



श्री. अशोक कोठारे

व्यावहारिक
निसर्गशेती

अभ्यासक्रम

भाग 3 व 4

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 रुपांतर 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

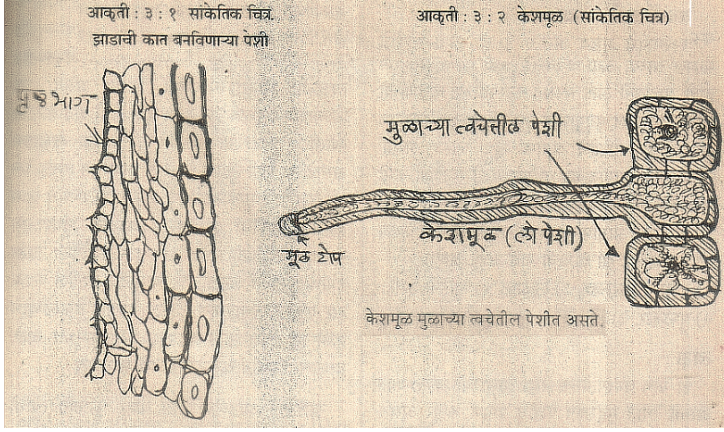
धडे ३ व ४

धडा ३ रा

धडा तिसरा ऊती संस्था

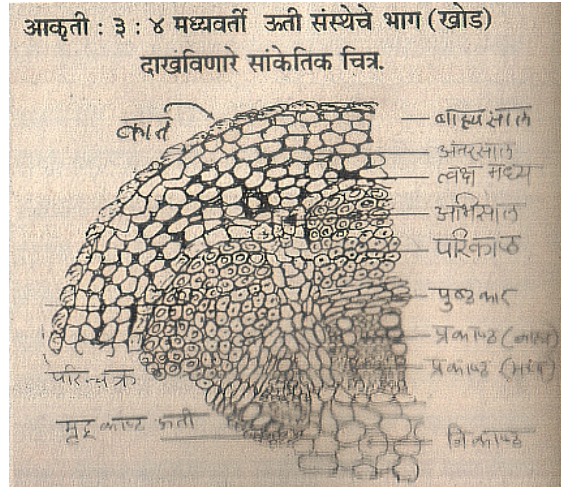
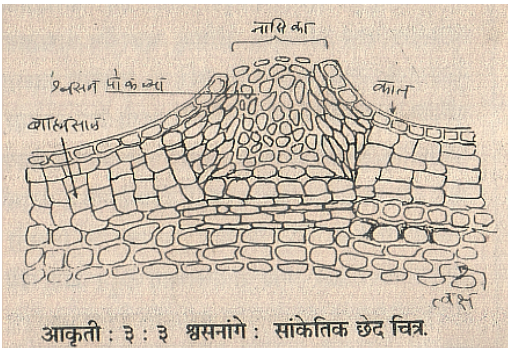
आता पर्यंत पेशी व ऊती ह्या वनस्पतीतील मुलभूत अवयवांचा परिचय करून घेतला आहे. ऊतीच्या स्वरूपात वनस्पतीच्या जीवनक्रमातील काही कामे कशी साध्य होतात तेसुद्धा पाहिले आहे. वनस्पतीच्या सर्वच जैविक क्रिया एकट्या दुकट्या पेशी अथवा ऊतीने होणे शक्य नसते. म्हणून अनेक ऊतींचे समुह एकत्रपणे काम करून ते साध्य करतात. अशा ऊती समुहाला **ऊती संस्था** असे म्हणतात. ह्या धड्यात आपण अशा काही ऊती संस्थांचा परिचय करून घेणार आहोत. इंग्रजीत त्यांना **टिश्यू सिस्टीम** असे म्हणतात.

पेशी व ऊती वनस्पतीच्या जीवनक्रमातील मुलभूत कामे जसे, मुळांच्या बाबत पाहिले तर जमिनीतून पाणी



व खनिजे आणि इतर पदार्थ शोषून घेणे, त्यांचा साठा करणे, जमिनीतील हवेतून प्राणवायू शोषून घेणे, त्याद्वारा पानातून आलेला अन्नरस वापरून ऊर्जा निर्माण करणे, त्या ऊर्जेचा वापर करून विविध अॅमिनो अम्ले, संजीवके, वितंचके इत्यादी बनवणे, मुळांनी शोषलेले रस व तयार केलेले रस पोषकरसाच्या स्वरूपात प्रकाष्ठ ऊतीसंस्थां मार्फत वरांगांना पाठवणे, जो अन्नरस परिकाष्ठ ऊतीतून आलेला

आहे तो सर्व मुळांकडे पोहोचवणे, शोषलेल्या खतद्रव्याचे पचन व नंतर विपचन करणे अशी कितीतरी कामे करित असतात. मुळांप्रमाणे खोडांगातील कामे जसे, मुळाकडून आलेला पोषकरस वर इतर भागांकडे पोहोचवणे, पुष्कट संजीवके तयार करणे, बुंध्याची रुंदी वाढवणे, जादा अन्नाचा साठा करणे, काही उत्सर्जित द्रव्य निर्माण करणे, पानांकडून येणारा अन्नरस मुळांकडे परिकाष्ठ ऊतीं द्वारा पोहोचवणे, अंतरप्रवाह नियमित करणे (हे मोठ्या झाडांसाठी आवश्यक असते), अंतर्गत कर्बग्रहण करणे अशी बरीच कामे खोडातील पेशी व ऊती करित असतात. त्याच प्रमाणे पानांची कामे जशी, प्रकाश संश्लेषण व कार्बग्रहण करणे त्यातून ऊर्जा मिळवणे, कर्बग्रहणा द्वारा मिळालेला कर्ब वापरून शर्करा तयार करणे, त्यापासून नंतर गरजेनुसार पिष्ट तयार करून ऊर्जा साठवणे, श्वसन करणे,

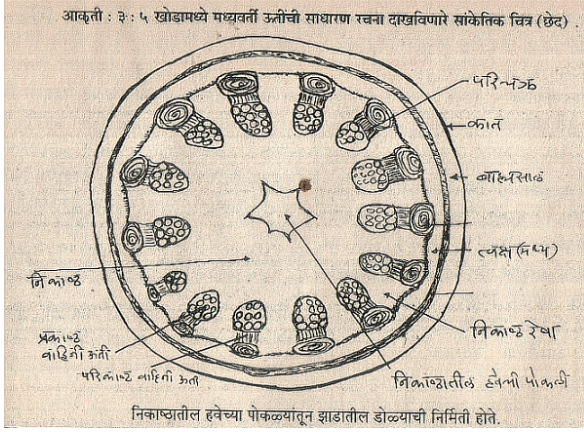


अंतर्गत श्वसनासाठी जादा प्राणवायू शोषून तो परिकाष्ठ ऊतींतून पोहोचवणे, अन्नरस निर्माण करणे, अशी विविध कामे असतात. फुले नैमित्तिक अवयव असून त्याचेसुद्धा महत्वाचे काम असते. फल निर्मितीसाठी पूर्व तयारी तेथे होत असते. फळ हे आणखीन एक नैमित्तिक अंग असते व त्यातून पिढीवाढीची व्यवस्था होत असते. अशी अनेक कामे पंचांगातील पेशी व ऊती करीत असतात. ही सर्व कामे करणाऱ्या विविक्षित पेशीस व ऊतीस ही कामे करण्यात इतर काही पेशी व ऊती मदत करतात, ह्यासर्व समुहास सामान्यणे **ऊतीसंस्था** असे नांव आहे.

ऊतीसंस्थांचे स्थूलमानाने तीन प्रकार असल्याचे दिसते. त्यांची नांवे अशी, **सालीची ऊतीसंस्था**, **मध्यवर्ती ऊतीसंस्था** आणि **वाहिनी ऊतीसंस्था**. इंग्रजीत त्यांना अनुक्रमे **एपिडरमल टिश्यू सिस्टीम**, **फंडामेंटल टिश्यू सिस्टीम** आणि **व्हॅस्कुलर टिश्यू सिस्टीम**.

सालीची ऊतीसंस्था –

वनस्पतीच्या पाने, फुले व फळे सोडून संपूर्ण पृष्ठभागाची व्यवस्था ह्या ऊतीसंस्थेकडे असते. खोड व फांद्या ह्यांच्या वरील काष्ठमय पृष्ठभागाला झाडाची **कात** असे म्हणतात. मुळावरील सालीला **मुळत्वचा** अथवा नुसते **त्वचा** असे म्हणतात. "कात" ह्या शब्दास इंग्रजीत एपिडर्मिस असे म्हणतात. मुळत्वचेला **एपिब्लेमा** किंवा **पिलिफेस लेअर** असे म्हणतात. वाढीव वनस्पतीच्या फांदे व खोडाची कात काष्ठमय नसते. तिच्यात हिरवटपणा असतो. कारण, ह्या भागातील पेशी सक्रिय असतात. म्हणून पृष्ठभागातील पेशीत असलेल्या हिरव्या लवक्यांमुळे तो हिरवा रंग त्यांना आलेला असतो. त्याच्या खाली पाहिल्यास क्रमा क्रमाने तो हिरवेपणा कमी होत गेलेला दिसतो. त्यांची जागा अक्रिय (सुप्तावस्थेत गेलेल्या) पेशीनी घेतलेली आढळून येते. मोठ्या झाडाचे खोड व फांद्याची कात बहुधा मृत (सुप्तावस्थेत पलिकडे गेलेल्या) पेशींची असल्याचे सुद्धा दिसते. फांद्यांच्या सक्रिय भागातील कातीच्या पेशी मृदुसाल प्रकारातील असतात. मुळांच्या त्वचे बाबतसुद्धा साधारणपणे असाच क्रम असल्याचे दिसते. मुळाच्या त्वचेच्या वाढीव भागातील



