

श्री. अशोक कोठारे

व्यावहारिक
निसर्गशेती

अभ्यासक्रम

भाग १ व २

व्यावहारीक निसर्ग शेती अभ्यासक्रम

लेखक : श्री अशोक कोठारे

ashokkothare@gmail.com

या पुस्तकातील लेखनाचे सर्व हक्क लेखकाकडे सुरक्षित असून पुस्तकाचे किंवा त्यातील अंशाचे पुनर्मुद्रण किंवा इतर रूपांतर करण्यासाठी लेखकाची लेखी परवानगी घेणे आवश्यक आहे. तसे न केल्यास कायदेशीर कारवाई होऊ शकते.

ई साहित्य प्रतिष्ठान

G1102, Eternity, Eleventh floor

Eastern Express Highway. Thane, 400604

www.esahity.com

esahity@gmail.com

©esahity Pratishtan®2018

- विनामूल्य वितरणासाठी उपलब्ध.
- आपले वाचून झाल्यावर आपण हे फॉरवर्ड करू शकता.
- हे पुस्तक वेबसाइटवर ठेवण्यापुर्वी किंवा वाचनाव्यतिरिक्त कोणताही वापर करण्यापूर्वी साहित्य प्रतिष्ठानची लेखी परवानगी घेणे आवश्यक आहे.

व्यावहारीक निसर्ग शेती

अभ्यासक्रम

भाग पहिला

विषय: वनस्पतीचे काया शास्त्र

धडे १ व २

धडा १ ला

धडा पहिला पेशी

कोणतीही वनस्पती पांच अंगानी बनलेली असते. त्यांना वनस्पतीची **पंचांगे** असे म्हणतात. ती अशी, मूळ, खोड (खोडांग), पान, फुल आणि फळ, आहेत. त्यातील मूळ हे अंग मातीत असते व ते सहसा दिसत नाही. त्यात मुख्य मूळ, सोटमूळ, मूळशाखा, केशमूळ असे भाग येतात. खोडांगात जड, बुंधा, खोड, मुख्य फांद्या, उपफांद्या, डहाळ्या हे भाग येतात ते मोठ्या झाडाचे बहुधा काष्ठमय असतात. पानात सर्व पाने जसे, बाल पाने (कोवळी), तरुण पाने, वयस्क पाने येतात. फुलात कळ्या, पूर्ण फुल हे येतात आणि फळात फळाच्या सर्व अवस्थांचा समावेश असतो. ह्या प्रत्येक पंचांगांचे वनस्पतीच्या जीवनात असे काही विशिष्ट कार्य असते. जमिनीवरील भागाला (खोडांग, पान, फुल आणि फळ) वरांगे असे सामाईक नांव आहे. एकेका अंगाचा आता आपण परिचय करून घेणार आहोत. त्यानंतर ती सर्व अंगे ज्या मुलभूत घटकामुळे कार्यरत रहातात त्या पेशी ह्या घटकाचा सविस्तर परिचय करून घेणार आहोत. निरनिराळ्या वनस्पतींच्या ह्या अंगांच्या रचना अनेकविध असतात म्हणून त्यांत बरेच वैविध्य आढळून येत असते.

मुळांचे कार्य –

मुळांची अनेक कामे आहेत ती अशी,

१. जमिनीतून पाणी, पोषक द्रव्ये, खनिजे शोषून घेणे, श्वासोश्वास करणे.
२. वरांगांला आधार देऊन वनस्पतीला उभे रहाण्यास मदत करणे.
३. जमिनीतून पाणी, पोषक द्रव्ये (खते), खनिजे शोषून, ती पचवून त्यांचे पोषकरसात रूपांतर करून मग वरांगाकडे पाठविणे.
४. मुळांने जादा पोषक द्रव्य शोषले असेल तर ते साठवून ठेवणे. वरांगात जास्त कर्बोदके बनली असतील तर ती साठवणे.
५. वनस्पतीने जर जास्त **पोषकरस** तयार केला असेल तर तो साठवून ठेवणे. असा साठा नंतर वनस्पती योग्य मोसमात वाढण्यासाठी व फळं निर्मिती करता वापरत असते.
६. मुळातील सर्व जीवंत पेशी स्वतःला जीवंत ठेवण्यासाठी श्वासोश्वास करतात, त्यासाठी मातीतील ओलसर हवेत असलेला प्राणवायू मुळं वापरतात व कर्बवायू मातीत सोडतात.
७. वरांगाकडून जो **अन्नरस** मुळाकडे येतो तो वापरून मुळं स्वतासाठी आवश्यक तेवढी उर्जा उत्पन्न करतात. ही उर्जा वापरून मुळातील पेशी त्यांच्या सर्व जैविक क्रिया पूर्ण करतात.
८. मुळांत संजीवके व वितंचके तयार केली जातात. तसेच बरीच प्रथिने व त्यांना बनविण्यासाठी लागणारी अॅमिनो अम्ले (अॅसीड्स) सुद्धा तेथेच तयार होतात. वनस्पतीच्या सर्व अंगांतून जैविक क्रिया होताना जे व्यर्थद्रव्ये अथवा मुत्र तयार होते ते शेवटी मुळात येते व तेथून ते मातीत रात्रीच्या प्रहरी सोडले जाते ह्यामुळे वनस्पतीचे आरोग्य राखले जाते. जर ही क्रिया व्यवस्थितीपणे नाही झाली तर वनस्पतीला रोगबाधा होऊ शकते.
९. जशी वनस्पतीची वरील वाढ होते तशी मुळांचीसुद्धा वाढ होत असते त्या करतां मुळं मातीत घुसत असतात. प्रसंगी दगडाला सुद्धा भेदत असतात. हे काम मुळांतून स्रवणाऱ्या वितंचकांच्या मदतीने मुळं करतात. ते करीत असतांना ही वितंचके त्या दगडातील खनिजांचे शोषण करतात.

१०. मातीतील उपयुक्त रसायने शोषण्यासाठी जी दलविनिमय क्रिया होते त्यासाठी वेळोवेळी विविध दल ओलसर मातीत सोडण्याचे काम मुळं करतात.

अशा सर्व कामांचा अभ्यास आपण ह्या अभ्यासक्रमात दिलेल्या वनस्पतीशास्त्रात तपशिलात जाऊन करणार आहोत.

खोडांगाचे कार्य –

मुळं व खोड ह्याना जोडणाऱ्या भागाला **जड** म्हणतात. त्यानंतर खोड हा भाग येतो. खोडाच्या वर फांद्या सुरु होतात. खोडाच्या जाड खांबा सारख्या भागाला **बुंधा** असे म्हणतात. बऱ्याच वेळा खोड व बुंधा हे समानार्थी असे वापरले जातात. परंतु, फक्त मोठ्या झाडांच्या खोडाला बुंधा म्हणण्याचा रिवाज आहे.

खोडांगातील खोड हा भाग वरील वरांगे व मुळं ह्यांना जोडणारा असतो. त्यासाठी त्याची रचना अशी असते किं, मुळाकडून येणारी रसायने (विविध रस) खोडाच्या पेशींतून पुढे ढकलली जाऊ शकतात. तसेच पानाकडून खाली येणारे अन्नरस व व्यर्थद्रव्ये ह्या पेशी मुळाकडे वाहून नेतात. त्याशिवाय वरील भागाला मजबूत आधार देणे अशी कामे खोड करीत असते. वनस्पतीत अनेक प्रकार असतात जसे, वेली ह्यांच्या खोडामध्ये लवचिकपणा असतो व त्याप्रमाणे त्याच्या पेशींची रचना असते. हे सर्व वैविध्य आपल्याला पहावयाचे आहे. वेलीत तिच्या फांद्या व खोड एकच असते व तेथे बुंधा नसतो. मोसमी पिकांच्या अनेक रचना असतात. असे असले तरी त्यांचे मुलभूत कार्य सारखेच असते. तृणधान्यात व गवतात (एकदल वनस्पती) खोड व पाने एकरूप झाल्याचे दिसते. अशा अनेक रचना आढळून येतात. तरी त्यांचे वेगवेगळे अस्तित्व नीट पाहिले तर समजू शकते. ह्या विवेचनाचा उद्देश असा किं, विविध वनस्पतीत असणारी पंचांगे जरी प्रथमदर्शनी नीट लक्षात आली नाहीत तरी त्याचा अर्थ ती नाहीत असा करू नये. खोडात काही संजीवके (ह्यांना पुष्टके, सायटोकिनिन्स असे म्हणतात) तयार होतात ज्यामुळे खोड रुंद होते. वनस्पतीने तयार केलेल्या जादा अन्नाचा साठा मुख्यत्वे करून खोडात होत असतो. म्हणून जेवढे खोड रुंद तेवढे फलोत्पादन जास्त होत असते. वातावरणातील आर्द्रता (ओलावा) खोडाच्या काष्ठमय पृष्ठभागातील पेशी रात्रीच्या प्रहरी शोषून घेतात व ते झाडाच्या वरील भागाला रसवहन करण्यासाठी उपयोगी येत असते. खोडांगातील पेशी हवेतील प्राणवायू शोषत नाहीत तर त्यांचा श्वासोश्वास अप्रत्यक्ष असा असतो म्हणजे वनस्पतीत ज्या जैविक क्रिया होतात त्यातून तो परस्पर रित्या होत असतो. म्हणजे, बहुधा खोडांगासाठी श्वासोश्वास पाने व मुळांतील पेशी करतात.

पानांगाची कामे अशी –

पाने प्रकाश संश्लेषण करून सूर्याच्या शक्तीचे उपयुक्त उर्जेत रूपांतर करतात. मुळाकडून आलेला पोषकरस, सूर्याची उर्जा, वातावरणातील कर्बवायू आणि ओलावा घेऊन कर्बग्रहण क्रियेने पानात अन्न निर्मिती होते. आणि वनस्पतीचा अन्नरस तयार होतो. कोवळी लालसर पाने प्रकाशातील लाल व पिवळ्या रंगापासून प्रकाश संश्लेषण करतात व थोडी उर्जा तयार होते. तरूण हिरवी पाने पिवळ्या, लाल व निळ्या रंगापासून प्रकाश संश्लेषण क्रिया करून भरपूर उर्जा उत्पन्न करतात व ती खोडांगाकडे पाठवतात. पानात वयस्कर झालेली पाने प्रकाश संश्लेषण व कर्बग्रहण क्रिया करीत नाहीत म्हणून जेव्हा झाडाची छटणी करावयाची असते तेव्हा अशी पाने जास्त असलेला भाग छटण्याचे धोरण असते. दिवसाच्या उष्णतेत वनस्पती तापून जाऊ नये म्हणून मुळाकडून आलेले पाणी पानाद्वारा बाष्पीभवन करण्याचे काम सर्वच पाने करतात. परंतु, ह्यात वयस्कर पाने विशेष काम करतात. दिवसा बाष्पोत्सर्जन करणारी पाने रात्री वातावरणातून ओलावा शोषून घेतात व तो खोडात व फांद्यात साठवला जातो, ही सर्व कामे त्या त्या पंचांगातील पेशी बाखूबी आपसूकपणे करीत असतात. पाने वातावरणातील प्राणवायू शोषून श्वासोश्वास करतात. मूळं, खोडांग व पाने ह्यांना **नित्य पंचांग** असे समजले जाते कारण त्यांचे असणे नित्य असते. ते असल्या शिवाय वनस्पती बनूच शकत नाही.

फुलांचे काम –

फुले व फळे ही वनस्पतीची नैमित्तिक पंचांगे असतात, कारण ती नित्य वनस्पतीवर नसतात. त्यांचा संबंध वनस्पतीच्या प्रजनन क्रियेशी असतो. त्यासाठी आवश्यक असलेल्या गोष्टी जसे, किटकांना आकर्षित करणे, वनस्पतीचे सौंदर्य वाढविणे, सुगंध निर्मिती, मकरंद निर्माण करणे अशी कामे होत असतात. पुःकेसर व स्त्रीकेसर निर्मिती त्यात होते. फल उत्पत्तीची पहिली अवस्था फुलात संपन्न होते. फळ धरले की, फुलाचे कार्य संपते व ते नष्ट होते. बरीच फुले व फळे सुद्धा प्रकाश संश्लेषण व कर्बग्रहण क्रिया करू शकतात, त्याशिवाय श्वासोश्वास सुद्धा करतात. हवेष्णू श्वासोश्वास बंद झाला तर फुले कोमेजतात कारण, अहवेष्णू श्वसन सुरु होते. फळेसुद्धा वाढण्याचे थांबते व मरतात. ह्याची माहिती पुढे सविस्तरपणे येणार आहे.

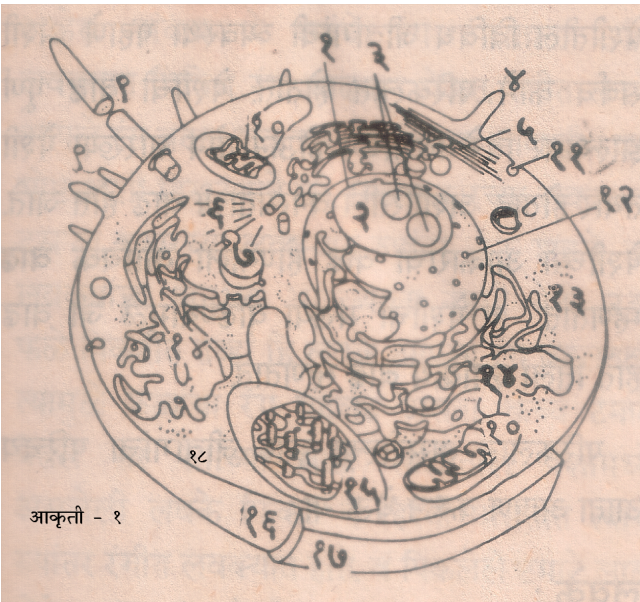
फळाचे कार्य –

शेतकरी जी सर्व काही खटाटोप करतो ती ह्या पंचांगासाठी असते. सर्व प्रकारची धान्ये, फळे ही पिकाची अंतिम उत्पत्ति असते. नित्य व नैमित्तिक पंचांगाची व्यवस्था नीटपणे राखली तर फळे उत्तम येतात व तो अंतिम उद्देश शेतकऱ्याचा असतो म्हणून शेती व्यवस्थापनात त्याला महत्व असते. निसर्गाप्रमाणे फळाचा उद्देश वनस्पतीचे प्रजनन करणे असे आहे. त्याप्रमाणे फळात बीया असतात. त्यांची पुन्हा लागवड व्हावी हा निसर्गक्रम आहे म्हणून, सर्व शेतीचा मुख्य उद्देश फलोत्पादन असतो. परंतु, मनुष्य त्यात बदल करून त्यातील फळे खाऊन बीया फेकून देतो.

वरील पंचांगाची घडण ज्या सूक्ष्म घटकापासून होते त्याला पेशी असे म्हणतात. पेशींचे असंख्य प्रकार आहेत. खाली पेशीत असू शकणाऱ्या सर्व प्रकारच्या भागांची माहिती दिली आहे परंतु, ते सर्व भाग सर्वच पेशीत असतीलच असे नाही कारण ह्या गोष्टी त्या पेशीच्या वनस्पतीतील कारभारावर अवलंबून असतात.

पेशींची रचना –

पेशींची रचना समजण्यासाठी आपल्याला एक उदाहरण पहावे लागेल. घर बांधतांना त्याच्या भिंती उभ्या करतो त्यासाठी वीटा वापरतो. भिंत एकसंध दिसली तरी तिची रचना असंख्य वीटांनी बनलेली असते. ह्या वीटा म्हणजे त्या घराच्या पेशी असतात असे आपण म्हणू शकतो, घरात त्याच्या बांधण्यात वेगवेगळ्या प्रकारच्या वीटांचा उपयोग असू शकतो त्याप्रमाणे वनस्पतीतसुद्धा अनेक प्रकारच्या पेशी एकत्रित मिळून वनस्पती बनत असते. म्हणजे, पेशी हे वनस्पतीचे मुळ अंग आहे. त्याची रचना व त्याचे कार्य समजले तर आपल्याला वनस्पतीचे जैविक कार्य कसे चालते ते समजू शकते.



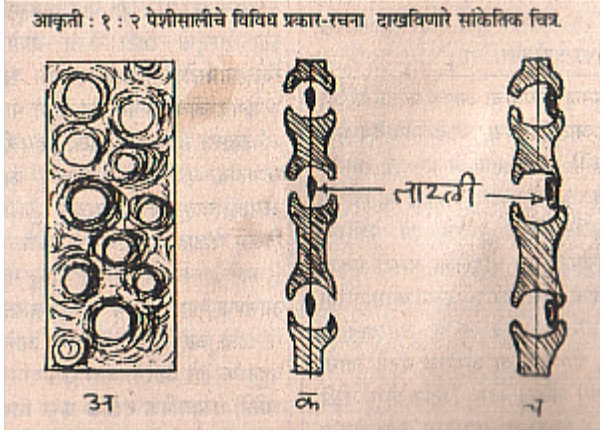
पेशींचे विविध प्रकार आहेत व ते त्यांच्या कामानुसार असतात. म्हणजे मुळातील पेशी व पानातील पेशी ह्यात बराच फरक असतो जरी त्या दोनही एकाच वनस्पतीच्या पंचांगाचा भाग असतात. असे असले तरी सुत्रात पाहिले तर असे दिसून येते कि, त्यासर्व पेशीत त्यांच्या घटक रचनेते एकसारखेपणा असतो. त्या एकसारखेपणा वरून आपण पेशींचा अभ्यास करू शकतो. वनस्पतीत जे दोष उत्पन्न होतात ते प्रथम पेशीत होतात व त्याचे कारण पेशीचे कार्य काही कारणाने बिघडलेले असते. ती मुलभूत कारणे समजण्यासाठी पेशींच्या रचना व कार्य समजणे अत्यावश्यक असते.

ते आता पाहणार आहोत.

आकृती १ मध्ये पेशीतील विविध भाग दाखवले आहेत. १. प्राकल, २. डिनेचा

संच, ३. रीबोसोम निर्माण करणारे संच, ४, पेशीबाहू ह्यांच्यामुळे पेशी अन्नरसाचे शोषण करू शकते, ५-६. पेशी स्नायु ह्यामुळे पेशीचे स्पंदन चालू रहाते, ७-८. पेशीच्या विविध भागांची दुरुस्ती करणारे अवयव, ९. हा भाग जलवनस्पतीत असतो त्यामुळे पेशी पाण्यात वल्ही मारून प्रवास करू शकतात त्यांना पेशीवल्ही म्हणतात, १०. ऊर्जागे ह्यात अन्नरसाचा उपयोग करून पेशीसाठी उर्जा तयार होते व ती इतर भागांना मिळते, ११. पोषकरसाचे शोषण करणारे अवयव, १२. प्राकल व परिकल ह्यांना जोडणारा अवयव, १३. रीबोसोम सूक्ष्म कणासारखे असतात, १४. परिथरातील शिरांचे भाग, १५. लवके कर्बग्रहण वगैरे कामे करणारा अवयव, १६-१७. पेशीसाल, १८. परिकलाचा थर ज्यामधून पेशीसाल तयार होते.

पेशीसाल



ह्याला इंग्रजीत **सेलवॉल** म्हणतात. साल म्हणजे पेशीचा तो सर्वात बाहेरचा पेशीला आवरणारा भाग आहे. त्यामध्ये बाहेरून पोषकरस व अन्नरस शोषण्याची क्षमता असते. वनस्पतीतील पेशीसाल अतिशय तलम असते ते **काष्ठतंतू** (सेल्युलोज) पासून बनते व त्यात विशिष्ट प्रकारची खास स्वरूपाची सख्खिता असते त्यातून पेशी निवडक पारगम्यता, परासरणदाब व दल-विनिमय क्रिया ह्या तीन पद्धतीने बाहेरील द्रव पदार्थ शोषून घेत असते. पेशीच्या सर्व आतील भागाला **जीवरस** असे म्हणतात कारण तो द्रवमय असतो. इंग्रजीत

जीवरसाला **प्रोटोप्लाझम** असे म्हणतात. जीवरसात अनेक कामे करणारी इतर **जीवांगे** असतात. त्यासर्वांना इंग्रजीत **ऑर्गनेल** असे म्हणतात. जीवरसात जिवंतपणा असतो जोवर पेशी जिवंत आहे. त्याचा प्रभाव म्हणून जीवरसात सतत स्पंदना सारख्या हालचाली होत असतात. पेशीची जेव्हा वाढ होते तेव्हा काही प्रमाणात जीवरसाची सुद्धा वाढ होते. त्यानंतर ते तेवढेच रहाते म्हणून वाढलेल्या पेशीत काही पोकळ्या तयार होतात. त्या पोकळ्यांना **रिक्तसा** असे म्हणतात. इंग्रजीत त्यांना **व्हॅक्युल** असे म्हणतात. ह्यांतून पेशीचे अन्नरस व इतर वस्तूंचा (व्यर्थद्रव्य, खनिजे वगैरे) साठा केला जातो. बऱ्याच वेळा ह्या पोकळ्यांतून वातावरणातील शोषलेले पाणी धरून ठेवलेले असते. जीवरसातील महत्वाचा भाग असतो **प्राकल**, त्याला इंग्रजीत **न्युक्लीयस** असे म्हणतात. कारण तो पेशीत बहुधा मध्ये (केंद्रस्थानी) असतो. त्याला पेशीचा मेंदू समजले जाते. त्यातून पेशीच्या सर्वांगाला जैविक क्रियांसाठीच्या सर्व सूचना देणे व इतर भागांकडून येणारे आदेश घेणे असे काम होते आणि पेशी त्याबरहुकूम काम करित असते. ह्या सूचना देण्याचे तसेच विविध भागांकडून केंद्राकडे येणाऱ्या संदेशांचे वहन जे भाग करतात त्यांना **आरेने** असे म्हणतात. आरेने हे एका प्रकारे पेशीच्या आतील कामगार असतात असे दिसून येते कारण त्यात संदेश नेणारे, जीव-रसायनिक क्रिया करणारे, रिक्तसा मधील जल व व्यर्थद्रव्ये व खनिजे ह्यांचे ने-आण करणारे म्हणजे हमाली करणारे अशी विविध कामे करणारे आरेने असतात. एका प्रकारचे काम करणारा आरेने दुसऱ्या प्रकारचे सुद्धा काम करतो असे दिसून येते. हे आरेने आपली कामे डिएनेच्या सूचनेनुसार करित असतात. प्राकलात **डिएने** नांवाचे एक बुद्धिचे काम करणारे जीवांग असते. डिएने मध्ये त्या पेशीचे कार्य कसे चालले पाहिजे त्या बदलच्या सर्व सूचना साठवून ठेवलेल्या असतात. जसे संगणकात हार्डडीस्कमध्ये सूचना साठवून ठेवलेल्या असतात. संगणकाचे कार्य समजले तर त्यावरून डिएनेचे कार्य समजणे सोपे होईल. संगणकात मायक्रो प्रोसेसर असतो व तो हार्डडीस्कमधील माहितीचा वापर करून संगणकाला विविध सूचना देतो तसेच काहीसे डिएने मध्ये होते व त्या साठविलेल्या माहितीनुसार पेशीचा जीवन व्यवहार होत असतो. पेशीत सतत होणारी स्पंदने आरेनेच्या हालचालीमुळे बहुधा होत असतात. प्राकलानंतर जीवरसात असणारा दुसरा भाग आहे **परिकल**, ह्याला इंग्रजीत **सायटोप्लाझम** असे म्हणतात. पेशीतील ज्या अनेक हालचाली होत असतात त्या ह्या परिकलात होतात. त्यात छोटीमोठी जीवांगे तरंगत असतात. प्राकलसुद्धा परिकलात केंद्रस्थानी धरून ठेवलेला असतो. पेशीच्या विविध जैविक क्रिया जसे, श्वासोश्वास करणे, बाहेरून आलेले रस वापरून

(पचवून) पेशीच्या जिवंत रहाण्यासाठी व वाढण्यासाठी उर्जा निर्मिती करणे, पेशीत नको असलेले पदार्थ (व्यर्थद्रव्ये) बाहेर टाकणे, पेशीची वाढ करणे, पेशीतील विविध जीवांगांची देखभाल करणे अशी सर्वच कामे परिकलात होत असतात. पेशीच्या दोन प्रकारच्या वाढी असतात, आकार वाढणे ह्याला **कायिक वाढ** असे म्हणतात व नंतर विभाजन होऊन संख्या वाढते त्या वाढीला **शाकिय वाढ** असे म्हणतात. परिकलात असलेल्या इतर जीवांगांचा आता परिचय करून घेऊया. आकृती १ व २ मध्ये पेशीसालीचा तुकडा (अ) दाखवला आहे त्यातील छिद्रे (क, च) व त्यात पदार्थांच्या येण्या जाण्यावर नियंत्रण ठेवणाऱ्या तटल्याच्या आकाराच्या झडपा दिसतात.



