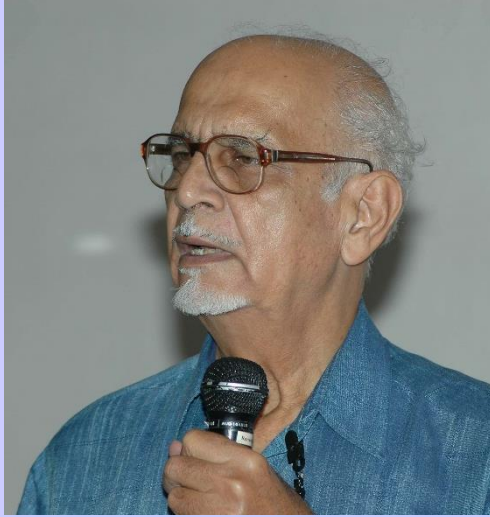


संदर्भ

वैज्ञानिक मुशाफिरी



ज्येष्ठ संशोधक डॉ. आ. दि. कर्वे
यांच्या लेखांचे संकलन

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकात
२००१ ते २०१७ दरम्यान प्रकाशित

अनुक्रम

- ❖ जैवतंत्र (फेब्रुवारी-मार्च २००१)..... ४
- ❖ वनस्पती विरुद्ध वनस्पतीभक्षक (एप्रिल-मे २००१)..... १२
- ❖ नायट्रोजनचे स्थिरीकरण (जून-जुलै २००१) १९
- ❖ वनस्पतींचे सहजीवन (ऑगस्ट-सप्टेंबर २००२) २९
- ❖ वनस्पतींचे शाकीय प्रजनन (ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००२)..... ३४
- ❖ वनस्पतीच्या वाढीवर नियंत्रण (ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००२)..... ४४
- ❖ हंगामी पिकांच्या रोपवाटिका (ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००२) ५०
- ❖ इन्फ्ल्युएंझा (एप्रिल-मे २००३)..... ६०
- ❖ विज्ञान, सजीवांचे आणि निर्जीवांचे (ऑगस्ट-सप्टेंबर २००३)..... ६८
- ❖ ग्रामीण उद्योजकांसाठी समुचित तंत्रे (डिसेंबर २००३-जानेवारी २००४)..... ७७
- ❖ शोध कसे लागतात? (एप्रिल-मे २००४) ८९
- ❖ नैसर्गिक शेती म्हणजे कमी खर्चात शेती-भाग-१ (ऑगस्ट-सप्टेंबर २००५) ९७
- ❖ नैसर्गिक शेती म्हणजे कमी खर्चात शेती-भाग-२ (ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००५).. १०३
- ❖ उत्क्रांतिवादाला वैज्ञानिक पाया आहे का? (ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०११) ११०
- ❖ ऊर्जासमस्येवर तोडगा जैव इंधनवायू (डिसेंबर २०११-जानेवारी २०१२) ११४
- ❖ पेट्रोलियमऐवजी काय? (फेब्रुवारी-मार्च २०१२) १२१
- ❖ हिरवी पाने : ऊर्जेचा स्रोत (ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१२)..... १२४

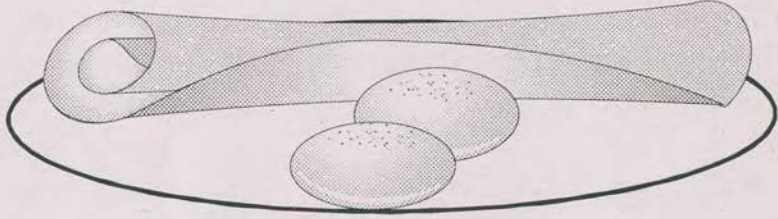
❖ दगडी कोळशाच्या निर्मितीचे रहस्य (ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१५)	१३०
❖ तिखट मिरची (ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१५)	१३४
❖ लागवडीखालील वनस्पतींची बीज पेढी (डिसेंबर २०१५-जानेवारी २०१६).....	१३७
❖ कडधान्ये स्वजातीयांशी स्पर्धा टाळतात (एप्रिल-मे २०१६)	१४०
❖ कवायती फौज (ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१६).....	१४३
❖ कथा मधुर साखरेची ! (एप्रिल-मे २०१७).....	१५०
❖ रबराचा उपयोग काय ? (जून-जुलै २०१७).....	१६०
❖ हवेतील आर्द्रता (ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१७).....	१६५
❖ जीवघेणी असहिष्णुता (डिसेंबर २०१७-जानेवारी २०१८)	१७५