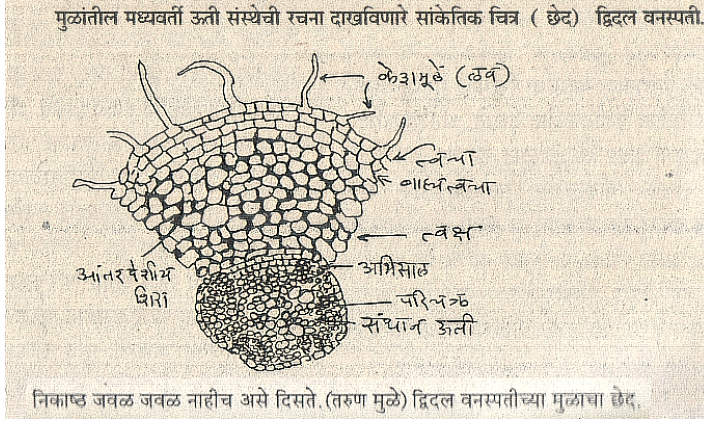
मुळांच्या केशमुळे अशा नांवाने ओळखले जाते. ह्या एक पेशी ऊती असतात. त्यांना लव अथवा लो असे म्हणतात. आपल्या शरीरावर बारीक केस असतात ज्यांच्यामुळे आपल्याला स्पर्शज्ञान होते त्या प्रमाणे ह्या वनस्पतीच्या मुळांवर असतात. फक्त फरक एवढाच किं, ह्या केशमुळ्या प्राथमिक शोषणाचे काम करतात. त्या सक्रिय व वर्ध्निष्णू असतात. मुळाग्राजवळील पेशी अतिवर्ध्निष्णू त्यानंतर जलद वर्ध्निष्णू व त्या वरील वर्ध्निष्णू असा त्यांच्या सक्रियतेचा क्रम असतो. त्या मातीतील ओलाव्यातून उपयुक्त द्रव्याचे शोषण निवडक पारगम्यतेच्या गुणाने करू शकतात. मुळांच्या इतर पृष्ठभागातून जे शोषण होते ते सामान्य स्वरूपाचे असते. खोडाच्या पृष्ठभागावरील कातीत जो भाग सक्रिय असतो त्या भागातील पेशीत क्युटीन हा तेलकट वाटणारा चकाकणारा पदार्थ असतो म्हणून ते चकाकते. वनस्पतीतील आर्द्र बाहेर जाऊ नये व बाहेरील पाणी आत येऊ नये अशी परिस्थिती त्यामुळे उत्पन्न होत असते. मुळातील त्वचेत क्युटीन नसते. त्यामुळे त्या त्वचेतून पाण्याचे आदानप्रदान सहजपणे होऊ शकते. त्यासाठी जागोजागी श्वसनांगे असतात. त्यांची माहिती आपण नंतर पहाणार आहोत. श्वसनांगे व श्वसनांगांठी खोडात जास्त प्रमाणात आढळून येतात.

मध्यवर्ती ऊतीसंस्था –

वनस्पतीचे मुख्य अंग ह्या ऊतीसंस्थेचे बनलेले असते. ह्यात सर्व प्रकारच्या म्हणजे साध्या, क्लिष्ट ऊतींचा समावेश येतो. वाढणाऱ्या वनस्पतीच्या मध्यवर्ती ऊतीसंस्थेत मृदुसाल, मृदुपूर्णा, मृदु परिकाष्ठ, मृदुकाष्ठ ह्या वर्ध्निष्णू पेशींचे प्रमाण खूप जास्त असते. त्या खालील भागात म्हणजे कातीच्या आतल्या भागात जे पेशींचे थर

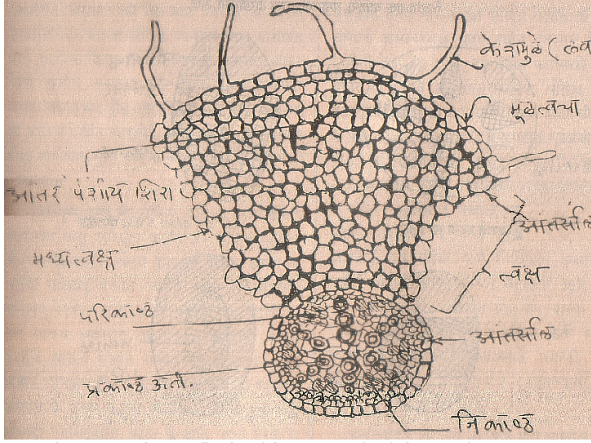
असतात त्यांत त्यांचे प्रमाण कमी होत जाते. मध्यवर्ती ऊतीसंस्था ज्या भागांपासून बनते त्यांची माहिती करून घ्यावी लागेल. त्यांची नांवे अशी, **त्वक्ष**, **परीचक्र**, **निकाष्ठ**, **वाहिनी ऊती**, **पुष्टकार** आणि **गाभा**.

त्वक्ष -



हा भाग बाह्यसालीच्या (कातीच्या) आत असतो. त्यात मृदुसाल पेशींचे प्रमाण भरपूर असते. अन्न साठवणे, आवश्यकतेनुसार ते इतर भागांना उपलब्ध करणे, ही त्वक्षातील ऊतीची कामे असतात. त्या वर्धिष्णू असतात व त्यांच्या वाढीस पुष्टक संजीवके कारणीभूत असतात. परिणामतः वनस्पतीचे खोड रुंद होत असते. आपल्या येथे एकदल व द्विदल पिकांची लागवड होते. त्यातील द्विदल

वनस्पतीच्या त्वक्षाची रचना एकदल पेश्या जास्त गुंतागुंतीची असते. त्यांच्या वाढीस कारणीभूत असलेली पुष्टक संजीवके त्यातील काही पेशी उत्पन्न करतात. मुळातील त्वक्षातील मृदुसाल पेशी मुख्यत्वे करून अन्न साठविण्याचे काम करतात. मुळातील त्वक्षातील पेशीत स्पंदने जास्त होतात असे आढळून येते. ह्या स्पंदनामुळे मुळातील पोषकरस एकाद्या पंपाने उपसावा अशारितीने वरच्या भागाकडे ढकलला जात असतो. त्वक्षाला इंग्रजीत **कोरटेक्स** असे म्हणतात.



अभिकृती : ३ : ७ मुळातील मध्यवर्ती ऊती संस्थेची रचना दाखविणारे सांकेतिक चित्र (छेद) एकदल

म्हणतात. त्यातील पेशी पुंजक्याने असतात. त्या थराला **अभिसाल** असे म्हणतात. फांद्यांची निर्मिती मुख्यत्वे करून अंतरसालीतून होत असते. अंतरसालीतील पेशी मृदुपूर्णा प्रकारच्या असतात. ह्या थरातील पेशीत हिरवी लवके आढळतात. मध्यत्वक्षातील पेशी मृदुसाल प्रकारच्या असतात. काही वेळा साठवण ऊती ह्या थरात आढळतात. झाडाच्या गरजेनुसार ही व्यवस्था होत असते. अभिसाल थरामधील पेशी काष्ठशिरा प्रकारच्या असतात. अभिसाल हा थर गाभ्याच्या बाहेरून पसरलेला असतो. अंतरसालीत कात तयार होत असते.

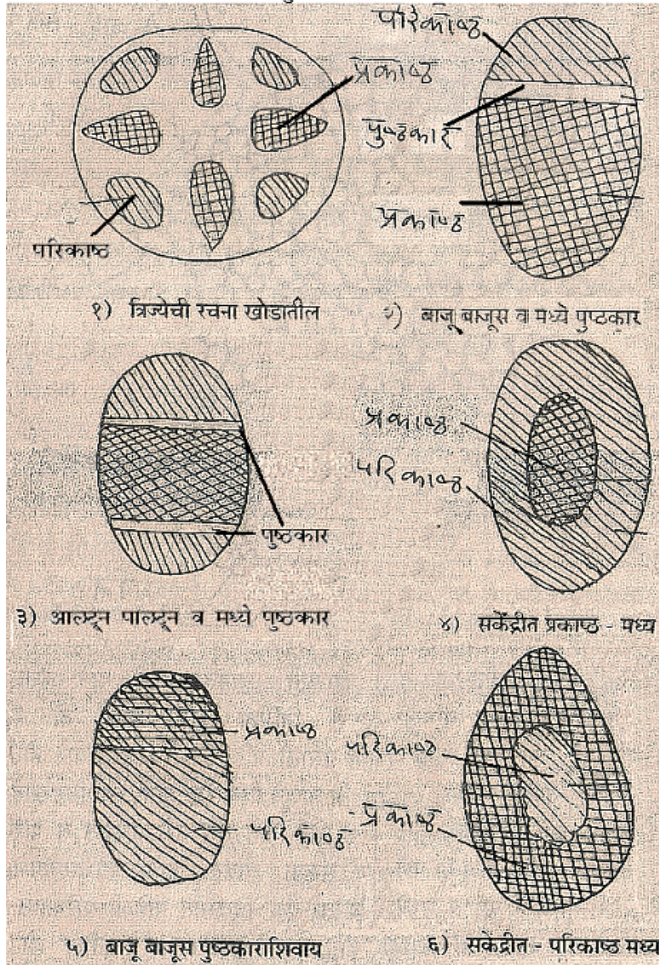
परीचक्र -

ह्या भागाची जागा त्वक्षाच्या आत असते. इंग्रजीत **पेरी सायकल** असे म्हणतात. झाडाच्या खोडाचा आकार गोलाकार असतो त्यामुळे बाह्यसाल किंवा कातीनंतर त्वक्षाची गोलाकार रचना व त्याच्या आत परीचक्राची गोलाकार माडणी अशी रचना झालेली दिसते. जेव्हा झाडाचे खोड कापतात तेव्हा ही रचना पहावयाला मिळते. कापलेल्या खोडाचे नीट निरीक्षण केल्यास त्यात एकात एक अशी अनेक चक्रे तयार झालेली दिसतात. त्यातील सर्वांत बाहेरचे चक्र बाह्यसाल म्हणजे कात असते. त्याच्या आतील चक्रे त्वक्ष ऊतीची असतात. अशा

काही त्वक्ष ऊतीच्या चक्रांच्या आत परीचक्राच्या चक्रांची रचना दिसते. परीचक्रात अन्नरस व पोषकरसांचे वहन करणाऱ्या परिकाष्ठ व प्रकाष्ठ ऊतींचे पुंजके निरनिराळ्या प्रकारे रचलेले दिसतात. हा निरनिराळेपणा वनस्पतीच्या जाती व प्रकारानुसार असतो. त्यावरून तज्ज्ञ, खोड कोणत्या जातीच्या वृक्षाचे आहे ते ओळखू शकतात. त्यात काष्ठशिरा वर्गातील ऊती आढळतात. परीचक्रात मुळाचे फुटवे तयार करणाऱ्या पेशी असतात. सोट मुळाचा छेद पाहिला तर त्यात परीचक्रातून मुख्य मुळाला आडवी मुळे (मुळफांद्या) सोडण्याचे काम ज्या परीचक्रातील पेशी करतात त्या दिसतात. अन्नरस व पोषकरसांचे वहन करणे, जास्त अन्न बनल्यास त्याची साठवण करणे, झाडाला मजबूती आणणे व मुळफांद्या व उपमुळे फुटण्यास मदत करणे अशी कामे परीचक्रातील ऊती करतात. काही वेळा परीचक्रातून थेट मुळे फुटल्याचे आढळते. हे सर्व वनस्पतीच्या स्वाभाविक गुणांनुसार होत असते.