लवके — जीवरसात अनेक प्रकारची द्रव्ये असतात. त्यात लवके ह्या नांवाने आळखली जाणारी गोलाकार व चपट्या आकाराची जीवांगे असतात. इंग्रजीत ह्यांना **ग्रानम (ग्राना)** अनेकवचन) म्हणतात. लवके एकमेकांना जोडलेले असतात त्या जोडणाऱ्या तंतूला **स्ट्रोमा** असे म्हणतात. ती सर्व परिकलात पसरलेली असतात. जीवरसात होणाऱ्या अनेक क्रिया-प्रक्रिया मध्ये ते भाग घेतात. त्यांची संख्या गरजेनुसार कमी जास्त होत असते. ह्यांचे त्यांच्या रंगावरून तीन प्रकार आढळून येतात. फिकट लवके, हिरवे लवके, आणि रंगीत लवके असे ते आहेत. रंगीत लवक्यात पिवळा व लाल रंग व त्यांची मिश्रणे आढळतात. फुले व फळे तसेच पाने ह्यांतील लवके आपण त्या, त्या भागांना कसे विविध रंग देतो ते नेहमी पहातो.

लवके आपले रंग बदलू शकतात. कोवळे पान लालसर असते ते तरुण झाले किं हिरवे होते, त्याच प्रमाणे कच्चे फळ हिरवे असते ते लाल होते वगैरे जे प्रकार आपण नित्य अनुभवतो तो ह्या लवक्यांच्या रंग बदलण्याच्या स्वभावाचा परिणाम असतो. निरनिराळ्या रंगाच्या लवक्यांचे कार्य काय व ते कसे काम करतात ते थोडक्यात पहावयाचे आहे.

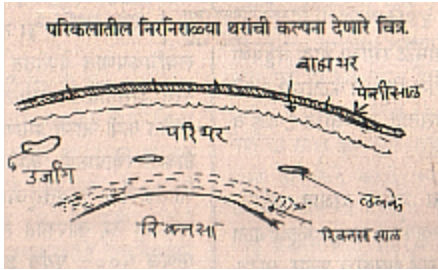
फिकट लवके — पेशीत जो जास्त अन्नरस बाहेरून येतो त्याचे पाण्यात न विरघळणाऱ्या **पिष्ट** म्हणजे **स्टार्च** मध्ये रूपांतर करतात. अशारितीने पेशी आपला राखीव अन्न साठा करून भविष्याची सोय करीत असते. वनस्पतीच्या सर्वच पेशीत ही असतात. हा साठा रिक्तसा मध्ये ठेवला जातो.

हिरवी लवके — जर फिकट लवके सदोदित प्रकाशात येत असतील तर त्यांचे हिरव्या लवक्यात रूपांतर होऊ शकते. हिरवे लवक्यात **हरित द्रव्य** असते म्हणजे त्यात **क्लोरोफिल** असते. असे झाले तर ती पेशी प्रकाशाच्या मदतीने पेशीत जैविक क्रियामुळे जो कर्बवायू तयार होतो त्याचे पुन्हा शर्करेत रूपांतर करू शकते. ह्या क्रियेला वनस्पतीतील **अंतर्गत होणारे कर्बग्रहण** असे म्हणतात. म्हणजे ती पेशी स्वतः अन्न निर्माण करू लागते. ह्या व्यवस्थेमुळे मोठी उर्जा बचत होत असते. एरव्ही पाने वातावरणातील कर्बवायू वापरून कर्बग्रहण क्रिया करीत असते. त्याचा अर्थ असा होतो किं वनस्पतीत दोन प्रकारे कर्बग्रहण क्रिया होऊ शकते. हिरवी फळे, कोवळ्या डाहळ्या, देठ असे बरेच भाग ह्या लवक्यांच्या मदतीने अंतर्गत कर्बग्रहण करीत असतात. हे सर्व बदल वनस्पतीतील उघड्या भागात दिसतात. वनस्पतीच्या आतील पेशीमध्ये हिरवी लवके आढळत नाहीत. कर्बग्रहण व प्रकाश संश्लेषण क्रियांची सविस्तर माहिती आपण नंतर पहाणार आहोत.

रंगीत लवके — ह्यांतील रंगद्रव्ये पानात, फुलात व फळात विशेष करून आढळून येतात. त्यात **पितसा (क्सेन्थोफील)** व **रक्तसा (कॅरोटीन)** अशी रंगद्रव्ये आढळून येतात. आपल्याला माहित आहे किं लाल, हिरवा व पिवळा हे मुलभूत रंग आहेत व त्यांच्या विविध मिश्रणाने अनेक रंग छटा तयार होऊ शकतात. विशेषकरून फळात ह्यांचे मिश्रण झाल्यामुळे कच्ची फळे पिकतांना रंग बदलत शेवटी लाल होतात त्यात ह्या रंगीत लवक्यांचा समावेश असतो. हरित द्रव्य, पितसा व रक्तसा ह्यांच्यात प्रकाश संश्लेषण करून त्याद्वारा उर्जा निर्माण करण्याची क्षमता असते. त्या उर्जेने हवेतील अथवा वनस्पतीच्या अंतर्गत असलेल्या कर्बवायुचे पाण्याबरोबर संयोग करून शर्करा व पिष्ट तयार करण्याचे काम तेथे येत असते. बहुतेक वनस्पतीची पाने हिरवी असतात परंतु,

काही वनस्पतीत पितसा व रक्तसा ह्यांचे मिश्रण होऊन रंगीत पाने दिसतात. पानातील लवके हवेतील कर्बवायू व पाणी ह्यांचा संयोग करून वनस्पतीचे अन्न म्हणजे पिष्ट व शर्करा बनवतात आणि इतर भागातील दृश्य रंगीत लवके वनस्पतीच्या अंतर्गत पेशींच्या श्वासोश्वासातून निघणाऱ्या कर्बवायूचे अन्नात रुपांतर करतात. रंगीत लवक्यात हरित द्रव्याची प्रकाश संश्लेषण करण्याची क्षमता सर्वात जास्त असते. त्यानंतर रक्तसा व शेवटी पितसा असा क्षमतेचा क्रम असतो. रंगीत लवक्या पेक्षा निराळे असे इतर रंगद्रव्य वनस्पतीत असू शकते त्यामुळे सुद्धा वनस्पतीच्या काही भागात रंगीतपणा दिसून येतो. परंतु, त्या रंगद्रव्यात प्रकाश संश्लेषण करण्याची क्षमता दिसून येत नाही. अशा रंगद्रव्यांना **वर्णांगे (अँथोसिनीन)** म्हणतात. ही रिक्तसा मधील पाण्यात असू शकतात व त्यामुळे वनस्पतील विविध रंग प्राप्त होऊ शकतात. ह्यांच्या पासून अनेक रंगद्रव्ये मिळवता येतात ज्यांच्याने कपडे रंगवले जातात, उदा. नीळ.

परितंतू – इंग्रजीत ह्याला **प्लासमोडेस्माट** असे नांव आहे. दोन पेशीमधील संबंध परितंतुमुळे शक्य होतात. पेशीमधील द्रव्यांचे आदान प्रदान ह्या परितंतू द्वारा होते. हे एका पेशीतून शेजारच्या दुसऱ्या पेशीत घुसलेले असतात. त्यांच्यामुळे वनस्पतीतील सर्व पेशी एकामेकाला जोडलेल्या असतात. अन्नरस, पोषकरस, व्यर्थद्रव्ये, तसेच इतर महत्वाचे पदार्थ, संजीवके, वितंचके, ह्यांचे वहन त्यांतून होत असते. परितंतूंच्या ह्या रचनेमुळे मुळातील रस झाडाच्या अगदी वरच्या टोकाला पोहोचतात. वनस्पतीत विविध रसांचे वहन होण्यासाठी निसर्गाने जे काही मार्ग ठेवले आहेत त्यातील हा मार्ग महत्वाचा ठरतो कारण, परितंतू मधून एका पेशीचा प्राकल दुसऱ्या पेशीतील प्राकलाला संदेश पाठवू शकतो. अशारितीने झाडातील सर्व पेशी एका प्रकारे एकमेकांशी संवाद साधू शकतात. त्यामुळे असे होऊ शकते किं, समजा, एका पेशीत संजीवकाचा तुटवडा निर्माण झाला तर त्या पेशीचा प्राकल परितंतूतून शेजारच्या पेशीतील प्राकलास निरोप पाठवून त्याच्याकडील जास्त असलेला संजीवक मागवू शकतो आणि तो संजीवक सुद्धा त्या परितंतूतून आणला जातो. ह्यासाठीच्या सर्व सूचना प्राकलातील



डिएने कडून दिल्या जातात. ह्याला वनस्पतीतील सजीवता असे समजले जाते. वनस्पती जर मृत झाली तर ह्या क्रिया बंद होतात. वर करणी असे वाटेल किं, हे सर्व केवळ रासायनिक क्रियेचा भाग आहे परंतु जेव्हा मृत वनस्पतीचे निरीक्षण केले गेले तेव्हा हा फरक स्पष्टपणे लक्षात आला. वनस्पती हा एक सजीव आहे हे त्यामुळे सिद्ध झाले. परितंतू बनण्यासाठी पेशीच्या सालीत काही घटना होतात. त्या येथे आपण पहाणार आहोत. ही क्रिया पेशी विभाजनाच्या प्रक्रियेत येते. पेशी विभाजनात प्रथमतः मातृ पेशीतील **परिकल** ह्या द्रव स्वरूपी भागाच्या बाह्य अंगाचे वाढीव पेशीसालीत रुपांतर होत असताना त्याचे तीन थर तयार होतात, त्यातील सर्वात बाह्य थराचे पेशीसालीत रुपांतर होण्याचे कारण, त्यात असलेले फिकट लवके अन्नरसातील शर्करेचे काष्ठतंतूत रुपांतर करतात. त्यांच्या क्लिष्ट रचनेतून अखेरीस वाढीव पेशीसाल तयार होते. हे होत असताना त्यात असलेले काही घन पदार्थ त्या क्लिष्ट रचनेत अडकून रहातात व पेशीसालीला सखिद्रता प्राप्त होते. काष्ठतंतू बनण्या आधीच्या अवस्थेत आणखीन काही पदार्थ तयार होतात त्याची माहिती असणे जरूरीचे आहे ती अशी, मातृ पेशीतील रिक्तसा मध्ये साठवलेली शर्करा, **ग्लुकोज**, नांवाच्या प्राथमिक साखरेच्या स्वरूपात असते. फिकट लवके त्या ग्लुकोजचे **पेक्टोज** बनवतात, पेक्टोज नांवाचा तंतू नाजूक व पारदर्शक असतो. ते नवीन पेशीत म्हणजे कोवळ्या पेशीत नंतर काष्ठतंतूचे काम करतात. जसजशी पेशी जून होत जाते तसतसे त्या पेक्टोजचे पेशीतंतूत रुपांतर पेशीतील फिकट लवके करतात. पेशीतंतू पेक्टोज पेक्षा जास्त मजबूत असतात. पेशी जशी आणखीन जून होते तसे त्याचे काष्ठतंतूत रुपांतर होते. पूर्ण वाढलेल्या पेशीत काष्ठतंतू, **पेशीतंतू** व पेक्टोज असे सर्वच निरनिराळ्या परिस्थितीत आढळून येतात. इंग्रजीत पेशीतंतूला **हेमीसेल्युलोस** म्हणतात. माणूस पेशीतील पेक्टोज व काही प्रमाणात पेशीतंतू पचवू शकतो परंतु काष्ठतंतू पचवू शकत नाही. पेक्टोज व पेशीतंतू बनतांना परितंतू हे पोकळ रचनेचे तंतू फिकट लवके तयार करून पेशी, पेशीतील संपर्क व्यवस्था तयार करीत असतात. आपण ज्याला फायबर युक्त खाद्य म्हणतो त्यात हे पेशीतंतू असतात.

फळातील गरात आपण पेक्टोज व पेशीतंतूंचा अनुभव नेहमी घेतो. कलिंगड धारदार सुरीने कापून पहा, त्यातील गर सूक्ष्मशा पारदर्शक तंतूंचा बनलेला असून त्या तंतूंच्या जाळीत रस धरून ठेवलेला दिसतो. आंबा, चिकू, पेरू, काकडी अशा सर्वच पिकलेल्या फळात तसेच ताज्या देठात गर अशारितीने धरून ठेवलेला दिसतो. ह्या पारदर्शक तंतूंना पेक्टोज म्हणतात. फळांचा रस काढतांना ते रसात मिसळल्यामुळे रसाला घट्टपणा येतो. आंब्याच्या बाठ्यातील शिरा, फळाच्या सालीतील शिरा बहुधा पेशीतंतूंच्या असतात. त्यातच परितंतू मिसळलेले असतात. पेक्टोजला गरम केले तर त्याची तंतूमयता जाऊन त्याचा लोंदा होऊन गोळा तयार होतो. तसे झाले कि त्याला **पेक्टिन** म्हणतो. सर्वच फळांच्या रसातून हा पेक्टिन तयार करतात. हा सर्व मोरांबे, जाम अशा स्वादिष्ट पदार्थात आपण पहातो.

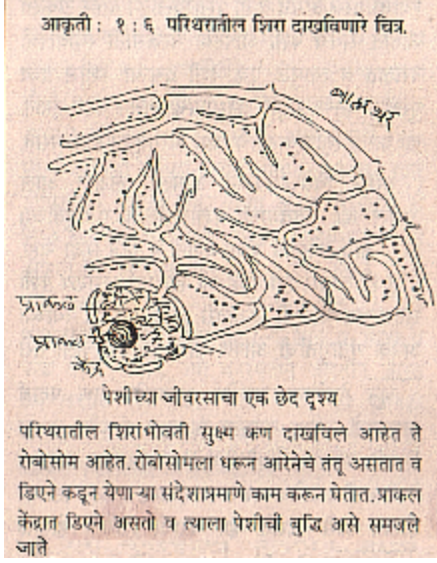
ग्लुकोज हा प्राथमिक साखरेचा प्रकार आहे. तो आपण द्राक्षात पहातो. त्यापेक्षा जे दुसरे साखरेचे प्रकार आहेत ते ह्या ग्लुकोजच्या रेणूच्या संयोगाने बनत असतात. ग्लुकोज नंतर फ्रॅक्टोज, डेक्ट्रोज असे साखरेचे इतर प्रकार बनतात त्यात काही मिश्र प्रकार सुद्धा बनतात त्यात आपण जी उसापासून बनलेली साखर खातो ती येते. तिच्यात ग्लुकोज व फ्रॅक्टोजचे रेणू असतात. २० पेक्षा जास्त रेणू मिळून जे प्रकार बनतात त्यांना **पॉलिसाचाराईड** असे म्हणतात. द्राक्षामध्ये जे ग्लुकोज मिळते ते एका रेणूचे म्हणून प्राथमिक असे समजतात. पेक्टोजच्या रेणूत ग्लुकोजचे ५० पर्यंत रेणू एकमेकाला रासायनिक बंधाने जोडलेले असू शकतात. ५० पेक्षा कमी रेणूचे सुद्धा पेक्टोज असतात. ५० ते १५० रेणू जोडून विविध प्रकारचे पेशीतंतू बनतात. त्यातच पोकळ रचनेचे परितंतू सुद्धा होतात. जसे रेणूंची संख्या वाढत जाते तसे त्याचा पारदर्शकपणा कमी होत जातो. तसेच, जसे रेणूंची संख्या वाढत जाते तसे ते अपच्य अवस्थेत जातात. साधारण लाकडातील काष्ठतंतू १५० ते ५००० इतक्या संख्येच्या रेणूंपासून बनतात. सर्वात जास्त संख्या असलेला काष्ठतंतू कापसाचा आहे. तो कोणताही प्राणी पचवू शकत नाही. जेवढे जास्त रेणू तेवढे लाकूड जास्त मजबूत असा साधारण नियम आहे. शेवग्याचे (९८० रेणू) झाड नाजूक व सागाचे (२००० रेणू) मजबूत ह्याचे कारण त्या, त्या लाकडातील रेणूंची संख्या असते. अशारितीने विविध प्रकारच्या शर्करा तयार होत असतात. म्हणजे, लाकूड आणि कापूस हे साखरेचेच प्रकार आहेत. ग्लुकोजच्या रेणूंपासून संयोगाने तयार होणाऱ्या पदार्थांची नावे रेणूच्या संख्येच्या उतरत्या क्रमाने अशी, काष्ठतंतू, पेशीतंतू – परितंतू, पेक्टोज, पिष्ट, व सर्व प्रकारचे माणसाला खाता येणारे साखरेचे प्रकार. साखरेचे सर्व खाद्य प्रकार त्यांच्या पोषकतेच्या संदर्भात **कार्बोदके** म्हणून ओळखले जातात, इंग्रजीत **कार्बोहायड्रेट** म्हणतात. अखाद्य प्रकारांना पॉलिसाचाराईड म्हणून ओळखतात.

पेशीच्या सालीत आणखीन काही पदार्थ अडकून पडलेले आढळतात. त्यामुळे पेशीला काही प्रकारचे संरक्षण मिळते. त्यातील **क्युटीन** हा एक आहे. तो पानाच्या वरील पृष्ठभागात व फळाच्या पृष्ठभागात विशेष आढळून येतो. पानाना व फळांना चकचकीतपणा त्यामुळे येतो. क्युटीन वातावरणातील बाष्प शोषून घेत नाही तसेच फवारणीने जे पाणी सिंचनाने टाकले जाते तेसुद्धा आत शोषण्यास विरोध करतो. हे मुळात अजिबात नसते कारण मुळातून पाण्याचे शोषण होणे जरूरीचे असते. इतर उल्लेख करण्यासारखा पदार्थ आहे, त्याला **श्लेष्मल** असे म्हणतात. श्लेष्मल मोठ्या प्रमाणात पाणी शोषून घेतो व ते धरून ठेवतो. त्यामुळे त्याला चिकटपणा असतो. अळू, भेंडी अशा भाज्यात तो स्पष्टपणे जाणवतो. श्लेष्मलात धरून ठेवलेले पाणी अर्ध-रासायनिक क्रियेने तेथे रहाते व जेव्हा वनस्पतीला ते पाणी हवे असेल तेव्हा ते ती वनस्पती वापरते. म्हणून मुळांत हा पदार्थ आढळून येतो. पेशीतील परिकलाच्या बाह्य थरातून पेशीसाल तयार होते ते आपण पहिले, त्याशिवाय परिकलाचा जो थर रिक्तसाला धरून असतो त्याला **रिक्तसाल** म्हणतात व मधील थराला **परिथर** असे म्हणतात. इंग्रजीत बाह्य थराला **एक्टोप्लाझम** व परिथराला **एन्डोप्लाझम** अशी नावे आहेत.

परिकलात आणखीन काही भाग असू शकतात ते असे, **ऊर्जांग (मिटोकाँड्रीया)**, **परिथरातील शिरा (एन्डोप्लाझ्मिक रेटीक्युलस)**, **रीबोसोम**, त्यांची माहिती थोडक्यात पाहू या.

ऊर्जांग – अतिशय लहान कणासारखे व बशीच्या आकाराचे गोल किंवा कधी कधी लांबोडके असतात. त्याच्या कडून त्याच्यात असलेल्या डिएनेच्या संदेशानुसार वनस्पतीतील जीवरस निर्माण करण्याचे काम होते. अमिनो अम्लांपासून विविध प्रथिने तयार करणे, उर्जा निर्मितीसाठी लागणारी **स्फुरदांगे (फॉस्फोलिपीड, एटिपी)** तयार करणे अशी कामे येतात. अशी कामे परिथरात होतात. ही स्फुरदांगे (**अँडीनाईन ट्रायफॉस्फेट एटिपी**) जेव्हा

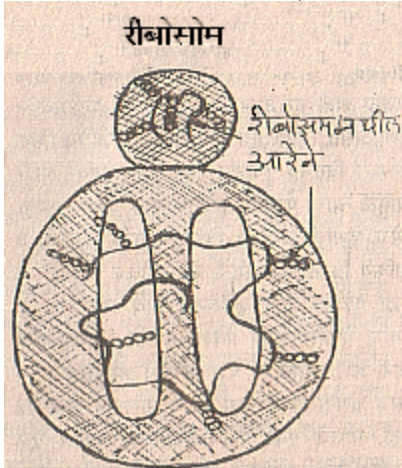
पेशीला ऊर्जा पुरविण्याचे (इंधन म्हणून जळतात, येथे जळण्यासाठी प्राणवायू लागतो) काम करतात तेव्हा त्यांना **शक्तीसंयुगे** असे म्हणतात. ऊर्जांमध्ये सतत स्पंदने होणे व त्यांच्यात स्वताला पिळणे, वाकवणे अशा हालचाली होत असतात. ऊर्जागे परिथरात सर्वत्र विखूरलेली असतात. पेशींचा त्या उर्जा स्रोत असतात म्हणून, त्यांना ऊर्जाग असे नांव आहे.



परिथरातील शिरा — अतिशय क्लिष्ट रचना असलेले बारीक शिरा सारखे दिसणारे व सर्व परिथरात पसरलेले असतात. त्यात वनस्पतीला लागणाऱ्या प्रथिनांची निर्मिती होते. तसेच पेशीरसात असलेल्या जास्त साखरेचे पिष्टात अथवा स्निग्ध पदार्थात रूपांतर करणे अशी कामे ऊर्जागांच्या आदेशानुसार होत असतात.

रीबोसोम — रीबोसोमचे आणखीन बरेच जातभाई सुद्धा पेशीत असतात ते सर्व पेशीच्या विविध जैविक कार्यात आपापली कामे डिपनेच्या आदेशानुसार करित असतात. मुख्य गोष्ट ह्या ठिकाणी आपण लक्षात घ्यावयाची ती अशी किं, ह्या सर्व क्रिया जैविक असतात कारण जर पेशी मृत झाली तर त्या होत नाहीत. रीबोसोम परिथराच्या शिरांना चिकटून असतात. मुळांकडून आलेले पोषक रस व पानाकडून आलेले अन्नरस ह्यांचे विपचन येथे होऊन त्याद्वारा पेशीचे कार्य होत असते. रीबोसोम मध्ये आरेने नांवाचे कार्यकारी प्रथिन असते. त्यांना पेशीतील कामगार असे म्हणता येईल,

कारण, हे आरेने पेशीत विविध द्रव्यांची ने-आण करित असतात. त्या बदलची माहिती आपण सुरुवातीला पाहिली आहे. इतर जातभाईची नांवे अशी सांगतात. स्पेरोसोम, ग्लियोक्षीसोम, पेरोक्षिसोम, मायक्रोट्युबिलेट्स, लोमसोम, लायसोसोम इत्यादि, हे सर्व आपापली कामे करित असतात. लायसोसोम पेशीला बाहेरून होणाऱ्या घातक (रोग वगैरे) गोष्टींपासून संरक्षण देतात. सर्वच वनस्पतीतील पेशीत हे सर्व असतीलच असे नाही.



आपण आता पर्यंत वनस्पतीच्या पेशीत नेहमी आढळणाऱ्या गोष्टींची थोडक्यात माहिती करून घेतली आहे. त्यामुळे पेशीचे अंतरंगाची साधारण कल्पना आली असेल. शेती करतांना ज्या काही गोष्टी आपण करित असतो त्यांचा पेशीच्या जैविक कार्यावर परिणाम होत असतो व ते समजण्यासाठी ही माहिती मी येथे दिली आहे. येथे ज्या आकृत्या दिल्या आहेत त्यांच्या मदतीने हे भाग कसे असतात तेसुद्धा समजणे सोपे होईल अशी अपेक्षा करतो. येथे आपण फक्त वनस्पतीतील पेशीचा विचार केला आहे. इतर प्राण्यांच्या पेशीत काही फरकाने त्यांची रचना असते.

