर पडत असतात. यांना अनुकूल अशी आंद्रता उष्णता मिळाल्यास हे नविन रायझोपस मध्ये वाढतात, जसे रायझोपस, म्युकर इत्यादी जिवाणु आणि फर्न (ferns) या अपुष्प वनस्पतीमध्ये बिजकण निर्माती यापद्धतीने प्रजनन होत असतात.

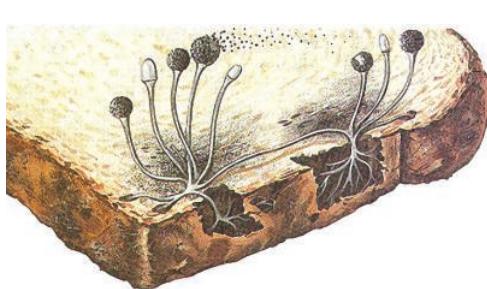


### प्रयोगशाळा कृती

रायझोपस किंवा सर्व साधारण मोल्डाचा सुक्ष्मदर्शक यंत्राखाली अभ्यास करावयाचा असेल तर त्यांना स्वतः नियंत्रित वातावरणात वाढवायला पाहिजे. यासाठी ब्रेड किंवा पोळी किंवा फळे, भाजीपाला याचा उपयोग करता येते. मोल्ड वाढण्यासाठी ४-१० दिवस लागतात. (एलर्जी होणारे मोल्ड वाढविणे चांगले नसते. याच्या मुळे जोराचा दमा होऊ शकतो.)

ब्रेडला एक तासासाठी हवेत उघडे ठेवा यामुळे ती आवश्यक असलेले संक्रमीत पदार्थ ग्रहन करतात. ब्रेडला एक प्लास्टीक मध्ये ठेवुन त्यावर थोडे पाणी शिंपडा. ब्रेड आर्द्रता ग्रहन करतात. आता प्लॉस्टीक पिशवीत थोडी हवा राहील असे दोन्याने बांधा. हे पिशवी दुसऱ्या आहार पदार्थापासून दुर अंधारात आणि दमट प्रदेशात ठेवा. चुलीच्या जवळ असलेल्या आलमारीत याची जागा योग्य राहील. किंवा खिडकीवजळ पिशवी प्लेट झाकुन ठेवावे. दमट प्रदेशात मोल्डची खुप वाढ होते. वातावरणा नुसार 2-3 दिवसात मोल्ड वाढायला सुरुवात होते. परंतु बिजकण तयार होण्यासाठी एक दोन आठवडे वेळ लागतो.

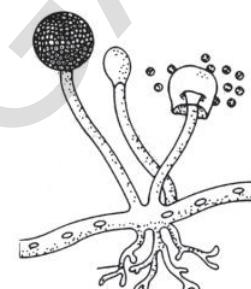
दोन दिवसांनी त्या ब्रेडची तपासणी करावी व त्यावर थोडे पाणी शिंपडात राहावे. पिशवीला मात्र उघडु



**ब्रेडवर वाढलेले राईझोपस**



**सुक्ष्मदर्शका खालील राईझोपस  
आकृती-11:**



**राईझोपस बिजकण  
कोष**

नये. एकाद्या वेळेस तुम्ही ती ब्रेड हातात पकडली तर तुमचे हात स्वच्छ धुवावेत. आवश्यक तेवढे मोल्ड तयार झाल्यावर त्याच्या स्लाईड तयार करून सुक्ष्मदर्शक यंत्राखाली निरिक्षण करावे. तुम्हाला पांढऱ्या धाग्या सारख्या रचना दिसून येईल. त्यावर काळ्या, करड्या आणि हिरव्या रंगाची टिपक्या सारख्या रचना दिसतात. त्यामधील काही भाग आगपेटी मध्ये गोळा करून तुमच्या शाळेत नेऊन शिक्षकाच्या साहाय्याने स्लाईडस व्दारे सुक्ष्मदर्शक यंत्राखाली निरिक्षण करा.

**उद्देश: रायझोपासाची तात्पुरती स्लाइड तयार करणे**

**आवश्यक सामुग्री:** थोडे मोल्ड, प्लेन काचाच्या स्लाईड, कव्हर स्लीप, पाणी, प्लॉस्टीकचे हात मोजे, इत्यादी पद्धत:

1. स्लाईडच्या मध्य भागात एक पाण्याच्या थेंब टाका.
2. दातातला मळ काढायच्या काडीच्या (toothpick) साहाय्याने थोडे मोल्ड घेऊन त्याला स्लाइडच्या मध्यभागात पाण्याच्या थेंबावर ठेवा.
3. आता एक कव्हर स्लीप घेऊन तीच्या एका बाजुने पाण्याच्या थेंबाला स्पर्श करून हवेचे बुडबुडे न येऊ देता ती कव्हर स्लीप मोल्डवर झाका.
4. कव्हर स्लीपच्या काठीवरील अधिक पाणी काढून टाकण्यासाठी टिशुपेपर किंवा ब्लॉटिंग पेपरचा वापर करा.
5. आता, सुक्ष्मदर्शकाच्या साहाय्याने त्याचे निरिक्षण करा. प्रथम लहान भिंगाखाली पहा.

साधारण मोल्ड मध्ये बारीक सुतासारखे टाकदार उंचवटे दिसतात त्याला हायपे (hyphae) असे म्हणतात. त्याचे बारीक नरम खोड असतात. या खोडावर गाठी सारख्या रचना असतात. यांना बिजकण कोष असे

म्हणतात. प्रत्येक बिजकण कोषामध्ये शेकडो सुक्ष्म बिजकण असतात. जेव्हा हे बिजकण कोष फुटतात तेव्हा त्यातील बिजकण हवेत पसरतात.

याच पद्धतीने प्रजनन करणाऱ्या अजून काही सजीवाचे उदाहरण सांगा.

### स्पोरोफिल (Sporophyll):

फर्न सुध्दा बिजकणाची निर्मात करीत असतात. फर्नचे एक पान गोळा करा. फर्नच्या (Ferns) या पानालाच स्पोरोफिल असे म्हणतात. या पानाचे काळजीपुर्वक निरिक्षण करा. तुम्हाला पानाच्या खालच्या बाजुला टीपक्याच्या घोळक्या सारख्या रचना दिसून येतात. यालाच बिजकण कोष असे म्हणतात. यामध्ये बिजकण असतात. या बिजकण कोषाला एक सुर्ईच्या साहाय्याने फोडा आणि भिंगाच्या साहाय्याने त्याचे निरिक्षण करा.



आकृती-12: फर्नचे स्पोरोफिल

- राईझोपस, फर्न बिजकण आणि बिजकण कोष यामध्ये तुम्हाला काही साम्य आढळून आले काय?
- भुछत्री (mushrooms) बढ़ल काही माहिती आहे काय? ते कसे वाढतात? याची वर्गात चर्चा करा?

### लैंगिक प्रजनन (Sexual reproduction)

आतापर्यंत तुम्ही शिकल्या प्रमाणे लैंगिक प्रजनन हे एक प्रजननाची पद्धत आहे ज्यामध्ये युग्मकाचा संयोग होतो. या संयोगालाच फलन (fertilisation) असे म्हणतात. फलन ही क्रिया मादी शरीराच्या बाहेर होऊ शकते किंवा शरीराच्या आत होत असते. शरीराच्या बाहेर होणाऱ्या फलनाला बाह्य फलन (external fertilisation) आणि मादी शरीराच्या आत होणाऱ्या फलनाला अंतर फलन (internal fertilisation) असे म्हणतात. सत्य हे आहे की, जमीनीवर असणाऱ्या प्राण्यामध्ये अंड्याचे फलन हे त्यांच्या मादीच्या शरीरात होते. फलन झालेल्या अंड्याचे विभाजन होऊन भ्रुण (embryo) तयार होते.

जलचर प्राणी जसे मासे, उभयचर प्राण्यांमध्ये सर्वसाधारण बाह्य फलन होत असते. मादी असंख्य प्रमाणात अंडे घालतात आणि नर शेकडो शुक्राणु त्या पाण्यातील अंड्यावर सोडतात. फलनाची संधी ही नैसर्गिकरित्या होते जे बहिर्गत असते. म्हणुनच मादी आणि नर जिवांना फार जास्त प्रमाणात अंडे आणि शुक्राणु सोडणे अपरिहार्य असते.

### स्तनधारी प्राण्यातील प्रजनन - मानव

मानव प्रजनन संस्थेचे उदाहरण घेऊन स्तनधारी प्राण्यातील प्रजनना विषयी माहिती करून घेऊ या. मानवी प्रजनन संस्थेत नर आणि मादी मधील पुनरुत्पादक घटकाचा फार विकास झालेला असतो.

#### नर प्रजनन संस्था (Male reproductive system)

दिलेली आकृती(13) चे निरिक्षण करा आणि नर प्रजनन संस्थेतील निरनीराळ्या भाग बघा.

(1) वृक्षणाची एक जोडी (2) वास एफरनशिया (3) एपडायडमसची जोडी (4) वास डेफरनशियाची जोडी (5) सेमीनल वेसीकलची जोडी (6) इजाक्यूलेटरी ट्कट (7) प्रोस्टेट ग्लांड (8) कौपर ग्लांड (9) युरेश्रा (मेहनी)

**(1) वृषण (Testes) :-** नर प्रजनन संस्थेत दोन वृषण शरीराच्या बाहेर एका पिशवी सारख्या रचतेन असतात याला वृषण पिशवी (scrotum) असे म्हणतात. प्रत्येक वृषणात गूंडाळलेल्या सेमीनीफेरस प्युथ्युलस

असतात. शुक्राणू या नलिकामध्ये निर्माण होतात. शेकडो, लाखो शुक्राणू मीयासीस(न्यूनीकरण) पेशी विभाजना द्वारे या सेमीनीफेरस नलीका मध्ये निर्माण होतात. हेस्टोस्टीरॉन हे नर लैंगीक स्नावण देखील वृषणात निर्माण होते.

- ◆ वृषण हे शरीरा बाहेर का स्थित असतात यावर चर्चा करा.
- ◆ शुक्राणू निर्मिती साठी अवश्येक असलेले तापमान (2-20°C जे मानवी शरीराच्चा तापमानापेक्षा कमी आहे) वृषण पिशीपी द्वारे टीकूण ठेवले जाते.

**(2) वास एफरनशिया :-** सेमीनीफेरस नलीका वास एफरनशीया मध्ये उघडते हे शुक्राणूला एपीडायडमीस मध्ये घेऊन जाते.

**(3) एपीडायडमीस :-** दोन्ही कडे एक एक वास एफरनशीया एपीडायडमीस मध्ये उघडते. ही एक खूप गुंडाळलेली नलीका आहे जी वृषणाच्या खालच्या भागात स्थित असले. शुक्राणू येथे साठवले जातात.

**(4) वास डेफरनशिया :-** प्रत्येक एपीडायडमीस मधून वास डेफरनशिया वरच्या बाजूने उदर पोकळीत जाऊन मूत्रवाहीनीना गुंडाळते.

**(5) सेमीनल वेसीकल :-** ह्या नलीका वास डेफरनशिया मध्ये उघडतात यास सेमीनल द्रव निर्माण होते - जेव्हा शुक्राणू शरीरा बाहेर असतात या द्रवा द्वारे शुक्राणू उर्जा मिळवतात.

**(6) प्रोस्टेट ग्लंड :-** या ग्रंथीचे कार्य प्रोस्टेट द्रव स्नावणे जे सीमनचे एक घटक आहे जे शुक्राणूला पोषक पदार्थाचा पूरवठा करते.

**(7) कौपर ग्लंड :-** या ग्रंथीच्या स्नावका मूळे युरेश्रा (मेहनीतील) आतील भींती च्या आम्ल तत्वाला उदासीन होतो आणि शुक्राणू मुक्तपणे प्रवाहीत होतात.

**(8) इजाक्यूलेटरी टक्ट :-** सेमीनल वेसीकल आणि वास डेफरन्स मीळून इजाक्यूलेटरी टक्ट बनतो. दोन इजाक्यूलेटरी टक्ट युरेश्राच्या मध्य भागी जोडले जातात.

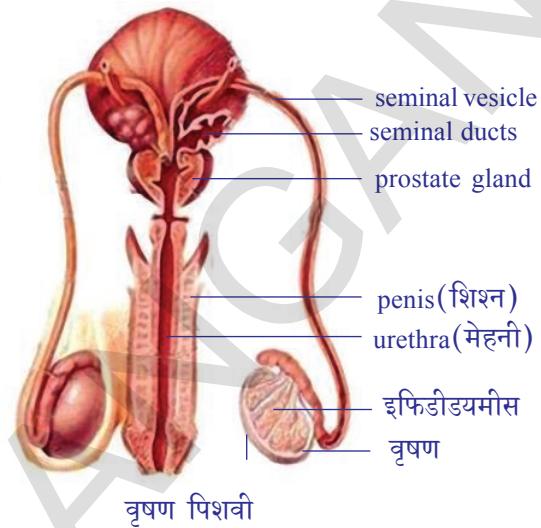
**(9) युरेश्रा (मेहनी) :-** जरात हे फक्त मूत्र विसर्जनच करत नाही तर शुक्राणू देखील करतात. म्हणून याला युरीनो जेनीटल टक्ट म्हणतात.

#### शुक्रकण वहनाचा मार्ग :-

सेमीनीफेरस ट्यूबूलस - वास एफरनशिया - एपीडायडमीस - वास डेफरनशिया - इजाक्यूलेटरी टक्ट - युरेश्रा (मेहनी)

#### शुक्राणू (The sperm) -

13(l) आकृतीचे निरिक्षण करा शुक्राणूला एक डोके असते ज्यावर एक्रोसोम असते. जे शुक्राणूला अंड पेशीच्या आत प्रवेश करण्यास मदत करते. शुक्राणूच्या मध्यला भागाला नर केंद्रक असतो. जो मादी केंद्रका शी संयोग पावतो. डोके आणि मधला भागाला जोडून माजे सारखा भाग असतो जेथे मायटोकांड्रीया असतो जो शुक्राणूच्या हालचाली साठी उर्जा



आकृती-13: नर

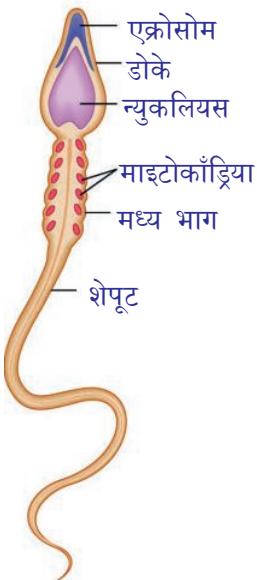


fig-13(b):  
शुक्र पेशी

निर्माण करतो. शेपटी त्याला हालचालीस मदत करते.

अ॒

सेमीनल वेसीकल, प्रोस्टेट ग्रंथी आणि कौपर ग्रंथी मधून निर्माण झालेले द्रवाला सेमीनल प्लाजमा म्हणतात. सेमीनल प्लाजमा आणि शुक्राणूला मिळून सिमेन म्हणतात.

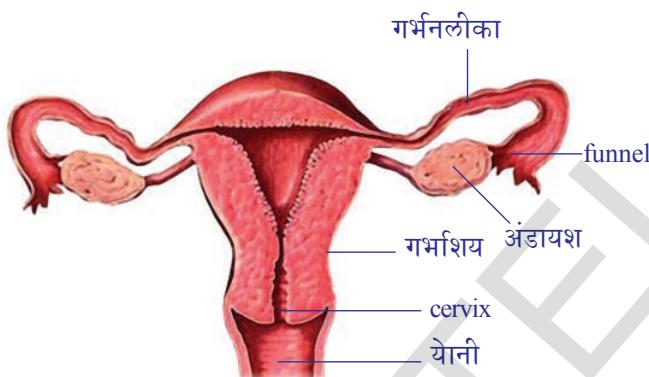
नरामध्ये वयाच्या 13-14 वर्षांपासूनच शूक्रपेशीच्या उत्पतीला सूखावात होते व जिवनात ब्याच काळार्पर्यंत ही सुरुच राहते. शुक्रजंतु उत्पतीचे सामर्थ्य हे जसे जसे वह वाढत जाते तसे तसे कमी होत जाते.



## आपणास माहित आहे काय?

काही प्रकारचे जिवाणु आणि सुक्ष्मजिवाणु हे ज्यावर ते वाढत असतात त्या सजीवाच्या लैगिंक्ट्वाला बदलण्याचे सामर्थ्य धारण केलेले असतात. एक गांधील माशीच्या जातीला लैगिंक प्रजनन सामर्थ्य नष्ट करणेच नाही तर त्याला अलैगिंक प्रजनन करणारे सजीव म्हणुन बदल घडवुन आणतात.

## मादी प्रजनन संस्था (Female reproductive system)



आकृती-14: मादी प्रजनन संस्था

फॉलीकल मध्ये एक मोठी पेशी असते. त्याला बिजांडपेशी (ovum) असे म्हणतात. ही पेशी मीयासीस पेशी विभाजन पासुन तयार होते. जेव्हा बिजांडपेशी परिपक्व होते तेव्हा फॉलीकल रजोपिंडाच्या(ovum) वरच्या भागाला तडकते आणि त्यातुन सुक्ष्म बिजांड पेशी बाहेर पडतात. या बिजांडपेशी किंवा अंडे बाहेर पडण्याच्या क्रियेला अटुक विसर्जन (ovulation) असे म्हणतात.

साधारणपणे बिजांडपेशी चाळणी सारख्या रुंद असलेल्या गर्भनलीका(fallopian tube) मध्ये प्रवेश करतात. ही गर्भनलीका रजोपिंडाच्या बाजुने प्रवास करून स्नायुची जाड भिंत असलेल्या गर्भशयात(uterus) उघडते. फलीत अंडे क्षविभाजन होऊन गर्भनलीकेत खाली सरकते अनेक पेशीचा मासाचा गोळा तयार होऊन भृणात रुंपातरीत होते, बाळाच्या रुपात वाढते.

मानवात आणि इतर सस्तनधारी प्राण्यात फलनाच्या वेळेस अंडे गर्भनलीकेव्हारे गर्भशयात पोहचते. गर्भनलीका ही एक अदभुत नियंत्रीत व्यवस्था आहे. या काळात गर्भशयात विकसीत होत असणाऱ्या पिंडाला आवश्यक ते पोषके पुरवून, व्यर्थ पदार्थ बाहेर पाठविण्यासाठी अनुकूलता बनलेली असते. जर फलन न झाल्यास



आकृती-15: मानवी भृण

एंडोमायट्रीयम विघटीत होते आणि मासिक पाळीच्या स्रावा सोबत बाहेर पडते. साधारण परिस्थितीत गर्भाशय हे लहान त्यात पातळ उती असते. रक्तपुरवठा सुधा फार कमी असतो. फलन क्रिया झालेले अंडे किंवा युग्मज(zygote) याच्या प्रवेशा द्रवाने अगोदर ओलसर बनतात. रक्त पुरवठा सुधा खुप वाढतो. म्हणजेच आता गर्भाशय पिंड(भृण) स्थापनेसाठी पुर्ण तयार आहे समजायचे.

गर्भाशयातील भृणात कसे परिवर्तन संभविते, फलीत अंडे गर्भाशयात पोहचण्यास किती वेळ लागतो. हे नंतर माहित करु या. आता विकसित होत असणाऱ्या भृणात कोणते बदल होत आहे या विषयी चर्चा करु या.

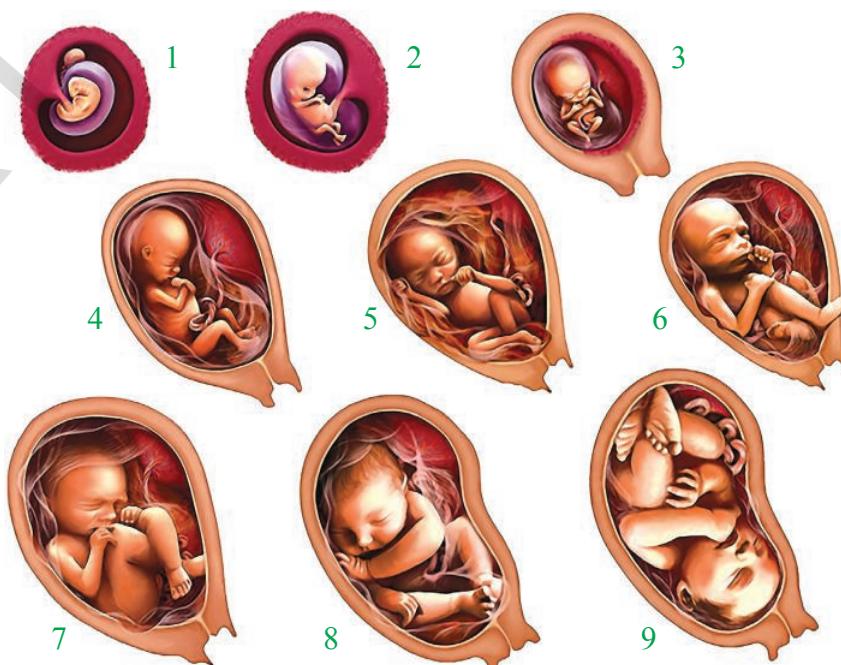
फलीत झालेले अंडे गर्भनिलीकेव्वरे गर्भाशयात जात असतांना ते सम विभाजीत होत असतात व शेवटी गर्भाशयातील मृदु उत्ती कणाला चिकटतात. एकदा हे असे चिकटल्यास त्वरीत गर्भाशयातील आतील भिंतीमध्ये भृणाची स्थापना होत असते. यानंतर भृणातील काही पेशी घड्या सारखी रचना निर्माण करतात. ज्यामुळे भृणाला विकसित होण्यासाठी पोषण आणि संरक्षण मिळत असते.

भृणाला झाकुन असलेल्या बाहेरील त्वचापासुन निघणाऱ्या एका बोटासारख्या रचना असतात त्यांना जरायु (chorion) असे म्हणतात. भृणाचा विकास होत असतांना हे जरायु गर्भाशयातील मृदु उत्तीव्वरे वाढत असतात. गर्भाशयाच्या भिंतीमध्ये या बोटासारख्या रचनेच्या भोवताल लहान लहान रक्ताचे डबके निर्माण होतात. याच चरायु च्या उत्ती आणि त्याला लागुणच असणाऱ्या गर्भाशयाच्या उत्ती मिळून नाळ(placenta) तयार करतात.

बिजक अधाणी भृणाच्या आणि आईच्या पेशी मिळून तयार होते. भृणाच्या पोषणासाठी नाळ ही फार महत्वाची भुमिका पार पाडत असते. ही बिजक अधाणी गर्भधारण झाल्यानंतर 12 आठवड्याला निर्माण होते. साधारण परिस्थितीत आईत आणि मुलात रक्तप्रसरण सरळ होत नसते. दोघांतील रक्त प्रसरण व्यवस्था ही एका पातळ पड्याने वेगळी झालेली असते. हा पातळ पडदा पेशी पासुन बनलेला असतो. या पड्याव्वारेच आक्सीजन, कार्बनडाय आक्साईड, पोषक द्रव आणि व्यर्थ पदार्थाची अदलाबदल फक्त अभिसरण पद्धतीनेच होत असते.

भृणाच्या भोवताल पुन्हा एक अमीनीयन ( amnion) नावाचा पडदा स्वतःच वाढत असतो. अमीनीयम मध्ये अमीनीटीक द्रव (amniotic fluid) भरून असते. अमीनीटीक द्रव भरलेल्या पोखळीत भृणाच्या विकास होत असतो. या अमीनीटीक द्रवामुळे भृणाला आर्द्रताच मिळत नाही तर छोट्या छोट्या आघात पासुन त्याचे संरक्षण करीत असते.

पुन्हा एक अऱ्लनटीस (allantois) नावाचे आवरण भृणाच्या अन्ननलीका पासुन निर्माण होते. या नळीचा प्रमुख



**आकृती-15: मानवी भृणाच्या विकासाच्या अवस्था**

भाग घडी पडलेल्या नळीसारख्या रचनेत असतो. त्याला नाळ(umbilical cord)असे म्हणतात. यामध्ये महत्वाच्या रक्तवाहिण्या या बिजक अधाणीवरे भृणाला जोडलेल्या असतात. यावरे आईकडुन मुलात पोषक पदार्थाचा पुरवठा होतो.

याप्रकारे जन्म होण्यापर्यंत यामध्ये भृणाचा विकास होत असतो. गर्भधारणा झाल्यापासुन तीन महिण्यांनंतर या पिंडाला भूण (foetus) असे म्हणतात. पिंडाचा पुर्ण विकास होण्यासाठी नऊ महिने किंवा 280 दिवस लागतात. या काळाला गर्भधारण काळ (gestation period) म्हणतात.

खालील चार्टचे निरक्षण करु या. मध्ये मानवी भृणाच्या प्रत्येक महिण्यातील विकासाच्या अवस्था दाखविल्या आहेत.



### आपणास माहित आहे काय?

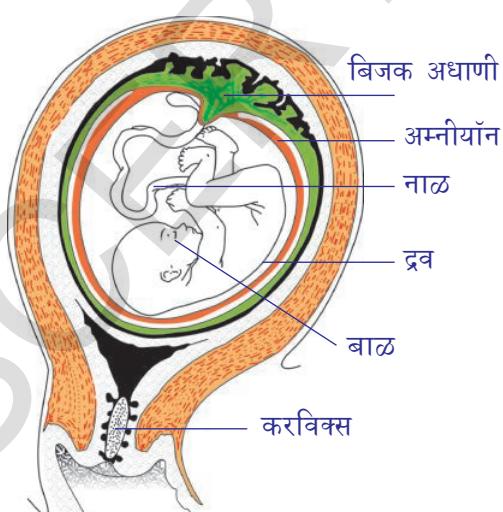
प्रत्येक प्राण्यातील गर्भधारण काळ वेगवेगळा असतो. मांजर, कुचामध्ये गर्भधारण काळ हा 63 दिवसाचा असतो. घोड्यामध्ये 330 दिवसाचा, गाईमध्ये 280 आणि उंदिर व चुचुंद्रि मध्ये हा गर्भधारण काळ 20-22 दिवसाचा असतो.

### शिशुचा जन्म (Child birth)

गर्भाचा विकास होत असतांना भूण गर्भामध्ये काही गुणधर्माची वाढ होत असते. भृणाची जशी वाढ होते तसा गर्भशियाचा व्यास सुध्दा वाढत असते. साधारणत: फलन झाल्यापासुन नऊ महिण्याला गर्भधारण काळाच्या शेवटच्या दशेत भृणाचे डोके फिरुन गर्भशियाच्या तोंडाकडे येते. साधारणत: प्रसुतिच्या वेळेस प्रथम डोके बाहेर पडते. परंतु काही वेळेस पाय प्रथम बाहेर येतात. या परिस्थितीत प्रसुती फार कठिण, त्रासदायक असते. शिशु जन्माची यंत्रक्रिया आणि येणाऱ्या प्रसुतीच्या कळा विषयी शास्त्रज्ञांना अजुन सुध्दा पुर्ण समजलेले नाही. ही एक संकलीष्ट क्रिया म्हणुन सांगतात.

जेव्हा गर्भशियाच्या स्नायु थराच्या आकुंचन आणि प्रसरण क्रियेने शिशु जन्माची सुरुवात होते. या क्रियेलाच प्रसुतीचा त्रास (labour pains) असे म्हणतात. प्रथम गर्भशियाच्या स्नायु पोखळीतुन स्त्री बाळाला योनीच्या बाजुला हळुवार बळ लावुन ढकलत असते.

साधारणत: या अवस्थेत बाळाच्या भोवतालची द्रवाची पिशवी (sac amnion) फाटते व त्यामधील द्रव बाहेर येते. असे झाल्याने प्रसुती चांगल्या पद्धतीने होत आहे असे सांगण्यासाठीचे संकेत असते. तेव्हा गर्भशियाच्या स्नायुचे आकुंचन हे जोरात आणि लवकर लवकर होत असते त्यामुळे बाळ योनीकडे ढकलल्या जाते आणि शेवटी बाहेरील जगात त्या बाळाचा प्रवेश होते. बाळापासुन ते नाळीपर्यंत असलेल्या नाळ(umbilical cord) ला डाक्टर कापुन वेगळे करतात. (या कार्डचा थोडक्यात तुकडा बाळाच्या पोटाच्या भागाला चिकटलेला असतो. तो काही दिवासंनी गळु पडतो) या भागाच्या ठिकाणालाच बेंबी(navel) असे म्हणतात. शिशुच्या जन्मानंतर सुध्दा गर्भशियाची आकुंचन क्रिया ही नाळीचे सर्व उत्तीबाहेर पडत चालुच असते. या प्रक्रियेला जन्मानंतर



**आकृती-17: बाळाच्या जन्मागोदरची अवस्था**

“afterbirth.” असे म्हणतात. गर्भधारणेच्या शेवटच्या काळात पाण्यासारखा लसीका द्रव्य स्तनग्रंथी मध्ये तयार होत असते. या द्रवाला कोलोस्ट्रम् ('colostrum') असे म्हणतात. या द्रवात हळुवार बदल, वाढ होत असते. बाळाच्या जन्मानंतर काही दिवस स्तनग्रंथीतुन फक्त कोलेस्ट्राल खावत असते. हे कोलोस्ट्रल बाळाला पाजणे किंवा खाऊ घालणे फार महत्वाचे असते कारण यामुळे बाळामध्ये रोग प्रतिकार शक्ती वाढण्यास मदत होते.



## आपणास माहित आहे काय?

### लैंगिक प्रजननाची आवश्यकता (Need for sexual reproduction)

अलैंगिक प्रजननात निर्माण होणारे सजिव हे साधारण त्यांच्या मातापित्या सारखेच असतात. यामध्ये एकच जनक(parent) असतो. असे आपण शिकले आहे. परंतु लैंगिक प्रजननात दोन जनक भाग घेत असतात. जन्माला येणाऱ्या अपत्या मध्ये दोन्ही माता पित्याचे गुण संक्रमीत होत असतात. अलैंगिक प्रजननात जास्त एकच जनक भाग घेतल्यामुळे जास्त उर्जेची किंवा जास्त वेळेची गरज पडत नसते. दुसरा जनक शोधण्याची गरज नसते. परंतु लैंगिक प्रजननात सजीवाला त्याच्या सभोवताली असलेल्या वातावरणाशी समरस होण्यास मदत करने. आधीच्या धड्यातील पॅरामेशियचे वर्णन आठवण करा.

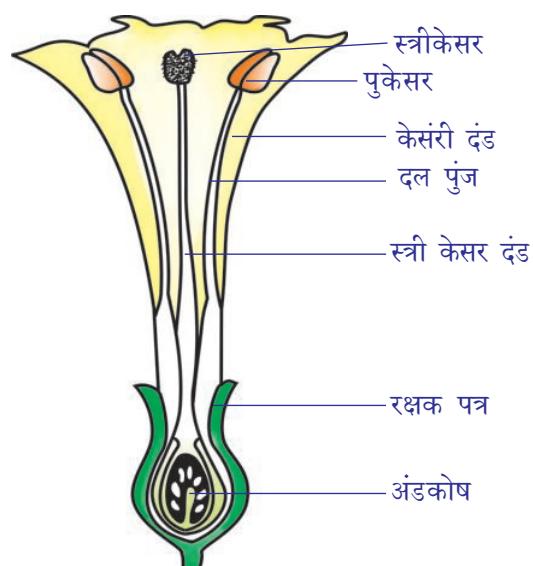
बच्याच पुष्प वनस्पती मध्ये प्राण्याच्या लैंगिक प्रजननाची तुलना केल्यास ती वनस्पतीमध्ये कमी संकलीष्ट असते. वनस्पतीमध्ये ती कशी घडत असते या विषयी जाणुन घेऊ या.

### वनस्पतीमध्ये लैंगिक प्रजनन (Sexual reproduction in plants)

आता पर्यंत आपल्याला माहित असलेल्या 275000 पुष्प वनस्पतीच्या जाती आहेत. त्यापैकी काही वगळता सर्व बियाने भरलेल्या फळाचे उत्पादन करतात. तुम्हाला माहित असणाऱ्या वनस्पतीपैकी जास्तीत जास्त सपुष्प वनस्पती असतात. त्याचे विलक्षण असे गुणधर्म असतात. लहानशा तांदुळाच्या दाण्याच्या आकाराचा जलवनस्पती पासून सुरु होऊन टनापेक्षा जास्त वजन असणाऱ्या वनस्पती वेगवगळ्या आकारात असतात. हिमालय पर्वतात वाढणारे सालाची झाडे, वाळवंटातील जायंट कॅक्टस (giant cactus) जंगलातील वृक्षांच्या फांद्यावर वाढणाऱ्या ऑर्चिड वनस्पती(orchid plant) या सर्व सपुष्प वनस्पती आहेत. आता सपुष्प वनस्पतीमधील लैंगिक प्रजननाची आवश्यक असणाऱ्या घटकाविषयी माहिती मिळवु या.

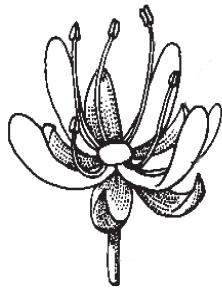
### फुल- पुनरुत्पादक घटक (Flower - The reproductive part)

सपुष्प वनस्पतीतील प्रजनन घटक हे फुलामध्ये असतात. तुम्ही फुलाच्या दलपुंज, निदलपुंज, स्त्रिकेसर व पुकेर या वेगवेगळ्या भागाविषयी आधीच शिकला आहात. फुलातील प्रजनन घटक शुक्रपेशी किंवा बिज पेशीने बनलेला असते याला पुकेसर आणि स्त्रिकेर (stamens and carpels) असे म्हणतात. आकृती-18 बघा.

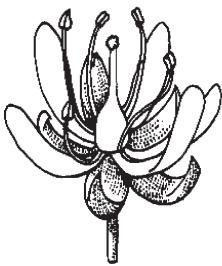


आकृती-18 : फुलाच्या रचनेचे निरीक्षण करून भागांना नावे द्या

- तुमच्या मते दलपुंज आणि निदलपुंज हे कोणते कार्य करतात ?
- तुम्ही गोळा केलेल्या फुलाची आकृती काढून खाली दाखविल्या प्रमाणे नावे द्या आणि त्यांची कार्य सांगा ?



**आकृती-18(b):  
एकलिंगी फुल**



**आकृती--18(b):  
द्वीलिंगी फुल**

काही फुलात पुकेसर आणि स्त्रिकेसर या पैकी एकच असते अशा फुलांना एकलिंगी (unisexual) असे म्हणतात. जसे दुधी मोगरा आणि पपई ज्या फुलात पुकेसर व स्त्रीकेसर हे दोन्हीही घटक असतात त्या फुलाला द्विलिंगी फुल (bisexual) असे म्हणतात. जसे धोत्राचे फुल हे पुकेसरच्या (नर पुनरुत्पादक घटक अँडोशीयम (androecium) परागकणात नर बिजपेशी निर्माण करतात. स्त्रीकेसर (मादी पुनरुत्पादक घटक गायनोशीयम Gynoecium) बिजांडकोषात स्त्रीबिज पेशी निर्माण करतात. पुकेसर मध्ये महत्वाचे तीन भाग असतात. एक परागकणाला आकर्षित करण्यासाठी कृक्षी (stigma) असते. दुसरा नर बिजपेशी वाहून नेण्यासाठी स्टाईल (style) असते आणि तिसरा भाग म्हणजे ज्या ठिकाणी नर आणि मादी युग्मकाचा संयोग होऊन युग्मज तयार होते त्याला बिजांडकोष (zygote) असे म्हणतात.

जेव्हा एकाच वनस्पतीच्या फुलातील पुकेसरातील नर प्रजनन पेशी ही त्याच फुलातील मादी पेशीला फलीत करते तर अशा प्रकारच्या फलनाला स्वपरागीकरण (self-pollination) असे म्हणतात. प्रकारचे परागीकरण हे बटान्याच्या वनस्पतीमध्ये घडून येते.

अशा प्रकारचे स्वपरागीकरण घडून येणाऱ्या पुन्हा काही वनस्पती माहित करा.

वनस्पती मध्ये स्वपरागीकरण घडून येते किंवा नाही हे माहित करण्यासाठी तुम्हाला निरिक्षणात्मक गुणधर्म काही आहे माहित आहे काय? जेव्हा फुलातील परागकोष (anthers) हे स्त्रीकेसरातील कृक्षी च्याखाली असते तेव्हा त्या वनस्पतीमध्ये स्वपरागीकरण घडून येते.

- अशा प्रकारच्या वनस्पतीमध्ये फुलातील नर प्रजनन पेशी या मादी प्रजनन पेशीला कशा फलीत करीत असते?

या अगोदरच्या वर्गात पक्षी आणि किडे हे परागीकरण घडवुन आणण्यासाठी कशाप्रकारे मदत करतात याचा तुम्ही अभ्यास केला आहे.

पुकेसर आणि स्त्रिकेसर हे वेगवेगळ्या फुलात असेल तर परागीकरण कसे घडून येते? खालच्या वर्गात शिकलेल्या दुधी किंवा भोपळ्याच्या फुलाविषयी शिकलेली माहिती आठवण करा.



### आपणास माहित आहे काय?

वनस्पतीचा जास्त काळ त्याच जातीतील वनस्पतीपासुन वेगळे केल्यास त्यामध्ये स्वपरागीकरण घडवुन आणण्याचे सामर्थ्य वाढत असते. त्याच जातीतील वनस्पती मध्ये ठेवल्याने परपरागीकरण करण्याचे सामर्थ्य वाढते. असे 1876 मध्ये चार्ल्स डार्विन या शास्त्रज्ञाने दाखवुन दिले.

एका वनस्पतीच्या फुलातील नर बिजकण त्याच जातीच्या इतर किंवा त्याच वनस्पतीच्या फुलातील स्त्रीकेसरातील मादी बिजकणाला फलीत करते तेव्हा याला परपरागीकरण (cross pollination) असे म्हणतात. उदाहरण :- भोपळा, दोडका, मक्का.

आता वनस्पतीच्या प्रजननातील क्रियेत भाग घेणाऱ्या अति लहान भागाचे निरिक्षण करू या. पुकेसराच्या

वरच्या भागावर एक पिशवी सारखी रचना असते याला पराग कोष असे म्हणतात. या परागकोषात चेंडु सारख्या लहान लहान रचना असतात त्याला परागरेणु म्हणतात. याचे भिंगाच्या साहाय्याने निरिक्षण करू शकतो. हे अंड्यामध्ये शिरून त्या अंड्याला फलीत करतात. व अंड्यातुन युग्मज निर्माण होतो.

## कृती-2

### परागकणाचे निरिक्षण (Observation of pollen grain)

एक काचाची पट्टी घ्या. आणि त्यावर पाण्याचे काही थेंब टाका. आता जास्वंद, शेवंती किंवा झेंडुया पैकी कोणतेही एक फुल घ्या. याला पाण्याच्या थेंबावर मोकळे फोडुन टाका. तुम्हाला पाण्यामध्ये ठिपक्या सारख्या रचना दिसतात. हेच परागकण होय. सुरुवातीला या परागकणाचे छोट्या भिंगाखाली पहा व नंतर सुक्ष्मदर्शक खाली पहा.

तुमच्या प्रयोगशाळेतील स्लाइड सुध्दा तुम्ही पाहू शकता तुम्ही निरिक्षण केलेल्या परागकणाची आकृती काढा व ती दिलेल्या आकृती सोबत तुलना करा. (आकृती-19)

- पराग कणामध्ये किती केंद्रक असतात?

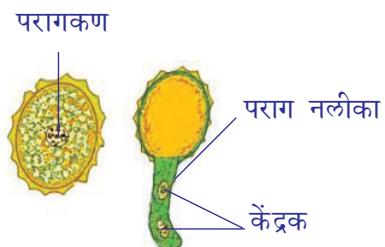
दिलेल्या आकृतीत दोन केंद्रक आहेत. एक पेशी असलेल्या परागकणापासून हे निर्माण झाले याचा तुम्ही कसा विचार कराल?

यानंतर काय होईल? यानंतरच्या प्रक्रिया माहित करण्यासाठी आपल्या बिजांडाच्या रचना समजून घेणे आवश्यक आहे.

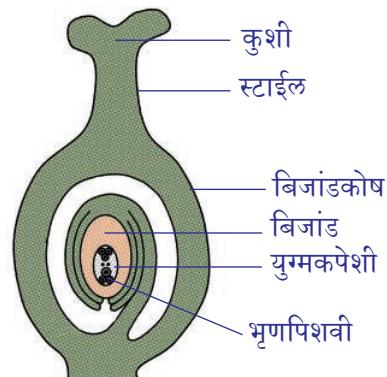
### स्त्रिकेसराची रचना (Structure of the gynoecium)

बिजांडाची रचना ही अंड्यासारखी असून ते बिजांडकोषा च्या आतील बाजुला एका देढासारख्या रचनेने चिकटलेले असते. वनस्पतीच्या जातीच्या आधारावर बिजांडात एक दोन, पुष्कळ किंवा शंभर बिजांड सुध्दा चिकटुन राहु शकते. प्रत्येक बिजांडाच्या मध्ये भागात पोषक पदार्थ आणि पाण्याने भरलेली एक भूण पिशवी(gametophyte cells) सुध्दा असतात.

बच्याच सपुष्प वनस्पतीमध्ये एक भूणपिशवी असते आणि या पिशवीत सात पेशी आणि आठ केंद्रके असतात. त्यापैकी चर्चेसाठी दोन महत्वाची असतात. एक मध्यवर्तीय मोठी पेशी ज्यामध्ये दोन केंद्रके असतात. याला धृवीय केंद्रक ( polar nuclei) म्हणतात. दुसरी पेशी हे अंड असते. ही पेशी भूण पिशवीच्या शेवटच्या टोकाला असते म्हणजे परागनलीका ज्या ठिकाणी प्रवेश करते त्या प्रवेशाच्या अगदी जवळ असते जेव्हा परागनलीकेचे टोक भूणपिशवी



आकृती-19: परागकण

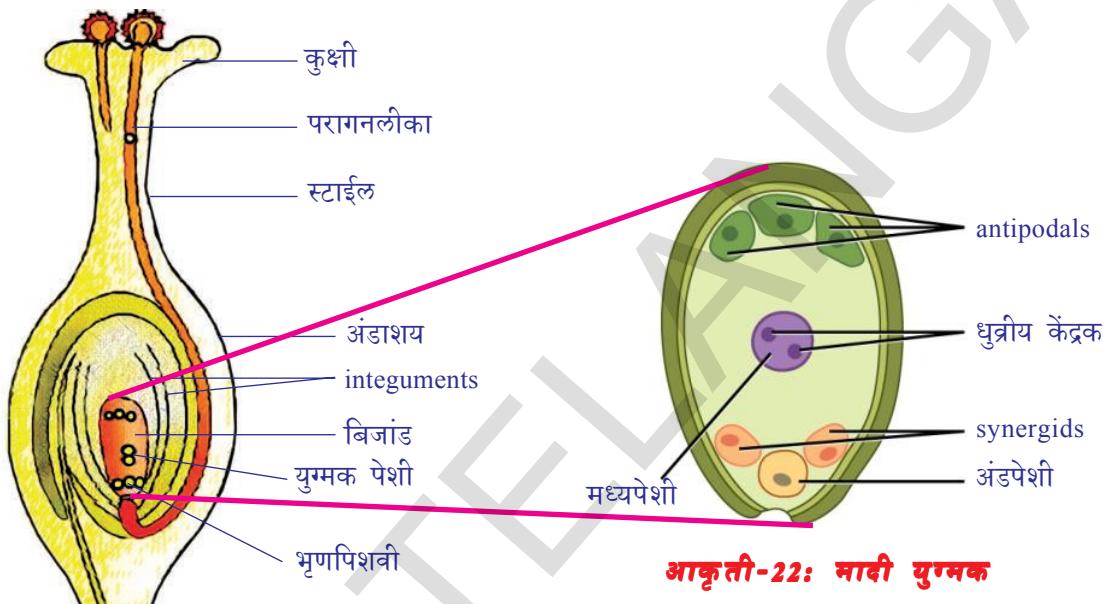


आकृती-20: स्त्रिकेसराची रचना

मध्ये प्रवेश करते त्याच वेळी परागनलीकेचे टोक फाटते आणि भृणपिशवीत दोन नरकेंद्रक सोडल्या जातात.

दोन पैकी एका नरकेंद्रक बिजांडाशी संयोग होते आणि युग्मज निर्माण होतो. अशाप्रकारे अंडपेशी फलीत होते. दोन धृत्रीय केंद्रके मिळून एक संयोग केंद्रक निर्माण करतात. आता परागनलीकेव्हारे भृणपिशवीत सोडलेले दुसरे नरकेंद्रक हे मध्ये भागाकडे सरकुन संयोग केंद्रकात मिळते. भृणाशय वनस्पतीच्या बिजांडामध्ये युग्मजाचा विकास होतो.

संयोग केंद्रकाचे फलन होऊन त्या पासुन नविन उती निर्माण होतात तीला इंडोस्पर्म (endosperm) म्हणतात. यात बिजांडाच्या विकासासाठी पोषक द्रव साठविलेले असतात.



आकृती-21: फलन

एका नरकेंद्रक अंड्यासोबत मिलनाला आणि दुसऱ्या नरकेंद्रक संयोग केंद्रकासोबत होणाऱ्या मिलनाला दुहेरी फुलन(double fertilization) असे म्हणतात. दुहेरी फलन हे फक्त सपुष्प वनस्पतीमध्येच होते हे आपल्याला माहित आहे. दुहेरी फलनानंतर बिजांडात जोराची वाढ होऊन (mitosis) सम विभाजनाने इंडोस्पर्म उती निर्माण होतात. यानंतर नविन भृण विकासीत होतो. भृण एक किंवा जास्त बिजदलाने (ज्याला epicotyl आणि hypocotyl म्हणतात) बनलेले असते. बिजदलाला(cotyledons) छडी सारखा भाग असतो हे दोन्ही epicotyl आणि hypocotyl जोडलेले असतात.

epicotyl आणि hypocotyl च्या वाढीसाठी बिजदल हे इंडोस्पर्मला पचन करून शेषण करतात व अन्नाच्या रूपात साठा करून ठेवतात. काही सपुष्प वनस्पती मधील बिजदल हे (उदा.वालाच्या शेंगामध्ये) इंडोस्पर्मचे पचन होऊन शेषण साठवण केल्यामुळे बिजांड परिपक्व होऊन बियामध्ये रूपांतरीत होते. परिणामी पोषक पदार्थाचा बिजदलाचा आकार वाढतो आणि इंडोस्पर्म हे संपुर्ण नाहीसे होते. इतर अनेक सपुष्प वनस्पतीमध्ये (जसे मक्का किंवा castor bean) इंडोस्पर्म उतीची वाढ बिजांडाच्या रूपात होऊन बिया परिपक्व होतात.

फलनानंतर बिजांडामध्ये युग्मजाचे अनेकदा विभाजन होऊन गर्भ तयार होतो. बिजांड हे स्वतःभोवती घटू

कठिण असे आवरण निर्माण होऊन बी तयार होते. बिजांडकोष हा खुप जोराने वाढत पिकलेल्या फळा मध्ये बदलते. या काळात वनस्पतीचे इतर भाग क्षीण होऊन गळून पडतात.

- वनस्पतीचे कोणकोणते भाग फळामध्ये दिसून येतात?

फलनानंतर तयार झालेल्या बिया या अनुकूल परिस्थितीमध्ये नविन वनस्पतीमध्ये रूपांतरीत होत असतात. याच प्रक्रियेला बिजांकुरण (germination) असे म्हणतात.

### कृती-3

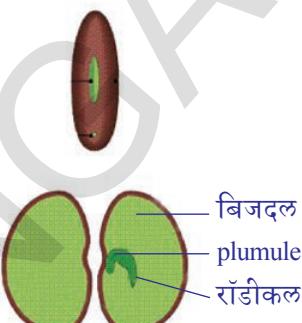
#### बियांचे बिजांकुरण (Seed germination)

शेगदान्याचे किंवा चण्याच्या काही बिया घ्या. व ते रात्रभर पाण्यात भिजत ठेवा.

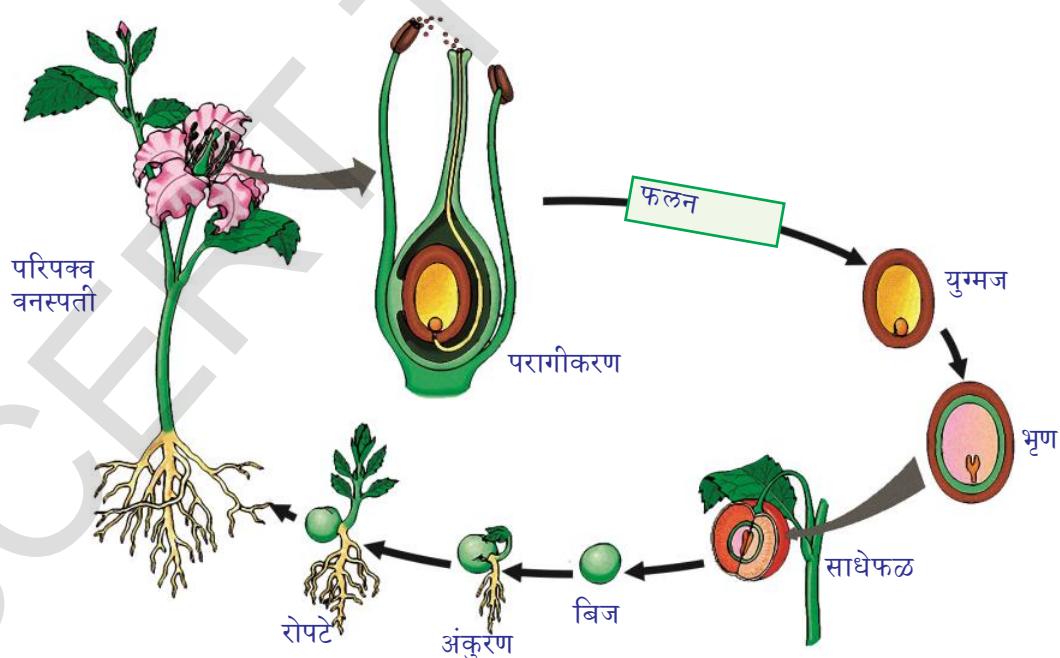
आता दान्यातील अधिकचे उरलेले पाणी काढून टाका याला ओल्या कपड्यात बांधून एक दिवस राहु द्या. बियावरचा कपडा सुकुन जाऊ नये यासाठी थोड्या थोड्या वेळाने त्यावर पाणी शिंपडत राहा. आता दुसऱ्या दिवशी बियाला उघडा आणि त्याच्या भागाचे निरक्षण करा. आकृती सोबत या भागाची तुलना करा व ओळखा.

- बिजदल वनस्पतीसाठी कसे उपयोगी पडते?

वनस्पतीच्या संपूर्ण जिवन चक्राचे खालील आकृतीत निरक्षण करा.



आकृती-23: बिजांकुरण





## आपणास माहित आहे काय?

प्राण्यामध्ये फलन झाल्यामुळे युग्मज तयार होते. वनस्पतीमध्ये दुहेरी फलन होत असते. ज्यामुळे युग्मजा पासुन विकसीत होणाऱ्या रोपट्याला पोषक उत्ती निर्माण होते. परागकणा मध्ये दोन पेशी असतात. त्यापैकी एकपेशीला नलीका पेशी(tube cell) म्हणतात. यामध्ये दोन केंद्रके असतात. ते कुक्षीमधून स्टाईल व्दारे प्रवास करीत अंड्याशयात पोहंचते आणि दुसरे केंद्रक संयोग केंद्रकाला फलीत करून इंडोस्पर्म अन्नाचा साठा निर्माण करतात त्याला इंडोस्पर्म (endosperm) असे म्हणतात हे नविन तयार होणाऱ्या वनस्पतीच्या रोपट्याला पोषण पदार्थ पुरवितात. यालाच दुहेरी फलन (double fertilization) असे म्हणतात.

## पेशी विभाजन आणि जिवनाची सुरुवात (Cell division and continuation of life)

जीवानाची सुरुवात ही शरीराच्या पेशीपासुन किंवा लिंगपेशी (युग्मक) पासुन तयार होते.

कोणतेही पेशी या अगोदरच्या अस्तीत्वात असणाऱ्या पेशी पासुन उत्पन्न होतात. *Omnis cellula de cellula* अशा सिध्दांताचे वर्चोव (1821-1902) या शास्त्रज्ञांनी प्रतिपादन केले. पेशी विभाजनाव्दारे नविन पेशी निर्माण करण्यात याचे फार महत्व असते.

1825 मध्ये मृतपेशींच्या निरिक्षणाच्या आधारावर राबर्ट रेमेक (Robert Remak) यांनी पेशी विभाजाविषयी त्याचे निरिक्षणे प्रकाशित केले. याला पेशी विभाजनाची यंत्रणा समजण्यासाठी केलेला पहिला प्रयत्न असे मानतात. प्राण्यामधील पेशीचे व्दिखंड म्हणजे प्रजनन क्रिया होय. पेशी विभाजनाच्या वेळेस काय होते हे चांगले समजण्यासाठी पेशी केंद्रकात काय असते याची माहिती करून घ्यावी त्यांचे असे मत होते.