डॉ. आनंद दिनकर कर्वे

- पुणे विद्यापीठात बी.एस्सी.; फेलो - अलेक्झांडर व्हॉन हम्बोल्ट फाउंडेशन जर्मनी; पी.एचडी. ट्यूबिंगेन - जर्मनी.
 - अनेक विद्यापीठांमधून अध्यापन, पी.एचडी मार्गदर्शक.
 - अनेक संस्थांमधून कृषिविषयक संशोधन. शाश्वत शेती आणि ऊर्जावापर यासाठी लहान शेतकऱ्यांनाही वापरता येतील अशी सोपी, मूलभूत बदल करणारी तंत्रे विकसित केली.
 - साठपेक्षा जास्त संशोधन प्रकल्प पूर्ण. दोनशेहून जास्त संशोधनलेख प्रसिद्ध, २५० लेख मराठीतून प्रकाशित.
 - ग्रामीण तंत्रज्ञानाबद्दल पंधरा व्हिडिओ सीडी.
 - ३० देशी-परदेशी संस्थांकडून मानसन्मान प्रदान.
-

जैवतंत्र

लेखक : आ. दि. कर्वे



जसं मागच्या शतकात पदार्थविज्ञानातील प्रगतीनं मानवी जीवन बदलून टाकलं, त्याप्रमाणे या शतकात जैवतंत्रज्ञान आपल्या आयुष्यात क्रांती घडवून आणणार आहे. या आशयाची विधानं अलिकडे सतत ऐकण्यात-वाचण्यात येतात. पण खरं तर जैवतंत्रज्ञान हे काही नवं शास्त्र नाही. फार पूर्वीपासून आपण त्याचा वापर करत आलो आहोत. या शतकात त्याचे आणखी नवे नवे उपयोग पुढे येत आहेत. स्वयंपाकघरापासून कारखान्यांपर्यंत सर्वत्र पसरलेल्या या तंत्रज्ञानाची ओळख करून घेऊ.

आजकाल जैवतंत्र या नव्या तंत्राचा बराच बोलबाला चालू आहे. ज्याप्रमाणे इलेक्ट्रॉनिक्स या तंत्राने यंत्राच्या जडणघडणीत व त्यावर आधारित उद्योगांमध्ये क्रांतिकारक बदल घडवून आणले, त्याचप्रमाणे जैवतंत्रामुळे कृषि, आरोग्य, दुग्धव्यवसाय, मत्स्यपालन, वनसंवर्धन आदि जैव सृष्टीशी संबंधित उद्योगांमध्ये मोठी क्रांती घडून येईल

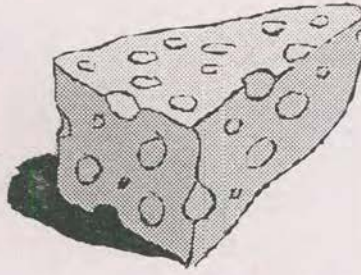
असा जाणकारांचा अंदाज आहे.

जैवतंत्र ही संज्ञा जरी नवीन असली तरी जैवतंत्राच्या व्याख्येत बसू शकतील असे अनेक उद्योग प्राचीन काळापासून चालत आले आहेत. यात मद्य व शिरका (Vinegar) बनवणे, दुधापासून दही व चीज बनविणे, आळिंबीची (mushrooms) लागवड करणे, अंबाडी, ताग किंवा घायपात या वनस्पती

कुजवून त्यापासून वाख बनविणे, शेण व पालापाचोळ्यापासून खत बनविणे इत्यादि अनेक क्रियांचा समावेश होतो. आपणांस नको असतानासुद्धा निसर्गात आढळणाऱ्या काही सूक्ष्म जंतूद्वारा अन्न, दूध, फळांचे मुरंबे आदि पदार्थ नासतात. अशा क्रियांना आपण आंबणे, नासणे किंवा कुजणे असे म्हणतो. पण आपणास हवी असणारी प्रक्रिया घडवून