पेशीना जिवंत रहाण्यासाठी अन्न व प्राणवायू लागतो. त्याचा पुरवठा पेशी बाहेरून होतो व तो पेशीसालीमध्ये असलेल्या सूक्ष्म छिद्रे व पेशींना जोडणाऱ्या परितंतू द्वारा होत असतो. पेशीत पोषकरस

मुळांकडून व अन्नरस पानांकडून येतो. पोषकरसात पाण्याबरोबर सर्व आवश्यक खनिजे, नत्र, स्फुरद, पालाश ह्यांचा पुरवठा होतो तर अन्नरसातून प्रामुख्याने शर्करायुक्त पाणी असते. त्याशिवाय पेशीच्या सर्व जैविक क्रिया करणारी वितंचके, पाचकरस, जे पेशी बनवत नाही त्यांचा पुरवठा बाहेरून व्हावा लागतो तो सुद्धा पेशीसालीतून पेशीत शोषला जात असतो. तसेच पेशीची वाढ व विभाजन वगैरे कायिक आणि शाकिक्य वाढीच्या क्रिया होण्यासाठी जे संजीवक लागतात ते सुद्धा पुष्कळ वेळा बाहेरून घ्यावे लागतात. म्हणजे काही पेशी काही वितंचके बनवतात व काही इतर पेशी संजीवके बनवतात व ते इतर पेशींना पुरवतात. अशाऱितीने ह्या पेशी एकमेकांच्या गरजांची व्यवस्था करित असतात. ह्या सर्वांना पेशीसालीतून प्रवेश घ्यावा लागतो. पेशीसालीची रचना अशी असते किं, पेशीला नको असलेले पदार्थ तसेच त्रासदायक पदार्थ पेशीसालीतून आत येऊ शकत

नाहीत. म्हणजे एकाप्रकारे पेशीसाल पेशीला संरक्षण देत असते. जसे, द्रव पदार्थ पेशीसालीतून प्रवेश करतात तसे, पेशीतून काही पदार्थ पेशी बाहेर टाकले जातात. त्यात व्यर्थद्रव्ये व पेशीने बनवलेली वितंचके व संजीवके, प्रथिने, कर्बोदके असे जी इतर पेशींना पुरवावयाची असतात ती असतात. ज्या अर्थी पेशी अन्न ग्रहण करते त्या अर्थी ती ते अन्न पचन केल्यानंतर बाहेर टाकणे स्वाभाविक आहे. अशा रितीने संपूर्ण वनस्पतीचे जीवन घडत असते. त्याकरतां परितंतू मधून संदेशवहनाचे कार्य होत असते.

वरील विवेचनावरून आपल्या लक्षात आले असेल किं, एवढ्याशा पेशीत किती गुंतागुंतीची कामे होत असतात. प्रथमदर्शनी हे पटत नाही परंतु, ही वस्तुस्थिती आहे. जून पेशीच्या सालीत आणखीन एक पदार्थ आढळतो त्याला **काष्ठांग** (इंग्रजीत, **लिग्नीन**) म्हणतात. पेशीची कायिक वाढ होत असतांना एकंदर नऊ थर तयार होतात. त्यांची निर्मिती होतांना पेक्टोज, पेशीतंतू व काष्ठतंतूच्या जाळ्या बनत असतात. त्यात पेशीने उत्सर्जित केलेले व पाण्यात विद्राव्य नसलेले घटक जे फेनोल गटाशी संबंध असलेले असतात, त्याशिवाय त्यात स्निग्धे अडकतात. त्याच्या नांवावरून जून पेशीमध्ये त्याचे किती महत्व असते ते समजते. काष्ठांग पेशीतील काष्ठतंतूंना धरून ठेवतो. लाकडाचा टणकपणा व ताकद ह्याच्यावर अवलंबून असते व लवचिकपणा कष्ठतंतूवर असतो. काष्ठांग हवेतील बाष्प शोषून घेत असतो व जर मोठ्या झाडाच्या काष्ठमय भागावर सिंचन होत असेल तर ते पाणी व त्यातील विद्राव्य पदार्थ शोषले जातात. आणि ह्या पद्धतीने झाडाला पोषक पदार्थ पुरवता येतात. काष्ठांगातील प्रमुख घटक फेनोल लाकडाला रोगविरोधक शक्ती प्रदान करतो. काष्ठांग असलेल्या पेशी बहुधा अक्रिय अथवा मृत असतात.

पेशीतील सजीवपणाचा अनुभव देणाऱ्या भागांची माहिती आतापर्यंत घेतली आहे. त्याचा गोषवारा येथे पुन्हा देत आहे.

पेशीसाल, परिकल, प्राकल, जीवरस, ऊर्जांग, रीबोसोम, परितंतू, परिथरातील शिरा, लवके, हे वनस्पतीतील सजीव घटक आहेत, निर्जीव घटक आहेत, रिक्तसा, त्यात असलेले रस ज्यांना **पेशीरस** म्हणतात. इंग्रजीत त्याला **सॅप** म्हणतात.

पेशीत निर्जीव पदार्थ असतात त्यांचा परिचय करून घेऊया. अशा पदार्थातून सजीव भाग वनस्पती तयार करीत असते. पेशीच्या जैविक क्रियांशी संबंधित असे हे पदार्थ असतात. त्यामध्ये येतात पोषकरस, अन्नरस, संजीवके, प्रथिने, वितंचके, जीवनसत्वे, पेशीरस, सालार्क, विम्लसा, उत्सर्जित द्रव्ये. उत्सर्जित द्रव्ये असे लिहीण्याचे कारण, हे पदार्थ काही पेशीत (सर्व नाही) तयार होतात व ते वनस्पतीच्या जैविक क्रियांत गरज नसते म्हणून ते वनस्पती बाहेर उत्सर्जित होण्यासाठी पेशीतून टाकले जातात. इतर निर्जीव पदार्थ पेशीतून बाहेर येतात ते दुसऱ्या पेशींना उपयोगाचे असतात म्हणून त्यांचा उल्लेख उत्सर्जित द्रव्ये असा केला जात नाही. उत्सर्जित द्रव्यात काही माणसाच्या उपयोगाचे पदार्थ असतात ते असे, सुगंधी तेले, वर्णांगे (रंगद्रव्ये), मकरंद, राळ, डिंक, चीक वगैरे. सर्व पेशी व्यर्थद्रव्ये बाहेर टाकत असतात त्याला वनस्पतीचे मुत्र असे म्हणतात. बऱ्याच वेळी पेशी तिच्या गरजेपेक्षा जास्त उपयुक्त द्रव्ये तयार करतात त्यात संजीवके, प्रथिने, वितंचके, जीवनसत्वे, सालार्क, विम्लसा येतात. ती जास्त असलेली द्रव्ये इतर पेशींकडे परितंतू मधून पोहोचवली जातात. त्यांना **पौष्टिक रस** असे म्हणतात. वर दिलेले पदार्थ सामान्यपणे पेशीतील रिक्तसामध्ये साठवून ठेवलेले असतात. ह्यांना सामाईकपणे पेशीरस असे म्हणतात. ह्या निर्जीव रसांची थोडी अधिक माहिती करून घेऊया.

पोषकरस -

पोषकरसांची निर्मिती मुळांत होत असते. सर्व प्रकारची खनिजे जसे, पालाश, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम, गंधक, स्फुरद, नत्र, लोह वगैरे ह्यांची विद्राव्य तसेच पयस संयुगे मुळाच्या पेशीत तयार होतात. त्याप्रमाणे काही विम्लसा व सालार्क प्रकारात येणारे पदार्थ व काही संजीवके सुद्धा मुळात तयार होतात व ते एकत्रितपणे मुळांतून खोडाकडे परासरण दाबाच्या व निवडक पारगम्यतेच्या नियमाने सरकत जातात. निरनिराळ्या वनस्पतीचे पोषकरस वेगवेगळ्या गुणाचे असतात आणि हे त्या वनस्पतीच्या गरजेनुसार असते.

अन्नरस -

अन्नरसाची निर्मिती प्रामुख्याने पानात होते. पानात असलेल्या हरितद्रव्याच्या मदतीने सुर्यप्रकाशाचा उपयोग करून प्रकाश संश्लेषण व हवेतील कर्बवायूचा उपयोग करून मुळातून आलेल्या पोषकरसातील पाणी तसेच वातावरणातील बाष्प वापरून कर्बग्रहण क्रिया होतात व प्रथम ग्लुकोज व नंतर पिष्ट तयार होते व ते पेशीतून वहात खाली मुळांपर्यंत पोहोचते. त्याला अन्नरस म्हणतात. पोषकरसाचा प्रवास खालून वर असतो व अन्नरसाचा प्रवास वरून खाली असतो. पानांकडून खोडांगातून अन्नरस सरकत असतांना वाटेत येणाऱ्या पेशींना शर्करा व पिष्ट पुरवत असतो. त्यातून पेशीला जरूरीची उर्जा मिळते. त्याशिवाय ह्यातील **कर्बोदके** (येथे कर्बोदके असे लिहीले आहे कारण त्यात कर्बोदक ह्या प्रकारातील इतर पदार्थ येतात जसे, शर्करा व पिष्टा बरोबर पेक्टोज, स्निग्धे येतात.) त्यातून बनणारे पेशीतंतू, काष्ठतंतू वगैरे येतात. ह्या सर्वांच्या रचनेत कार्बन, उदजन व प्राणवायू अशी तीन मुलतत्त्वे असतात. त्यातील प्रथिनात त्यांबरोबर गंधक व काही ठिकाणी स्फुरद असतो. विशेषकरून जैविक क्रिया करणाऱ्या प्रथिनात ही दोन मुलतत्त्वे असतातच. शर्करा प्रकारात ग्लुकोज बरोबर साखर, डेक्टोज, फ्रेक्टोज, इनुलिन असे बरेच येतात. दिवसा अन्नरस पानांत बनतो व तेथेच साचून रहातो. रात्री सावकाशपणे संपूर्ण वनस्पतीत पसरत व सर्व पेशींना अन्न पुरवत शेवटी मुळात येतो. अन्नरसामध्ये प्राणवायूचे अतिसुक्ष्म बुडबुडे असतात. त्यामुळे वनस्पतीच्या अंतर्गत भागांना प्राणवायू मिळतो. प्राणवायू वापरून पेशी कर्बवायू उत्पन्न करतात. तो व पेशीतील व्यर्थद्रव्य असे घेऊन तो रस मुळांकडे जातो. बऱ्याच वेळा पेशींमध्ये असलेल्या हरित द्रव्यामुळे अंतर्गत कर्बग्रहण होऊन पुन्हा अन्न निर्मिती होत असते. अशा बऱ्याच गुंतागुंतीच्या जैविक क्रिया होत रहातात. पेशींच्या गरजेपेक्षा जास्त कर्बोदके असतील तर त्याचे पिष्टात रुपांतर फिकट लवके करतात व ते साठवून ठेवतात. प्रत्येक वनस्पतीची कर्बोदके एकाच वर्गातील असली तरी त्यांची अण्विक रचना भिन्न असते म्हणून वेगवेगळ्या चवीचे पदार्थ आपल्याला मिळतात. तसेच शर्करा, पिष्ट, प्रथिने आणि स्निग्धे इत्यादींची विविध मिश्रणे होऊन ती बनतात म्हणून रताळा, बटाटा, भात, टोपिओका, मका ह्यांत चवीचा फरक आढळून येतो. ज्या वनस्पतीने जास्त प्रमाणात ह्यांचा साठा केला आहे तिला फळे जास्त लागतात. म्हणून हि माहिती शेतकऱ्याला महत्वाची असते. सर्व शेती व्यवस्थापनाचा मुख्य उद्देश हे साध्य करणे हाच असतो. कर्बोदकांना इंग्रजीत **कार्बोहायड्रेट्स** असे म्हणतात.

संजीवके - होरमोन्स

वनस्पतीच्या वाढीला प्रेरणा देण्यासाठी ह्यांची गरज असते. वर्धिष्णू पेशी (वाढण्याच्या अवस्थेत असलेल्या) मध्ये अतिसुक्ष्म प्रमाणात ह्यांची निर्मिती होत असते. त्या पेशीच्या गरजेपेक्षा जास्त निर्मिती झाली तर हे पेशीसालीतून व परितंतूतून बाहेर पाडतात व इतर गरजू पेशीत पोहोचतात त्यासाठी प्रकलातील डिएनेचे मार्गदर्शन होत असते. साधारणपणे चार प्रकारची संजीवके असतात. एका प्रकारातील संजीवके पेशीची कायिक व शाकिक्य अशी दुहेरी वाढ करतात. इतर प्रकारची फक्त शाकिक्य अथवा कायिक वाढ करतात. आणखीन एका प्रकारची संजीवके वाढ थांबवण्याचे काम करतात. दुहेरी काम करणाऱ्या संजीवकांना **प्रेरक संजीवके** असे म्हणतात. इंग्रजीत त्यांना **ऑक्सिनस्** असे म्हणतात. केवळ कायिक वाढ करणाऱ्यांना **वर्धक संजीवके** अथवा इंग्रजीत **जिबरालिन्स** असे म्हणतात. तिसऱ्या प्रकारच्या संजीवकात पेशीची जाडी वाढवण्याचा गुण असतो त्यांना **पुष्टक** अथवा इंग्रजीत **सायटोकिनीन्स** असे म्हणतात. चौथा प्रकार आहे पेशीची वाढ खुंटवणारा, त्यांना **स्तंभक संजीवके** असे म्हणतात. इंग्रजीत **इनहिबीटर** असे म्हणतात. ही झाली पेशीत उत्पन्न होणारी संजीवके, त्याशिवाय अशी अनेक रसायने माहित झाली आहेत किं, जी संजीवकाप्रमाणे पेशीवर प्रभाव पाडतात परंतु, ती पेशीत उत्पन्न होत नाहीत. शेतीमध्ये अशा कृत्रिम संजीवकांचा हल्ली मोठ्या प्रमाणात उपयोग होत असतो. अशा कृत्रिम रसायनाना **संप्रेरके** असे म्हणतात. संप्रेरके मोठ्या प्रमाणात तणनाशक व वनस्पतीला नष्ट करण्यासाठी वापरता येतात कारण, त्यांच्या मोठ्या मात्रा देता येतात. काही नैसर्गिक संजीवकांचे सुद्धा हल्ली कृत्रिम उत्पादन होत आहे व ती सुद्धा संप्रेरकांप्रमाणे वापरता येतात म्हणून त्यांचा उल्लेख संप्रेरक म्हणूनच केला जातो, ही सर्व वनस्पतीला वाढवण्यासाठी वापरावयाची असतील तर त्यांच्या अतिसुक्ष्म मात्रा द्याव्या लागतात. थोडीतरी जास्त मात्रा झाली तर त्यामुळे वनस्पती नष्ट होऊ शकते. म्हणून संजीवकांचे व संप्रेरकांचे व्यवस्थापन हा उच्च दर्जाच्या शेतीतंत्राचा विषय असतो.

वित्तंचके – एन्झाईम्स्

पेशीतील सर्व क्रिया जैविक रसायनिक स्वरूपाच्या असतात व त्या घडवून आणण्यात वित्तंचकांचा उपयोग होतो. पेशीतील जैव-रसायनिक क्रियांमध्ये वित्तंचके प्रत्यक्ष भाग घेतात. संजीवके अप्रत्यक्षपणे त्या कामात भाग घेत असतात. म्हणजे संजीवके वित्तंचकांना काम करण्यास उद्युक्त करतात. त्यासाठी आज्ञांचा क्रम डिऍने – संजीवके – वित्तंचके – आरेने, असा साधारणपणे असतो. आता पर्यंत ८८४ विविध वित्तंचकांची माहिती उपलब्ध आहे. बरीच वित्तंचके प्रयोगशाळेत बनवता येतात. संजीवकाप्रमाणे वित्तंचकांच्या मात्रा द्यावयाच्या नसतात म्हणून ती वनस्पतीत स्वाभाविकपणे कशी उत्पन्न होतील ते पहावयाचे असते.

प्रथिने – प्रोटीन्स्

वनस्पतीच्या जडणघडणीत प्रथिनांचे फार महत्त्व असते. आपण आता पर्यंत संजीवके व वित्तंचके पाहिली ती सुद्धा प्रथिनेच असतात ह्यावरून प्रथिनांचे स्थान वनस्पतीच्या जैविक कार्यात किती मोठे आहे ते लक्षात येईल. श्वसन, पचन, विपचन, कर्बग्रहण, पोषक व अन्नरसांचे पेशीत होणारे शोषण, वनस्पतीची वाढ, फुले येणे व फळे धरणे व वाढणे अशी सर्वच कामे संजीवकांच्या मार्गदर्शनाखाली वित्तंचके करतात ते सर्व प्रथिने असतात. वनस्पतीतील शर्करा व पिष्ट हे निर्जीव भाग असतात तर त्यानंतर महत्त्वाचे असलेले प्रथिन (ऊर्जागै, रीबोसोम, प्राकाल, लवके, परिथरातील शिरा, परितंतू वगैरे) बऱ्याच वेळा सजीव असतात. वनस्पतीच्या जडणघडणीत टक्केवारीने प्रमाण पाहिली तर प्रथम काष्ठतंतू त्यानंतर काष्ठांग व नंतर प्रथिने असा आहे.

प्रथिने त्यांच्या मुल अंगांच्या विविध रचनेने बनतात. ह्या मुल अंगांना **अॅमिनो अम्ल** असे म्हणतात. निसर्गात २७ अॅमिनो अम्ले आहेत. वनस्पतीत त्यापैकी २० अॅमिनो अम्ले आढळतात. माणसाच्या शरीर रचनेत २३ आढळतात. म्हणजे तीन अम्ले माणसाला वनस्पतीकडून मिळू शकत नाहीत. म्हणून केवळ शाकाहार करणाऱ्या लोकांत ती न मिळाल्याने काही व्याधी त्यांच्यात आढळून येतात. त्याची भरपाई करण्यासाठी शाकाहारी लोक दूध आपल्या आहारात घेतात. दूध हे जनवरापासून मिळणारे म्हणजे मांसाहारात येते. सोयामध्ये उरलेल्या तीन अम्लांपैकी एक असते हे हल्ली सिद्ध झाले आहे म्हणून शाकाहारी लोक त्याचा आवजून आपल्या आहारात समावेश करतात. तरीसुद्धा दोन उरतातच! म्हणून निव्वळ शाकाहार करण्याचा हट्ट करणे आरोग्यास हानिकारका असते. वनस्पतीतील अॅमिनो अम्ले तिच्या मुळात तयार होतात. जमिनीतून घेतलेले पाणी, वापशाच्या हवेतील प्राणवायू, खतांतून नत्र, स्फुरद, गंधक आणि अन्नरसातील घटक ह्यांचा संयोग घडून हे होते. नंतर ती पोषकरसातून सर्व वनस्पतीत पोहोचवली जातात. निरनिराळ्या पेशी ही घेऊन त्यांपासून ऊर्जागै, रीबोसोम व परिथरातील शिरा ह्यांच्या मदतीने व संजीवके, वित्तंचके ह्यांच्या सहायाने त्यांच्या गरजेनुसार विविध प्रथिने तयार करतात. मुळांना वापशाची किती आवश्यकता असते हे ह्यावरून स्पष्ट होते. वापसा विघडला तर मुळात अॅमिनो अम्ले बनण्याची क्रिया थांबते.

नवीन रोप वाढण्यासाठी प्रथिने जास्त लागतात म्हणून बियांमध्ये प्रथिनांचे प्रमाण भरपूर असते. तसेच उर्जा सुद्धा जास्त लागते म्हणून काही बियांमध्ये स्निग्ध पदार्थ (तेले) साठवलेली असतात. कमी उर्जेत वाढू शकणाऱ्या बियात तेला ऐवजी पिष्ट व शर्करा आढळून येते त्याचे कारण स्पष्ट होते. गहू, मका, भात ही कमी उर्जेत वाढणारी उदाहरणे आहेत, कडधान्ये, हरभरा, चणा ही प्रथिनाची उदाहरणे आहेत व सर्व गळीताची धान्ये स्निग्धाची आहेत. भरपूर जास्त उर्जा लागणाऱ्या बियांत प्रथिने व तेले असे दोनही आढळून येतात.

तेले व स्निग्ध द्रव्ये –

प्रथिने व स्निग्धे अन्नाचा साठा करण्याच्या दृष्टीने बनविली जातात. म्हणून बहुधा ती एकत्र आढळून येतात. विशेषकरून असे बियांत दिसून येते. स्निग्धांच्या रचनेत कर्ब, उदजन व प्राणवायू असतात. पिष्टांच्या बरोबर स्निग्धे बनत नाहीत असे दिसून येते. परंतु, प्रथिनांबरोबर ती बनतात. ज्याप्रमाणे प्रथिनांची घडण अॅमिनो अम्लांपासून होते त्याप्रमाणे स्निग्धे स्निग्धाम्लांपासून बनतात. त्याच वेळी पिष्टांपासून ग्लिसरिन तयार होते व निरनिराळ्या स्निग्धाम्लांपासून ग्लिसरिन बरोबर संयोग होऊन त्यांची ग्लिसराईडस् म्हणजे तेले अथवा मेद पदार्थ बनतात. प्रत्येक वनस्पतीत तिचे असे वैशिष्टपूर्ण तेल अथवा मेद पदार्थ बनतात. जैविक कार्यासाठी जी उर्जा लागते ती मिळवण्यासाठी त्याचा उपयोग होतो. प्रथिनांचा ऊर्जा निर्मितीसाठी सहसा उपयोग होत नाही. सर्वात

कमी उर्जा पिष्ट (कबोदके) देत असतात व त्याहून जास्त उर्जा स्निग्धे देतात. म्हणून बियांमध्ये तेले व पिष्टमय पदार्थ साठवलेले असतात ते रोपण होतांना बिया वापरतात.

वनस्पतीत असंख्य **जैव-रसायनिक क्रिया** सतत होत असतात त्या सर्वांची मोजदाद घेणे येथे आवश्यक नाही. आपल्याला जेवढी कल्पना यावी तेवढी माहिती येथे मी घेतली आहे. जैव-रसायनिक क्रियांना इंग्रजीत **बायो केमिकल रिअॅक्शनस्** असे म्हणतात. जैव-रसायनिक क्रियांना जीव-रसायनिक क्रिया असे सुद्धा म्हणतात.

शेतकऱ्याला पिकापासून पिष्ट, शर्करा, प्रथिने व तेले हे मिळवावयाचे असतात. त्यासाठी हे घटक पिकात योग्य प्रमाणात कसे बनतील ते समजणे त्याला जरूरीचे असते. त्यासाठी ही माहिती आपण पाहिली आहे. त्याप्रमाणे काम करून तो उत्तम शेती करू शकेल.

आता उत्सर्जित द्रव्यांची माहिती पाहूया.

सुगंधी तेले -

सर्वच पेशीत ही नसतात. काही वनस्पतीच्या फुलात, पानात ती असतात. प्रथिनाबरोबर उर्जा निर्मितीसाठी असलेली तेले व ही तेले ह्यात बराच फरक असतो. त्यांचा उपयोग किटकांना आकर्षित करण्यासाठी असतो ज्यामुळे परागीभवनाची क्रिया होईल असा उद्देश त्यात निसर्गाचा असवा असे वाटते. माणूस ती तेले काढून अन्तरे बनवतो म्हणून आपल्याला अशी सुगंधी तेले देणाऱ्या वनस्पती आवश्यक असतात. बऱ्याच वेळा इतर पंचांगात सुद्धा अशी तेले सुक्ष्म प्रमाणात असतात पण त्यांचा तेथे काय उद्देश ते अजून समजलेले नाही.