**आकृती-25: वॉल्डर फ्लेमिंग**

1879 मध्ये वॉल्डर फ्लेमिंग (Walther Flemming) (1843–1905) यांनी बच्याच प्रकारच्या प्राणी आणि वनस्पती पेशीचा अभ्यास केला ज्या पेशी मध्ये विभाजन होते त्याच पेशीची निवड केली. पेशी विभाजनामध्ये केंद्रकातील दोन्या सारखी रचना उभी चिरली जाते, असे त्यांनी निरिक्षणाच्या अहवालात सांगितले. विभागाली गेलेली रचना ही दोन्या सारखी असल्यामुळे त्यांनी या विभाजनाच्या प्रक्रियेला समविभाजन (mitosis) असे नाव दिले. (mitos-म्हणजे चांगला धागा) त्यांनी काळजीपुर्वक निरिक्षण करून आकृती तयार केली. विभाजनाच्या प्रक्रियेतील घटनाक्रमाचे त्यांनी निरिक्षण केले. एका दशकानंतर या दोन्या सारख्या रचनेला त्यांनी गुणसुत्र(chromosome) असे नाव दिले. शास्त्रज्ञांनी याचा अभ्यास करण्यासाठी केंद्रकात विविध रंग सुचिकेचे उपयोग करून त्याचे निरिक्षण केले. विभाजन झालेले गुणसुत्र अपत्याच्या पेशीत समान वाटल्या जाते असेही त्यांनी सांगीतले. गुणसुत्राची जोडी असते हे त्यांनी लावलेला मुख्य महत्वाचा शोध आहे.

व्हिल्हेम रॉक्स (Wilhelm Roux) (1850-1924) यांनी प्रत्येक गुणसुत्र हे अनुवंशीकते ला कारणीभुत असुन वेगवेगळे जनुने बनविले असते असे सांगितले. फ्लेमिंगने सांगीतल्या प्रमाणे विभाजना वेळेस हे उभे विभाजीत होत असते असे शोधुन काढले. ग्रेगर मेंडल (Gregor Mendel's) 1866 बटाण्यात संशोधन करून प्रतिपादन केलेल्या अनुवंशकतेच्या सुत्राचे पुनः संशोधन केले. त्यामुळे अनुवंशकते मध्ये गुणसुत्राचे पात्र हे अतिमुख्य आहे असे सिध्द झाले. पेशी विभाजनामध्ये एक पेशी दोन भागात विभागते या प्रत्येक भागात समान गुणसुत्रे असतात जे आईवडीलांच्या पेशी सारखे असते. या पेशीचे स्वभाव द्विगुणीत (diploid) असतो.

परंतु गुणसुत्राची संख्या नेहमी समान असते. जिवशास्त्रनाऱ्ज सुधा या विषयीची फार आश्चर्य वाटत आहे. जेव्हा पेशी विभाजीत होते तेव्हा आई वडीलाच्या पेशीत जेवढे गुणसुत्र असतात तेवढेच गुणसुत्र मुलांच्या पेशीत असतात. पेशी विभाजन हे नेहमी समविभाजन (mitosis) क्रियेने होते. मानवाच्या शुक्राणु पेशी आणि अंडपेशी या 46 गुणसुत्राने बनलेले असतात. परंतु असेल तर शुक्राणुचा आणि अंडपेशीचा संयोग होऊन फलन क्रिया नंतर युग्मजामध्ये एकुण 92 गुणसुत्र असायला पाहिजे. हे असेच राहिले तर गुणसुत्र 184, 368 वैरै असे वाढायला पाहिजे परंतु खरी परिस्थीती अशी नसते.

अगस्ट विसमन (August Weiseman) (1834-1914) या जिवशास्त्रज्ञाने अनेक संशोधन करून खालील अनुमान काढले.

1. एका जातीतील गुणसुत्राची संख्या ही कितीही पिढ्या बदलल्या तरी ती समान संख्याच असते.
2. पेशी विभाजन कितीही झाले तरी गुणसुत्राची संख्या मात्र स्थीर असते.

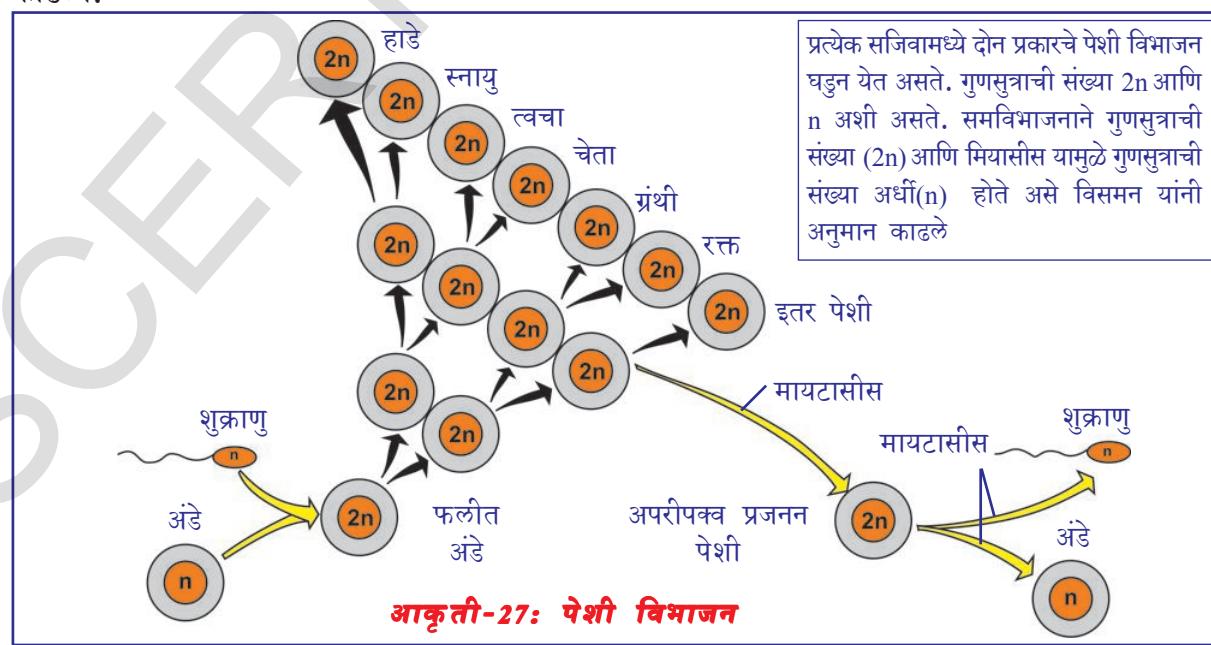


आकृती-26:  
August weisman

### ?) आपणास माहित आहे काय?

अगस्ट विसमन हा एक जिवशास्त्रज्ञ होता. त्याला डोळ्यानी कमी दिसत होते. त्यामुळे सुक्ष्मदर्शकाच्या खाली पेशीचा अभ्यास करणे त्याला फार त्रासदायक होते. म्हणुनचे ते इतर मागणी संशोधन करीत होते. गोळा केललेया माहिती विषयी विचार करणे आणि नविन विषयाचा शोध लावणे, याची व्याख्यान बाजी करणे, म्हणजेच सुधा संशोधन होय. अगस्ट विसमन हे आपल्याला दृष्टी कमी आहे असा विचार करीत रिकामा बसला नाही. त्याचा सर्व वेळ त्यांनी विज्ञानाच्या विषया संबंधीत विचार करण्यात लावला. खरंच ते किती थोर होते याचा विचार करा.

थीओडोर बोवरी (Theodor Boveri (1862–1915) यांनी 1904 मध्ये मायटोटीक विभाजन शोधून काढले. पुढील 50 वर्षांनंतर उत्पत्ती पदार्थाच्या (genetic material) रसायनिक स्वभावाची माहिती शोधून काढली.



1953 मध्ये डायक्सीरायबो न्युक्लीयस (deoxyribonucleic acid)(DNA) माहित करून जेम्स वॉट्सन ( James Watson) याला कळसाला पोहंचविले. समविभाजन हे शरीरातील सर्व पेशी मध्ये होत असते ज्यामुळे गुणसुत्राची संख्या सारखी असते. मेइसीस (Meiosis) हे विभाजन लिंगपेशीत घडत असते. जिथे गुणसुत्र दोन भागात असते असे फ्रांसीसफ्राक या शास्त्रज्ञाने सिद्ध केले. आकृती-27 चे निरक्षण करा.

### मानवामधील पेशी विभाजन (Cell division in Human beings)

कोणत्याही सजीवामध्ये पेशी हा जीवानाचा रचनात्मक आणि कार्यात्मक घटक आहे. हे आपल्याला माहिती आहे. सर्व सजीवामध्ये पेशीचे विभाजन होऊन नविन पेशी निर्माण होते. सर्व एकपेशीय सजीव आणि उच्च विकसीत बहुपेशीय मानवा सारख्या सजीवात पेशी विभाजन प्रक्रिया ही सारखीच असते.

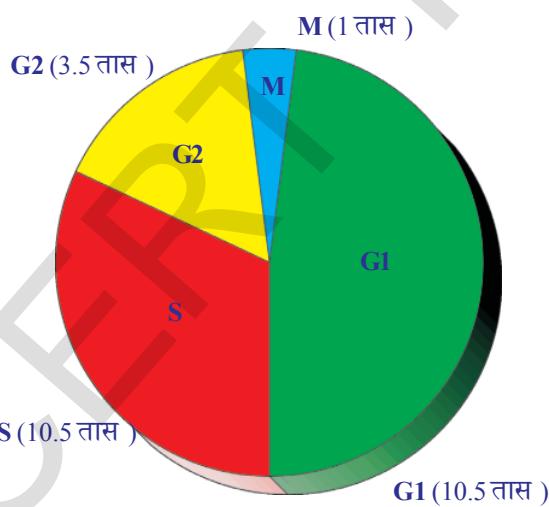
पेशी विभाजन क्रियेमुळे मानवी फलीत अंड्याला नऊ महिण्याचे बाळ आणि 20 वर्षांचे तरुण बनविते. बहुपेशीय सजीवामध्ये पेशी विभाजन आणि त्याचे कार्य फार नियंत्रीत असते. हे जेव्हा गरज असते तेव्हाच घडत असते.

काही अवयव जसे हृदय आणि मेंदु यांच्या पेशीमध्ये केव्हाच विभाजन होत नाही. या उलट अस्थीपेशी(bone marrow cells) यामध्ये विभाजन क्रिया तत्पुरतेने पार पाडते आणि लाल रक्त पेशी निर्माण करतात. शरीरात लाल रक्तपेशीच्या जिवनकाळ फार कमी 120 दिवसाचा असते. उदा. जर तुमचे बोट कापले आणि रक्त सुरु झाले तर लगेच रक्त घटू होऊन पुन्हा रक्त वाहणे थांबते. त्या प्रदेशातील विविध रसायनाच्या प्रेरणेने त्वचा पेशी उत्तेजीत होऊन पेशी विभाजन होते व नविन पेशीनिर्माण होऊन जखमेतील रक्त

वाहणे थांबविते. या उलट कर्करोग पेशीत वाढीवर नियंत्र करणारे घटक अशा प्रेरणेला उत्तेजीत न होता पेशी विभाजन होतच असते. साधारण पेशीच्या जागी वाढ होऊन शेवटी अतिथ्याला मारते. म्हणुनच पेशी विभाजनाच्या प्रक्रियेची माहिती असणे फार महत्वाचे असते. हे आपल्याला समजण्यासाठी पेशी चक्राची मदत होते.

### पेशी चक्र (Cell cycle)

सर्व साधारण पेशी विभाजनालाच समविभाजन ('Mitosis') म्हणतात. ही क्रिया 40 ते 60 मीनीटामध्ये पुर्ण होते. (बरोबर विभाजनला लागणारा वेळ) दोन पेशी विभाजनाच्या काळात अंतरदशा ('Interphase') असे म्हणतात. या



आकृती-28: इंटरफेज

दशेत पेशी विभाजनाला आवश्यक असणारे पदार्थ उत्पत्ती डीएनए जेनेटीक पदार्थाची प्रतिकृती घडुन समविभाजना व्दारे अपत्य पेशी (daughter cells) पेशी समान वाटल्या जाते. अंतरदशा ही तीन दशेत वर्गीकरण करतात.

**दशा (G1 phase):** ही समविभाजनच्या आणि DNA प्रतिकृतीच्या मध्यल्या काळास जोडणारी दशा (Gap 1 phase) आहे. दशेत पेशीचा आकार वाढतो.

**S दशा:** ही DNA संश्लेषण होणारी दशा (Synthesis phase) आहे. ज्यामध्ये गुणसुत्र वाढून दुहेरी होत असतात.

**G2 दशा:** ही DNA प्रतिकृती आणि समविभाजन (Gap 2 phase) सुरु होण्याची मध्य दशा आहे. यामध्ये अवयवाचे विभाजन होत असते. गुणसुत्र हे समविभाजन होण्यास तयार होतात.

**M दशा:** ही समविभाजन होणारी दशा आहे. यात प्रोफोज, मेटाफेज, एनाफेज, टिलोफेज आणि सायटोकायनेसीस असे टप्पे असतात.

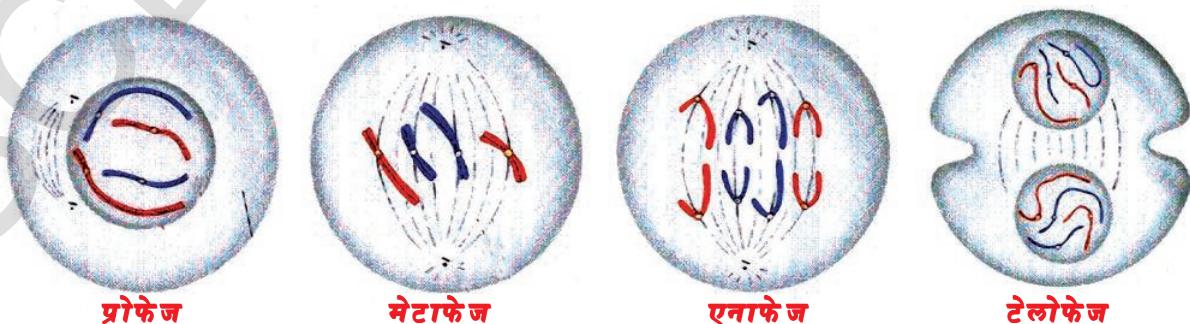
समविभाजनातील असणाऱ्या विविध दशातील क्रियात्मक संबंध समण्यासाठी पोटु नरसिंहराव आणि जॉनसन (Potu Rao and Johnson) (अनुंबंध पहा) या शास्त्रज्ञांनी पेशीमीलीन (cell fusion) क्रियेचा उपयोग करून किंतुतरी प्रयोग केले. पेशी मिळन व्हारे पेशी विभजनाच्या अंतरदशेत साधारण सुक्ष्मदर्शकाच्या साहाय्याने न दिसणारे गुणसुत्र शोधून काढले पेशी चक्रात अनुक्रमाने एकाच दिशेने घडून आलेले पेशी विभाजन दशांचा आधार माहित केला. पेशीद्रव आणि केंद्रक मधील व्यापुन असलेल्या रसायन श्रेणी संकेताव्दारे हे पेशीविभाजन नियंत्रीत केल्या जाते असे माहित करण्यात आले. पेशीचक्र समजुन घेण्यासाठी यांचे संशोधन हे दिशासुचक ('mile stone') आहे असे सांगु शकतो.

## कृती-4

### समपेशी विभाजनातील विविध निरिक्षण (OBSERVE DIFFERENT STAGES OF MITOTIC CELL DIVISION)

तुमच्या प्रयोग शाळेतील समविभाजनातील विविध अवस्था दर्शविणाऱ्या शाश्वत काचपट्टीका घेऊन त्याला सुक्ष्मदर्शक यंत्राखाली ठेऊन काळजीपुर्वक निरिक्षण करा. तुम्ही काय निरिक्षण केलात त्यांच्या आकृती काढून खाली दिलेल्या आकृती 27 ची तुलना करा.

केंद्रकाचे विभाजन (कार्योकायनेसीस) नंतर पेशी द्रव्याच्या (सायटोकायनेसीस) विभाजनामुळे च पेशीचे दोन अपत्य पेशी निर्माण होतात. उत्तीमधील पेशी विभाजन होत असतांना पेशी विभाजनाती विविध अवयवांना वेगवेगळे करणे फार कठिण असते. सारणी -1 चे निरिक्षण करा.



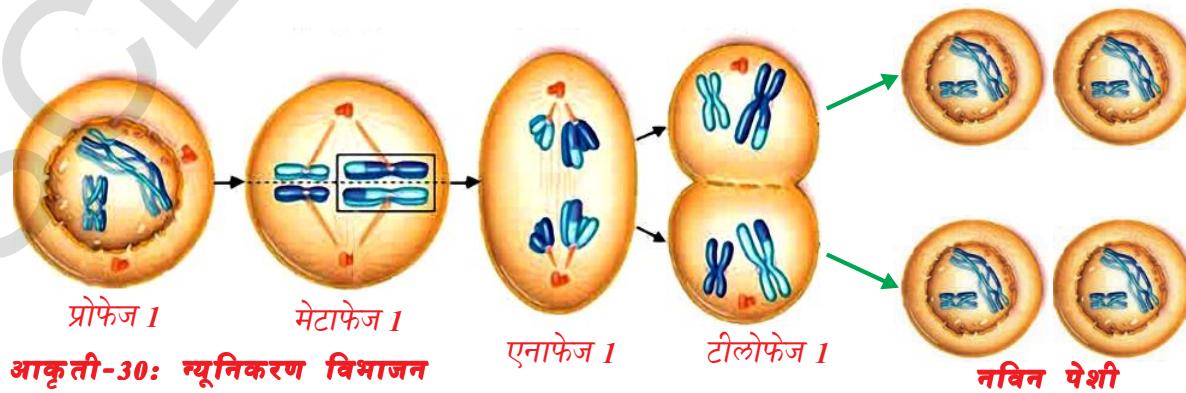
आकृती-29: समविभाजन

## सारणी -1: समविभाजन Mitosis

अवस्था	विवरण
<b>1. Prophase (प्रोफेज)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>गुणसुत्र घटू आणि वेटोळे स्प्रिंगासारखे होऊन लहान बनते. साध्या सुक्ष्मदर्शकाखाली सुध्दा दिसतात. केंद्रके सुध्दा लहान होतात. ( गुणसुत्राचे पदार्थ)</li> <li>प्रत्येक गुणसुत्र हे उभे चिरुन क्रोमाटीड्स (chromatids) तयार होतात ते सेंट्रोमीर्यर्स(centromeres) ला जुळून असतात.</li> <li>केंद्रकाचे आवरण अदृष्य होते.</li> <li>दांड्या सारखी रचना असलेले सेंट्रीओल्स (centrioles) हे सेंट्रोसम मध्ये विभाजीत होते आणि त्या भोवती आस निर्माण करते. ( साधारणत: प्राणी पेशीतच सेंट्रीओल्स असतात ) <b>(सुचना :</b> समविभाजनामुळे गुणसुत्राच्या जोड्यात फरक नाही.).</li> </ol>
<b>2. Metaphase (मेटाफेज)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>गुणसुत्र स्पिंडल इक्वेटर (spindle equator) कडे सरकते. स्पिंडल तंतुला सेंट्रोमीर्यर्स जुळलेले असतात.</li> <li>सेंट्रोमीर्यर्स फुटुन क्रोमाटीड्सला (chromatids.) वेगळे करतात.</li> </ol>
<b>3. Anaphase (एनाफेज)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>सेंट्रोमीर्यर्स चिकटुन असलेले स्पिंडल तंतु संकोच पावते यामुळे क्रोमाटीड्सला धृवाकडे ओढल्या जाते.</li> </ol>
<b>4. Telophase (टीलोफेज)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>क्रोमाटीड्स लांब दोन्यासारख्या रचनेत बदलते. अस्पृष्टपणे दिसतात.(या आवस्थेत गुणसुत्र तयार होते.)</li> <li>अपत्य केंद्रकाच्या भोवती पेशी आवरण निर्माण होते.</li> <li>पेशी आवरणाला टोचुन फाडल्याने दोन प्रपेशीका प्राणीमध्ये वेगळ्या होतात किंवा स्पिंडल इक्वेटरच्या प्रांतात पेशीच्या आवरणा व्दारे दोन पेशी वेगळे होतात.</li> <li>केंद्रकाचे दोन भागात विभाजन होते.यानंतर द्रव्याच्या विभाजनाला सुरुवात होते.</li> </ol>

### न्युनिकरण विभाजन (Process of meiosis)

शरीरातील साधारणत: सर्व पेशीमध्ये समविभाजन होत असते. याप्रकारे न्युनिकरण विभाजन ( meiosis) हे फक्त लैंगिक प्रजननाच्या क्रियेत युग्मज तयार होण्याच्या वेळेस होते. न्युनिकरण विभाजनाच्या दोन अवस्था आहे. पहिल्या अवस्थेत जनक पेशीत (दोन गुणसुत्राच्या जोड्या असतात) दोनदा विभाजन झाले तरी गुणसुत्राचे विभाजन मात्र एकदाच होते. दुसरी अवस्था साधारणत: समविभाजना सारखीच असते. परंतु गुणसुत्राचे विभाजन होत नाही. म्हणुनच प्रपेशीका मध्ये गुणसुत्र समान वाटल्या जाते. यामुळे चार प्रपेशीका निर्माण होते. परंतु जनक युग्मक पेशीपेश्या अर्धेच गुणसुत्र त्यामध्ये असतात. म्हणुनच यांना एक गुणित (haploid)(एक जोडी



गुणसुत्राची असते) म्हणतात. म्हणुनच या विभाजनाला क्षपन विभाजन (reduction division) सुध्दा म्हणतात. समोरील वर्गात या विषयी तुम्ही सविस्तर शिकाल.

- समविभाजन आणि न्युनीकरण विभाजन या मधील तुम्हाला आढळून आलेला फरक सारणीच्या रूपात लिहा?
- जनकपेशी पेक्षा प्रपेशीकामध्ये गुणसुत्राची संख्या अर्धी कमी न झाल्यास काय हाईल?
- लैंगिंक प्रजननाबद्दारे निर्माण होणाऱ्या संततीवर कसा प्रभाव दाखवितो?

### प्रजनानात्मक आरोग्य (Reproductive health)

- भारत सरकारने विवाह करण्यासाठी मुलाचे वय 21 वर्ष आणि मुलीचे वय 18 वर्ष असायला पाहिजे हा कायदा का बनविला?
- एक किंवा दोन मुले झाल्यावर पुरे असे वाटणे तुमचे सामाजिक कर्तव्य आहे असे तुम्हाला वाटते काय?
- आरोग्यमय समाज (Healthy Society) याविषयी तुम्हाला काय वाटते?
- तुम्ही बालविवाहास प्रोत्साहन देता काय?

साधारण शरीराची वाढ होत असतांना लैंगिंक परिपक्तता पुर्ण होऊ शकत नाही. म्हणुन शरीराने किंवा मानसिक रूपाने लैंगिंक प्रक्रियेत भाग घेण्यासाठी तयार असले तरी पुर्ण लैंगिंक परिपक्तता झालेली नसु शकते. यासोबतच मुलांना वाढविण्याचे, सांभाळण्याचे सामर्थ्य सुध्दा नसु शकते. एवढी मोठी जबाबदारी पार पाडण्यासाठी शारीरीक, मानसिक, आवश्यक ते सामर्थ्य आहे काय? किंवा सांगीतलेल्या अंशावर आपण कसा निर्णय करतो? या विषयी निर्धारणावर येण्यासाठी आपल्या सर्वांवर विविध प्रकारचा दबाव राहु शकतो. बच्याच प्रकारच्या कृत्यामध्ये भाग घ्या. म्हणुन मित्र जबरदस्ती करू शकते. तरी आपल्याला ते आवडेल किंवा न आवडेल? कुटुंबातील लोकांचा लग्न करून संतांती निर्माण करण्याचा सुध्दा दबाव असु शकतो. परंतु शेवटी आपल्यालाच ठरवावे लागते. सरकारी आणि स्वंच्छद संस्थाचा सुध्दा मुल असण्याचा दबाव असु शकते. या सर्व प्रकारच्या परिस्थितीत योग्य निर्णय घेणे फार महत्वाचे असते.

खालच्या वर्गातील **आपण बिमार का पडतो**, या धड्यामध्ये एका पासुन दुसऱ्या पर्यंत अनेक प्रकारच्या बिमाच्या कशा संक्रमीत होत असतात या विषयी शिकलोत ना, लैंगिंक क्रिया ही शारीरीक संबंधाची असल्यामुळे अनेक लैंगिंक रोग हे एका पासुन दुसऱ्या पर्यंत व्यापत असते असे सांगण्यास काहीच शंका नाही. गणेरिया आणि सिफीलीस (Gonorrhoea and syphilis) वगैरे लैंगिंक रोग जिवाणु व्दारे संक्रमीत होत असतात. जसे एड्स AIDS (Acquired Immuno Deficiency Syndrome).

- AIDS रोगाला कारणीभुत विषाणु कोणता आहे?

हे असुरक्षीत लैंगिंक क्रिया, दुषीत उपकरणांचा वापर, जसे सुई वगैरे दुषीत रक्त एका शरीरातुन दुसऱ्या शरीरात पाठविणे यामुळे एकांपासुन दुसऱ्या कडे संक्रमीत होत असतात. काही संदर्भ मध्ये आईक्हुन मुलांमध्ये हे रोग व्यापत असतात.

हे सांगण्यात फार दुःख वाटते की आपल्या भारत देशात सर्वांत जास्त HIV चे रोगी आंध्र प्रदेशात आहे. सरकारी आकड्यानुसार 2011 -12 वर्षात आपल्या राज्यात 24 लाख



आकृती-31:  
*Red ribbon  
1st December  
AIDS Day*

HIV पॉजिटीव्ह रोगी असल्याचे माहिती झाले.

यानंतरच्या स्थानावर महाराष्ट्र, कर्नाटका आहेत. सरकारी आकडा हे सांगतो की, प्रत्येक 300 लोकामध्ये एक HIV रोगी आहे.

प्रत्येक वर्षी राज्याच्या लोकसंख्येत पुरुषामध्ये 1.07 टके आणि स्त्रीमध्ये 0.73 टके लोक HIV ने ग्रस्त होत आहेत. हे सुध्दा दुसऱ्या राज्याच्या तुलनेत आपल्या राज्यात जास्त आहेत. या रोगांनी ग्रस्त होणाऱ्या पैकी 15-49 वर्षोगटातील लोक 0.09 टके एवढे असुन गर्भांनी स्त्रीमध्ये याचे प्रमाण 1.22 टके आहे असे याचे संख्या शास्त्र सांगत आहे.

निरक्षरता, अनारोग्य, निरुद्योग, स्थलांतर, अपांरपारीक, लैंगिक क्रिया, अनैतिक संबंध आणि अनितीचा व्यापार, व्यभीचार वगैरे HIV रोग पसरविण्यास आपल्या राज्यात कारणीभुत आहेत असे विषेशतज्ज्ञाचे मत आहे.

सरकार Anti Retroviral Therapy (ART केंद्राव्दारे) HIV ग्रस्तांना वैद्यकीय उपचार उपलब्ध करून देत आहे. वैद्य आणि आरोग्य, कुटुंब आरोग्य विभाग, हे सर्व AIDS निर्मुलनाच्या अनेक माहितीचे कार्यक्रम आयोजीत करीत असतात. ASHA (Accredited Social Health Activist)रेड रिब्बन एक्सप्रेस Red Ribbon Express इत्यादी कार्यक्रमाव्दारे AIDS रोगांचे लक्षणे, अपघात आणि निवारण या विषयी माहिती पुरविण्याचे प्रयत्न करीत आहेत.

- स्थानिक आरोग्य कार्यकर्त्यांना तुमच्या शाळेत बोलावुन HIV विषयी आणि समाजावर त्याचा वाईट परिणाम यावर चर्चा करा?
- AIDS रोग्यावर किंवा त्याच्या कुटुंबावर भेदभाव करणे हा सुध्दा एक सामाजिक गुन्हा आहे. याला तुम्ही कसे समर्थन कराल?

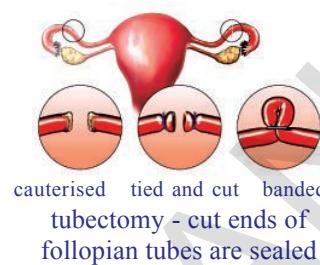
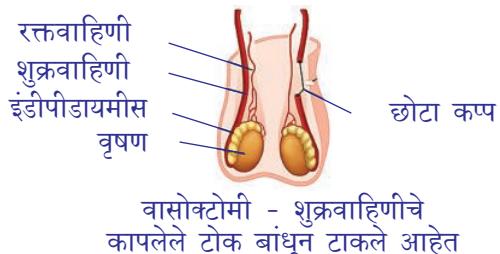
### कुटुंब नियंत्रण पद्धती (Birth control methods)

साधारणत: लैंगिक कार्य हे गर्भधारणेला कारणीभुत असते. गर्भधारणामुळे स्त्रीच्या शरीरात आणि मनात अनेक प्रकारचे बद्दल घडुन येत असतात. जर स्त्री गर्भ धारणेस सक्षम नसेल तर तिच्या आरोग्यावर वाईट परिणाम होते. म्हणुनच गर्भधारणा टाळण्यासाठी अनेक मार्ग सुचविले आहेत.

स्त्रीमध्ये गर्भ धारणा थांबविण्यासाठी, टाळण्यासाठी, फलन न होण्यासाठी, काही पुर्व काळजी घेतात. यालाच गर्भ निरोध (contraception) असे म्हणतात. केणतेही उपकरण किंवा रसायने (औषधे) याचा उपयोग करून स्त्रीमध्ये गर्भधारण थांबविच्या साधनाला गर्भनिरोधक (contraceptive) असे म्हणतात. सध्या कितीतरी गर्भनिरोधक पद्धती वापर करीत आहेत. यासाठी भौतिक उपकरण म्हणुन निरोध (condoms) आणि तांबी (diaphragm) किंवा (cap) चा उपयोग करू शकतो. यामुळे केवळ फलन क्रियाच थांबविते असे नाही. तर लैंगिक रोगाचे (sexually transmitted diseases (STD) जसे गणेरोया, सिफीलीस आणि एडस या सारख्या रोगाचे संक्रमण रोखण्यासाठी सुध्दा याचा उपयोग होतो. या शिवाय दुसऱ्या कोणत्याही गर्भनिरोधक पद्धती लैंगिक संक्रमणाच्या रोगाला थांबवु शकत नाही. तोंडाव्दारे गोळ्याच्या रूपात घेणारे रसायने किंवा स्त्रियोनी(vagina) मध्ये ठेवणारे पदार्थ किंवा रसायणे किंवा हार्मोन्स व्दारे अंडाशयातुन अंडे तयार न करून फलन क्रिया न होऊ देणे यासर्व गर्भनिरोधक पद्धती आहे. सध्याच्या काळात पुरुषासाठी



कॉपर - T



### आकृती-32: कुटुंब नियंत्रणाच्या पद्धती

सुध्दा या सारख्या गोळ्या उपलब्ध आहे. या गोळ्यामुळे शुक्राणु मारले जातात. त्यामुळे यांना शुक्रकण नासीका किंवा स्पर्मिसायड्स (spermicides) असे म्हणतात.

गर्भाशयाच्या तोंडावर बसवायच्या कॉपर-टी (copper-T) लुप (loop) वगैरे सुध्दा फार प्रभावकारी गर्भनिरोधक साधन आहेत. अनैच्छिक गर्भधारणा टाकण्यासाठी कॉपर टीचा स्थिते उपयोग केल्यास ते गर्भधारण थांबवु शकते. परंतु तीला कोणत्या लैंगिक रोगाचे संक्रमण होण्यासाठी बचाव करीत नाही. स्त्री पुरुष दोघांसाठीही कुटुंब नियंत्रण शस्त्रक्रिया उपलब्ध आहे. पुरुषामध्ये शस्त्रक्रियेत शुक्रवाहिण्या कापुन त्या वाहिणीचे देन्ही टोक घटू बांधून जोडतात. यामुळे शुक्राणु बाहेर येऊ शकत नाही. या क्रियेला पुरुष नसबंदी(vasectomy) असे म्हणतात. स्त्रीमध्ये होणाऱ्या या शस्त्रक्रियेत अंडवाहिणीचा (fallopian tube) थोडा भाग कापुन बाहेर टाकतात. यामुळे अंडे अंडनलीकेत जात नाहीत या प्रकारच्या क्रियेला स्त्रीनसबंदी(tubectomy) असे म्हणतात.

### सामाजिक दुराचारा विरुद्ध आंदोलन (Fighting against social ills)

#### लहान वयात आई बनने (Teenage motherhood)

प्रजनन क्रिया किंती संकलीष्ट जिवन क्रिया आहे हे आपण शिकलो. यासाठी अति संकलीष्ट क्रिया म्हणजे बाळाचा जन्म होय, स्त्रीमध्ये 18 वर्ष पुर्ण झाल्यानंतर शिशुला जन्म देण्यासाठी स्त्रीचे शरीर सक्षम असते. काही वेळेस हे वय सुध्दा मुलींसाठी धोकादायक असते. कुटुंब कल्याणा विभागानुसार 21% कमी वयात आई बनविणाऱ्या स्त्रीया बाळंतपणात मरतात. म्हणुनच मुलीचे वय 18 वर्ष पुर्ण होण्याअगोदर तीचे लग्न करु नये.

#### भृण हत्या थांबविणे (Stop female foeticide)

आपली लहान बालीका उद्याची एक मोठे शास्त्रज्ञ, एक डॉक्टर, उच्चश्रेणीचे अभियंता, स्वतःला वाहुण घेणारे परिपालन अधिकारी, जागतीक प्रसिद्ध अर्थशास्त्रज्ञ एक अदभुत शिक्षिक उद्याच्या एक महान राजकीय नेता होऊ शकते. स्त्रीभृण हत्या थांबवा, आणि मुलींना वाचवा, मुलींना वाचविणे म्हणजेच मानव जातीला वाचविणे होय. गर्भातिच स्त्रीभृण हत्या होत असल्यामुळे स्त्री, पुरुष याचे गुणोत्तर प्रमाण खुप कमी होऊन समाजात धोक्याची घंटा वाजत आहे. आपल्या शासनाने या विषयी अनेक कायदे काढून स्त्रीभृण हत्यावर नियंत्रण करीत आहे. गर्भकाळात लिंग माहित करणे यावर बंदी घालण्यात आले. यासर्व कायद्या शिवाय स्त्रीभृण हत्येवर आला घालणे ही सामाजिक जबाबदारी आहे.

- आजच्या काळात डॉक्टर गरोदर स्त्रिमध्ये अल्ट्रासाउंड किंवा स्कॉनिंग (altrasound

scanning) व्हारे लिंग निश्चितीची परिक्षा का करीत नाही? कारण काय?

खाली सुचविलेल्या आरोग्यमय जिवन पद्धतीचा अवलंब करून लैगिंक रोगांचे संक्रमण टाळू शकतो.

- माहित नसलेल्या व्यक्तीसोबत किंवा एकापेक्षा जास्त व्यक्तीशी लैगिंकसंबंध ठेवु नये.
- गर्भनिरोधक साधने उपलब्ध असले तरी नियमबद्धतेने, नैतिकतेने आरोग्यमय जिवन जगणे चांगले असते.
- एखाद्या वेळेस गर्भ थांबला आहे याची शंका आत्यास चांगल्या डॉक्टराकडे जावून तापसुन घ्यावे. कोणते रोग असेल तर त्या रोगाचा संपुर्ण इलाज करावा.

आपल्याला माहित आहे की, ओरोग्य हरवले म्हणजे सर्व काही हरवले. चांगले शरीरीक आरोग्य हे चांगले मानसिक आरोग्य देत असते. म्हणुनच सर्वांना आरोग्याचे महत्व सांगावे. आजचे बालक हे उद्याच्या भावी भारताचे आदर्श नागरीक होण्यासाठी आपण त्याना मानव प्रजनन आणि आरोग्य यांची संपुर्ण माहिती द्यावी. यामुळे लोकसंख्या वाढीवर नियंत्रणच होत नाही तर एक आरोग्यमय समाजाची निर्मीती होते.



## महत्वाचे शब्द

संतती, सिस्ट, तुकडे होणे, पुनसदभवन, शाखीय, वंशवृद्धी, कृत्रिम वंशवृद्धी, अफलीत जनन, कटोर्ंग लेअरींग, ग्राफिंग, स्टाक, सियान, ऐच्छिक गुणधर्म, टिशु कल्चर, अम्नायटीक द्रव, नाळ, अंबीलीकल कार्ड, समविभाजन, क्षपन विभाजन, क्रोमांटीक, गुणसुत्र, भृणहत्या, HIV-AIDS, पुरुष नसबंदी, त्वीनसबंदी



## आपण काय शिकलोत

- एक सजीव शाश्वत आणि निरंतर चालू राहण्यासाठी प्रजनन फार आवश्यक असते.
- युग्मकाच्या संयोगावरून प्रजननाचे दोन प्रकार आहेत. एक लैगिंक प्रजनन आणि अलैगिंक प्रजनन
- लैगिंक प्रजननामध्ये एका जनकापासुन अर्धे गुणसुत्र अपत्यात पोहचत असते.
- खंडण, मुकुलायन, फ्रागमेंटेशन, बिजकण निर्मीती या सर्व अलैगिंक प्रजननाच्या पद्धती आहेत.
- अनेक वनस्पती या त्याच्या शाखीय भागापासुन जसे, खोड, मुळ, पाने वगैरे पासुन निर्माण होतात. या प्रकारच्या पद्धतीला शाखीय वंशवृद्धी पद्धत असे म्हणतात.
- शाखीय वंशवृद्धी ही नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मीत असु शकते. कृत्रिम वंशवृद्धीया पद्धतीला फार आर्थिक महत्व आले आहे.
- ग्राफिंग पद्धतीत आपल्याला वनस्पतीमध्ये ऐच्छिक गुणधर्म मिळविता येतो.
- उती रोपन (Tissue culture) ही वनस्पती वाढविण्यासाठी एक आधुनिक पद्धत आहे. या प्रक्रियेव्हारे आपण कमी जागेत आणि कमी वेळात अधिक संख्येत वनस्पती वाढवू शकतो.
- उच्च स्तरीय प्राण्यामध्ये लैगिंक प्रजननासाठी विशिष्ट अवयवाचा विकास झालेला असतो. ते म्हणजे नर आणि मादी प्रजनन संस्था होय.
- सजीवाच्या गरजेनुसार पेशींना दुरुस्त करण्यासाठी किंवा काम न करणाऱ्या पेशींच्या जागी नविन पेशींची उत्पत्ती करण्यासाठी आणि युग्मकाच्या निर्मीतीसाठी पेशी विभाजन होत असते.
- पेशी विभाजन दोन प्रकारचे आहे-  
a) समविभाजन किंवा शारीरिक पेशी विभाजन B)  
b) क्षपन किंवा प्रजनन
- साधारणत: एका सजीवाच्या देह निर्माण करणाऱ्या पेशींना शारीरिक पेशी म्हणतात आणि युग्मकाच्या उत्पत्तीसाठी उपयोगी पडणाऱ्या पेशींना जनुक पेशी म्हणतात.

- पेशी विभाजनाच्या पेशी चक्रात G-1, G-2, S आणि M या अवस्था असतात.
- पेशी चक्रातील संश्लेषण दशा दिर्घकाळ घडते या दशेत जन्यु हे दुहेरी बनतात.
- समविभाजनात तयार झालेल्या प्रपेशीका मध्ये गुणसुत्राची संख्या ही जनकाच्या गुणसुत्रा समान असते या विभाजनात प्रोफेस, मेटाफेस, एनाफेस, टिलोफेस (Prophase, Anaphase Metaphase and Telophase)
- पेशीद्रवाच्या विभाजनालाच पेशीद्रव विभाजन (Cytokinesis.) असे म्हणतात.
- क्षपन विभाजनात जनक पेशीत दोनदा विभाजन होऊन चार प्रपेशीका तयार होते.
- प्रजनन प्रक्रियेत शारीरीक, मानसिक, आरोग्य आणि संपूर्ण आरोग्य हे आवश्यक असते.
- लैंगिक रोगाच्या संक्रमण पद्धती आणि त्याविषयी यथार्थाची प्रत्येकानी माहिती करून घेण्याची आवश्यकता
- AIDS रोगाचे निवारण नाही म्हणुनच एड्स न होण्यासाठी नैतीक जिवन जगणेच एक सरळ मार्ग आहे.
- सध्याच्या काळात कुटुंब नियंत्रण करण्यासाठी अनेक गर्भनिरोधक मार्ग उपलब्ध आहेत.
- आरोग्यमय समाज निर्माण करणे हे प्रत्येकाचे कर्तव्य आहे.
- शिशु जन्मा अगोदर लिंग निश्चित करणे हा कायद्यादे गुन्हा आहे.
- स्त्रीभृत्त हत्येवर आळा घाला, किंवा थांबवा.



### अभ्यासात सुधारणा करा.

1. मासे किंवा बेंडुक दरवर्षी खुप मोठ्या प्रमाणात अंडे का निर्माण करतात ?(AS1)
2. बाह्य फलन म्हणजे काय ? उदाहरणासह समजावुन सांगा ? (AS1)
3. खालील मधील फरक स्पष्ट करा.(AS1)
  - a) अलैंगिक प्रजनन - लैंगिक प्रजनन
  - b) पुकेसर - स्त्रीकेशर
4. वनस्पती मधील फलन प्रक्रिया समजावुन सांगा ? (AS1)
5. अलैंगिक प्रजनन पद्धतीचे काही उदाहरणाबदरे वर्णन करा ? (AS1)
6. कोणत्या प्रकारे लैंगिक प्रजनन हे अलैंगिक प्रजननापेक्षा वेगळे आहे ? कोणतेही तीन करणे सांगा. (AS1)
7. शुक्राणु पेशी त्यांचे कार्य करण्यासाठी कोणत्या प्रकारे अनुकूलन केले आहे ? (AS1)
8. फलन झालेल्या अंड्याला गर्भाशयात सांभाळण्यासाठी ऋतुस्त्राव चक्र कार्य करीत असते आणि पुनरावृत्त होत असते. साधारणतः ऋतुचक्र सुरु होऊन पुर्ण होण्यासाठी किती वेळ लागतो ? (AS1)
9. गर्भाशयात वाढणाऱ्या पिंडाला पोषकाची गरज असते. पिंडाला पोषके कसे पुरविल्या जातात ?(AS1)
10. गर्भातील शिशुमधील कोणकोणत्या पदाथचि आई ग्रहन करून नाळेव्दारे पाठविले जाते ? (AS1)
11. गर्भाशयातील अम्नायटीक पिशवीचे कोणते कार्य असते ? (AS1)
12. लैंगिक प्रजननाचे फायदे कोणते ? (AS1)
13. जीवजातीच्या लोकसंख्याला स्थिर ठेवण्यासाठी प्रजनन क्रिया कशी उपयोगी असते ?(AS1)
14. समविभाजन आणि क्षपन विभाजन यामधील फरक लिहा ?(AS1)
15. ऋतुस्त्राव चक्रात गर्भाशयाच्या भिंतीला काय होते ? (AS1)
16. “अनुकूल परिस्थिती मध्ये सर्व एकपेशीय प्राण्यात समविभाजन होते”- या विधानाचे तुम्ही कसे समर्थन कराल ? का ? (AS2)
17. विकिंच्या वडीलांना रंगीत फुले आणि मोठी फळे असलेल्या झाडाची लागवड करायची आहे तर त्यांना तुम्ही त्यांना कोणत्या पद्धतीची सुचना द्याल ? कारण काय ?(AS3)

18. मुळासहीत एका फांद्याला उपटुन घ्या. त्या मुळाला टोकाचा एक पातळ काप द्या. त्यावर कोणत्याही रंगाचा एक थेंब टाकुन सुक्ष्मदर्शक यंत्राखाली त्याचे निरिक्षण करा. पेशी विभाजनाच्या विविध अवस्थेच्या आकृती काढून त्या कोणत्या अवस्थेत आहेत ते माहित करा?(AS3)
19. तुमच्या जवळच्या गावाला भेट देऊन तेथील शेतकरी ऊस, फुलाची झाडे जसे गुलाब, शेवंत, भाजीपाला जसे तोंडळे, रताळे, दोडके वगैरे कसे पिकवित असतात याची माहिती मिळवा. तुम्ही मिळविलेल्या माहितीच्या आधारे एक निवेदिका तयार करून ती तुमच्या वर्गात प्रदर्शित करा?(AS4)
20. आर्थिक महत्व असलेल्या वनस्पतीच्या लागवडीसाठी तुमच्या जिल्ह्यात आणि राज्यात कोणत्या प्रकारचे पाऊल उचलेले आहेत याची तुमच्या शाळेच्या ग्रंथालयातील पुस्तकातुन किंवा इंटरनेटच्या साहाय्याने एक अहवाल तयार करा?(AS5)
21. समविभाजनातील विविध अवस्था दाखविणारा पेशीचक्रा विषयीचा एक फ्लोचार्ट तयार करा ?(AS5)
22. नर आणि मादी प्रजनन संस्थेची आकृती काढून त्याची नावे द्या ?(AS5)
23. खाली दिलेल्या सपुष्य वनस्पतीच्या भागाचे निरिक्षण करा आणि त्या विषयी एक निबंध तयार करा ?(AS5)
24. वनस्पतीमधील लैगिंग प्रजननाचा फ्लोचार्ट तयार करा ? (AS5)
25. फलन क्रिया समजून सांगण्यासाठी एक आकृती काढा ? परागकणा विषयी थोडक्यात माहिती सांगा ?(AS5)
26. सजीवामध्ये जर क्षपन विभाजन नसते तर काय झाले असते ?(AS2)
27. सजीवाच्या शाश्वत अस्तीत्वासाठी मदत करणाऱ्या पेशी विभाजनाची तुम्ही कोणत्या प्रकारे प्रशंसा कराल ? (AS6)
28. लैगिंग रोगाचे संक्रमण होऊन नये तुम्ही कोणत्या प्रकारची काळजी घ्याल यावर तुमचे अभिप्राय सांगा ? (AS7)
29. बाल विवाह आणि गर्भपात याविषयावर सेमिनार आयोजित करा ?



**प्रश्न क्र 23**

### योग्य उत्तर निवडा

- मादी प्रजनन संस्थेतील हा भाग अंड्याची निर्मीती करतो. ( )  
a) अंडाशय      b) इपिडीडायमीस      c) गर्भाशयाचे मुखव्वार      d) बिजवाहीणी
- शुक्राणुचे अंड्यासोबत मिळण्याच्या क्रियेला म्हणतात ( )  
a) फ्रागमेंटेशन      b) किण्वन      c) फलन      d) संयोग
- नर प्रजनन संस्थेचा कोणता भाग शुक्राणुची निर्मीती करतो. ( )  
a) वासडिफरेंस      b) इपिडीडायमीस      c) सेंमीनीफेरेस ट्युबूल      d) स्क्रोटम
- शुक्राणु अंडापेशीच्या आवरणाला कसे तोडते ? खालील पैकी योग्य उत्तर निवडा ( )  
a) आवरणातील छिद्राव्वारे पडतात      b) आवरणाला रसायना सोबत विरघळते  
c) दाताव्वारे आवरणाला फाडणे      d) आवरणाला रिकाम्या जागेतुन फाडते
- शुक्राणु पेशी पेक्षा अंडपेशी मोठ्या का असतात ? तुम्हाला काय खरे वाटते हे निवडा ( )  
a) अंड जास्त पेशीने बनले असते      b) फलनानंतर वाढीसाठी लागणारे अन्न साठवुन ठेवते  
c) जाड पेशी आवरण असते      d) मोठे केंद्रक असल्यामुळे

6. गर्भाच्या वाढीवर खालील पैकी कशाचा प्रभाव पडते ? तुम्ही कोणते बरोबर वाटते खालील मधुन निवडा.
- a) सिगरेट धुरामधील रसायने      b) दारू      c) औषधी      d) वरील पैकी सर्व      (      )
7. मानवी जिवन चक्रातील खालील पैकी कोणत्या अवस्थाचा क्रम बरोबर आहे.      (      )
- a) शिशुअवस्था, बालावस्था, किशोरावस्था, प्रौढावस्था b) बालावस्था, शिशु अवस्था, प्रौढावस्था, किशोरावस्था c) किशोरावस्था, बालावस्था, प्रौढावस्था, बालावस्था, d) वरील पैकी नाही.

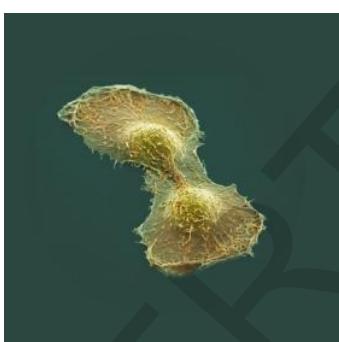


## अनुबंध

डॉ. पेटु नरसिंहराव (Dr. Potu Narasimha Rao) हे आपल्या देशातील प्रमुख पेशीशास्त्रज्ञ आहे. आपल्या राज्यातील गुंटुर जिल्ह्यातील मुप्पाळा गावातील गरीब कुंटुंबात यांचा जन्म झाला. त्यांनी कृषी विज्ञानात स्नातक केले. त्यांना शेती विषयी त्यांना फार आवड होती. त्यांनी दिल्ली मधील आय.ए.आर. आय मधुन व्यावसायीतील MS at IARI चा डीग्री प्राप्त केले. यानंतर संशोधनासाठी अमेरिकेला गेले. तिथे त्यांनी तंबाखुच्या वनस्पती वर पेशीजीव शास्त्राचे अनेक प्रयोग केले. त्यांच्या प्रयोगाचाच भाग म्हणजे 1952 मध्ये मानव शरीरात तयार गाठीमधुन हे ला पेशी (HeLa) पेशी वेगळी केली. 1963 मध्ये त्याच्या संशोधन बद्दल त्यांना PhD पदवी बहाल करण्यात आली. यानंतर त्यांनी त्याचे संशोधन पेशीकाजनन विज्ञान(cytogenetic) करून कर्करोगाच्या पेशीवरील प्रयोगाकडे वळविले. यांनी पेशीच्या हालचालीवर विस्तृत प्रयोग केले. त्यांनी



**डॉ. पेटु नरसिंहराव**



**हे ला पेशी (He La Cell)**

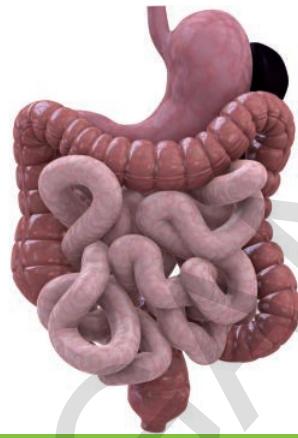
समविभाजनाला कारणीभुत घटकांची ('triggering factor') सुधा माहिती मिळविण्यास प्रयत्न केले.

मानव पेशी ही साधारण किंवा कर्करोग पेशी असो ती वाढीच्या माध्यमात ठेवले असता 20 ते 24 तासाच्या आत त्यामध्ये विभाजन होते. हे त्यानी माहित केले. खरे तर समविभाजन हे 40 ते 60 मिनटात पुर्ण होते. दोन पेशी विभाजनाच्या मधल्या काळास अंतरदशा (interphase) असे म्हणतात. या अंतरदशेत G1, S आणि G2 दशा तीन दशा असतात.

पेशीचक्रातील विविध अवस्थेचा अभ्यास करण्यासाठी डॉ.एन.राव आणि डॉ. जान्सन यांनी पेशी संयोग प्रक्रियाचा उपयोग करून दोन पेशी

विभाजनातील मधल्या काळास अंतरदशाचे निरिक्षण केले. पेशी चक्रात घडणारे पेशी विभाजन रसायनिक संकेतावर ताबा ठेऊन क्रमाक्रमाने एकाच अवस्थेत घडतात म्हणुन माहित केले. त्याचे संशोधन पेशी विभाजनावरील संशोधन करणाऱ्या अनेक शास्त्रज्ञांनी दिशासुचक ठरले. आले तेलुगु लोक शास्त्रज्ञा सोबत बोलायचे असल्यास email poturao@yahoo.com या आयडीवर बोला.

तुमच्या हिंदी पुस्तकातील माँ मुझे आने दो ही कविता वाचा.  
(RKS) राष्ट्रीय किशोर स्वास्थ कार्यक्रम बदल माहिती गोळा करा.