निकाष्ठ -

आकृती -३-८ विविध वाहिनी ऊतींची रचना दाखविणारे सांकेतिक चित्र
चित्रात एक वाहिनी समूहाची रचना दाखविली आहे



निकाष्ठ हा खोडाच्या तसेच मुळाच्या मध्याचा भाग असतो. एकदल वनस्पतीत तो व्यवस्थितपणे दिसतो. द्विदल वनस्पतीत खोडात तो दिसतो परंतु, मुळात तो नसतो. निकाष्ठात असलेल्या मृदुसाल पेशीत फटी आढळतात. त्यांना पेशीशिरा असे म्हणतात. त्यातून हवा साठवलेली असते. त्या फटीतून बऱ्याच वेळा उत्सर्जित द्रव्य आढळते. ह्या पेशीशिरांमुळे निकाष्ठ पोकळ असल्यासारखे वाटते. मोठ्या झाडात असे विशेषकरून दिसून येते. द्विदल वनस्पतीत मृदुसाल ऊतींचे संच एकाद्या रेषेप्रमाणे निकाष्ठातून निघून परीचक्रात पसरलेले दिसतात. त्यांना निकाष्ठ रेषा असे म्हणतात. इंग्रजीत त्यांना मेड्युलर रेज किंवा पिथ रेज असे म्हणतात. निकाष्ठाला पिथ असे इंग्रजीत म्हणतात. वनस्पतीत आतील वायुवीजन ह्या पेशीशिरा व निकाष्ठ रेषांमुळे शक्य होते. अन्न साठवणे व परीसरातील पेशींना पोहोचवणे अशी कामे ह्यातील मृदुसाल पेशीसमूह करतात. निकाष्ठातील पेशीशिरा झाडाला मजबूती देतात. पुष्टकार पेशींची निर्मिती निकाष्ठात होत असते. पुष्टकार पेशींची माहिती पुढे पहाणार आहोत.

वाहिनी ऊती -

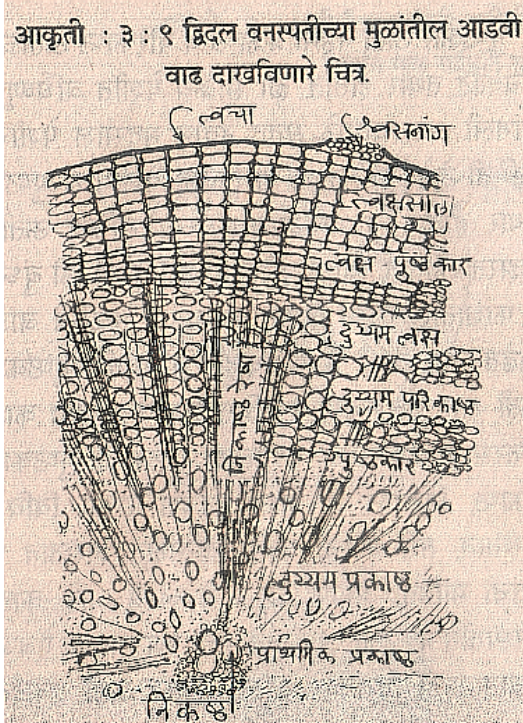
कोणत्याही वनस्पतीचा बहुतेक भाग ह्यांचा बनलेला असतो. ह्या क्लिष्ट प्रकारातील प्रकाष्ठ आणि परिकाष्ठ वर्गातील ऊतींचा असतात. मुळांपासून खोडात, फांद्यात थेट वर पर्यंत ह्या पसरलेल्या असतात. खोडाचा आडवा छेद पाहिला तर त्यात त्यांची रिंगणे परीचक्राच्या आत असल्याचे आढळते. ह्या धड्यात अनेक आकृत्या दिल्या आहेत त्या नीटपणे पहा म्हणजे ही विविध ऊतीसंस्थांची रचना समजणे सोपे जाईल. वाहिनी ऊती, प्रकाष्ठ (पोषकरस वाहक) आणि परिकाष्ठ (अन्नरस वाहक) ऊतींची बनलेली असते व त्या वाहक ऊतींच्या विविध रचना खोडात आपल्याला दिसून येतात. आकृती ३:८ पहा त्यात ह्या दोन प्रकारच्या ऊतींच्या विविध रचना दाखवल्या आहेत. ह्यांतून परितंतू

एकमेकात गुंतलेल्या अवस्थेत आढळतात. त्या परितंतूतून पोषक व अन्नरस खोडातील सर्व पेशींना पोहोचवले जातात. झाडाला आढव्या फांद्या त्वक्षातून फुटतात तोपर्यंत हे रस त्या पोहोचवतात.

झाड जेव्हा बी मधून रोपाच्या रूपाने उगवते तेव्हा त्यात प्रथम प्रकाष्ठ तयार होतात. त्यातून प्राथमिक रस दल पानांना मिळतो. त्यानंतर खरी पाने फुटतात व अन्न निर्मिती सुरु होते. तो मुळात पोहोचवण्यासाठी पहिला परिकाष्ठ तयार होतो, तो प्रकाष्ठाच्या बाजूला चिकटून असा तयार होत असतो. जसे झाड मोठे होते तसे गरजेनुसार प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ ऊतींची वाढ होत रहाते. साधारणपणे उगवण झाल्यावर १५ दिवसांनी पहिला परिकाष्ठ तयार होत असतो. त्याच सुमारास प्राथमिक मुळे जमिनीत वाढत रहातात व ती मातीत पाणी व पोषक पदार्थ शोधण्यास व शोषण्यास सुरुवात करतात. म्हणजे कोणत्याही वनस्पतीला उगवण झाल्यावर व खरी पाने फुटल्यावर पाणी व खताची गरज असते. तो पर्यंत ते बीमध्ये साठवलेल्या पोषक द्रव्यावर अवलंबून असते. म्हणजे प्राथमिक वाहिनी ऊती १५ दिवसानंतर तयार होऊ लागते. झाड जसे वाढत जाते तसे परिकाष्ठ नेहमी परीचक्राच्या आत लागून असतात व प्रकाष्ठ मध्याजवळ म्हणजे निकाष्ठाला लागून असतात. बहुधा परिकाष्ठ व प्रकाष्ठ ऊतींत पुष्टकार ऊती आढळून येतात. वाहिनी ऊती रसांबरोबर प्राणवायुचे सुद्धा वहन करतात. त्याकामात आंतर पेशीय पोकळ्या बरीच मदत करत असतात. वाहिनी ऊतीतील बाहेरील थर सक्रिय असतात ते पुष्टक संजीवकाची निर्मिती करता व त्यामुळे खोडाची रुंदी वाढते. जर काही कारणाने पुष्टक संजीवकांची निर्मिती नाही झाली तर खोड अरुंद रहाते. कृत्रिम रित्या त्यांचा पुरवठा करून ती उणीव दूर करता येते. झाडापासून चांगले उत्पन्न हवे असेल तर झाडाचे खोड मोठे असणे चांगले असते.

पुष्टकार -

हा सक्रिय पेशींचा थर असतो. आता पर्यंत आपण वर्धिष्णू, सक्रिय, अक्रिय व सुप्त अशी विशेषणे निरनिराळ्या पेशींना व ऊतींना दिलेली आहेत त्यांचा अर्थ पुन्हा एकदा समजून घेणे आवश्यक आहे, तो असा, वर्धिष्णू पेशी सजीवतेच्या अवस्थेत अशा असतात किं, त्यांची कायिक व शाकीय वाढ होत असते अथवा होऊ शकते. सक्रिय पेशींबाबत त्यांचे श्वसन, अन्नग्रहण, ऊर्जा निर्मिती असे जैविक व्यवहार चालू असतात. परंतु कायिक व शाकीय वाढ होत नसते. सुप्त पेशी सक्रियतेच्या पुढची अवस्था असते. संजीवकांच्या योग्य व्यवस्थापनाने त्या सक्रिय होऊ शकतात. अक्रिय पेशी सजीव असल्यातरी त्यात जैविक व्यवहार जे सक्रिय मध्ये होत असतात ते होत नाहीत. बऱ्याच वेळी अक्रिय पेशींना मृत समजले जाते. त्या संजीवकाच्या मात्रा



देऊनही पुन्हा सक्रिय होण्याची शक्यता नसते. काहीजण त्यांना मृत पेशी असे म्हणतात. वर्धिष्णू पेशी सक्रिय सुद्धा असतात. ह्या विविध अवस्थांचा संबंध संजीवकांच्या व्यवस्थापनात असतो. संजीवकांच्या पुरवठा कमी जास्त अथवा बंद करून ह्या अवस्थांचे व्यवस्थापन करता येते असे प्रयोगाने सिद्ध झाले आहे. ह्या कामात उपयोगी येणारे संजीवक असते प्रेरक व वर्धक. संजीवकाचे प्रमाण योग्य असणे त्यासाठी जरूरीचे असते. जर जास्त मात्रा दिली तर नेमका उलटा परिणाम होण्याची शक्यता असते. म्हणून जर बाहेरून संजीवके देऊन वनस्पतीतील पेशींची वाढ व अवस्था नियंत्रित करावयाची असेल तर त्यांच्या मात्रा काळजीपूर्वक ठरविणे आवश्यक आसते. नैसर्गिकपणे जेव्हा ते पेशींना उपलब्ध होतात तेव्हा ते योग्य अथवा कमी प्रमाणात मिळतात. त्यासाठी कृत्रिमरित्या संजीवकाच्या मात्रा ठरवितांना सुरक्षिततेसाठी त्या कमी

रहातील अशा प्रकारे त्या ठरवितात. म्हणजे नुकसान होत नाही. नेमक्या मात्रा देण्याची खात्रीलायक पद्धत अजून उपलब्ध झालेली नाही.