रंगद्रव्ये - अँथोसिनीन

ही परिकलात तयार होतात. त्यात दोन प्रकार आहेत. लवक्यात आढळणारी विविध कामे करणारी रंगद्रव्ये ही उपयुक्त म्हणून उत्सर्जित गटात न येणारी व दुसरी जी रिक्तसा मध्ये साठवलेली व सकृत दर्शनी निरुपयोगी अशी. त्यातील दुसरी रंगद्रव्ये व्यावसायिक दृष्ट्या महत्वाची असतात. त्यांचे उत्पादन आवश्यक असते. कापड, रेशीम, चामडी इत्यादी रंगवण्यासाठी तसेच लिहीण्याची शाई बनवण्यासाठी त्यांचा उपयोग असतो. नीळ हे त्यापैकी एक आहे.

मकरंद -

फुलात आढळते. किटकांना आकर्षित करण्यासाठी ते असावे. ते मधमाशी खाऊन त्यापासून मध तयार करते व ते पोळ्यात साठवते म्हणून ते व्यावसायिक दृष्ट्या महत्वाचे आहे. मकरंदात माशीची लाळ मिसळल्याने मध तयार होते.

जीवनसत्वे - व्हिटामिनस्

संजीवकाना ती वितंचकाप्रमाणे मदत करतात. त्यांची पेशीत गरज अत्यल्प असते तरी ती बऱ्याच वेळा जरूरीपेक्षा जास्त प्रमाणात तयार होतात म्हणून नंतर ती पेशी उत्सर्जित करते. त्यांचा उपयोग माणसाला होतो म्हणून वैद्यकांना ती महत्वाची असतात.

डिंक -

खोडाच्या पेशीतून तो एक संरक्षक पदार्थ म्हणून बाहेर वाहतो. उष्णता जास्त झाली तर हा खोडातून स्रवतो. वनस्पतीच्या बाह्य सालीतील काष्ठांग हे डिंकाचे अंतिम स्वरूप आहे. काही वनस्पतीतील डिंक माणसाला खाण्यात व बऱ्याच वेळी औषधात उपयोगी येतो म्हणून त्याचे महत्त्व असते. हिंग हा मसाल्यात वापरला जाणारा पदार्थ एका झाडाचा डिंक आहे. एकदा झाडाला डिंक सोडण्याची सवय लागली तर ते झाड सतत डिंक देत रहाते.

चीक -

डिंकाप्रमाणे हासुद्धा झाडाच्या सालीतून वहातो जेव्हा झाडाला जखम केली जाते. रबर हा पदार्थ एका झाडाचा चीक आहे. चीकात पेशीरस असतो. आपल्याला जखम झाली तर ज्याप्रमाणे खपट बनते तसे ह्या चीकामुळे

होते. चिकटवण्यासाठी गोंद बनवण्यासाठी काही झाडांचा चीक वापरला जातो. एकदा झाडाला चीक सोडण्याची सवय लागली तर ते झाड सतत चीक देत रहाते.

पेशीरस –

पेशीत रिक्तसा मध्ये अन्नरस, पोषकरस, पेशीत बनलेली वितंचके, प्रथिने, स्निग्धे, पिष्ट ह्यांचे मिश्रण होऊन हा तयार होतो. रिक्तसा मध्ये अनेक खोल्या असतात व त्या अतिपातळ पदराने वेगवेगळ्या ठेवलेल्या असतात. त्यात हे सर्व रस वेगवेगळ्या खोल्यात साठवलेले असतात परंतु, जेव्हा पेशी कापली अथवा चिरडली जाते तेव्हा हे रस एकत्रपणे पेशीतून बाहेर येतात. त्या मिश्रणाला पेशीरस असे साधारण नांव आहे. रबराच्या झाडाचा चीक हे एक उदाहरण आपण पाहिले आहे.

सालार्क – टॅनीन

वनस्पतीची स्वतःची संरक्षक व्यवस्था अशा अर्थाने ह्या पदार्थाकडे पाहिले जाते. वनस्पतीला किटक, किडी, तसेच बुरशा इत्यादींची बाधा होऊ नये म्हणून हा पदार्थ झाडाच्या बाह्य पेशीत आढळतो. इंग्रजीत त्याला **टॅनीन** असे म्हणतात. सालार्क सहसा विषारी नसतात. परंतु, त्यांतील काही रसायनिक घटकांमुळे अन्नरस व पोषकरस शोषणाच्या किटकांना त्रास होतो. सालार्क असल्यास किटकांना गिळण्यास त्रास होतो. त्यामुळे हे किटक वनस्पतीला सोडून जातात व म्हणून झाडाला संरक्षण प्राप्त होते. सालार्क बियांत आढळत नाही.

सालार्काची निर्मिती योग्य प्रमाणे होण्यामुळे असे संरक्षण मिळते. नत्राचे प्रमाण जास्त झाल्यास सालार्का ऐवजी शर्करा बनते व वनस्पतीला ह्याच किटकांपासून त्रास होतो. ह्यासाठी नत्राच्या विनाकारण जास्त मात्रा न देणे हा उपाय असतो. ते साध्य करण्यासाठी हे खत सुक्ष्म मात्रा करून देण्याची शिफारस व्यावहारिक निसर्ग शेतीच्या तंत्रात असते. नत्र खते फोकून अथवा ठोस दिली तर हा दोष उत्पन्न होतो. नत्र व स्फुरदाच्या प्रमाणाचा सालार्क निर्मितीशी संबंध असतो. हे प्रमाण २:१ अशा प्रमाणात जर वनस्पतीने शोषले तर सालार्काची निर्मिती चांगली होते. साधारणपणे कोवळ्या फांद्या, नवीन कोब, पाने अशा वर्धिष्णू पेशीत सालार्क तयार होतो व तेथेच तो रहातो. वनस्पतीची वाढ होते तसे ते सालार्क तेथेच साचून रहाते व वाढणाऱ्या भागांना किटकांपासून संरक्षण देत रहाते. हा पदार्थ झाडाच्या सालीत मिळतो म्हणून त्याला तसे नांव मिळाले. चामडी कमावण्याच्या कामी हा उपयुक्त असतो म्हणून त्याचे महत्व माणसाला आहे. तसेच नैसर्गिक वनस्पती संरक्षक द्रव्ये, जी सेंद्रीय शेतीत आवर्जून वापरली जातात, त्यांची निर्मिती करतांना विविध तीक्ष्ण गुण असणाऱ्या वनस्पतीतील सालार्क वापरले जातात. सालार्क बहुधा चवीने तुरट असतात.

राळ – रेझीन

डिंक व राळ हे दोनही वनस्पतीच्या बाह्य सालीतून स्रवतात. डिंक पाण्यात विरघळतो अथवा पाण्याच्या सानिध्यात फुगतो तसे राळेचे होत नाही. राळ थंड तापमान असणाऱ्या प्रदेशातील झाडात आढळतो. राळ मद्याकार्त विरघळतो. त्याला विशिष्ट सुगंध असतो. म्हणून त्याला बाजारात किंमत असते. राळ व डिंक ह्या दोघांचे नेमके कार्य काय हे अजून नीटपणे समजलेले नाही.

विम्लसा – अल्कोलाईडस्

सालार्का प्रमाणे काही वनस्पतीत विम्लसा हे पदार्थ वनस्पतीला संरक्षण देण्यासाठी उत्पन्न होतात, विम्लसा विम्ल गुणी असतात व त्यांची चव खराब असते तसेच बरेच विषारी असतात. त्याचे शोषण किटकांने केले तर त्यांची पचन व्यवस्था बिघडते. बऱ्याच विम्लसामुळे त्यांची प्रजन क्षमता नष्ट होते व त्यांची वाढ खुंटण्यास मदत होते. विम्लसाची निर्मिती मुळांत होते व ते पोषकरसा बरोबर संपूर्ण वनस्पतीत शेंड्या पर्यंत पाझरत पसरतात. सालार्काप्रमाणे विम्लसाची योग्य प्रमाणात निर्मिती वनस्पतीत झाली तर त्या वनस्पतीला रोगबाधा होण्याचे टक्कू शकते. त्यासाठी सुद्धा नत्र व स्फुरदाचे प्रमाण योग्य राखणे आवश्यक असते. काही वनस्पतीतील विम्लसा विशेष तीव्र असतात व त्यांचा उपयोग सेंद्रीय शेतीत सेंद्रीय किटकनाशके बनवण्यासाठी होतो. नीम झाडातील विम्लसा विशेष उपयोगात आहेत. विम्लसा बियात आढळतात. मलेरिया रोगावर वापरले जाणारे प्रभावी औषध विवनाईन अशाच एका वनस्पती पासून तयार होते. आयुर्वेदात वापरल्या जाणाऱ्या बऱ्याच औषधी विम्लसा

गुणाच्या असतात. वनस्पतीतून विम्लस काढून औषधे बनवण्याचा मोठा उद्योग चालतो. त्यांची चव बहुधा कडू असते.

खनिजयुक्त द्रव्ये -

बऱ्याच वनस्पतीत कॅल्शियमचे जास्त शोषण होते व तो नंतर पेशींच्या भेगांत साठवला जातो. त्याचप्रमाणे सिलिकाचेसुद्धा जास्त शोषण होते व ते सुद्धा पेशींच्या भेगात साठवून रहाते. त्यामुळे झाडाला बळकटी येते व झाडाचे मोठे वजन आधार देऊन झाड उभे राहू शकते. झाडाची लाकडे त्यामुळे जास्त मजबूत व टणक होतात. शिसम, ओक अशा फार ताकदवान झाडात हे विशेषकरून असतात. सर्वच झाडात नसतात. लहान कमी वजनाच्या झाडात ते साठवण्याची व्यवस्था नसते. ऊसा सारख्या गवतात असतात.

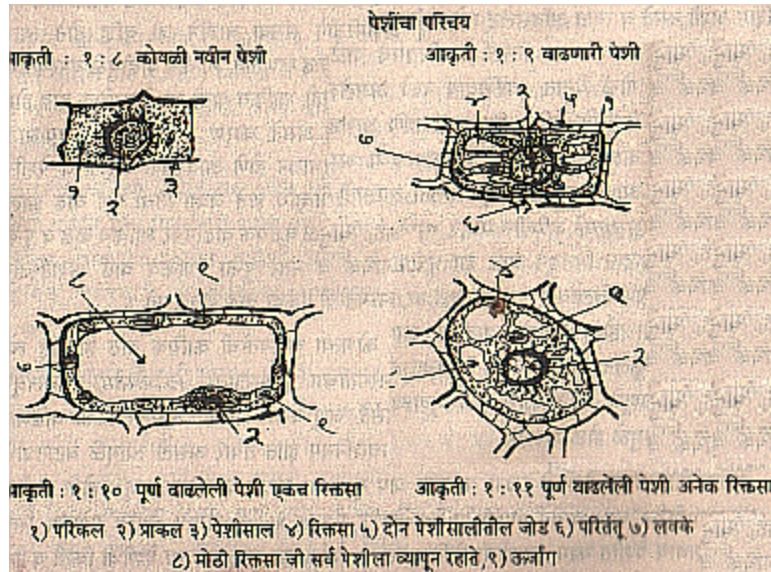
व्यर्थद्रव्ये -

वनस्पतीच्या सर्व जैविक क्रिया झाल्यावर जे वनस्पतीला नको असलेले द्रव्य असते त्याला व्यर्थद्रव्य असे म्हणतात. जसे आपले मलमूत्र. व्यर्थद्रव्याची रचना विशिष्ट नसते. त्यात ऑक्झेलिक अॅसीड व ऑक्झलेटस् विशेष असतात. त्याशिवाय सिलिका व कॅल्शियमचे सुक्ष्म खडे, काही जीवनसत्त्वे, उरलेली संजीवके, प्रथिने असे वनस्पतीला नको असलेले पदार्थ पाण्यात विरघळलेल्या व पयस स्वरूपात असतात. त्याला वनस्पतीचे मलमूत्र किंवा नुसते मूत्र असे सुद्धा समजले जाते. व्यर्थद्रव्याची मातीत आल्यावर जर योग्यवेळी व्यवस्थितपणे विल्हेवाट नाही लागली तर ते मातीत त्रासदायक जीवाणूंना वाढवण्याचे काम करतात. त्याचा परिणाम पिकात रोगराई वाढण्यात होत असतो. बुरशीचे व विषाणूचे रोग व्यर्थद्रव्याचे योग्य निवारण न झाल्यामुळे वाढतात. जमिनीत वातन चांगले असले तर व्यर्थद्रव्याचे प्राणिलीकरण होते व त्याचे वनस्पतीला पुरक अशा पदार्थात रूपांतर होते. म्हणून व्यर्थद्रव्य व्यवस्थापनात वातनाला महत्व असते.

आतापर्यंत आपण पेशीची रचना व त्यात काम करणाऱ्या विविध अवयवांची माहिती मिळवली. तसेच तेथे कार्यरत असलेली अनेक रस द्रव्ये समजून घेतली. पेशीतील पाहिलेल्या सर्वच पदार्थांचे काम सारखे नसते तरी ते पेशीची वाढ होण्यास कारणीभूत असतात. पेशीची वाढ तीन प्रकारे होत असते. कायिक, शाकीय व पिढी असे ते आहेत.

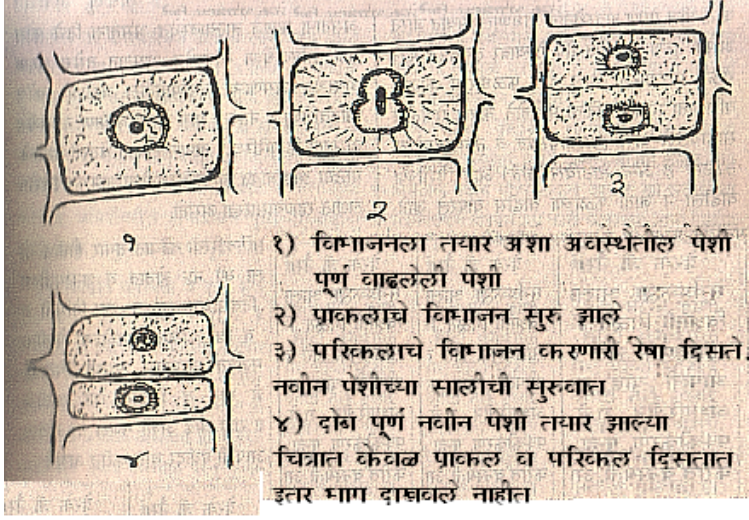
कायिक वाढ -

ह्या वाढीत पेशीचा आकार वाढत जातो व ती पूर्णवाढ झाल्यावर थांबते. लहान पाने मोठी होतात, फांद्या वाढतात अशा स्वरूपात ही वाढ दृष्टीस येते. ह्यात पेशींची संख्या वाढत नाही. कायिक वाढीच्या काळात पेशीला रोगबाधा होण्याची शक्यता असते. पेशीत बाहेरून पदार्थ येण्याचे प्रमाण जास्त असते व त्याचे योग्य नियंत्रण नाही झाले तर असे होत असते. कोवळ्या फांद्या, पाने, फळं ह्यात त्याकाळात रोगकारक विषारी पदार्थ शिरू शकतात. अतिपोषण तसेच कुपोषण ह्यांमुळे सुद्धा ह्या परिस्थितीत असे होण्याची शक्यता असते. पूर्ण वाढलेल्या वनस्पतीत हे होण्याची शक्यता नसते.



शाकीय वाढ -

ह्या वाढीत पेशीचा आकार वाढत नाही तर पूर्ण वाढलेली पेशी विभाजन होण्याची क्रिया सुरु होते व एका पेशीपासून दोन सारख्या पेशी तयार होत असतात. पेशींची संख्या वाढत जाते व त्यामुळे वनस्पती मोठी होते. शाकीय वाढीस जादा पोषणाची आवश्यकता नसते. त्या काळात बाहेरून द्रव्य पेशीत शिरत नसल्यामुळे त्या कारणाने जी रोगबाधा संभवते ती होत नाही. परंतु, पेशी विभाजनात



पेशीच्या शाकिक वाढीतील विभाजनाच्या पायऱ्या

दोष बहुधा कुपोषणामुळे संभवतात त्यामुळे विकृती उत्पन्न होण्याची शक्यता असते. सर्व काही व्यवस्थित असेल तर ही उन्तम प्रकारे होऊन वनस्पती वाढत जाते. वाढ नियंत्रण व व्यवस्थापन ऊर्जागातील गुणसुत्रांवर अवलंबून असते. वनस्पतीत कायिक वाढ व त्यानंतर शाकीय वाढ व नंतर पुन्हा कायिक वाढ असा क्रम सतत चालू असतो व त्याप्रमाणे त्या वनस्पतीची वाढ होत असते. वनस्पतीची वाढ किती व्हावी त्याबद्दलच्या सर्व सुचना गुणसुत्रात असतात व त्या प्रमाणे ती होत

असते. बटाट्याचे रोप गुडघाभर वाढते व आंब्याचा वृक्ष होतो असा फरक असण्याचे कारण त्या वनस्पतीतील गुणसुत्रात तसे ठरलेले आहे, प्रत्येक पेशीत प्राकल असतो त्याला पेशीचा मेंदू म्हणता येईल. त्या प्राकलात गुणसुत्र असतात व त्यांच्या सुचने बरहुकूम हे होत असते. पेशीची वाढ होण्यावर इतर काही गोष्टींचा प्रभाव असतो. वातावरणातील बदल, तापमानातील बदल, आर्द्रता, सूर्यप्रकाशाची परिस्थिती हे बाह्य घटक असतात व पोषकरसाची व अन्नरसाची उपलब्धता, संजीवकांचे व जीवनसत्वाचे प्रमाण, विषाणू उपसर्ग असणे अथवा नसणे हे अंतरिक घटक पेशीच्या वाढीवर परिणाम करतात. त्याप्रमाणे पेशीच्या वाढीला १५ मिनिटांपासून काही दिवसापर्यंत वेळ लागू शकतो. ह्या सर्व बाह्य आणि अंतरिक गोष्टींचे व्यवस्थापन चांगले राखून ही वाढ साधून शेतकरी चांगले उत्पन्न मिळवू शकतो.

कायिक व शाकीय वाढ गुणसुत्रातील सुचनांप्रमाणे होत असते म्हणजे त्यामागील प्रेरणा एकच असते व त्या दोघांचे परस्पर संबंध असतात. शाकीय वाढीत प्रथम प्राकलाचे दोन समान भागात विभाजन होते. ते दोन भाग पेशीच्या दोन बाजूंना सरकल्यावर त्यांच्यात पेशीसाल बनण्यास सुरुवात होते. परितंतू व छिद्रे त्यात उत्पन्न होतात. अशारितीने एका पूर्ण वाढलेल्या पेशीचे दोन लहान पेशीत विभाजन होते, त्यानंतर लागलीच पुन्हा कायिक वाढ त्या दोन लहान पेशींची होण्यास प्रारंभ होतो. शाकीय वाढीस १५ मिनिटांपासून ३ तास एवढा वेळ लागू शकतो. हे होत असतांनाच त्या दोन पेशींना जोडणारे पेशीतंतू वाढत असतात.

पिढी वाढ -

ह्या वाढीत पेशी एकटी नसते तर संपूर्ण वनस्पतीचा संबंध असतो. वनस्पतीत फुले येतात व परागीभवनाने त्यातून फळे व बीज तयार होते. ते बीज पेरल्यावर पुन्हा तशीच दुसरी वनस्पती त्यातून तयार होते. अशा वाढीला पिढी वाढ असे म्हणतात. पिढीवाढीचा दुरान्वयाने कायिक व शाकीय वाढीशी संबंध असतो. त्यासाठी वनस्पतीच्या जीवनक्रमाचा थोडक्यात आढावा घ्यावा लागेल. वनस्पतीच्या जीवनक्रमात चार अवस्था असतात त्या अशा, **बीजरोपणावस्था (रोपावस्था)**, **बाल्यावस्था**, **तरुणावस्था** व **प्रौढावस्था**. मोसमी पिकांचे बाबत प्रौढावस्था संपली किं, ते रोप मरून जाते. मोठ्या झाडांच्या मध्ये प्रौढावस्था बरीच वर्षे रहाते. आणि त्याच वेळी नवीन फांद्यांची वाढ होऊन एकाचवेळी तरुणावस्था व प्रौढावस्था असा प्रकार आढळून येतो. निरनिराळ्या वाढीत पेशीच्या कायिक वाढीच्या चार अवस्था आढळून येतात. त्या अशा, **अतिवर्धिष्णू**, **जलद वर्धिष्णू**, **वर्धिष्णू** व **सुप्तावर्धिष्णू**. त्याशिवाय मोठ्या झाडांबाबत **सक्रिय** व **अक्रिय** अशा दोन अवस्था असतात.

वर्धिष्णू म्हणजे, वाढण्याच्या अवस्थेत असणे. अतिवर्धिष्णू ही अवस्था पेशीमध्ये असते तेव्हा रोप बीजारोपण अवस्थेत असते. जलद वर्धिष्णू अवस्थेत रोप बाल्यावस्थेत असते. तरुणावस्थेत रोप गेल्यावर वर्धिष्णू अवस्था

असते. त्यावेळी फुले धरणे व फळे येणे ह्या गोष्टी होतात. नंतर प्रौढावस्था येते त्यावेळी फळे तयार होणे व पिकून पडणे असे घडते. मोसमी पिकाचे आयुष्य येथे संपते तेथे सुप्तावर्धिष्णू अवस्ता बहुधा नसते व ते रोप मरून जाते. समजा १०० दिवसाचा काळ पिकाच्या जीवनक्रमाचा आहे. पहिले १५ दिवस बीजरोपणावस्थेत असतात. त्या नंतरचे ३० दिवस बाल्यावस्थेत असतात. नंतरचे ४० ते ४५ दिवस तरुणावस्थेत असतात, आणि उरलेले दिवस प्रौढावस्थेत असतात. प्रौढावस्थेत फळे पिकत असतात.

बीजरोपणावस्थेत आवश्यक पोषक द्रव्य जे बीमध्ये साठवलेले असते ते वापरले जाते व बाहेरून फक्त पाणी द्यावयाचे असते. त्या काळात तयार झालेली कोवळी पाने प्रकाश संश्लेषण व कर्बुरग्रहण करण्याच्या अवस्थेत नसल्यामुळे जास्त प्रकाशाचीसुद्धा गरज नसते. रोपावस्था संपल्यावर बाल्यावस्था सुरु होते व त्याकाळात प्रकाश आवश्यक असतो त्याच प्रमाणे खते सुद्धा आवश्यक असतात. हा काळ शेतकऱ्यासाठी महत्वाचा असतो कारण, जे काही प्रश्न शेतीचे उत्पन्न होतात ते बहुधा ह्या काळातील असतात. पुढे तरुणावस्थेत वनस्पती स्वतःचे पोषण व भविष्यासाठी तरतूद करणे असे सर्व होत असते. खोडात साठवलेले जास्त पोषण नंतर पोषणासाठी फळात व बियात पाठवले जाते. फळे तयार झाल्यावर वनस्पती शेवटच्या म्हणजे सुप्तावर्धिष्णू अवस्थेत पदार्पण करते.

मोठ्या झाडांत नवीन कोंब अतिवर्धिष्णू, जलद वर्धिष्णू अशा अवस्थेतून पहिल्या काही दिवसात असतात. त्यानंतर वर्धिष्णू अवस्थेत बराच काळ रहातात.

पेशीच्या ह्या चार अवस्थांना कारणीभूत असतात त्या रसांना संजीवके असे समजतात. निरनिराळ्या वर्धिष्णू अवस्थेसाठी वेगवेगळे संजीवक प्रकार कारणीभूत असतात. अतिवर्धिष्णू, जलद वर्धिष्णू अवस्थेला प्रेरक संजीवके जबाबदार असतात. तरीसुद्धा साधारणपणे संजीवकांची आवश्यकता खालील पद्धतीची असते.

रोपावस्थेत - प्रेरक - वर्धक - पुष्टक

बाल्यावस्थेत - पुष्टक - प्रेरक - वर्धक

तरुणावस्थेत - वर्धक - पुष्टक - प्रेरक - स्तंभक

तरुणावस्था फळधारणेच्या वेळी - वर्धक - प्रेरक - स्तंभक - पुष्टक

फळे पूर्ण वाढल्या नंतर - वर्धक - प्रेरक - पुष्टक - स्तंभक

सुप्तावस्था - स्तंभक - प्रेरक

संजीवकांची सविस्तर माहिती आपण नंतर पहाणार आहोत.