आपले शरीर एक अद्भुत यंत्र आहे. जरी दिसण्यास साधारण असेल तरी संकलीष्ट रचनेचे आहे. तुमच्या शरीरातील अद्भुत संकलीष्टतेची कधी कल्पना केलात काय? श्वसन, पचन, रक्ताभिसरण, विसर्जन क्रिया करणारे अवयव शरीरातील विशिष्ट प्रदेशात असुन निर्देशीत कार्य करीत असतात. आतापर्यंत आपण शरीरात घडणाऱ्या विविध जिवप्रक्रिया बद्दल वेगवेगळ्या धड्यात शिकलोत. नियंत्रण समन्वय धड्यात शरीरात घडणाऱ्या काही क्रिया कशाप्रकारे नियंत्रण पद्धतीने समन्वय करीत घडतात ते शिकलो. आपल्याला समजण्यासाठी या जिवप्रक्रियेचा वेगवेगळ्या धड्यात अभ्यास करतो पण कोणतीही क्रिया इतर जीव क्रियाशी संबंध नसतांना एकटी कार्य करू शकत नाही. तर एकाशी एक अशा अनेक प्रकारे संबंध जुळवून समन्वयाने कार्य करतात. या धड्यात जिवक्रियात पचन क्रियेचे उदाहरण घेऊन विविध संस्था मध्ये संबंध किती संकलीष्ट असतात आणि शरीरात या जीवप्रक्रिया अत्यंत अद्भुतरित्या कशा समन्वय साधतात ते शिकु या. पचन संस्थेतील अन्न वाहिणीतील भागात, वेगवेगळ्या भागात विविध टप्प्यात अन्न कसे होते या विषयास एकदा आठवण करू या.

- तोंडापासुन गुद्वारापर्यंतच्या अन्ननळीत अन्न कोणकोणत्या भागातुन प्रवास करते?
- जठारात अन्न विच्छिन्न करण्यास कोणती जिवक्रिया (*life processes*) उपयोगी पडते?
- जिवक्रियातील कोणतीही एक जिवक्रिया काम करणे बंद केल्यास शरीरावर कशाप्रकारचा प्रभाव पडतो?

शरीरास निरोगी ठेवण्यासाठी सर्व जीवक्रिया एकामेकांवर परस्पर आधारीत असतात. ही कल्पना समजुन घेण्यासाठी पचनक्रियेचे उदाहरण घेऊन ही विविध संस्थेत कसा समन्वय साधुन असते ते विश्लेषण करू या. पचन संस्थेत भुक लागण्यापासुन अन्नाचे शक्तीत रूपातर होईपर्यंत शरीरात घडणाऱ्या क्रियेच्या अनुसंधानात विस्तारपणे शिकु या.

## भुक लागणे (Feeling Hungry)

- आपल्याला अन्न आवश्यक आहे हे कसे कळते?

### कृती-1

खालील तक्त्याचे निरिक्षण करा. तुमच्या दृष्टीने भुक लागण्याच्या कारणास खुण करा. मित्रांशी चर्चा करा.

### तक्ता-1

अन्नाचा वास	अन्नाची चव	अन्न बघताच	थकल्यावर	अन्नावश्यक असल्यास	अन्नाचा विचार केल्यास

- कोणकोणते कारक भुकेला उत्तेजना देतात?
- भुक लागत आहे हे कळण्यासाठी कोणती संस्था संकेत पाठविते?
- भुक लागत आहे हे कळण्यासाठी निर्माण झालेल्या उद्दीपणाचे निकाल काय आहे?

भुक लागली आहे हे कळण्यासाठी एक मुख्य कारण रक्ताभिसरण संस्थेत लपुन आहे. रक्तात अनेक प्रकारचे पदार्थ किती किती प्रमाणात असावेत हे पचन संस्थेवर आधारीत असते. त्यात ग्लुकोज मुख्य आहे. रक्तात ग्लुकोजचे प्रमाण कमी झाल्यास लगेच आपणास भुक लागल्यासारखे वाटते. तसेच जठर रिकामे झाले की, त्यात ग्रीलीन (Ghrelin) हार्मोन्सचा स्त्रावीत होते. जठराच्या भिंतीतील काही पेशी ग्रीलीन हार्मोन्सचा स्त्राव करतात. जठरात हा हार्मोन्स स्त्रावित झाल्याने भुकेचे संकेत उत्पन्न होतात. जठरापासून मेंदुला भुकेचे संकेत पोहचले की, जठरात भुकेचे संकेत सुरु होतात. प्रथम मेंदुतील डायनसेफलॉन आणि वॅगस (Diencephalon and vagus) चेतातंतु (10 वा केन्द्रीयल चेतातंतु) (10<sup>th</sup> cranial nerve) या संकेतास पाठविण्यास महत्वाची भुमिका बजावते. ही भुक सुमारे 30-45 मिनीटापर्यंत लागते. ग्रेलीन हार्मोन्सचा स्तर जठरात वाढला की, भुकेच्या संकेता सोबत अन्न सेवन करण्याची इच्छा उत्पन्न होते.

- कशा प्रकारचे नियंत्रण भुकेच्या संवेदनावर प्रभाव पाडते? ते हार्मोन्स संबंधीत आहे का? चेतासंस्था संबंधीत किंवा दोन्ही संबंधीत आहे?
- भुकेची संवेदना निर्माण करण्याच्या चार संस्थांची नावे लिहा?

आपले पेट भरलेले असून अधिक अन्नाची गरज नाही असे वाटल्यास लेप्टीन (leptin) नावाचे दुसरे हार्मोन्स स्त्रावित होऊन भुकेला मारते.

साधारणत: दररोज आपण एका ठरलेल्या वेळीच जेवण करतो. दररोज त्या वेळीच आपल्याला भुक लागते. अशी परिस्थिती शाळेमध्ये भोजन विरामाच्या आधीच्या तासास

अनुभविलेलीच असेल. भुकेची इच्छा आणि जेवणाची घंटी या मधील संबंधास ओळखलाच असाल

### भुकेच्या संवेदनाचा प्रभाव(Outcome of sensation of hunger)

तोंडात होणाऱ्या पचनात विविध अवयव संस्था भाग घेतात. हे अवयव आणि अवयव व्यवस्था बद्दल अधिक माहिती मिळवू या.

भुक लागण्याची भावना आपणास अन्न सेवन करण्यास प्रेरीत करते. पण अन्नखराब झाले तर अन्न तोंडात घेण्याआर्धीच त्यास खाऊ नये असे वाटते. अशाप्रकारच्या अनुभव तुम्हाला आलाच असेल.

- खराब झालेल्या अन्नाला ओळखण्यात महत्वाची भुमिका असणारा भाग कोणता ?
- स्वादीष्ट भोजन करतांना त्यातील सुगंध भुकेला वाढविते असे तुम्हाला वाटते काय ? कारण काय ?

### चव आणि वासाचा परस्पर संबंध (TASTE AND SMELL ARE CLOSELY RELATED)

चव आणि वास एकामेकापासुन वेगळे करता येणार नाहीत इतके गुंतागुंतीचे असतात. या घनिष्ठ संबंधामुळेच विविध आहार पदार्थाची चव कशी असते वासाव्दारे ओळखु शकत आहेत. पण तिवृ पडसे, खोकला झाल्यास आपले घानेंद्रीय(olfactory sense organ) कार्य करीत नाहीत. तेव्हा विविध आहार पदार्थाची चव निट ओळखली जात नाही.

वास्तविक पाहता अन्नाच्या चवीत काहीच फरक नसतो. पण अन्नाचा वास पडस्यामुळे प्रभावित होतो. म्हणजेच वास आणि रुची दोन्ही ग्रहन करू शकले तरच चव ओळखु शकतो

चव माहित करणे, म्हणजे आहार पदार्थातील रसायनिक फरकानुसार गोड, खारट, कडु, अंबट किंवा उमामी चव ( (umami is Japanese for ‘savory’) येतो. चव आणि वास ओळखीणारे ज्ञानेंद्रीयाच्या परस्पर क्रियामुळे खालेल्या अन्नाबद्दलची आवड प्रभावित होते.

खालील कृत्याव्दारे चव आणि घानेंद्रीय कशी प्रभावित होते ते माहित करू या.

### कृती-2

### जिरे, सोंफ, आलु आणि सफरचंद चघळणे (Chewing, cumin (fenugreek), sounf (fennel seeds), potato and apple)

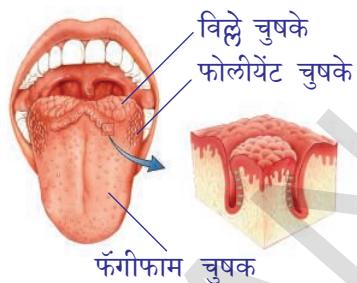
प्रथम बोटाने नाक दाबुन धरा. थोडे जिरे तोंडात घेऊन थोडा वेळ चाऊन चघडा. नंतर थोडी सोंफ चघळा. त्याच्या चवीला ओळखु शकता का? चवीला ओळखण्यासाठी किती वेळ लागला? नंतर तोंड स्वच्छ धुवुन सफरचंदाचा तुकडा चघळा. नंतर आलुचा तुकडा चघळा. पण चघळतांना मात्र नाक बंद करू ठेवणे विसरू नका.

- तुमच्या निरिक्षणास कोणकोणत्या गोष्टी आल्या?

आहार पदार्थाची चव कळण्यासाठी तो पदार्थ लाळेत मिसळलाच पाहिजे. नाहीतर चव समजणार नाही. दुसऱ्या पृष्ठदतीने सांगायचे म्हणजे आहार पदार्थाची चव पदार्थ

द्रवरूपात असत्यावर चांगली कळते. जिभेवर विविध प्रकारच्या चवीचे ज्ञान करून देणारे इंद्रीय, टेस्ट बड्स (taste buds) असतात. हे असे 9 व्या वर्गात शिकलोत. ते एका स्मरण करू या. आकृती बघा. वितळलेले पातळ अन्नपदार्थ जिभेवरील टेस्ट बड्सला लागताच चवीच्या संकेतास मेंदुला पाठविते. तिथे विश्लेषण केल्यानंतरच आपल्याला त्या अन्नपदार्थाची चव कळते.

- दोन्ही पदार्थाची चव वेगवेगळी होती का? दोघांची चव एकसारखी होती का? कारण काय?



**आकृती-1: जिभेची चुषके**

नाकातील श्लेषस्तर (slime layer) एका पातळ पाण्याच्या थर असतो. आपण वास घेतल्यावर हवेत दरवळणारा वास पदार्थाचे अणु या थरात विरघळतात. नाक आणि जिभेवरील रसायनग्राहक किंवा ग्रानग्राहीका (olfactory receptors) संकेतास चेतासंवेदनात मेंदुला पोहोचवितात. मेंदु या संकेतास विश्लेषण करून वास आणि चवीला ओळखते.

- आहार पदार्थास तोंडात घातल्यावर काय होते?
  - चव कळण्यासाठी उपयोगी मुख भाग कोणते?
- हे भाग आणखी कोणकोणती कामे करते हे जाणुन घेऊ या.

### कृती-3

चिमुटभर हिंग किंवा लसनाच्या पाकव्या घेऊन रुमाल / दस्तीवर घासा.

डोळे झाकुन वास घ्या. तुमच्या मित्राच्या साहाय्याने विविध आहार पदार्थाची चव बघा.

- सफरचंदापेक्षा लसनाचा तित्र वास असतो का? तित्र वास चवीच्या स्पंदनास प्रभावित करतात असे तुम्हाला वाटते काय?
- वास आणि चव यामध्ये काही संबंध असतो हे ओळखलात का? वास आणि चवीबद्दल चार ओळी लिहा?
- तुम्ही किती प्रकारच्या पदार्थास अचुक ओळखु शकलात?

अ फक्त पाहुन आहार स्वादिष्ट / चविष्ट आहे असे सांगु शकाल काय?

काही वेळा केवळ चिंचेचे, लिंबांचे, आंब्याचे (tamarind / lime / mango) इत्यादीचे नावे ऐकताच तोंडात पाणी सुटते.

आता आपण कृत्याच्या सारांशास तुमच्या उत्तराच्या मदतीने विश्लेषण करू या. या साधारणत: आपल्या डोळ्याला आकर्षक, नाकास सुगंध आहे असे वाटल्यानंतरच आहार पदार्थासाठी चव पाहतो.

म्हणुन आपण खातांना आपल्याला न कळत डोळे, नाक आणि जिभ कोणकोणत्या आहार पदार्थास खाऊ शकतो याची निवड करतात.

इवान पावलाव (Pavlov) नावाच्या रशीयन शास्त्रज्ञाने यावर काही प्रयोग करून आहाराबद्दल विचार आल्या क्षणी आपल्या तोंडास पाणी येत असे. शोधुन काढले. (निबंधीत उद्दीपण- प्रतिसंपदन) पावलावने, प्राण्याच्या वागणुकीवर केलेल्या प्रयोगाविषयी 9 व्या वर्गात चर्चा केलोत.

- चवीवर प्रभाव पाडणारे आणखी काही इतर संवेदना आहेत काय?
- खुप गरम दुध किंवा चहा पिल्यावर चव संवेदना कशी होते?

काही पदार्थ गरम असतांना, काही पदार्थ थंड असतांना रुचकार असतात. हे तुम्हाला माहितच आहे.

- कोणत्या तापमानावर अन्नपदार्थ रुचकर असतात असे तुम्हाला वाटते?

**चव ही जिभ आणि टाळू संबंधीत विषय आहे. (Taste is something connected to the tongue and the palate)**

आता आपण चव माहित करण्यात, तोंडात वेगवेगळे भाग कसे उपयोगी पडतात हे माहित करण्यासाठी खालील कृत्य करु या.

#### कृती-4

#### जिभेवर साखरेचे स्फटीक (Sugar crystals over the tongue)

थोडी साखर जिभेवर ठेवुन तोंड उघडेच ठेवा. तुमची जिभ टाळुला चिटकू नये. स्टापवाच चा उपयोग करून जिभेवर ठेवल्यास साखरेची चव किती वेळानंतर कल्पु शकली त्या वेळीची नोंद करा.



आकृती-2: जिभ आणि टाळू

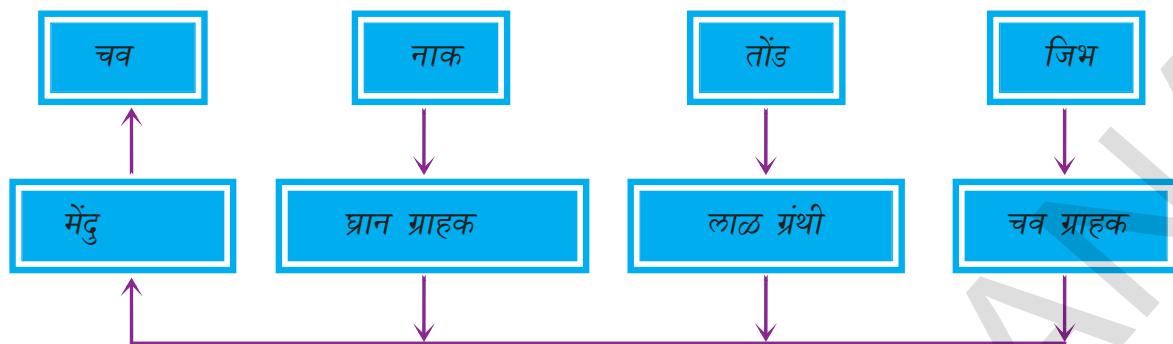
आता तोच प्रयोग जिभेला टाळुस दाबुन करा. साखरेची चव जिभेवर ठेवल्यापासून वेळेची नोंद घ्या. नंतर साखरेच्या द्रावणाचा एक थेंब जिभेवर टाका.

- जिभ कोरडी असतांना चव कळते का?
- लवकर चव माहित करण्यासाठी कोणती पद्धत उपयोगी पडते का?

वरील कृत्यावरून असे सिध्द होते की, जिभेला टाळुला एकमेकांवर दाबुन धरल्यावर आपण अन्न पदार्थाच्या चवीस सहज ओळखु शकतो. जिभ एक ज्ञानेंद्रीय आहे त्यावर टेस्टबद्दस असतात हे आपणास माहित आहे. टेस्ट बद्दसला चुषके (papillae) असतात. ती वरच्या बाजुने उघडतात. त्यात चव कळविणारे ज्ञान कण असतात.

एखाद्या आहार पदार्थ जिभेवर ठेवल्यास तो जिभेव्दारे स्नावित लाळात मिसळतो. जिभ टाळुला दाबल्यास आहार पदार्थ टेस्ट बद्दसच्या व्दारास दाबुन आत जाऊन चवीच्या संकेतास सुरुवात करते. हा समाचार मेंदुला पोहोचताच मेंदु चवीला ओळखतो.

खालील फलोचार्ट चवी संबंधी कोणत्या मागसि निर्देशित करतात?



- तोंडातील लाळग्रंथी कार्य करीत नसल्यास काय होते?
  - चव ग्राहक (*taste buds*) कार्य करीत नसल्यास काय होते?

**तोंड - एक चघळण्याचे यंत्र (Mouth - the munching machine)**

जर तोंडातील काही दात पडले तर अन्न चघळण्यासाठी सोयीस्कर असेल काय ?

कृती-5

**विनेगर मध्ये ठेवलेले चॉकपीस/खडु या प्रयोगाबदरे आपण अन्न का चघळावे ? अन्न कसे विच्छीन होते हे शिकु या.(To show break down of food by using the model of chalkpiece kept in vinegar)**

एका खडुचे दोन तुकडे करा. एका तुकड्याचे खुप तुकडे करा. दुसऱ्या खडुस तसेच ठेवा. दोन बिकर घ्या. किंवा दोन मिनरल वाटर बॉटल घेवुन, वरील भागास कापुन टाका. आता खाली उरलेल्या भागास बिकर म्हणून उपयोग करु शकतो.

देन बिकर घेऊन अर्धे विनेगार भरा. एकात लहान लहान तुकडे केलेल खडुचे तुकडे टाका, दुसऱ्यात उरलेल्या खडुला टाका. थोडा वेळ न हलता तसेच ठेवा. तासानंतर बिकरचे निरिक्षण करा.

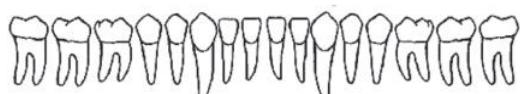
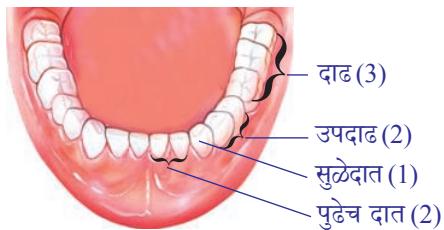
- कोणत्या बिकर मधील खटू लवकर विरघळला? तुकडे तुकडे केलेला खटू का पुर्ण खटूचा भाग?

अर वरील प्रयोगाव्दारे असे समजते की, आहारास लहान लहान तुकडे करण्याची आवश्यकता सांगते. म्हणुनच तोंडातच आहाराचे लहान लहान तुकडे केले जावित. यामुळे आहाराचा पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ वाढून पचनास मदत करणाऱ्या पदार्थर्शी क्रिया करण्यासाठी साहाय्यक ठरते.

- तोंडात अन्नाचे बारीक बारीक तुकडे करण्याची क्रिया कशी घडते?
  - तोंडातील कोणते भाग यात समाविष्ट असतात?
  - कोणकोणत्या संस्था या प्रक्रियेत भाग घेतात?

आहारास चाऊन चघळव्यास दात फार उपयोगी पडतात. हे तुम्हाला माहित आहे. तोंडास असणारे विविध प्रकारचे दात पचन क्रियेत कसे मदत करतात पाहू या.

## कृती-6



**आकृती-3: दातांचा क्रम**

- पुढच्या दाताचे कार्य काय असेल असे तुम्हाला वाटते?
  - अन्न पदार्थास बारीक चुर्ण करण्यासाठी कोणते दात उपयोग पडतात?
  - आहारास फाडण्यासाठी कोणते दात उपयोगी पडतात?
  - दंत सुत्र म्हणजे काय? तुमचे दंत सुत्र लिहा?
- आकृतीच्या आधारे खालील तत्कापुर्ण करा.

## तत्का-2

दाताचे नांव	दातांची संख्या	दातांचा आकार	दाताचे कार्य

तोंडातील वल्याकार स्नायु अन्नास मुखपोखळीत ढकलण्यास आणि तोंडात गोल फिरविण्यास मदत करतात. अन्नाला न चावता गिळणे शक्य नाही. म्हणुन दात आहारास चुर्ण करणे, चघळणे ही कामे करते. अशाप्रकारे दाताने अन्नाचे लहान लहान तुकडे करणे, चघळने या क्रियेस चर्वण (mastication), म्हणतात. या कामासाठी जबड्याचे स्नायु अन्नाला दाताखाली ढकलुन चावणे आणि चघळण्याची क्रिया करतात. जबड्यातील स्नायु आहार चघळतांना जबड्याला वर खाली पुढे मागे हालचाल करण्यास मदत करता. आहार चघळतांना फक्त खालच्या जबडा वर खाली होत असतो. हे तुम्ही पाहिलेच असाल, दात अन्नाचा चघळण्यास व चुर्ण करण्यास मदत करते. तर जिभ अन्नाला चाळेत मिसळुन मुख पोखळीत समान पसरविण्यास मदत करते. तोंडाचे स्नायु अन्नाला अन्न नळीत ढकल्यास मदत करतात. ५वी क्रेनीयल चेतातंतु जबड्यातील अंतर स्नायुच्या हालचालीस नियंत्रण करतात.

- तोंडात आहार असतांना लाळ स्नावाचे प्रमाण वाढते?
  - लाळ नसतांना आहारास चघळण्याची प्रक्रिया घडते का?
  - लाळाचे इतर काही कार्य आहे काय?
- आता आपण काही लाळेचे कृती पाहू या.

## कृती-7

### पिठावर लाळाचा प्रभाव (ACTION OF SALIVA ON FLOUR (ATA))

एक परिक्षण नळी घेऊन त्यात अर्धे पाणी भरा. त्यात चिमुटभर पिठ मिसळा. पिठ मिसळे पर्यंत नळीला हलवा. वाच ग्लासवर पिठाच्या मिश्रणाचे दोन चार थेंब टाका. काही टिक्क्वर आयोडीनचे थेंब घेऊन पिठाचे निरिक्षण करा. द्रावणाचा रंग निळा काळा होऊन ते पिठाच्या उपस्थिती दर्शविते.

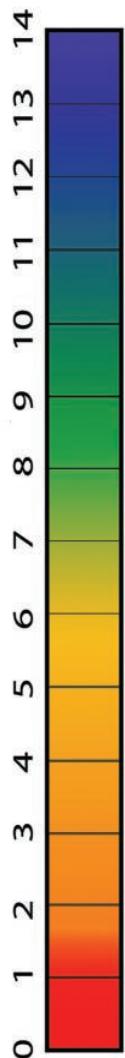
आता ते रंगीत मिश्रण दोन समान भागात विभागा व दोन परिक्षा नळीत घ्या. एका परिक्षण नळीत लाल मिश्रण मिळवा व दुसऱ्यात काहीच मिसळू नका. 45 मिनीटांनंतर सजल आयोडीन द्रावणाचा एक थेंब दोन्ही परिक्षण नळीत मिसळा.

- द्रावणात काही तरी फरक जाणवला काय? काय फरक जाणवला ते सांगा?
- तोंडात आहारावर अशाच प्रकारची प्रक्रिया घडते का?

अनियंत्रीत चेतासंस्था मुळे लाळग्रंथी लाळ स्नावित करतात. लाळामुळे अन्न ओलसर व गिळण्यास अनुकुल होते. तेव्हा घासाचा चिकट गोळा तयार होतो. यास बोलस(bolus) असे म्हणतात. जिभेच्या साहाय्याने गिळण्याच्या क्रियेने ते आहार वाटिकेमध्ये जाते. लाळेत असलेले अमायलेज एंझाइम्स (enzyme salivary amylase) मोठ मोठ्या पिष्टमय पदार्थास लहान लहान तुकडे अनुत रूपांतर करते.

**साधारणत:** साखरेत बदलने गिळण्यास क्रिया सुध्दा चेतासंस्थेच्या समन्वयाने कार्य करते. हे नियंत्रण मेंदुच्या बुडाला(मेरुंद आणि इतर) भागाशी असते. दाताव्दारे जिभेच्या साहाय्याने आहारास चघळून चुर्ण केल्यामुळे आहारपदार्थाचे परिमाण गिळत्यानुकुल होते.

- अ** आहार पदार्थाचा पृष्ठभागाचे प्रमाण वाढत्याने काय लाभ होतो?
- आहारास न चघळता गिळले तर काय परिणाम होतात?
  - लाळातील अमायलेजची आहारावर क्रिया घडण्यासाठी माध्यमाचा स्वभाव कसा असावा?
  - तोंडात  $pH$  बदलत असेत असे तुम्हाला वाटते का?



**आकृती-4:**  
**स्केल pH**

## कृती-8

### एका तासांच्या अवधीनंतर तोंडातील pH तपासणे (Testing pH of mouth at intervals of one hour)

तुमच्या रसायनशास्त्र शिक्षकांकाडुन एक pH कागदास, रंग पट्टीकसे घ्या.

एक लाहनचा pH पेपर घेऊन जेभेवर ठेवा. त्यावर आलेल्या रंगाला रंगपट्टीकेशी जुळवून पहा व pH किंमत नोंद करा. दुपारच्या जेवणानंतर pH पेपरला जेभेवर ठेऊन परिक्षण करा. तुमच्या परिक्षणाची नोंद घ्या. तुमच्या परिशिलनाची तुमच्या मित्राच्या निरिक्षणाशी तुलना करा. कमीत कमी चार pH नोंदी घ्या.

- तोंडातील pH ची साधारण किंमत किती आहे? हे आम्लीय आहे का क्षारीय आहे?
- pH मध्ये काही बदल घडून आला का? तो बदल कसा झाला?
- कोणत्या pH मध्ये लाळातील अमायलेजची क्रिया चांगली असते?
- विविध प्रकारच्या आहाराचे सेवन केल्यास तोंडातील pH कशी भुमिका बजावते ते सांगा?

विविध प्रकारच्या आहारपदार्थांसि सेवन करण्याच्या वेळी pH किंमतीची परिक्षा करा. चघळून गिळव्यानंतर सुध्दा असेच करा.

तुमच्या निरिक्षणाचे नमुद करण्यासाठी आवश्यक पट्टीका तुम्हीच तयार करा. सर्व प्रकारच्या पदार्थाला एकाच वेळी खाऊ शकत नाही, ना, म्हणुन तक्ता पुर्ण करण्याची घाई करू नका. पुर्ण वेळ घ्या. (pH किंमत 7 जास्त असल्यास क्षार, pH- किंमत 7 पेक्षा जास्त असल्यास आम्ल, pH किंमत 7 असेत तर तटस्थ आहे असे समजावे).

वरील परिक्षणानुसार स्त्रावित झालेला लाळ आहारास क्षार माध्यमात बदलण्यासाठी मदत करते. लाळेतील अमायलेज आहाराशी क्रिया करण्यासाठी हे माध्यम अनुकूल असतो.



### आपणास माहित आहे काय?

- दिवसा झोपल्यानंतर तोंडातुन लाळ का निघतो?

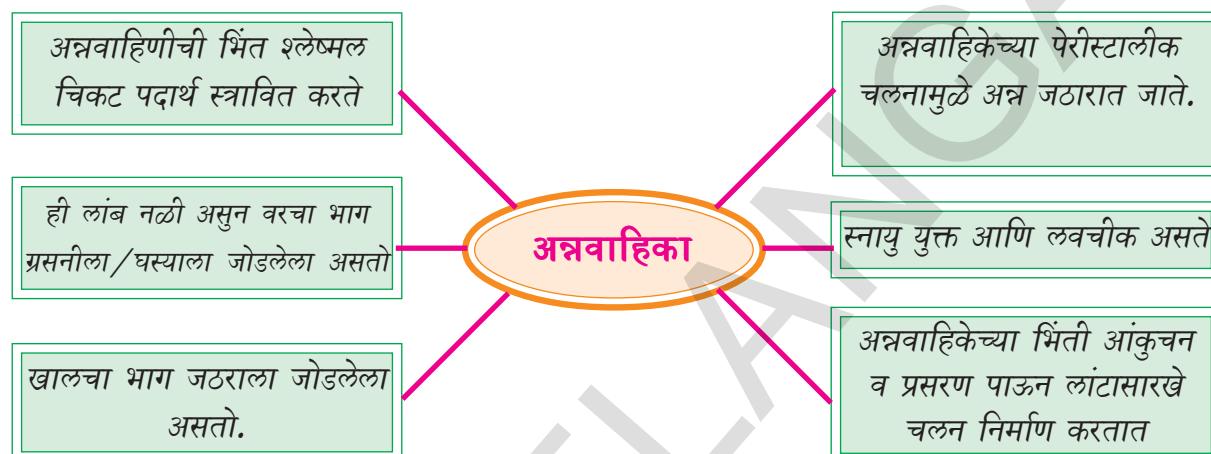
निशाचर (Nocturnal animals) जिवाबद्दल तुम्ही ऐकलेच असाल, ते रात्रीच्या वेळी सक्रिय असतात. पण आपण दिवसा सक्रिय असतो व रात्री विश्रांती घेतो. शरीरातील सर्व संस्था काम करताना सक्रिय असतात. म्हणुनच मानसाला दिवाचर प्राणी (diurnal animal) म्हणतात. आपली पचन संस्था दिवसा सक्रिय असल्यामुळे ती आहाराचा स्विकार करून पचन क्रिया करण्यासाठी तयार असते. म्हणुनच दिवसा झोपी गेल्यास लाळ तोंडाबाहेर येऊन उशीला ओला करतो. असे संध्याकाळी घडत नाही. साधारणत: एका दिवसात आपण 1 ते 1.5 लिटर लाळ उत्पत्ती करतो.

- तोंडात घडणाऱ्या पचन क्रियेला मदत करण्याच्या विविध संस्था कोणत्या?
- तोंडातील पचनक्रिया झाल्यावर अन्न कुठे जाते?

## अन्नवाहिणीतुन अन्नाचा प्रवास (Travel of food through oesophagus)

तोंडात चघळलेले अन्न गिळण्याने ढकलेले जाऊन अन्नवाहिणीत जाते.

- गिळण्यासाठी कोणकोणत्या संस्था मिळून कार्य करतात ?  
खालील रेखाचित्र अन्नवाहिकांची रचनात्मक, क्रियात्मक गुणधर्मचिं वर्णन करते.  
रेखाचित्रास पाहून खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.



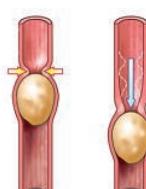
- या रेखाचित्रावरे अन्नवाहिकेची कोणती माहिती मिळते ?
- अन्नवाहिकाची रचना कशी आहे ?
- अन्नवाहिणीतुन अन्न जठरापर्यंत पोहोचण्यासाठी श्लेष्मस्तर कसा मदत करतो ?

### कृती-9

#### अन्नवाहिकेत अन्न कसे प्रवास करते ते पाहू या. (MAKING A MODEL OF OESOPHAGUS TO OBSERVE HOW BOLUS MOVES FORWARD)

एक जुनी सैकल ट्युबच्या तुकडा घ्या. ट्युबच्या आतोल बाजुने तेल लावा. तसेच दोन बटाटे घेऊन स्वच्छ धुवुन त्या वर तेल लावा. नंतर बटाटे ट्युबमध्ये घाला. आत ट्युबला दाबत बटाट्याला खाली ढकला. ट्युबतुन बटाटे खाली जातांना काळजीपुर्वक निरिक्षण करा.

- ट्युबमधुन बटाटे खाली उतरण्यासाठी कसे दाबावे लागते ? यात तेल याचप्रकारे मदत करतात का ?
- अन्नवाहिकेतील स्नायुसुधा अन्नालखाली ढकलण्यासाठी याच प्रकारे मदत करतात का ?
- पाईपाव्दारे बटाटे घसरण्यात तेल कसे मदत करते ?



आकृती-5:  
Potato in cycle tube

#### अन्नवाहिणील पेरीस्टालीक चलन (PERISTALTIC MOVEMENT IN OESOPHAGUS)

आकृती-6 बघा. आहार वाहिकेतील अन्नाच्या स्थानाला आहार वाहिकेच्या भिंतीत घडणाऱ्या चलणाचे निरिक्षण करा.



### आकृती-6: बोलसची पेरीस्टालटीक हालचाल

बाहेरील स्नायुचा थरात स्तंभाकार आकाराचे स्नायु असतात. वलयाकार स्नायु आकुंचन पावल्या वर आहाराच्या बोलसच्या मागच्या अन्नवाहिणीचा भाग अरुंद होऊन बोलसचा खाली ढकल्यास दाब देते. स्तंभाकार स्नायुच्या स्नायुच्या आंकुचनामुळे अन्नवाहिणीतील बोलसचा पुढचा भागाची लांबी कमी होऊन नलीका रुंद होते. बोलस पुढे सरकतो. अशाप्रकारे स्नायुच्या आकुंचन व प्रसाणामुळे एक तरंगीय चलन निर्माण होऊन बोलसला जठरात ढकलेले जाते. या प्रक्रियेस पेरीस्टालसीस (*peristalsis*) म्हणतात. हे नियंत्रीत आणि अनियंत्रीत चेतासंस्थाच्या आधीन नियंत्रण केले जाते.

- अन्नवाहिकेत आहार बोलसची हालचाल सहज होण्यास काय मदत करते?

**साधारणत:** अन्न न चघळता किंवा लवकर घास घेऊ नये असा सळ्ळा देतात? कारण काय? विचार करा?

### जठर एकप्रकारचे मिक्सर आहे (Stomach the mixer and digester)

- अन्नवाहिणीसारखे जठर एका नलीका आकाराचे नसुन पिशवी सारखी का आहे?
- असे असल्याने काय क्रिया होते?

मुखपेखळीत अन्न असतांना गालाचे व जिभेतील ज्ञानचेतातंतु उत्तेजीत होतात. चेता संवेदनाच्या रूपात संकेत मेंदुला पोहोचतात. या समाचाराचे मेंदु विश्लेषण करतो. मेंदुपासुन प्रसारीत झालेला समाचार चालक चेतातंतु (Motar nerves) व्दारे जठराच्या भिंतीपर्यंत पोहोचतात. जठरग्रंथी उत्तेजीत होऊन चठररस स्त्रावितात (gastric juice) अन्न जठरात पोहोचतात.

जठराच्या भिंती हायड्रोक्लोरीक आम्लासारखे (hydrochloric acid (HCl)) बलवान आम्ल व इतर जठररस स्त्रावितात. भुक लागली तेव्हा सुधा असेच घडते. एकदा मळमळ वाढून उलटी झाली की, घश्यात जळजळ करते हे तुम्ही अनुभवलेच असाल. या जळजळ करण्याचे कारण काय असेल? हे स्त्राव चेतासंस्थाव्दरेच स्त्राविले जातात.

- आहाराच्या बोलसचे स्थान कसे बदलते?
- तुम्ही केलेल्या बटाट्याच्या प्रयोग व येथील आकृतीशी काही साम्य आढळते काय? ते कोणते?

अन्नवाहीकाची भिंती घसरण्यास गुणधर्म असलेल्या चिकट पदार्थाची निर्मीती करते. त्यास श्लेष्म (mucus) असे म्हणतात. श्लेष्म हे तेलासारखे कार्य करत अन्नवाहीकाच्या भिंतीला हानीपासुन रक्षण करते. यामुळे आहार बोलंस(bolus) तेल लावलेल्या बटाट्यासारखे अन्नवाहीकेत सहज घसरत खाली जाते. या सोबतच आहार बोलंस मधील लाळ त्यास सहज जठरात पोहोचण्यासाठी उपयोगी पडते.

अन्न वहिणीची भिंत दोन प्रकाराच्या मऊ उतींनी बनलेली असते. आतील स्नायुचा थरात वलयाकार आकाराचे व

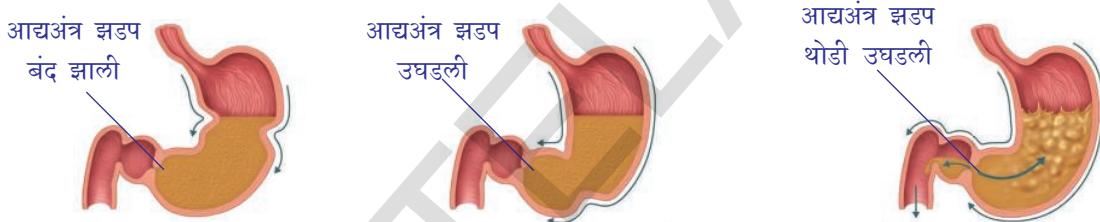
जठराच्या स्नायुच्या आकुंचनामुळे अन्न, आम्ल आणि जठररस अन्नात मिसळतात. हे जठररस अन्नास मऊ व पातळ द्रवात बदलते. यास खाईम (chyme) (अर्धवट पचलेले अन्न) म्हणतात. काही मोठे प्रोटीन अणु सुध्दा जठरात पचन होऊन सरळ पदार्थात बदलतात.

- जठरातील स्नायुंना क्रिया करण्यास कोण उत्तेजीतक करते?
- अन्न चुर्ण करणे व मिसळणे हि क्रिया जठर का करते?

जठरात पचनाच्या शेवटच्या टप्प्यात पोहोचताच जठराच्या भिंतीचे आकुंचन प्रसरण कमी होते. रक्ताच्या कोणत्या पदार्थामुळे जठराचे आकुंचन होते असे तुम्हाला वाटते? जठराचे आकुंचन कमी झाले की, जठरानिर्गम स्फिंक्टर स्नायु (pyloric sphincter) शिथिल होतात. (हे स्नायु जठर आणि लहान आतड्याच्या जोडीवर असतात) यामुळे अर्धवट पचलेले अन्न (chyme) आंद्यांत्रामध्ये (duodenum) हळू हळू थोडे जाते.

- अर्धवट पचलेले अन्न कमी प्रमाणात जठरातुन आंद्यांत्रात (duodenum) का पोहोचते?

पेरीस्टालटीक क्रियेत (Peristalsis) अन्न असलेल्या ठिकाणच्या मागच्या स्नायुचे आंकुंचन होते. म्हणुन अन्नाच्या पुढचे स्नायु शिथिल होतात. या क्रियेमुळे अन्नावर दाब



**पुढे हालचाल करणे**  
**Propulsion:** पेरीस्टालटीक चलन अन्नास एक ठिकाणाहुन दुसऱ्या ठिकाणी हलवितात.

**चर्ण करणे (Grinding):** जठरातील पेरीस्टालटीक हालचाल, स्नायुची हालचाल वेगवत असत्याने अन्न अन्न मऊ हात.

**मागे दाबने (Retropulsion):** स्वल्प प्रमाणात खाईमला आंद्यांत्रात पाठविते. त्याचवेळी उरलेले अन्न पृदार्थ आणखी पचन हाण्यासाठी परत जठरात ढकलले जातात.

### आकृती-7: जठरातील पेरीस्टालटीक हालचाल

पुढुन जठराबदरे पुढे ढकलेले जाते. स्नायुमध्ये तरंगाप्रमाणे आकुंचन प्रसरणामुळे अन्न पुढे ढकलेले जाते.

- पेरिस्टीलसीस क्रियेत कोणकोणते भाग सहभागी असतात?
- अ पेरीस्टालीसीस कोणत्या दिशेने घडते? (अन्नवाहिणीच्या कोणत्या शेवटच्या भागापासून सुरुवात होते)?
- जर पेरीस्टालीसीस क्रिया विरुद्ध दिशेने झाल्यास काय होते?

उलट्या होत असतांना अर्धवट पचलेले अन्न अन्नवाहिणीतुन मागे दाबण्यास तुम्ही पाहिलेच असाल. आकृती - 7 मध्ये अशा विरुद्ध दिशेतील पेरिस्टालीसीस हालचालीच्या दिशेने ओळखा. झाडाखाली किंवा कुठेही रवंथ करणारी गाय / म्हैस/बैल पाहिलात का? रवंथ करतांना कुठेही त्याच्या मानेचे व घस्याचे निरक्षण करा. तुम्हाला घशातुन तोंडात काहीतरी आलेले दिसेल. तोंडात आल्यावर ते चावतील ते काहीनसुन अन्नाचे बोलस आहे जे जठराच्या जवळच्या भागापासून तोंडापर्यंत येते. हे म्हणजे ही विरुद्ध दिशेने घडणारी पेरीस्टालीसीस हालचाल आहे. गाय/बैली म्हशी सारख्या प्राण्यात ही

क्रिया सर्व साधारण असली तरी रवंत करणाऱ्या प्राण्यात (जसे गाय/मैस) जठरामध्ये अधिकची पिशवी असते ज्यामध्ये घाईघाइनि गिळलेले अन्न साठवुन राहते. मानवात रवंत क्रिया होत नाही पण उलटी होण्याची क्रिया होते. ही फक्त अनावश्यक पदार्थ जठरातुन बाहेर टाकण्यासाठी रक्षण प्रतिक्रिया आहे. पचन क्रिया तोंडातुनच सुरु होते हे आपणास माहित आहे. अन्नवाहीणीतुन अन्न प्रवास करतांना पचन क्रिया घडणाऱ्या प्रत्येक टप्प्यात काही वेळ लागतो. पचन संस्थेत अन्नाची हालचाल एकाच पद्धतीने समान कालावधीत घडत नाहीत. कालावधीच्या तक्त्यात पाहू या.

### तत्त्वा -3

टक्के वारी	जठर रिकामे होणे	लहान आतडे रिकामे होणे
50%	2.5 ते 3 तास	2.5 तास
एकूण 100%	4 ते 5 तास	30 ते 40 तास (मोठ्या आतड्यातुन प्रवास)

वरील सर्व सरासरी अंक आहेत. अन्नपदार्थाची हालचाल प्रत्येक व्यक्ती व्यक्ती वेगवेगळी असते. हे अन्नाचा प्रकार वेळ यावर अवलंबुन असते व बदलत असते.

आपले जठर एका विशिष्ट व्यापाची पिशवी नाही तर ती स्थिती स्थापक (elastic) पिशवी सारखी रचना आहे. आपण सेवन करीत असलेल्या अन्नानुसार जठराचा आकार वाढतो. तसेच आहार पदार्थाच्या आकारानुसार जठररस स्त्रावित होतात. जर अन्नाचा संबंध नसतांना जठररस निरंतर स्त्रावित होत असेल तर ते जठराच्या भिंती नाश करतात.

जठरात बलवान आम्ल स्त्रावीत होते. जठराच्या भिंतीतुन स्त्रावित हेड्रोक्लोराईड आम्ल (HCl) आपल्या शरीरातील हाडाला सुधा पचन करू शकतात. मग जठर स्वतःच्या आम्ल स्त्रावापासुन स्वतःचे कसे रक्षण करतात? हे समजून घेण्यासाठी खालील कृत्य करू या.



### प्रयोगशाळा कृती

दोन हिरवे पान घेऊन एका पानास पेट्रोलीयम जेली वाजलीन लावा. दुसऱ्या पानाला तसेच ठेवा. एक दोन थेंब बलहीन आम्लास दोन्ही पानावर टाका. अर्ध्यातासानंतर दोन्ही पानाचे निरिक्षण करा.

- पानात कशाप्रकारचा बदल दिसला? कोणता नाही? कारण काय?
- आम्लाच्या प्रभावापासुन पानाचे रक्षण कोण केले?
- कोणत्या पानात फरक आढळून आला?

जठराच्या भिंतीच्या काही पेशी जठराच्या आतल्या बाजुने असतात. त्या आम्लापासुन जठराचे रक्षण करतात. पानावर लावलेल्या पेट्रोलीयम जेलीचे कार्य जठरातील श्लेष्मल

थराप्रमाणे असते. श्लेष्मल थर असल्यामुळे जठर स्वतःच्या आम्ल स्वावापासुन स्वतःचा बचाव करते.

## जठरापासुन ते आतङ्गापर्यंतचा अन्नाचा प्रवास (TRAVEL OF FOOD FROM THE STOMACH TO THE INTESTINE)

अन्न जठरापासुन लहान आतङ्गात प्रवेश करतांना ते रसासारख्या मिश्रणासारखे असते. लहान आतङ्गात प्रवेश करतांना आहाराचा आम्लीय स्वभावाचा सेक्रेटीन (secretin)आणि कोलीसीस्टोकायनीन(cholecystokinin) नावाच्या हार्मोन्सला खालित करते. हार्मोन्स, स्वादुपिंड, यकृत आणि लहान आतडे यास उत्तेजीत करून स्वादुरस, जठररस आणि सक्स इंटरीक्स (succus entericus.)

लहान आतङ्गातील आंत्रचुषक (villi) पोषकाचे निवडक शोषण करतात. आतङ्गाच्या भिंती फक्त सुक्ष्म पोषक पदार्थानाच त्यातुन जाऊ देतात व मोठे पोषक पदार्थ उरतात. प्लाजमा मेंब्रेन मधून अनुचे वहन कसे होते यावर चर्चा केली आहे. याची लहान आतङ्गाच्या शोषन पद्धतीशी तुलना करा.

- लहान आतडे लांब आणि गुंडाळलेले का असतात असे तुम्हाला का वाटते?
- लहान आतङ्गात शोषण कसे होते?

### कृती-10

#### पेपरची नळी आणि दुमडलेले पेपर (PAPER TUBE AND FOLDED PAPERS)

$10 \times 20$  से.मी. मापणाचा एक चार्ट पेपर घ्या. एक चार्ट पेपर घ्या. त्याचे गुंडाळून दोन चिटकावुन नळी बनवा. आता  $20 \times 20$  से.मी. मापणाचा आणखी एक चार्ट पेपर घ्या. त्याला सुध्दा वर केल्या प्रमाणे नळी तयार करा. त्यास पहिल्या नळीत बसवा. बसवु शकतात काय? आता  $20 \times 20$  से.मी. मापाचा आणखी एक पेपर घ्या. त्याला आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे शक्य तेवढ्या घड्या पाडा. दोन कडांना चिटकावुन नळी बनवा. अशा प्रकारे तुमचे घड्याची नळी तयार होते. त्यास पहिल्या नळीत बसवा. बसवु शकता काय?

- दोन्ही नळीला वापरलेल्या कागदाच्या क्षेत्रफळाची तुलना करून बघा. क्षेत्रफळात फरक आढळला का? जर आढळा तर कारणे सांगा?

अ लहान आतङ्गाच्या आतील प्रतलात हजारों संख्येत बोटासारख्या रचना असतात. यास आंत्रचुषक (villi) असे म्हणतात.

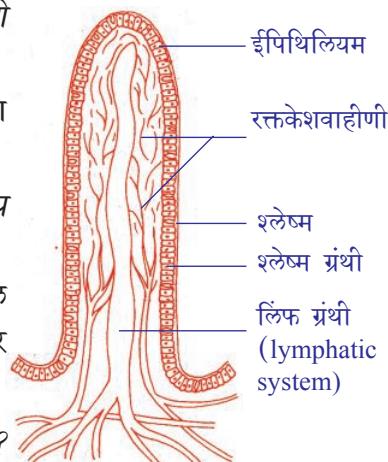
- या बोटासारख्या रचनेचा चार्ट पेपरच्या घड्यातील संबंध काय आहे?

लहान आतङ्गाच्या आतील प्रतलातील आंत्रचुषक रचना आतील भिंतीचे क्षेत्रफळ वाढवितात. नंतर या प्रकारच्या घड्यास आहार जास्त वेळ राहुन शरीरातील ग्रहन करण्याची क्षमता वाढते.

- येथे घडणाच्या क्रियात कोणकोणत्या संस्था मिळून कार्य करतात?
- त्या सर्व संस्था पचन मंडळात मिळून कार्य करतात असे वाटते का? का नाही?



आकृती-8: पेपर नळी



आकृती-9: लहान आतङ्गातील सुक्ष्मचुषक

अन्न नळी शरिरातील सर्व अंतर अवयवापेक्षा एका विशिष्ट रचनेची असते. कारण बाह्य जगातुन आपण घेतो. त्या अन्नामुळे विविध भौतिक रसायनिक उद्दीपण (stimuli) यास तिव्र प्रभावित करतात. यामुळे स्नायुची रचना, चेतारचनांचा समन्वय साधत घडणाऱ्या अनेक हालचालीचे निवास म्हणुन आतळ्यांचा विकास झाला. पचन शोषण विसर्जन क्रियेत जठररस मिसळणे आहारपदार्थास अन्नवाहिकेत ढकलने यात हा गुणधर्म दिसुन येतो.

जठरातील चेतासंस्था चेतापेशीची असुन अत्यंत संक्लीष्ट अशा चेता जाळीने बनलेली असते. शास्त्रज्ञ या संस्थेला दुसरा मेंदु म्हणतात.

शरीरातील रोगनिरोधक प्रतिस्पंदनास दुसरा मेंदु कसे कार्य करवुन घेतो या अंशावर खुप संशोधन चालु आहे. रोगनिरोधक संस्था 70% पर्यंत अन्नवाहिणीत येणाऱ्या रोगकारकास नष्ट करून बाहेर पाठविण्याच्या क्रियावर केंद्रीकृत आहे.

पचन संस्थेतील आतळ्यात करोडो बँक्टेरीया पचन संस्थेतील पेशीशी कसे अनुसंधान करू शकत आहेत. शास्त्रज्ञ याचा शोध घेण्याच्या प्रयत्नात आहेत. खोलवर विचार केला तर जठरातील चेतापेशीचे जाळे समुदाय केवळ पचनक्रिया घडविणे किंवा कधी कधी भुकेची जाणीव करून देण्यासाठी संकेतपाठविणे यासाठीच मर्यादीत नाही तर मुख्य समाचारास पाठविण्याऱ्या न्युरोट्रान्समिटर्स (neurotransmitters) निक्षिप्त असते हे माहित होते. दुसरा मेंदु म्हणुन ओळखल्या जाणाऱ्या जठरातील चेतासंस्था कवठीतील मोठ्या मेंदुशी जोडलेली असते. हे थोडे आपल्या मानसीक स्थितीच्या निर्णय करणे आणि शरीरातील काही रोगांचा निर्णय करण्यास मुख्य भुमिका बजावते.

- मानसीक तान वाढल्यास हगवन लागणे यासारखी परिस्थिती तुम्ही अनुभवलाच असाल. हे आपणास काय दर्शविते. ?

दुसऱ्या मेंदुचा प्रभाव कितीही असला तरी हा विचार करणे किंवा निर्णय घेणे यासारखी कामे करू शकत नाही. अन्नवाहीका पासुन गुढवारापर्यंत सुमारे 9 मीटर लांबीची पचन चेतासंस्था(enteric nervous system) मधील अनेक चेतापेशी थराच्या रूपात पचनसंस्थेच्या भिंतीत बुडलेले असतात. यात जवळपास 100 मिलीयन चेतापेशी बुडुन असतात. हा चेतारळु किंवा परिधी चेतासंस्था चेतापेशीच्या संख्येहुन जास्त असते. पचन चेतासंस्था हा महा चेतापेशीचा समुदाय पचन संस्थेच्या आतल्या जगात आतले जग त्यातील पदार्थाविषयी माहित करण्यासाठी अनुभव घेण्यासाठी उपयोगी पडते. अन्नास लहान लहान अनुत विच्छिन्न करणे, पोषकास ग्रहन करणे आणि समन्वय करण्यासाठी अनेक रसायनिक पद्धती, यांत्रिक मिश्रणी करणे पद्धत, स्नायुचे लयबद्ध आकुंचन एका मागुन एक पचन क्रियाच्या सर्व क्रिया घडत असतात.

दुसरा मेंदु स्वतःची, स्वंयप्रतिस्पंदन, ज्ञानेंद्रीय शक्ती असल्यामुळे पचन संस्थेशी संबंधीत कितीतरी कामे मेंदुशी संबंध नसतांना स्वतंत्रपणे घडतात. पचन संस्थेत पदार्थ सहजपणे आत येण्यास बाहेर जाण्यास योग्य ही संस्था संक्लीष्टपणे असु शकते असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे.

### व्यर्थपदार्थाचे विसर्जन

पाणी, लवण आणि युरीया सारख्या अपचन झालेल्या व्यर्थ पदार्थ रक्ताब्दारे मुत्रपिंडाकडे, त्वचेकडे जाते तेथुन विसर्जित केले जाते.

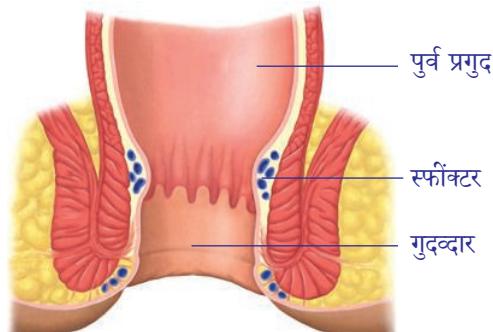
न पचलेले अन्न पदार्थ शौचाच्या रूपात बाहेर पडतात

- लहान आतऱ्यातुन काय बाहेर येते?
- व्यर्थ पदार्थाचे विसर्जन वर दाखविल्याप्रमाणे दोन मार्गदर्शिकाने होते. त्यापैकी फक्त लहान आतऱ्याब्दारे घडणारी प्रक्रिया कोणती? च्हागाळ्यावर निघालेली ओली पत्ती फिल्टर पेपर मध्ये घऊन पुढी बांधा. नंतर त्याला हळून दाबून पुढी उघडून बघा काय दिसेल? फिल्टर पेपरने ओल्या पत्तीला पाणी शोषुण घेतले ना.