साधारणपणे पेशींच्या वाढीच्या अवस्था अशा क्रमाने बदलत असतात जसे, अतिवर्धिष्णू, जलद वर्धिष्णू, (साधे) वर्धिष्णू, सक्रिय, सुप्तावर्धिष्णू, अक्रिय, मृत. कोणतीही पेशी ह्यापैकी कोणत्या तरी अवस्थेत असते. व त्या अवस्थांचा संबंध संजीवकांच्या प्रभावाशी निगडित असतो. सुप्त किंवा मृत पेशीत पुन्हा सजीवकता संभवत नाही. काही अपवादात्मक परिस्थितीत सुप्त पेशी पुन्हा सक्रिय होऊ शकतात. संजीवकांच्या योग्य पुरवठ्याने सक्रिय पेशींना वर्धिष्णू करता येते. पुष्टकार ऊती नेहमी प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ ऊतींच्या बेचकीत तयार होतात. ह्या सक्रिय पेशीत वर्धिष्णूता जास्त असल्यामुळे सतत नवीन मृदुसाल पेशींची निर्मिती तेथे होत रहाते. त्या नवीन पेशींमध्ये पुष्टक संजीवके तयार होतात. नंतर ती आजुबाजूच्या सक्रिय पेशींत पाझरतात. त्याचा परिणाम असा होतो किं, बुंधा व फांद्यातील तसेच द्विदल वनस्पतीत मूळांची जाडी वाढत जाते. काही वेळा एकदल वनस्पतीत पुष्टकार ऊती आढळत नाहीत. निरनिराळ्या वनस्पतीत कात, अंतरसाल, अभिसाल, मध्यत्वक्ष, परिकाष्ठ, पुष्टकार, प्रकाष्ठ, निकाष्ठ व गाभा ह्यांच्या रचना विविध असतात. तरी त्यांची कामे विविक्षित असतात व त्यांची माहिती आपण पाहिली आहे.

काही वनस्पतीत पुष्टकार आढळत नाहीत पण त्यांच्या ऐवजी **संधान ऊती** असतात.

हे एकदल वनस्पतींच्या बाबत दिसते. त्यांच्या मुळात सुद्धा त्या असतात. त्यांची रचना मृदुसाल पेशींपासून बनते. मुळं जून झाली किं, त्या मृदुसाल पेशींचे पुष्टकार मध्ये किंवा संधान ऊतीत रूपांतर होते.

आपल्या येथे जी पिके शेतकरी घेतो त्यातील धान्ये एकदल प्रकारातील असतात व बाकीचे सर्व द्विदल वर्गातील असतात.

गाभा —

द्विदल वनस्पतीत खोडाच्या व मुळाच्या मधील भागाला गाभा म्हणतात. हा निकाष्ठाच्या मध्ये असतो. त्यात वाहिनी ऊतीचे गुच्छ असतात. त्यात परिकाष्ठ व प्रकाष्ठ ऊतींचे समुह असतात. पुष्कळ वेळा निकाष्ठाची जागा गाभा घेतो. निकाष्ठाला रेषा असतात व त्यातून नवीन पेशींची निर्मिती होते तसे गाभ्याबाबत नसते. द्विदल वनस्पतीत गाभा निकाष्ठापेक्षा वेगळा उठून दिसतो. एकदल वनस्पतीत गाभा आढळत नाही. वनस्पतीचे असंख्य प्रकार असून जरी आपण सोयीसाठी त्यांचे एकदल व द्विदल असे दोन प्रकार पाडले असले तरी ते पुरेसे नसते. येथे दिलेली विविध भागांची रचना निरनिराळ्या वनस्पतीत भिन्न असते. कांहीत कांही भाग विशेष विकसित झालेले दिसतात तर दुसऱ्या कांहीत एकादा भाग आढळत सुद्धा नाही अथवा नसल्यासारखा असतो, अशी विविधता नेहमी अनुभवास येते. ह्या ठिकाणी तेवढ्यासाठी फक्त जुजबी परिचय करून दिला आहे. तेवढा आपल्या अभ्यासासाठी पुरेसा आहे.

प्रश्नावली —

१. ऊती संस्था म्हणजे काय?
२. पेशी व ऊती ह्यांचे कार्य का?
३. ऊती संस्थांचे किती प्रकार आहेत त्यांची नांवे सांगा.
४. सालीची ऊतीसंस्था ह्या प्रकाराची माहिती द्या.
५. मध्यवर्ती ऊतीसंस्थेचे किती भाग आहेत त्यांची नांवे द्या.
६. त्वक्ष हा मध्यवर्ती ऊतीतील भाग कोठे असतो, त्याचे कार्य काय ते सांगा.
७. द्विदल व एकदल वनस्पतीतील त्वक्षात काय फरक असतो ते सांगा.
८. त्वक्षातील पेशींच्या वाढीस कोणते संजीवक कारणीभूत असते ते सांगा.
९. मुळातील त्वक्षाची कामे कोणती, त्यांचे महत्त्व सांगा.
१०. त्वक्षातील पेशी सक्रिय असतात की अक्रिय असतात.
११. परीचक्र ह्या भागाची सविस्तरपणे माहिती द्या.
१२. मुळातील परीचक्राचे वैशिष्ट्यपूर्ण कार्य कोणते?
१३. झाडाला फांद्या कोठून फुटतात त्याची माहिती द्या.

१४. काही वनस्पतीबाबत खोडातील परीचक्रातून मुळांचे फुटवे निघतात हे खर आहे कां?
१५. निकाष्ठ ह्या मध्यवर्ती ऊतीसंस्थेच्या भागांची माहिती द्या.
१६. निकाष्ठ रेषा कशाला म्हणतात?
१७. एकदल व द्विदल वनस्पतीतील निकाष्ठाबाबत कोणते फरक आढळतात ते सांगा.
१७. निकाष्ठातील शिरांमुळे खोडाच्या आतील पेशींचे श्वसन सुलभ होते कां ते सांगा.
१८. वाहिनी ऊतींची माहिती द्या.
१९. वनस्पतीची वाढ होतांना निरनिराळ्या ऊतींची रचना कशी होते त्याची माहिती द्या.
२०. रोपाची उगवण झाल्यावर प्रकाष्ठ व परीकाष्ठ कसे तयार होतात ते सांगा.
२१. पुष्ठकार ह्या भागाची माहिती द्या.
२२. वर्धिष्णू, सक्रिय, सुप्त व अक्रिय ह्या संज्ञांची माहिती द्या.
२३. पेशींच्या वर्धिष्णू ते अक्रिय ह्या स्थित्यंतराचे कारण काय ते सांगा.
२४. संधान ऊतींची माहिती द्या. त्या कोणाची जागा घेतात?
२५. गाभा ह्या भागाची माहिती द्या.
२६. गाभा व निकाष्ठ ह्यातील साम्य व फरक कोणते ते सांगा.

धडा ४था

धडा चौथा

वनस्पतीची वाढ कशी होते

आता पर्यंत आपण वनस्पतीतील पेशी, ऊती व ऊतीसंस्था ह्यांचा परिचय करून घेतला आहे. त्यात पेशींच्या विविध वर्ध्दष्णूतेच्या अवस्थांचा परिचय करून घेतला. ह्या धड्यात ही वाढ होताना कोणकोणत्या प्रमुख अवस्थांतून पेशी, ऊती व ऊतीसंस्था जातात त्याची माहिती पहाणार आहोत.

अतिवर्ध्दष्णू पेशींचा थर वाढणाऱ्या कोबावर असतो. ह्या पेशींचा विकास (शाकीय) विभाजनाद्वारा होत असतो. त्यांतून **त्वचांगे**, **त्वक्षांगे** व **कोबांग** ह्यांची निर्मिती होत जाते. अशारितीने कोबाची वाढ होत तो पुढे सरकत वर चढत जातो. अतिवर्ध्दष्णू पेशींतून जी त्वचांगे, त्वक्षांगे व कोबांग तयार होतात ती जलद वर्ध्दष्णू अवस्थेत जातात. अतिवर्ध्दष्णू व जलद वर्ध्दष्णू अवस्था त्यात असण्याचे कारण त्या पेशीत प्रेरक संजीवके स्वाभाविकपणे रात्रीच्या प्रहरी उत्पन्न होतात. अतिवर्ध्दष्णू मध्ये ते जास्त असतात व जलद वर्ध्दष्णू मध्ये ते प्रमाणाने कमी असतात. जोवर ती असतात तोवर ही शाकीय व कायिक वाढ होत असते. दिवसा सूर्यप्रकाशामुळे प्रेरक संजीवकांचे विभाजन होते व ती वाढ दिवसाच्या प्रहरी थांबते, पुन्हा रात्री प्रेरक उत्पन्न होतात व पुन्हा वाढ होत जाते अशारितीने ह्या जलद वर्ध्दष्णू पेशींतून साल, अंतर्साल, त्वक्ष, प्रकाष्ठ, परिकाष्ठ, गाभा किंवा निकाष्ठ हे तयार होत जातात. त्यांची वाढ झाल्यावर ते साधे वर्ध्दष्णू ह्या अवस्थेत जातात. त्वचांगे, त्वक्षांगे व कोबांग ह्यांची माहिती पाहू या.