पिढीवाढीत वनस्पती व प्राणी ह्यांच्यात एक मोठा फरक असतो. प्राण्यात पुरुष लिंगी व स्त्री लिंगी असे वेगवेगळे असतात तर वनस्पतीत एकाच फुलात दोनही प्रकारचे पराग असतात व किटक्यांच्या माध्यमाने त्यांचे एकत्र येणे होत असते. फुलातील पेशीमध्ये असलेल्या ऊर्जागंतून दोनही प्रकारच्या गुणसुत्रांची बेंडोळी असतात ती फुले फुलल्यावर सुटी होऊन नरसुत्रे व मादीसुत्रे वेगळी होऊन नर पराग व मादी बीजे तयार होतात. ती फुलात एकाच वेळी वेगळी दिसतात. परागीभवनात मधमाशी अथवा इतर किटक मकरंदाच्या आकर्षणाने फुलात उतरतात व तेथे त्यांच्या पायाच्या व इतर अवयवांच्या हालचालीमुळे पराग कण व बीज पुन्हा एकत्र येतात. बऱ्याच वेळी एका फुलातील पराग व दुसऱ्या फुलातील बीज ह्यांचे मिलन होऊन संकर साध्य होतो व नवीन प्रकारचे फुल व वाण तयार होऊ शकते. शाकीय वाढीत प्राकलाचे विभाजन होतांना गुणसुत्रांची बेंडोळी वेगळी न होता तशीच विभाजित होते. हा फरक दोन प्रकारच्या वाढीत असतो. पिढीवाढीमुळे नवीन बीज वाण निर्माण करणे शक्य होते. ऊती संवर्धन क्रिया, ज्याच्या मदतीने नवीन वनस्पती केवळ एका ऊतीच्या विकासातून तयार करता येते, शाकीय वाढीचे स्वरूप आहे. **गुणसुत्र** ह्याला इंग्रजीत **क्रोमोसोम** म्हणतात.

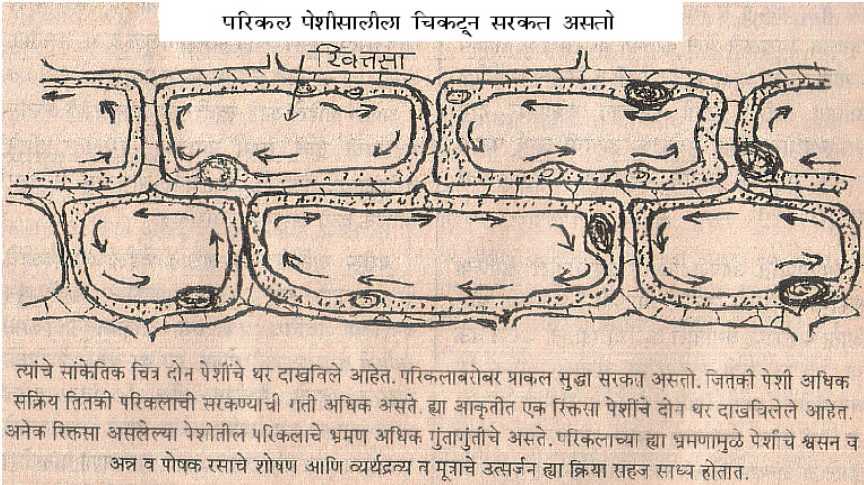
आता पर्यंत पेशींच्या वाढीचे विविध प्रकार व त्यांची कार्यपद्धती आपण पाहिली आहे. कायिक व शाकीय वाढ होत असतांना अनेक पेशी एकाचवेळी एकमेकांना बिलगून असलेल्या स्थितीत वाढत रहातात. त्यामुळे काही गोष्टी होतात त्याची माहिती येथे आपण करून घेऊया.

वाढणाऱ्या पेशींच्या सालींतून अशा पेशींना आवश्यक असलेले पदार्थ शोषले जात असतात. तसेच नको असलेले बाहेर टाकून दिले जात असतात. ह्या सर्व क्रिया सुरळीतपणे होण्यासाठी पेशींमध्ये काही मोकळ्या जागा असाव्या लागतात. अशा आंतर पेशीय पोकळ्या व त्यांना जोडणाऱ्या भेगा कायिक व शाकीय वाढ होतांना तयार होतात. त्यामुळे, पेशींना लागणाऱ्या व नको असणाऱ्या पदार्थांचे व्यवस्थापन करणे शक्य होते. तसेच ह्या

पोकळ्यांतून व भेगांतून प्राणवायू व कर्बवायू ह्यांचे आदान प्रदान होते व अगदी आतील पेशींना त्यांचे श्वासोश्वासाचे काम सुरळीतपणे करता येते. ह्या आंतरपेशीय भेगांना "शिरा" असे म्हणतात. एकमेकांना जोडणाऱ्या पोकळ्या जशा तयार होतात तशाच भेगांना न जोडलेल्या पोकळ्यासुद्धा तयार होत असतात. त्यामध्ये त्या भागातील पेशीसमुह (ऊती) अन्नाचा तसेंच, सिलिका व ऑक्झलेटस्चा साठा तयार करतात. त्यांना **अन्नगांठी** असे म्हणतात. सिलिका व ऑक्झलेटस्चा साठा करणाऱ्या गांठींमुळे झाडाला बळकटी येते. शिरांना इंग्रजीत **शिझोजेनस कॅव्हटी** असे म्हणतात व अन्नगांठींना **लायसिजेनस कॅव्हटी** असे म्हणतात. फलोत्पादन होतांना अन्नगांठीतील पोषक रस फळांकडे वाहत जातो म्हणून त्या भरलेल्या असणे जास्त फलोत्पादनासाठी आवश्यक असते. पेशीची वाढ होत असतांना तिच्यातील रचनेत जी स्थित्यंतरे होतात ती आता पाहूया. लाकूड पाण्यावर तरंगते त्याचे कारण ह्या शिरांत हवा भरलेली असते. जर ही हवा काढून टाकली तर लाकूड पाण्यात बुडते.

पेशीची शाकीय वाढ पूर्ण असेल त्या अवस्थेत ती **वर्धिष्णू पेशी** समजली जाते. वर्धिष्णू पेशीला इंग्रजीत **मेरिस्टेमॅटिक सेल** अथवा **मेरीस्टेम** असे म्हणतात. वर्धिष्णू पेशीच्या सालीत काष्टतंतू नसतात. पेक्टोज व पेशीतंतू ह्यांच्या पासून ती बनलेली असते. पेक्टोज व पेशीतंतू कमी ग्लुकोजच्या रेणूंपासून बनतात व ते लवचीक असतात, जसे पेशी जून होते तसे त्यात पेशीतंतूचे काष्टतंतूत रूपांतर होते व त्यात पेशीतील कचरा अडकून काष्टांग तयार होते. कोवळ्या पेशीत हे नसते म्हणून त्या लवचीक असतात आणि पुढील वाढीसाठी तयार असतात. अशा अवस्थेतील पेशी व त्यांचे समुह अनेक प्राणी खाद्य म्हणून वापरू शकतात. एकदा काष्टतंतू व काष्टांग तयार झाले किं, ती पेशी व तिचे पेशीसमुह अखाद्य होतात. अशा पेशी सक्रिय असतात.

नवीन बनलेल्या पेशीत परिकल व प्राकल सारख्याच आकाराचे असतात. त्यात रिक्तसा नसते. प्राकल पेशीत मधोमध असतो. जशी पेशी मोठी होते तसे परिकलाची वाढ प्राकलाच्या मानाने जास्त होते व प्राकल नंतर तेवढाच रहातो. इतर भाग जसे, रिक्तसा, ऊर्जांगे, रीबोसोम, परिथरातील शिरा वगैरे वाढत जातात. वाढ होतांना वनस्पतीचे वाढीव कोब पुढे वर वाढत रहातात व मुळातील केशमुळ्या त्या प्रमाणात मातीत वाढत असतात. कोब जसा उंच वाढत जातो तसे त्याचे अंतर खालील डाहळ्यांपासून वाढत जाते व तसे होतांना खालील डाहळ्यांच्या पेशींची वाढ कमी होत जाते. तसे झाल्यानंतर म्हणजे पेशीवाढ थांबल्यावर पेशीचे जून होणे ही प्रक्रिया सुरु होते. जून होण्याच्या प्रक्रियेत शाकीय वाढ होत नाही तर असलेल्या पेशींची अंतर्गत रचना बदलत असते. म्हणून ह्या अवस्थेला **सुप्तावर्धिष्णू अवस्था** असे समजले जाते. येथे प्रेरक संजीवकांचे काम संपते व खोडातून उत्पन्न होणारे पुष्टक संजीवक काम करू लागतात. मोठ्या झाडात हे विशेष दिसून येते परंतु, मोसमी पिकात हे बहुधा दिसत नाही. बहुवर्षी पिकांत जसे द्राक्ष ह्यांच्या वेलीत हा सुप्तावर्धिष्णू अवस्थेचा अनुभव येतो. वनस्पती जशी मोठी होते तसे त्यात एक विशेष अवस्था तयार होते. त्या अवस्थेत पेशी स्वतंत्रपणे न रहाता ती एका पेशीसमुहाचा हिस्स बनून काम करते त्यात असलेल्या सर्व पेशी एकच मोठी पेशी असल्यासारख्या



वागतात. त्यांचे प्राकल व परिकल एकच वेळी सक्रीय होतात आणि त्यांचे सर्व व्यवहार एक पेशी असावी असे होऊ लागतात. एकाप्रकारे हे शाकीय वाढीच्या विरुद्ध असे होते. ह्या पेशीसमुहाचे काम एकत्रपणे होते म्हणून त्यांचा तसाच अभ्यास करावा लागतो. अशा पेशीसमुहाला **ऊती** असे

म्हणतात. इंग्रजीत तिला **टिश्यू** असे म्हणतात.

सुप्तावर्धिष्णू अवस्थेतील ऊतीला प्रेरक संजीवकाच्या मात्रा दिल्या तर तिचे पुन्हा वर्धिष्णू ऊतीत रूपांतर होते व त्याचा वापर करून ऊती संवर्धन क्रिया साध्य होत असते. काही वेळा स्वाभाविकपणे सुद्धा हे होते व त्यामुळे खोडावर डोळे येतात व त्यातून नवीन डाहळी बाहेर येते त्याप्रमाणे, झाडाची पुन्हा वाढ सुरु होते हे आपण पहातो.

प्रश्नावली –

१. वनस्पतीची पंचांगे कोणती?
२. मुळांचे कार्य काय?
३. खोडांगात वनस्पतीचे कोणकोणते भाग अंतर्भूत होतात?
४. पाने, फुले व फळे ह्यांचे कार्य काय?
५. नित्य पंचांगे कोणती व त्यांना नित्य पंचांगे असे कां म्हणतात?
६. नैमित्तिक पंचांगे कोणती व त्यांना असे कां म्हणतात?
७. वनस्पतीची पंचांगे ज्या सूक्ष्म घटकापासून बनतात त्याला काय म्हणतात?
८. पेशीतील जीवांगांची माहिती द्या.
९. रिक्तसा कां निर्माण होते?
१०. डिएनेला पेशीची बुद्धि असे कां म्हणतात?
११. पेशींचा मेंदू कोण व त्याला तसे कां म्हणतात?
१२. आरेने काय काम करतात? त्यांचे प्रकार किती आहेत, काहींची नांवे द्या.
१३. परिकल म्हणजे काय? त्याचे कार्य काय?
१४. प्राकल काय काम करतो?
१५. प्राकल परिकलाला कसा जोडलेला असतो.
१६. पेशीसालीचे कार्य काय व ती कोणत्या पदार्थाची बनलेली असते?
१७. कायिक वाढ व शाकीय वाढ म्हणजे काय?
१८. जीवरस म्हणजे काय? त्याचे भाग कोणते त्यांची नांवे द्या.
१९. जीवरसातील भागाना काय म्हणतात?
२०. परिकलातील जीवांगांची नांवे सांगा.
२१. लवके ह्या जीवांगांची माहिती सांगा.
२२. फिकट लवके पेशीत जादा अन्नाचा साठा करण्यात मदत करतात हे खरे आहे कां? ते काम ते कसे करतात?
२३. हिरवी लवके फिकट लवक्यातून कशी तयार होतात? हिरवी लवके काय काम करतात?
२४. हिरव्या लवक्यात कोणते महत्वाचे द्रव्य असते?
२५. मूलभूत रंग कोणते ते सांगा.
२६. रंगीत लवक्याची माहिती द्या.
२७. वर्णांगे म्हणजे काय? वनस्पतीचे सौंदर्य त्यांच्या मुळे वाढते असे आपण कां समजतो?
२८. वर्णांगे व पितसा आणि रक्तसा ह्यांच्या कार्यात फरक कोणते?
२९. हरित द्रव्य, रक्तसा व पितसा ह्यांच्या कार्यातील फरक कोणते?
३०. परितंतू म्हणजे काय? त्यांचे कार्य काय?
३१. पेशीसाल कशी तयार होते?
३२. पेक्टोज पेशीत कसे तयार होते?
३३. पेक्टोज, पेशीतंतू व काष्ठतंतू ह्यांचे संबंध समजावून सांगा.
३४. पेशीतील पेक्टोज पासून ग्लुकोज तयार होते हे खरे आहे कां?
३५. पेक्टोज पासून पेक्टिन कां बनते ते सांगा.

३६. कर्बोदक कशाला म्हणतात?
३७. क्युटीनची माहिती द्या.
३८. श्लेष्मलाची माहिती द्या.
३९. परिकलातील निरनिराळ्या थरांची नावे कोणती व त्यांची माहिती द्या.
४०. ऊर्जागाची माहिती द्या.
४१. परिथरातील शिरांची माहिती द्या.
४२. रीबोसोम काय काम करतात?
४३. रीबोसोम व आरेने ह्यांचे संबंध कसे असतात ते सांगा.
४४. पेशीच्या पोषणासाठी कोणकोणते रस आवश्यक असतात व त्याच प्रमाणे इतर कोणते पदार्थ पेशीत बाहेरून येतात व कसे येतात त्याची माहिती द्या.
४५. काष्ठांगाची माहिती द्या. लाकूड कसे तयार होते ते थोडक्यात सांगा.
४६. जीवंत पेशी व मृत पेशी ह्यांत काय फरक असतो?
४७. पेशीच्या घटकांत सजीव भाग कोणते व निर्जीव भाग कोणते ते सांगा.
४८. पौष्टिक रस कशाला म्हणतात?
४९. पोषकरस कशाला म्हणतात?
५०. अन्नरसाची माहिती द्या.
५१. वनस्पतीच्या सर्व पेशींना प्राणवायू आवश्यक असतो त्याची व्यवस्था कशी होते?
५२. अन्नरसातील कर्बोदकांचा साठा फलोत्पादनासाठी कशा प्रकारे केला जातो?
५३. पानांकडून पेशींना जो अन्नरस जातो त्याचे काय होते?
५४. संजीवके कशाला म्हणतात?
५५. संजीवकांचे कार्य व त्यांचे प्रकार ह्यांची थोडक्यात माहिती द्या.
५६. वितंचके कशाला म्हणतात?
५७. पूरक संजीवके व नकारात्मक संजीवके ह्यामध्ये फरक काय?
५८. आतापर्यंत किती वितंचके ज्ञात आहेत?
५९. संजीवके व वितंचके कोणत्या वर्गातील रसायने आहेत?
६०. प्रथिनांची माहिती द्या.
६१. कर्बोदके बनण्यासाठी कोणत्या मुलतत्वांची गरज असते?
६२. मनुष्यप्राणी १०० टक्के शाकाहारी कां असू शकत नाही?
६३. अमिनो अम्लाची थोडक्यात माहिती द्या.
६४. मूळांना मातीतील हवेतील प्राणवायू कां आवश्यक असतो?
६५. बियांमध्ये प्रथिनांचे व स्निग्धांचे प्रमाण कां जास्त असते?
६६. काही बियांत स्निग्धांशिवाय पिष्ट आढळते त्याचे कारण काय?
६७. जैव-रसायनिक क्रिया व रासायनिक क्रिया ह्यांत फरक कोणता?
६८. वनस्पतीच्या पेशींतून ज्या क्रिया होतात त्यांना जैव-रसायनिक क्रिया असे कां म्हणतात?
६९. वनस्पतीतील कर्बोदकांचे, तेल-स्निग्धांचे व प्रथिनांचे उत्पादन, साठवणूक कशी व कां होते हे समजणे शेतकऱ्याला कां आवश्यक आहे ते सांगा.
७०. सुगंधी तेले वनस्पतीत असली तरी त्यांचा उद्देश उर्जा निर्मिती नसतो असे कां समजले जाते? त्या तेलांचे काम काय?
७१. वर्णांगे ह्या प्रकारातील रंगद्रव्ये माणसाने कोणत्या रितीने वापरावयास सुरुवात केली ते सांगा.
७२. वर्णांगामुळे वनस्पतीतील फुले व फळे याना विविध रंग प्राप्त होतात हे खरे आहे कां?
७३. मकरंदाचे कार्य काय व तो कोठे असतो?
७४. जीवनसत्वाचे वनस्पतीत काय महत्त्व असते ते सांगा.

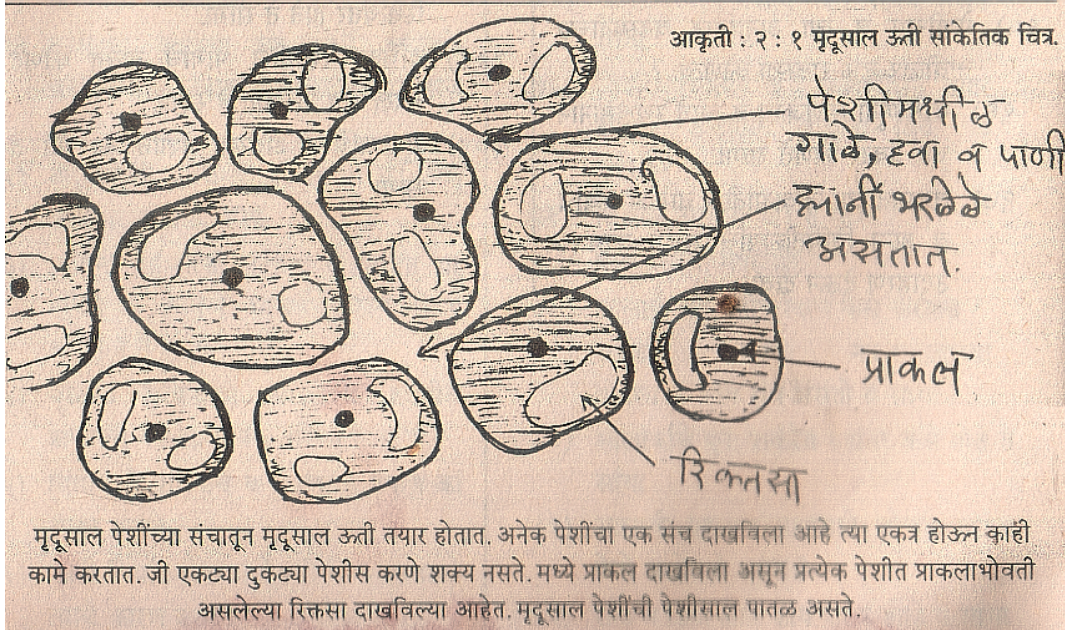
७५. डिंक वनस्पतीत कां व कशापासून तयार होतो? उन्हाळ्यात तो कां बाहेर येतो?
७६. डिंकाचे उपयोग कोणते ते सांगा.
७७. पेशीरसाची माहिती द्या.
७८. सालार्क वनस्पतीचे संरक्षण कसे करतो ते सांगा.
७९. सालार्क निर्मितीचा नत्र-स्फुरदाच्या शोषण प्रमाणबद्धतेचा काय संबंध असतो?
८०. सालार्कचे पुन्हा शर्करेत रूपांतर कसे होते ते सांगा.
८१. सालार्काचे इतर उपयोग कोणते ते सांगा.
८२. राळ व डिंक ह्यात फरक काय असतो?
८३. डिंक व राळ यांच्या कार्यातील साम्य कोणते ते सांगा.
८४. विम्लसा म्हणजे काय व त्याचे वनस्पतीच्या जीवनात काय कार्य आहे ते सांगा.
८५. सालार्क व विम्लसा ह्यांच्यातील फरक काय ते सांगा.
८६. विम्लसा पासून किटकनाशक कशी तयार करतात?
८७. विम्लसामुळे वनस्पतीला कसे संरक्षण मिळते?
८८. खनिजयुक्त द्रव्ये म्हणजे काय? ती वनस्पतीत कशी साठवली जातात?
८९. व्यर्थद्रव्ये कशाला म्हणतात?
९०. कायिक वाढ व शाकीय वाढ ह्यांतील फरक काय ते सांगा.
९१. कायिक वाढ व शाकीय वाढ ह्यांचे परस्पर संबंध कोणते ते सांगा.
९२. पिढी वाढ म्हणजे काय?
९३. कायिक वाढीवर कोणकोणत्या गोष्टींचा परिणाम होतो ते सांगा.
९४. शाकीय वाढीवर कोणकोणत्या घटकांचा प्रभाव असतो ते सांगा.
९५. पेशीच्या व त्या अनुषंगाने वनस्पतीच्या वाढीच्या चार अवस्था कोणत्या ते सांगा.
९६. वर्धिष्णूता म्हणजे काय व त्याचे स्थुलमानाने चार प्रकार कोणते ते सांगा.
९७. वनस्पतीच्या जीवनक्रमातील चार अवस्थांचे व अन्न निर्मिती कार्याचे संबंध काय ते सांगा.
९८. वनस्पतीची कायिक व शाकीय वाढ प्रेरक संजीवकांमुळे कशी होते ते सांगा.
९९. वनस्पतीची वाढ रात्री होते, दिवसा होत नाही त्याचे कारण सांगा.
१००. कृत्रीम संप्रेरके वापरल्यामुळे कोणता धोका संभवतो ते सांगा.
१०१. वनस्पतीच्या जीवनक्रमातील चार अवस्थांचे व वाढीच्या चार अवस्थांचे परस्पर संबंध काय ते सांगा.
१०२. पिढी वाढीत वनस्पती व इतर प्राणी ह्यांच्यात काय फरक असतो.
१०३. पिढीवाढीत व शाकीय वाढीत कोणता महत्वाचा फरक असतो ते सांगा.
१०४. शिरा म्हणजे काय व त्यांची आवश्यकता काय ते सांगा.
१०५. शिरा व गांठी ह्यांत फरक काय ते सांगा.
१०६. पेशीच्या वर्धिष्णूतेचा त्यातील पेक्टोज व पेशीतंतू, काष्ठतंतूच्या प्रमाणाशी काय संबंध असतो ते सांगा.
१०७. सुप्तावर्धिष्णू अवस्थेतील पेशीत कोणते स्थित्यंतर होते ते सांगा.
१०८. वर्धिष्णू पेशीतील भागांचे बाबत कोणते बदल होत असतात ते सांगा.
१०९. सुप्तावर्धिष्णू अवस्था पेशीत कां येते ते सांगा.