त्याच प्रमाणे व्यर्थ पदार्थ मोठ्या आतऱ्यात पोहोचल्यावर त्यातील पाण्याला मोठ्या आतऱ्याच्या भिंतीब्दारे शोषले जाते. पेरिस्टालेटिक (peristaltic) तरंग व्यर्थपदार्थसि लहान आतऱ्यातुन पुर्व प्रगुदा(rectum) मध्ये जाते. मोठ्या आतऱ्याची कोलन(colon) च्या डाव्या बाजुला मल साठवुन ठेवण्याच्या टाकी प्रमाणे काम करते. यात पाण्याचे पुनःशोषण होते. उरलेला व्यर्थ पदार्थ मोठ्या आतऱ्याच्या शेवटच्या भागातील प्रगुदामध्ये साठविले जाते. पिवळ्या रंगाचा या दुर्गंध असलेल्या पदार्थास मल (faecal mass) म्हणतात. शेवटी हा शरिरातुन गुद व्दारामार्ग बाहेर विसर्जित केला जातो.

- मलविसर्जनाला शरीरातील कोणता भाग नियंत्रित करतो?
- ही क्रिया नियंत्रित आहे का अनियंत्रित आहे? कारण काय?

मोठ्या आतऱ्याच्या शेवटच्या भागात दोन स्नायुचे थर असतात. ते मल विसर्जनास मदत करतात. त्यापैकी एक स्नायु थर नियंत्रित व एक अनियंत्रित असतो. ही स्नायुयुक्त रचना गुदव्दारे बंद व उघडे करण्यास मदत करतात. त्यारचनेस अर anal sphincter असे म्हणतात.



**आकृती-10: एनल स्फिंक्टर**

- अन्ननलीकेत कुठेतरी अॅनल स्फिंक्टर आहेत का? कुठे आहेत?

समजा एखादा व्यक्तीने शरीराच्या आवश्यकतेपेक्षा जास्त पाणी नेले तर ते जास्तीचे पाणी शरीराबाहेर कसे काढले जाते?

आतापर्यंत आपण विविध संस्था एकत्रित कार्य करीत पचन क्रियेला मदत करतात हे पाहिलोत. हि प्रक्रिया योग्य रितीने पार पाडण्यासाठी आवश्यक शक्ती कोणा कडुन मिळते?

- आतङ्यातुन रक्तात पोहोचलेले पचन झालेले पदार्थ काय होतात ?

अन्नापासुन शक्ती मिळविण्यासाठी अन्नाचे आक्सीकरण व्हावे लागते. यासाठी श्वास क्रिया (श्वसन) घडावे लागते. या प्रक्रियेत अन्नापासुन शक्ती कशी बाहेर पडते ? श्वासाब्दारे आक्सीजन फुफ्फुसाच्या वायुकोषातुन रक्तात जाते. तेथुन लाल रक्त पेशीत प्रवेश करून शरीरातील सर्व पेशींना आक्सीजन वायुचा पुरवठा केला जातो. त्याचवेळी रक्तातील कार्बनडाय आक्साईड वायु फुफ्फुसातील वायु कोषात पोहोचतो. उच्छ्वासक्रियेत ते कार्बनडाय आक्साईड वायु बाहेर पाठवला जातो. पेशीतील पोषक पदार्थाचे आक्सीकरण (oxidized) होवुन शक्ती बाहेर पडते.

- तयार झालेली शक्ती कुठे साठविली जाते ?
- आपल्या शरीरात अधिक प्रमाणात असलेले लवन बाहेर पाठविण्यासाठी कोणती व्यवस्था आहे ?
- शरीरातील लवण कोणत्या मागानि बाहेर येतात ?

श्वास, उच्छ्वास क्रियाब्दारे आपण सतत श्वसन करीत असतो. या अनियंत्रित क्रियेला स्वयंचलीत चेतासंस्थातील मेंरुदंड (*Medulla oblongata*)नियंत्रित करते. श्वसन घडतांना श्वासपटलांच्या (*diaphragm*)हालचालीने फुफ्फुसामध्ये आकुंचन प्रसरण होते.

आक्सीजन फुफ्फुसाब्दारे रक्तप्रवाहात जाते. सर्व पेशींना रक्तपुरवठा करण्यासाठी आक्सीजन रक्तात मिसळून शरीरभर प्रसारीत व्हावा लागतो. ही क्रिया कशी घडते ? म्हणुन पचनक्रिया ही अनेक अंगानी बनलेली संकलीष्ट क्रिया आहे.

तोंडापासुन गुदब्दारापर्यंत व्यापलेल्या अन्ननळीत पचनक्रिया होत असली तर या श्वसन रक्ताभिसरण संस्था, चेतासंस्थाशी समन्वय अती आवश्यकता आहे. नाही तर अन्नाचे आक्सीकरण आणि पदार्थाचे वहन ( जे शक्ती उत्पन्नासाठी अती आवश्यक आहे) होणार नाही. अशा प्रकारे एकमेकांवर आधारीत क्रिया बंद पडतात.



### महत्वाचे शब्द

ग्रेलीन, लेप्टीक, चवग्राहक, रसायन ग्राहक, चुषक, आहार बोलस, पेरीस्टालसीस, खाईम, पायलोरीक, स्फींक्टर, सुक्ष्मचुषक, मेंरुदंड (*Medulla oblongata*), *Brain stem*.



### आपण काय शिकलोत ?

- आहार व्यवस्थित पचन होऊन, शोषण होऊन, शक्ती निर्माण होण्यासाठी सेवन केलेले अन्न लहान लहान अनुत रूपांतर झाले पाहिजे.
- मानवी पचन संस्थेत स्नायु व चेतासंस्था दोन्ही भाग घेतात.
- पचन संस्थेतील चेतासंस्थेत सुमारे 100 मीलीयन चेतापेशी असतात. त्या स्नायुच्या आकुंचन, प्रसरण, पचन आणि पोषकत्वाचे शोषण, आहार-आहार नलीकेतील इतर क्रियांना समन्वयीत करतात.

- जठरातील स्नावीत होणारे ग्रेलीन नावाचे हार्मोन्स भुकेच्या संवेदना निर्माण करण्यास कारणीभुत आहे. लेप्टीन नावाचे दुसरे हार्मोन्स भुक मारते.
- जिभेला टाळुशी दाबल्यास चव ओळखु येतो.
- चव, वास, याचा जवळचा संबंध आहे. नाक आणि जिभेवरील रसायन ग्राहक चुषक, संकेतास मेंदुकडे पोहोचवितात. त्याव्दरे वास, चव ओळखु शकतो.
- लाळ क्षारीय माध्यमाचा असतो व पिष्ठमय पदार्थाचे पचन करण्यास मदत करतो. स्वयंचलीत चेतासंस्थाच्या नियंत्रणा आधीन लाळग्रंथी असतात. लाळामुळे अन्न ओलसर होऊन गिळण्यास सोपे जाते.
- मुखपोखळीतील स्नायुयुक्त भाग म्हणजे जिभ होय. ही चव पाहण्याचे इंद्रिय आहे. मुख पोखळीत आहाराला हलवीने, मिळविणे, गिळणे ही कामे जिभ करते.
- गिळण्याच्या संबंधीत समन्वय मेंदुच्या खोडातील (Brain stem.) गिळण्याच्या केंद्राआधिन असते.
- पचनसंस्थेतील आंकुचन व प्रसरणामुळे तरंगाप्रमाणे हालचाल होऊन अन्नास पुढे ढकलण्याच्या क्रियेस पेरीस्टालसीस म्हणतात. हे स्नायुचे तरंग सर्व पचनसंस्थेत प्रवास करतात. पेरीस्टालीसीस ला स्वयंचलीत संस्था आणि पचन चेतासंस्था नियंत्रित करते.
- स्नायुच्या आकुचनामुळे जठरातील आहार पुर्ण केला जाऊन अर्धघन अर्धवट पचलेला पदार्थ तयार होतो यास खाईम(chyme)म्हणतात. आंद्यांत्रात(duodenum) खाईमच्या प्रवेशास नियंत्रित करणाऱ्या स्नायुस पायलोरीक स्नायु (pyloric sphincter.) म्हणतात.
- बलवान आम्ल (HCl) जठरातील pH ला आम्लीय ठेवते व प्रोटीनला पचन करणाऱ्या पाचकरसास क्रियाशिल करण्यासाठी मदत करते.
- जठरातील पाचकरस आहाराचे पचन करून मऊ मिश्रण तयार करतात अशा अर्धवट पचलेल्या अर्धघन पदार्थास खाईम म्हणतात.
- जठराच्या आतील पदार्थाचे आक्सीकरण, रवाणा आणि उपयोगासाठी पचनक्रिया श्वसन, रक्ताभिसरण सारख्या चयापयच क्रिया मध्ये समन्वय आवश्यक आहे. त्याच्या क्रिया चांगल्या कार्य करण्यासाठी स्नायु आणि चेतासंस्था नियंत्रण मदत करतो.
- जठराच्या आतील श्लेष्मल आवरणामुळे जठराचे आम्लापासुन रक्षण होते.



### अभ्यासात सुधारणा करा

1. भुक लागणे म्हणजे काय? (AS1)
2. आपण सेवन केलेल्या अन्नास पचन करण्यासाठी शरीरातील कोणकोणत्या संस्था उपयोगी पडतात? (AS1)
3. आहार पदार्थाचा वास भुक वाढवितो असे दिनेश म्हणाला, त्याचे तुम्ही कसे समर्थन कराल? (AS1)
4. पेरीस्टालसीस आणि स्फिंक्टर स्नायु बद्दल माहिती लिहा? (AS1)
5. खालील दिलेल्या पचनसंस्थेतील भागास निरिक्षण करा? ते कोणते? त्या भागाचे कार्य काय? (AS1)
6. कारणे द्या. (AS1)
  - a) जीभ आणि टाळु एकमेकांवर दाबल्याने चव लवकर कळते.
  - b) आहार पदार्थ गरम असतांना चव कळत नाही.
  - c) रक्तातील ग्लुकोजचे प्रमाण कमी झाले की भुक लागते.
  - d) लहान आंतडे गुंडाळून ठेवल्यास पाईप सारखे असतात.
  - e) आपण जास्त द्रवाचे सेवन केल्यास लघवीचे प्रमाण वाढते.



प्रश्न.क्र.5

- f) जरी मानसाची केंद्रीय चेतासंस्था बिघडली तरी पचनाचे कार्य चालुच असते.
7. खालील मधील फरक लिहा.(AS1)
- a) बोलस - खाईम b) लहान आतडे - मोठे आतडे
- c) चघळणे (mastication) - रवंत करणे (rumination) d) पहिला मेंदु - दुसरा मेंदु
8. आपले तोंड एक चर्वनाचे यंत्र आहे. असे कसे म्हणु शकतो? (AS1)
9. चघळणे म्हणजे काय? यासाठी उपयोगी विविध प्रकारच्या दातांविषयी वर्णन करा?(AS1)
10. तोंडातुन आहारपदार्थ अन्नवाहिकेव्वरे जठरात जाण्याच्या मार्गातील स्नायु संस्था नियंत्रण कशा प्रकारे कार्य करते? (AS1)
11. लहान आतडे गुंडाळून असुन त्यात घड्या असतात त्याचे कारण काय? पचन क्रियेस ते कशाप्रकारे मदत करतात? (AS1)
12. खालील भागात पेरीस्टालीसीसचे कार्य काय आहे?(AS1)
- a) आहार वाहिका b) जठर c) लहान आतडे d) मोठे आतडे
13. पचन संस्थेला दुसरा मेंदु म्हणने कितपत योग्य आहे?(AS1)
14. आहार पदार्थास पाहता क्षणी राजेश भुक लागली म्हणाला, शिला भुक लागली नाही म्हणाली, कशा मुळे राजेशला भुक लागली? कशामुळे शिलाला भुक लागली नाही? (AS1)
15. चव आणि वास यांचा काय संबंध आहे? (AS1)
16. पिठावर लाळेचा प्रभाव समजुन घेण्यासाठी कोणता प्रयोग तुम्ही कराल? प्रयोगाच्या पद्धतीचे आणि उपकरणाचे वर्णन करा? (AS3)
17. पचन संस्थेतील स्फिंक्टर स्नायुची यादी तयार करून थोडक्यात वर्णन करा.(AS1)
18. लाळग्रंथीच्या लाळवाहिण्या बंद केल्यातर काय होईल? (AS2)
19. जर लहान आतड्याचा आकार व आकारमान अन्नवाहिकेसारखे असल्यास काय होईल? (AS2)
20. पचनक्रियेत सहभागी असलेल्या चेतातंतुचे समन्वय समजुन घेण्यासाठी एक प्रश्नमालिका तयार करा?(AS2)
21. चव ग्रहन करण्यात टाळूची भुमिका माहित करण्यासाठी एक लहानसा प्रयोग सुचवा?(AS3)
22. तुमच्या शाळेतील वाचनालयातुन भुक लागणे या संबंधीत समाचार आणि चित्रगोळा करून एक अहवाल तयार करा? (AS4)
23. आहर पदार्थासुन चवीची संवेदना मेंदुला पोहोचतेपर्यंच्या क्रमात ब्लाक चित्र काढा? (AS5)
24. आहार वाहीकेतील पेरिस्टालीक हालचालीस दर्शविणारी नामांकीत आकृती काढा? आहार वाहीकेतील खालच्या श्लेष्मथराच्या आवश्यकतेचे वर्णन करा?(AS5)
25. लहान आतड्यातील आंत्रचुषकास दर्शविणारी आकृती काढा. पचन संस्था, रक्ताभिसरण संस्थेतील सहसंबंधाचे वर्णन करा.(AS5)
26. आहार पदार्थाचा नुसता वास किंवा त्यास पाहिले असता भुकेची प्रेरणा मिळते हे सुचविणारे आकृती काढा.(AS5)
27. तोंडापासुन जठरापर्यंतच्या आहार पदार्थाच्या हालचालीस दाखविणारी आकृती काढा. आहाराच्या हालचालीस कोणकोणत्या चेतापेशी, स्नायु उपयोगी पडतात?(AS5)
28. पावलावच्या प्रयोगास प्रतिबंतीत करणाऱ्या एक व्यंगचित्र रेखाटा व त्याला अनुसरून एक घोषवाक्य लिहा? (AS6)
29. जठराची प्रशंसा कशी कराल? ही प्रक्रिया कशी समन्वयीत केली जाते? (AS6)
30. चयापचय प्रक्रियांना खुप वैविध्यता आहे. तुमच्या भावना कवितेच्या रूपात व्यक्त करा?(AS7)
31. या धड्याच्या आधारे आहार सेवन करण्याच्यावेळी सवय लावण्या योग्य दोन गोष्टी सांगा?(AS7)

## रिकाम्या जागी योग्य शब्द भरा

1. 3:2:1:2 हे दंत सुत्र आहे. यात 1 म्हणजे \_\_\_\_\_
2. मोठ्या प्रोटीन अणुच्या शृंखलेस पचन संस्थेच्या \_\_\_\_\_ भागात विच्छिन्न केले जाते.
3. जठरात स्त्रावित बलवान आम्ल \_\_\_\_\_ असते.
4. \_\_\_\_\_ मध्ये असणाऱ्या ग्रानग्राहीका मेंदुंला समाचारास पोहोचवितात.
5. लाळाचा pH किंमत \_\_\_\_\_ आहे.
6. खालील उतारा वाचुन. रिकाम्या ठिकाणी योग्य शब्द भरा.  
(i) \_\_\_\_\_ हार्मोन्सच्या चढउतारामुळे भुकेची संवेदना जेवण्याची इच्छा उत्पन्न होते. जेव्हा तुमचे पौट भरलेले असते तेव्हा काही खाण्याची इच्छा होत नाही(ii) \_\_\_\_\_ या दुसऱ्या हार्मोन्समुळे भुक मरते. जेव्हा तोंडात अन्नाचा घास घेतला जातो. तो चांगला चावला गेला पाहिजे. यासाठी (iii) \_\_\_\_\_ स्नायु चावण्यास मदत करतात. तर जबड्याचे (iv) \_\_\_\_\_ हे चेतातंतु जबड्यच्या स्नायुंना नियंत्रित करतात.(v) \_\_\_\_\_ स्नायु चावण्यास मदत करतात. तर जबड्याचे स्नायु जबड्यास वर, खाली, पुढे, मागे करतात.(vi) \_\_\_\_\_ हे चेतासंस्थामुळे लाळ उत्पत्ती होते, लाळेत आहार मिसळणे, चघळणे आणि गिळणे घडते. लाळातील (vii) \_\_\_\_\_ हेपिष्टमय पदार्थांस साखरेत रुपांतर करते. त्यामुळे आहार चघळणे आणि गिळण्यामुळे आहारवाहिकात पोहोचणे(viii) \_\_\_\_\_ आणि (ix) \_\_\_\_\_ मुळे नियंत्रित केले जातात. जिभेवरील (x) \_\_\_\_\_ चेतातंतु चवीच्या संवेदनात महत्वाची भुमिका बजावतात.  
अचुक उत्तर निवडा.
  - 1) लेप्टीन, घ्रेलीन, गॅस्ट्रीन, सिक्रेटीन
  - 2) घ्रेलीन, लेप्टीन, गॅस्ट्रीन, सिक्रेटीन
  - 3) खोल स्नायु, पृष्ठतल स्नायु, वर्तुळाकार स्नायु, striated muscles.
  - 4) पृष्ठस्नायु, खोलस्नायु, मानेचे स्नायु, लांबस्नायु
  - 5) 5 वी क्रीनीयल चेतातंतु, 2 री क्रीनीयल चेतातंतु, 5 वी क्रीनीयल चेतातंतु, चेतारज्जु तंतु
  - 6) केंद्रीय चेतासंस्था, परिधी चेतासंस्था, स्वयंचलीत चेतासंस्था
  - 7) लायपेज, सुक्रेज, गॉलाक्टेज, अमायलेज
  - 8) मेरुंद, छोटा मेंदु, 8वी चेतारज्जु तंतु, क्रीनीयल चेतातंतु, 7 वी क्रीनीयल चेतातंतु
  - 9) पॉन्स वरोली, मेंदु खोड, मेरुंद, मध्य मेंदु
  - अ) 10) 6 वी क्रीनीयल चेतातंतु, 5वी क्रीनीयल चेतातंतु, 10वी क्रीनीयल चेतातंतु, ऑप्टीक चेतातंतु

## योग्य उत्तर निवडा

1. खालील कोणत्या संदर्भात लवकर चव पाहु शकतो ? ( )
  - a) जिभेवर साखर ठेवल्यावर
  - b) जिभेवर साखरेचे द्रावण टाकल्यावर.
  - c) जिभ टाळुला हळुच दाबल्यावर
  - d) न चघळता, न चावता लगेच गिळून घेतल्यावर
2. पेरीस्टालीसीस हालचाल या मुळे होते. ( )
  - a) उभ्या स्नायुच्या आकुंचनामुळे
  - b) वल्य स्नायुच्या आकुंचनामुळे
  - c) अनियंत्रित चेतासंस्थाच्या नियंत्रणामुळे
  - d) जठररसाच्या प्रभावामुळे

3. जठर व आद्यांत्र च्या जोडीवर असणारा स्फीक्टर स्नायु ( )  
 a) कार्डीयाल                            b) पायलोरीक                            c) एनल                                    d) गॅस्ट्रीक
4. आत्रचुषकातील कोणत्या भागाबदारे ग्लुकोज आणि अमायनो आम्लाचे शोषण घडते. ( )  
 a) एपीथीयल पेशी                    b) रक्तकेशवाहीण्या                    c) शोषरस वाहिण्या                    d) सर्व
5. भुकेच्या संकेतास नियंत्रित करणारे मेंदुतील भाग ( )  
 a) मेंदुला                                    b) डायनसेफलॉन                            c) मोठा मेंदु                                    d) मध्य मेंदु
6. मानव अंतर्गत दहनयंत्रा सारखा आहे कारण ( )  
 a) आहार पदार्थ पचन होऊन शक्ती उत्पन्न होते.                    b) श्वासनाबदरे  $\text{CO}_2$  बाहेर सोडतात.  
 c) पचन क्रियेच्या शेवटी व्यथपदार्थसि विसर्जित करतात d) शक्तीवान पाचकरस स्रावित करतात.



## अनुबंध

**मानवी पचन क्रियेतील आहार सत्यशोधास कारणीभुत चारित्रीक साक्ष (Historical evidence of human digestion that led to discovery of other truths)**

### पोटाला खिडकी असलेला मानव

एके दिवशी सकाळी मिशीगान व्हिकल्पातील फोर्ट माकीनाकचा निवासी 19 वर्षाचा आलेक्स सेंन्ट मार्टीन (Alex St.Martin) नावच्या सैनिकास अपघातातुळे पोटात बंदुकाच्या गोळीने जखाम झाली. पोटाच्या भिंतीला छेदुन जठराला मोठा घाव झाला. तिवृ रक्तस्त्राव झाला. लगेच सैनिक वैद्य डॉ. बिमांटला (Dr.Beaumont) चिकित्सा करण्यासाठी बोलावण्यात आले. डॉक्टरने जखमेला स्वच्छ करून बाहेर आलेले फुफ्फुसे आणि जठर भागाला आत ढकलुन जखमेस शिऊन टाकले. मार्टीनची जगण्याची शक्यता फार कमी आहे असे डॉक्टरला वाटले.

दुसऱ्या दिवशी सेंट मार्टीन जिवंत राहिला याचे डॉ. बिमांटला आश्चर्य वाटले. त्याला असलेल्या वैद्यकीय ज्ञान आणि कौशल्याचा उपयोग करून जखमेस चिकित्सा करत शक्यतो त्याचा जिवणकाळ वाढविण्याचा प्रयत्न केला. जवळजवळ दोन वर्षांच्या चिकित्सेनंतर जखम पुर्ण चांगली झाली. पण त्याचे जठर शरीरारास मिळाल्यामुळे जठरास मोठे छिद्र पडले. जखमेतील काही भाग जठरात घडणाऱ्या सर्व क्रियांना पाहु शकला.

डॉ. बिमांट, मार्टीनला डाव्या बाजुला फिरवुन छिद्राबदरे पाच सहा इंच लांब नळीला पोटात घालून जठररसास गोळा केले गेले. त्यातील घडणाऱ्या गोष्टी ओळखण्याचा प्रयत्न केला. आहार पदार्थसि दोरा बांधुन छिद्राबदरे तो जठरात सोडायचा. त्यास थोडा वेळ तसेच ठेवुन थोडे पचन झाल्यावर त्यावर संशोधन करायचा. अशाप्रकारे कित्येक प्रयोग करून पचनासंबंधी अनेक नव्या विषयासचा शोध लागु शकला.

तेव्हापर्यंत जठराविषयी लोकांच्या अनेक प्रकारच्या कल्पना होत्या. जठर आपण खालेल्या केलेल्या अन्नाला शिजवते, यंत्रासारखे असते, फोडणी द्यायचा तवा आहे अशाप्रकारे कल्पना होती. डॉ.बिमांट च्या प्रयोगामुळे तोपर्यंत असलेल्या सर्व कल्पनां बदलल्या. 1882 वर्षी जुन 16 तारखेला त्यांच्या प्रयोगाच्या सारांशाला प्रकाशित करण्यात आले. हे वैद्यकीय क्षेत्रात नव्या संशोधनास सुरुवात झाली.

डॉ. बिमांट ने केलेल्या संशोधनाच्या काही गोष्टी

- 1) अन्नपचन होते वेळी जठरातील उष्णतेत कसल्याच प्रकारचा बदल होत नाही. उष्णता ( 100F/38C ) उष्णतेवर स्थीर असते.
  - 2) जठरसात अधीक प्रमाणात पाणी नसुन हैड्रोक्लोरिक आम्ल असते. या आम्लामुळे कठिण हाडसुधा टिकू शकत नाही. जठराच्या बाहेर सुधा अन्नाचे पचन करू शकते. संशोधनाच्या पुराव्याच्या आधारे असे निर्णयावर आले की, HCl हैड्रोक्लोरिक आम्ल रसायनिक क्रियेस मदत करते.
  - 3) जठरात जठरस साठवुन राहत नाही. ते जठरात अन्न पोहोचल्यावरच स्त्रावित होते.
  - 4) आहार जठरात पोहोचल्या बरोबरच पचन क्रिया सुरु होते. त्यांनी अन्न सेवन केल्यानंतर 20 मिनीटात जठरातील अन्नाची तपासणी केली.(बैलाचे मिठ टाकुन शिजविलेले मास, बटाटे, ब्रेड आणि टर्नीप तेव्हा असे निर्दर्शनास आले की, पचन क्रिया सुरु झाली आहे.
  - 5) भुक भागविण्यासाठी अन्न तोंडातुन जठरात जाने आवश्यक नाही. थेट जठरात अन्न पाठविले तरी भुक भागते. हे सिध्द करण्यासाठी डॉक्टरने सेंट मार्टीनला सकाळपासुन संध्याकाळी 4 वाजेपर्यंत उपाशी ठेवले. नंतर चमचाने थेट पोटात अन्न भरले. यामुळे मार्टीनची भुक भागली.  
वैद्यकीय क्षेत्रात पचन क्रियेसंबंधीत नवे संशोधन झाले तरी डॉ.बिमांटचे संशोधन निकाल काही प्रश्नाची उत्तरे देऊ शकले नाही जसे.
- भुक लागण्याचे कारण काय?
  - जठरात घडणाच्या गोष्टी मेंदुला कशा कळतात?
  - कुणामुळे पाचकरस जठरात स्त्रावित होतात?
  - अन्नाला पाचक रसाशी कोण मिसळते व कसे मिसळते?
  - पचन क्रिया स्वतंत्रपणे होत का? किंवा त्यात चेतासंस्था, स्नायु संस्था सारख्या इतर संस्था सुधा भाग घेतात का?

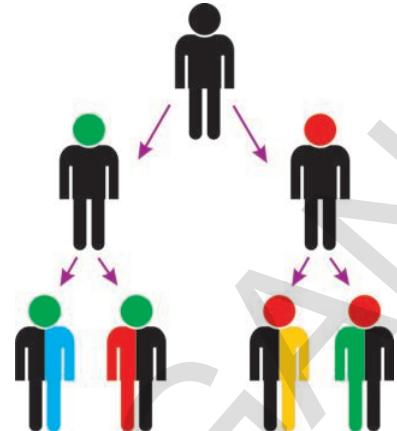
### वांती (उल्टी), ढेकर:

आपण जे अन्न खराब झालेले किंवा आपल्या शरीरास योग्य नाही असे खातो तेव्हा आपली पचन संस्था त्यास नाकारते. त्यावेळी पचन संस्थेच्या किंवा पोटाच्या भींतीस अडथळा येतो जे इन्वोलेन्टरी चेता संस्थाच्या प्रभावाखाली असतो आणि तो न पचनलेल्या अन्ना बरोबर बाहेर येतो त्यासच आपण वांती असे म्हणतो. कांही वेळेस एकदम ठेकर येतो त्यावेळेस पाचक रस मागे पुन्हा अन्न नलिकेत जातो. त्यावेळेस अल्यात आणि छातीत जळजळते याचे कारण पोटातील आम्ल वापस येते. हे स्नायूचे आंकुचन दहाव्या क्रेनियल चेतापेशीच्या प्रभावाखाली असते.

## धडा

# 8

## अनुवंशीकता -मात्यापित्यातुन अपत्यात (Heredity - From parent to progeny)



आपल्या भोवतालच्या विशाल जगाचे निरिक्षण केल्यास अगणित जीव राशी दिसतात. या जीव राशीमधील दोन गोष्टी आपणास अत्यंत आश्चर्यचकीत करतात. एकीकडे प्राण्याच्या असलेले अद्भुत वैविध्यता दुसरीकडे त्यातील संबंध हे खुप विचित्र दिसतात. सजीवांची उत्क्रांती कशी झाली समजण्यासाठी या विविधतेस आणि समतेस समजुन घ्यावे लागते. एखाद्या जीवजातीत उत्क्रांती घडली म्हटल्यास ती केवळ बदला, नाही तर बदल घडउन आणणाऱ्या कारणास सुध्दा सांगते.

उत्क्रांती कसे घडते? ही हळू स्थीरपणे घडते का एकदम अचानक घडते का? नविन जिवास किंवा भिन्न जिवास तयार करण्यासाठीच मर्यादीत आहे का?

पुनरुत्पादन या धड्यात पुनरुत्पादन प्रक्रिया व्दारे साधारणतः जन्मनारे जीव मात्यापित्या सारखी असतात किंवा काही नविन लक्षणे तयार होतात हे आपण पाहिले. नंतर घडणाऱ्या असे नविन बदल जिवराशीमध्ये ओळखण्यायोग्य नव्या लक्षणासे मार्ग करतात.

- नवी लक्षणे कशी उत्पन्न होतात?
- नवी लक्षणे उत्क्रांतीमध्ये मात्यापित्यापासुन अनुवंशीकेतेने येतात का?
- नव्या लक्षणांची उत्क्रांतीमध्ये काही भुमिका आहे का?

या धड्यात वरील सर्व विषयाची चर्चा करू या.

### नविन लक्षणे आणि विविधता (New characters and variations)

एका तुमच्या कुटुंबाविषयी विचार करा. तुमच्या आईवडीलांत व तुमच्यात कोणती लक्षणे सारखी आहेत? तुम्ही निरिक्षण केल्याच्या अंशाची पट्टीका तयार करा. डोळ्याच्या बाहुलीचा रंग (eye(cornea) केसाचा रंग, नाकाचा आकार, मुखाचा आकार, कानाचा खालचा बाजुचा जोड, (attached or free) अंगठ्याचा ठसा. पट्टीकेच्या एका बाजुला तुमची लक्षणे व दुसर्या बाजुला आई वडीलांच्या लक्षणाची मिळती जुळती आहेत का? ते लिहा.

- तुमची किती लक्षणे आईवडीलांशी मिळती जुळती आहेत?
- तुमच्या आईवडीलात नसणारी लक्षणे तुमच्यात आहेत का?
- ती वेगळी लक्षणे कोठुन आली असतील असे तुम्हाला वाटते?  
या विषयी माहिती मिळविण्यासाठी आणखी एक कृती करून पाहू या.

### कृती-1

तुमच्यातील असलेली लक्षणाची तुमच्या आजी, आजोबात असलेल्या लक्षणाशी तुलना करून तत्कात लिहा.

### तत्का-1

लक्षणे	माझ्यात आहेत	आई/वडीलात आहेत	आजी/आजोबात आहेत

- आई आणि आजीच्या लक्षणाशी मिळती जुळती लक्षणे तुमच्यात आहेत काय?
- फक्त आजीच्या एखाद्या लक्षणाशी मिळती जुळती लक्षणे तुमच्यात आहेत काय?
- तुमच्या आजीपासुन ती लक्षणे तुमच्यात कशी आली असेल असे तुम्हाला वाटते? कारण काय?
- आजीत नसुन आईत आणि तुमच्यात असणारी काही लक्षणे आहेत काय? ती कोणती लक्षणे आहेत?
- तुमच्या आईत ती लक्षणे कोठुन आली असे तुम्हाला वाटते?

### कृती-2

तुमच्या वर्गातील सहा मित्रांची निवड करून खालील तक्त्यात दिलेल्या लक्षणाचे निरिक्षण करून लिहा.

### तत्का -2

तुमच्या मित्राचे नाव	त्वचेचा रंग	कानाचे लोलक सलग्य/मुक्त	अंगठ्याचा ठसा	कपाळाची लांबी	डोळ्याचा रंग	इतर लक्षणे

- तुमच्यातील लक्षणांची एका मित्रांशी तुलना करा. आणि किती लक्षणे तुमच्या मित्राच्या लक्षणांशी मिळती जुळती आहेत ते सांगा?
- तुमच्यातील लक्षणे बहुतेक आईवडीलांशी मिळती जुळती असतात का? किंवा मित्राशी मिळती जुळती आहेत?
- तुम्ही तुमच्या आईवडीलांपेक्षा भिन्न असणे, हे मित्रापेक्षा भिन्न असणे हे एकसमान आहे असे तुम्हाला वाटते का? का?



जवळच्या संबंध असलेल्या समुहाचे जिवामध्ये असणाऱ्या लक्षणात असणाऱ्या फरकास वैविध्यता म्हणतात. वंशपरंपरेने आलेल्या लक्षणे सुधा कधी कधी वैविध्यतेस / विभिन्नतेस कारणीभुत ठरतात.

- या विभिन्नता ओळखण्या योग्य असतात काय?
- काही लक्षणे बहीर्गत लपुन असुन ओळखता न येण्यासारखी सुधा असतात. ( 9 व्या वर्गातील विभिन्नता आणि वर्गीकरण नावाच्या धड्यात एकासारखी दोन वनस्पतीवर तुम्ही केलेल्या कृत्याची आठवण करा)

### कृती-3

बटाने किंवा वालाच्या (आवन्याच्या) बियाचे निरिक्षण करा. एका निर्णयावर येण्यासाठी (सामान्नीकरणासाठी) जास्त शेंगा, बियांचे निरिक्षण करा.

- एकाच प्रकारच्या दोन बियांना पाहू शकलात का?
- बिया वेगवेळ्या असण्याचे कारण काय? (सुचना: बिज अंडातुन उत्पन्न होते हे तुम्ही पुनरुत्पादन धड्यात शिकलात)
- विभिन्नता का महत्वाची आहे? एखाद्या जिवास किंवा लोकसंख्येवर कशा प्रकारे उपयोगी ठरतात?

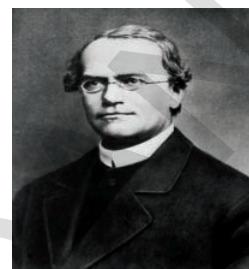
शतकानुशतके विभिन्नते बद्दल निसर्गमध्ये त्यांच्या भुमिकेबद्दल कित्येक शास्त्रज्ञ संशोधन करीत आहेत. मुख्यत: 19 व्या शतकाच्या प्रारंभी शास्त्रज्ञांनी अतोनात श्रम केले. त्याच्या श्रमाचे फळ म्हणुन विभिन्नता कशी निर्माण होते, ती पुढच्या पिढीला कशी पोहोचविली जाते. हे आपण माहित करु शकलो. 19 व्या शतकात या विषयात कित्येक प्रयोगात्मक साक्ष देणारा महान शास्त्रज्ञ ग्रिगर जॉन मेंडल (Gregor Johann Mendel) यांना अनुवंशीकरणे पितामहा ('father of genetics') असे म्हणतात.

विभिन्नता कशी उत्पन्न होतात? ती पुढच्या पिढीस कशाप्रकारे पोहोचविल्या जातात

माहित करण्यासाठी सन 1857साली ग्रिगर मेडंल यांनी संशोधन सुरु केले. मेडंल हे आस्ट्रेलीया देशातील धर्मगुरु होते. यांनी त्याचे प्रयोग करण्यासाठी प्रयोगशाळेत किंवा विश्वविद्यालयाची निवड केली नाही तर त्यांच्या चर्चाच्या बागेची निवड केली होती. सात वर्ष कार्य करून सुदिर्घ प्रयोगाच्या माहितीस संशोधनाच्या सारांशास बारकाइने वर्णन करत व्यास लिहून प्रकाशित केले.

मेडेलने अनेक वनस्पतीचे निरिक्षण केल्यानंतर बटाने वनस्पतीवर प्रयोगासाठी अनुकूल आहे असे निर्णय घेतला. त्यांनी निरिक्षण केलेल्या गोष्टी संबंधीत स्वतःला प्रश्न विचारायचे त्यानंतर एका नियोजन करून त्यांच्या प्रश्नाचे उत्तर शोधायचे असा निर्णय केला. त्यासाठी<sup>34</sup> प्रकारच्या दहा हजार बटाण्याच्या झाडावर अध्ययन केले.

बटाने वनस्पतीचे काळजीपुर्वक निरिक्षण केल्यास असे आढळून आले की, प्रत्येक वनस्पती एकमेकांपेक्षा वेगळी आहे. उदाहरणार्थ काही वनस्पती उंचतर काही ठेंगणी काहीच्या गोल पिवळ्या बिया होत्या तर काही सुरकुटलेल्या हिरव्या बिया असणाऱ्या वनस्पती होत्या, मेडंल यांनी 7 विरुद्ध लक्षणांच्या बटाने वनस्पतीस त्याच्या अध्ययनासाठी निवड केली. तत्का 3 चे निरिक्षण करा.

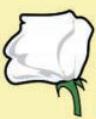
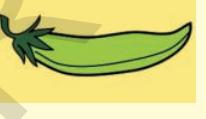
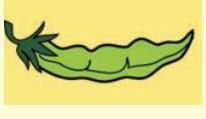
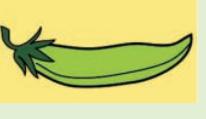
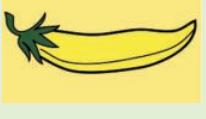


आकृती-2: ग्रिगर  
जॉन मेडंल

### तक्ता - 3

अ.क्र	गुणधर्म	माहिती
1.	फुलांचा रंग	जांभळा किंवा पांढरा
2.	फुलाची जागा	फुल हे शेंड्यावर किंवा बाजुला (जर फुल शेंड्यावर असेल तर ते खोडाच्या शेवटच्या टोकास असे.
3.	बियाचा रंग	बी हे पिवळे किंवा हिरवे असते.
4.	बियांचा प्रकार	बी हे गोल (स्मुथ) किंवा ओबडधोबड
5.	पॉटचा आकार	बी हे पुर्ण विकसित टरपालासहित साफ आणि पूर्ण झाले
6.	पॉडचा रंग	सगळे पिकलेल्या कवच (पॉड) चा रंग पिवळा असतो न पिकलेल्या भागाचा रंग पिवळा किंवा हिरवा असतो.
7.	खोडाची लांबी	पुर्ण विकसीत खोडाची लांबी एकाच वातावरणात उंच (6 ते 7 ft) बुटक्या खोडाची लांबी (3/4 ft ते 1½ ft).

तत्त्वा-3: मेडंलच्या प्रयोगातील बटाने वनस्पती F1 पिढीत संकरण चे निवड केलेली मुख्य लक्षणे

लक्षणे	बहिर्गत लक्षणे	अंतर्गत लक्षणे	F2 पिढी Dominant: Recessive	प्रमाण
फुलांचा रंग	फिकट निळा 	पांढरा 	705:224	3.15:1
फुलांचे स्थान	अक्षीय भागी 	अग्रभागी 	651:207	3.14:1
बियांचा रंग	पिवळा 	हिरवा 	6022:2001	3.01:1
बियांचा आकार	गोल 	सुरकुत्या पडलेल्या 	5474:1850	2.96:1
फळाचा आकार	सपाट (Inflated) 	घड्या पडलेल्या 	882:299	2.95:1
फळाचा रंग	हिरवा 	पिवळा 	428:152	2.82:1
खोडाची लांबी	उंच 	ठेंगणी 	787:277	2.84:1

जिवाची विशिष्ट लक्षणे अनुवंशीक लक्षणे म्हणुन बहिर्गत होतात. एक सामान्य गुणधर्म अनुवंशीक गुणधर्म म्हणुन पुढच्या पिढीत येतात. नेहमी एका लक्षणाला कारणीभुत कारकाची जोडी (factors) असते असे मेंडेलने अनुमान लावला. तसेच विशिष्ट लक्षणे एका प्रकारच्या जीवाच्या लोकसंख्येत आणखी खुप असतात. असे सुधा मेंडलने अनुमान लावला. बटाण्याचे वनस्पतीची लक्षणे निश्चितपणे त्याच्या बियात असतील. बियात ती लक्षणे जणक पिढीतुन आपत्य पिढीत आली असावी.

जनक वनस्पती त्यांनी अनुवंशीक लक्षणे (traits) बियांत कशाप्रकारे पोहोचवितात ? उंच वनस्पती नेहमी उंच वनस्पतीचीच उत्पत्ती करतात का ?

मेंडलने या प्रश्नांची स्वतः उत्तरे शोधण्यासाठी खुप प्रयत्न केले.



### मेंडलने केलेल्या प्रयोगाची उदाहरणे

कोणताही प्रयोग केला असता त्या संबंधीत गोष्टीची नोंद मेंडलने घ्यायचे खालील गोष्टीचे निरक्षण केले असता मेंडलने किती प्रयोग केले किंवा किती संकरणीकरण केले, किती वनस्पतीवर प्रयोग केले हे आपण जाणुन घेऊ शकतो.

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. पहिला प्रयोग 60 वनस्पतीवर 15 फलन | 2. दुसरा प्रयोग 58 वनस्पतीवर 10 फलन |
| 3. तिसरा प्रयोग 35 वनस्पतीवर 10 फलन | 4. चौथा प्रयोग 40 वनस्पतीवर 10 फलन  |
| 5. पाचवा प्रयोग 23 वनस्पतीवर 5 फलन  | 6. सहावा प्रयोग 34 वनस्पतीवर 10 फलन |
| 7. सातवा प्रयोग 37 वनस्पतीवर 10 फलन |                                     |



एका मुख्य लक्षणास काही पिठ्यापर्यंत बहिर्गत करणाऱ्या वनस्पतीसच मेंडलने त्याच्या प्रयोगासाठी निवडले. त्या सारख्या वनस्पती त्या लक्षणास शुद्ध जाती असे (pure breed) असे मेंडलने समजले. उदाहरणार्थ बटाण्याच्या बिया फक्त पिवळ्या किंवा हिरव्या रंगाच्याच असतात. म्हणुन आपल्या सोयीकरीता या लक्षणीय पिवळा 'Y' ने हिरव्यास 'y' ने सुचवितात. परस्पर विरुद्ध लक्षणे असुन शुद्धजातीची वनस्पतीची निवड केली.

त्यामध्ये परपरागसिंचन करून प्रयोग केले पिवळ्या पिवळ्या बियास शुद्धजातीच्या बटाणी वनस्पतीशी बटाणी वनस्पतीशी परपराग सिंचन केले असता.

मेंडलने बटाण्याची वनस्पती प्रयोगासाठी का निवडली? कारण त्यामध्ये खालील फायदे आहेत.

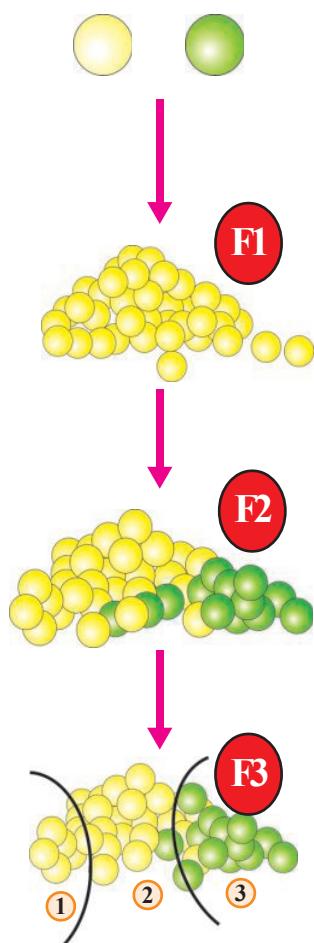
1. गुणधर्म स्पष्टपणे दिसतात.
2. हे फुल द्विलिंगी आहे.
3. यामध्ये स्वपराग सिंचन होते.
4. पराग सिंचनासाठी पण योग्य आहे.
5. ही वनस्पती विशिष्ट आहे.



### आपणास माहित आहे काय ?

बटाने हि वनस्पती एका वार्षिक वनस्पती आहे. हि तिचे जिवनचक्र एका वर्षात पुर्ण करते. जगभर अनेक प्रातांत बटाने वनस्पती सहजपणे वाढते. इ.स.पुर्व 2000 वर्षात अफगाणिस्तानमध्ये बटाने आढळून आल्याच्या ऐतिहासीक पुरावा आहे. सन 2250-1750 या काळात हरपार सध्या पाकिस्तानच्या वायव्य दिशेतील प्रातांतमध्ये बटानेची लागवड केल्याचा पुरावा आहे. तसेच गंगानदीच्या परिवाहक, प्रातांतील भारत देशातील बटानेची पिक पिकवत होते. यात विटामीन 'A, C, E, K & B' आणि Ca, Fe, Mg, Mn, P, S & Zn लवणे सुधा आहेत.





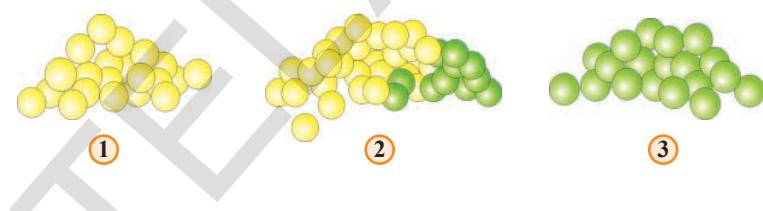
## पराग सिंचन शुद्ध पिवळ्या आणि हिरव्या वनस्पति करणे

**F1 पिढी (First Filial (F1) generation)** (पहिली पिढी किंवा संततील F1 पिढी असे मेंडलने नाव ठेवले.)

या पिढीतील सर्व बिया पिवळ्या रंगाच्या आहेत. यापिढीतील वनस्पतीमध्ये स्वपराग सिंचन केल्यास **F2** पिढी जन्मास येते.

**F2 पिढी (Second Filial (F2) generation)** [पहिल्या पिढीच्या वनस्पतीमध्ये स्वपराग सिंचन केल्यास यास दुसरी पिढी F2 पिढी असे म्हणतात. (सुमारे 75% पिवळ्या बियाचे वनस्पती आणि 25% हिरव्या बियाची वनस्पती तयार होतात) मेंडलने दुसऱ्या पिढीचे स्वयराग सिंचन करून खालील गोष्टी शोधून काढल्या.

## F3 पिढी (Third Filial (F3) generation)



1. 25% वनस्पती पासून फक्त पिवळ्या बिया उत्पत्ती करू शकल्या.
2. 75% पिवळ्या बिया, 25% हिरव्या बिया उत्पत्ती करू शकल्या.
3. काही हिरव्या बियांच्या वनस्पती फक्त 25% हिरव्या बियाच उत्पत्ती करू शकल्या. विविध प्रयोगा / निरिक्षणाव्दारे मेंडलने काही संकल्पना गृहीत धरल्या.

**पहिली संकल्पना :** प्रत्येक बटाने वनस्पतीच्या प्रत्येक लक्षणास दोन कारक ('factors') असतात. हे कारक विशिष्ट अनुवंशीक लक्षणे (trait) तयार करतात. The determining agent responsible for each trait is called a factor.



मेंडलने काळजीपुर्वक फक्त शुद्धजातीलाच प्रयोगासाठी निवडले. आपल्या उदाहरणात घेतलेल्या पिवळ्या हिरव्या बटानेच्या प्रत्येक जाती शुद्ध जनकपिढी म्हणतात. पिवळ्या रंगाची लक्षणे असणाऱ्या दोन कारक एकाच प्रकारचे असतात. म्हणजे शुद्ध जाती (जनक पिढी) पिवळ्या रंगाची बिजोत्पत्ती करते आहे. म्हणजे त्यात दोन कारक एकाच प्रकारची असतात. त्यास 'Y' असे म्हणतो.

आणखी एक शुद्ध जाती (जनक पिढी) हिरव्या रंगाचे बिजोत्पत्ती करीत आहे. म्हणजे त्यातील दोन कारक एकाच प्रकारची असतात. यास 'y' या अक्षराने सुचित करतो.

**दुसरी संकल्पना :** पुनरुत्पादनामुळे संततीतील दोन कारक एका जनकापासुन एक दुसऱ्या जनकापासुन एक घेतला जातात. ते नविन आणि विभिन्न असू शकतात.

**तिसरी संकल्पना :** संततीस प्राप्त झालेल्या दोन विभिन्न कारकात फक्त एकच बहिर्गत होते. दुसरे कारक राहते म्हणजे. 'Y' (पिवळ्या रंगास कारणीभुत कारक) बहिर्गत कारक असेल तर 'Y' 'y' हे दोन कारक असुन सुध्दा 'Y' कारकाच्या वर्चस्वामुळे फक्त पिवळा रंगच बहिर्गत होतो. म्हणुन बटाने वनस्पतीच्या बिया पिवळ्या रंगाच्या असतात.

दुसऱ्या संकल्पनानुसार परपरागसिंचनानंतर संतती एका शुद्धजातीच्या पिढीपासुन एक कारक (Y) आणि दुसऱ्या शुद्धजातीच्या जनकपिढी पासुन दुसऱ्या कारकास (y)घेणे म्हणजे संततीतील सर्व वनस्पती दोन प्रकारचे कारक 'Yy' असतात. तिसऱ्या संकल्पनेनुसार सर्व वनस्पती पिवळ्या रंगाच्या बिया तयार करतता 'Y' कारकाचे वर्चस्व जास्त असते.



जनक पिढीचे पर पराग सिंचन



♀ ♂	Y	y
Y	YY	Yy
Y	Yy	Yy

Yy ..... (पिवळा)

Yy ..... (पिवळा)

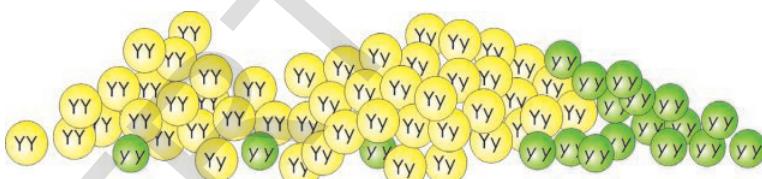
Yy ..... (पिवळा)

Yy ..... (पिवळा)

सर्व बटानी वनस्पती पिवळ्या प्रकारच्या आहे (F1-पिढी)

## F1 पिढीमध्ये स्वपराग सिंचन (Self pollination in F1-Generation)

F1पिढीत उत्पन्न झालेल्या वनस्पतीमध्ये (Yy कारक असतात) स्वपराग सिंचन घडवून आणल्यावर नव्या वनस्पतीत 'Y' आणि 'y' कारके कोणत्याही प्रकारे मिळू शकतात.



♀ ♂	Y	y
Y	YY	Yy
y	yY	yy

जसे YY, Yy, yY किंवा yy सर्व सारखे सुध्दा होऊ शकतात.

अशा प्रकारे निर्माण झालेल्या बियांच्या ढिगात सुमारे YY, Yy, yY आणि yy कारक असलेल्या बटाण्याची संख्या समान असते. Y कारक असलेल्या सर्व बिया पिवळ्या असतात. तर yy कारक असणारे मात्र हिरव्या रंगाच्या बिया असतात.

1. YY कारक असलेल्या वनस्पती सुमारे 25% असतात व पिवळ्या बटने देतात.
2. yY कारक असलेल्या वनस्पती सुमारे 25 % Yy कारक असलेल्या सुमारे 25% असतात. यासर्व पिवळ्या रंगाच्या बिया उत्पन्न करतात.
3. yy कारक असलेल्या वनस्पती सुमारे 25% असतात व हिरव्या बटानी देतात.

F1 पिढीतील काही बिया पिवळ्या रंगाची असतात. जेव्हा या बिया पेरल्या तेव्हा

पुढच्या पिढीतील वनस्पती हिरव्या रंगाच्या बिया उत्पन्न करतात. म्हणुन बियांवर वरवर लक्षणे बघुन त्याच्या अंतर्गत लक्षणांचा आपण अंदाज लावू शकत नाही.

## दृश्यरूप (Phenotype)

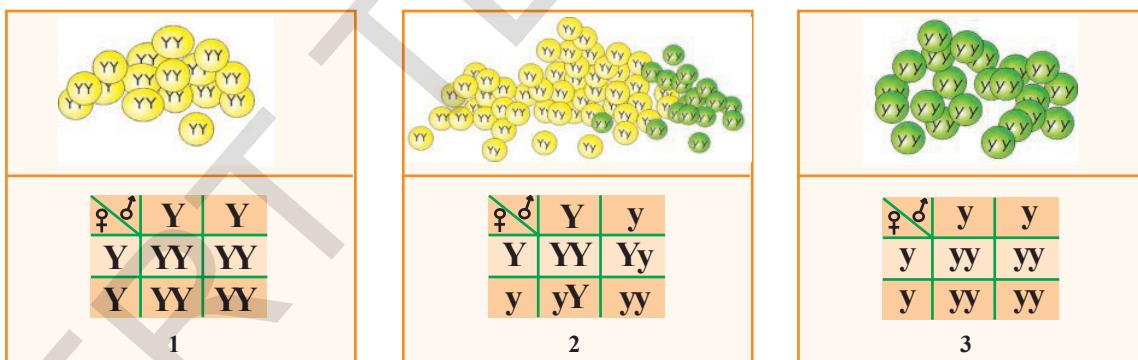
F1 पिढीत काही बिया पिवळ्या रंगाच्या असतात. त्यांना पेरल्यास 75% पिवळ्या बिया देणाऱ्या वनस्पती 25% हिरव्या बिया देणाऱ्या वनस्पती उत्पन्न करतात. म्हणुन बाहेरून दिसणाऱ्या लक्षणांना दृष्टरूप प्रमाण ('phenotypic ratio') 3:1 असते. किंवा मोनोहैब्रीड दृष्टरूप प्रमाण म्हणतात.

## जनुकरूप (Genotype)

एफ 1 या पिढीत 75% पिवळ्या रंगाच्या बियांना उत्पन्न करणाऱ्या वनस्पती 25% शुद्ध पिवळ्या रंगाच्या वनस्पती किंवा (YY) प्रकारच्या असतात. यासच समयुग्मज (homozygous) म्हणतात. हे सर्व प्रकारच्या लक्षणाची असतात. उरलेले 50% पिवळ्या बिया (Yy) प्रकाराच्या असतात. यास विषम युग्मजक (heterozygous) असे म्हणतात. उरलेल्या 25% हिरव्या बिया देणाऱ्या वनस्पती(yy) शुद्धजातीचे असतात. हे सुधार समयुग्मजक आहेत.