त्वचांगे – डर्माटोजेन

अतिवर्ध्दष्णू पेशीपासून हा अतिकोमल त्वचेचा भाग तयार होत असतो. संपूर्ण कोबाचा पृष्ठभाग ह्याचा बनत खाली तो तयार होत रहातो. त्वचांगाच्या पेशीची शाकीय वाढ वनस्पतीच्या पृष्ठभागाशी काटकोनात म्हणजे आडवी होत असते. त्यामुळे कोबाची जाडी वाढत असते. कोबाखालील फांदीतील वर्ध्दष्णू पेशींशी ही वाढ मिळतीजुळती असते. पुढे या त्वचांगातून वनस्पतीची बाह्यसाल व शेवटी कात बनत असते. कोबातून फुटणाऱ्या कोवळ्या पानांची बाह्य त्वचा त्वचांगातून तयार होत असते.

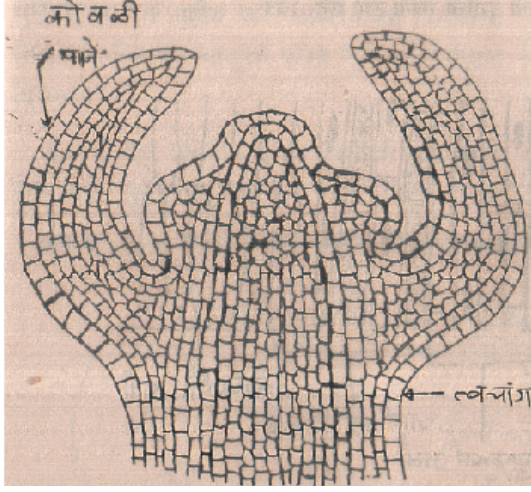
त्वक्षांगे – पेरिब्लेम

त्वचांगाच्या पेशीच्या आतल्या थरात या त्वक्षांग पेशीची निर्मिती होते. त्यांचे जलद शाकीय वाढीने अनेक थर तयार होतात. पुढे जसा कोब वर वाढतो तसे या त्वक्षांगातून त्वक्षाच्या ऊतीची निर्मिती होते. कोबातून फुटणाऱ्या कोवळ्या पानांच्या त्वचे आतील भाग त्वक्षांगातून तयार होतो.

कोबांग – प्लेरोम

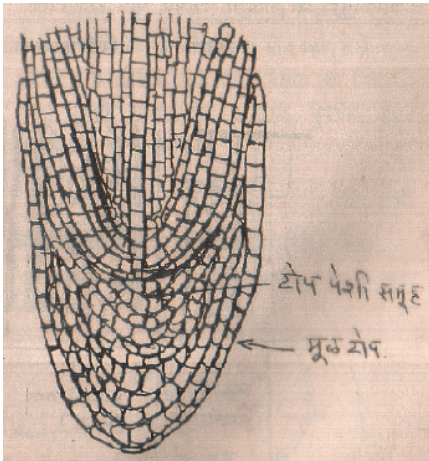
कोबांग पेशीची जलद वाढ होते ती कोबाच्या खाली व मधल्या भागात. जसा कोब वाढून वर चढतो तसे कोबांगाच्या पेशीची लांबोडकी वाढ होऊ लागते व त्यात प्रकाष्ठ आणि परिकाष्ठ तयार होतात. ह्या वाढीस वर्धक संजीवके प्रेरका समावेत कारणीभूत असतात असे समजले जाते. कोबांगातून प्रकाष्ठ आणि परिकाष्ठ परस्पर तयार होत नाहीत, तर **पुष्ठांग** प्रकारच्या पेशी प्रथम बनतात व त्यांच्यातून नंतर शाकीय वाढीने प्रकाष्ठ गाभ्याजवळ आणि बाहेरील बाजूने ते परिकाष्ठ तयार होतात. तेव्हा ह्या पेशी साध्या वर्ध्दष्णू अवस्थेत गेलेल्या असतात. अशा सुमारास प्रकाष्ठ आणि परिकाष्ठ ह्यांच्या बेचकीत पुष्ठाकार ऊतींचा विकास होत रहातो. थोडक्यात सांगावयाचे म्हणजे, वनस्पतीचा गाभा कोबांगातून बनतो त्यातून परीचक्र, निकाष्ठ वगैरे भाग नंतर स्पष्टपणे तयार होतात. आकृती ४:१ पहा.

आकृती ४:१ कोंबातील वर्धिष्णू पेशी दाखवणारे चित्र



बऱ्याच वेळा तिचा बहुतेक भाग मृत अवस्थेत असतो हे आपण पाहिले आहे. हा मृत भाग त्या झाडाचा मुख्य आकार ठरवतात. असा मृत भाग काढल्याने झाडाचे नुकसान होत नाही म्हणून जेव्हा छटणी करावयाची असते तेव्हा असा भाग छटावयाचा असतो. बऱ्याच वेळा मृत भाग छटला तर नवीन सजीव पेशी उत्पन्न होऊन त्या झाडाची पुन्हा नव्याने वाढ होताना आपण पहातो. कोंबातून तसेच इतरत्र निर्माण होणाऱ्या ह्या नवनवीन पेशींची वेगवेगळी नांवे (त्वचांगे, त्वक्षांगे व कोंबांगे) देण्याचे कारण, त्यांच्या अंतर्गत रचनेत व त्या पासून नंतर विकसित होणाऱ्या प्रकाष्ठ, परिकाष्ठ, बाह्यसाल, आंतरसाल, मध्यत्वक्ष, अभिसाल, आणि पुष्ठकार ह्यांच्या रचनेत बराच फरक असतो. ह्या फरकाची माहिती तपशिल्यात जाऊन आपण पहाणार नाही कारण, तो विषय ह्या अभ्यासक्रमाच्या अखत्यारात येत नाही.

अतिवर्धिष्णूता प्रेरक संजीवकामुळे येते ते पाहिले. जसा कोंब वर वाढत जातो तसा प्रेरक संजीवकांचा प्रभाव खालील भागात कामी होतो व त्या ठिकाणी जसे प्रेरक पोहोचत नाहीत तसे त्या भागातील परिचक्रातील पेशींतून पुष्ठक संजीवकांचा प्रभाव सुरु होतो. प्रेरक संजीवकामुळे पेशींची लांबट वाढ होत असते तर पुष्ठकामुळे पेशी जाड होऊ लागतात. म्हणजे आडवी वाढ होऊ लागते. हा फरक कायिक वाढी बाबत असला तरी शाकीय वाढीत मात्र दोन्ही संजीवके सारखाच प्रभाव ठेवतात. विभाजनासाठी विशेष पोषणात जीवनसत्वांची आवश्यकता



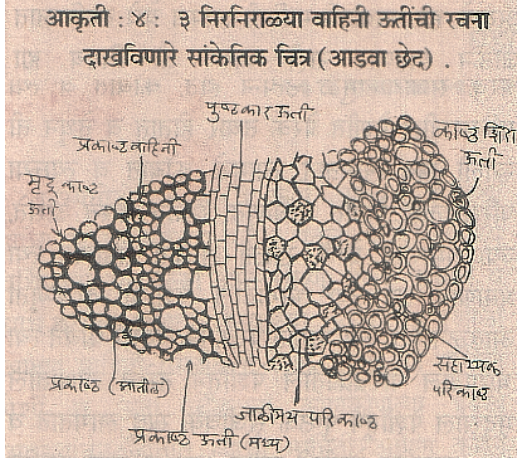
४-२ मुळागातील वर्धिष्णू पेशी दाखवणारे चित्र टोप पेशीसमूहाच्या वाढीतून मुळटोप तयार होतो.

असते. प्रेरकामुळे जी कायिक वाढ होते तिला **कायिक लांब वाढ** म्हणतात. तसेच पुष्ठकामुळे जी कायिक वाढ होते तिला **पुष्ठीवाढ** असे म्हणतात. इंग्रजीत प्रेरक संजीवकाला **ऑक्सिन** म्हणतात व पुष्ठक संजीवकाला **सायटोकिनिन्स** असे म्हणतात. नैसर्गिक प्रेरक संजीवक रात्री वनस्पतीच्या अग्रभागातील कोंबात उत्पन्न होतात व ते खाली स्रवत जात त्यांच्या वाटेत येणाऱ्या पेशींना वाढवण्याचे काम करतात. दिवसा सूर्य उगवल्यानंतर त्यांचे प्राणिलिकारण होऊन ते नष्ट होतात व पेशींची वाढ थांबते. म्हणून वनस्पतीची नेहमी रात्री वाढ होते. पुष्ठक संजीवकाचे बाबत तसे नसते म्हणून पेशींची आडवी वाढ दिवसासुद्धा होत असते. कृत्रिम प्रेरक संप्रेरक दिवसा नष्ट होत नाहीत म्हणून त्यांचा वापर केल्यास वनस्पतीची लांब वाढ दिवसरात्र होत रहाते. जर योग्य नियंत्रण ठेवले नाही तर ती वाढ होण्याचे थांबत नाही व त्यामुळे वनस्पती मरून जाते. ह्यासाठी कृत्रिम प्रेरक संप्रेरक वनस्पतीला मारून टाकण्यासाठी वापरतात.