आणण्यासाठी अशा क्रिया घडून येतील अशी परिस्थिती मुद्दाम निर्माण करून जर काही विशिष्ट सेंद्रीय पदार्थ आंबवले, तर त्या क्रियेला शास्त्रीय परिभाषेत किण्वन (Fermentation)

असे म्हणतात. किण्वनाची क्रिया सूक्ष्म जंतूद्वारा घडवून आणली जाते हे फ्रेंच जीवशास्त्रज्ञ लुई पाश्चर (इ.स. १८२२ ते १८९५) यांनी प्रथम दाखवून दिले. पारंपरिक किण्वन क्रियांमध्ये कोणत्याच प्रकारच्या सूक्ष्मजंतूंचे शुद्ध स्वरूपातले संवर्धन (culture) वापरले जात नसे. काही विशिष्ट क्रियांमध्ये, म्हणजे दही किंवा पावाची कणीक बनविताना चालू किण्वनाचाच काही अंश विरजण (inoculum) म्हणून वापरला जाई. पण ताडी-माडी बनवणे, वाख काढणे किंवा शेणखत तयार करणे या क्रियांमध्ये तर विरजण वापरण्याचीही पध्दत नव्हती, तर निसर्गात आढळणाऱ्या जंतूद्वाराच हे काम घेतले जाई.



शुद्ध व प्रमाणित संवर्धनाचा वापर न केल्यामुळे विरजण विघडून मद्याचे शिरक्यात रूपांतर होणे किंवा दह्याला कडवट चव येणे, अशा प्रकारचे घोटाळे अनेकदा घडून येतात. हे टाळण्यासाठी ज्या पदार्थांवर किण्वनप्रक्रिया घडवून आणावयाची तो पदार्थ एका विशिष्ट तापमानापर्यंत तापवून निर्जंतुक करावयाचा आणि मग योग्य अशा सूक्ष्मजीवांच्या

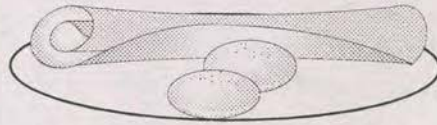
संवर्धनाने त्याला विरजण लावायचे अशा दोन नव्या तंत्रांचा विकास पाश्चर यांनी केला. सुमारे ८०° सेल्सियस इतक्या तापमानापर्यंत दूध तापवित्यास ते निर्जंतुक होते. अशा

प्रकारे पदार्थ निर्जंतुक करण्याच्या क्रियेला पाश्चरीकरण (Pasteurization) असे नाव देण्यात आले.

सूक्ष्मजंतूंचा व्यावहारिक व औद्योगिक उपयोग करण्याची शास्त्रशुद्ध पध्दती पाश्चर यांनी शोधून काढली, म्हणून लुई पाश्चर यांना आधुनिक जैवतंत्राचे जनक मानले जाते व त्यामुळेच आधुनिक जैवतंत्राची सुरुवात सुमारे १५० वर्षांपूर्वी झाली असे मानायला हरकत नसावी. या कालखंडाच्या सुरुवातीला सूक्ष्मजंतूंचा अभ्यास हा मुख्यतः किण्वनावर आधारित उद्योग आणि मानव-प्राणी-पिके यांचे आरोग्य या दोन विषयांना धरूनच केला जात असे, पण पुढे वनस्पती व प्राण्यांच्या

पेशींचे संवर्धन करण्याची पध्दती विकसित करण्यात आली आणि याही तंत्रांचा व्यावहारिक व औद्योगिक उपयोग होऊ शकतो, हे दाखविण्यात आले. त्यामुळे सध्या सूक्ष्म जीवांच्या उपयोगाबरोबरच पेशीसंवर्धन (cell culture) आणि ऊतिसंवर्धन (tissue culture) यांचाही जैवतंत्रातच समावेश केला जातो.

पारंपरिक जैवतंत्राच्या पध्दती फार सोप्या होत्या व त्यांची उद्दिष्टेही प्रामुख्याने मानवाच्या मूलभूत गरजा भागवणे ये वढचापुरतीच मर्यादित होती. मद्य, शिरका, वाख, शेणखत, दही, पाव



या वस्तू मानवाच्या दैनंदिन गरजेच्याच होत्या व त्या निर्माण करण्याची कृती आपल्या पूर्वजांनी विकसित केली यात आश्चर्य वाटण्याचे कारण नाही. परंतु खाद्यवस्तूंची पाचकता वाढवणे किंवा सहजी नाश पावणाऱ्या वस्तूंचा टिकारूपणा वाढवणे यासाठीही आपल्या पूर्वजांनी बऱ्याचवेळा जैवतांत्रिक पध्दतींचा वापर केला होता हे पाहून मात्र त्यांच्या कल्पकतेचे कौतुक वाटते.