धडा २ रा

धडा दुसरा

ऊतीचा परिचय

वनस्पतीत पंचांगे असतात त्यांची विशेष अशी कामे असतात परंतु, ती कामे पेशी एकट्याने करू शकत नाही. त्या करता अशा अनेक पेशींचा समुह एकत्रपणे काम करणे आवश्यक असते. त्यासाठी जेव्हा असे समुह एकत्रपणे काम करतात, जणू काय ती एकच भलीमोठी पेशी असावी असे सर्व व्यवहार होतात त्या पेशीसमुहाला **ऊती** असे म्हणतात. ह्या धड्यात आपण ऊतींची महिती करून घेणार आहोत. ऊती हे त्या, त्या पंचांगाचे मूळ स्वरूप असते असे समजता येईल. जेव्हा एक पेशी काम करू शकते तेव्हा त्या पेशीला **एकपेशीय ऊती** असे म्हणतात. झाडाच्या मुळात अग्रावर जी केशमुळी असते ती स्वतःच सर्व कामे करू शकते म्हणून तिला एकपेशीय ऊती असे समजले जाते. बहुपेशीय ऊतीचे उदाहरण पानातील पेशीसमुहाचे आहे. पानांतील विविध कामे जसे, प्रकाश संश्लेषण, कर्बग्रहण, शर्करा निर्मिती, श्वसन, पिष्ट निर्मिती अशी अनेक कामे एक



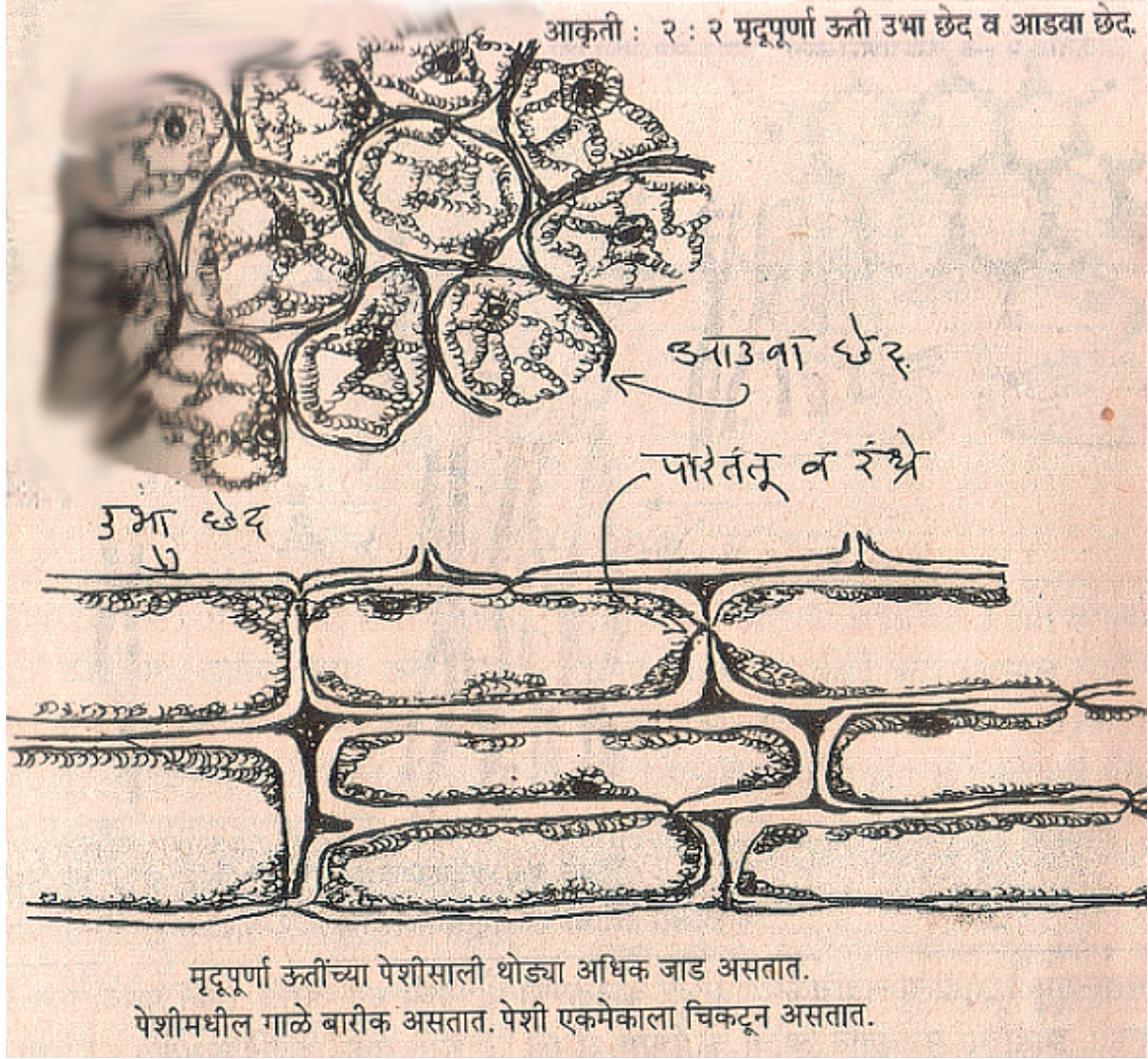
पेशी करू शकत नाही तेव्हा ही सर्व कामे करणाऱ्या अनेक पेशींचा समुह एकत्रपणे ती सर्व करित असतो त्या साठी त्या सर्व पेशी संघटीतपणे काम करतात म्हणून त्यांच्या समुहाला **बहुपेशीय ऊती** असे समजले जाते.

ऊतींची स्थूलमानाने दोन वर्गात विभागणी केलेली आहे. पहिल्या वर्गाला **साध्या ऊती** असे म्हणतात, त्याचे कारण त्यांची रचना साधी असते. दुसऱ्या वर्गाला **क्लिष्ट ऊती** असे म्हणतात. त्यांची रचना गुंतागुंतीची असते.

साध्या ऊती -

साध्या ऊतीत स्थूलमानाने चार प्रकारच्या ऊती येतात. त्यांची नांवे अशी आहेत, मृदूसाल ऊती, मृदुपूर्णा ऊती, काष्ठशिरा ऊती व काष्ठ ऊती. **मृदूसाल ऊती** - इंग्रजीत ह्यांना **पेरिनचाईमा टिश्यू** असे म्हणतात. ह्या वर्धिष्णू पेशींपासून बनलेल्या असतात. त्यामुळे त्या लवचिक व अतिशय सक्रिय असतात. प्रकाश संश्लेषण, कर्बग्रहण, शर्करा निर्मिती, श्वसन, पिष्ट निर्मिती. शर्करेचे प्रथिनात रुपांतर, प्रथिनांचे शर्करेत रुपांतर,

वातावरणातील हवा शोषून ती वनस्पतीच्या अंगात सोडणे, संजीवके. वितंचके, जीवनसत्वे निर्माण करणे, शर्करेचे पेक्टोज व नंतर पेशीतंतूत रुपांतर करणे, पिष्टाचे पुन्हा शर्करेत किंवा स्निग्धांत रुपांतर करणे अशी विविध कामे ह्या ऊती करतात. नांवाप्रमाणे त्या मृदुसाल असतात. वनस्पतीच्या सर्व पंचांगांत त्या आढळतात. त्यांच्यात कायिक व शाकीय वाढ करण्याची क्षमता असते.

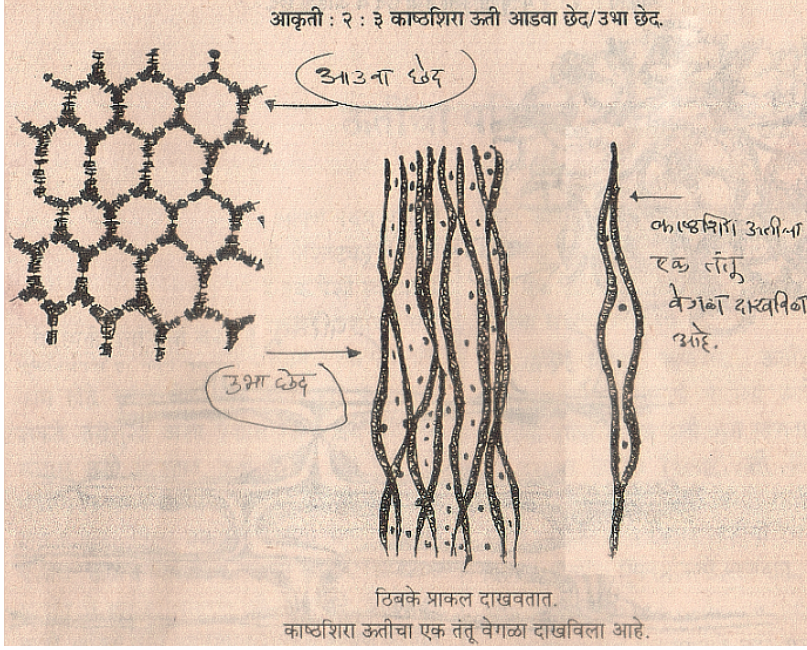


मृदुपूर्णा ऊती – इंग्रजीत यांना **कोलेनचाईम टिश्यू** असे म्हणतात. ह्या ऊती मंद वर्धिष्णू असतात. कारण त्यांची कायिक वाढ बहुतेक पूर्ण झालेली असते. त्यांच्या पेशीत लवके भरपूर असतात. त्यात हरित लवके सुद्धा असतात. त्यामुळे पेशींच्या श्वसनातून निर्माण झालेला कर्बवायू पुन्हा शर्करेत रुपांतरीत करता येतो. पानांतील मृदुपूर्णा ऊती हवेतून कर्बवायू घेऊन मोठ्या प्रमाणात अन्न निर्मिती करतात. त्यांतील पेशींच्या सालीमध्ये काष्ठतंतूंचे प्रमाण बऱ्यापैकी असते तरीसुद्धा पेक्टोज व पेशीतंतूंचे प्रमाण मोठे असल्यामुळे त्या साधारण प्रमाणात लवचिक असतात. मोठ्या झाडांच्या फांद्यात व लहान वनस्पतींच्या खोडात त्या मोठ्या प्रमाणात असतात. झाडांच्या बाह्य सालींच्या आतल्या भागात त्या असल्याकारणाने वनस्पतीला लवचिकपणा बरोबर काटकपणा प्राप्त होतो. झाडांच्या मजबूतीत त्यांचा कार्यभाग असतो. मृदुपूर्णा ऊतींवर संजीवकांचा प्रयोग केला तर त्या पुन्हा मृदुसाल ऊतीप्रमाणे वाढू लागतात. विशेष म्हणजे असा प्रयोग केल्यामुळे जी वाढ होते ती उभी न होता आडवी होते व झाडाचा बुंधा मोठा होतो. मोठ्या झाडांच्या बुंध्याला सिंचन केल्याने संजीवकांचा तसा प्रभाव होतो व म्हणून बुंधा सिंचनामुळे झाडांचे खोड रुंद होते. मृदुपूर्णा ऊती जादा तयार केलेले अन्न साठवण्याचे काम

करतात. ह्या ऊती मुळात नसतात. बाकीच्या नित्य पंचांगातील खोड व पाने ह्यांत विशेषकरून असतात, फुलात व फळातसुद्धा कदाचित आढळतात.

काष्ठशिरा ऊती -

इंग्रजीत यांना **स्क्लेरेनचाईमा टिश्यू** असे म्हणतात. ह्या प्रकारच्या पेशीच्या पेशीसालीत काष्ठतंतू व काष्ठांग भरपूर असते. त्यामुळे त्या



बऱ्यापैकी टणक असतात. त्यांचा आकार लांबट व विटीदांडू खेळात वापरतात त्या विटी सारखा असतो. त्यात परिकल व प्राकल असतात परंतु, सुकून गेलेले असतात. त्यामुळे त्या सक्रिय नसतात, म्हणजे तेथे जैविक क्रियांचा अभाव असतो. त्यांची वर्धिष्णूता संपुष्टात आलेली असते. बाहेरून संजीवकांचा प्रयोग केला तरी उपयोग होत नाही म्हणजे, त्या सुप्तावस्थेत नसून मृत म्हणजे निर्जीव झालेल्या असतात. वनस्पतीचा कायम मजबूतीचा भाग ह्यांचा

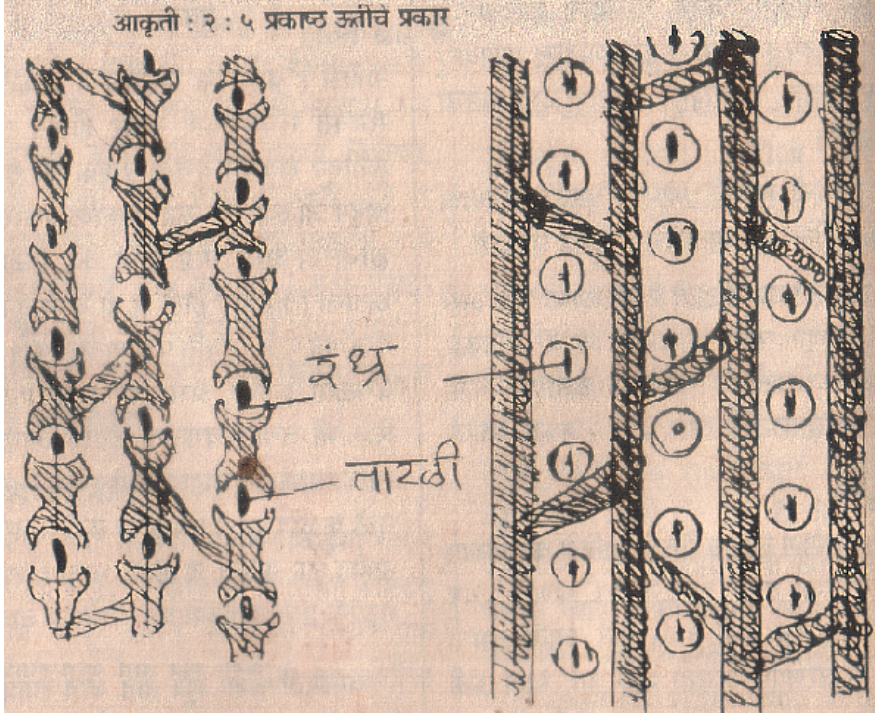
बनतो. वनस्पतीचा आकार ह्यांच्यामुळे निश्चित होत असतो. काष्ठशिरा ऊती आकाराने मोठ्या असतात. १मी.मी. ते ३ मी.मी. अशी त्यांची लांबी असू शकते. गवतातील ह्या पेशींची लांबी २० ते ५०० मी.मी. एवढी असते. कापसाच्या काष्ठशिरांपासून कापूस बनतो. कापसाबाबत मात्र एक अपवाद असा दिसतो की, एरवी काष्ठशिरा ऊतीत काष्ठतंतू व काष्ठांग बरोबरीने असतात परंतु, येथे फक्त काष्ठतंतू असतात. त्या ऊतीत आणखीन एक प्रकार आढळतो त्यात काष्ठतंतू पेक्षा जास्त प्रमाणात काष्ठांग असते, अशा ऊतींना **काष्ठांग ऊती (वुड फायबर)** असे म्हणतात. काही झाडात व टणक बियांत हे आढळतात. काष्ठ ऊतीचे प्रमाण झाडाच्या खोडातील डोळ्याच्या भागात विशेष असतात. त्या इतक्या टणक असतात किं, त्यांच्यावर सुताराची हाताने काम करण्याची अवजारे चालत नाहीत. असे असले तरी त्यांत सख्खिता असते व म्हणून बियावरील ह्या ऊतीच्या आवरणातून आतील सजीव भागाला प्राणवायू मिळू शकतो. ह्या ऊती मुळांत सहसा आढळत नाहीत.

साध्या ऊतींचा एवढा परिचय आपल्या अभ्यासासाठी पुरेसा आहे. ह्यापुढे क्लिष्ट प्रकारातील ऊतींचा परिचय करून घेऊया. क्लिष्ट ऊतींत **प्रकाष्ठ ऊती** व **परिकाष्ठ ऊती** असे दोन प्रकार असून त्यात आणखीन काही उपप्रकार आसतात. **साठवण ऊती** व **गांठीच्या ऊती** असे आणखीन दोन कमी महत्वाचे प्रकार काही वनस्पतीत आढळतात.

प्रकाष्ठ ऊती -

एक गोष्ट आपण लक्षात घेतली पाहिजे किं, क्लिष्ट ऊती साध्या ऊतीतून विकसित होतात. त्या विकासाचा क्रम असा असतो, प्रथम मृदुसाल (पेशी) असतात त्यात परिस्थितीनुसार यथावकाश बदल होऊन त्यांच्या पैकी काही ऊतींचे मृदुपूर्णात व त्यानंतर काष्ठशिरा ऊतीत रूपांतर होते किंवा, काही वेळा परिस्थितीनुसार मृदुसाल ऊतीचे इतर साध्या प्रकारच्या ऊतीत रूपांतर न होता क्लिष्ट प्रकारच्या ऊतीत रूपांतर होते. ह्या सर्व गोष्टी त्या वनस्पतीतील गुणसुत्रातील सुचनांवर अवलंबून असतात. प्रकाष्ठ ऊती बनताना वाढीच्या

चौथ्या अवस्थेचा संबंध असतो. त्याचे असे, पेशी सुप्तावर्धिष्णू अवस्थेत जातात तेव्हां एकमेकाला लागून असणाऱ्या पेशीतील साल नाहीसे होते व अनेक परिकल व प्राकल असलेल्या संयुक्त रचनेच्या ऊती तयार होतात. त्यातील ज्या



काही ऊर्तीतून मुळाकडील पोषकरस वरच्या भागात वाहून जातो त्या सर्व ऊती प्रकाष्ठ ह्या प्रकारात मोडतात. ह्याचा असा अर्थ स्पष्ट होतो किं, मूळांतून प्रकाष्ठ ऊर्तीचा विस्तार सुरु होतो व तो बुंध्याकडून वर सर्व पंचांगात पसरत जातो. मात्र फुलात व फळांत त्या फारशा आढळत नाहीत, तेथे पेशींची वेगळी रचना असते. पानांत व इतर भागात त्या असतात. मुळांना त्यांच्या क्लिष्ट रचनेमुळे

बळकटपणा येतो. प्रकाष्ठ ऊर्तीचे प्रमुख कार्य असते पोषकरस वरांगाकडे वाहून नेणे.

वनस्पती जशी जून होत जाते तसे त्यातील पेशींची क्लिष्टता वाढत जाते. आपण ज्या भाज्या खातो त्यांतील ऊती मृदुसाल व मृदुपूर्णा वर्गातील असतात. त्या कोवळ्या भाज्यात काष्ठशिरा फारच कमी असतात. त्याच्या उलट असते लाकडाचे, त्यात मृदुसाल व मृदुपूर्णा वर्गातील ऊती अजिबात नसतात. लाकडातील बहुतेक ऊती प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ वर्गातील असतात. मृदुसाल व मृदुपूर्णा वर्गातील ऊती त्यांच्यातील सक्रिय जैविक द्रव्यामुळे लवकर कुजतात तसे प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ ऊर्तीचे बाबत होत नाही. काष्ठशिरा ऊतीत तरी असे



१) रिंगणी २) कुचेदार ३) कडेदार ४) खपली ५) बारोक ठिवकेदार ६) मोठे ठिवकेदार

जैविक द्रव्य थोडे असल्यामुळे त्या प्रमाणाने सावकाश कुजतात. प्रकाष्ठ ऊतीत काष्ठतंतू बरोबर काष्ठांग भरपूर असतो म्हणून त्या सहजपणे कुजत नाहीत. त्यांचे चार उपप्रकार आहेत. इंग्रजीत प्रकाष्ठ ऊतीस **झायलेम** (झायलेम हा लॅटिन भाषेतील शब्द असून त्याचा अर्थ आहे, लाकूड) असे म्हणतात. **प्रकाष्ठ वहिनी ऊती, प्रकाष्ठ नलिका ऊती, काष्ठांग ऊती व मृदुकाष्ठ ऊती** असे ते आहेत. त्यांची माहिती पाहू या.

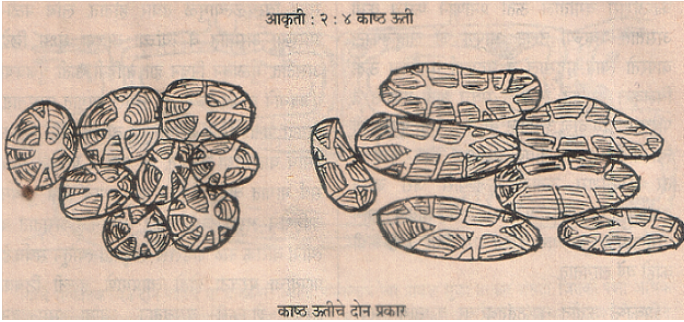
प्रकाष्ठ वाहिनी ऊती (काष्ठवाहिनी) –

ह्यांना इंग्रजीत **झायलेम ट्रिचीड** असे म्हणतात. एकावर एक असलेल्या मृदुपूर्णा ऊतीतील साल विरघळल्यामुळे त्या तयार होतात. सोबतची आकृती पहा. लांब नळी सारख्या त्या असतात. त्यांच्या बाजूंना सुक्ष्मछिद्रे असतात. मुळांतून निघून त्या वाहिनी ऊती पुंजक्या पुंजक्याने वनस्पतीच्या सर्व भागात पसरलेल्या असतात. अगदी पानांपर्यंत व पानांतसुद्धा त्या असतात. पोषकरसाचे वहन त्या सर्व वनस्पतीत करतात. परंतु, त्यांचे स्थान दुय्यम असते. हे समजण्यासाठी एक उदाहरण घेणार आहोत ते शेतातील ठिबक सिंचन व्यवस्थेचे, त्यात मोठ्या नळ्या शेतात पाणी आणतात व नंतर त्यांना त्यांच्या बाजूंना बारीक नळ्या जोडून शेवटी सर्व शेतभर पाणी पोहोचवले जाते. ह्यामध्ये ज्या बारीक नळ्या असतात त्या प्रकाष्ठ वाहिनी ऊती असे समजावे व मोठ्या नळ्याला प्रकाष्ठ नलिका ऊती असे समजावयाचे, ह्यातील प्रकाष्ठ नलिका ऊतींची माहिती पुढे घेणार आहे. प्रकाष्ठ वाहिनी ऊतींच्या बाजूंना जी छिद्रे असतात त्यातून परिसरातील पेशींना पोषकरसाचा पुरवठा केला जातो.

प्रकाष्ठ नलिका ऊती (काष्ठनळी) –

इंग्रजीत ह्यांना **झायलेम व्हेसल** किंवा **ट्राची** असे म्हणतात. मृदुपूर्णा व काष्ठशिरा ह्यांच्या पासून त्या बनतात. त्यांच्या बाजूंना छिद्रे नसतात. ह्या ऊती पोषकरसाचे मोठ्या प्रमाणात वहन करतात. त्यांतून हा रस प्रकाष्ठ वाहिनी ऊतीत पाझरत असतो. प्रकाष्ठ वाहिनी ऊती सर्व लहान मोठ्या वनस्पतीत असतात परंतु, प्रकाष्ठ नलिका ऊती फक्त मोठ्या झाडात असतात.

ह्या दोनही प्रकारच्या ऊतींचे कार्य एकाच प्रकारचे असते. सर्व मोठ्या झाडात त्या सर्वकडे पुंजक्याच्या स्वरूपात आढळतात. त्या बहुधा झाडाच्या बुंध्याला विळखे घेत वर पसरलेल्या दिसतात. क्वचित सरळ वर चढलेल्या असतात. त्यांचे अनेक थर एकावर एक असे बनून त्यामुळे झाडाचा बुंधा तयार होत असतो. वाहिनी व नलिका ह्या दोनही ऊती सक्रिय नसतात, म्हणजे त्यांना पोषकरसाची व अन्नरसाची गरज नसते. तसेंच प्राणवायू सुद्धा त्यांना लागत नाही. त्या काष्ठांगाचे प्रमाण बऱ्यापैकी असल्यामुळे टणक असतात व त्यामुळे झाडाला मजबूती येते.



करतात. ह्यासुद्धा सक्रिय नसतात म्हणजे, पूर्णतया निर्जीव असतात.