प्रेरक व पुष्ठक प्रमाणे वर्धक संजीवक म्हणून एक आणखीन प्रकार संजीवकांत असतो. त्याना **जिब्रालिन** असे इंग्रजीत म्हणतात. ह्यात बरेच प्रकार आहेत व त्यांना जिब्रालिक अम्ले असे म्हणतात. त्याशिवाय

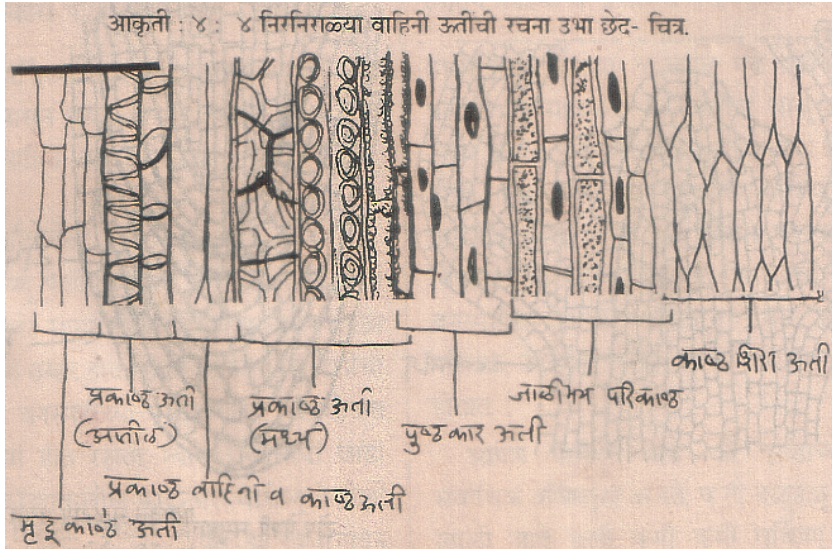
आपण पाहिले आहे की, झाडाच्या कोंबात सर्वाधिक वर्धिष्णूता असते व ती हळुहळु जसे कोंबाच्या खाली जावे तशी कमी कमी वर्धिष्णू होत जाते. पेशींची वर्धिष्णूता अति पासून मंद होत शेवटी सक्रियतेवर येऊन ठेपते. त्यानंतर यथावकाश अक्रिय व अखेरीस सुप्त होते. मोसमी पिकांचे बाबत त्यापुढे मृत अवस्था प्राप्त होते. मोठ्या झाडात असलेल्या मृत पेशी, ऊती व ऊतीसंस्था तशाच राहून इतर वाढणाऱ्या झाडाच्या भागांना आधार देण्याचे काम करीत असतात. खूप मोठ्या झाडातील ६० ते ७० टक्के भाग असा मृत पेशी, ऊती व ऊतीसंस्थांचा असतो. इतर सजीव व वनस्पतीत हा मोठा फरक आहे. कारण, इतर सजीवात मृत भाग राहू शकत नाही तर वनस्पतीत

वनस्पतीच्या वाढीचे कामात प्रभाव टाकणारा आणखीन एक प्रकार आहे त्याला **स्तंभक** संजीवक असे म्हणतात. इंग्रजीत त्यांना **इनहिबीटर** असे म्हणतात. संजीवकांच्या कामाचा परिचय आपण एका स्वतंत्र धड्यात करणार आहोत.



कोंबाच्या वाढीची माहिती पाहिली, आता मुळाच्या वाढीची माहिती पाहूया. जमिनीवरील वाढ कोंबाच्या वाढीच्या रूपाने होत असते. जमिनीखालील वाढ मुळाग्रातील पेशींच्या वाढीने होत असते. मुळाग्रात अतिवर्धिष्णू पेशी असतात. त्यातून प्रथम **मुळ त्वचांग** तयार होतात. त्यानंतर **मुळ त्वक्षांग** तयार होते. एवढी वाढ कोंबाप्रमाणेच असते. मुळाग्रात आणखीन एक गोष्ट होत असते ती वरील कोंबात होण्याची गरज नसते. ती गोष्ट अशी किं, मुळाग्रातून काही प्रकारचे विद्रावक गुण असलेले वितंचक स्रवत असतात. ह्यात मातीतील खनिजे व इतर पोषक पदार्थ ह्यांचे रासायनिक अथवा अधिक नीट म्हणावयाचे म्हणजे, जैव-रसायनिक क्रियेने विभाजन

करण्याची क्षमता असते. विभाजन झाल्यानंतर त्यातील आवश्यक घटकाचे मुळाच्या पृष्ठभागातील पेशी शोषण करतात. ह्या व्यवस्थेमुळे खडकातील खनिजे प्रथम मातीत असलेल्या ओलाव्यात विरघळतात. नंतर त्यांचे शोषण मुळात होत असते. ज्या पदार्थातील घटक अशारितीने ही मुळातील वितंचके विभाजन करू शकतात त्यात मुळं घुसू शकतात. ज्या पदार्थातील घटकांचे तसे होऊ शकत नाही त्यात वनस्पतीची मुळं शिरू शकत नाहीत. म्हणून प्लास्टीकच्या पिशवीतून मुळं बाहेर पडू शकत नाहीत. पण खडकांना ती भेदू शकतात. म्हणजे मुळांची वाढ जमिनीमध्ये दाभण घुसवावी अशी होत नाही हे समजले पाहिजे. मुळांचे घुसणे जैव-रसायनिक प्रकारचे असते. जसे मुळाग्रात नवनवीन पेशी वाढतात तसे आधीच्या पेशी तेथेच रहातात व नवीन पेशी पुढे सरकतात. आतून



पेशी बाहेर येतांना आधीच्या पेशी बाजूवर येतात व त्यातून त्वक्षांगे व **मुळांगे**, कोंबांच्या ऐवजी येथे मुळांग, बनतात. मुळाची पुढे वाढ होताना खोडाप्रमाणे येथेसुद्धा संजीवकाचे प्रमाण मागील भागात कमी होत जाते व त्याप्रमाणे तेथील पेशींच्या विकासाचा वेग सुद्धा कमी होत असतो. तेथे कदाचित पुष्ठकाच्या प्रभावामुळे त्वक्षांगातून केशमुळी तयार होतात. त्वक्षांगातून वाहिनी गुच्छ

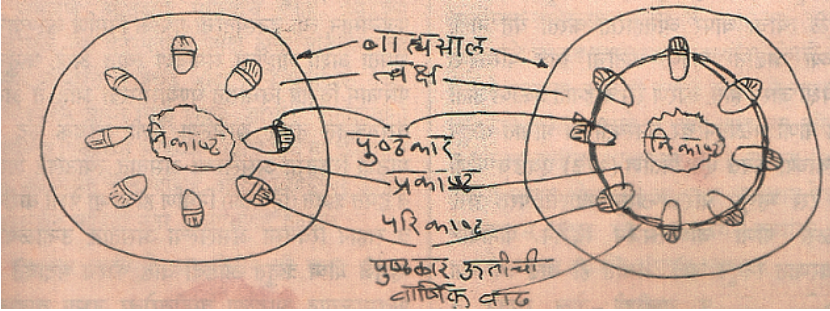
असलेले त्वक्ष तयार होतात. मुळांगात प्रकाष्ठ, परिकाष्ठ ह्यांच्या वाहिनीचे पुंजके तयार होतात. द्विदल वनस्पतीच्या मुळात पुष्ठकार ऊतीची निर्मिती होते. एकदल मध्ये संधान ऊतीची निर्मिती होते. खोडात प्रेरक कोंबाकडून खाली पाडणरतात तर मुळात ते मुळाग्राकडून वर पाडणरत असतात. ह्यासाठी परासरण दाबाचा उपयोग होत असतो. मुळांत प्रेरक व पुष्ठक हे दोनही एकाच वेळी कार्यरत राहून मुळातील त्वक्ष आणि परीचक्रातील पेशींत विकास घडवत असतात. त्यामुळे मुळे जास्त चिवट व मजबूत होतात. झाडाच्या वरांगाला आधार

देण्यासाठी ते जरूरीचे असते. मुळात काम करणारी प्रेरक मुळागात बनतात व पुष्टक खोडातील पुष्टकार पेशींतून तयार होऊन पाझरत मुळात येत असतात असे आढळून येते. झाडाचा जोड म्हणून एक भाग असतो ज्याच्यातून मुळं खाली व वर खोड वाढत असते, त्या जोडातील पुष्टकार ऊतीतून मोठ्या प्रमाणात पुष्टक संजीवक बनतात व सर्वकडे पाझरत पसरत असतात. म्हणजे पुष्टकांचा प्रवास नेहमी वरून खाली असतो.

प्रेरकामुळे जी वाढ होते तिला वनस्पतीची **उभी वाढ** असे म्हणतात व पुष्टकामुळे होणाऱ्या वाढीला **आडवी वाढ** असे म्हणतात. बुंध्याच्या बाह्यसाल व त्वक्ष यांच्या सांध्याच्या भागात नवी पेशी तयार होते त्याच वेळी निकाषाच्या बाहेर पुष्टकार ऊतीचा जो संघ असतो त्यातून नवीन पेशी निर्माण होतात. त्वक्षा बाहेर येणाऱ्या नवनवीन पेशींना त्वक्ष पुष्टकार पेशी असे म्हणतात. इंग्रजीत त्यांना **कॉर्क कॅबियम** म्हणतात. पुष्टकार वाढीस **कॅबियम ग्रोथ** म्हणतात. पुष्टकाराची वाढ होताना प्रथम प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ ह्यांच्यात असलेल्या पुष्टकार पेशींची संख्या अशारितीने वाढू लागते की, सर्व शेजारी असलेल्या वाढीव पेशी एकमेकात मिळून जातात. त्याचा परिणाम असा होतो किं, संपूर्ण बुंध्यात एक बांगडी सारखी रचना ह्या पेशींची तयार होते. त्यानंतर ही पुष्टकार बांगडी व तिच्या दोनही अंगात म्हणजे बाहेरच्या अंगाला परिकाष्ठ व आतील अंगाला प्रकाष्ठ तयार होतात. ह्या सर्व वाढीला बुंध्याची आडवी वाढ असे म्हणतात. ह्यात पुष्टक संजीवकांचा मोठा कार्यभाग असतो.