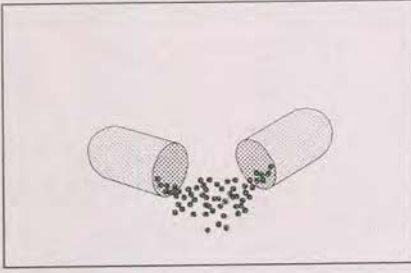
दक्षिण भारतात तांदूळ आणि उडीद यांचे मिश्रण आंबवून त्यापासून इडली, डोसे, मेदूवडे इत्यादी पदार्थ बनवितात. किण्वनाच्या क्रियेने या पदार्थांची पाचकता मूळ धान्यांच्या मानाने वाढलेली तर असतेच पण त्यातल्या

जीवाणू (bacteria) आणि किण्व (yeast) यांच्या चयनाने (metabolism) या पदार्थांमध्ये नवे अन्नघटकही निर्माण होतात. विशेषतः शाकाहारी अन्नत कमी प्रमाणात असणारी विशिष्ट अमिनो आम्ले आणि जीवाणू व किण्वांनी निर्माण केलेली जीवनसत्वे ही सुध्दा याप्रकारे आंबवलेल्या पिठात निर्माण होत असल्याने रोजच्या आहारात दूध व मांस यांची कमतरता असूनही

दक्षिण भारतीय लोक सक्षम व निरोगी राहू शकतात. केवळ गवत खाणारे गाई-म्हशींसारखे प्राणी आणि वाळलेले लाकूड खाऊन

जगणारी वाळवी यांच्याही बाबतीत असाच प्रकार घडतो. त्यांच्या उदरात असणाऱ्या सूक्ष्म जीवांकरवी या पदार्थांचे किण्वन होते व त्यामुळे या पदार्थांमध्ये मुळात नसणारी पण शरीराला आवश्यक असणारी अशी अनेक अन्नद्रव्ये त्यांना मिळतात.

किण्वनामुळे खाद्य पदार्थांचा टिकारूपणा वाढविण्याची उदाहरणे म्हणजे चीज, मद्य किंवा जर्मनीत पानकोबीपासून तयार करण्यात येणारा सावरक्राऊट (Sauerkraut) हा पदार्थ, याच सावरक्राऊटमुळे इंग्रजी भाषेत जर्मनांना 'क्राऊट्स' असे हेताळणीवजा टोपणनाव पडले आहे. उन्हाळ्याच्या अखेरीस जेव्हा कोबी खूप मोठ्या प्रमाणावर



व स्वस्तात उपलब्ध होतो, तेव्हा हा पदार्थ बनवितात. यासाठी कच्चा कोबी कापून लाकडी पिंपात बंद केला जातो. त्यामध्ये निसर्गतः असणाऱ्या जीवाणूंच्या किण्वनाने मोठ्या प्रमाणात दुग्धाम्ल (lactic acid) उत्पन्न केले जाते. या वाढलेल्या आम्लतेमुळे कोबीचे इतर जीवाणूंपासून रक्षण होते व तो दीर्घकाळ टिकतो. या क्रियेत कोबीच्या पानातल्या नैसर्गिक साखरेचा थोड्या प्रमाणात न्हास होतो, पण पानांमधील प्रथिने व जीवनसत्त्वे यांची थोड्या प्रमाणात वाढच

होते. हिवाळ्यात जेव्हा ताज्या भाज्या व फळे मिळत नसत, अशा वेळी शरीराला आवश्यक अशी मौल्यवान जीवनसत्त्वे सावरक्राऊट्मधून मिळत. याच कारणासाठी जर्मन व डच जहाजांवर खलाशांना अन्न म्हणून सावरक्राऊट दिले जाई.