बटाने वनस्पतीच्या स्वरूप गुणधर्मासि संभाव्यता क्रमास Y, y अक्षराने दर्शवित आहोत. यास जनुकरूप असे म्हणतात. हे जनुकरूप 1:2:1 असतो किंवा मोनोहैब्रीड जनक रूप प्रमाण म्हणतात.

F2 पिढीच्या वनस्पतीमध्ये स्वपरागसिंचन केल्यास.



- YY कारक असलेल्या बटाने वनस्पतीमध्ये स्वपराग सिंचन केल्यास (YY) पिवळ्या रंगी बियांची वनस्पती येतात. या वनस्पती शंभर टक्के पिवळ्या रंगाच्या बिया उत्पन्न करतात. हे प्रयोगाब्दारे सिध्द करण्यात आले.
- Yy किंवा yY कारक असलेल्या वनस्पतीमध्ये स्वपराग सिंचन घडउन आणल्यास 75% पिवळ्या 25 % हिरव्या बिया देतात. म्हणजे 3:1 प्रमाणात वनस्पती तयार करतात.
- yy कारक असणाऱ्या वनस्पती केवळ हिरव्या बियाच देतात. निसर्गातील विविध गुणधर्मासि अनेक कारक कारणीभुत असतात.
- एकापेक्षा जास्त कारक असतात अशी संकल्पना सिध्द करु का ? यास मेडंलच्या प्रयोगाशी कशी सांगड घालु शकतो ? मुख्य लक्षणाच्या दोन जोड्यांना दृष्टीत ठेवुन हे प्रयोग करावे.

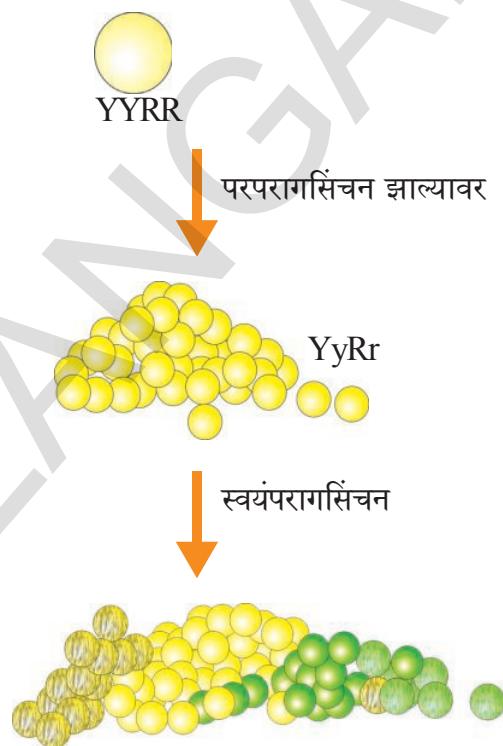
- बटण्याचा रंग- पिवळा हिरवा ‘Y’, ‘y’ ने दर्शविले जातात.
- बटाण्याचा आकार- गोल किंवा सुरक्टलेला ‘R’, ‘r’ ने दर्शविले जातात.

पिवळ्या आणि गोल ही बहिर्गत लक्षणे आहेत. आता दोन प्रकारच्या शुद्ध समयुग्मजक वनस्पतीच्या बियांना घेऊ या . एक गोल पिवळ्या प्रकारची दुसरी सुरक्टलेली हिरव्या रंगाच्या बिया घेऊ या.

सर्व बटाणे गोल आणि पिवळ्या आहेत. प्रत्येक ‘YyRr’ कारक आहेत.

कारक पिवळ्या (Y factor) आणि गोल (R factor) दोन्ही बहिर्गत लक्षणे म्हणुन (F1 पिढी ) किंवा पहिली पिढी सर्व गोल आणि पिवळ्या बियाच येतात. जेव्हा पहिल्या पिढीचे स्वपराग सिंचन केले दुसरी पिढी F2 मिळाली.

दुसरी F2 पिढी याचे स्वपराग सिंचन झाल्यास गोल, पिवळ्या (YyRr or YYRR) बिया, काही गोल हिरव्या बिया(yyRR किंवा yyRr) आणखी काही सुरक्टल्या पडलेल्या हिरव्या बिया तयार झाल्या (Yyrr किंवा Yyrr) (yyrr)



- तर एकेका प्रकारची वनस्पती किती टक्के निर्माण झाले?

दोन वेगवेगळी लक्षणे ती पुढच्या पिढीत कसे पोहोचतात याचे वर्णन करण्यासाठी मॅंडेलने स्वतंत्र वर्गाचा नियम (law of independent assortment) हा सिद्धांत मांडला. हे तुम्ही वरच्या वर्गात शिकाल. प्राथमिक माहितीसाठी धड्याशेवटी दिलेला अनुबंध वाचा.

प्रथम पिढीत फक्त कोणतेही एकच लक्षण बहिर्गत दिसते हे आपण पाहिलो. पिवळ्या हिरव्या बियामध्ये संकरीकरण केले असता, सर्व पिवळ्या बिया तयार झाल्या, असे का घडले? एका लक्षणासाठी दोन कारक समयुग्मक ('alleles') असून सुधा फक्त एकच संततीत बहिर्गत होते. दुसरे अंतर्गतच राहते असे मत मॅंडेलने व्यक्त केले. यासच बहिर्गत्व नियम (Law of Dominance) असे म्हणतात.

विभक्तीकरण नियमानुसार (Law of Segregation) कोणत्याही लक्षणास दोन कारक (pair of alleles) असतात. त्यापैकी त्यातुन एकेक कारक जनकापासुन संततीला लाभते. जनकाच्या कारकांत कोणते तरी यदेच्छ (randomly) कारक संततीला दिले जाते. यासच विभक्तीकरणाचा नियम (segregation) असे म्हणतात.

एका पिढीपासून दुसऱ्या पिढीला जाणाच्या लक्षणाना अनुवंशीक लक्षणे ( heritable traits) असे म्हणतात. मेडंलच्या बटाने वनस्पतीवर केलेल्या प्रयोगाब्दरे ते कसे अनुवंशीत होतात ते पाहिले.

### कृती -4

मेडंलच्या अनुवंशितेच्या सुत्रास (Mendelian principles of Heredity.)समजुन घेण्यासाठी खालील प्रयोग करु या.

$\text{♀}$	$\text{♂}$	पिशवी 'A'	
$\text{♀}$ पिशवी 'B'	1	2	
	3	4	

#### आवश्यकसामुग्री:

- a) ३से.मी. लांब आणि १ से.मी. रुंदीचे चार्ट चे तुकडे-16
- b) २से.मी. लांब आणि १ से.मी. रुंदीचे चार्ट चे तुकडे-16
- c) लाल गुळ्या - 16
- d) पांढऱ्या गुळ्या - 16
- e) चार्ट, स्केल, स्केचपेन, पेन्सील, २ बँगस

**प्रयोगाची पद्धत:**  $4 \times 4$  रकाने (boxes) चार्टवर काढुन आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे अंक आणि चिन्ह लिहा.

**खेळ 1:** एकसंकरीत संकरीकरण (Mono hybrid cross)(starting with hybrid parents) तुम्ही तयार केलेल्या 16 लांब आणि 16 ठेगण्या चार्टच्या पट्टीच्या घ्या. अशा जोड्या तयार करा. ज्यामुळे प्रत्येक जोडीत लांब व ठेगणी किंवा दोन्ही असतील.

आता दोन पिशवी घ्या. प्रत्येक पिशवीत 16 कागदाचे पट्ट्या असतील अशा प्रकारे पिशवीत टाका. प्रत्येक पिशवीत 8 लांब, 8 ठेगण्या पट्ट्या घ्या. पिशवी 'A' ला नर व पिशवी 'B' ला मादी समजा. आता पिशवी A आणि B पिशवी मधुन एकेक हाताला यईल ती पट्टी घेऊन पहिल्या रकाण्यात ठेवा. पिशवीतील सर्व पट्ट्या संपेपर्यंत प्रत्येक रकाण्यात दोन पट्ट्या असतील. याचे निरिक्षण केल्यास दोन लांब, दोन ठेगण्या, एक लांब एक ठेगणी अशा जोड्या दिसतील.

- दोन लांब पट्टी असलेल्या किती जोड्या आहेत ?
- दोन ठेगण्या पट्ट्या असलेल्या किती जोड्या आहेत ?
- एक लांब व एक ठेगणी असलेल्या किती जोड्या आहेत ?
- प्रत्येक प्रकारच्या किती टक्के जोड्या आहेत ? याचे प्रमाण किती ?
- या खेळाब्दरे तुम्ही काय शिकलात ?

हाच खेळ पांढऱ्या आणि लाल बटन घेऊन खेळा, आलेल्या निकालास पहिल्या खेळाशी तुलना करा. धड्याच्या शेवटी दिलेल्या अनुबंधातील खेळ खेळा आणि मित्रासोबत त्याच विषयी चर्चा करा.

## जनकापासुन ते संतीपर्यंत (Parent to progeny)

तो आजोबासारखा दिसतो, ती मुलगी तिच्या मावशी सारखीच दिसते. असे कुटुंबात म्हणतात हे आपण ऐकतो. मातापित्याची लक्षणे / गुणधर्म मुलांमुलीत अनुवंशीकपणे येतात.

मातापित्याची लक्षणे, गुणधर्म मुला, मुलींत येतात. अशा लक्षणास अनुवंशीक लक्षणे, गुणधर्म (inherited traits) म्हणतात. याचप्रमाणे बियांचा रंग, बिजकवच, खोडाची लांबी इत्यादी सुध्दा अनुवंशीक लक्षणे आहेत असे मेढंलचे मत होते.

मातापित्याची लक्षणे मुलांमुलीत येणाऱ्या क्रियेला अनुवंशीकता (Heredity) असे म्हणतात. तसेच अनुवंशीकतेमुळे एक पिढीचे गुणधर्म हे दुसऱ्या पिढीत येण्यास अनुहरण (Inheritance) असे म्हणतात.

## लक्षणे कशी बहिर्गत होतात? (How do traits get expressed?)

प्रत्येक गुणधर्म कारकाच्या एका जोडीमुळे किंवा alleles व्दारे बहिर्गत होतात अशी मैडेलने परिकल्पना केली. (contrasting expressions of the same trait) वर्तमान काळात त्या कारकास जनुक(genes) म्हणत आहेत. जनुक म्हणजे प्रत्येक केंद्रकातील एक भाग आहे. (म्हणजेच 'DNA' चा एक भाग आहे) जनुकामुळे लक्षणे किंवा गुण बहिर्गत करण्यावर नियंत्रण असते.

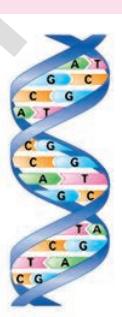


### आपणास माहित आहे काय?

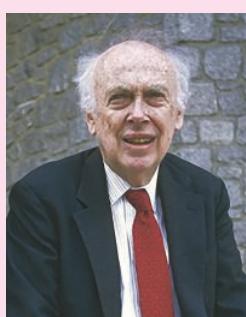
फ्रासिंस क्रिक आणि जेम्स वाटसन या शास्त्रज्ञांनी 1953 मध्ये कॅब्रीडज विश्वविद्यालयात केलेल्या संशोधनाबद्दारे DNA च्या पुर्ण रचनेचा शोध लागला. DNA अनुसर्पील (molecule) शिडीसारखा असतो असे शोधुन काढले. या आकारास व्दंद्व कुंडली (double helix) म्हणतात. यात एकांतरावर साखर आणि फॉस्फेटच्या रचना असतात. या एडीनीन, ग्वानीन, थायमीन आणि सायटोसीन (adenine, guanine, thymine and cytosine) नावाचे नत्रक्षार पायऱ्यासारखे असतात. फ्रक्लीन आणि मौरीया विकलीकन्स सुध्दा DNA संशोधनात वाटसन आणि क्रिक सोबत कार्य केले. वंशशास्त्रात नविन संशोधनाबद्दल वाटसन आणि क्रिक यांना नोबल पारितोषीक मिळाले. DNA चा रसायनिक स्वभाव जिवातील लक्षणाचे निर्धारण करतात. केस, त्वचेचा रंग इत्यादी लक्षणांची उदाहरणे आहेत. डीएनए च्या रसायनिक रचनेत छोटा बदल झाला तरी संतीच्या लक्षणात फरक पडतो. तशा फरकामुळेच विविधता (Variations) निर्माण होते.



Watson



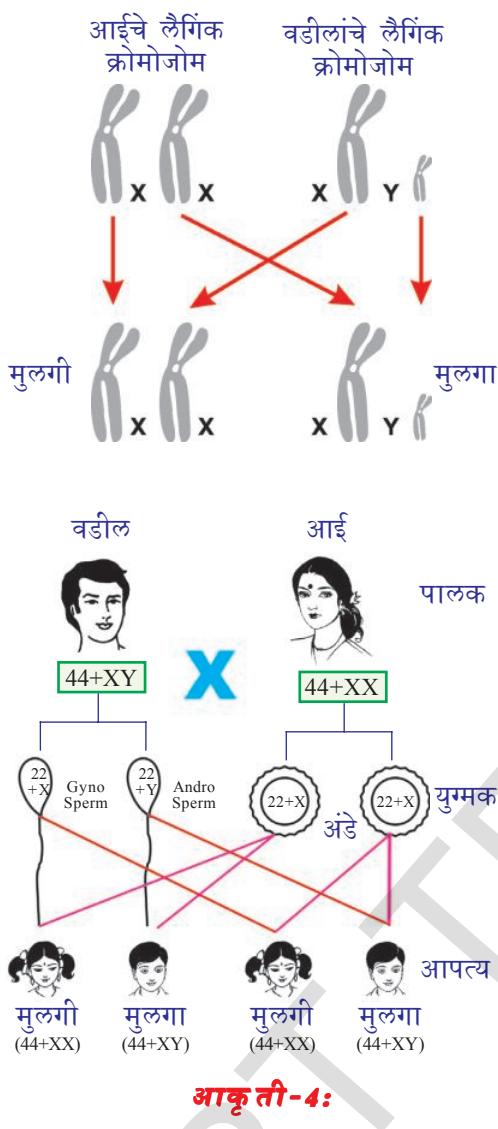
DNA



Crick

### आकृती - 3:

## मानवात लिंग निर्धारण होणे (Sex determination in human beings)



आपल्यातील लक्षणे अनुवंशीकरित्या येतात जन्मणाऱ्या शिशुच्या लिंगनिर्धारणात सुधा अनुवंशीक कारक असतात. मानवात लिंग निर्धारण कसे होते ते पाहु या. मानवाच्या प्रत्येक पेशीत 23 क्रोमोजोमच्या जोड्या (46) असतात.

त्यातील 23 जोड्याना शारीरीक क्रोमोजोम (autosomes) आणि उरलेल्या एका जोडीस लैगिंग क्रोमोजोम(allosomes or sex chromosomes) म्हणतात. लैगिंग क्रोमोजोम दोन प्रकारचे असतात. 'X' आणि 'Y'हे दोन क्रोमोजोम लिंग निर्धारण करतात. स्त्रियामध्ये दोन 'X' क्रोमोजोम (XX) असतात. पुरुषात (XY) क्रोमोजोम असतात. स्त्रियाच्या अंडुकात एकच X क्रोमोजोम असतो. पुरुषाच्या शुक्राणुत X किंवा Y क्रोमोजोम असतो. Y क्रोमोजोम असलेल्या शुक्राणु X क्रोमोजोम असलेल्या अंडुकांशी मिळाल्यास (फलन झाल्यास) XY क्रोमोजोम असलेला मुलगा तयार होतो.

- Y क्रोमोजोम असलेला शुक्राणु एकस क्रोमोजोम असलेल्या अंडुकाशी मिळून फलन झाल्यास काय होते?
- मुलगी जन्माला आली म्हणुन स्त्रिची निंदा करणे

योग्य आहे काय?

- लिंग हे लक्षण आहे का गुण आहे. यास मेडलचा बहिर्गत नियम (law of dominance) लागु पडतो काय?
- आपल्यात असलेली सर्व लक्षणे आई वडीलांसारखी असतात का?



आपणास माहित आहे काय?

### लैगिंग क्रोमोजोम चा शोध (Discovery of the sex chromosomes)

वाल्टर सेट्टोन आणि थॉमस हंट मार्गानी 1956 वर्षी फठावरील लहान माशी विषयी (ड्रोसोफिला मेलेनोगॅस्टर) कोलंबिया विश्वविद्यालयात अध्ययन केले. ड्रोसोफिला माशीत लिंग संलग्न लक्षणाचा शोध लावतांना या लक्षणास कारणीभुत जनुक क्रोमोजोमवर असतात असे ठरविण्यात आले. ड्रोसोफिलातील अनुवंशीकताबद्दल त्यांनी पुर्ण अध्ययन केले.

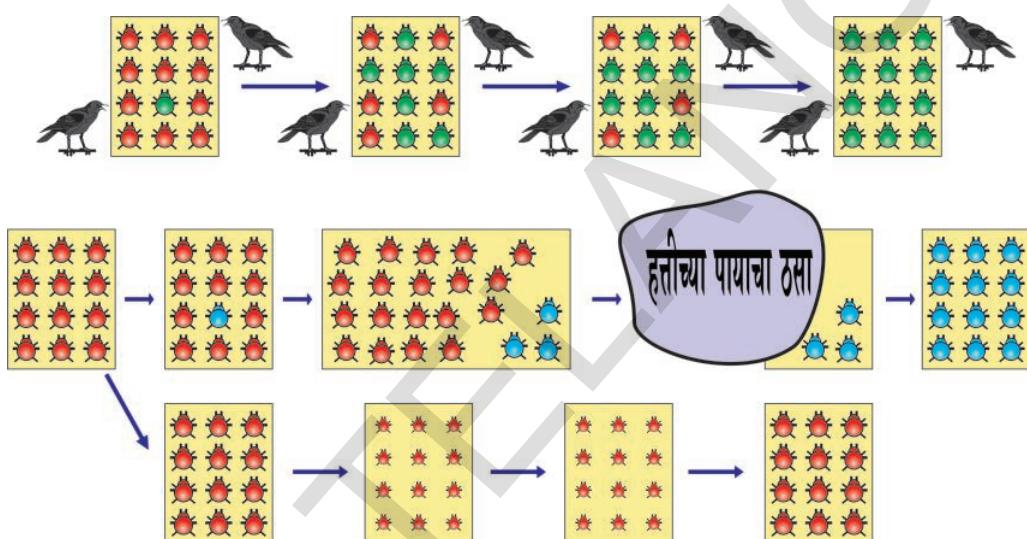
## उत्क्रांती (Evolution)

सजीवांचे पुनरुत्पती होताना विभिन्नता (Variations) विकसित झाली. लैंगिक पुनरुत्पत्तीत DNA अनुवादामध्ये काही चुक किंवा बदल झाला की, विभिन्नता घडून येते. ती विभिन्नता संतीत सुधा पोहोचते. एका किटकाच्या लोकसंख्येत परिसरानुसार कशा प्रकारे विभिन्नता घडून येते. हे समजून घेण्याचा प्रयत्न करू या.

### कृती-3

#### बिटल किटकातील विभिन्नता (Variations in beetle population)

खालील चित्राचे निरीक्षण करून बिटल च्या लोकसंख्येत विभिन्नता व त्याचा प्रभावास पाहू या.

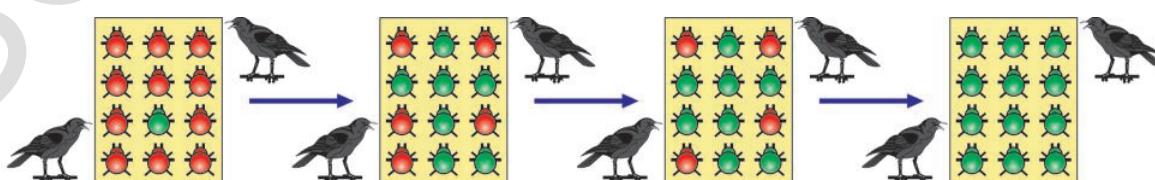


#### आकृती-5: लोकसंख्येची विभिन्नता

पहिल्या चित्रात दाखविल्याप्रमाणे 12 लाल पंखाच्या किटकास एका समुहात गृहीत धरा. ते झुडपाच्या हिरव्या पानावर निवास करतात. ते लैंगिक पुनरुत्पत्तीव्दारे संतीला जन्म देतात. म्हणुन त्यांच्या नेहमी विभिन्नता दिसून येते. समजा या लाल किटकास कावळे खातात. जर कावळ्यांनी हे किटक जास्त खाले तर त्यांची लोकसंख्येत हळुहळु कमी होते. आता विविध संदर्भाचा विचार करू या.

### संदर्भ -1

एका पंख असलेल्या किटकात पुनरुत्पतीच्या वेळी रंगात विविधता निर्माण झाली. त्यामुळे संतीमध्ये लाल रंग ऐवजी हिरवा रंग आला.



#### आकृती-6: हिरवे आणि लाल किटक

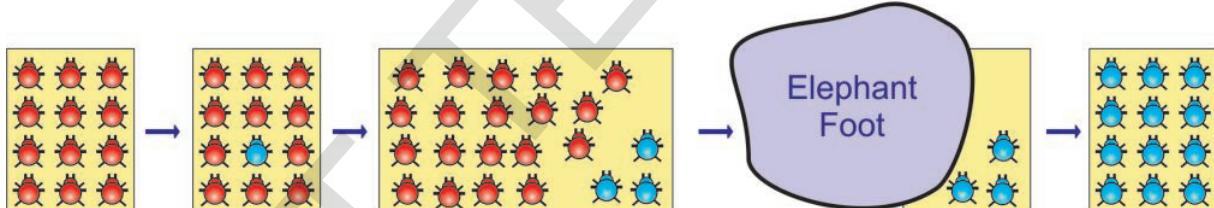
या हिरव्या किटकापासुन निर्माण होणारी पुढची पिढी हिरव्या रंगाचीच होते. कावळ्यांना हिरव्या झाडांच्या पानावरील हिरवी किटके लवकर दिसत नाही. म्हणुन त्यास खाऊ शकले नाहीत. पण लाल किटक ठळक दिसले की, त्याना खात होते. त्यामुळे हिरव्या किटकांची संख्या दिवसेंदिवस वाढली. त्याचवेळी लाल किटक कमी झाले.

रंगातील विभिन्नता लाल किटकापेक्षा हिरव्या किटकांचे अस्तीत्व टिकवून ठेवण्यासाठी सहाय्यक ठरली. दुसऱ्या दृष्टीने पाहात हिरवी किटके हिरव्यारंगाची नैसर्गिक रित्या निवड केली असे म्हणु शकतो. कावळे नैसर्गिक निवडीला, कारणीभूत ठरले हे आपण पाहु शकतो. कावळे जास्त लाल किटकांना खात गेली तर शेवटी ते शिळ्यक राहणार नाहीत. म्हणून नैसर्गिक रित्या किटकाच्या लोकसंख्येत आहारासाठी केलेल्या या प्रयत्नाला विभिन्नताबद्दारे उत्क्रांती घडली. यामुळे किटक परिसराला अनुसरून अनुकूलन (adaptation) मिळवून अस्तीत्व टिकावून ठेवण्यायोग्य केले.

आणखी एक संदर्भाबद्दल विचार करु या.

## संदर्भ - 2

या संदर्भात सुध्दा रंगात विभिन्नता घडुन येऊन पुनरुत्पत्ती व्दारे विभिन्नता नंतरच्या पिढीला दिली जाते. पण लाल रंगी किटकापासुन निळ्या रंगाचे किटक निर्माण झाले. म्हणुन निळारंगच संतीतीस प्रदान करण्यात आला. यामुळे त्यांची संख्या वाढली.



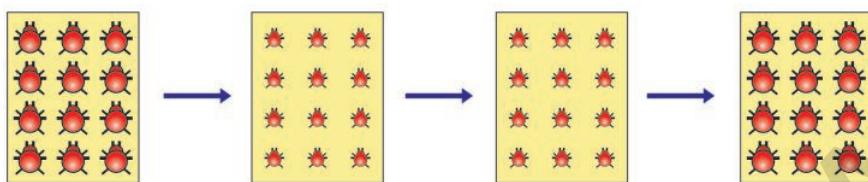
**आकृती-7: निळ्या आणि लाल रंगाचे किटक**

हिरव्या पानावर, खोडावर निळ्या व लाल रंगाचे किटक कावळ्यांना स्पष्ट दिसत होती. म्हणुन त्यांना सहज खाऊ शकत होते. आधीच्या संदर्भात किटकाप्रमाणे रंगात बदल होऊन सुध्दा ते निळ्या किटकास लाभ करु शकले नाहीत.

समजा एका लोकसंख्येत थोडे निळे किटक असुन बहुतेक लाल किटक आहेत. अशा प्रसंगी एक हत्ती येऊन किटक असलेल्या झुडपावर पाय देतो. यामुळे बहुतेक किटक मरतात. पण हळुहळु जे काही किटक जिवंत होते ते निळे किटक होते. पुन्हा किटकांची संख्या हळुहळु वाढते पण त्यांच्या लोकसंख्येत निळ्या किटकांची लोकसंख्या लक्षणात बदल घडुन येतो. लक्षणे जनुकाबद्दारे नियंत्रित केली जातात हे आपणास माहितच आहे. अशाप्रकारे अपघातामुळे जनुकाचा वारंवारीतेत (frequency) बदल घडतो यास जनुक विस्थापन (Genetic drift) म्हणतात. हे सुध्दा लोकसंख्येत विभिन्नता निर्माण करतात.

आता आणखी एक संदर्भ पाहू या.

### संदर्भ - 3



आकृती-8: कुपोषीत किटक

किटकांची संख्या क्रमाक्रमाणे वाढत आहेत. पण एकदम झाडाच्या खोडाला व पानाला एखादा रोग जडला. तेव्हा पाने नष्ट झाली किंवा पानाला रोग लागल्यामुळे किटकांना पानातुन कमी अन्नपदार्थ मिळाले म्हणुन किटके कुपोषीत होतात. म्हणुन त्याचे वजन कमी होते. पण हा बदल (DNA) जनुक पदार्थाला बदलेला नाही. किटकाचे वजन कमी होते. पण त्यांच्या जनुक पदार्थात बदल झाला नाही. काही वर्षांनंतर पानावरील रोग कमी होऊन हिरव्या पानाचे निरोगी झाड तयार झाले.

- तेव्हा किटकाच्या वजनात काय बदल घडुन येईल असे तुम्हाला वाटते?

### संपादीत आणि अनुवंशीक लक्षणे आणि उत्क्रांती (Acquired and Inherited Characters and Evolution )

लैंगिंक पुनरुत्पत्ती घडुन या जिवात पुनरुत्पादनासाठी असलेल्या विशेष उत्तीबद्दल पुनरुत्पत्ती धड्यात शिकलात. जर भुक्तमारीमुळे किटकाचे वजन कमी झाले तर हा बदल जनन पेशी(germ cells) तील DNA ला बदलू शकला नाही. म्हणुन वजन हे लक्षण अनुवंशीकतेने संततीला पोहोचविले जात नाही. उत्क्रांतीस कारणीभुत ठरत नाही. म्हणजे अशा प्रकारच्या बद्दल या प्रकारचे बदल अनुवंशिक रित्या पुढील पिठीला पोहोचविलात नाही असे समजतात. पुनरुत्पत्ती उतीला सोडुन बाकी उतीत घडणारे बदल जननपेशीतील डीएनए त बदल घडवुन आनंद नाहीत. म्हणुन एखाद्या सजीव त्याच्या जिवनकाळातील अनुभवांना त्यांच्या संततीला पोहोचविले जाऊ शकत नाही. म्हणुन हे सर्व उत्क्रांतीस कारणीभुत ठरत नाही.

### लामार्कवाद (Lamarckism)

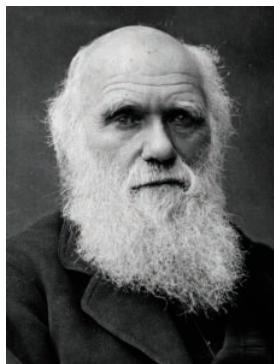
सजीवात कसल्याच प्रकारचा बदल झाला नाही नेहमी सजीव एकसारखाच आहे असा लोकांचा विश्वास होता. जॉन बाप्टीस्ट लामार्क (Jean Baptiste Lamarck)हा उत्क्रांतीचा सिध्दांत मांडणारा पहिला शास्त्र होता. काही हजारो वर्षपुर्वी जीराफ हे प्राणी हरीणासारखेच होते. जमीनीवरील अन्नाच्या अभावामुळे आणि झाडाच्या खालच्या फांद्याची पाने खाण्यासाठी जिराफला मान वर तानावी लागती असेल. उंच फांद्याची पाने खातांना निरंतर मान तानावी लागल्याने मान लांब व्हायला लागली असेल आणि काही पिढीनंतर जीराफाची मान लांब झाली असेल. अशाप्रकारे सजीव त्यांच्या अस्थित्वासाठी आवश्यकतेनुसार विकास करून घेतलेल्या लक्षणास किंवा गुणास संपादीत लक्षणे (acquired characters) म्हणतात. लामार्कच्या अभिप्रायामध्ये अशाप्रकारे संदार्पीत लक्षणांना त्यांच्या



आकृती-9:  
Jean Baptiste Lamarck  
(1774-1829)



**आकृती-10:**  
जिराफ



**आकृती-11:**  
*Charles Darwin  
(1809 – 1882)*

संततीला प्रदान केली जातात. यासच संपादीत लक्षणाची अनुवंशीकता (Inheritance of acquired characters) असे म्हणतात.

पण आगस्टस विसमन या सिधांतास उंदरावर सिद्ध करून पाहिले. त्याने उंदराच्या शेपटी कापल्या तरीही पुढच्या पिढीत शेपटी असलेली उंदीरच जन्माला आली. अशाप्रकारे 22 पिढीच्या उंदीराचे शेपुट कापुन प्रयोग केले. पण प्रत्येक वेळी शेपटीसह उंदीरे जन्माला आली. अशा प्रकारे त्यांनी सिध्द केले की, शारीरीक बदल अनुवंशीत होत नाही. म्हणुन ते पुढच्या आपत्यास येत नाहीत.

### डार्विनवाद (Darwinism )

चार्लस डार्विन यांनी नैसर्गिक निवड (Natural selection) उत्क्रांतीचा सिधांत प्रतिपादन केला.

चार्लस डार्विन (Charles Darwin (1809-1882) यांचा जन्म इंग्लंडमध्ये झाला. त्याने 22 वर्ष HMS बिगल (Beagle) नावाच्या नौकेत संशोधनासाठी 5 वर्ष प्रवास केला. गालापागस द्वीपासह (Galapagos Islands) कितीतरी प्रदेशाला त्यांना भेट दिली. त्याला प्रदेशातील वनस्पती, प्राण्याचे अध्ययन केले. तसेच अनेक माहिती व साक्ष गोळा केला.

डार्विनने गालापागस द्विपातील लहान लहान समुहातील पक्षाच्या रचनेत विभिन्नता पाहिली. त्यांना डार्विन फिंच (Finch) पक्षी म्हणतो. डार्विनने फिंच पक्षांच्या चोंचेच्या रचनेत अल्प बदल असलेला पाहिला. तो बदल पक्षांना कसा उपयोगी पडतो.

सर चार्लस लैलेने लिहिलेल्या प्रिन्सीपल्स ऑफ जियालजी (Principles of geology) हे पुस्तक डार्विनना खुप प्रभावित केले. पण भौगोलीक बदल



**आकृती-12: डार्विन फिंच पक्षी**

क्रमबद्ध पद्धतीने घडतात. अशा चार्लस च्या प्रतिपादनास डार्विन अंगीकार केला नाही अनेक लहान लहान बदल मिळून मोठा बदल घडतो. तसेच माल्थस शास्त्रज्ञाने प्रतिपादन केलेल्या ‘An essay on the principles of population’ मधील माल्थस सिधांताचा (‘Malthus theory) डार्विनवर अधिक प्रभाव असायचा. माल्थसच्या निरिक्षणानुसार लोकसंख्या geometrical progression ने (1, 2, 4, 8, ..... ) वाढते तर आकाराची आवश्यकता arithmetic progression ने (1, 2, 3, 4, 5, ..... ) ने वाढते.

या गोष्टीवर आधारीत डार्विनने नैसर्गिक निवड (“Natural selection”) नावाचा सिद्धांत प्रतिपादन केला. म्हणजे एखाद्या सजीवाचे अस्तित्व टिकवुन ठेवायचे का नाश करायचे हे निसर्गाच ठरवितो. म्हणजे कुणाचे अस्तित्व टिकवायचे हे निसर्गाच निवड करतो. उपयुक्त विभिन्नता असलौले सजीवच जिवंत राहतील. निरूपयोगी लक्षणे किंवा गुण नष्ट होतात. किंवा परिसरातुन नष्ट केली जातात.

ऑफ्रेंड रसेल वॉलेस (Alfred Russel Wallace) नावाचा शास्त्रज्ञ सुध्दा नैसर्गिक निवडीमुळे नवे सजीव जन्माला येतात असे सांगीतले. या गोष्टीस आज लाल किटकाच्या (beetles) संदर्भात पाहिलोत. त्यास कावळे खाऊन टाकले म्हणुन त्यांची लोकसंख्या परिसरातुन हळुहळु काढुन टाकल्यात आली. त्याचवेळी हिरवी किटके पानाच्या रंगात मिळून कावळ्यांना न दिसल्यामुळे जिवंत राहु शकले. म्हणुन त्यांची लोकसंख्या वाढली. यासच नैसर्गिक निवड (“natural selection”) असे म्हणतात.



### विचार करा आणि चर्चा करा

एका जंगलात दोन प्रकारचे हरीण आहे आहेत असे गृहीत धरू या. एक प्रकारचा हरीण खुप वेगात पळू शकतो. पण दुसरा तितक्या वेगात पळू शकत नाही. वाघ, हरीण, यांची शिकार करून वाघ अन्न मिळवितात. मग कोणत्या प्रकारचे हरीण जिवंत राहतील? कोणत्या प्रकारच्या हरीणांची संख्या क्रमाक्रमाणे कमी होईल? कारण काय? कल्पना करा?

विभिन्नता उपयोगी असेल तरी ती प्रोत्साहीत केली जाते. हानीकारक असेल तर ती नष्ट केली जाते. एका लोकसंख्येत जिवंत राहण्याच्या युधात बलवान सजीवच जिंकतात. निसर्ग सुध्दा उपयुक्त विभिन्नतेचा आदर करतो. प्रत्येक जात जास्त संख्येत संतती असतील असे पुनरुत्पती करते. ते आहार स्थळे पुनरुत्पत्ती मिळविण्यासाठी स्पर्धा करतात. तसेच इतर जातीच्या सजीवाशी सुध्दा स्पर्धा करावी करतात. जिगण्यासाठी जिवंत राहण्याच्या स्पर्धत बलवान जाती जगतात. यास जिवनस्पर्धा ( struggle for the existence) म्हणतात. या स्पर्धत जिंकण्यास समर्थ अति जिवन(‘fittest’ survived.) म्हणतात. क्रमाक्रमाने अशाप्रकारे नविन सजिव निर्माती होते.

तुमच्या परिसरातील वनस्पती व प्राण्यातील स्पर्धेला पाहिलेच असाल. उगवेलेल्या रोपट्यातुन जन्मलेल्या पाण्यातुन फक्त काहीच वाचतात हे तुम्ही पाहिलाच असाल. तुमच्या अनुभवाच्या आधारे समर्थ अति जिवन (survival of the fittest) समजण्यासाठी मित्रांशी चर्चा करा.

### डार्विनच्या सिद्धांताचा सारांश (Darwin's theory of evolution in a nutshell )

1. एखाद्या लोकसंख्यतील कोणत्याही समुहात विभिन्नता विकसीत होऊ शकते पण समुहातील सर्व सजीव समुहात सारखी विभिन्नता दिसुन येत नाही.
2. विभिन्नता जनकापासुन संततीला अनुवंशिकरित्या प्रदान केली जाते.
3. संततीची संख्या अधिक असेल तर तिथे जिवनस्पर्धा (struggle for their survival) सुरु होते.

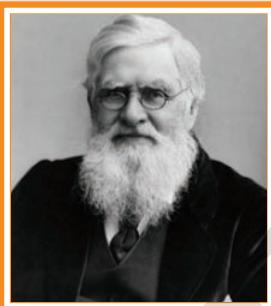
4. उत्क्रांती ही हळुहळु निरंतर घडत असते. उपयुक्त लक्षणे नसलेल्या सजीवापेक्षा, उपयुक्त लक्षणे असलेली सजीव जिवन जगण्यास पात्र असतात. म्हणुन पुनरुत्पत्तीव्दारे सजीव अधिक संतानास उत्पत्ती करतात.
5. उपयुक्त विभिन्नता असुन जिवन जगत असलेले सजीव अनुवंशिक रित्या विभिन्नतेला संतरीस प्रदान करतात. असे प्रत्येक पिढीत घडत असल्यामुळे ती विभिन्नता सर्वसाधारण लक्षण होते.
6. जर वातावरणात बदल घडला तर त्यानुसार बदल करून सजीव जिवन परिस्थितीत जिवंत राहु शकतात.
7. प्रत्येक जिवण्यातील दर्दी काळात विभिन्नतेची लक्षणे गोळा होऊन नवी जाती उत्पन्न होते. नविन जात खच्या जातीच्या वेगळी असते. भुतलावरील सर्व प्राणी या प्रकारेच जन्मास आलेले आहेत.
8. उत्क्रांती निरंतर व हळु हळु होत असते.

डार्विनच्या सिधातांच्या काही मर्यादा आहेत म्हणुन सिंथेटिक सिधांत(synthetic theory) उत्परीवर्तन सिधांत (mutation theory) पुढे मांडण्यात आले.



## आपणास माहित आहे काय?

चार्लस डार्विन आणि आल्फ्रेड रस्सेल(Charles Darwin and Alfred Russel Wallace) या दोघांचा विचार एक सारखा होता.



*Alfred Russel Wallace*

डार्विन उत्क्रांतीच्या सिधांतास तयार करीत असतांना त्याला वालेसने पाठविलेले पत्र मिळाले. त्या पत्रात वालेसने इंडोनेशिया विद्यातील त्याच्या संशोधनाबद्दल निसर्गाच्या निवडीबद्दल(Natural selection) लिहिले होते. त्याच्या कल्पने प्रमाणे वालेसचा सिधांत असल्याचे पाहून डार्विनिला फार आश्चर्य वाटले. नंतर डार्विन आणि वालेसने मिळून 'Journal of Linnaean Society' पत्रिकेत नैसर्गिक निवड याबद्दल एक निवेदिका प्रकाशित केले. त्यानंतरच डार्विनने जाती उद्गम (The origin of Species) नावाचा ग्रंथ प्रकाशित करून नैसर्गिक निवडी विषयी वर्णन केले.

## जातीची उत्पत्ती (Speciation)

### नविन जाती कशा उत्पन्न होतात? (How new species are evolved?)

एका जातीच्या लोकसंख्येत परिसराशी अनुकूल विभिन्नता पुढच्या पिढीत येते. आपण पाहिलो. तशा प्रकारे विभिन्नता निर्माण झालेले सजीव समर्थपणे जगु शकतात. पण त्याच जातीच्या सजीवास आवश्यक अनुकूलन मिळाले नाही तर ती क्रमाक्रमाने नष्ट होतात. आधी चर्चा केलेल्या लाल, हिरव्या, किटकांचे यासाठी एक चांगले उदाहरण आहे. एका लहान जातीत घडणाऱ्या लहान लहान बदलास सुक्ष्मउत्क्रांती म्हणतात. उदा. किटकाचा हिरवा लाल रंग आता आपण नवीन जात कशी उत्पन्न होते पाहू या.

या नविन जातीच्या उत्पत्तीस जातीची उत्पत्ती( species) म्हणतात किंवा स्थुल उत्क्रांती (Macro evolution)असे म्हणतात.

लाल हिरवी किटके लैगिंक संपर्काद्वारे संततीला जन्म देऊ शकतात. हे आपण जाणतो. पण लाल, हिरवी किटके काही कारणास्तव काही काळ दुरदुर राहिली, अशी कल्पना करा. (उदाहरणार्थ कावळे किटकाला चोचेत धरून खुप दुरवर कुठेतरी सोडुन दिले समजा) काही वर्षनिंतर दोन प्रकारच्या किटकात कित्येक विभिन्नता निर्माण होतात. त्यानंतर ते जरी लैगिंक संपर्कात आले तरी पुनरुत्पादन करू शकत नाही. संतती उत्पन्न करू शकत नाहीत. कोणतेही सजीव त्याच्या जातीच्या सजीवाशी लैगिंक संपर्कात आन्यानेच संतानोत्पत्ती घडुन येऊ शकते. अशा प्रकारे नविन जाती उत्पन्न होतात.

### उत्क्रांती- उत्क्रांतीचा पुरावा (Evidences of evolution)

जीवाची उत्क्रांती कशी घडली ? शास्त्रज्ञांना काहीही प्रतिपादन करण्यासाठी पुरावा हवा असतो ते सिध्द करणे फार महत्वाचे असते. त्याच प्रमाणे जैविक उत्क्रांतीला सुध्दा पुरावा आवश्यक आहे. तशाच प्रकारची काही पुराव्याची उदाहरणे पाहु या.

### रचनासाम्य व क्रियासाम्य अवयव (HOMOLOGOUS AND ANALOGOUS ORGANS)

कोणतीही लक्षणे विविध जिवांत एकसारखीच असल्यास ती एकाच पुर्वजापासुन अनुवंशीकरणे आली असे म्हणु शकतो. ब्हेलची पुढचे पंख (पोहण्यासाठी), वटवाघुळाचे पंख (उडण्यासाठी) चिताचे पाय(धावण्यासाठी) चिंचुद्रीचे पाय (खोदण्यासाठी) मानवातील हात (धरण्यासाठी) या सर्व अवयवाची अंतररचना एक सारखीच असते. याचे तुम्हाला आश्चर्य वाटेल. या सर्वांची कार्य वेगवेगळी असली तरी अंतररचना, हाडांची व्यवस्था एकसारखीच असते. यावरून असे सिध्द होते की, सर्व पृष्ठवंशी प्राणी एका पुर्वजापासुन उत्क्रांतीमुळे जन्माला आली आहेत. अशा सारख्या अवयवांना रचना साम्य अवयव (homologous organs) असे म्हणतात. अशा प्रकारच्या उत्क्रांतीस अपसारी उत्क्रांती (divergent evolution) असे म्हणतात.

अवयवाच्या आकारात सारखेपणा असला म्हणुन ते एका पुर्वजापासुन तयार झाले असावेत असे नाही. वटवाघुळ आणि पक्षांच्या पंखाबद्दल काय समजावे? पक्षी आणि वटवाघुळास पंख आहेत. खार आणि पालीला पंख नाहीत. म्हणुन खार, पाली पेक्षा पक्षी वटवाघुळ एकमेकाजवळचा संबंध असणारी आहेत.



आकृती-13: रचनासाम्य अवयव



किटकाचे पंख

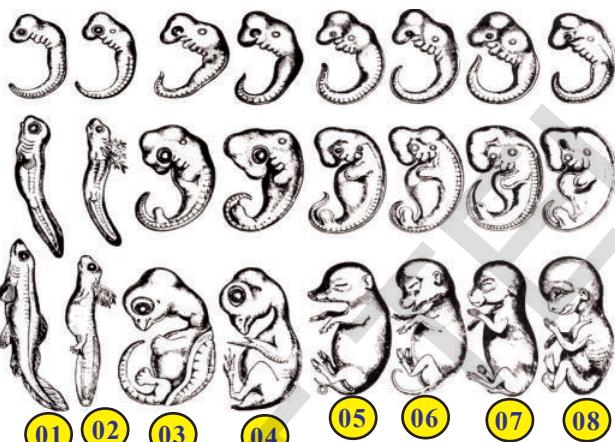
पक्षाचे पंख

या विषयी एका निर्णयावर येण्याआधी पक्षी आणि वटवाघुळाच्या पंखाबद्दल आणखी काळजीपुर्वक निरिक्षण करू या. वटवाघुळच्या पंखातील पोटामध्ये चर्म पंख (patagium) आढळून येते. पण पक्षामध्ये बाहुवर (arm) पंखाचे आवरण असते. या दोघांची रचना अवयव रचना वेगवेगळे असले तरी त्यांचे कार्य मात्र एकच आहे. त्यामुळे ते दोन्ही एकसारखी दिसत असतात. पण त्यांचे मुळ (origin) एकच नाही. रचनेत वेगवेगळी असुन सुध्दा एकसारखे काम करीत असलेल्या अवयवयांना क्रियासाम्य अवयव(analogous) म्हणतात. या प्रकारच्या उत्क्रांतीस अभिसारी उत्क्रांती(Analogous organs) या प्रकारच्या उत्क्रांतीस अभिसारी उत्क्रांती (convergent evolution) असे म्हणतात.

### गर्भविज्ञानाचा पुरावा (Evidences from embryology)

#### कृती -5

पृष्ठवंशी प्राण्याच्या गर्भपिंडाविकासातील विविध टप्प्याचे निरिक्षण करू या. त्यातील साम्य व भेद पाहून तुमच्या मित्रांशी चर्चा करा.



01. मासा 02. सालामांडार 03. कासव 04. कोंबडी  
05. दुङ्कर 06. गोरं 07. ससा 08. मानव

#### आकृती-14: गर्भविज्ञानाचा पुरावा

उत्क्रांती घडुन आताचे जिव निर्माण झाले आहेत. या कल्पनेला बळ मिळते.

### अवशेषाचे पुरावे (Evidences from fossils)

हजारों वर्षांपुर्वी निवास केलेल्या काही जाती आता नाहीत हे आपणास माहित आहे. पण ते काहींना आपण त्यांच्या अवशेषाच्या रूपात पाहू शकतो. उदा. डायनोसार सारखे मोठे शरीर असलेले प्राणी खुप खुप वर्षांपुर्वी जमीनीवर राहत होते. पण कालक्रमात ती नष्ट झाली. त्या आपण आता पाहू शकत नाही. डायनोसार सुध्दा आताच्या प्राण्यासारखेच जिवन जगत होते हे सांगण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी अनेक पुरावे गोळा केले आहेत.

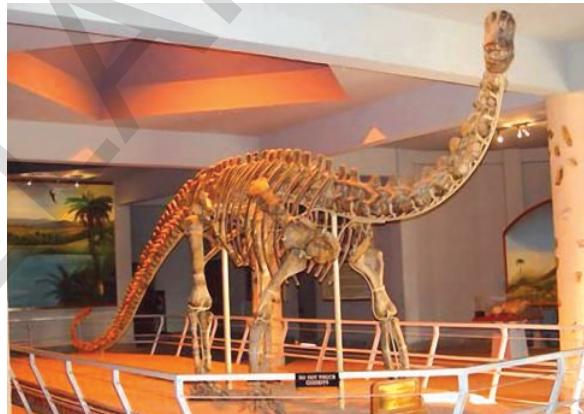
## अवशेष म्हणजे काय? (What are fossils?)

प्राचीन काळातील जिवाच्या अस्तित्वाची माहिती देणारे नैसर्गिक रित्या सुरक्षीत असलेल्या निर्जीव पदार्थासि अवशेष असे म्हणतात. पुरातन जिव किंवा वनस्पतीच्या कोणत्याही भागचा अवशेष बनु शकतो. काही विशिष्ट परिस्थितीत जिवातील कार्बन पदार्थ क्षीन होउन पुर्णतः निर्मुलन न झाल्यामुळे अवशेष तयार झाले आहेत. जमीनीच्या आतील थरात पाण्यातील गाळात अवशेष तयार होतात. प्राचीन जिवाचे शरीर भाग हाडे, दात, झाडे, बिया, पाने किंवा पायाचे ठसे इत्यादी अवशेषाच्या रूपात सापडतात. साधाराणतः मृत जिवांचे शरीरकुजुन नष्ट होत नाहीत. त्याचे अवशेष बनतात. उदाहणात एखाद्या मेलेल्या किटक चिखलात फसुन बसला आहे. असे समजा हे ते सहज नाश पावत नाहीत. चिखल हल्लु हल्लु वाळुन घटू पडण्याची वेळ आली तर त्या मातीतील किटकाचे देह नैसर्गिक रित्या जतन केल्या जाऊन ठस्याच्या रूपात उरतात. अशा खराब न होता उरलेल्या ठस्यांना अवशेष म्हणतात.



**आकृती-15: अवशेष**

अवशेषाच्या अध्ययनास जिवाश्मशास्त्र (Palaeontology) म्हणतात. भुगर्भशास्त्रज्ञ (Geologists) अवशेषाच्या काळास मोजुन सांगु शकतात. कार्बन डेटिंग पद्धतीचा वापर करून अवशेषाच्या वयाचा किंवा निवास केलेल्या काळाचा शोध लावतात. म्हणुन रेडीओ धार्मिक(radioactive) पदार्थ कार्बन युरेनियम आणि पोटाशियम आयसोटोपचा उपयोग करतात. अवशेषातील खजिन लवण किंवा अवशेष असलेल्या दगडात(शिळेत) आयसोटोपच्या अर्धजिवीत काळाला मोजुन अवशेषाच्या काळाचा अंदाज लावतात.



**आकृती-16: Dinosarus**

- कार्बनडेटिंग पद्धत, रेडीओ धार्मिक आयसोटोपबद्दल तुमच्या रसायन शास्त्राच्या शिक्षकाशी चर्चा करा किंवा वाचनालयातुन माहिती गोळा करून वर्गात प्रदर्शित करा.

किंसारस डायनोसारचे अवशेष आपल्या राज्यातील आदिलाबाद जिल्ह्यातील यामनपाली येथे भेटले. हे विशेष अवशेष सुमारे 160 मिलीयन वर्ष पुर्व जुरासीक युगाचे आहे. 14 मिटर लांब, 5 मीटर रुंद आकाराच्या अवशेषास हैद्राबादमधील बी.एम.बिल्ला सायन्स सेंटर मध्ये सुरक्षित ठेवलेले आहे.



### आपणास माहिती आहे काय?

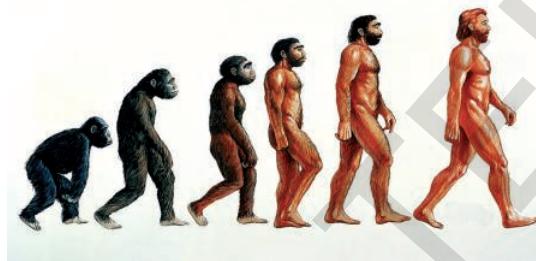
आर्कियोप्टेरिक्स (Archaeopteryx) चित्राचे निरक्षण करा. ते पक्षासारखे दिसते का? सरपटणारा प्राणी आहे काय? का दोन्हीही? दोन विभिन्न समुहाची लक्षणे असलेल्या जिवाला संधान सेतुं(connecting links) म्हणतात. आर्कियोप्टेरिक्स ला काही पक्षाचे तर काही सरपटणारा प्राण्याची लक्षणे आहेत. म्हणुन ते पक्षी आणि सरपटणाच्या प्राण्यातील संधान सेतु म्हणतात.



**Archaeopteryx**

## मानवाची उत्क्रांती (Human evolution)

<b>Diopithicus</b>	
↓	15 million years
<b>Ramapithicus</b>	
↓	2 million years
<b>Astrolophiticus</b>	
↓	
<b>Homo habilis</b>	1.6 - 2.5 million years
↓	
<b>Homo erectus</b>	1 - 1.8 million years
↓	
<b>Homo Neanderthalensis</b>	1,00,000 to 40,000 million years
↓	
<b>Homo sapiens</b>	15,000 to 10,000 million years
↓	
<b>Kromagnos modern man</b>	



पावल्या असे खुप वर्षापासुन चर्चा आहे. जिव शास्त्रानुसार मानव समुह संबंध नाही असे म्हणण्यासाठी कोणताही पुरावा नाही. म्हणुन सर्व मानव एकाच जातीचे असुन एकाच मुळापासुन उत्क्रांती घडलेली आहे. असे वरील पुराव्याब्दरे समजते.

तेवढेच नाही तर हजारो वर्षापासुन या भुतलावर मानव निवास करीत आहे. वर्तमान मानव समाजाच्या भुगोलावर कुठेही राहत असले तरी सर्व मानव आफ्रितुनच आलेले आहेत. अतिपुरातन मानव होमोसेपीयन्स येथेच आफ्रिकेत राहीले याचे पुरावे आहेत. आपल्या जनुक समाचारानुसार सुध्दा (genetic footprints) आपला मुळ पुर्वज आफ्रिकापासुन आशियात नंतर मध्य आशियात, युरेशिया, दक्षिण आशिया, पुर्व आशिया प्रांतात विस्तारीत झाले. त्यापैकी काही इंडोनेशिया विद्यासुन प्रवास करीत फिलीपिन्स वरून आस्ट्रीलीयात पोहोचले. तसे बेरींग जलसंधी ओलांडुन अमेरीका पोहोचले. ते सर्व एकाच मागानि किंवा एकाच वेळात प्रवास केले नाहीत. केवळ प्रवास करावा या उद्देशाने प्रवास केला नाही. त्यावेळीच्या गरजा, कारणांनी त्यांना प्रवास करायला लावले असतील. मुख्यत: पुढे, मागे समुहात, एकदाच काही जन वेगळे होत एकमेकांपासुन दुर होत आफ्रिके पासुन दुर आफ्रिकेच्या विविध प्रातांत प्रवास केला असेल. भुतलावरील सर्व जिव जातीप्रमाणे मानव सुध्दा उत्क्रांतीमध्ये बदललेलाच आहे. तसेच इतर जिवाशी तुलना केली असता शक्यतो सोयीकरून जगण्याचा प्रयत्न करणे.