अनेक वानस्पतीक धागे जसे, फ्लॅक्स, हेम्स, रेमी ह्या आडव्या वाढीमुळे तयार होतात. सर्वच वानस्पतीक धागे (कापूस सोडून) त्या त्या वनस्पतीतील परिकाष्ठ ऊतीच्या गुच्छापासून तयार होतात. प्रकाष्ठ ऊतीपासून तयार होणारे धागे चिवट नसतात, ते ठिसूळ असतात. त्यांचा उपयोग औद्योगिक कामात करता येत नाही. आडव्या वाढीच्या प्रकाष्ठ ऊती परिकाष्ठ ऊतीपेक्षा जास्त वेगाने वाढतात. त्याचे कारण पोषकरस वाहनात

आकृती : ४:५ वार्षिक रिंगांची निर्मिती करणाऱ्या पुष्टकार ऊतीची वाढ क्रमाक्रमाने दाखविणारी (सांकेतिक चित्रे)



प्रकाष्ठ ऊती जेवढे पाणी मुळांकडून वर नेतात त्याच्या तिसरा भाग एवढे पाणी अन्नरसाच्या स्वरूपात परिकाष्ठ ऊतींतून खाली येत असते. वर नेलेले पुष्टकळसे पाणी बाष्पोत्सर्जनात वापरले जाते. हे बाष्पोत्सर्जन बहुधा पानांवाटे होत असते. ही वाढ त्या वनस्पतीच्या गरजेनुसार

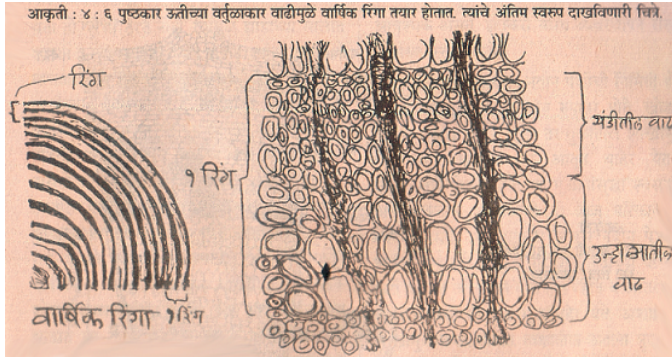
होत असते. ह्या वाढीमुळे खोडांगातील सर्वच भागांची रुंदी मोठी होत असते. येथे जे पोषकरसाचे व अन्नरसाचे प्रमाण दिले आहे (१।३) ते साधारण स्वरूपाचे आहे. अशारितीने वाढ होत असतांना प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ ह्यांना भेटून जाणाऱ्या मृदुसाल पेशींची अनेक थराने अशी वाढ होते किं, पुन्हा एकदा पुष्टकार बांगडीचा छेद होतो. पुन्हा गुच्छ तयार होतात व कालांतराने पुन्हा आडवी वाढ नव्याने सुरु होते आणि आणखीन एक नवीन बांगडीची निर्मिती होते. अशा रीतीने क्रमशः खोडांग रुंद होत जाते. आकृती ४:५ पहा.

वनस्पतीच्या वाढीचा क्रम असा आढळून येतो किं, सुरुवातीला उंची वाढते, नंतर त्या भागाची रुंदी वाढते नंतर पुन्हा उंची वाढते, पुन्हा रुंदी असे होत होत झाड वाढत रहाते. ह्या वाढीच्या क्रमात वेगवेगळ्या वनस्पतीचे क्रम विक्षित असतात. मोसमी पिकांच्या बाबत असे दिसते किं, प्रथम उंचीची वाढ त्याच्या एकंदर आयुष्याच्या १।३ भागात होते. नंतर रुंदी वाढत असते. ती आडवी वाढ बाकीच्या काळात होत रहाते. ह्या वाढीवर परिणाम करणाऱ्या इतर काही बाबी आहेत, वातावरणातील फरक ह्या वाढीवर प्रभाव पडतात. पर्यावरणातील घटक जसे, दिवसाचे व रात्रीचे तापमान, पाण्याची उपलब्धता, हवेतील कर्बवायुचे प्रमाण, सूर्यप्रकाशाची तीव्रता, वारे, हवेची आर्द्रता, पावसाची रीत, ऋतु हे आहेत. त्यातील दिवसाचे व रात्रीचे तापमान, सूर्यप्रकाशाची तीव्रता, पावसाची रीत हे घटक वनस्पतीत संजीवके तयार होण्याच्या कामावर प्रभाव पाडतात. जर त्यांचे प्रभावी नियोजन करता आले तर वनस्पतीची वाढ पाहिजे तशी करून घेणे शक्य असते. त्यात ऋतु जो परिणाम करतात तो विशेष विचार करण्यासारखा असतो. वसंत ऋतुत तयार झालेल्या पेशी अधिक रुंद असतात त्यातील रिक्तसा मोठ्या

असतात. उन्हाळ्यात म्हणजे ग्रीष्म ऋतुत आडवी वाढ खूपच मंदावते. शरद व हेमंत ऋतुत (हिवाळा) पेशींची वाढ बारीक असते म्हणजे पेशी बारीक आकाराच्या असतात. पावसाळ्यात म्हणजे वर्षाऋतुत वाढ जोराने होते व पेशी जास्त लांबोडक्या असतात. काही वेळा पुष्टकाची निर्मिती पाहिजे त्याप्रमाणात होत नाही व त्या ऐवजी वर्धकाची निर्मिती होते, असे झाल्यास आडवी वाढ कमी व उभी वाढ जास्त होऊन झाडे अधिक उंच होतात. वेलींच्या बाबत हे विशेष लक्षात येते. जर काही कारणाने पुष्टक व वर्धक दोघांची निर्मिती पुरेशी झाली नाही तर झाड खुजे रहाते. वाळवंटात ह्याचा अनुभव विशेष येतो.

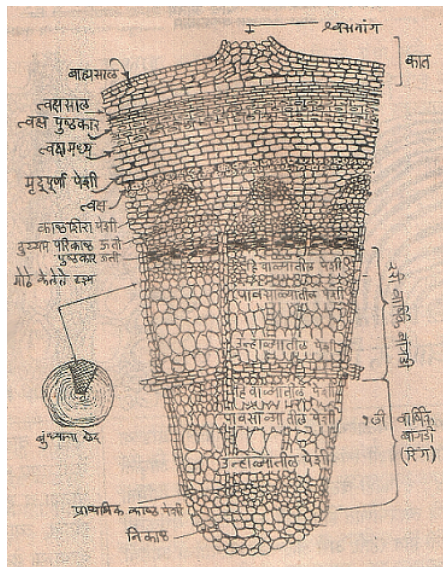
ह्या सर्व माहितीचा उपयोग शेती व्यवस्थापनात आपण कसा करावा ते नंतरच्या धड्यांतून पहाणार आहोत. वनस्पतीची आडवी वाढ तिच्या फलोत्पादन क्षमतेचे प्रतिक आहे. त्यासाठी शेतकऱ्याला पिकातील रोपांची आडवी वाढ कशी नियंत्रित करावी ते समजणे आवश्यक असते. आडव्या वाढीमुळे तिची जादा अन्न साठवून ठेवण्याची क्षमता सुधारते. जेवढे जास्त अन्न साठवले जाईल तेवढे जास्त फलोत्पादन होऊ शकते. पुरेसे जादा अन्न साठवले नसेल तर बहर येऊन सुद्धा फळे न वाढता पडतात. आडव्या वाढीचा संबंध असतो पुष्टक व वर्धक संजीवके ह्यांचे नियोजनावर.

पुष्टकार ऊतीमुळे अशारितीने जी पेशींची सतत वर्षभर वाढ होत असते त्यामुळे एका वर्षात ज्या पेशी तयार होतात त्यांत वसंत व वर्षा ऋतुत पेशी मोठ्या व शरद, हेमंत व ग्रीष्म ऋतुत बारीक पेशी होतात. त्यामुळे एक प्रकारचा पट्टेदारपणा अशा बुंध्याच्या छेदाकडे पाहिले तर दिसून येतो. ह्यांना लाकडातील **वार्षिक रिंगा** असे म्हणतात. एका वर्षाला एकच रिंग तयार होत असते व त्यामुळे झाडाचा आडवा छेद पाहून त्या झाडाचे वय किती ते सांगता येते. ह्या विषयाचे तज्ज्ञ छेद पाहून निरनिराळ्या वर्षात पावसाळा किती होता, हिवाळा कसा होता, उन्हाळा किती होता तसेच त्या त्या वर्षात वातावरणाचा साधारण अंदाज करता येतात. खूप मोठ्या अनेक



वर्षाच्या जुन्या झाडात मधील बाजूस आडव्या वाढीचे लाकूड दाट तपकिरी दिसते व राळ, सालार्क, विम्लसा अशा द्रव्यांचा साठा त्यात दिसतो. अशा लाकडाला **गाभ्याचे लाकूड** म्हणतात, इंग्रजीत त्याला **हार्टवुड** म्हणतात. अशा झाडाच्या बाहेरच्या बाजूस व कातीच्या आतल्या कडेला जे लाकूड त्वक्षाच्या आडव्या वाढीमुळे तयार होते ते हलक्या तपकिरी रंगाचे असते.

त्यात झाडाच्या परिकाष्ठ व प्रकाष्ठ ऊतींचा भरणा असतो. हे लाकूड **चीकाचे लाकूड** म्हणून ओळखले जाते.



आकृती : ४ : ७ बुंध्याची आडवी वाढ दाखविणारे चित्र

इंग्रजीत त्याला **सॅपवुड** म्हणतात. त्याच्या पेशीरसात अन्नरस, पोषकरस, चीक वगैरे द्रव्यांचा साठा असतो.

लाकडाच्या उद्योगात झाड कापल्यावर त्यातील हे रस बाहेर काढून टाकणे जरूरीचे असते. तसे केल्याने लाकडाचा टिकाऊपणा सुधारतो. त्यासाठी काही संरक्षक द्रव्ये ह्या परिकाष्ठ व प्रकाष्ठ ऊतींतून दाबाने भरला जाते असे किं, त्यातील सर्व अन्नरस, पोषकरस, चीक दुसऱ्या बाजूने बाहेर ढकलल्या जाईल व त्यांची जागा संरक्षक द्रव्य घेईल. त्यासाठी बहुधा आरसेनिक क्लोराईड हे रसायन संरक्षक द्रव्य म्हणून वापरले जाते.