मृदुकाष्ठ ऊती –

क्लिष्ट वर्गातील हा ऊतीचा चौथा प्रकार आहे. ह्यांची सक्रियता विशेष पद्धतीची असते म्हणजे असे किं, त्या पोषकरसाचे वहन करतांना त्यात वितंचके व संजीवके सोडतात. त्यात असलेल्या मृदुसाल ऊती सक्रिय असतात त्यामुळे हे होत असते. हे काम करण्यासाठी त्यांना प्राणवायू आवश्यक असतो. ह्या ऊती पुष्टक संजीवक (सायटोकिनिन्स) तयार करतात व झाडात तो पसरतो त्यामुळे जेव्हा हे योग्य प्रमाणात होते तेव्हा झाडाचा बुंधा रुंद होतो. प्रकाष्ठ ऊतींच्या प्रमाणे ह्यांचे सुद्धा पुंजके सर्व वनस्पतीभर पसरलेले असतात. वाहिनी नलिका ऊतीमधून मृदुकाष्ठ ऊतीत रस येऊ शकतो. त्यात आवश्यक ते संजीवक व वितंचक मिसळले किं, मग तो रस इतर सक्रिय पेशींकडे नेला जातो. सक्रिय पेशी व क्लिष्ट वर्गातील अक्रिय वाहिनी ऊती ह्यांच्यात एकप्रकारे दुवा असल्यासारखे ह्या मृदुकाष्ठ ऊतींची कार्यपद्धती असते. मृदुसाल ऊतीचे मृदुकाष्ठ ऊतीत रुपांतर होत असते.

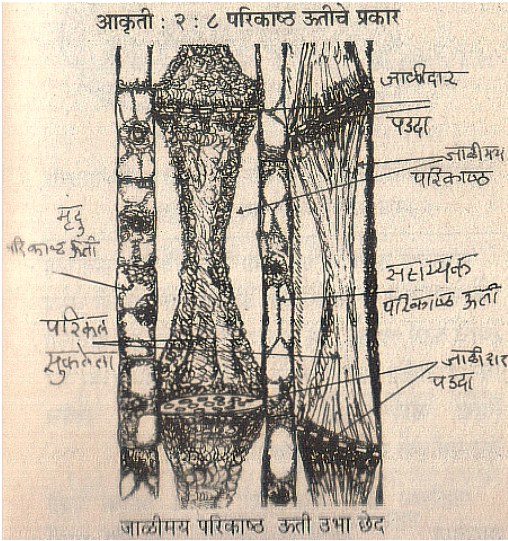
काष्ठांग ऊती –

ह्यांना इंग्रजीत **वुड फायबर** असे म्हणतात. काष्ठशिरा ऊतींचे पर्यवसान ह्यांच्यात होते. काही वेळा मृदुसाल ऊतीची परिणीती ह्या क्लिष्ट ऊतीत होत असते. ह्या ऊती अभियांत्रिकी दृष्ट्या महत्त्वाच्या असतात. म्हणजे जेव्हा झाडाची वाढ वेडीवाकडी होते तेव्हा त्या संबलकासारखे काम करून झाडाला उभे राहण्यास मदत

परिकाष्ठ ऊती -

आता पर्यंत आपण क्लिष्ट प्रकारातील प्रकाष्ठ वर्गातील ऊतींची माहिती पाहिली. त्यानंतर आता परिकाष्ठ वर्गातील ऊतींची माहिती पहाणार आहोत. प्रकाष्ठ ऊती मुळाकडून पोषक रसाचे वितरण सर्व वनस्पतीच्या भागांत करण्याचे काम करतात हे आपण पाहिले आहे. परिकाष्ठ ऊती पानात तयार होणारे अन्नरसाचे वहन वनस्पतीत सर्वत्र पोहोचवण्याचे काम करतात. मुळाकडून येणारा पोषकरस, मुख्यत्वे करून पाण्यात विरघळलेल्या अवस्थेतील खनिजे व सुक्ष्म प्रमाणात काही अत्यावश्यक प्रेरक संजीवके, अमिनो अम्ल, वितंचके आणि जीवनसत्वे, वरांगाकडे प्रकाष्ठ ऊतींच्या मदतीने पोहोचवला जातो तसेच, परिकाष्ठ ऊती अन्नरसातील कर्बोदके, जी विविध रूपात असतात ती व प्रथिने, वृद्धिकारक संजीवके (वर्धक, जिब्रालिंस इत्यादि) वितंचके, प्राणवायू, असे मौलिक पदार्थ, सर्व पंचांगांकडे पोहोचवण्याचे काम करतात. यावरून पेशींचे पोषण कसे होते त्याची साधारण कल्पना येते. प्रकाष्ठ ऊतीत रस वर चढत असतो तर परिकाष्ठ ऊतीत रस खाली पाडत असतो. पेशीसालातील छिद्रांतून व परितंतूद्वारा ते निवडक पारगम्यता, परासरण व प्रविसरण दाबांच्या प्रभावाने पेशीत प्रवेश करतात. पुढे त्या दोनही रसांचे विपचन होऊन पेशीची कायिक वाढ होत असते. पूर्ण वाढलेल्या भागातील पेशीच्या सुप्तावस्थेतील जैविक क्रियांना सुद्धा ते रस आवश्यक असतात. पानात होणाऱ्या विपचनात पोषकरसातील पदार्थ व कर्बग्रहण क्रिया ह्यांच्या संयोगाने अन्नरसाची निर्मिती होत असते. ह्या सर्व क्रिया अतिशय गुंतागुंतीच्या (क्लिष्ट) असतात. आपल्या अभ्यासाच्या साठी एवढी माहिती पुरेशी आहे.

परिकाष्ठ ऊतीचे चार प्रकार आढळून येतात. ते असे, **जाळीमय परिकाष्ठ ऊती**, **सहाय्यक परिकाष्ठ ऊती**, **मृदु परिकाष्ठ ऊती** आणि **तंतू परिकाष्ठ ऊती**, आहेत. परिकाष्ठ ऊतींना इंग्रजीत **फ्लोएम टिश्यू** असे म्हणतात.



जाळीमय परिकाष्ठ ऊती - सिव्ह ट्युब परैनचायमा

नळी सारख्या आकाराची ही ऊती असते. ती एकपेशीय ऊती असते. तिच्यातील परिकल सुकून सालीला चिकटलेला असतो. अशा अनेक पेशी एकाच्या टोकाला दुसरा अशा प्रकारे जोडलेले असतात व त्यामुळे एकाद्या नळी सारखी रचना झालेली असते. दोन पेशीत आडवा पडदा असतो तो सखिद्र असतो त्यामुळे एका पेशीतील रस दुसऱ्या पेशीत पाडत जाऊ शकतो. बांबूची रचना पाहिली तर त्यावरून ह्यांची रचना समजणे सोपे जाईल. बांबूतील दोन शेजारील पेशीत जसा पडदा असतो तसाच पडदा परंतु, सखिद्र पडदा असतो त्यातून रसांचे वहन होते. ह्यांच्यातील एका पेशीतील परिकल शेजारच्या पेशीत सरकलेला असतो. जैविक दृष्ट्या ह्या पेशी मंद झालेल्या असतात. तिला सहाय्य करण्यासाठी लांबोडक्या आकाराच्या **सहाय्यक परिकाष्ठ ऊती** तिला चिकटून असतात. ह्या सहाय्यक

ऊती सक्रिय असतात व गरजेनुसार संजीवके, वितंचके ह्यांची निर्मिती तेथे होऊन ते अन्नरसात मिसळले जातात. सहाय्यक ऊतीत प्राकल चांगला मोठा झालेला असतो व तो कार्यक्षम असतो. बीजांपासून होणाऱ्या वनस्पतीच्या बियांत सहाय्यक ऊती असतात, त्या वनस्पतींना **बीजधारी वनस्पती** असे म्हणतात. इंग्रजीत त्यांना **एनजिओस्पर्म** असे म्हणतात.

मृदु परिकाष्ठ ऊती - फ्लोएम परैनचायमा

ह्या सक्रिय असतात. त्यात पुष्कट संजीवके तयार करण्याचे काम होत असते. द्विदल वनस्पतीत त्यांचे अस्तित्व जाणवते. एकदल वनस्पतीत त्या नसतात. अशा वनस्पतीच्या खोडात व फांद्यात मृदु परिकाष्ठ ऊतींचे

पुंजके आढळतात. वनस्पतीत असलेल्या सक्रिय पेशींना अन्नरस पुरवण्याचे काम त्या करतात. सहाय्यक परिकाष्ठ ऊती जसे जाळीमय परिकाष्ठ ऊतींना सहाय्य करतात तसेच सहाय्य ह्या ऊती करतात. प्रकाष्ठ प्रकारच्या क्लिष्ट ऊतीत जे स्थान मृदु काष्ठ ऊतींना असते साधारणपणे तेवढेच स्थान मृदु परिकाष्ठ ऊतींना परिकाष्ठ प्रकारातील क्लिष्ट ऊतींना असते.

तंतू परिकाष्ठ ऊती – वाख

यांना साध्या मराठीत वाख असे म्हणतात. परिकाष्ठ ऊती जून झाल्यावर त्यांत पेशीसाल असते त्यात सरळ लांब लचक वाख (लांब तंतू, दोर) तयार होतो. त्यांत काष्ठतंतूंचे प्रमाण भरपूर असते. त्या तंतूंना धरून ठेवण्यासाठी अतिशय पातळ असा काष्ठांगाचा थर त्यावर असतो. परिकाष्ठ व प्रकाष्ठ ऊतीतील मृदुसाला ऊतींना प्राथमिक परिकाष्ठ व प्राथमिक प्रकाष्ठ म्हणतात. त्यांत काष्ठतंतूंचे प्रमाण कमी तर पेशीतंतूंचे प्रमाण जास्त असते. म्हणून त्या लवचिक असतात. पाने, देठ, कोवळ्या डाहळ्या अशा भागात त्या असतात. तंतू परिकाष्ठापासून अनेक प्रकारचे दोर तयार करता येतात. वनस्पती जशी मोठी होते तसे, पोषक व अन्नरसांची गरज वाढत जाते व सतत नवीन प्रकाष्ठ व परिकल ऊती खोडात आणि फांद्यात तयार होत रहातात. पुढे त्यांचे त्या त्या प्रकारच्या क्लिष्ट ऊतीत रूपांतर होत असते. मूळ व खोड ह्यांची रुंदी कशी वाढते ते आपण नंतरच्या धड्यात पहाणार आहोत.

त्याशिवाय काही क्लिष्ट ऊती असतात त्यात साठवण ऊती व गांठीच्या ऊती येतात. त्यांचे कार्य काही वनस्पतींच्या जैविक कार्यात लक्षात घेण्याइतके महत्वाचे असते.

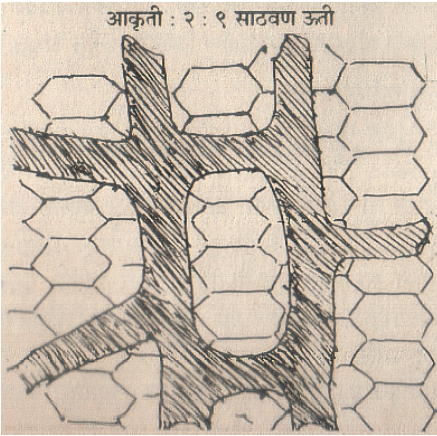
साठवण ऊती – सिक्विटरी टिश्यू

ह्यांत क्षीरग्रंथी व क्षीरवाहिनी येतात. इंग्रजीत ह्यांना लॅटिसिफेरस ग्लॅंड व लॅटिसिफेरस व्हेसल असे म्हणतात. काही वनस्पतीत त्या विशेष वाढलेल्या असतात. त्यातून दुधासारखा द्राव स्रवतो. तो बहुध चिकट असतो. पोषक द्रव्ये व व्यर्थद्रव्ये ह्यांत साठवलेली असतात. त्या संपूर्ण वनस्पतीत पसरलेल्या असतात. झाडाला जखम झाली तर तो चिकट स्राव बाहेर येतो व ती जखम भरून टाकतो, जसे आपल्याला जखम झाली तर खपट बनते तसे हे होत असते. क्षीरग्रंथीत तो तयार होतो व क्षीरवाहिनी तो इतरत्र वाहून नेतात. अन्नरस व पोषक रसा पेश्या हा आणखीन वेगळा रस वनस्पती तयार करते व तो बहुधा सक्रिय पेशीत जास्त झाल्यामुळे बाहेर टाकल्यासारखा असतो. वनस्पतीत खनिज द्रव्याचे अंतरवहन होत असते ते ह्या क्षीरवाहिनी द्वारा होत असते. सर्वच वनस्पतीत त्या असतात परंतु, काहीत त्या विशेष लक्षात येतात व काहीमध्ये त्या जाणवत नाहीत. त्या रसाचा

चिकटपणा निरनिराळ्या वनस्पतीत कमी जास्त असतो.

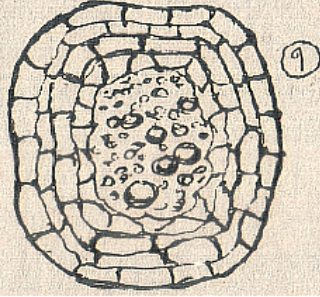
गांठीच्या ऊती – ग्लॅन् ड्युलर टिश्यू

ह्या एकपेशीय अथवा बहुपेशीय अशा दोनही प्रकारात असू शकतात. त्या गुच्छाने बनतात. त्यांच्यातून इतर प्रकारचे पदार्थ जसे, सुगंधी तेले, चीक, सालार्क, विम्लसा वगैरे उत्सर्जित द्रव्ये तयार होत असतात. काही गांठी फक्त वितंचके तयार करण्यासाठी असतात व त्या सर्व वनस्पतींच्या पंचंगांत पसरलेल्या असतात.



गाठीच्या ऊती :

आकृती : २ : १० गाठीच्या ऊतीचे विविध प्रकार



१) संज्याच्या सालीतील तेल धरून ठेवणारी गाठीची ऊती. २) राळ साठवणारी पाईन वृक्षातील गांठ

प्रश्नावली -

१. पेशी व ऊतीत फरक काय?
२. एकपेशीय ऊती म्हणजे काय?
३. ऊतींचे दोन प्रमुख वर्ग कोणते?
४. साध्या ऊतीतील चार प्रकार कोणते?
५. मृदुसाल ऊतीची माहिती द्या.
६. मृदुसाल ऊतीमध्ये कोणकोणती कामे करण्याची क्षमता असते?
७. मृदुपूर्णा ऊतीची माहिती द्या.
८. मृदुपूर्णा ऊती मुळात असतात कां?
९. पेशीतील सक्रियता कशाला म्हणतात?
१०. काष्ठशिरा ऊतींची माहिती द्या.
११. काष्ठशिरा ऊती व काष्ठऊती ह्यांच्यात फरक काय?
१२. काष्ठशिरा ऊती मुळांत असतात कां?
१३. साध्या ऊती व क्लिष्ट ऊती असे दोन प्रकार कां पडले आहेत?
१४. क्लिष्ट ऊतींचे प्रकार किती?
१५. साध्या ऊतीतून क्लिष्ट ऊती तयार कशा होतात ते सांगा.
१६. प्रकाष्ठ ऊतींची माहिती द्या.
१७. प्रकाष्ठ ऊती सहजपणे कुजत नाहीत ह्याचे कारण काय?
१८. प्रकाष्ठ ऊतीचे चार प्रकार आहेत त्यांची नांवे सांगा.
१९. प्रकाष्ठ वहिनीची माहिती द्या.
२०. प्रकाष्ठ नलिका ऊतीची माहिती सांगा, त्यांचे कार्य काय ते सांगा.
२१. प्रकाष्ठ वहिनी व प्रकाष्ठ नलिका ह्यांच्यात साम्य व फरक कोणते ते सांगा.
२२. प्रकाष्ठ वहिनी व प्रकाष्ठ नलिका झाडाच्या बुंध्यात कशारितीने पसरलेल्या असतात?
२३. काष्ठांग ऊती कशा तयार होतात व त्यांचे कार्य काय?
२४. मृदुकाष्ठ ऊती ह्या क्लिष्ट वर्गात मोडणाऱ्या ऊतीचे इतर तीन प्रकारच्या क्लिष्ट ऊती बरोबरचे संबंध काय?
२५. मृदुकाष्ठ ऊती इतर क्लिष्ट ऊतीपेक्षा कोणत्या गोष्टीमुळे वेगळ्या ठरतात.
२६. मृदुकाष्ठ ऊतींची माहिती द्या.
२७. प्रकाष्ठ ऊती व परिकाष्ठ ऊती ह्यांच्यात महत्वाचा फरक कोणता?
२८. परिकाष्ठ ऊतीचे साधारण कार्य काय?

२९. पेशीचे पोषण कसे होते ते सांगा.
३०. परिकाष्ठ ऊतीचे किती प्रकार आहेत?
३१. जाळीमय परिकाष्ठ ऊतीची माहिती सांगा.
३२. जाळीमय व सहाय्यक परिकाष्ठ ह्यांचे संबंध काय आहेत?
३३. सहाय्यक परिकाष्ठ ऊतीचे कार्य काय ते सांगा.
३४. बीजधारी वनस्पती म्हणजे काय?
३५. मृदु परिकाष्ठ ऊतीची माहिती द्या.
३६. तंतू परिकाष्ठ अथवा वाख ह्या प्रकारातील ऊतीची माहिती द्या.
३७. प्राथमिक परिकाष्ठ व प्राथमिक प्रकाष्ठ कोणत्या ऊतींना म्हणतात?
३८. एक दल वनस्पतीत मृदु परिकाष्ठ ऊती सापडतात कां?
३९. साठवण ऊतीची माहिती द्या.
४०. साठवण ऊतीतील क्षीर ग्रंथी व क्षीर वाहिनी ह्यांचे कार्य काय ते सांगा.
४१. गांठीच्या ऊतीची माहिती द्या.

लेख संग्रहा वरील प्रस्तावना

उत्तम शेती करण्यासाठी शेतकऱ्याला तो ज्या पिकाची लागवड करतो त्या बद्दल संपूर्ण माहिती असणे आवश्यक असते. त्या वनस्पतीची वाढ कशी होते? कां होते? फळ धारणा कशी व कां होते? रोग कां पडतात? आणि चांगले पीक येण्यासाठी कोणकोणत्या गोष्टी करणे आवश्यक आहे, ते सर्व ह्या माहितीच्या आधारे तो ठरवू शकतो. ही माहिती आणि त्या संबंधीच्या इतर गोष्टी समजून घेण्यासाठी वानस्पतीच्या कायाशास्त्राचा विकास झाला. निरनिराळ्या वनस्पतींच्या अंगरचनेत थोडा बहुत फरक असतो तरी बरेच साम्यसुद्धा असते. त्या साम्याच्या आधारे माणसाने एक साधारण असे वनस्पतीचे कायाशास्त्र तयार केले. त्याच्या आधारे शेतकऱ्याने वनस्पतीच्या जीवनातील अनेकविध घटनांचा अंदाज निश्चितपणे घेऊन त्यानुसार, आपले शेतीतंत्र वापरून फायदेशीर शेती करावी अशी अपेक्षा असते. परंतु, आज परिस्थिती तशी नाही कारण, साधारण शेतकऱ्यास वनस्पतीच्या कायाशास्त्राचा बिलकूल परिचय नाही. त्यामुळे, वनस्पतीच्या जीवनातील घटनांचे निरीक्षण करून त्यांचे योग्य नियंत्रण कसे करावे ते त्याला समजत नाही. बहुतेक करून तो अंदाजानेच व काहीवेळा पूर्व अनुभवाच्या मदतीने सर्व कामे करित असतो. एक प्रकारचा जुगार तो खेळत असतो. परिणाम स्वरूप तो बऱ्याच वेळा नुकसानीत जातो, कर्जबाजारी होतो व बहुधा नेहमीच कर्जाच्या बोज्याखाली दबलेला रहातो. जर ही परिस्थिती बदलावयाची असेल तर आपल्या शेतकऱ्यांना वनस्पतीच्या कायाशास्त्राचा अभ्यास करण्या शिवाय गत्यंतर नाही हे मान्य केले पाहिजे. वनस्पतीच्या कायाशास्त्राचा अभ्यास केलेला शेतकरी त्याची शेती अधिक समजून करेल व त्यामुळे ज्या चुका तो केवळ अज्ञानामुळे करित होता त्या टळतील व किफायतशीर शेतीचा मार्ग त्याला मोकळा होईल. अशाऱितीने जुगाराच्या अवस्थेतून शेती, उद्योगाच्या अवस्थेत जाईल आणि त्याच्या मागे जो कर्जाचा सुळसुळाट आहे तो कायमचा बंद होईल. काही शेतकरी बऱ्याच वर्षांच्या अनुभवानंतर शेतीची उपजत बुद्धि प्राप्त करतात व म्हणून योग्य निर्णय घेऊन शेती यशस्वी करतात असे आपण पहातो. अशांची संख्या २ टक्के पेक्षा जास्त नसते म्हणजे उरलेले ९८ टक्के शेतकरी नुकसानीतच रहातात. अशा उपजत बुद्धि प्राप्त झालेल्या शेतकऱ्यास जर त्याने अमुक एक गोष्ट अशी का केली तर तो उत्तर देण्याचे टाळतो. त्याचे उत्तर तो देऊ शकत नाही. त्यामुळे त्याचे ज्ञान इतर शेतकऱ्यांना उपयोगी येत नाही. एवढेच नाही तर जर नेहमीपेक्षा वेगळी स्थिती असेल तर त्याचे उपजत ज्ञान उपयोगी येत नाही व तोसुद्धा नुकसानीत जातो. म्हणजे, उपजत बुद्धिला तिच्या उपयुक्ततेबाबतच्या मर्यादा आहेत हे स्पष्ट झाले. ही परिस्थिती बदलणे आवश्यक आहे असे मी समजलो. हे सर्व लक्षात घेऊन मी हा अभ्यासक्रम तयार केला आहे.

मी ह्याला शेतीशास्त्र असे नांव न देता कृषीपर्यावरणशास्त्र असे का दिले हे समजणे आता जरूरीचे आहे. शेतीशास्त्रात फक्त पिकाचा विचार होत असतो. तेवढ्याने शेतीशी संबंधीत असलेल्या इतर बाबी ज्यांचा संबंध पर्यावरणाशी असतो ते विचारात घेतले जात नाहीत त्यामुळे, बदलत्या परिस्थितीत काम कसे करावे ते ठरविणे अशक्य होते. कृषीपर्यावरणशास्त्रात शेतीशास्त्रा बरोबर सर्व संबंधीत पर्यावरणाचा जसे, माती, पाणी, हवा, प्रकाश व जीवाणू ह्यांचा रितसर अभ्यास होतो. हे शेतकऱ्याला सर्वच बदलत्या परिस्थितीत काम करावयाचे कसे ते दाखवते. इतर कोणत्याही शेती विषयक अभ्यासात जे विषय सविस्तरपणे विचारात घेतले जात नाहीत ते सर्व आपण येथे अभ्यासणार आहोत. विशेषकरून जेव्हा रोगराईचा अभ्यास करावयाचा तेव्हा माती, पाणी, हवा, प्रकाश व जीवाणू ह्यांचा अभ्यास चांगला उपयोगाचा असतो.

शेतकऱ्याला एक सकारात्मक दिशा मिळावी व त्याचा आत्मविश्वास वृद्धिंगत व्हावा एवढाच उद्देश आहे. ह्या अभ्यासक्रमामुळे शेतकरी अधिक जाणीवपूर्वक आपले शेतीविषयक निर्णय घेऊ शकेल व जी अनिश्चितता त्याला आज भेडसावत आहे ती नष्ट होईल असा विश्वास वाटतो. शेतकऱ्याच्या अज्ञानाचा गैरफायदा घेणारे आज वाढलेले आहेत त्यांपासून बचावणे तो शिकेल ही अपेक्षा आहे.

ह्या अभ्यासक्रमाचा कल निसर्गशेतीकडे आहे कारण, निसर्गाला समजून शेती करण्याचा प्रयत्न ह्यात आहे. शाश्वत शेतीसाठी किमान अनैसर्गिकता शेतीच्या कामात असणे जरूरीचे असते म्हणून हे धोरण मी धरलेले आहे. निसर्गशेती बाबतच्या माझ्या संकल्पनेची माहिती यथावकाश अभ्यासात येईल तेव्हा सर्व गोष्टींचा उलगाडा होईल.

हा अभ्यासक्रम डिसेंबर १९९५ मध्ये मी प्रकाशित केला व त्याचा प्रचार करण्यात माझे बंधुवत मित्र श्री. प्रभाकर भोसले, संपादक मासिक बळीराजा, ह्यांनी मोठी मदत केली. त्यासाठी मी बळीराजा मासिकात एक लेखमाला लिहीत होतो (१९९२ ते २००५). त्यासर्वांचा अपेक्षित परिणाम होऊन शेतकऱ्यांचे प्रबोधन झाले. आज हा अभ्यासक्रम व लेखमाला एकत्रपणे येथे मी देत आहे त्याचा भरपूर फायदा शेतकरी घेतील अशी मी अपेक्षा करतो.