आधुनिक मानवापासुन वर्तमान मानवाचे रूप धारण करण्यापर्यंत घडत आलेल्या उत्क्रांतीला मानवी उत्क्रांती असे म्हणतात. सर्व वनस्पती प्राण्याप्रमाणे मानवाची सुध्दा उत्क्रांती इतिहास आहे. आदिमानवा सारखे दिसणारे जिव 7 लक्ष 50 हजार वर्षापुर्वी जमीनीवर राहत होते. मानवाच्या होमोसेपीयन्स (Homosapiens) अति पुरातन अवशेष जमीनीवर मानवाचे अस्थित्व 2 लक्ष 50 हजार वर्षापुर्वी होते. हे सांगते, आता मानवी उत्क्रांतीचे निरक्षण करू.

मानवी उत्क्रांतीचे व्याचे निरक्षण करू या.

होमोहेबिल्स - 1.6 - 2.5 मिलीयन वर्षापुर्वी राहत होते.

होमोएरेक्टस 1 - 1.8 मिलीयन वर्षापुर्वी राहत होते. होमोसेपीयन्स नियांडर्टलेसीस (neanderthalensis) 2,30,000 - 3,00,000 हजारो वर्षापुर्वी राहत होते.

होमोसेपीयन्स (वर्तमान मानव) 40 हजार वर्षापुर्वीपासुन रहात आहे.

पृथ्वीवर राहणाऱ्या मानवाच्या मुख्य लक्षणात जिवनशैलीत किंत्येक विभिन्नता आढळते. खुप काळापासुन सर्व लोक पृथ्वीवर राहणाऱ्या इतर मानव जाती (human 'races') बदल चर्चा करीत आहेत. त्वचेच्या रंगानुसार काळी जात, पांढरी जात, म्हणुन ओळखले जायचे. दोन जाती वेगवेगळ्या उत्क्रांती

## निरुपयोगी अवयवांचे चालणारे संग्रह (HUMAN BEING - A MOVING MUSEUM)

उत्क्रांती घडतांना आवश्यक अवयव हळुहळु नष्ट होतात. पण तसे नष्ट हेता, निरुपयोगी उरलेल्या अवयवास निरुपयोगी अवयव (vestigial organs) म्हणतात. आपल्या पचनसंस्थेत छोट्या आणि मोठ्या आतडीवर आंत्रपुच्छ (appendix) असतो. तो मानवी पचन क्रियेत काहीच मदत करीत नाही. पण सस्यासारख्या शाकाहारी प्राण्यात मात्र महत्वाचे काम करते. मानवात आंत्रपुच्छ प्रमाणे निरुपयोगी अवयव सुमारे 180 आहेत. उदाहरणार्थ आपल्या कानाचा बाहेरचा भाग त्वचेवरील केस, पुरुषातील स्तनग्रंथी इत्यादी आहेत म्हणुन मानवास निरुपयोगी अवयवांचे चालणारे संग्रहालय(moving museum) म्हणतात.

- पुरातन मानव एकाठिकाणाहुन दुसऱ्या ठिकाणी का प्रवास करायचा? तो कशाने प्रवास करायचा?



### महत्वाचे शब्द

विविधता, संतती, लक्षणे, दृश्यरूप, जनुकरूप, समयुग्मजक, विषमयुग्मजक, स्वतंत्र वर्गाचा नियम, कारके, अनुवंशिकता, शारीरिक क्रामोजोम, लैगिंक क्रोमोजोम, नैसर्गिक निवड, रचनासाम्य अवयव, क्रियासाम्य अवयव, गर्भविज्ञानाचा पुरावा, मानवी उत्क्रांती



### आपण काय शिकलोत?

- खुप जवळचा संबंध असलेल्या जिव समुहात विभिन्नता आढळते.
- विभिन्नता एका पिढीपासुन दुसऱ्या पिढीला कसे पोहोचविले जातात हे माहित करण्यासाठी 1857 वर्षी जॉन ग्रेगर मेंडेलने संशोधन सुरु केले.
- बटाण्याच्या वनस्पतीच्या फुलांचा रंग, स्थान, बियाचा रंग, बियाचा आकार, फळाचा आकार, खोडाची उंची या सात लक्षणास प्रयोगासाठी मेंडेलने निवडले.
- बटाण्याच्या पहिली पिढीत किंवा F1 पिढीतील सर्व बिया पिवळ्या असतात.
- F2 पिढीमध्ये 75% पिवळ्या रंगाच्या बिया 25% हिरवी यासच दृष्टरूप म्हणतात दृष्टरूपाची प्रमाण 3:1
- F2 पिढीमध्ये 75%पिवळ्या रंगाच्या बियात 25% शुद्धजातीचे (YY) असुन 50% वनस्पती पिवळ्या बहिर्गत लक्षणाची, हिरव्या अंतर्गत लक्षणाची असतात. उरलेली 25% शुद्ध हिरव्या जातीची असतात. त्यासच जनुकरूप म्हणतात. जनुकरूपाची प्रमाण 1:2:1 असते.
- बटाण्याच्या वनस्पतीत प्रत्येक लक्षणास कारणीभुत दोन कारक असतात. त्यास allele असे म्हणतात.
- एका जोड लक्षणास कारणीभुत कारक इतर लक्षणावर आधारीत न राहता संततीस प्रदान करणारा स्वतंत्र वर्गाचा नियम (Law of independent assortment) म्हणतात.
- पिवळ्या आणि हिरव्या बिया देणाऱ्या वनस्पतीमध्ये संकरीकरण केल्यास संतती पुर्ण पिवळ्या बियाच देते. कारण पिवळा रंग बहिर्गत कारक आहे म्हणुन.
- जनक त्यांच्या allele मधुन कोणत्याही एका कारकास येदच्छ संततीस देतात.
- जलापासुन लक्षणे किंवा गुण संततीस येणाऱ्या प्रक्रियेस अनुवंशिकता असे म्हणतात.
- मानवी पेशीत 23 क्रोमोजोमच्या जोड्या असतात. यात 22 जोड्याना शारीरिक क्रोमोजोम व एका जोडीस लैगिंक क्रोमोजोम असे म्हणतात.

- संपादीत लक्षणास संततीव्वारे पुढच्या पिढीस प्रदान केले जातात असे लामार्कनी प्रतिपादन केले. यास संपादीत लक्षणाची निवड असे म्हणतात.
- प्रत्येक जिवजाती त्यांच्या संख्येत वाढकरण्यासाठी संतती उत्पन्न करतात. त्यामध्ये संघर्ष होऊन त्यापैकी बलवान जिंकतो.
- समरूप, अनुरूप अवयव आणि गर्भविकासाच्या विविध टप्प्याची उत्क्रांती हे सर्व उत्क्रांतीतील संबंधाचे वर्णन करण्यासाठी जिव पुरावा म्हणुन उपयोगी पडतो.
- विभिन्न सजीवात काही समान लक्षणे असु शकतात कारण हे सर्व जिव एकाच पुर्वजापासुन उत्क्रांतीचे आहे
- अवशेष हे प्राचिन युगात जगलेले जिव, पक्षी सहजप्रक्रियेमुळे पुर्णपणे नाश न होता उरलेले आहेत याचा पुरावा आहे.



### तुमच्या अभ्यासात सुधारणा करा

1. विभिन्नता म्हणजे काय ? सजीवात विभिन्नता कशा प्रकारे उपयोगी पडते ? (AS1)
2. एक विद्यार्थी (संशोधक) शुद्ध उंच वनस्पतीचे (TT)शुद्ध ठेंगण्या वनस्पतीशी संकरीकरण करु इच्छितो. तर F1 ,F2 पिढीमध्ये कशा प्रकारची वनस्पती निर्माण होण्याची शक्यता आहे ? वर्णन करा ?(AS1)
3. एका शास्त्रज्ञाने जनक उंदिराचे शेपुट कापले. तर पुढच्या पिढीतील संततीला शेपुट असेल काय ? नसेल ? तुमच्या अभिप्रायाचे वर्णन करा ?(AS1)
4. एका अंब्याच्या बागेत एका शेतकऱ्याने खुप आंबे लागलेल्या व खुप किड लागलेल्या झाडाला पाहिले तसेच त्याने दुसरे कमी किड लागलेले पण कमी आंबे लागलेले झाड पाहिले. पण शेतकऱ्यांला खुप आंबे लागणारे किटक मुक्त झाड पाहिजे. असे झाड तयार करता येईल का ? हे कसे शक्य आहे ?(AS1)
5. एक संकर संकरीकरणाचे एक उदाहरण देऊन वर्णन करा. याव्वारे कोणत्या अनुवंशीक निमयाला समजुन घेऊ शकतो ? (AS1)
6. स्वतंत्र वर्गाचा नियम म्हणजे काय ? एक उदाहरण देऊन वर्णन करा ?(AS1)
7. मानवात लिंग निर्धारण कसे घडते ? उदाहरण देऊन वर्णन करा ? (AS1)
8. डार्विनच्या नैसर्गिक निवड नियमाचे उदाहरण देऊन वर्णन करा ? (AS1)
9. विविधता म्हणजे काय ? योग्य उदाहरण देऊन स्पष्ट करा ? (AS1)
10. गाईत कशाप्रकारची विविधता आढळून येते ?(AS1)
11. मेंडल, बटाणी वनस्पतीतील कोणकोणत्या लक्षणांना प्रयोगासाठी निवडले ? (AS1)
12. मेंडेलने ट्राईट्स गुण या पदाचा कसा उपयोग केला ? एक उदाहरण देऊन स्पष्ट करा ? (AS1)
13. जनकपिढी, F<sub>1</sub> पिढीमध्ये मेंडेलने कोणते फरक पाहिले ? (AS1)
14. शिशुचे लिंग निर्धारण करणारे पुरुषच असतात. याचे तुम्ही कसे समर्थन कराल ? उत्तरासाठी फ्लोचार्ट बनवा ?(AS1)
15. समरूप, अनुरूप अवयवाबद्दल थोडक्यात वर्णन करा ? (AS1)
16. अवशेषा संबंधीत माहितीचा शास्त्रज्ञ कसा उपयोग करून घेतात ? (AS1)
17. मेंडेलने त्याच्या प्रयोगासाठी बटाण्याची वनस्पती निवडली त्याचे कारण काय असेल ? असे वाटते ?(AS2)
18. लामार्कने प्रतिपादन केलेल्या संपादीत अनुवंशीकता नियम खरा असेल तर जग कसे असते ?(AS2)
19. तुमच्या कुटुंबाच्या व्यक्तीच्या अनुवंशीकताबद्दल माहिती मिळवुन त्याचे विश्लेषण करून लिहा ?(AS4)
20. खाली उत्क्रांती संबंधीत पुरावे दिलेले आहेत. त्यावर टिपन करा.(AS4)
 

स्तनधारी प्राण्याला पक्षाप्रमाणे, सरपटारे प्राण्याप्रमाणे, उभयचराप्रमाणे चार पाय असतात. या सर्वाची रचना एक सारखीच असुन सुधा ती कार्यानुसार रूपांतरीत झाली.

21. कार्बन डेटिंग पद्धतीबद्दल माहिती गोळा करा. भौतिक शास्त्राच्या शिक्षकासोबत चर्चा करा?(AS4)
22. स्वंतंत्र वर्गाचा नियम दर्शविणारा चेकर बोर्ड व फ्लोचार्ट काढुन प्रमाणाचे वर्णन करा?(AS5)
23. मेडंलच्या प्रयोगातील एक संकरीत संकरीकरणाच्या पद्धतीला चेकर बोर्ड काढुन वर्णन करा?(AS5)
24. गत महायुगात मानव उत्क्रांती कशी झाली हे दर्शविण्यासाठी एक चार्ट तयार करा?(AS5)
25. निसर्ग फक्त उपयुक्त लक्षणांस प्रोत्साहीत करते हे दाखविण्यासाठी एक व्यंगचित्र काढा?(AS6)
26. समर्थ अति जिवन बद्दल तुम्हाला काय माहित आहे? तुमच्या परिसरात आढळणारे उदाहरण सांगा?(AS7)
27. मानवाची उत्क्रांती या विषयावर एक एकपात्री अभियन लिहा?(AS7)
28. तुमच्या परिसरातील कोणत्याही दोन सपुष्प वनस्पती घेऊन त्यातील साम्य व भेद स्पष्ट करा?(AS3)

### रिकाम्या जागा भरा

1. सजीवातील बदलाच्या प्रक्रियेस \_\_\_\_\_ म्हणतात.
2. मेडंलचे प्रयोग \_\_\_\_\_ चे वर्णन करतात.
3. स्वंतंत्र वर्गाचा नियमाचे वर्णन करणाऱ्या प्रयोगात निरिक्षण केलेली दोन लक्षणे \_\_\_\_\_ हि आहेत.
4. लालरंगीच्या फुलाच्या झाडाशी पांढऱ्यारंगी फुलाचे परागसिंचन केल्यावर निर्माण झाडापैकी \_\_\_\_\_ टके झाडाला रंगाची फुले लागतात.
5. TT किंवा YY, Tt किंवा Yy यात व्यक्त होणारी लक्षणे \_\_\_\_\_ आहेत.
6. मुलीत शारीरीक क्रोमोजोमच्या जोड्या 23 असतात. 18 वर्षाच्या वयात तिच्यात \_\_\_\_\_ शारीरीक क्रोमोजोमच्या जोड्या \_\_\_\_\_ इतक्या लैंगिक क्रोमोजोमच्या जोड्या असतात.
7. लोकसंख्या \_\_\_\_\_ श्रेणीत वाढत आहे तर आहाराची साधने \_\_\_\_\_ श्रेणीत आहेत.
8. बरोबर चालता येत नसलेली शेळी जास्त दिवस जिवंत राहु शकत नाही.डार्विनच्या नियमानुसार हे दर्शविते.
9. व्हेलचे पुढेचे पाय पोहण्यासाठी वापरले जातात. तर घोड्यातील पुढेचे पाय \_\_\_\_\_ वापरतात.
10. अवशेषाच्या अध्ययन शास्त्रास \_\_\_\_\_ म्हणतात.

### योग्य उत्तर निवडून पर्याय शब्द लिहा.

11. खालील पैकी कोणती गुलाब वनस्पती विभिन्नता नाही. ( )  
a) रंगीत आकर्षक पत्र      b) काटे      c) प्रतान (Tendrils)      d) पानाची कडा
12. मेडंल नुसार युग्मविकल्पाचे (Allele) हे लक्षण आहे. ( )  
a) जनुक जोडीने राहणे      b) लक्षणास कारणीभूत असणे.  
c) युग्मकाची निर्मिती      d) अंतर्गत कारके
13. नैसर्गिक निवड म्हणजे ( )  
a) निसर्गाब्दारे योग्य लक्षणाची निवड करणे      b) निसर्गाब्दारे अनावश्यक लक्षणे काढुन टाकणे.  
c) निसर्गा सजिवाशी क्रिया करतो      d) a, b
14. जिवाश्यमशास्त्र म्हणजे काय ( )  
a) गर्भविज्ञानाचा पुरावा      b) अवशेष पुरावे      c) निरूपयोगी अवयव      d) सर्व



## अनुबंध-I

### मेंडलचा स्वतंत्र वर्गाचा नियम (Mendel's laws of independent assortment)

आतापर्यंत आपण मेंडलच्या एकसंकरीत संकरणाबद्दल चर्चा केलोत. आता दोन लक्षणाच्या जोड्या कशा प्रकारे एका पिढीपासुन दुसऱ्या पिढीमध्ये जातात या विषयावर मेंडलने केलेल्या प्रयोगाचे अध्ययन करू या.

दोन प्रकारच्या वेगवेगळ्या लक्षणांमध्ये घडणाऱ्या संकरणास व्हिसंकरीत संकरण (dihybrid cross) म्हणतात. बटाने वनस्पती हे वरीलप्रमाणे व्हिसंकर संकरीकरण केल्यास संततीमध्ये पिवळा (YY), गोल (RR), आणि सुरकुत्या पडलेले (rr), हिरव्या (yy). रंगाचे बिज निर्माण झाले. F1 पिढीतील वनस्पतीमध्ये स्वपरासिंचन घडउन आणल्यास त्यातील लक्षणे इतर लक्षणाशी स्वतंत्रपणे मिळून F2 पिढी निर्माण झाली.

बाजुला दिलेल्या चेकर बोर्डचे काळजीपुर्वक निरक्षण करा. व्हिसंकरीत संकरणात तयार होणाऱ्या विविध प्रकारच्या संयोग ओळखा.

1. RRYY, 2. RRYy, 3. RrYY, 4. RrYy, 5. RRYY,
6. RrYY, 7. RrYy, 8. RrYy, 9. RrYy असे जनुकदृष्ट्य असलेले गोल पिवळ्या बिया आहेत.
1. RRyy, 2. Rryy, 3. Rryy हे जनक दृष्ट्य असलेले गोल हिरव्या बिया आहेत.
1. rrYY, 2. rrYy, 3. rrYy हे सुरकुत्या पडलेल्या पिवळ्या बिया आहेत.
1. rryy हे सुरकुत्या पडलेल्या हिरव्या बिया आहेत.

वरील निकालानुसार प्रत्येक लक्षणाचे कारक स्वतंत्र राहात असून युग्मकात त्यांची ओळख, कायम ठेवतात. म्हणजेच युग्मकातील दोन कारक एकमेकांपासुन स्वतंत्र राहून युग्मकाव्दारे अनुवंशिकपणे संततीला पोहोचविले जातात.

एका जोडीपेक्षा जास्त लक्षणाची अनुवंशीकता पाहिल्यास त्या लक्षणाचे कारक दुसऱ्या लक्षणावर आधारीत न राहता, स्वतंत्रपणे संततीस लाभण्यास मेंडलचा स्वतंत्र वर्गाचा नियम (“Law of independent assortment”) म्हणतात.

मेंडलचा विश्वास होता की, प्रत्येक लक्षण किंवा गुण कारकाच्या एका जोडीव्दारे (factors) नियंत्रित केली जाते. या कारकांना आता जनुक ('genes') म्हटले जात आहे. एका जनुकाकाची जोडी जी एका लक्षणास कारणीभुत असते. एका लक्षणास कारणीभुत असलेल्या जनुकाच्या जोडीला कारके ('alleles') म्हणतात. कारक दोन प्रकारचे असतात एक समयुग्मक प्रकार(homozygous type) (YY किंवा TT) दुसरा विषम युग्मकप्रकार (heterozygous) (Yy किंवा Tt) म्हणतात.

♀	♂	R Y	R y	r y	r Y
R Y	RR YY 	RR Yy 	Rr Yy 	Rr Yy 	
R y	RR Yy 	RR yy 	Rr yy 	Rr Yy 	
r y	Rr Yy 	Rr yy 	rr yy 	rr Yy 	
r Y	Rr YY 	Rr Yy 	rr Yy 	rr YY 	

9 : 3 : 3 : 1

Round yellow      Wrinkled, yellow  
 Round, green      Wrinkled, green

धडा  
9

## आपले पर्यावरण-आपले कर्तव्य



आपल्या सर्वांना आपल्या सभोवतालच्या परीसराची माहिती असते. आपल्या सभोवतालच्या परिसराचा सजीवांच्या जिवनावर फार प्रभाव पडत असतो. सजीवावर प्रभाव करणारे जैविक, भौतिक घटकासोबतच रसायनिक घटकासोबत परस्पर संबंधाना पर्यावरण(environment) असे म्हणतात. सजीव त्याच्या भोवताली असणाऱ्या सजीव निर्जीवा सोबत समतोल राखण्याचा नेहमी प्रयत्न करीत असतात. जिवावरणात (biosphere) असणाऱ्या चक्रिय पद्धतीमध्ये जिवन जगण्यासाठी प्रतिक्रिया घडतच असतात. या प्रतिक्रिया जिवन जगण्यासाठी सजीवात हळुवार उत्कांती होण्यासाठी उपयोगी पडते. जमीन, हवा, पाणी आणि सुर्यप्रकाश या सर्व भौतिक कारकाला निर्जीव घटक (abiotic factors) (land, air, water sun light) म्हणतात. आणि जैविक जिव जगण्या संबंधीत सर्व घटकाला सजीव घटक (biotic factors) म्हणतात. एक सजीव त्याला आवश्यक असणाऱ्या सर्व सोयी, गरजा पुर्ण करण्यासाठी स्वतःसमर्थ नसतात. सजीव त्याचे अस्तित्व टिकावुन ठेवण्यासाठी करणाऱ्या क्रियाचा परिणाम परिसरातील इतर घटकावर परिणाम होत असते. एकेकदा यामुळे होणारे नुकसान परिसराचा समतोल बिघडविते.

अन्नसाखळी(food chains) अन्नाचे जाळे (food webs) या विषयी जीवराशी मध्ये असणाऱ्या आहार संबंधा विषयी तुम्ही खालच्या वर्गात शिकलात. कोणत्याही एका अन्न साखळीचे निरिक्षण केल्यास एका अन्नसाखळीचा दुसऱ्या अन्न साखळीचे निरिक्षण केल्यास कोण कोणता आहार खाण्याच्या सवीयी वाढवित असतो याला समजू शकतो. अन्नाच्या जाळ्यात बाणाचे चिन्ह हे आहार घेत असल्याच्या संबंधाना सुचवित असतात. आकृती-1 मध्ये असलेल्या प्राण्यांचे निरिक्षण करा. त्यांच्या मधील आहार संबंध दर्शविण्यासाठी बाणाच्या चिन्हाचा वापर करून अन्न साखळी तयार करा.



आकृती-1: आहार संबंध

- वरील अन्न साखळीतील उत्पादक आणि ग्राहक यांची नावे सांगा?
- तुम्ही दाखविलेले बाणाचे चिन्ह काय दर्शविते?
- तुमच्या परिसरातील कमीत कमी चार अन्न साखळ्या माहित करा. त्यामधील उत्पादकाची विविध पातळीवरील ग्राहकाची नावे सांगा?

तुमच्या परिसरातील विविध अन्नसाखळीचे निरक्षण करते वेळी त्यांची लांबी फार कमी असते. चार पातळी पेक्षा जास्त नसते हे तुम्हाला आढळून येईल. एवढेच नाही तर अन्नसाखळीत उत्पादका पासुन ग्राहकापर्यंत (प्रथम, द्वितीय आणि तृतीय) जात असतांना प्रत्येक पातळीत सजीवाची संख्या कमी होत गेलेली तुम्हाला आढळून येईल.

सजीव घटकामध्ये कोणत्या प्रकारचा संबंध असतो? आहार संबंधावर दृष्टी ठेऊन परिसरामध्ये आहार उत्पादका पासुन टप्पा टप्पात ग्राहकापर्यंत पोहंचते.



#### उदाहरण:

गवत	→	गवत किडा	→	बेंडुक	→	साप	→	गिधाड
गवत	→	उंदीर	→	कोळ्हा	→	लांडगा		
गवत	→	बकरी	→	मनुष्य	→			

- अन्नसाखळ्या अधिकतर चार पातळीच्या का असतात?
- उत्पादकापासुन ग्राहकापर्यंत जाणाऱ्या सजीवाच्या संख्येत घट का होत असते?

या प्रश्नाची उत्तरे मिळविण्यासाठी खालील वर्गात शिकेलेल्या विषयाची आपण आठवण करावी. एका सजीवा पासुन दुसऱ्या सजीवापर्यंत कोणत्या प्रकारे शक्ती बदलत असते हे अन्नसाखळी दाखवित असते. या बदलात जास्त प्रमाणात (80 ते 90%) शक्ती सजीवातुन श्वासक्रियेत इतर क्रियेव्दारे उत्पत्ती झालेल्या उष्णतेच्या रूपात नष्ट होत असते. अन्न साखळीतील तिसऱ्या पातळीनंतर शक्ती फक्त उच्च स्थायी उपभोक्त्यालाच उपलब्ध असते.

जीवावरणात कितीतरी आवरण व्यवस्था असतात. भुमध्य रेषेला, धूवामधील शितोष्ण स्थितीतील फरकच भौम्यवरण व्यवस्था निर्धार करतात. याच प्रमाणे आफ्रिका मधील भुमध्य रेषेच्या जवळ असणाऱ्या किलोमंजारो (Kilimanjaro) पर्वतावर आपल्या देशातील हिमालय पर्वतावर पर्वतरोहन करतांना आवरण व्यवस्थे मधील फरक आपण जाणवू शकतो.

पर्वताच्या पायथ्याशी असणारे वर्षापात जंगले (tropical rain forest) सुरु होऊन पर्वत शिखर प्रातांत सतत बर्फ हिमपाताने समाप्त होत असते. शितोष्ण स्थितीला प्रभावित करून वर्षापात, उष्णता, सुर्यप्रकाश वरै सर्व आवरण व्यवस्था निर्माण

होतात. उदाहरणात जास्त पाऊस पडणाऱ्या ठिकाणी जंगले जास्त असतात. परंतु त्या जंगलाचा प्रकार उष्णता आणि सुर्यप्रकाश निश्चीत करीत असतात. त्याच प्रमाणे अत्यंत कमी पाऊस पडणाऱ्या ठिकाणी वाळवंटे निर्माण होतात.

अन्न साखळी शब्दा व्दरे सांगीतत्व्या प्रमाणे सजीवात आहार संबंध अत्यंत सरळ किंवा बदलाला घटू धरून बसणारा नसतो. उदाहरणात किटक भक्षण करणारे पक्षी अफाईड्स(aphids) सोबतच वरब्लर्स आणि इतर किडे सुध्दा खात असतात. दुसरे म्हणजे गिधाड विविध प्रकारच्या पक्षांना आणि लहान लहान सस्तन धारी प्राण्यांना आहार म्हणुन घेत असतो. म्हणुनच या संदर्भात अन्नाचे जाळे हा शब्द वापरणे योग्य असते. कारण काय तर हे लांब, अधीक संख्यामध्ये आहार संबंध सुचविणेच नाही तर संपूर्ण समुदाय एका संकलीष्ट अंतर संबंधाने घडत असणारा प्रकारच खन्या प्रकारे प्रतिबिंबीत होत असतो. सुर्यपासुन ग्रहन केलेली शक्ती एका पोषक स्थायी पासुन नंतरच्या पोषक स्थायीला पुरवित आवरण व्यवस्था सगळीकडे प्रसारीत होत असते.

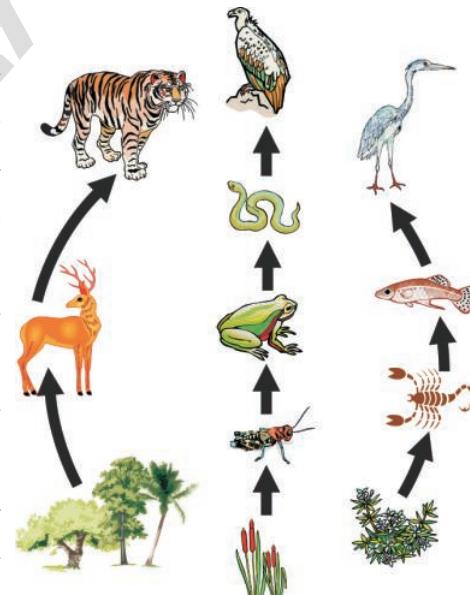
आकृती - 2 चे निरक्षण करा. या आकृतीत पानझडी ( पाने झडणाऱ्या वनस्पतीच्या ) जंगलातील निवास करीत असणाऱ्या सजीवामधल संबंध दाखविण्यात आला. अन्नाच्या जाळीतील प्राणी प्रत्येक स्थानावर हक्क ठेवुन असल्याचे आकृतीत पाहू शकतो. प्रत्येक प्राणी हा अन्नाच्या जाळीत एका विशिष्ट जागेवर असतो. त्याला त्या प्राण्याची अन्न निवास किंवा निच(niche) असे म्हणतात. उदा. पानापासुन रस शोषुन घेणाऱ्या अफाईड्स या किड्याला एक जागा असते तर पानाचे लहान लहान तुकडे करणाऱ्या किंवा छिद्र पाढणाऱ्या कॅटरपिलर्स किड्याला (caterpillars) पुन्हा एक स्थान असते. वनस्पती पासुन आहार मिळविणाऱ्या हरणासारखे प्राणी एका निचला धरून असतात. हे सर्व प्राणी पानेच खात असतात. परंतु हे प्रमाणाने आणि आहार ग्रहन करणाऱ्या पद्धतीमध्ये फरक दाखवित असतात.

म्हणुनच निच हे शब्द अन्नाच्या जाळ्यातील प्राण्याचे हक्क ठेवलेल्या स्थानाला आणि अन्नालाच नाही तर त्याचे जिवन विधान सांगत असते. आवास हे प्राण्याचे निवासस्थान असेल तर निच त्याचे व्यापार स्थान म्हणून ते प्राणी कामासाठी संचारीत प्रदेशाला आहार मिळविण्याच्या पद्धती वैगेरे सर्वासाठी स्पष्ट लागू होते.

### आकृती-2: आहार संबंध

### आवरण व्यवस्था पिरॉमीड (Ecological pyramids )

अन्न साखळीने प्राण्यामधील आहार संबंधाचे विविरण सांगीतत्व्या प्रमाणेच जिवावरण शास्त्र पिरॉमीड हे एक प्राण्यापासुन दुसऱ्या प्राण्यात जाणाऱ्या शक्ती प्रसरणा विषयी माहिती देत असते. इजिस मधील पिरॉमीड विषयी तुम्ही ऐकला असालच . अन्न साखळीतील प्राण्यामध्ये संबंध दाखविण्यासाठी किंवा वर्णन करण्यासाठी शास्त्रज्ञ पिरॉमीड या भावनेचा उपयोग करतात. विविध पोषक स्थानामध्ये आवरण व्यवस्थानाच्या निर्माणाना पिरॉमीड च्या रूपात रेखात्मक दाखविणाऱ्या चित्राला जिवावरण पिरॉमीड





### आकृती-३: इजिसचे पिरामीड

प्रकारचे आहे. 1.जिवद्रव्य राशी पिरामीड(pyramid of biomass)2. संख्या पिरामीड (pyramid of number)3. शक्ती पिरामीड (pyramid of energy) या धड्यात आपण संख्या पिरामीड आणि जिवद्रव्य राशी पिरामीड यावर चर्चा करू या.



### आपणास माहित आहे काय?

पिरामीड निर्माण हे भुमितीय आकृतीमध्ये असते. बाहेरील भाग त्रिकोणाकारात असुन त्याचे शेवटचे टोक वर मिळत असतात. पिरामीडचा खालच्या भाग ही त्रिमुखीय किंवा चतुमुखीय किंवा बहुमुखीय आकारात असु शकतो. चतुराकार पिरामीड मध्ये खालचा भाग चतुराकार असुन बाहेरील वरचा भाग मात्र त्रिभुजाकारात असते. साधारण पणे पिरामीड या आकारात असते.

### संख्या पिरामीड (Pyramid of numbers )

सजीवावरील आहार संबंधावर अभ्यास करणेच नाही तर जिवशास्त्रज्ञ पोषक स्थायीमध्ये सजीवाच्या संख्यासोबत तुलना करण्यासंबंधी सुध्दा लक्ष केंद्रीत केले आहे. एक अन्नच्या जाळीचे उदाहरण घेऊन

प्रत्येक पोषक स्थायी मध्ये असणाऱ्या सजीवाच्या संख्येची तुलना करीत अंदाज करू या. सजीवाच्या संख्येच्या तुलनेत खुप जास्त, जास्त अनेक, कमी, अत्यंत कमी या पदाचा वापर करावा लागतो. सजीवाच्या संख्यामध्ये कोणतातरी संबंध आहे काय? विविध पोषक स्थायीमध्ये सजीवाच्या परिमाणांना तुलना करू शकतो काय?

अन्न साखळीतील सजीवाच्या संख्येला पिरामीड या रेखाचित्राव्दरे दर्शविता येते. पिरामीड मधील प्रत्येक भाग हा अन्न साखळीतील प्रत्येक पोषक पातळीमधील सजीवाची संख्या सुचविते. प्रथम उपभोक्ता पासुन तर खुप मोठ्या मांसाहरी पर्यंत अन्नसाखळीतील प्रत्येक पोषक पातळीत, साधारणता: सजीवाचे आकाराने वाढत



आकृती-४: संख्या पिरामीड

असते. परंतु सजीवाची संख्या मात्र कमी होत असते. उदाहरणात आकृती -5 चे निरिक्षण करा. जंगलामध्ये एफाईड्स लहान लहान जास्त संख्येत असतात. परंतु लेडीबर्ड जो एफाईड्सला आहर म्हणुन

“Ecological pyramid” असे म्हणतात. ब्रिटीश आवरण शास्त्रज्ञ चार्ल्स एलटान (Charles Elton)यांनी 1927 मध्ये सर्व प्रथम जिवावरण पिरामीड रेखाचित्राचा शोध लावला. जिवावरण पिरामीड मधील खालचा पिठभाग उत्पादक(first trophic level)(प्रथम पोषक स्थान) त्यावरील क्रमाने इतर पोषक स्थान (प्रथम, द्वितीय आणि तृतीय उपभोक्ता) हे एकावर एक असे पिरामीड शिखरापर्यंत असते. जिवावरण पिरामीड तीन

ग्रहन करतो तो आकाराने मोठा असतो. परंतु संख्या मात्र कमी असते. या लेडीबर्डला खाणाच्या किटकांना आहार म्हणून ग्रहन करणारा किटकपक्षी (गिधाड) हा यापेक्षाही मोठा असतो. परंतु संख्या मात्र खुप कमी (दोन पर्यंत असु शकते) असते. या संबंधाला पिराँमीडच्या रूपात स्पष्टपणे दाखविता येते.

- खाली दिलेल्या अन्नसाखळीला संख्या पिराँमीड मध्ये रेखाटा
  - (i) वडाचे झाड → किडे → सुतारपक्षी
  - (ii) गवत → ससा → लांडगा
- दोन्ही अन्नसाखळ्या व संख्या पिराँमीड एक सारख्या आहेत काय? मागील उताऱ्यात दिलेल्या उदाहरणाच्या तुलनेत या दोन्ही अन्न साखळ्या समान आहेत आहेत काय?
- जर यामध्ये फरक असेल तर कोणता फरक आहे?



**आकृती-5: संख्या पिराँमीड**

साधारण पणे सर्व जिवावरण व्यवस्था संख्या पिराँमीड आकार हा सारखाच असतो. काही परिस्थिती मध्ये म्हणजे एक झाड उत्पादक असल्यास किंवा कोणत्यातरी पोषक पातळीत सजीवांची संख्या उत्पादका पेक्षा जास्त असल्यास पिराँमीडची रचना बदलत असते. पिराँमीडची रचना कोणत्याही प्रकारची असली तरी उत्पादके खालच्या पिठभगालाच असतात.

### जिवद्रव्यराशी पिराँमीड (Pyramid of Biomass)

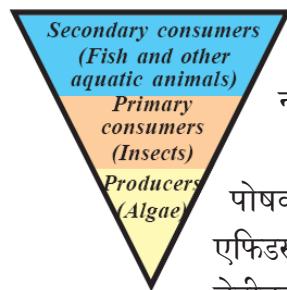
#### जिवद्रव्यराशी म्हणजे काय? (What is biomass?)

प्रकाश संश्लेषण क्रियेत सुर्यप्रकाशाच्या मदतीने कार्बनडाय आक्साईड स्थापने व्दरे निर्माण झालेले जिवसंबंधीत कार्बन पदार्थलाच जिवद्रव्यराशी म्हणतात. यामध्ये झाडे, झुडपे, पिके, गवते, शेवाळे, जलवनस्पती, शेतीत आणि जंगलात निर्माण होणारे व्यर्थ पदार्थ (अवशेष) आणि सर्व मानव, प्राणी आणि वनस्पती विसर्जित करणारे सर्व व्यर्थ पदार्थ हे जिवद्रव्य राशीच होय. कोणत्याही प्रकारच्या प्राणी किंवा वनस्पतीच्या सामुग्री पासुन उर्जात रूपांतर केल्यास त्यास जिवद्रव्यराशी असे म्हणतात. जिवद्रव्यराशीना उर्जा उत्पत्तीसाठी वापरल्यास त्याला जिव उर्जा (bio fuel) असे म्हणतात.

प्रत्येक पोषक पातळीतील जिवद्रवराशी आकारानी विविध पोषक पातळीमध्ये असलेल्या राशी मधील संबंध माहिती देत असते. भु परिसंस्थेमध्ये उत्पादकापासुन मांसाहारी पर्यंत जिवद्रव्यराशी क्रमाक्रमाने कमी होत असते.

- पिराँमीड नेहमी शिराभिमुख आहे याचे कारण काय?

जल परिसंस्थेमध्ये उत्पादके असणारे पाण्यात तरंगणाच्या वनस्पती जिवद्रव्यराशी होय. यांना आहार म्हणून घेणारे क्रिस्टेयीयन(crustaceans) आणि शाकाहारी मासे



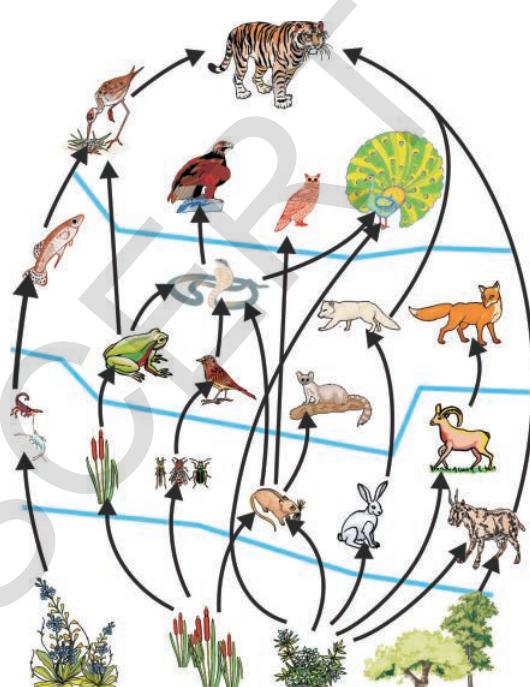
जीवद्रव्यराशी  
पिरॉमीड

जिवद्रव्यराशी पेक्षा फार कमी असतात. लहान मास्यांना खाणाऱ्या मोठ्या मासाहरी मासोळ्या जिवद्रव्य राशी या फार जास्त असतात. म्हणुनच या प्रकारचे पिरॉमीड हे उलटे असते. अन्न साखळीमधील एक पोषक पातळी पासुन नंतरच्या पोष पातळीशी 10 ते 20% पर्यंत जिवद्रव्यराशी बदलत असतात. संख्या पिरॉमीड उलट फिरविल्यास जिवद्रव्यराशी पिरॉमीड निर्माण होतो. पोषक पातळीच्या मधील आहार संबंधाना माहित करण्यासाठी सुलभ असते. एफिड्सची संख्या गवतावर आधारीत उत्पत्ती केलेल्या जिवद्रव्यराशीला सुचवितात. लेडीबर्ड जिवद्रव्यराशीला हे आधार होतात. याच प्रमाणे या जिवद्रव्यराशी अन्न साखळी पर्यंत चालु असतात. म्हणजे आवरण व्यवस्थेमध्ये जिवद्रव्यराशी एका पोषक स्थायी पासुन नंतरच्या पोषक पातळीशी आहार बनत असतो असे आपण थोडक्यात सांग शकतो.



### आपणास माहित आहे काय?

अवशेष इंधनावर (जमीनीमध्ये मृत शरीरावर अवायु विघटन (anaerobic decomposition) प्रक्रियेव्वारे या नैसर्गिक प्रक्रिये पासुन तयार होणारे इंधन जसे कोळसा, पेट्रोल) आपला असणारा आधार कमी करण्यासाठी वायु प्रदुषण कमी करण्यासाठी जिवद्रव्यराशीचा सुध्दा एक इंधनाचे साधन म्हणुन उपयोग करू शकतो. जिवद्रव्यराशींना इंधन म्हणुन वापरीत असतांना सुध्दा कार्बनडाय आक्साईड बाहेर पडत असतो. परत हा वायु हवेत मिसळल्या जाते.



आकृती-6: जिवद्रव्यराशी चे पिरॉमीड

एका पोषक पातळीतील जिवद्रव्यराशीतीच्या खालच्या पातळी मधील जिवद्रव्यराशी पेक्षा कमी असते. कारण म्हणजे जिवद्रव्यराशी म्हणजेच उपलब्ध असणाऱ्या सर्व आहाराचे मोजमाप होय. प्राणी त्याचे अन्न खात असतांना त्यापैकी फक्त काही भागाचे नविन उत्ती तयार करण्यासाठी उपयोग होतो. जो नंतरच्या पोषक पातळी साठी आहार म्हणुन वापरल्या जाते. आहार म्हणुन ग्रहन केलेल्या जिवद्रव्यराशी जास्त प्रमाणात विसर्जित किंवा उर्जा निर्मीतीमध्ये उपयोग केल्या जात नाही.

प्राण्यामध्ये त्यांनी ग्रहन केलेल्या आहाराचे शारीरीक उत्तीमध्ये बदलविण्याचे सामर्थ कमी असतात. म्हणुन जिवद्रव्यराशी पिरॉमीड व्वारे माहित होते. उरलेल्या आहाराचे पचन न होताच विसर्जन केल्या जाते किंवा पोषक सारख्या क्रियेसाठी आवश्यक असणाऱ्या उर्जा उत्पत्तीसाठी श्वसन क्रियेमध्ये त्याचे विघटन केले जाते. खुप प्राणी त्यांनी ग्रहन केलेल्या अन्नापैकी शरीरातील उत्ती तयार करण्यासाठी 10% पेक्षा जास्त वापरत नाही. काही शाकाहरी प्राणी यापेक्षा कमी वापरतात. माशांना आहार म्हणुन घेणाऱ्या मानव आहाराच्या एका अन्नसाखळीचे उदाहरण घेऊन

पुन्हा सविस्तर माहिती मिळवू या. या अन्न साखळीत समुद्रातील पाण्याच्या पातळीवर तरंगणाच्या जल वनस्पती(plant plankton)या उत्पादके असतात. या वनस्पती सुर्य किरणापासुन उर्जा शोषतात. पाण्यावर तरंगणारे प्राणी (animal plankton)या वनस्पतीना आहार म्हणुन ग्रहन करतात. या पाण्यावर तरंगणाच्या प्राण्यांना मासे खात असतात. अन्नसाखळीत शेवटी मांशाना आहार म्हणुन मनुष्य खात असतो.

वरील अन्न साखळीचे जिवद्रव्यराशी पिरांमीड खालील प्रमाणे दर्शविता येते. वरील अन्न साखळीत प्रत्येक पोषक पातळीत सुमारे 90% आहार नष्ट होत असतो. 1000 किलो पाण्यात तरंगणाच्या वनस्पती 100 किलो पाण्यावर तरंगणाच्या प्राण्यांच्या उत्पत्तीसाठी उपयोगी पडते. हे 100 किलो प्राणी 10 किलो मासे उत्पत्तीसाठी उपयोगी पडते. परत हे मासे मानवातील 1 किलो उत्ती निर्मीती साठी उपयोगी पडतात. या जिवद्रव्यराशी उत्पादक प्रक्रियामध्ये वनस्पतीमध्ये (उत्पादकामध्ये) निक्षिप्र स्थितीज उर्जा ( potential energy) ही सुर्यापासुन प्राप्त होते. ही उर्जा वरील पोषक पातळी पर्यंत पोहचण्याच्या थोड्या वेळातच नष्ट होत असते. अन्न साखळीमध्ये उत्पादकाच्या जवळ असणाच्या प्राण्यांना जास्त उर्जा उपलब्ध असते. अन्न साखळीमध्ये पोषक पातळीची संख्या कमी असल्यास शेवटच्या स्थानावरील प्राण्यांत जास्त शक्ती मिळत असते.



### उर्जा पिरांमीड (Pyramid of Energy)

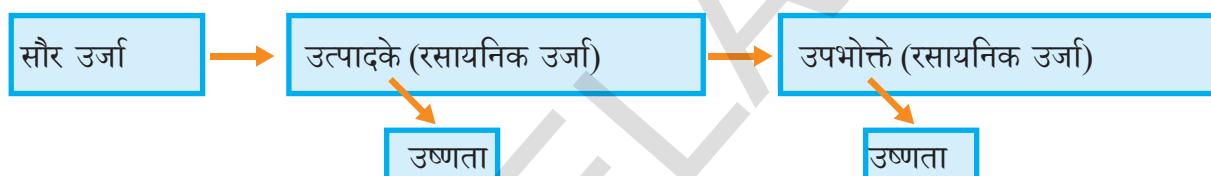
सजीवाच्या वाढीसाठी आणि शरीरभागाच्या निर्माणासाठी कमजोर झालेल्या भागाला पुन्हा मजबूत करण्यासाठी आवश्यक असणारे पदार्थ आणि उर्जेसाठी आहार (अन्न हेच मुख्य साधन आहे) हे स्वाभाविक दृष्ट्या रसायनिक उर्जा होय. या उर्जेला स्थीतीज उर्जा मध्ये ( potential energy) साठविल्या जाते. नियमीत पदार्थाचे ग्रहन करण्यासाठी सेंद्रीय पदार्थाच्या उत्पत्तीसाठी आणि सेंद्रीय पदार्थापासुन असेंद्रीय पदार्थात बदलविणे, यांना बाहेर सोडण्यासाठी सजीवामध्ये अनेक प्रकारच्या यांत्रिक क्रिया(mechanisms) असतात. वनस्पती जमीनीतुन खनिजे शोषण करीत असतात. हे खनिजे पाण्यासोबतच मुळाव्दारे वनस्पतीमध्ये शोषल्या जाते.

सजीवाच्या अस्तीत्वासाठी प्रकाश संश्लेषण क्रिया (Photosynthesis) ही फार महत्वाची आहे. सुर्यप्रकाश, कार्बनडाय आक्साईड आणि पाणी हे निर्जीव असलेल्या तरी हे सजीवासाठी फार आवश्यक असते. उत्पादक असणाच्या हिरव्या वनस्पती या पदार्थाना उर्जेच्या रूपात (अन्न) बदलवून सजीव जगाला उपभोक्तात्यांना उपलब्ध करतात. उत्पादका पासुन विविध उपभोक्ता पर्यंत आहार आणि उर्जेची अदलाबदल समजून घेण्यासाठी अन्न साखळी, अन्नाची जाळी या मदत करतात. वनस्पती किंवा प्राणी किंवा दोन्हीही पासुन आहाराचे ग्रहन केल्याने प्राण्यांना आवश्यक ते खनिजे मिळत असतात. ही खनिजे नेहमी जमीनीतुन काढून शोषुन वनस्पती त्या स्वतःचा भाग बनविते. आणि नंतर याच वनस्पतींना प्राणी ग्रहन करून त्याच्या शरीराचा भाग बनवितात.

तुम्ही घेणाऱ्या आहारातुन विविध पदार्थाची निवड करा. ते मिळविण्यासाठी साधणे माहित करा. उदा. दही प्राप्त होण्याच्या पद्धतीची माहिती घेऊ या. या दहीला दुधापासुन तयार करतात. दुध हे गायीपासुन मिळत असते. गाय आपला आहार म्हणुन गवत खात असते. गवत हे प्रकाश संश्लेषण क्रियेव्दारे त्याचे अन्न तयार करीत असतात. म्हणुनच कोणत्याही आहाराची उत्पत्ती ही हिरव्या वनस्पती पासुनच होत असते.

सजीव एकदा अन्न खाल्यानंतर त्या अन्नापासुनच उर्जा प्राप्त करून विविध प्रकारच्या क्रिया चालवित असतो. खालेल्या सर्वच अन्नाचे पचन होत नाही. ते शरीरात शोषल्या जात नाही. प्राणी संबंधीत अन्नातील केस, पिसे, किटकाचे बाह्य अस्थीपंजर, मऊ हडे (cartilage) हाडे आणि वनस्पती संबंधीत आहारातील सेल्युलोज (cellulose) आणि लीगनीन(lignin) हे खुप सांच्या प्राण्यात पचविले जात नाही. अशा प्रकारच्या पचन न झालेल्या पदार्थाना विसर्जक अवयवाब्दारे किंवा उलटी ब्दारे शरीराच्या बाहेर पाठविले जाते.

शोषण केलेली उर्जा (श्वसन क्रिया आणि विसर्जन क्रियेबद्दारे नष्ट झालेली उर्जा) वाढीच्या आणि प्रजननाच्या क्रियेबद्दारे शरीरातील नविन जिवद्रवराशी तयार करण्यासाठी उपलब्ध असते. मरण्याब्दारे, बिमारी ब्दारे किंवा वार्षिक पानझड यामुळे सजीव काही प्रमाणात जिवद्रव राशी नष्ट करतात. ही जिवद्रव राशी विघटीत अन्नाच्या साखळीबद्दारे म्हणजे सजीवाच्या मरण्यानंतर त्याचे विघटन होउन (हवा, पाणी आणि जमीनीत) वातावरणात मिसळतात. उरलेली जिवद्रवराशी शाकाहारी किंवा परपोषीचा आहार म्हणुन उपयोगात येऊन त्यामधील उर्जा आवरण व्यवस्थेमध्ये नंतरच्या उच्च पोषक स्थायी पर्यंत प्रवेश करते.



शरीरामध्ये पदार्थाचे पोहचणे नंतर सजीव मरणे आणि त्याचे शरिर कुजुन विघटीत होणे हे जमीनीत पाण्यात हवेत मिसळणे हे सतत चक्रप्रमाणे घडत असतात. सजीव आणि पर्यावरण मध्ये होणाऱ्या पदार्थाच्या प्रसरणाला पदार्थ चक्र किंवा लवणे प्रसरण किंवा जिव भौतीक रसायन चक्र असे म्हणतात. (Biogeochemical cycles) (तुम्ही या विषयी 9 व्या वर्गात शिकला आहेत.

सुर्योपासुन मिळालेली सौरउर्जा आवरण व्यवस्थेतील (ecosystem) उत्पादका मध्ये प्रवेश करीत असतात. हिरव्या वनस्पती आणि प्रकाश संश्लेषण क्रिया घडवुन आणणारे जिवाणु ज्यामध्ये हरीतद्रव्य असतात. या शिवाय सौरउर्जेला कोणीही शोषण करू शकत नाही आणि तीला रसायनिक उर्जेत (अन्न) रूपांतर करू शकत नाही.

उत्पादकापासुन ही रसायनिक उर्जा उपभोक्तापर्यंत एका पोषक स्थायी पासुन नंतरच्या पोषक स्थायी मधील सजीव त्यांनी शोषण केलेल्या शक्तीचा वापर करून विविध कार्यासाठी, वाढीसाठी आणि प्रजनना सारख्या क्रियेसाठी उपयोग करीत असतात. कारण जैविक उर्जाचे परिवर्तन हे कमी असते. यामध्ये भरपुर प्रमाणात चयापचयीक अन्नउर्जा नष्ट होत असते. उष्णतेचा उपयोग नसतो.

नंतरच्या पोषक स्थायी मधील सजीवांना उर्जेचा काही भागचे पोहचत असतो. या विषयी सजीवांत, मानव निर्मात यंत्रात जास्त फरक नसतो. कार सारख्या वाहणातील इंजनात उपयोगत आणणारे पेट्रोल हे संपुर्ण गतीउर्जात न बदलता बच्याच प्रमाणात उष्ण रूपात सुधा नष्ट होत असते. सहज आवरणातील उर्जा ही विविध कार्यासाठी

उपयोगात आणली जाते. या क्रियेत निर्माण होणारी उष्णउर्जा परत आवरण व्यवस्थेमध्ये(ecosystem) मिसळत असते.

## मानवी कार्याचा परिसंस्थेवर प्रभाव (THE EFFECTS OF HUMAN ACTIVITIES ON ECOSYSTEMS)

मानवी कृत्यामुळे प्रदुषणाचा आवरण व्यवस्थावर कशाप्रकारे परिणाम होत असते. हे आपण खालच्या वर्गात शिकलो आहोत. व्यवसायासाठी जंगलतोड केल्यामुळे आवरण व्यवस्थेवर वर घातक बदल घडुन येत आहे. यामुळे प्रत्येक पोषक स्थायीमध्ये सजीव कशाप्रकारे प्रभावित होत आहे हे समजण्याच्या प्रयत्न करू या.