झाडाच्या कोबाची वाढ होताना त्याच्या खाली काही अंतरापर्यंत फांदीचा भाग उभ्या वर्धिष्णू पेशींचा असतो. वर्धक संजीवकांच्या प्रभावाखाली असलेल्या ज्या वर्धिष्णू पेशी असतात त्यांना **उभ्या वर्धिष्णू पेशी** असे म्हणतात. त्या ठिकाणी साल, अंतरसाल, अभिसाल, त्वक्ष, हे भाग फांदीच्या आत असतात. जशी उभी

वर्धिष्णूता कमी होते व आडवी वर्धिष्णूता जाणवू लागते तसे सालाचे कातीत रुपांतर होऊ लागते. ही कात (बार्क) अक्रिय असते. पुष्कळ वेळा मृत झालेली असते. त्यातील आंतरसाल व अभिसाल ह्यांचे आंतरकातीत रुपांतर होते. त्याला इंग्रजीत **कॉर्क** म्हणतात. अभिसालीच्या भागात व त्वक्षाच्या बाह्य भागातून तसेच आंतरकात व त्वक्षाच्या मधील भागातून आतील परीचक्राच्या दिशेने जी आडवी वाढ होते त्यास दुय्यम त्वक्षाची वाढ किंवा नुसते **दुय्यम त्वक्ष** असे म्हणतात. इंग्रजीत त्याला **सेकंडरी कोरटेक्स** म्हणतात. आकृती ४:७ पहा.

दुय्यम त्वक्षात मृदुसाल पेशी असतात व त्यात हिरवी लवके असू शकतात. ह्या हिरव्या लवक्यांमुळे झाडाच्या आतील पेशींतून बाहेर पडणाऱ्या कर्बवायुचे पुन्हा शर्करेत रुपांतर करणे शक्य होत असते. असे होत असल्याने झाडाच्या अन्नाच्या पुरवठ्यात मोठी मदत होते. वनस्पती अशा रितीने स्वतःच आपल्या उत्सर्जित कर्बवायुचे उपयुक्त शर्करेत रुपांतर करून एक वेगळ्याच प्रकारच्या स्वावलंबनाचा आदर्श घडवित असते. त्यामुळे वनस्पतीचे वातावरणातील कर्बवायुवरचे अवलंबून रहाणे त्या प्रमाणात कमी होत असते. ही शर्करा बहुधा तेथेच साठवली जाते. दुय्यम त्वक्षातून आडव्या फांद्या फुटत असतात. सालीचे कातीत रुपांतर होत असतांना जी आंतर कात तयार होते त्यातील पेशी दाबल्या जातात. दाब इतका असतो किं, त्या फार टणक व जल अभेद्य होतात. म्हणजे त्यातून वनस्पतीतील पाणी-रस बाहेर वाहून जाऊ शकत नाही. परंतु, ते साल जल शोषक असल्यामुळे वातावरणातील आर्द्र रात्रीच्या प्रहरी शोषून झाडाची वरील भागाची गरज पुरवली जाते.

जसजसा झाडाचा बुंधा जाडजुड होतो तसतसा त्याला प्राणवायुचा पुरवठा अन्नरसामधून जो येतो तो पुरेसा ठरत नाही. ती उणीव भरून काढण्यासाठी बुंधावर जागेजागी **श्वसनांगे** तयार होतात. इंग्रजीत त्यांना **लॅटीकडल्स** असे म्हणतात. ह्या गाठी कातीच्या पृष्ठभागावर किंचित उचललेल्या उंचवट्या सारख्या दिसतात. त्यातील भाग भरपूर सच्छिद्र असतो. त्यातून हवा खोडात सावकाशपणे सरकत असते. श्वसनांग खोडाच्या आतील पेशीशिरांशी जोडलेला असल्यामुळे झाडाच्या अगदी आतपर्यंत तो हवा पोहोचवत असतो. जमिनीतील सच्छिद्रतेत जसे वातावरणातील वाऱ्यामुळे हवेचे शोषण व उत्सर्जन होते तसे, येथे वाऱ्यामुळे होत असते. वारे जोरात वाहू लागले तर झाडाच्या आतील भागातून हवा बाहेर खेचून काढली जाते व पुन्हा वारा पडला किं, नवीन हवा खोडात घुसते. अशारितीने एकाप्रकारचे श्वसन होत रहाते व प्रत्येक वेळी नवीन हवे बरोबर प्राणवायू झाडाला मिळत रहातो. पानातील श्वसन रंध्रांतून कर्बवायू व प्राणवायू ह्यांचे निवडक शोषण होते तसे येथे होत नाही सर्वच हवा खेचली जाते. श्वसनांगे मुळावरील त्वचेतसुद्धा असतात. त्यांचे कार्य खोडावरील श्वसनांगाप्रमाणेच असतात, तेथे जमिनीतील हवा शिरत असते.

मुळांची सरळ वाढ कशी होते ते आपण पाहिले आहे. आता आडवी वाढ कशी होते ते पाहूया. मुळाची आडवी वाढ मुळागापासून थोड्याच अंतरावर सुरु होते. ह्याची पद्धत खोडाप्रमाणेच असते. त्वक्ष व पुष्कार ह्यांच्या वाढीतून ती होत असते. जेथे पुष्कार पेशी नसतात तेथे संधान पेशी असतात त्यातून ती वाढ होते. तसे नवे प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ ऊती कार्यरत होतात तसे, जुन्या ऊती दाबल्या जातात व त्यातून रस वहन होण्याचे थांबते. पुढे त्यांचे निकाष्ठात रुपांतर होते. अशारितीने मुळाची रुंदी वाढत रहाते. मुळांतून आडव्या शाखा तयार होण्याचे सुद्धा खोडाप्रमाणेच असते. सर्व क्रिया तशाच असतात. मुळाच्या आडव्या वाढीत इतर काही गोष्टी पहाव्या लागतात त्या अशा, जमिनीचा योग्य टणकपणा, जमिनीतचा वापसा, जमिनीची जीव-रसायनिक परिस्थिती, ह्यांचे अनुकूलन केल्यास मुळांची वाढ चांगली होत असते. झाडाच्या वरच्या वाढीचा गुरुत्वमध्य सांभाळून ही वाढ होत असते हे विशेष असते.

मुळांतील परीचक्रातून नवीन पेशींची निर्मिती होते व अभिसालाचे आंतरकातीत रुपांतर होते. खोडात त्वक्षातून फांद्या तयार होतात तर मुळांतील शाखांमुळे परीचक्रातून म्हणजे फार आतून बाहेर येतात. खोडाप्रमाणे मोठ्या झाडाच्या मुळानासुद्धा श्वसनांगे असतात. परीचक्राची जी बाजू परिकाष्ठाला लागून असते तेथे आतल्या बाजूस नवीन पेशींची निर्मिती होत असते. त्यामुळे परिकाष्ठ ऊतीच्या धाग्यात फटी पडतात. त्यातून ही वाढ होत रहाते. आंतरसाल बाहेर ढकलत ही वाढ शेवटी मुळा बाहेर येते. अशारितीने शाखामुळे तयार होतात. त्वक्षातील ऊतींनासुद्धा ह्या कारणाने फटी पडतात. एवढी वाढ झाल्यावर त्यात त्वचांग, त्वक्षांग व वरांग ह्या वर्गातील पेशी असल्याचे दिसून येते. त्वक्षातील व आंतरसालीतील काही पेशी ह्या शाखामुळांबरोबर बाहेर खेचून आणल्यासारख्या दिसतात. त्यांच्यापासून मुळागाच्या पेशी तयार होतात. आता शाखामुळ पुरते बाहेर आलेले असते. त्यानंतरची

पुढची वाढ इतर मुळांप्रमाणे होत रहाते. ह्या सर्व वाढीस प्रेरक व पुष्टक संजीवके कारणीभूत असतात. आकृती ४:२ पहा.

प्रश्नावली -

१. वनस्पतीच्या वरच्या भागात सर्वात जास्त वर्धिष्णू अवस्थेत कोणता भाग असतो.
२. कोंबाची वाढ होताना प्रथम कोणते भाग तयार होतात त्यांची नावे द्या.
३. त्वचांगातून वनस्पतीची बाह्यसाल म्हणजे कात तयार होते हे खरे आहे कां?
४. त्वचांगाची माहिती द्या.
५. त्वक्षांगातून त्वक्षाचे आंतरसाल, मध्यत्वक्ष व अभिसाल हे भाग बनतात हे विधान बरोबर आहे कां?
६. कोंबांग कशाला म्हणतात? त्यातून पुढे कोणते भाग बनतात?
७. कोंबाची व त्याखालील पेशींची उत्तरोत्तर जी वाढ होते त्यात विविध संजीवकांचे कसे कार्य चालते?
८. कायिक लांब वाढ व पुष्ठी वाढ ह्यात फरक कोणता?
९. मुळांची वाढ कशी होते व त्याला कारणीभूत काय असते?
१०. मुळांची उभी वाढ व आडवी वाढ ह्यात फरक कोणता?
११. आडव्या वाढी बद्दल माहिती द्या.
१२. त्वक्षपुष्टकार पेशी कशाला म्हणतात?
१३. पुष्टकार वाढ कशाला म्हणतात?
१४. वनस्पतीक धागे कसे तयार होतात?
१५. आडव्या वाढीत प्रकाष्ठ ऊतींची वाढ परिकाष्ठ ऊतींपेक्षा जास्त कां होते?
१६. वनस्पतीच्या आडव्या वाढीचे महत्व काय?
१७. वर्षातील निरनिराळ्या ऋतुत ज्या पेशी आडव्या वाढीत तयार होतात त्यांची माहिती द्या.
१८. गाभ्याचे लाकूड व चीकाचे लाकूड ह्यात फरक काय?
१९. लाकडातील वार्षिक रिंगा कशाला म्हणतात?
२०. दुय्यम त्वक्षाची माहिती द्या. दुय्यम त्वक्षाच्या पेशी कोणत्या वर्गातील असतात? त्यांचे कार्य काय?
२१. श्वसनांगे कशाला म्हणतात?
२२. पानातील श्वसन रंध्रे व खोड आणि मुळातील श्वसनांगे ह्यांच्या कार्यात फरक असतो तो कोणता?
२३. मुळाच्या आडव्या वाढी बाबत माहिती द्या.
२४. मुळांच्या वाढीवर पर्यावरणातील कोणत्या घटकांचा प्रभाव असतो?
२५. आडवी मुळ कशी तयार होतात?
२६. त्वक्षांगाची 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. अशा रीतीने 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 पदार्थांची 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 बऱहुकूम 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 खूष 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