ह्या अभ्यासक्रमाआधी मी बळीराजा मासिकातून पर्यावरणातील आर्द्रता चक्र ह्या प्रकारावर लिहीत होतो. त्यातून हा अभ्यासक्रम लिहीण्याची विमंती बऱ्याच वाचकांनी केली व भोसल्यांनी सुद्धा आग्रह केला व म्हणून हा सर्व प्रपंच उभा झाला.

अभ्यास करण्याचे नियम

सर्व प्रथम हा अभ्यास कसा करावा म्हणजे शेतकऱ्याला तो सहजपणे लक्षात राहिल ते पहाणार आहोत. शेतकरी अभ्यास एकटा बसून करणार आहे म्हणजे, एकलव्य पद्धतीने करणार आहे असे गृहीत धरले आहे. तरी शक्य असल्यास कुटूंबातील इतर व्यक्तींना समावेत घेऊन एकत्रपणे अभ्यास केल्यास चांगले होईल. प्रथम वाचन नीट लक्ष देऊन करावे, म्हणजे, डोक्यात दुसरे विचार असतांना नुसते नजरेने वाचन केले तर त्याचा उपयोग होणार नाही. विषय संपूर्णपणे अनोखा असल्याने त्यातील पारिभाषिक शब्द नीट लक्षात रहाण्यासाठी हे आवश्यक असते. संपूर्ण श्रद्धेने अभ्यास करणे आवश्यक असते. जर तुमची तशी श्रद्धा नसेल तर नसते शंकाकुशंका मनात येतील व अभ्यास व्यवस्थितपणे होणार नाही. अभ्यासात नवीन विषय, नवीन कार्यपद्धती, पारिभाषिक शब्द इत्यादी नीटपणे परिचित होईस्तोवर हे होईल व जसे विषयाचा परिचय वाढत जाईल तशी परिस्थिती सुधारून अभ्यास सोपा होईल. म्हणून गोंधळून न जाता अभ्यास करावा. त्यासाठी प्रत्येक धडा निदान १५ ते २० वेळा सावकाशपणे वाचून काढावा. नंतर प्रश्न दिले आहेत ते स्वताच्या बुद्धिने शिकलेले आठवून सोडवण्याचा प्रामाणिक प्रयत्न करावा. उत्तर न सुचले तर धडा पुनः सावकाशपणे वाचून त्यात उत्तर कोठे आहे ते पहावे. अशारितीने सर्व प्रश्न सोडवत गेल्यास अभ्यास करणे सोपे होईल. हे सर्व लिहीण्याचे कारण मी असे गृहीत धरून आहे की, अभ्यास करणारा नवशिकार आहे. जर तो अभ्यास करण्याची सवय असणारा असेल तर त्याला ही अभ्यास करण्याची पद्धत माहित असेल व त्याला ह्या मार्गदर्शनाची गरज नसेल असे मी समजतो.

कृषी पर्यावरण शास्त्राची पूर्व पीठिका

हा अभ्यासक्रम तयार करण्यामागील कारणे जाणण्यासाठी कृषिपर्यावरण शास्त्राची पूर्वपीठिका समजणे आवश्यक आहे ती येथे देतो. महाराष्ट्रात शेतकरी तीन प्रकारे शेती करतात. पहिला प्रकार फार पूर्वीचा, परंपरेने चालत आलेला त्याला आपण पारंपारिक पद्धत म्हणतो, काहीजण त्याला कोरडवाहू अथवा खरीपाची किंवा जिराईतीची असे अनेक नांवाने ओळखतात. ह्या प्रकारातील शेती केवळ पावसाळ्यात होते. त्याची रित थोडक्यात अशी, पावसाळ्याआधी शेत नांगरून माती सैल करून त्यानंतर सपाटी मारून जमिनीचा पृष्ठभाग समपातळीला आणला जातो. त्यात शेतातील तण, धसकटे वगैरे जो शेतात कचरा झालेला असतो तो कढून जाळून टाकणे अशी कामे येतात. शेणखत, लेंडीखत ह्यांच्या मात्रा देणे ह्या सर्व कामाला पूर्व मशागत असे

म्हणतात. शेतात कचरा जाळण्याच्या कामाला कोकणात राब करणे अथवा भाजणी असे म्हणतात. महाराष्ट्राच्या निरनिराळ्या भागात वेगवेगळे शब्द वापरले जातात. त्यानंतर बियाणे पेरले जाते व शेतकरी पावसाची वाट पहात बसतो. जर सुदैवाने पाऊस पडला तर बियाणे उगवते व त्यानंतर पुढील कामाला सुरुवात तो करतो. ह्या कामांना आंतर मशागतीची कामे असे म्हणतात. त्यात, उगवणारी तणे व नको ती रोपे (नीटपणे न वाढणारी) काढून टाकणे, पाऊस जास्त झाल्यास शेतात तुंबलेल्या पाण्याला वाट काढून निचरा व्हावा म्हणून सऱ्या, पाट काढणे, माती घट्ट बसल्यास उकलणी करण्यासाठी कुळवे (छोटा नांगर जो दोन सऱ्यात फिरवता येतो) मारणे इत्यादी कामे करावी लागतात. आंतर मशागतीत काढलेला तणांचा कचरा शेतात एका कोपऱ्यात ढीग लावून पावसाच्या पाण्यात कुजत ठेवून त्याचे कुजखत तयार केले जाते. तसेच इतर कामे जसे, खुरपणी, निंदणी, वखारणी, खतावणी (खताच्या मात्रा देणे) ही कामे येतात. पाऊस चांगला झाला तर पीक सोळाआणे व जर नाही झाला तर चर आणे असा एकंदर हिशोब असतो. सर्वकाही नशीबावर अवलंबून असते. हा ह्या पद्धतीचा सर्वात मोठा दोष आहे न म्हणून त्या बदल माणूस नेहमीच असमाधानी राहिला. पीक झाल्यावर काढणी, झोडपणी, धान वेगळे काढणे, कडबा गुरांसाठी काढून तो व्यवस्थितपणे ठेवणे, पुन्हा नांगर मारून रोपाची उरलेली धसकटे उकरून काढणे व जमीन उखडून माती उन्हात भाजण्यासाठी तयार करणे अशी कामे होतात. त्यांना उत्तर मशागत असे म्हणतात. पावसावर अवलंबून असल्यामुळे तिला कोरडवाहू असे म्हणतात. पाऊस संपल्यावर जो ओल मातीत असतो त्यात आणखीन एक पीक घेतात त्याला शरदीय, हिंवाळी अथवा रब्बीचे पीक असे म्हणतात. म्हणजे, तीन पिके घेता येतात. पारंपारिक शेतीत रोग, किटकांचा त्रास अशा गोष्टीवर कोणतेही काम होत नाही. केवळ सेंद्रीय खते वापरली जात असल्याने रोगबाधा सहसा होत नाही. तसेच पिकाचा उतार साधारण असतो मात्र पिकाची चव उत्तम असते. व्यावसायिक दृष्ट्या ही शेती पद्धत नुकसानकारक किंवा कमी फायद्याची असते. अशारितीने पारंपारिक पद्धतीने शेती होते.

दुसरा टप्पा बागायती शेतीचा आहे. विहीरी, तलाव असलेल्या ठिकाणी, जेथे पावसाळ्या व्यतिरिक्त काळात सुद्धा पाण्याची सोय असते अशा ठिकाणी जेव्हा शेती त्या पाण्यात होते तेव्हा त्या शेतीला बागायती अथवा बागाईती शेती असे म्हणतात. थोड्या फार फरकाने पूर्व व आंतर मशागतीची कामे पारंपारिक व बागाईती शेतीत सारखीच असतात. पाणी जर सर्व वर्षभर उपलब्ध असेल तर अशी बागाईती शेती वर्षभर करता येते, म्हणजे वर्षात चार वेळा, पावसाळी, शरदीय, हिंवाळी व उन्हाळी अशी पिके घेता येतात. भाज्यासारखी कमी वेळात होणारी पिके घेत असतील तर त्याहूनही जास्तवेळा पिके घेता येतात. अशा स्थितीत एका पिकाची पूर्व मशागत नंतरच्या पिकाची उत्तर मशागत ठरते. सतत पीक घेत असल्यास शेतातील पोषक पदार्थाची व जैविक कार्बाची मोठ्या प्रमाणात झीज होत असते त्यासाठी खताची विशेष व्यवस्था करावी लागते म्हणजे, जास्त खते द्यावी लागतात.

तिसऱ्या टप्प्यात प्रचलित अथवा शासनाने मान्य केलेली शेती पद्धत येते. ह्या पद्धतीचा विकास गेल्या शतकाच्या सुरुवातीच्या काळात होऊ लागला. रसायनशास्त्र व वनस्पतीशास्त्र ह्या काळात समजू लागली होती त्यामुळे बऱ्याच गोष्टी कशा काम करतात ते शास्त्रज्ञाना कळू लागले. वनस्पतीची वाढ होण्यास केवळ पाणी देऊन चालत नाही तर इतर मुलतन्त्वे जसे, नत्र, स्फुरद, पालाश, चुना, गंधक व इतर अनेक खनिजे योग्य प्रमाणात तिला पुरवावी लागतात. ह्या सर्वांना रासायनिक खते असे एकत्रित नांव दिले गेले. ही मुलतन्त्वे त्यांच्या संयुगांच्या स्वरूपात द्यावी लागतात त्यासाठी नत्र अमोनियम नायट्रेट आणि पोटॅशियम नायट्रेट अशा रसायनांच्या मदतीने पुरवली गेली त्याचे चांगले परिणाम दिसून आले. इतर मुलतन्त्वे त्यांच्या संयुगाच्या स्वरूपात दिली गेली जसे, चुना व गंधक जिप्समच्या, स्फुरद सुपर फॉस्फेट, डाय अमोनियम फॉस्फेट, असे वापरले गेले. पुढे ह्या तंत्रात बरीच प्रगती झाली व अनेक रासायनिक संयुगे रासायनिक खते म्हणून वापरात आली. त्या काळात खनिज तेलाचा उपयोग मोटार गाड्यांसाठी होऊ लागला तेव्हा खनिज तेलाचे शुद्धिकरण करावे लागत होते ते करतांना नाफथा नांवाचा पदार्थ मोठ्या प्रमाणात उपलब्ध झाला. त्याचा उपयोग शास्त्रज्ञाने शोधतांना त्यापासून युरिया मिळाले. ते शेतात पिकांना नत्र देण्यासाठी वापरले असता त्याचे चांगले परिणाम मिळाले. तेव्हा युरिया हे आणखीन एक खत वापरात मोठ्या प्रमाणात येऊ लागले. ते खूपच स्वस्त असल्यामुळे त्याचा

प्रचार मोठा झाला व त्याने इतर नत्र देणाऱ्या रासायनिक खतांना मागे टाकले. पुढे नत्र देण्यासाठी फक्त युरियाचीच सर्वत्र शिफारस होत गेली व त्यामुळे आधुनिक शेतीचे अनेक प्रश्न उत्पन्न झाले. ते कस ते थोडक्यात पाहूया.

युरिया हे अमाईड वर्गातील सेंद्रीय रसायन आहे. ते निसर्गात प्राण्यांच्या मुत्रात मोठ्या प्रमाणात असते. म्हणून प्राण्यांचे मुत्र सेंद्रीय खत म्हणून पूर्वीपासून वापरले जात आहे. प्रचलित शेतीत जी खते वापरली जातात ती रसायनिक कारखान्यातून उत्पन्न केली जातात. म्हणून बरेच लोक युरियाला सुद्धा रासायनिक खत समजू लागले ते चुकीचे होते. रासायनिक खतांची नावे अशी, स्फुरदासाठी सिंगल सुपर फॉस्फेट, डाय अमोनियम फॉस्फेट, अमोनियम फॉस्फेट, पोटॅशियम फॉस्फेट, नत्रासाठी अमोनियम सल्फेट, अमोनियम नायट्रेट, पोटॅशियम नायट्रेट, पोटॅशियम क्लोराईड (म्युरेट ऑफ पोटॅश) पालशासाठी. पोटॅशियम नायट्रेट, पोटॅशियम सल्फेट, चुना व गंधकासाठी जिप्सम ह्यांची शिफारस होते. त्याशिवाय काही अनेक मिश्रणे जसे, २२-२२-२२, १९-१९-१९ वगैरे बाजारात खत उद्योगानी आणली त्यांचासुद्धा मोठ्या प्रमाणात वापर होते.

झपाट्याने शेतीचा विकास करण्यासाठी रशियाने हरित क्रांतीचा कार्यक्रम आयोजला व आपल्या शासनाने त्याची नक्कल करण्याचे धोरण अमलात आणले. त्यात शेतीचे पांच नियम केले गेले व सर्व शेती त्या बरहुकूम करण्याचे सरकारी फर्मान निघले. ते नियम असे,

१. रासायनिक खतांचा भरपूर वापर करणे. ह्यात चुकीने युरियाचा सुद्धा समावेश केला गेला कारण ते इतर रासायनिक खतांप्रमाणे कारखान्यात होत होते.

२. पाण्याचा भरपूर वापर करणे.

३. यंत्रसामुग्री मोठ्या प्रमाणात वापरणे.

४. किटकनाशकांचा भरपूर वापर करणे.

५. संकरित बियाणे वापरणे.

मुख्य म्हणजे हे सर्व नियम ठरवितांना कोणत्याही पिकाचा उल्लेख त्यात नव्हता, म्हणजे हे नियम सर्वच पिकांसाठी म्हणून वापरले जाऊ लागले. सुरुवातीला चांगले परिणाम मिळाल्याने सर्व संबंधित मंडळी खूप होती. परंतु, कालांतराने ह्या पांचही नियमांचे वाईट परिणाम जाणवू लागले. ह्या सर्वांची चर्चा मी माझ्या लेखमालेत विविध लेखांतून केली आहे म्हणून त्यावर येथे काही जास्त लिहीत नाही.

पुढे शास्त्रज्ञाना वनस्पतीच्या जैविक कार्यात, मातीतील जीवाणूंचे व्यवहार, बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात प्रभाव पाडतात हे समजले. त्यावर जे प्रगल्भ संशोधन झाले त्यातून एक गोष्ट स्पष्ट झाली किं, हरित क्रांतीचे पांचही नियम पाळल्यामुळे मातीतील जीवाणूंचे व्यवहार बिघडतात व त्याचा पिकावर परिणाम होऊन उत्पन्न कमी व निकृष्ट दर्जाचे होते. ह्याबद्दलची चर्चा लेखमालेत सविस्तरपणे केलेली आहे म्हणून त्यावर येथे काही लिहीत नाही.

शेतकऱ्यांचा हरित क्रांती वरील विश्वास उडाला. त्यात निसर्गवाद व कृत्रिमवाद अशा वादात शेतीचे तंत्र अडकले. जपानमधील फुकुओका नांवाच्या माणसाने निव्वळ नैसर्गिक शेतीचा पुरस्कार केला व त्याला जगभरच्या निसर्गप्रेमींचा मोठा पाठिंबा मिळाला परंतु, प्रत्यक्ष शेतावर त्याचे तंत्र अयशस्वी ठरले. असे बरेच काही घडत असतांना मी व्यावहारिक धोरण आखून त्याप्रमाणे शेतीचे तंत्र असावे असे सुचविले किं, त्यात निसर्गवाद व कृत्रिमवाद ह्यांतील सर्व चांगल्या गोष्टी घेऊन आणि सर्व वाईट गोष्टी टाळून असे जे शेती तंत्र तयार झाले त्याच्या समर्थनार्थ मी व्यावहारिक निसर्ग शेतीचा अभ्यासक्रम लिहीला. त्याला सोवळ्या निसर्गवाद्यांचा विरोध होत असतांना प्रत्यक्ष शेतावर माझे तंत्र खरे उतरले व शेतकऱ्यांचा मला पाठिंबा मिळू लागला. त्यावर बरीच चर्चा अनेक वर्षे होत राहिली व शेवटी शेती कृत्रिम (म्हणजे, हरित क्रांतीचे नियम) वा

नैसर्गिक अशी कोणतीही न असतां केवळ शाश्वत व किफायतशीर असली पाहिजे हे ठरले. शेतकरी जो केंद्रबिंदू होता तो शेतीच्या शास्त्राबद्दल अनभिज्ञ आहे म्हणून हे सर्व प्रश्न व वाद होत आहेत ते मी समजलो व त्यावर उपाय म्हणून माझ्या अभ्यासक्रमाचा प्रचार बळीराजा मासिकाचे संपादक श्री. प्रभाकर भोसले ह्यांना करण्याची विनंती केली. ती त्यांनी स्वीकारली व सतत १५ वर्षे सातत्याने शेतकऱ्यांच्या विविध प्रश्नांवर चर्चा करण्यासाठी मी त्या मासिकात लेख लिहित गेलो, त्यातून शेतकऱ्यांच्यात अभ्यास करण्याची गोडी उत्पन्न करण्यात आम्हाला थोडे यश आले. प्रस्तुत पुस्तक माझ्या शेतीविषयक लिखाणाचा संग्रह आहे त्याशिवाय अनेक शिबीरातून मी भाषणे केली तीसुद्धा शेतकऱ्यांच्या संदर्भासाठी येथे दिली आहेत. शेती म्हणजे केवळ पीकपाणी असे नसून शेतीचे पर्यावरण शास्त्र आहे हे शेतकऱ्यास समजावण्यासाठी माझा अभ्यासक्रम व लेख उपयोगी ठरले हे विशेष. आज बहुतेक प्रगत शेतकरी मी दिलेल्या तंत्राचा वापर करित आहेत हे पाहून समाधान वाटते.

आता, हरीत क्रांतीच्या व व्यावहारिक निसर्ग शेतीच्या नियमांची तुलना आपण पहाणार आहोत व त्याद्वारा कोणते दोष हरित क्रांतीचे होते व ते व्यावहारिक निसर्ग शेतीच्या नियमांमुळे कसे सुधारले ते पाहूया. हरित क्रांतीचे नियम पाहिले आता व्यावहारिक निसर्गशेतीचे नियम कोणते ते पाहू या. ह्या नियमांचे पालन करून शेती केल्यास हरित क्रांतीच्या शेतीचे सर्व फायदे मिळतात व तोटे बिलकूल नसतात. हे सर्व नियम कृषिपर्यावरणशास्त्रानुसार आहेत ते असें,

१. रासायनिक खतांचा उपयोग केवळ सुक्ष्म पद्धतीने करणे.

२. जमिनीचा ओलावा पिकाच्या गरजेनुसार तेवढाच राहिल इतकेच पाणी शेताला देणे.

३. आवश्यकतेनुसार साधी व हाताळण्यास सोपी अशी यंत्रे वापरावीत.

४. रोग-पीडा ह्यांपासून संरक्षण मिळविण्यासाठी माती, पाणी व वातावरण ह्यांचे अनुकूलन करून वनस्पतीची स्वाभाविक स्वसंरक्षण शक्ती वाढवण्यावर भर असावा व तरी आवश्यक वाटल्यास सेंद्रीय नाशके व रोधक वापरावेत.

५. संकरित व नैसर्गिक अशा दोनही प्रकारच्या बियाण्यांचा वापर करून शेती किफायतशीर करण्याचा उद्देश ठेवणे.

६. जमिनीतील जैविक कर्बाचे प्रमाण ३ टक्के किमान राहिल अशाबेताने सेंद्रीयखते व सेंद्रीय कचरा शेतात आच्छादनाने द्यावा.

७. वनभिंती अथवा वारघाटीची झाडे शेताभोवती उभारून शेतावरील वाऱ्याचे नियंत्रण करावे व जर झाडे लावणे व्यवहारात बसत नसेल तर पॉलिभिंत किंवा जाळ्याचा आडोसा शेताभोवती किमान २० फुट उंचीचा होईल असा करावा.

८. सेंद्रीयखते विशेष करून शेणखत, रसाच्या स्वरूपात सिंचनातून (शेणरस, शेणखत रस, हिरवळ खतरस असे) द्यावेत. शेतात मशागतीत गाडून अथवा आच्छादनाने ही खते देण्याचे टाळावे. त्या मार्गाने तण व रोगपीडा ह्यांचे प्रमाण कमी करावे.

वरील आठ नियमांचे पालन करण्यासाठी ज्या पांच कार्यपद्धतींचा अवलंब करावा लागतो ते असें,

१. वनस्पतीला पोषक पदार्थ (रासायनिक खते) योग्य प्रमाणात देणे.

२. जमिनीतील **वातन** व **वापसा** कायम राखणे.

३. वनस्पतीला रोगपीडांपासून संरक्षण देण्यासाठी प्रथम प्रतिबंधक व नाहीतर निवारक उपाय वापरावेत.

४. शेतावरील वातावरणाचा **वाफसा** (सापेक्ष आर्द्रता) व कर्बवायुचे प्रमाण योग्य राखण्याचा प्रयत्न असला पाहिजे.

५. पिकाला सूर्य प्रकाश योग्य प्रमाणात मिळेल असे पहावे.

व्यावहारिक निसर्गशेतीच्या नियमांपाठील शास्त्रीय कारणे समजणे आवश्यक आहे व त्यासाठी जे सर्व शिकणे शेतकऱ्याला जरूरीचे आहे ते ह्या प्रस्तुत अभ्यासक्रमात व लेख संग्रहात समाविष्ट केलेले आहे.

ई साहित्य प्रतिष्ठान -

मराठी भाषा आता झेप घेण्याच्या मूड मध्ये आहे. रडणार्यांकडे लक्ष नका देऊ. मराठीत कधीच नव्हते इतके वाचक आहेत आता. पुर्वी पुस्तकाच्या एका आवृत्तीच्या हजार न हजार प्रती छापल्या जात. पांच हजार म्हणजे डोक्यावरून पाणी! आता ई पुस्तकांच्या जमान्यात एक एक पुस्तक पाच लाख वाचकांपर्यंत जात आहेत. वर्षाला अर्धा कोटी डाऊनलोड होतात. वाचक एकमेकांना परस्पर ऑर्डर करतात. व्हट्स अप, ई मेल, ऍप्प, ब्ल्यु टुथ, वेबसाईट, पेन्ड्राईव्ह, सिडी अशा असंख्य मार्गांनी पुस्तकं व्हायरल व्हायला लागली आहेत. सुसाट सुटल मराठीचं वारू. खेड्यापाड्यांच्या गल्लीबोळांपासून ते जगाच्या पाठीवरील प्रत्येक देशात. रॉकेटच्या वेगांने सुसाट सुटलेल्या मराठीच्या गाडीला आता कोणी थांबवू शकत नाही. या धूमधडक क्रांतीत साहभागी व्हा. आपल्या ओळखीच्या मराठी साक्षरांना यात ओढा. त्यांचे ई मेल पत्ते, व्हाट्सप नंबर आम्हाला पाठवा. तुम्ही कितीही वाचक आणा. ते शंभर आणतील आणि ते हजार आणतील. तुमच्या व्हाट्सप ग्रुपमधून याची जाहिरात करा. आपल्याला कुठली पुस्तकं वाचकांपर्यंत पोहोचवायची आहेत ते आपल्याला टिक्की, पेपरची जाहिरात परवडत नाही. आमचे वाचक हेच आमचे जाहिरात एजंट. तेच आमची ताकद. मराठी भाषेची ताकद जगाला दाखवून देऊ.

ई साहित्यची पुस्तके www.esahity.com वरून डाऊनलोड करा.

esahity@gmail.com ला कळवून ई-मेलने मांगवा. किंवा 7710980841 हा नंबर सेव्ह करून ठेवा, या नंबरला तुमचे नांवाने Whatsapp करून पुस्तके whatsapp मार्गे मिळवा.

लिंक ई साहित्यचे [app.https://play.google.com/store/apps/details?id=com.esahity.www.esahitybooks](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.esahity.www.esahitybooks) ह्या लिंकवर उपलब्ध आहेत. ते download करा. हे सर्व मोफत आहेत.

धन्यवाद