चला तर आता सरोवर परिसंस्थेचा अभ्यास करू या. वातावरणातील घटक त्याची अंतरक्रिया आणि मानवी हस्तक्षेपाच्या पडणारा प्रभाव याची खालील कथेतुन माहित करू

### कोलेरु सरोवराची कथा (Story of Kolleru Lake)

जगातील गरीब लोकांना पौष्टीक आहार पुरविण्यसाठी गोड पाण्याचे सरोवर कितीतरी उपयोगी पडत आहे. त्यापैकी एक म्हणजे कोलेरु सरोवर. आपल्या राज्यात कृष्णा, गोदावरी नदीच्या मध्य भागात विस्तीर्ण असलेले एक मोठे सरोवर म्हणजे कोलेरु असे म्हणु शकतो. हे जवळपास 6121 चौरस कि.मी. मध्ये विस्तारीत झालेले आहे. कोलेरु सरोवरापासुन पुराचे पाणी 65 कि.मी. लांब उपुटेरु नाल्याच्या भोवताल वाहत बंगालच्या उपसागराला जाऊन मिळते. कोलेरु परिवाहक प्रांतात(wetland)खुप प्रमाणात पोषक द्रव आणि गाढ पुरामुळे येथे जमा होत असते.

नोव्हेंबर 1999 मध्ये आंध्रप्रदेश शासनाने कोलेरु सरोवरला पक्षी अभयारण्य (Bird Sanctuary) असे घोषीत केले. या ठिकाणी 193 वेगवेगळ्या जातीच्या पक्षांच्या जाती विविध प्रकारचे प्राणी आणि वनस्पती निवास करीत असतात. या सोबतच कितीतरी प्रकारच्या औषधी वनस्पती या ठिकाणी वाढत असतात. आशिया आणि पुर्वी देशातुन आकटोंबर, मार्च महिण्याच्या मध्यकाळात दरवर्षी जवळपास 20,00,000 पक्षी या सरोवराकडे स्थलांतरीत होत असतात. या सरोवरा जवळ अंदाजे 20 मीलीयन्स लोक जिवन जगत आहे. उपग्रहा व्दारे प्राप्त होत असलेल्या चित्राच्या माहितीवरून गेल्या तीन दशकापासुन या सरोवराचे क्षेत्रफळ घटत आहे. प्रदुषीत घटक या सरोवरात मिसळत असल्याने जिव जातीला धोका उत्पन्न झाला आहे. पावसाचे प्रामण कमी झाल्याने आणि त्यासत गाढ जमा झाल्याने पुराचे प्रमाण सर्व साधारण झाले



आकृती-7: कोलेरु सरोवर (Kolleru Lake)

## सारणी :1

## खालील तक्त्यातील माहितीचे निरीक्षण करा.

विभाग	1967 मधील क्षेत्रफळ	2004 मधील क्षेत्रफळ
	( चौ.कि.मी.)	( चौ.कि.मी.)
सरोवरात पसरलेल्या पाण्याचे क्षेत्रफळ	70.70	62.65
सरोवरातील पातळ गवताने व्यापलेला भाग	0	47.45
सरोवरातील दाट गवताचने व्यापलेला भाग	0	15.20
पावसाळ्यात पुराने प्रभावित भाग	100.97	0
झीऱ्याचे तळे (Aquaculture ponds)	0	99.74
साळीच्या शेतीचा भाग (Rice fields)	8.40	16.62
अतिक्रमाण	0.31	1.37
<b>एकुण</b>	<b>180.38</b>	<b>180.38</b>

आहे. खालील सारणीत दिलेल्या माहितीचे निरीक्षण करा.

- कोणत्या वर्षी सरोवरातील पाण्याचे विस्तीर्ण क्षेत्रफळ जास्त होते ? कारण काय ?
- सरोवरात दाट गवत वाढण्याचे कारण काय ?
- सरोवराचे क्षेत्रफळ कमी होण्याचे कारण काय ?
- वरील कारणे प्रदुषणाला कसे कारणीभुत ठरतात ?
- सरोवराला प्रदुषण घातक आहे हे कसे शोधाल ?
- दुर प्रदेशातील पक्षी कोलेरु सरोवरात स्थलांतरीत होण्याचे कारण काय ?

80 व्या व्या दशकापासुन कोलेरु सरोवरात झीऱ्यांची, माशांची शेती (Aquaculture) अत्यंत लाभदायक व्यवसाय म्हणुन पसरला होता. यामुळे अनेक गुंतवणुकीदाराचे लक्ष यावर पडले आणि अतिक्रमणे सुरु झाली. 1996 साली बन्याच प्रातांत कट्टे बांधुन पाण्याचा प्रवाह वळवून सरोवराला शेतीयुक्त जमीनीत बदलविले. यामुळे सरोवराचा नैसर्गिक प्रवाह बदलला. त्यामुळे सरोवरातील पाण्याचा साठा करून ठेवण्याचे सामर्थ्य गणणीय कमी झाले.

सरोवर प्रातांत व्यवसाय आणि औद्योगीक जास्त प्रमाणात पसरले. नाले, नाली, वेगवेगळ्या प्रदुषणाचे घटक वाहून आणुन सरोवरात जमा होऊ लागले. शेतीत वापरणारे रसायने, खेते, माशांच्या सरोवरातील व्यर्थ पदार्थ, औद्योगीक कारखाण्यातील निर्माण होणारे व्यर्थ रसायने, नगरपालीकेचे व्यर्थ, घरगुती व्यर्थ पदार्थाला हे सर्व सरोवरात येऊन प्रदुषण वाढवित असतात. जास्त पोषके असणारे व्यर्थ पदार्थ हे गच्छ भरपुर गवत वाढण्यासाठी कारणीभुत ठरतात. उदा. इकार्निया (Eichornia), पिस्टिया

याचाच परिणाम सरोवरातील पाणी क्षारधर्मी, खराब, पोषक पदार्थसोबत मिळून असल्यामुळे पाण्यात विरघळ्याच्या आक्सीजन (dissolved oxygen) (DO) चे

प्रमाण कमी होते. आणि जीव रसायनिक आक्सीजन (biochemical oxygen demand) (BOD)मागणी जास्त असल्यामुळे जलचरावर तिब्र प्रभाव पडला. येथील लोकांमध्ये जलप्रदुषणाची जास्त माहिती नसल्यामुळे डायरीया,(diarrhea), टायफाईड(typhoid) कॉलरा, अमोईबीसीस (amoebiasis) वगैरे पाण्यापासुन येणाऱ्या रोगांची मोठ्या प्रमाणात वाढ झाली. यासोबतच डांसापासुन होणाऱ्या रोगाचे सुध्दा प्रमाण वाढले. झींगे (Prawn) मासे यावर सुध्दा प्रदुषणाचा परिणाम होऊन ते सुध्दा रोगाने ग्रस्त होऊ

**सारणी-2**

समस्या	शेती व्यवसाय	मासे, झींगे पाळणे	औद्योगीक कृती	मानव कृती
<b>जैविक (Biological)</b>				
1. स्थलांतरीत पक्षांमुळे कमी होणे	-	+	-	-
2. वनस्पती आणि प्राण्यांची संख्या कमी होणे.	-	+	-	-
3. रोगकारके (Pathogens)	-	-	-	+
<b>रसायनिक (Chemical)</b>				
1. युट्रोफिकेशन Eutrophication	+	+	-	+
2. विष पदार्थाची व्यासी	+	+	+	-
<b>भौतीक (Physical)</b>				
1. वनीकरण (Siltation)	+	+	-	-
2. पुर येणे (Flooding)	+	+	-	+

लागले. शेतजमीन शेतीसाठी अयोग्य झाली. पिकांचे उत्पादन कमी होऊ लागले. सरोवरावर विविध प्रभावित घटकांचे सारणी -2 मध्ये निरक्षण करा. आणि खालील प्रश्नाचे उत्तरे द्या.

**सुचना:** (+) समस्यावर प्रभाव दाखविते.

(-) समस्यावर प्रभाव दाखवित नसतो.

- पक्षांच्या स्थलांतरावर कोणकोणते घटक प्रभाव करीत असतात ?
- भौतीक समस्या आणि जैविक समस्या या मध्ये कोणता तरी संबंध आहे असे तुम्हाला वाटते का ? तो कोणता ?
- रसायनिक प्रश्न निर्माण होण्यासाठी कारणे कोणती ?
- सरोवराच्या पाण्यातील विद्राव्य आक्सीजनचे प्रमाण कमी झाल्यास काय होईल ?
- दुषीत, पोषक पदार्थ युक्त पाण्याची मागणी (BOD)जास्त, कमी याव्दारे होणारा प्रभाव कोणता ?

- कोलेरु सरोवराच्या परिसरातील लोकांना बचाच समस्यांना का समोरे जावे लागते?
- पक्ष्यांच्या पलायनावर प्रदुषणाचा काय प्रभाव झाला?

भारत सरकारच्या, पर्यावरण आणि वन खात्याने (MoEF) सरोवरांचे संरक्षण करण्यासाठी एक समीती स्थापन केली. त्या समीतीला ऑपरेशन कोलेरु “Operation Kolleru” हे नाव दिले. निसगनि दिलेल्या कोलेरु सरोवराला जिवसृष्टी व पर्यावरणाचा समतोल राखण्यासाठी या ऑपरेशन कोलेरुची आवश्यकता आहे.

### कृती-1

तुमच्या परिसरातील केणल्याही जल परिसंस्थेचे निरिक्षण करा आणि त्या परिसंस्थेत विविध अन्न साखळ्या आणि अन्नाच्या जाळ्या विषयी खाली दिलेल्या कार्यपत्रात लिहा. खालील नमुना तुमच्या वहीत नोंद करू ठेवा.

#### कार्यपत्र

1. गटातील विद्यार्थ्याचे नाव: \_\_\_\_\_ दिनांक: \_\_\_\_\_
2. परिसंस्थेचे नाव: \_\_\_\_\_
3. टोपोग्राफी (Topography): \_\_\_\_\_
4. ओळखलेल्या वनस्पतीचे(ग्राहकाचे)नाव/संख्या: \_\_\_\_\_
5. ओळखलेल्या प्राण्यांचे नाव / संख्या : \_\_\_\_\_
6. वेगवेगळ्या प्रकारचे उपभोक्ते ओळखा आणि त्यांची नावे द्या. तसेच त्यांचा क्रमांक खाली लिहा:  
 शाकाहारी ( प्रथम उपभोक्ता): \_\_\_\_\_  
 मासाहारी (द्वितीय उपभोक्ता): \_\_\_\_\_  
 उच्च मासाहारी( तृतीय उपभोक्ता): \_\_\_\_\_
7. त्याच्या मधील असणारे आहार संबंध: अन्नाच्या सवयी : \_\_\_\_\_
8. विविध अन्नासाखळीचे चित्र काढा/दाखवा: \_\_\_\_\_
9. अन्नाच्या जाळ्याचे चित्र: \_\_\_\_\_
10. परिसंस्थेत असणाऱ्या अजैविक घटकांची नावे : \_\_\_\_\_  
 ( एक तपासणी यादी तयार करून त्यावर खुण करण्यास सांगा)
11. परिसंस्थेला कोणता धोका आहे काय? होय/नाही \_\_\_\_\_  
 जर होय, काय आणि कसा \_\_\_\_\_  
 काही उपाय सुचवा \_\_\_\_\_

जंगलतोड करून त्या जागी शेती करत असल्याने समतोल स्थितीत असणारी परिसंस्था, आहार धान्ये गतिज संतुलनासाठी शेतामध्ये एकाच प्रकारचे पिक( monoculture) पिकवित असल्याने अनैसर्गिक मध्ये बदलत आहे. वेगवेगळ्या शेतात वेगवेगळ्या प्रकारचे एकच पिक अनैसर्गिक रित्या वाढवित असल्यामुळे पाळीव प्राण्यांना डाळी किंवा मुळे इतर गवत मिळत आहे.

विविध प्रकारची पिके आपण जास्त प्रमाणात पिकवली असता आपल्याला आहार सुध्दा जास्त प्रमाणात मिळत असते. ही परिस्थिती आहार वर आधारीत असणाऱ्या किंडे, कवके यासारख्या परजीवीसाठी त्या अन्नावर वाढण्यासाठी अनुकुल असते. जर आहार उत्पादना पेक्षा परजीवीची संख्या जास्त वेगाने वाढल्यास त्याचा परिणाम फार वाईट होतो. ही परिस्थिती टाळण्यासाठी आपण अपायकारक असणारे रसायने, किटकनाशके, बुरशीनाशके आणि तननाशके याचा वापर करू नये. बरेच रसायने चांगला प्रभाव दाखवित असतात. परंतु हे वापरल्याने नविन समस्या निर्माण होतात.

फक्त नुकसान करणाऱ्या किड्यांना मारून दुसऱ्या जिवाला अपाय न करणाऱ्या किटनाशकालाच खरे किटकनाशके म्हणतात.(completely harmless) परंतु असे किटकनाशके सध्यातरी उपलब्ध नाही.

- तुम्ही ऐकलेल्या दोन किटकनाशकाचे / अळी नाशकाची नावे सांगा?
- तुमच्या घरी किंडे आणि बुरशी पासुन नुकसान न होण्यासाठी धान्याची साठवण कशा पद्धतीने करतात ते सांगा?

ही किटकनाशके विचक्षणारहीत प्रभाव दाखवित जास्त प्रमाणात दुसऱ्या प्राण्यांचा नाश करीत असतात. यामध्ये या किड्यांना खाणारे प्राणी आणि इतरांसाठी आहार असणाऱ्या जंतुचा सुध्दा समावेश असतात. याचाच परिणाम किटकनाशके अन्नसाखळी मध्ये आपल्याला अंदाज करता येणार नाही असा बदल घडवुन आणतात. आणि परिसंस्थेला असमतोल बनवितात.

हे रसायने जमीनीत मिसळल्यानंतर त्याचा प्रभाव पुन्हा जास्त अपायकारक असते. किटकनाशकाचा विषारी प्रभाव खुप दिवसापर्यंत राहते. काही किटकनाशके आणि बुरशी नाशके विघटीत होत असतात हे थोड्या दिवसातच साधारणत: एका वर्षात नुकसान न करणाऱ्या (निरुपायकारक) पदार्थमध्ये विघटीत होत असते. पारा, अर्सेनिक(arsenic) शिसे युक्त असणारे किटकनाशके विघटीत होत नाही. विघटीत न झालेले किटकनाशके फार अपायकारक असतात. हे एका पोषक स्थरामध्ये केंद्रीकृत होऊन पिरॉमीडच्या शिखर भागात असणाऱ्या प्राण्यांच्या शरीरात प्रवेश करून नुकसान पोहचवितात. अन्न साखळी मध्ये प्रदुषत घटक पोहचण्याला जैविक व्यवस्थापन (Bioaccumulation) दुसऱ्या पोषक स्थरापर्यंत पोहचलेल्या प्रदुषणाला सांध्रीकृत करण्याच्या पद्धतीला जैविक विशालन (Biomagnification) असे म्हणतात.

मानवी आरोग्यावर जैविक व्यवस्थापनाचे प्रभाव यावर संशोधन केलेल्या संशोधनात्मक माहितीचे निरिक्षण करू या.

### **एदुलाबाद धरणातील माश्यातील हंगामी जैविक व्यवस्थापनाचे जड धातु तेलंगाना राज्य, भारत (Seasonal Bioaccumulation of heavy metals in fish (cyprinus carpio) of Edulabad Water Reservoir (EBWR), Telangana State, India)**

भारत देशातील शहरी प्रदेशात वाहणाऱ्या नद्या आणि पाण्याचा साठा करणारे रिजर्वायर मध्ये निवास करणाऱ्या जलचरासाठी घातक परिस्थिती निर्माण होत आहे. जड धातुचे प्रदुषण, आम्लीकरण, अधिक पोषके मिसळणे आणि वाढणाऱ्या जलप्रदुषणाने पाण्यात राहणाऱ्या जलचराच्या अस्तीत्वाचा प्रश्न निर्माण झाला आहे.



### आकृती-४: ऐदुलाबादचा वाटर रिजर्ववायर

ऐदुलाबाद वाटर रिजर्ववायर पाण्यात सिसे(Lead) (Pb), कॅडमीयम (Cadmium) (Cd), क्रोमीयम (Chromium) (Cr), मॉग्नीज (Manganese) (Mn), निकेल(Nickel)(Ni)आणि फेरम (Ferrum) (Fe) वर्गैर भार कण किती प्रमाणात वाढत आहे. याचा अंदाज घेण्यासाठी एक अध्ययन केले. ऐदुलाबाद वाटर रिजर्ववायर हे तेलंगाना राज्यातील रंगारेड्डी जिल्ह्यात आहे. याच्या परिसर प्रातांत अनेक प्रदुषीत घटक जसे औद्योगिक वर्थ रसायने, शेतातील वर्थ रसायने पसरलेली क्षेत्रे आहेत. सिप्रीनस कार्बीयो(Cyprinus carpio)या खवलेयुक्त मासोळी मध्ये सर्वात जास्त प्रोटीन्स असते आणि याची किंमत पण कमी असल्यामुळे सर्वांना सुलभ असा आहार म्हणुन उपयोगी पडते. ऐदुलाबाद परिसरातील लोकांचा हे मासे आहार आहे. माशाची अध्ययनासाठी निवड करण्यात आली. या माशातील जैविक व्यवस्थापन हे विविध उतीचे म्हणजे यकृत, मुत्रपिंड आणि कल्पे यामधील ग्लॉयकोजन (glycogen)आणि लिपीड (lipids) हे जड लोह कण असल्याचे सांगण्यात आले. या सोबतच नलगोंडा जिल्ह्यातील बिबी नगर या तळ्यातील पाण्याचे व माशाचे नमुने गोळा करून त्यावर अध्यायन करण्यात आले व याचे ऐदुलाबाद रिजर्ववायर सोबत हे कमी प्रदुषीत आहे असे दृष्टीस आले. ऐदुलाबाद पासुन बिबीनगर हे 30 कि.मी. दुर वर आहे. बिबीनगर रिजर्ववायर मधील माशांपेक्षा ऐदुलाबाद रिजर्व वायर मधील माशांत ग्लायकोजन आणि लिपीड कमी प्रमाणात आणि जड धातुचा संग्रह जास्त असते असे संशोधनात माहित झाले.

प्रत्येक वर्षी पावसाळ्याच्या अगोदर (फेब्रुवारी - मे) पावसाळ्यात (जुन- सप्टेंबर) आणि पावळ्यानंतर (आक्टोबर-जानेवारी) अशा तीन काळातील पाणी, मासे याचे नमुने गोळा करून निरिक्षण करण्यात आले. प्रत्येक काळातील तीन प्रकारचे नमुने तीन प्रदेशातील तीन वेळा म्हणजे एकुण 27 नमुने गोळा करून जड धातुचे विश्लेषण केले असते 2005 ते 2007 पर्यंत संशोधन केले.

ऐदुलाबाद रिजर्ववायर (EBWR) मधील जड धातुची संहत तित्रताही भारताच्या सरासरी पेक्षा जास्त असल्याची आढळून आले. आणि ते खालील क्रमात असतात.



या जड धातुची मानवी अन्न साखळीत प्रवेश होतो. जड धातुचे जैविक व्यवस्थापन आपल्याला माशा मध्ये आढळून येते. माशांच्या उतीमधील जड धातुचे जैविक व्यवस्थापन हे खालील प्रमाणे आढळून येते.



माशाच्या यकृत, कल्पे आणि मुत्रपिंडात कॅडीयम (Cd) हा जैविक व्यवस्थापन घटक जास्त प्रमाणात आढळतो. अति कमी तित्रतेत सुंदरा मासे कॅडमीयम लोहाला संवेदनात्मक असल्यामुळे हे माशाच्या उतीमध्ये सुलभतेने पोहचते असे लक्षात आले.

शहरीकरण, औद्योगिकरण जीवन पद्धतीमुळे मानवाच्या नित्यकृत्य कारणाने जड धातु कण हे जवळील पाण्याच्या साधानात मिसळत आहे. ज्यामुळे जिवजाळे या प्रदुषीत पाण्यात जगण्याची दुस्थिती निर्माण झाली.

सध्याच्या परिस्थितीमध्ये माशांना लोहप्रदुषीत (metal contamination) वातावरणाचा तित्र सामना करावा लागत आहे असे दिसुन आले. म्हणुनच या मध्य काळात माशांना लोह प्रदुषणाला जिवसुचक मानले जात आहे.

तीनही काळाचा अभ्यास केला असता पावसाळ्यातील माशामध्ये जड धातुचा संचय जास्त असल्याचे निर्दर्शनास आले.

मानसामध्ये अन्नाच्या साखळीबद्दारे जड धातुचा संचय वाढून उच्च रक्तदाब तिक्र ताप मुत्रपिण्डाची कमजोर होणे, उलटी या सारख्या बिमाच्या येत असल्याचे निर्दर्शनास आले.

शहरीभागात नियोजन रहीत विकास विनाअनुमतीचे लहान लहान उद्योग धंदे, शहरातील व्यर्थ पदार्थामुळे एदुलाबाद रिजर्ववायर मध्ये प्रदुषणाची तिक्रता वाढली आहे. माशामध्ये जैविक व्यवस्थापनचे जड धातु वाढल्यामुळे इतर जलचर प्राण्यामधून सुध्दा अन्न साखळीबद्दारे मनुष्यामध्ये प्रवेश करून आरोग्यस धोका निर्माण झाला आहे.

- पाण्याच्या साधनामध्ये प्रदुषीत घटक कुठून मिसळत असतात?
- या पाण्यात राहणाच्या माशांच्या शरीरात जड धातु कसे प्रवेश करतात?
- पावसाळ्याच्या पाण्यातील प्रदुषीतपणा जास्त असते असे संशोधकांनी शोधून काढले. असे त्यांना का दिसून आले?
- या पाण्यात मिळणाऱ्या माशांना खाल्यास लोकांना अनेक बिमाच्या येत असतात. याचे कारण काय?

नद्यावर बांध बांधुन draining marshes, re-claiming land समुद्र किणाच्यावरील आक्रमण, जंगलतोड, जमीन नंगरून पिक पिकविणे, कालवे, रहदारी, रस्ते, शहरे आणि नगरांची निर्मीती करून माणसाने नैसर्गिक परिसंस्थेला कितीतरी रूपात बदलवून टाकले आहे. या झालेल्या बदलामुळे परिसंस्थेत राहणाऱ्या प्राण्यामध्ये आणि वनस्पती मध्ये फार बदल घडून आला.

उदाहरणात एका मोठ्या शहराच्या विकासाविषयी अध्ययन केल्यास तीन प्रकारचे बदल लक्षात येते.

- a) काही वनस्पती आणि प्राणी जाती मरतात.
- b) काही बदलले तरी, नविन परिस्थितीशी अनुकुल बदल घडवून कमी संख्या मध्ये अस्तीत्व टिकवुन राहते.
- c) काही बदलले तरी, नविन परिस्थितीचा फायदा घेऊन त्यांच्या संख्येमध्ये वाढ करून जिवन जगत असते.



### आपणास माहित आहे काय?

1956 मध्ये जपान मधील कुमामोटो प्रीफेक्चर (Kumamoto prefecture) मधील मिनामाटा शहरात पहिल्यांदा मिनामाटा बिमारीचा शोध लागला. 1932 ते 1968 पर्यंत चिस्सो कापोरेशनस (Chisso corporation's) यांच्या रसायनिक कारखाण्यातून बाहेर आलेल्या मिथाईल मर्क्युरी मिश्रीत व्यर्थ पदार्थ मुळे मिनामाटा हा रोग झाला. शीरणी समुद्र (Shiranui Sea) मिनामाटा खाढीत राहणाऱ्या माशामध्ये हे विषारी रसायने पोहंचलेले असते आणि या माशां खाणाऱ्या स्थानिक लोकांच्या शरीरामध्ये मिथाईल मर्क्युरी पोहचुन ते बिमार पाडतात. तसेच मांजर, कुत्रे, दुक्केर आणि मानसे मरणे हे 36 वर्षा पर्यंत चालू होते.

निसर्गाविरुद्ध मानवी कृत्य किती भयंकर असते. या विषयी चीन मध्ये घडलेल्या एका घटनेविषयी माहिती पाहू या.

## चिमणी मोहिम (SPARROW CAMPAIGN )

जिवनात उत्पन्न होणाऱ्या सर्व साधारण संकटाना कोणताही जिव चुकवु शक्त नाही. 1958 मध्ये चिन देशातील चिमण्या मध्ये उदभवलेली संकटकालीन परिस्थिती



या भुभागावर कोणत्याही सजीवाने अनुभवली नसेल. ही पर्यावरण संकटे सहज उत्पन्न झालेली नाही. हे संकट फक्त मानवा मुळेच आले 1958 मध्ये चीनमध्ये चिमण्यांची जेवढी शिकार करण्यात आली तेवढी पक्षांची शिकार जगात कुठेच झालेली नाही.

चिनच्या सरकारने औद्योगिक धंद्यासाठी उत्पादने वाढविण्यासाठी ग्रामीण क्षेत्रातील शेतकऱ्यांना मोठ्या प्रमाणात प्रोत्साहन दिले. औद्योगिक कारखाण्यातील उत्पादने वाढविण्यासाठी

### आकृती-9: संकटातील चिमणी

कितीतरी योजना आखण्यात आल्या. विकसीत असलेल्या देशा प्रमाणेच लवकर आधुनिकरण करण्यासाठी चिन सरकारने मोहीम चालविली. म्हणजे यावेळे पर्यंत चिन देश संपुर्ण व्यवसायावर आधारीत होता. त्यावेळेस या योजनेअंतर्गत 5000 कुटुंबाचा समुह बनवून व्यवसाय करायला लावणे एक महत्वाचा मुख्य अंश होता. यामुळे पिकांचे उत्पादन विद्युणीत झाले. या प्रथम विजयाने येणाऱ्या नंतरच्या वर्षात पुन्हा मोठे ध्येय ठेऊन रूपकल्पना करण्यात आली. परंतु यावर्षी वातावरणांनी साथ दिली

नाही. काही पिकांचे उत्पन्न झाले तरी पाहिजे तेवढे यश न मिळाल्याच्या भितीने सरकारी व्यवसाय अधिकारी यांनी पिकांचे उत्पन्न जास्त दाखविले. या चुकीच्या गणितामुळे लोकांच्या गरजा आणि अन्न पुरवठा मध्ये तित्र असमतोल निर्माण झाला. यामधून स्वतःला चुकविण्यासाठी अधिकाऱ्यांनी हे चिमण्यावर ढकलले. धान्याच्या कोठारा (गोदामा) मधून एक चिमणीने सुमारे चार पौऱ धान्याच्या बिया वर्षभरात खाल्याने आहराचा तुटवडा निर्माण झाल्याची माहिती जाहिर केली. चिमण्यावर गुन्हा लादला गेला. खेड्यात, शहरात लोकांमध्ये चिमण्यांशी युद्ध करण्याचे आदेश दिले.



### आकृती-10: चिमणी मोहिम

सर्व लोक चिमण्यांना जाळ्यात पकडून विष खाऊ घालून चिमण्याना मारू लागले. बंदुकीने मारू लागले. हे त्यांना दमवून, धकवून न उडता आल्यामुळे खाली पडू लागले. मरे पर्यंत डपळे वाजवित आवाज करू लागले. चिमण्यांचे खोपे, घरटे नष्ट करून जाळून टाकले. चिमण्यांची अडे फोडून टाकण्यात आले. शेवटी चिमण्याच्या पिल्यांना न वगळता मारून टाकण्यात आले. मारलेल्या चिमण्यांच्या संख्येच्या आधाराने सरकारने शाळांना, कायरलियाना बक्षिसे, मान्यता दिली.

यानंतर काही शास्त्रज्ञांनी मेलेल्या चिमण्याच्या पचन संस्थेच्या अभ्यास करून पचन संस्थेतील पदार्थाचे निरिक्षण केले असता शास्त्रज्ञांच्या असे लक्षात आले की, 3/4 भाग हा पिकांचे नुकसान करणाऱ्या किड्यांचा असुन 1/4 भाग फक्त धान्याच्या बिया असल्याचे त्यांच्या लक्षात आले. चिमण्या मानवासाठी किती उपयोगी पक्षी आहे

हे त्यांनी लोकांच्या नजरेत आणुन दिले. चिमण्यांना मारून टाकण्याच्या प्रयत्नामुळे पिंकांचे उत्पन्न वाढु शकले नाही तर पुन्हा कमी झाले. खरे काय ते माहित झाल्यानंतर सरकारनी चिमण्या मारण्याच मोहीम थांबविली. परंतु जेवढे नुकसान व्हायचे तेवढे झालेच टोळ (locust) किंड्याना खाणाच्या चिमण्यां नसल्यामुळे पिंकांवर टोळची संख्या वाढली. यामुळे सुध्दा प्रतिकुल वातावरणाची परिस्थिती निर्माण झाली. मोठ्या दुष्काळाला सामोरे जावे लागले. टोळला मारण्यासाठी किटकनाशकांचा मोठ्या प्रमाणावर वापर सुरु झाला यामुळे जमीनीतील कस कमी झाली.

शेतात काम करणारे शेतकरी, शेतीमध्ये उत्पादन होत नसल्यामुळे हजारोंच्या संख्येने गाव सोडुन शहराकडे औद्योगिक कारखाण्यात काम करण्यासाठी स्थलांतरीत झाले. शेती करणाऱ्यांची संख्या खुप कमी झाल्यामुळे नेहमीसाठी अन्नाचा तुटवडा निर्माण झाला.

- कोणत्या अन्नसाखळी विषयी वरील चर्चा करण्यात आली?
- शेतपिकांमध्ये अन्नसाखळीचा या मोहिमेचा कसा अडथळा निर्माण झाला?
- या अडथळ्याचा वातावरणावर कसा प्रभाव पडला?
- परिस्थिरमध्ये एका सजिवाला मारणे हे बरोबर आहे काय? हे कसे नुकसान कारक आहे? ते सांगा?
- खरच चिमण्या कारणीभूत होत्या काय? पिकाचे उत्पादन कमी होण्याचे खरे कारण वैज्ञानिक कोणते होते?
- मानव कृतीचा पर्यावरणावर कशा प्रकारे प्रभाव पडत असतो?
- अशा घटना पुन्हा पुन्हा घडु नये यासाठी काय सल्ला द्याल?
- “मानवी” ही ४व्या वर्गातील जिवशास्त्रातील कविता वाचा आणि तुमच्या वर्गात चर्चा करा?

### प्रतिबंधक उपाय (Steps towards prevention)

किटकनाशकामुळे होणाऱ्या अपायकारक प्रभावा पासुन आपल्याला इतर जिवां पासुन प्रतिबंधक मार्गाविषयी विचार केल्यास किटनाशकाचा वापर पुर्ण बंद करणे हिच त्यावरील क्रिया दिसुन येते. सर्व किटनाशकांचा वापर पुर्ण बंद करणे “Ban all pesticides” सांगणे सोपे आहे. परंतु पेस्टवर(pests)नियंत्रण ठेवणाऱ्या विधानावर लक्ष ठेवायला पाहिजे. किटकनाशकाचा वापर करून सुध्दा आहाराचे नुकसान पेस्ट व्दारे होत असते. किटकनाशकांचा वापर बंद केल्यास पिकांवर आक्रमण करणाऱ्या रोगाची परिस्थिती काय असेल? त्याच्यावर कसे नियंत्रण ठेवता येईल? वाढणाऱ्या लोकसंख्येसाठी या पिकांचे काय होईल याचा विचारा करा? पिकांची हानी करणाऱ्या पेस्टचे निवारण करण्यासाठी वापरणाऱ्या पद्धती हानीकारक नसुन सोबतच परिसराच्या परिक्षणाला अनुकुल असुन जैविक नियमाला मानणारे असावे. तेव्हा या दिर्घकालीक समस्येला उत्तर मिळते अशा प्रकारच्या काही आचरण योग्य पद्धतीचे निरिक्षण करू या.

**पिकांची जागा बदलणे (Rotation of crops):** दरवर्षी एका जागेवर एकच पीक न घेता वेगळी पिके घेतल्यास पेस्ट कमी प्रमाणात असते. आणि त्यामुळे होणारे नुकसान यावर आढळा घालता येते.

**पेस्टच्या जिवनकाळाचा अभ्यास करणे:** हे पेस्ट केव्हा जास्त प्रमाणात व्यापतात. याचे मुळ कारण काय असते हे संपुर्ण माहित केल्यास पिकांचे नुकसान कमी होऊ शकते.

**जैविक नियंत्रण:** पेस्ट खाणारे निशाचार प्राणी किंवा परजीवी यांचा प्रवेश झाल्यास पेस्टवर नियंत्रण करू शकतो.

**नपुसकता :**पेस्ट जातीच्या नर जारींना नपुसक बनवून त्यावर नियंत्रण ठेवता येते.

**जनु उत्क्रांती पद्धती:** विविधप्रकारच्या पेस्टला विविध वातावरणाला सोसण्याची(जनु संबंधीत वनस्पती)वनस्पती विकसीत केल्याने त्या पेस्टवर नियंत्रण करतो येतो.

**पर्यावरणनिती:** इतर घटकाच्या तुलनेत मानवी कृत्यांचा पर्यावरण व सहज जगतावर परिणाम होत असतो. म्हणुन लोकांना पर्यावरणाच्या नैतिक मुल्याची जाणिव करून द्यायला पाहिजे. पर्यावरण कायद्याची लोकांना जाणीव करून द्यावी. पर्यावरणाच्या बाबतीत कोणते चुक आणि बरोबर या विषयी माहिती मिळवुन वागावे लागते.

म्हणजेच प्रत्येक हा पर्यावणाचा जाणकार असायला पाहिजे. निसर्गाचे संरक्षण म्हणजे आपले स्वतःचे संरक्षण हे जाणायला पाहिजे. तुमच्या इंग्रजी पुस्तकातील 6 युनीट मध्ये “Or will the dreamer wake” ही कविता वाचा.

**सौजन्य-1:** मारपन वृंद 2006 मध्ये कोलेझ सरोवराची 1967 ते 2004 पर्यंतची परिस्थिती या अंशावर केलेले संशोधन पत्र  
**सौजन्य-1:** विद्यासागर गुम्मदावळी, रविशंकर पस्का, श्रीनु नुथी आणि पवन के. मनीकोंडा यांनी एदुलाबाद रिजर्ववायर वर केलेले संशोधन International Jurnal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research यामध्ये प्रसारीत केलेले संशोधन पत्र



### महत्वाचे शब्द

अन्न साखळी, अन्नाची जाळे, पिरांमीड, जिवद्रव्यराशी, किटकनाशके, जैविक व्यवस्थापन, जैविक विशलन, इकोफ्रेडली कृती, पर्यावरणाचे नैतिक मुल्य



### आपण काय शिकलोत?

- एका सजीवामधून दुसऱ्या सजीवामध्ये उर्जा कशी प्रसारीत होते हे अन्नाच्या जाळ्या मुळे माहित होते.
  - अन्नसाखळी मधील बाणाचे चिन्ह आहार आणि त्याला खाणाऱ्या सजीवातील संबंध सुचवितात.
  - सजीवातील संबंध आणि उर्जा प्रसारण हे संख्याचे पिरांमीड, जिवद्रवराशी पिरांमीड व्दारे माहित करता येते.
  - पिरांमीडची साधारणत: भुमितीय पिरांमीड सारखी रचना असते.
  - संख्याचे पिरांमीड हे अन्नसाखळी मधील एकेका पोषक स्थरामध्ये असणाऱ्या सजीवाची संख्या विषयी माहिती देते.
  - जिवद्रवराशी पिरांमीड अन्न साखळी मधील एकेका पोषक स्थरामध्ये असणाऱ्या आहार उपलब्धता जे उर्जा निर्मांतीचे साधन असते त्याची माहिती देते.
  - जिवद्रवराशीचा जिवङ्गन म्हणुन सुध्दा वापर करतात.
  - पेस्टचे निवारण करण्यासाठी पिकांवर उपयोग करण्याचा कृमी संहारक किटनाशक विषारी असल्या कारणाने पर्यावरणाला हानी पोहचवित असते.
  - अन्नसाखळीमध्ये प्रदुषीत घटक प्रवेश करण्यालाच जैविक व्यवस्थापन म्हणतात.
  - एका पोषक स्थरापासुन दुसऱ्या पोषक स्थरापर्यंत प्रदुषणकारी घटकांची संहज तिव्रता वाढविण्यालाच जैविक विशालन असे म्हणतात.
  - अपायकारक प्रभाव न होता जास्तीत जास्त पिकांचे उत्पादन करण्यासाठी पिकाची जागा पालटने, जैविक नियंत्रण, जनुसंबंधीत पद्धतीचा विकास वैगेरे किटकाशक वरील विकल्प आहे.
1. अन्नसाखळी मध्ये एका पोषक स्थरापासुन दुसऱ्या पोषक स्थरापर्यंत बदली झालेल्या उर्जेचे काय होते? (AS1)
  2. परिसंस्थेतील पिरांमीडस आणि अन्नसाखळी काय सुचवितात? (AS1)



## आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

3. कोणत्याही एका अन्न साखळी मधील संख्या पिरॉमीड वर टीप लिहा? खाली दिलेल्या संख्या पिरॉमीड मधून तुम्ही काय समजाल? (AS1)
  - (i) झाडे
  - (ii) किंडे
  - (iii) सुतारपक्षी
4. जिवद्रवराशी म्हणजे काय? खाली दिलेल्या अन्नसाखळीचे उदाहरण घेऊन जिवद्रवराशीचे पिरॉमीड काढा? (AS1)
  - (i) गवताची पाने
  - (ii) शाकाहरी
  - (iii) मासाहरी
  - (iv) गिधाड
5. विषारी पदार्थाचा किटकनाशकेचा वापर केल्याने परिसंस्थेवर कसा प्रभाव पडतो? जैविक व्यवस्थापन आणि जैविक विशालन यावर थोडक्यात माहिती लिहा? (AS1)
6. पेस्ट सारख्या कृमी किटकांचे निवारण करण्यासाठी आपण कृमी संहारक सारख्या विषारी पदार्थाचा वापर करू शकतो काय? किंवा त्यावर काही विकल्प शोधु? या विषयी तुमचे मत सांगा व तुमच्या उत्तराला ठोस असे कारणे सांगा? (AS1)
7. पोषक स्थर म्हणजे काय? जिवावरण परिसंस्थेत ते काय दर्शवितात? (AS1)
8. परिसंस्थेतील उर्जा प्रवाहाविषयी जास्त माहिती मिळविण्यासाठी तुम्ही कोणते प्रश्न विचाराल? (AS2)
9. अन्नाच्या जाळ्यातुन मांस भक्षांना काढुन टाकल्यास काय होईल? (AS2)
10. तुमच्या घरच्या बगीच्यातील एक वनस्पतीचे निरक्षण करा आणि उत्पादक, उपभोक्ता संबंधावर थोडक्यात माहिती लिहा? (AS3)
11. जिवद्रव राशी विषयी सविस्तर सांगायचे असल्यास तुम्हाला कोणत्या प्रकारच्या माहितीची गरज असते? (AS4)
12. तुम्ही स्वतःला उच्च स्तरीय उपभोक्ता समजुन संख्याचे पिरॉमीड काढा? (AS5)
13. तुमच्या सोबतच्या विद्यार्थी मध्ये चैतन्य निर्माण होण्यासाठी पर्यावरण स्नेहपुर्वक कृत्ये यावरील काही घोषवाक्य तयार करा? (AS6)
14. किटकनाशकाचा वापर न करता भुप्रदुषण थांबविण्यासाठी कोणतेही तीन कार्यक्रम सांगा? (AS6)

### योग्य उत्तर निवडा

1. अन्नसाखळीची सुरुवात नेहमी कशा पासुन होते. ( )
  - (a) शाकाहरी
  - (b) मांसाहरी
  - (c) उत्पादक
  - (d) वरील पैकी नाही
2. वनस्पती कशासाठी स्पर्धा करीत नसते. ( )
  - (a) पाणी
  - (b) अन्न
  - (c) जागा
  - (d) वरील सर्व
3. सर्व किटकनाशकांवर बंदी घाला. म्हणजे ( )
  - a) किटकनाशकांच्या वापरावर नियंत्रण
  - b) किटकनाशकावर बंदी
  - c) पर्यावरण स्नेहपुर्वक व्यवसाय पद्धतीने प्रोत्साहन
  - d) जिवरसायनिक कारखाने बंद करणे
4. चार्ल्स एल्टान यांच्या मते ( )
  - a) पिरॉमीडच्या उच्च शिखरावर मासाहरी असतात.
  - b) पिरॉमीडच्या उच्च शिखरावर उर्जा प्रवाह जास्त असतो.
  - c) पिरॉमीडच्या उच्च शिखरावर उत्पादके नसतात.
  - d) a आणि c

धडा

10

## नैसर्गिक साधने (Natural Resources)



पाणी, जमिन, जंगले, वृक्ष, प्राणी इत्यादी नैसर्गिक साधनाविषयी रक्षणाविषयी करण्याविषयी खालच्या वर्गात आपण शिकलो. मानवामुळे नैसर्गिक साधने प्रदुषीत हेत आहेत. या भुतलावर नैसर्गिक साधने कितीतरी आहेत पण त्यांचा योग्य रितीने वापर करीत आहोत काय? नैसर्गिक साधनांना प्रभावित करणाऱ्या मानवाच्या कायचे व त्यास टिकवुन ठेवण्याच्या प्रयत्नाविषयी आपण माहिती घेऊ या.

तुमच्या परिसरातील नैसर्गिक साधनांची यादी तयार करा. फार कमी असणाऱ्या साधने ओळखुन, त्याविषयी माहिती मिळवा. खालील प्रश्न तुम्हाला नैसर्गिक साधनाविषयी अधिक माहिती मिळविण्यासाठी प्रवृत्त करतील.

- सध्या तुमच्या परिसरातील अती कमी प्रमाणात असलेले नैसर्गिक साधने कोणती? त्यांच्या तुमच्यावर कसा परिणाम होतो?
- हे नैसर्गिक साधने पुर्वी खुप प्रमाणात होती का?
- काळांतरानी ती साधने कमी का झाली?
- नैसर्गिक साधनांचे रक्षण करण्यासाठी काय करावे लागेल?

एका प्रमुख नैसर्गिक साधनांची कमतरता पडल्यास काय होते हे माहित करण्यासाठी आंध्रप्रदेशातील दोन गावात केलेल्या संशोधनाचे अध्ययन करु या.

### संदर्भ-1 वरंगल जिल्ह्यातील दोन गावातील परिस्थिती (वनपर्थी आणि वट्टीचेरला)

वरंगल जिल्ह्यातील भुगर्भ जाल पुष्कळ असलेले वनपर्थी गाव आहे. पाण्याची टंचाई तिवृ असलेल्या वट्टीचेरला गावाचे सर्वे केल्या गेले. विहिरीव्दारे पाण्याचे सिंचन, पाण्याची सोय याची माहिती मिळविण्यासाठी विहिरीच्या संख्या माहिती गोळा केली. त्या दोन गावातील विहिरीची एका प्रश्न संच दिला व विहिरीव्दारे सिंचनावर समाचार गोळा करण्यात आला.

स्वतःच्या विहिरी असलेल्या 25 कुटुंबाचे सामाजिक, आर्थिक गोष्टी संबंधी आणखी एक प्रश्न संचावदारे माहिती गोळा केली. गेल्या 5 वर्षपासून भुगर्भजलातील झालेले बदलाविषयी कुटुंब सदस्यांना विचारले.

वड्हीचर्ला गावातील विहिरीशिवाय अन्य कोणताही दुसरे पर्याय उपलब्ध नाही. वनपर्ती गावातील एका डबक्याला तलावाचे रूप दिल्याने पाण्याची व्यवस्था चांगली झाली.



## आपणास माहित आहे काय ?

पाण्याच्या प्रवाहा आड, दगड मातीचे बांधून तयार केलेल्या पाण्याच्या साठ्याला पाझरणटाकी (Percolation tanks) म्हणतात. चिकनमाती, रेती, कंकर, गुंडु दगड इत्यादींना खुप मिसळून एकावर एक येती अशाप्रकारे थरावर थर तळ्याच्या काठावर झाकतात. नंतर त्यास रोलर घटू स्थिर बनवितात. शेताला पाणी पुरवठा करण्यासाठी मातीच्या कटूट्यावर(cut-off trench)तयार करतात. पुर्ण पाण्याच्या  $1/4$  उंचीवर बांधतात. त्यामुळे आवश्यक तेवढे पाणी पुरवठा करता येतो.



*Percolation tank*

कामधंदे, शेतीपद्धत, भौगोलिक परिस्थिती, मौलिंक वस्ती (infrastructure) सामाजिक सेवासारख्या(social services) विषयात वनपर्ती, वड्हीचर्ला गाव एक सारखेच आहेत. दोन्ही गावात लहान शेतकरी यांची संख्या जास्त आहे. सरासरी कुटुंबाचे उत्पन्न वनपर्ती मध्ये जास्त आहे. या दोन्ही गावातील लोकांची शेती हाच मुख्य व्यवसाय आहे. जलसिंचन फक्त विहिरीव्दरेच केले जाते. कुटुंबाचे उत्पन्न, भुर्गभाजलाच्या स्थायीवरच असते. कुटुंबाच्या उत्पन्नाला प्रभावित करणाऱ्या पिकांचा प्रकार, या गावात वेगवेगळा आहे.

## खालील तक्त्याचे निरीक्षण करा ?

### तक्त -1: सिंचनाखालील क्षेत्रफळ

गाव	एकूण क्षेत्रफळ (एकरात)	सिंचनाखालील क्षेत्राचे टक्केवारी	विहिरीची संख्या	संपल परिमाण
वनपर्ती	3791	25	155	25
वेडीचर्ला	2970	15	175	25

- वनपर्ती गावात किती एकर जमिनीला जलसिंचनाची व्यवस्था आहे?

- वनपर्तीतील सर्व जमीनीला जलसिंचनाची सोय करण्यासाठी किती विहिरी आवश्यक आहेत ?
- वनपर्ती गावातील विहिरीची संख्या कमी असुन सुधा जलसिंचन भुमिचे क्षेत्रफळ वड्हीचेला गावापेक्षा जास्त आहे. हे कसे शक्य आहे ?
- जलसिंचनात भुमीचे क्षेत्रफळ वाढत्या लोकसंख्येंशी बदलत असते ?  
जलसिंचीत भुमिच्या क्षेत्रफळात असलेल्या बदल विहिरीच्या संख्येतील फरकाची टक्केवारी गेल्या 5 वर्षातील पिकांचा क्रम इत्यादी विषयी गावाच्या लोकांनी सांगीतेल्या माहितीला तक्ता -2 मध्ये दिला आहे.  
या गावातील लोकसंख्या पाच वर्षात सुमारे 10% वाढली.

### तक्ता -2: पाच वर्षांतरची परिस्थिती

गाव	जलसिंचना खालील भुमीच्या बदलाचे क्षेत्रफळ	बोरवेलच्या संख्येतील घटाची टक्केवारी	पिकात आलेल्या बदलाची टक्केवारी					
			साठी		कापुस		तीळ	
			K	R		K	R	
वनपर्ती	-14	-39	-17	-17	163	86	11	-17
वड्हीचेला	-30	-68	-22	-50	27	138	-05	-50

K खरीफ R रब्बी पिकांस सुचवते, क्रूण किंमती नुकसान व धन किंमती नफा दाखवितात.

- आता विहिरीची संख्या 155 असतील तर पाच वर्षांआधी त्याची संख्या किती ?
  - विहिरीची संख्या कमी हे काय दर्शवितो ?
  - विहिरीची संख्या कमी होण्याचा पिकावर कशा प्रकारे प्रभाव पडतो ?
  - दोन पट्टीकाची तुलना करा ? दोन गावातील जलसिंचन व्यवस्थाच्या क्षेत्रफळाबद्दल दोन तक्ते काय सांगत आहेत ते लिहा ?
  - कोणता गाव जास्त प्रभावित झाला ?
  - गावातील पिकणाच्या पिकाचारात झालेला बदल कोणता ?
- खुप खोलवर भुगर्भ जलस्थायी पोहोचण्यासाठी जमीनीच्या पृष्ठभागावरून पाण्याची वाफ होण्याचे कमी करण्यासाठी खोरलेल्या सर्व विहिरी बोरवेल विहिरीत बदलेले गेले. गेल्या 5 वर्षात सर्व विहिरी कोरड्या पडल्या आणि तेथील जलस्तर कमी झाले. तेव्हा वड्हीचेला मध्ये 85% व वनपर्ती मध्ये 45% विहिरी कोरड्या पडल्या.
- एकेकाळी वनपर्ती मध्ये 45% विहिरी सुकल्यावर विहिरीची संख्या 39% इतकी कमी झाली तर किती टक्के विहिरी बोरवेल मध्ये बदलत्या गेल्या ?

- दोन गावाच्या माहितीची तुलना करा. कोणत्या गावातील विहिरी अधिक संख्येत कोरड्या आहेत? दुसऱ्या गावात असे न घडण्याचे कारण काय?
  - कमी जमिन असलेले शेतकरी किंवा जास्त जमीन असलेले शेतकरी यापैकी विहिरी कोरड्या झाल्यामुळे कोणावर जास्त प्रभाव पडतो?
  - एखाद्या वेळी जलसाधने कमी झाले किंवा जल साधने नसल्यास तेथील जमीनीवर त्याचा कसा प्रभाव पडतो?
  - कोरड्या विहिरी त्या प्रांतातील लोकांवर (शेतकऱ्यावर) कशा प्रकारे प्रभावित करतात?
  - वड्हीचेर्ला गावात पाणी कमी होण्यासाठी कारणे कोणती?
- विहिरी आणि बोरवेलमधील पाण्याला विद्युत शक्तीने बाहेर काढले जाते. पंप सेट लावण्यासाठी, पाईपला शेतात स्थापन करण्यासाठी संरक्षण करण्यासाठी विद्युत शक्ती बिलावर लहान शेतकरी जास्त पैसे खर्च करीत आहेत. एका एकरावर केलेला खर्च आणि करत असलेला खर्च वनपर्ती गावात (जलसिंचन असलेले गाव) (no-scarcity village) फार कमी आणि वडीचेर्ला गावात (जलसिंचन फार कमी असलेले गाव) (scarcity village) फार जास्त आहेत.

### तत्त्वा -3 : लहान, मोठे, शेतकरी, विहिरीबद्दारा जलसिंचनावर करीत असलेला खर्च

गाव	शेतकऱ्यांचा प्रकार	बोरवेलची खोली	एका विहिरीखाली जलसिंचित क्षेत्र		विहिरीबद्दारे जलसिंचनास झालेला खर्च एकुण/ एकरी / एका वर्षात
			खरीफ	रब्बी	
वनपर्ती	मोठा	130 - 200	2.50	1.24	25000- 70000
	लहान	110 - 180	2.00	1.13	25000- 65000
वड्हीचेर्ला	मोठा	90 - 300	1.53	0.87	22000- 50000
	लहान	60 - 200	0.99	0.46	20000- 45000

- लहान आणि मोठ्या शेतकऱ्यांस दोघांस एकसारखी पाण्याची सोय आहे काय?
- एका प्रांतातील प्रत्येक व्यक्तीला पाण्याची सोय एकसारखी असावी का?
- रब्बी हळगामाध्ये खरीफ पिकांच्या काळात एका विहिरीपासुन जास्त जमीनीला पाण्याची सोय होते? हे कसे शक्य होते?
- यास शेतकऱ्यांने कसे उपयोग करून घ्यावेत?
- एका विहिरीबद्दारे 2.5% भुमिला जलसिंचन मिळाल्यास एकुण भुमिला पाणी पोहोचण्यास पुरवठ्यासाठी किती विहिरीची आवश्यकता आहे?
- वड्हीचेर्ला गावातील एक अल्पभुधारक शेतकरी त्याच्या एकुण शेतीवर केलेला खर्च किती? अल्पभुधारक शेतकरी या पैशास कशा प्रकारे संपादन करतो?
- अल्पभुधारक शेतकऱ्यांचा खर्च कमी करण्यासाठी कोणत्या उपाययोजना कराव्यात? ( उदाहणार्थ - पाण्याचा तुटवडा सहन करणारे पिक घेणे)

- जलसिंचना खालील जमिनीचे क्षेत्रवाढविण्यासाठी बोरवेलची खोली वाढविणेच एकमेव मार्ग आहे काय? कारण काय?



## आपणास माहित आहे काय?

गेल्या काही वर्षापासुन मोसमी वाच्याच्या आगमनाच्या वेळात बदल झाल्याने भुगर्भजलाच्या वापरावर दाब पडला. ड्रिलिंग आणि खोल बोरवेल (drilling and deep bore wells) बोरवेल खोदण्यामुळे, पुर्ण फायदा घेण्यामुळे काही भागात पाण्याची पातळी कमी झाली आहे. आपल्या राज्यात 1998-2002 काळात सरासरी 3 मीटर पाण्याची पातळी कमी झाली आहे.

**खालील तक्त्यात वनपर्ती आणि वड्ही चेला येथील शेतकऱ्यांचे उत्पन्न दिलेले आहे, याचे विश्लेषण करू या?**

### तक्ता - 4 : पिकापासुन उत्पन्न

गाव	शेतकऱ्यांचा प्रकार	प्रत्येक एकरी उत्पन्न				एकुण एकरी वार्षिक उत्पन्न
		धान खरीफ	धान रब्बी	कापुस	तीळ	
वनपर्ती	मोठा	8200	8700	4900	3300	25100
	लहान	7046	8490	10889	3110	29535
वड्हीचेला	मोठा	10698	5970	4000	3595	24263
	लहान	9128	7380	3031	2650	22189

- वड्हीचेला गावात कोणते पिक लहान शेतकऱ्यांस लाभदायक असेल?
  - वनपर्ती, वड्हीचेला गावातील मोठे, लहान शेतकऱ्यांमध्ये असलेला फरक काय असेल असे वाटते?
  - वनपर्ती मध्ये कोणत्या बदल्यात कोणते पिक लाभदायक असेल असे तुम्हास वाटते ते सांगा?
  - धान पिकास खुप पाणी लागत असेल तरीही शेतकरी धानाचेचे पिक घेण्यास का इच्छुक आहेत?
  - जलसंधनात दाट होण्याचा शेतकऱ्यावर कसा परिणाम होतो.
  - वड्हीचेला गावातील लहान शेतकऱ्यांच्या दयनिय परिस्थितीला इतर मुख्य कारणे काय आहेत ते सांगा?
  - वड्हीचेला गावात लहान शेतकऱ्यांस शेती का व्यवसाय लाभदायक असतो असे वाटते का?
  - त्याच्या गरजा भागविण्यासाठी शेतकऱ्याने इतर व्यवसायाची निवड करावी का?
  - वड्हीचेलातील पाण्याच्या सोयीचा लहान शेतकऱ्यांवर कशा प्रकारे प्रभाव पडतो?
  - वड्हीचेला गावच्या लहान शेतकऱ्याचे उत्पन्न, खर्चाला झेपेल असा आहे का? नाही?
- सेंटर फर वर्ल्ड सॉलीडॉरीटी (Centre for world solidarity Secundrabad,T.S) हा प्रकल्प गावातील सुकलेल्या बोरवेलमध्ये पाणी पोहोचविण्यासाठी भुगर्भजलाच्या सुस्थिरत्वावर लक्ष केंद्रीत केले.

सर्व शेतकरी मिळून पाण्याची वाटणी करून उपयोग करतील अशा प्रकारे प्रोत्साहन केले. एकाच जलसाधनाचा उपयोग करतील अशाप्रकारे, शेतकरी संघटीत होऊन लहान मोठे समुह तयार होते. ड्रीप आणि स्प्रिंकलर्स व्दारे (drip irrigation, sprinklers) ठिंबक सिंचन मायक्रो इरीगेशन पद्धतीचे (micro irrigation techniques) अनुकरण करतील अशाप्रकारे शेतकरी प्रेरीत झाले. पावसाच्या पाण्याच्या संरक्षणासाठी पाझरण खड्हा (Construction of soak pits) खोदले. पाझरण खड्ह्यामुळे सुकलेल्या बोरवेल चे पुनः जलभरण होण्यासाठी मदत हाते. सिमेंटच्या विटा किंवा दगडाने 30 से.मी. जाढीचे कटै बांधले जातात. आत दगड, माती, भरतात. हे पावसाच्या प्रवाहास जमीनीत झिरपण्या योग्य करून भुगर्भजलास वाढवितात.

- कोरड्या विहिरीचे पुनर्भरण कसे करतात?
- वड्हीचेला गावातील सुकलेल्या विहिरीत पाणी पोहोचले अशी व्यवस्था केल्यास ती शेतकऱ्यास कशी मदत करते?
- वरील प्रकरण पाण्याची साधने आणि शेतकऱ्यावर त्याच्या प्रभावाबद्दल काय सांगते?

### **सर्वसाठी पाणी (Water for all)**

जमिनीवरील एकूण पाण्यापैकी समुद्राचे, महासागराचे, भुगर्भजलातील पाण्यापैकी 97% टक्के पाणी हे खारट आहे. फक्त 2.5–2.75% गोड पाणी आहे. यापैकी 1.75–2% (तीन पैकी दोन भाग) पाणी ग्लेषीयर्स, (glaciers) बर्फ हिमपाताच्या रूपात घटू होते. 0.7–0.8% गोडपाणी भुगर्भजलाच्या रूपात, जमीनीवर वाफेच्या रूपात असते. 0.01% पेक्षा कमी प्रमाणात गोडपाणी सरोवर, नद्याच्या रूपात असते. गोडपाणी खुप असुन सुध्दा योग्यरितीने वापर केल्यास खुप काळार्पर्यंत टिकून राहते.

- चतुरपणाने पाण्याचा वापर कसा करू शकतो असे तुम्हाला वाटते?
- वड्हीचेला पेक्षा वनपर्ती मध्ये शेतकऱ्यांची परिस्थिती चांगले असण्याची कारणे सांगा?
- वड्हीचेला, वनपर्ती गावातील शेतकरी, भुगर्भ जलसाधानाचे कशाप्रकारे संरक्षण करीत आहेत?



### **आपणास माहित आहे काय?**

पुर्वीच्या गावाच्या सरहदी ह्या आपल्या भुभागाच्या वाटर शेड (दोन नद्या किंवा कालव्याच्या मध्यल्या भुभागास वाटर शेड म्हणतात) ठरविल्या जात. तसे दोन गावातील जलसिंचन व्यवस्था आधारे या सरहदीचा निर्णय केला जात असे. व्यवस्थेतील सर्व सभासद सामाजिकपणे मान्य करीत होते.

### **संदर्भ II: कोत्तापळी गावातील जल व्यवस्थापनाच्या दिशेने प्रयत्न (water management effort)**

गावकऱ्यांनी योग्य मार्गदर्शनाखाली उपलब्ध पाण्याचे योग्य रितीने कशाप्रकारे वापर करावा. या बदल हा संदर्भ सांगतो.

कोत्तापळी गावाचे सर्वे केल्यावर खालील गोष्टी माहित झाल्या : (i) जलसिंचीत जमिनीपेक्षा पुर्वी कोरडवाहु जमीन जास्त होती. (ii) कमी साक्षरता होती (literacy was low); (iii) श्रमीक कमी होते (labour was scarce); (iv) लहान शेतकरी खत / किटक

नाशकाचा कमी वापर करीत होते. (v) पिकाचे उत्पन्न कमी होते. (vi) गावात जलसंरक्षण रचना एकही नव्हती. या गावातील उत्पन्न वाढीच्या पृथक्कीची (जमीन जल संरक्षण पृथक्की) अमलबजावणी करण्यात आली ते पाहु या.

इंटरनेशनल क्राप रिसर्च इंस्टीट्युट फार सेमी-एरीड ट्रापीक्स (International Crop Research Institute for Semi-Arid Tropics( ICRISAT) गावकचांना मोठ्या प्रमाणात साक्षात करणेच नव्हे तर योग्य किंमतीत पाण्याची साठवण आणि भुसंरक्षण रचना करण्यासाठी आवश्यक यांत्रिक दिली. या सर्व पृथक्की सामाजिकपणे, व्यक्तीगतपणे शेतकरीच्यावर केंद्रीकृत झालेल्या आहेत. काही साधनांना परत साध्य करण्यासाठी काहीचा न्हास होऊ न देण्यासाठी या पृथक्कीची मदत झाली. म्हणुन सुस्थिर व्यवस्थापण (sustainable management) करण्यात आले.

ICRISAT, म्हणजे काय ? कुठे आहे ? त्यांच्या कार्याक्रिमाबद्दल तुमच्या शिक्षकांशी चर्चा करून अहवाल तयार करा ?

### **समुदाय आधारीत मध्यस्ती करणे (Community-based interventions)**

300 ते 2000 घन मिटर पाण्याला साठजन ठेवणाऱ्या रचना (1 मातीने व 13 इतर बांध) बांधण्यात आल्या. 60 सुक्ष्म पाझरण खड्डे ( mini-percolation pits) 38 हेक्टरमध्ये field bunding पुर्ण केले गेले.



**आकृती-1: Communitybased masonry dam**



**आकृती-2: Contour field bunding**



### **आपणास माहित आहेक काय ?**

श्रीराम सागर या प्रकल्पाला पोचंपाड प्रकल्प सुधा म्हणतात. हा गोदावरी नदीवर बांधला आहे. यास तेलंगानाची सर्वात मोठी जिवनदायी प्रकल्प असे सुधा म्हणतात. करीमनगर, वरंगल, आदिलाबाद, नल्लगोडा आणि खम्मम, या जिल्ह्या वार्सीयाच्या गरजांना भागविते. गोदावरी नदीवर इतर राष्ट्रात बांध निर्माण केल्यामुळे आंध्रप्रदेशाला फार कमी प्रमाणात पाणी जमा होते. आॅगस्ट 2013 मध्ये या आकड्या नुसार या प्रकल्पाची जलधारण करण्याची क्षमता 80.66 TMC आहे.



**श्रीरामसागर प्रकल्प**

डँक किंवा बांध निर्माण (dykes or barriers) केल्यामुळे नल्ला कालवा, लक्ष्मी कालव्याच्या (श्रीराम सागर रिजर्वायर पासून येणारा) जवळ 28 सुकलेल्या विहिरीत पाणी पुनर्भरण करण्यात आली. तेवढेच नाही तर पावसाचे संरक्षण करू शकले. एकेका पाणी भरण रचनेसाठी एकेक उपभोक्ता संघ निर्माण केला त्या निर्माणात साठविलेले पाणी, सुकलेल्या विहिरीत पाणी भरण्यासाठी उपयोग करण्यात आले.

### शेतकरी आधारित मध्यस्ती करणे (Farmer-based interventions)

शेतकरी आधारीत कार्यक्रमाचा निर्णय करून प्रत्येक जन त्याच्या शेतामध्ये व्यक्तीगतपणे भुमी, जल संरक्षण कार्यक्रमाची आमलबजावणी केली गेली. broad bed furrow (BBF) कमी उंच वाढणारे पिक घेणे, contour planting या सारख्या व्यवस्थापन पद्धतीचे पालन करीत भुमी, जल, पोषकाचे दुरुपयोग होण्यापासून वाचवत आहेत. तन निवारणा पद्धतीचे पालन करण्यासोबत 38 हेक्टर शेती भोवती आयताकार पाण्याचे संरक्षण केले जात आहे. शेतीतील छोटे बांधाना मजबूत बनविण्यासाठी, जमीनीत नत्राचासाठा वाढविण्यासाठी बांधावर ग्लारीसीडीया (*Gliricidia*) (कोरड्या जमीनीत वाढणारी लेग्युम (leguminous) वनस्पती वाढवितात. सर्व शेतकरी मिळून पाण्याचा वापर करणे, ठिंबक सिंचन पद्धतीचा वापर करणे.



**आकृती-3: रुंद वाफे पद्धत**



**आकृती-4: बांधावर ग्लारीसीडीया वनस्पती**

रुंद वाफे तयार करणे, ठिंबक सिंचन पद्धतीचा वापर करण्यामुळे प्रति हेक्टरी 250 च्यावर बटाण्याचे पिक, 50 किलो च्यावर प्रतिहेक्टर मळाचे उत्पन्न घेण्यात आले.

ठिंबक सिंचन (एक सुक्ष्म सिंचन पद्धत) करण्यामुळे 70% पाण्याची बचत करू शकले. इतकी चांगली सुविधा असून सुधा कमनसीबाने जगभरात केवळ 2% शेती जमीनीवरच या पद्धतीची अमलबजावणी केली जात आहे.

### ओसाड भुमीचा विकास आणि वृक्षारोपन (Wasteland development and tree plantation)

रस्त्याच्या दोन्ही बाजुला कालव्याच्या कटूट्यावर उपयोगी वनस्पतीचे रोपन करून ओसाड जमीचा विकास केला जाऊ शकतो. 0.3 मीटर उंच बांध बांधुन 10 मीटर अंतरावर एकेक खडे (Contour trenches) तयार करण्यात आले. सिताफळ,



**आकृती-5: पडीक जमीनीत वनीकरण करणे**

ग्लायसीडीया सारख्या उपयोगी वनस्पतीच्या लागवडीला सुरुवात करण्यात आली. 2500 फळझाडे, सागवानाची झाडे लावले गेले.

- कोत्तापळ्ळी केस स्टडीमध्ये नैसर्गिक साधनांचा उपयोग करण्यात त्यांनी अवलंबिलेले मार्ग कोणते?
- या कसे स्टडी मध्ये जलसंवर्धन करण्यात कोणकोणत्या पद्धतीचे अनुसरण केले? आंध्रप्रदेशात 2004 वर्षाच्या सर्वेनुसार आंध्रप्रदेशातील एकुण - 3814 हजार क्युबीक फुट (thousand million cubic feet) (TMC)

उपयोग केलेले एकुण पाणी	-	2300 TMC पैकी यात
सिंचनासाठी	-	2268 TMC
घरगुती उपयोगासाठी	-	21 TMC
उद्योगधंद्यास	-	10 TMC
विज निर्मातीसाठी	-	1 TMC

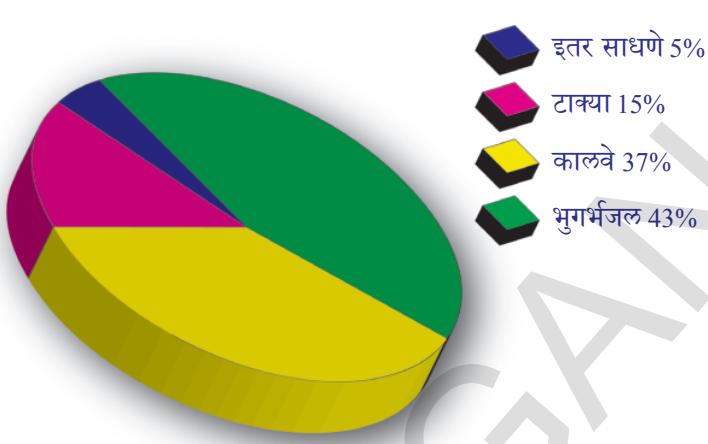
सन 2025 वर्षात 3989TMC पाणी लागेल. त्यापैकी सिंचनासाठी 3,814TMC घरगुती उपयोगासाठी 122TMC उद्योगधंद्यासाठी, 51TMC विजनिर्माती साठी 2TMC आवश्यक आहे.

- जलसांधनाचा काळजी पुर्वक वापर केला नाही तर काय होईल?
- भविष्यात आपल्या पाण्याच्या गरजा कशा प्रकारे पुर्ण करता येईल?
- पाण्याची गरज भागविण्यासाठी दुसऱ्या राज्यावर किंवा दुसऱ्या देशावर अवलंबुन राहावे लागेल असे तुम्हाला वाटते काय?
- तेलंगानामध्ये शेतीसाठी वापरणाऱ्या पाण्याला कमी करणे शक्य आहे काय? ते कशा प्रकारे शक्य आहे ते सांगा?
- शेती करण्याच्या पद्धतीचा पाण्याचा वापर कमी करण्यात काही भुमिका आहे का? (सुचना: वड्डीचेर्ला आणि वनपर्ती गावांचा विचार करा.)
- जलवितरण आणि त्याच्या उपभोगासाठी कायद्याची गरज आहे काय? जर असेल तर कारण काय?

### तेलंगानातील जलसिंचनाची साधने (Source of irrigation water in Telangana State )

- दुसऱ्या जलसिंचनाच्या साधनाबद्दारे किती भुमीचे क्षेत्र सिंचीत केले जाते? आपण पाहिले की, जास्त प्रमाणात पाणी शेतीसाठी वापरले जाते. गोदावरी, कृष्णा, सारख्या मोठ्या नद्या असतांना सुध्दा शेतकरी फक्त भुगर्भजलचा पाणीचा शेतीसाठी मुळाधार आहे.
- भुगर्भजल साधनाचे पुनर्भरण करणे का महत्वाचे आहे?
- आपल्या राष्ट्रातील नद्याबद्दारे जितक्यांना फायदा व्हावा तितका त्यांना फायदा होत नाही याचे कारण काय?

- भुगर्भजल वृद्धी करण्याची काय आवश्यकता आहे? भुगर्भजल सांधनाचा वेगाने न्हास होत आहे ना, त्याचा दुसरा उपाय काय आहे?
- गोदावरी नदीचे पाणी आपल्या राज्यातील श्रीराम सागर धरण भरण्यासाठी कमी पडत आहे. आपल्या वरच्चाराज्यांना अमर्यादीत पाणी वापरण्यात येत असल्यामुळे असे घडत आहे. यां संदर्भात देश, राज्य सर्वांना न्याय मिळण्यासाठी काय करावे?



### आकृती-6: जल साधने आणि सिंचना खालील क्षेत्र

पाणी एक पुन्हा पुन्हा वापरण्यात येणारे साधन असुन सुधा पाण्याचा योग्यरितीने वापर न झाल्याने काय होते. हे सुधा आपणाला माहित असले पाहिजे. युनाइटेड नेशन्स डेव्हलपमेंट प्रोग्राम (United Nations Development Programme) प्रकारे जिथे एका व्यक्तीला होणारा वार्षीक पुरवठा 1700 घन मिट्र पेक्षा कमी आहे. या प्रांतातील पाण्याची साधणे खुप कमी होत आहेत असा अर्थ होतो. ची फुंड एंड एग्रीकल्चर ऑर्गनायजेशन व्हारे या संख्येच्या अंदाजानुसार 2025 पर्यंत विविध देशातील 1.8 बिलीयन लोक पाण्याच्या अभावामुळे त्रस्त होतील.

### कृती-1

तुम्ही राहत असलेल्या परिसरात कशाप्रकारे पाण्याचा उपयोग होत आहे. पाणी वाया जात आहे आणि पुनःचक्रिय केले जात आहे. त्याचे अध्ययन करा. तुमचे मित्र व शिक्षकांच्या सहाय्याने प्रश्नावली तयार करून पाच घरांचे अध्ययन करा. सर्वांना पाणी पुरवठ्याच्या पद्धतीचे अण्वेशन करून चर्चा करा.

### आपल्या सभोवताल्याची नैसर्गिक साधने(Natural resources around us)

हवा, पाणी, जमीन, खनिज, इंधने, वनस्पती, प्राणी हे सर्व जमीनीवरील नैसर्गिक साधने (natural resources) आहेत. वर्तमान काळात आणि भविष्यात सर्व सजिवांना याचा लाभ व्हावा. असे वाटत असेल तर नैसर्गिक साधनांचे संरक्षण झाले पाहिजे.

आपल्याला जगण्यासाठी आवश्यक आहार, पाणी, हवा, निवारा सर्व नैसर्गिक साधनापासुनच मिळतात. काही नैसर्गिक साधने वापरल्यानंतर पुन्हा तयार केल्या जातात. त्यास पुनर्निर्माण योग्य नैसर्गिक साधने म्हणतात.(renewable resources) म्हणतात. अवशेष इंधने (fossil fuels) सारखी साधने नुतनीकरणायोग्य नाहीत. यांचा एकदा वापर केला ते संपत्तात. यांच्या निर्मीतीसाठी फार काळ नुतनीकरण होणार नाही. यास पुनर्निर्माण अयोग्य नैसर्गिक साधने (nonrenewable resources) म्हणतात.

लोक या साधनांचा अनावश्यक उपयोग करून नष्ट करतात. जंगले तोडली जात आहेत. प्राण्यांची शिकार केली जात आहे. यामुळे हवा आणि पाण्याबद्दारे जमिनीनीची झीज होत चालली आहे. शेतीच्या करण्याच्या चुकीच्या पद्धतीमुळे सुपीक जमीन असुपीक होत आहे. इंधनाची साधने कमी होत आहेत. हवा, पाणी, प्रदूषीत होत आहे.

या नैसर्गिक साधनांच्या योग्य वापर केला तर लवकर संपणार नाहीत अन्यथा पुनर्निर्माण करण्यायोग्य साधने (renewable resources) संपतील. संरक्षणाबद्दारे प्रजा नैसर्गिक साधनां व्यर्थ वापर कर्मी करून योग्य रितीने वापर करावा.



### तुम्हाला माहित आहे काय?

जगातील पुष्कळ प्रातांत पाण्याच्या वापरावर अटी आहेत. आस्ट्रेलियात तीव्र पाण्याचा दुष्कळ पडत्यामुळे लॉन ला पानी देणे, वाहने धुने, स्वीमिंग पुल भरणे यावर बंदीचा आदेश देण्यात आला. त्यामुळे प्रजेमध्ये पाण्याच्या वापरावर आकलन झाले व पाण्याचा योग्य वापर करायला शिकले.

गेल्या दोन शतकात मानवाची लोकसंख्या खुप वाढली आहे. आहार निवारा, वस्तुची निर्मीती, रवाना, विद्युत शक्ती साठी इंधनाना पाळण्यासाठी नैसर्गिक साधनांना करोडे लोक वापरत आहेत. आपले अस्थित्व टिकून राहणे, नैसर्गिक साधनांच्या योग्य उपयोग करण्यात आधारीत आहे.

नैसर्गिक साधनाचे संरक्षण करण्याची गरज इतर गरजांना अडथळा निर्माण करते. उदाहरणार्थ काहीजन उद्योग स्थापन करण्यासाठी जंगली प्रांत अनुकूल समजतात. लाकडाचा उद्योग करणारे जंगलातील झाडांना झाडांना तोडावे वाटते. एखादी व्यापारी कंपनी त्या भुमीवर एक उद्योग किंवा शापिंग माल निर्माण करू इच्छितो. या सगळ्या गरजा व्यापारी वर्गाला योग्य वाटतात. आणि जंगलातील वनस्पती, प्राण्याविषयी पुर्णपणे विसरून जातात. प्राण्यांना इतर प्रांतात स्थलातंर करण्याजोगे त्यांना इजा पोहोचवतात. भविष्यात उपयोगी पडणाऱ्या साधनांना संपुन टाकतात. आज मिळालल्या सर्व साधनांना नाश करतात. आणि हे सर्व करून आपण विकासाचे मोजमाप करीत आहोत.

- पाणी सोडुन तुमच्या परिसरातील एखाद्या मुख्य साधनाबद्दल माहिती लिहा. विकास आणि संरक्षण दोघांना प्राधान्य देऊन जिवन जगु शकतो.

भावी पिढीसाठी आवश्यक असलेली नैसर्गिक साधने टिकून राहतील अशाप्रकारे वागले तर तो सुस्थिर विकास म्हणता येतो. सुस्थिर विकास म्हणता येतो. सुस्थिर जिवन जगण्यासाठी अनेक प्रकारच्या साधनांचा योग्य वापर करीत संरक्षण करावे.

- तुमच्या परिसरातील एखाद्या प्रमुख नैसर्गिक साधनाचे संरक्षण करण्याबाबत इतरांना कसे प्रवृत्त कराल?
- सुस्थिर व्यवस्थापणासाठी कोतापल्लीचे गावकरी काय काय कार्य करतात?



**अकृती-7:**  
**सुस्थिर विकास**

## जंगले - पुनर्निर्माण करण्यायोग्य एक नैसर्गिक साधन (Forest: an important renewable resource)

जंगले का महत्वाची आहेत?

अंटार्कटीक खंड वगळता सर्व खंडात जंगले आहेत. वनस्पतीचे प्राण्याचे हे निवास स्थान आहे. जंगले जगाच्या फुफ्फुसारखे आहेत. आणि पोषक पदार्थ प्रदान करणारे प्रमुख स्थान आहे. अगणित उत्पन्न देणाऱ्या जंगलांना नाश करीत आहोत. लाकुड किंवा शेती विकासाच्या नावाखाली जंगल तोड करीत आहेत. प्रत्येक वर्षी जमिनीवर 36 मिलीयन एकर जंगले (आंध्रप्रदेशातील अर्ध्या भागापेक्षा अर्धा भाग) कापला जात आहे.

जंगल तोड केल्यामुळे वन्यप्राण्याचा निवारा नष्ट झाला आहे. जमिनीचे झिज होत आहे. हरीतगृह वायु (greenhouse gases) निघुन भौगोलिक ताप वाढतो (global warming). सर्व जगात निर्माण होणारा एकुण हरीतगृह वायु पैकी 15% वायु जंगल तोडीमुळे निर्माण होत आहेत. वनउत्पादकावर आधारीत लोक, जळण्यासाठी आणि जिवनोपाधीसाठी जंगलावर आधारीत लोक जगण्यासाठी जंगलावर आधारीत जिवन जगण्याच्या लोकांचे जंगलतोडी मुळे खुप नुकसान झाले आहे.

भविष्यात ही साधने सर्वांना उपलब्ध राहावीत यासाठी जंगले सुस्थिरत्वास काही मुख्य पद्धतीचे अनुसरण करणे आवश्यक आहे. अमृतादेवी आणि तिच्या मुली गावकरी मिळून झाडांना मिठी मारून जंगलाना वाचविण्यासाठी त्यांनी केलेला प्रयत्न अविस्मरणीय आहे. राजस्थान मधील बिष्णोइने केलेला हा कार्यक्रम आपल्याला राजभवन बांधु इच्छिण्याच्या राजाच्या विरुद्ध लढा देऊन जंगलाशी शांत सहसंबंध जगण्यासाठी घेतलेली शपथ पुर्ण केली. नैसर्गिक साधनांची रक्षा करण्यासाठी 29 नियमाचे स्वतःचा कायदा तयार केला.

महाराष्ट्रातील सुधा चेंचु भटके जातीचे लोक राहतात. ते जंगलात जिवन जगत वनसंपदेचे रक्षण कसे करतात? याबद्दल तुम्ही 7 व्या वर्गातील जंगले आणि जिवन या धड्यात शिकलात.

जंगलाचे रक्षण करण्यासाठी सुस्थिर जंगलपद्धतीचे पालन करावे. उदाहरणार्थ खुप कमी जंगलतोड करणे, सहजपणे वृक्ष पुन्हा वाढण्यासाठी संधी देणाऱ्या पद्धतीचे पालन करणे, उंच झाड, उंच जागेतील उंच झाडांना कापण्याच्या पद्धतीचा निषेध करणे इत्यादी.

पुनःचक्रिया मुळे झाडाचे रक्षण करू शकतो. उदाहरणार्थ चिन आणि मँकसीको देशाचे नागरीक लिहिण्यासाठी आणि इतर गरजासाठी वापरण्याच्या कागदास कार्डबोर्डचा पुन्हा वापर करण्याबदरे जंगलाचे रक्षण करू शकतो. जगातील एकुण कागदापैकी अर्धभाग परत वापरला तर जगातील नविन कागदाची गरज भागली जात नाहीत तर वस्तुच्या बदल्यात बांबुने बनविलेल्या वस्तु वापरू शकतो. बांबु हा वेगाने वाढणारी गवताची जात आहे.

### माती (Soil)

अन्नधान्याच्या उत्पत्तीसाठी माती फार महत्वाची आहे. आपणास आवश्यक असलेली पिके पिकविण्यासाठी खुप सुपिक जमीन आवश्यक आहे. जंगली वनस्पतींना सुधा वाढण्यासाठी माती आवश्यक आहे. वनस्पती प्राणी आणि इतर साधनांचे संरक्षण करण्यासाठीचे

आपले प्रयत्न मातीच्या संरक्षणावरच आधारीत असतात.

एकाच जमीनीत एकच प्रकारचे पिंक पुन्हा पुन्हा पिकविल्याने या सारख्या जमिनीतील पोषक पदार्थ कमी होतात. पढारी भागाची नांगरणी केल्याने पाणी, हवेबदारे मातीची खुप झीज होते.

मातीच्या संरक्षण पद्धतीत कॉंटर पट्टी पिके (contour strip cropping) घेणे ही एक पद्धत आहे. या पद्धतीत उतार जमीनीच्या आडवे, हवा, वाहण्याच्या विरुद्ध दिशेने नांगरून एकेका रांगेत एकेका प्रकारचे पिक पेरतात. उदाहरणार्थ एका ओळीत मळा तर दुसऱ्या ओळीत गहु, तिसऱ्या ओळीत लंबगाचे पिके घेता येतात. वेगवेगळी पिके त्यांची वेगवेगळी मुळ व्यवस्था व पान व्यवस्था ही मातीची झीज कमी करण्यासाठी उपयोगी ठरते. तसेच पिक कापतांना सुध्दा एकेका झाडाला किंवा झाडाच्या समुहाला काढून टाकण्याच्या पद्धतीचे (selective harvesting) करण्यामुळे उरलेली झाडे मातीची झिज होऊ शकत नाही.

### जैविक विभिन्नता (Biodiversity)

जमीनीवर निवास करण्याच्या सजिवातील विभिन्नतेला जैविक विभिन्नता म्हणतात. निसर्गापासुन आपणास मिळणारे उत्पादन आणि लाभ जैविभिन्नते पासुनच मिळत आहेत. आहार पदार्थ बांधण्यासाठी उपयोगी पदार्थ औषधी किंवा स्वच्छ निरोगी जमीन असण्यासाठी जैविक विभिन्नता खुप आवश्यक आहे.

एखादी जात कमी होत असल्यास ती या जगातुन नष्ट होणार आहे असे समजावे आज सजिवांचा अदृश्य होण्याचा दर नैसर्गिक दरापेक्षा 100 पट्टीने जास्त आहे. असे शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे. शिकार करणे, प्रदुषण आवासाचा नाश अशा प्रकाराच्या कार्यामुळे जैविक विविधता नाश पावण्याच्या मार्गावर आहे. जमीनीवर एकुण जिवजातीची संख्या माहित नसल्यामुळे किती सजीव अदृश्य/नाश पावत आहेत हे सांगणे कठिण आहे. दरवर्षी शास्त्रज्ञ हजारो नविन सजीवाचा शोध लावत आहेत. उदाहरणार्थ पनामामध्ये 19 वृक्षाचा शोध लावल्यानंतर शास्त्रज्ञांनी 12000 विविध किटकांचा शोध लावला त्यापैकी 80% किटक अनोकळखी होते. जमीनीवरील राहणाच्या जातीच्या संख्या विषयीच्या विविध अंदाजा आधारे दरवर्षी 200 ते 1,00,000 जाती नाश पावत असतील.

विभिन्न व भरपुर अन्न साध्य साधनासाठी जैविक विभिन्नतेचे रक्षण करणे आवश्यक आहे. आहारापेक्षा जैविक विभिन्नता महान आहे. उदाहरणार्थ जगातील एकुण वृक्षापैकी 50,000 ते 70,000 वृक्ष जातीस औषध तयार करण्यात उपयोगी केला जात आहे.

तुमच्या कॉलनीतील, पार्कमधील, लॉनला पाहिल्यास आनंद होतो किंवा नाही माहित नाही पण गवत वाढविण्यासाठी किती वनस्पतीच्या जातीच्या नाश केलात याची कल्पना आहे काय? अशा प्रकारे गवत प्रदेशातुन आनलेले आहे.

- तुमच्या परिसर प्रांतील एका लॉनचे निरिक्षण करा . त्याचे रक्षण करण्यासाठी कशा व्यवस्थापन पद्धतीचा आवलंब करतात?
- लान मधून माळी कोणकोणते तन काढतो त्याची नावे विचारून घ्या? शेतकरी सुध्दा शेतात याच प्रकारचा पद्धतीचा अवलंब करतो का?

## कृती -2

तुमच्या घरी, परिसर प्रांतात किती प्रकारचे किटक आहेत. याची माहिती गोळा करा. सर्व काळात एकाच प्रकारची किटके राहतात काय? किटकाच्या नावांना चार्टवर लिहा. (किटकांची नावे माहित नसतील तर वडील मानसांना विचारा) प्रत्येक काळात आवऱ्यातुन एकदा का होईना, नोंद करा. सर्व काळात हे कृत्य करीत एक वर्ष अध्ययन करा. व जास्त प्रकारचे किटक कोणत्या काळात जास्त दिसतात. पुढच्या वर्षात या किटकापैकी किती अदृश्य झाले का अध्ययन करा.

वन्यजाती त्यांच्या आवासाचे रक्षण करण्यासाठी काही राज्यातील शासनाने बागीचे व अभ्यारण्य तयार केले आहे. शिकार करणे, मासे पकडणे या सारख्या कामाचे निषेध करण्याचा प्रयत्न होत आहे.

### अवशेष इंधने (Fossil Fuels)

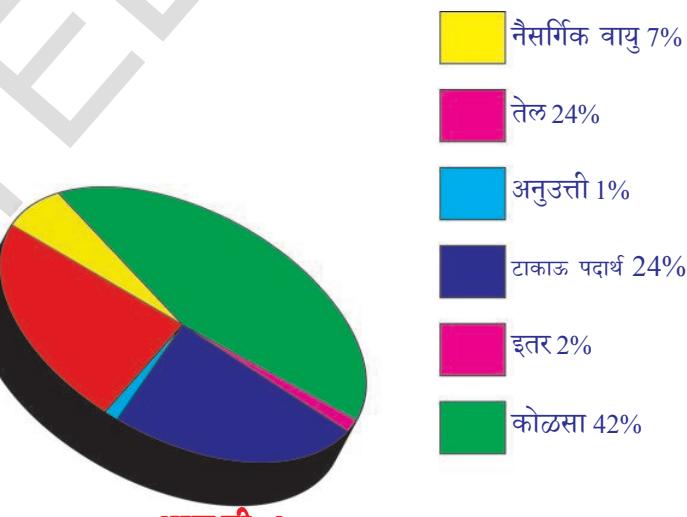
कोळसा, पेट्रोलीयम(तेल) आणि नैसर्गिक वायु सारखी अवशेष इंधने पुरातन वनस्पती प्राणी जमीनीतील खडकात दाबुन तयार होतात.

- अवशेष इंधने आपणास कशा प्रकारे उपयोगी पडते?
- अवशेष इंधनाचे रक्षण का केले पाहिजे?

पेट्रोलियम (तेल) वापर नुसता वाहणातच केला जात नाही तर प्लॉस्टीक, सिंथेटिक्स, रब्बर, नायलॉन, औषधी, सौंदर्य प्रसाधने मेन, ग्रीस, स्वच्छेतेची सामुग्री, वैद्यकीय सामुग्री, इत्यादी तयार करण्यात उपयोग करतात.

अवशेष इंधने संपु नयेत यासाठी त्यांचे संरक्षण करणे आवश्यक आहे. यांना जाळल्यावर निघणारा वायुने प्रदुषण होते. म्हणुन अवशेष इंधने मर्यादीत वापरणे चागले.

अवशेष इंधनाच्या पर्याय शोधण्यासाठी शास्त्रज्ञ प्रयत्न करीत आहेत. कार व इतर वाहने चालविण्यासाठी शक्तीदेणारे पुन्हा पुन्हा निर्माण करण्यात येणारे जिव इंधन (biofuels) ची उत्पत्ती करण्याचा प्रयत्न करीत आहेत. सुर्य, हवा, पाणी, इत्यादी पासुन विद्युत उत्पत्ती करण्यात शास्त्रज्ञ यशस्वी झाले आहेत.



आकृती-8:  
भारत देशातील काही साधण्याचे  
टक्के वारी



## आपणास माहित आहे काय ?

बायो डिजल उत्पत्तीसाठी जट्रोपा कर्कास वनस्पतीच्या (Jatropha curcas plant) बियापासुन जैविक इंधन तयार केले जात आहे. हा इंधन सुस्थिरतेचा भारताने केलेला महत्वाचा टप्पा आहे. जट्रोपाचे उत्पादन करण्याच्या विषयी आंध्रप्रदेश शासन आणि रिलायन्स कंपनी एका करारावर सहमत झाले आहेत. जट्रोपा वनस्पतीचे पिक घेऊन इंधन उत्पत्तीसाठी कंपनीने काकिनाडा येथे 200 एकर जागा घेतली आहे.



एरंडी वनस्पती



एरंडी बिया

अवशेष इंधनाचा जपुन वापर करीत, प्रत्येक जनाने संरक्षण केले पाहिजे.

- विद्युत बल्बखाली विद्युत सामुग्रीचा वापर करीत नसतांना स्वीच बंद करावे.
- विद्युत बचत करणाऱ्या उपकरणाची खरेदी करून वापर करावा.
- शक्य असेल तेव्हा चालने, सायकलचा वापर करावा.
- कार सारख्या स्वतःच्या वाहणात प्रवास न करता बस, रेल सारख्या परिवहन संस्थेव्दरे प्रवास केला तर लाभदायक असेल. अशा प्रकारे केल्यास समाजास याचा कसा उपयोग होतो वर्गात चर्चा करा.
- सौर, पवनख जल, लांटापासुन विद्युत उत्पत्ती विषयी माहिती गोळा करा. स्क्राप बुक तयार करा?
- अनुविद्युत आणि त्यांचा प्रभाव याबद्दल शिक्षकांशी चर्चा करा?

## खनिज पदार्थ (Minerals)

जमीनीतील खणिजे लवणे कमी होत आहेत. शोधलेले खणिज सर्व संपत आहेत. एल्युमिनीयम आणि लोखंडाचे खाणी कमी झाल्यामुळे त्यांच्या किंमती खुप वाढण्याची शक्यता आहे. या धातुने निर्माण होणाऱ्या वस्तु यंत्राच्या किंमती वाढून त्यांना विकत घेणे कठिण जाते.

पर्वतीय भागावर खोदकाम करून वरची माती (mountaintop removal mining) (MTR) व इतर खोदकामामुळे पर्यावरणाचा नाश होत आहे. या खोदकामामुळे माती, वनस्पती, प्राणी यांच्या आवासाचे नाश होतो. या खोदकामामुळे विषारी रसायने आवरण व्यवस्थेत शिरून पाणी हवा या सारख्या साधनांना प्रदूषीत करतात.

- उत्तराखण्ड मध्ये झालेल्या प्रलयाच्या कारणांचा विचार करा?

## कृती -3

वर्तमान काळात लोक खोदकामाच्या विरुद्ध आहेत.

खोदकाम होत असलेल्या प्रांतातील लोक बंद करीत आहेत. अशा प्रकारच्या घटनांना वाचनालयातुन किंवा वर्तमान पत्रातुन गोळा करून खनिजाच्या खोदकामाचा प्रभाव या विषयावर सेमीनार (चर्चा ) ठेवा.

कमी नुकसान होणारे खोदकाम आणि साधनाचा पुनःचक्रीय पद्धतीचा वापर केल्याने खनिज साधनांचे संरक्षण करण्यात सहाय्यता करतात. उदाहरणार्थ जपान मधील कार उत्पादक, आटोमोबाईल्स तयारीत वापरण्यात येणाऱ्या पदार्थाचे पुनःचक्रीय करतात. अमेरीकामध्ये लोह उत्पन्नाचा सुमारे 1/3 भाग आटोमोबाईल्स पासुन पुनःचक्रीय केलेले असते.

### **संरक्षण - अनिवार्य काळजी (Conservation- A vital concern)**

“ संरक्षण हे एक आवड विश्वास नाही. पुरातन काळापासुन ऋषी सुधा या सत्यास जानतात. मानव, प्राणी, वृक्ष सर्व एकमेकांवर आधारीत आहेत. यापैकी एकावर अडथळा निर्माण झाला की, दुसऱ्यावर त्याचा प्रभाव पडतो.”. (श्रीमती इंदीरा गांधी 6 मार्च 1980 रोजी जागतीक संरक्षण दिनाच्या (world conservation strategy) रूप कल्पने करते वेळी) 1960-69 वर्षांच्या काळात बहुतेक देश त्यांच्या पर्यावरण सांधनाचा दृष्टीत ठेऊन जिवन जगले. पण वर्तमान अंद्जानुसार तीन चतुर्थांश मानवी लोकसंख्या पुनः निर्माण करता येणार नाही अशा प्रकारे साधनाचा उपयोग करीत आहेत.

नैसर्गिक साधनाच्या पुनर्निर्माणात प्रत्येकाचे पात्र असते. एक लहानशे संरक्षणाबद्दलचे पाऊल विजयास कारणीभुत ठरते. संरक्षण आणि व्यवस्थापना विषयी कोत्तापल्ली गावाचे अध्ययन का दर्शविते?

पर्यावरण संरक्षणास आवश्यक तीन R’(Reduce, Reuse, Recycle) आहेत. कमी करणे, पुन्हा उपयोग करणे, पुनःचक्रीय करणे हे याबद्दल तुम्हाला माहितच असेल

**कमी करणे (Reduce) :** म्हणजे नैसर्गिक साधनांना कमी वापर करणे किंवा व्यर्थ न करणे होय. शावर चा वापर टाळून गळत्या नळाला दुरुस्त करून पाण्याची बचत करू शकतो. आवश्यक दिवे विद्युत उपकरणे आणि पंखे वापरल्यामुळे विद्युतची बचत करू शकतो.

दुसऱ्या कोणत्या पद्धतीने साधनांचा वापर कमी करता येतो.

- एखाद्या सन साजरा करण्यासाठी चमकदार विद्युत अंलकाराची आवश्यकता आहे असे तुम्हाला वाटते काय?

**पुन्हा उपयोग करणे (Reuse) :** म्हणजे फेकुन न देता पुन्हा वापर करणे. कागदाचा पुन्हा वापर केल्यामुळे वृक्षाचे संरक्षण तर होतेच पण प्रदुषण सुधा कमी होतो.

- आपण नैसर्गिक साधनांचे संरक्षण करण्यासाठी पुन्हा कोणकोणत्या वस्तुंचा वापर करू शकतो?

**पुनःचक्रीय करणे:** हे प्रत्येक वेळी होऊ शकत नाही. उदा. प्लास्टीक पुनःचक्रीय करणे खुप कठिण आहे व घातक प्रक्रिया आहे. प्लास्टीकच्या संकलीष्ट रचनेमुळे समस्या उत्पन्न होतात. प्लास्टीकमुळे जीतके फायदे आहेत तितके नुकसान आहे. एका प्रकारच्या प्लास्टीकला त्याच प्रकारच्या प्लास्टीक पासुन पुनःचक्रीय करावे. विविध प्रकारच्या प्लास्टीकला पुनःचक्रीय करण्यासाठी प्रथम त्यांना वेगळे करावे.

- घरातील कचरा फेकण्यापुर्वी त्यांची निवडणी का करावी?



**आकृती-9: टाकाऊ पदार्थापासुन यशवी बनविली**



**आकृती-10: पुन निर्माणाचे चिन्ह**

- कचरा कुंडीत व्यर्थ पदार्थ टाकण्यासाठी चांगल्या प्लास्टीक पिशवीला ठेवणे योग्य आहे का?
- पून्हा मिळवणे : आपण जेव्हा उद्योगधंदा साठी, वाहतूकी साठी झाडे तोडतो तेव्हा दुसऱ्या ठीकाणी झाडेलावणे जरुरी आहे.

### संरक्षण समुह (Conservation Groups)

जमीनीचा कशाप्रकारे उपयोग करावा. कोणकोणत्या प्रांतात बगीचे, वन्यप्राण्याचे संरक्षण केंद्र स्थापन करावे यासाठी शासन कायदे तयार करते. कारखान्यात प्रदूषण नियंत्रण करण्याची साधने बसवून प्रदूषण कमी करण्यासाठी सुध्दा शासन कायदे तयार करीत आहेत. शेवटी, नैसर्गिक साधनांचे संरक्षण करण्यास पर्यावरण मित्र यासारखे बळीस सुध्दा देत आहेत.

कितीतरी अंतरराष्ट्रीय संस्था संरक्षणाविषयात ध्यान केंद्रीत करीत आहेत. वर्षांप्रतीचे रक्षण करणे, प्राण्यांना अदृश्य होण्यापासुन संरक्षण करणे आणि हवेला शुद्ध ठेवणे यासारख्या कार्यास संस्थेचे सदस्य बळ देत आहेत.

1948 वर्षी शासन खाजगी समुहाचे सम्मेलन द इंटरनेशनल युनीयन फर द कंजरवेशन (International Union for the Conservation of Nature (IUCN)स्थापना झाली. 1980 मध्ये हे जागतीक संरक्षण विधानाचे प्रतिपादन केले. कित्येक देशाचे शासन त्यांच्या संरक्षण पथकाची प्रगती करण्यात IUCN च्या विधानाचे अनुसरण केले आहे. तेवढेच नाही तर IUCN नावाची संस्था घातक पातळीवर पोहाचलेल्या वन्यजाती जातीय बगीचे (national parks) संरक्षण केंद्र पर्यावरणाशी ( environments around the world) संबंधीत गोष्टीचा पातळीचे निरक्षण करते. कोत्तापली गावाचे उदाहरण घेऊन ते गावकरी आणि इतर संस्थेच्या पात्राची चर्चा करा.

- फक्त अंतरराष्ट्रीय, अंतरजातीय संस्था साधणांच्या व्यवस्थापणात भुमिका बजावते का? या एकुण व्यवस्थापण प्रक्रियेत कोणकोण भाग घेतात?
- तुम्ही आणि तुमचे मित्र कोणकोणत्या मार्गाव्दारे नैसर्गिक साधनांचे संरक्षण कराल?
- निसर्गाती आपण सुध्दा एक मुख्य साधन आहोत का? कशा प्रकारे?
- तुमच्या घरी दररोज किती लिटर पाण्याचा वापर करतात? प्रमाणानुसार प्रत्येकास किती पाणी आवश्यक असते ते सांगा?

म्हणुन आपल्या कर्तव्याची आठवण करू या. नैसर्गिक साधनांचा संरक्षण आपला कर्तव्याचे एक महत्वचा भाग आहे.



#### महत्वाचे शब्द

**झीरपण टाकी, सुक्षम जलसिंचन, बोरवेल, सुस्थीर विकास, जिवइंधन, कांदुर पट्टी, पिक पद्धती, गेट, कटट्याचे व्यवस्थापन (Dyke Management)**



## आपण काय शिकलोत?

- नैसर्गिक साधनांच्या संरक्षणासाठी त्याचे व्यवस्थापन खुप आवश्यक आहेत.
- नैसर्गिक साधने स्थानिक विशिष्टता असलेले आहेत. म्हणुन स्थानिक लोकांचे त्यावर नियंत्रण असावे.
- साधनांचा वापर करत, साधनांचा पुन्हा पुन्हा वापर करीत पर्यावरणावर दाब कमी करण्यायोग्य लोकांना जागृत करणे आवश्यक आहे.
- कोळसा पेट्रोलीयम सारख्या अवशेष इंधनास आपण ती संपणार नाहीत अशाप्रकारे सांभाळून वापरावे.
- राज्य, देशामधील विभेद/छटले साधनांच्या उपस्थितीला आडवे येऊ नये.



## आपल्या अभ्यासात सुधारणा करा

1. जागतीक इंधन साधनाच्या गुणांक माहितीच्या निवेदीका नुसार 2010 वर्षापर्यंत जगभरात 188.8 मिलीयन टन तेलाचे भंडार होते. हे येणाऱ्या 46.2 वर्षासाठी पुरतील असे स्पष्ट केले. तेलाचा जपुन वापर करण्यासाठी तुम्ही कसला सळ्या द्याल? जर तेलाचा जपुन वापर केला नाही तर काय परिणाम होतील?(AS1)
2. खाली दिलेला परिच्छेद वाचुन दिलेल्या प्रश्नांची उत्तरे लिहा.  
श्रीकाकुलम जिल्ह्यातील देन मंडळातील तीस पेक्षा जास्त लोक मिळून एका खाजगी कंपनीने समुद्र किणाऱ्यावर सुरु केलेल्या रेती खोदण्याच तिवृ विरोध केला. शासनाने जर प्रकल्पाला रद्द केले नाही तर त्याला लढा तिवृ करतील अशी सावधानीची सुचना दिली. तंटीय प्रांतीतील बहुमुल्य खणिजांना बाहेर काढण्याच्या उद्देशाने रेतीचे उत्खनन करण्यात आले. रेतीचे उत्खनन सुरु केलेल्या वन सरहद्द प्रांतामध्ये हे लोक राहतात.(AS1)
  - i) गावकच्यांचा अशाप्रकारे विरोध करून लढणे योग्य आहे काय? का?
  - ii) लढा देवुन गावकरी कोणत्या नैसर्गिक साधनांचे रक्षण करू शकतात?
  - iii) रेतीतुन खोदुन काढलेल्या बहुमुल्य खनिजाचा गावकच्यांना काही फायदा आहे का?
  - iv) किणारी भागात खाजगी कंपनी का उत्खनन करू इच्छित होती?
  - v) यात शासनाची भुमिका काय आहे?
  - vi) रेतीचे उत्खनन तेथील लोकांवर कशा प्रकारचा प्रभाव टाकतो?
3. सुस्थिर विकास म्हणजे काय? याचा नैसर्गिक साधनाच्या व्यवस्थापणात कशा प्रकारे उपयोग होतो?(AS1)
4. नैसर्गिक साधनांचे संरक्षण आणि व्यवस्थापणा बद्दल सविस्तर वर्णन करा?(AS1)
5. तुमच्या क्षेत्रातील एखाद्या नैसर्गिक साधनाचा पुनःउपयोग करण्याचे काही मार्ग सुचवा?(AS1)
6. जंगलाचे, वन्यप्राण्याचे का संरक्षण करावे?(AS1)
7. जंगलाच्या काही संरक्षण करण्याच्या पद्धती सुचवा?(AS1)
8. नैसर्गिक साधने खुप वेगाने न्हास पावत आहेत. यांच्या भावी परिणामाची चर्चा करा?(AS2)
9. एखाद्या पेट्रोल बंकवर जाऊन त्याच्या व्यवस्थापकाशी अवशेष इंधनाच्या उपभोगा विषयी मुलाखात घेण्यासाठी प्रश्नावली तयार करा?(AS2)
10. नैसर्गिक साधने मातीची झीज थांबवते. पावसाचे पाणी साठवुन ठेवने यापैकी कोणत्याही एका विषयास प्रदर्शीत करण्यासाठी नमुना तयार करा? (AS3)
11. तुमच्या प्रांतीतील नैसर्गिक साधनाची पुर्नरचना करण्याचा गावकरी, शेतकरी याची यादी तयार करा. त्याचे कार्य पद्धतीवर चर्चा करा?(AS4)

12. काकीनाडा येथील ONGC (Oil and Natural Gas Corporation) यांनी केलेल्या नैसर्गिक वायु चे ड्रीलिंग कामाबद्दल एकलेच असाल? या संबंधीत माहिती गोळा करून नैसर्गिक वायु उत्पत्तीवर अहवाल तयार करा? (AS4)
13. आपल्या परिसर प्रांतीतील कोणत्याही पदार्थाला पुनःचक्रिय करणाऱ्या युनीट किंवा कारखाने आहेत का? पदार्थाची पुनःचक्रिया कशी घडते? वर्णन करा? (AS4)
14. आपल्या देशात पेट्रोलीयमच्या उपयोगास दर्शविणाऱ्या कोणत्याही एका वायुचे निरक्षण करा? (AS4)
  - i) भारताचे
  - ii) आपल्या गरजा भागतील इतके उत्पन्न होत आहे काय?
  - iii) कोणत्या काळात पेट्रोलीयम सर्वात जास्त वापर होतो?
  - iv) दहा वर्षाच्या कालावधीत उत्पन्नामध्ये पाहिलेला फरक कोणता? (2004 ते 2014)
15. नैसर्गिक संपत्तीचा योग्य वापर करणेच देशासाठी आपली सेवा आहे. यास तुम्ही कसे समर्थन कराल? कारण काय? (AS6)
16. जनसाधनाच्या उपलब्धतेनुसार पिकाची निवड शेती पद्धती करावी. या विषयाची माहिती शेतकऱ्यांना देण्यासाठी घोषणा तयार करा. (AS7)

### रिकाम्या जागा भरा

1. जैविक इंधन उत्पत्ती करण्यासाठी..... या वनस्पतीचा वापर करतात.
2. जैविक विभिन्नतेचे जतन फक्त आहारासाठी नव्हे तर..... सुधा होते.
3. पुनःनिर्माण न करता येणाऱ्या नैसर्गिक साधनाचे एक उदाहरण..... आहे.
4. ..... ही जलसंरक्षणाचा पर्यायी मार्ग आहे.
5. धान हे पिक..... या प्रदेशात घेणे अनुकुल असते.

### अनुकूल उत्तराची निवड करा.

6. झोरपण टाकी मुळे हा उपयोग होतो. ( )
  - (a) शेतीला पाणी पुरविणे (b) भुगर्भतील जलपातळी वाढविण्यासाठी
  - (c) पावसाच्या पाण्याचा साठा करण्यासाठी (d) पावसाळ्यात पुर थांबविण्यासाठी
7. कमी पाणी उपलब्ध असलेल्या प्रांतातील शेतकऱ्यांना खालील पद्धत निवडावी. ( )
  - (i) अल्पकालीन पिके (ii) व्यापारी पिके (iii) ठिंबक सिंचन पद्धती (iv) पिक विराम घोषीत करणे
  - (a) i, ii (b) i, ii, iii (c) i, iv (d) iii, iv
8. भारत देशात अतीवेगाने नष्ट होत चाललेली इंधानाची साधने ( )
  - (a) नैसर्गिक वायु (b) कोळसा (c) पेट्रोलीयम (d) सर्व
9. परिसरातील हानीकारक रसायने मोठ्याप्रमाणात शिरण्याचे कारण ( )
  - (a) कारखाने (b) खाणी (c) औषधी (d) आधुनिक तंत्रज्ञान
10. सुस्थिर प्रगती म्हणजे काय? ( )
  - (a) वाया जाऊ न देणे (b) स्थिर वाढ
  - (c) नुकसान न करता प्रगती साधने (d) कमी काळात जास्त उत्पत्ती करणे

सौजन्य - संदर्भ : 1 व्ही. रंतना रेडी सेंटर फार इकनामिक्स एंड सोसीयल स्टडीज हैदराबाद

संदर्भ 2 : पेपर आन वाटर मॅनेजमेट इन आंध्रप्रदेश by Dr. M.D. Reddy, Water Technology

Centre ANGAR Agriculture University, Hyderabad.