ऑस्ट्रिया, बव्हेरिया व स्वित्झर्लंड या देशांमधला बराच भूभाग आल्प्स पर्वताने व्यापलेला आहेत. हिवाळ्यात या पर्वतावर बर्फ असते पण उन्हाळ्यात ते वितळले की तेथे गवत उगवते. त्यामुळे बर्फ वितळले की गाई व शेळ्यांमध्यांना चरण्यासाठी डोंगरावर पाठवण्याची तेथे पध्दत आहे. उत्तुंग अशा पर्वतांवरून रोजच्या रोज दूध आणणे सोयीचे नसल्याने त्यांपासून तेथेच चीज हा टिकाऊ पदार्थ करण्याची पध्दती निघाली. या क्रियेत वापरल्या जाणाऱ्या सूक्ष्म जीवांच्या चयनासाठी दुधातील प्रामुख्याने दुग्धशर्करा

एखादा अन्नपदार्थ नासला, आंबला तर आपण तो टाकून देतो. पण या लेखात दिल्याप्रमाणे काही अन्नपदार्थ मुद्दाम आंबवूनच खाण्यायोग्य बनवले जातात, हे कसं काय ?

जेव्हा एखादा पदार्थ आपसूक आंबतो, तेव्हा त्यात कोणते जीवाणू वाढले असतील, कोणत्या जैवरासायनिक प्रक्रिया घडल्या असतील, कोणती आम्ले तयार झाली असतील, हे सांगणे अशक्य असते. त्यामुळे असा पदार्थ न खाता टाकून देणेच सुरक्षित. याउलट जेव्हा आपण एखादा पदार्थ हेतूपुरस्सर आंबवतो, तेव्हा ही क्रिया पूर्णतः आपल्या नियंत्रणाखाली घडत असते. तो पदार्थ बनवण्याच्या ठराविक पध्दतीमधून आपण त्यात विशिष्ट प्रक्रिया घडतील व विशिष्ट आम्ले तयार होतील याची काळजी (जाणता-अजाणता) घेतो, म्हणूनच तो पदार्थ खाण्यायोग्य बनतो.

(lactose) खर्ची पडते, पण दुधात नसणारी अनेक जीवनसत्त्वे त्यात निर्माण होतात.

फळांच्या रसापासून केलेले मद्य हेही थंड प्रदेशात ताज्या भाज्या व फळे यांच्या अभावाने हिवाळ्यात उत्पन्न होणारी जीवनसत्त्वांची कमतरता भरून काढावयास उपयोगी पडत असे. मद्यात असणाऱ्या अल्कोहोलमुळे त्याचे अन्य जीवाणूपासून रक्षण होते.

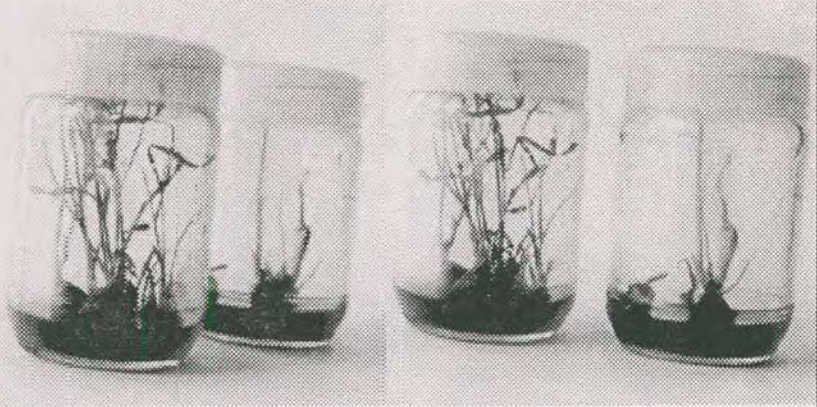
पारंपरिक जैवतंत्रात वापरल्या जाणाऱ्या पध्दती फार सोप्या होत्या, पण सूक्ष्म जीवांचा व पेशींचा अभ्यास जसजसा सखोल होत गेला, तशा नव्या व अधिक गुंतागुंतीच्या पध्दती प्रचारात आल्या. सर्व सूक्ष्म जीवांना त्यांच्या जातीनुसार विशिष्ट आधारद्रव्य (medium) लागते. प्रकाश ऊर्जेचा वापर करून आपले अन्न आपणच निर्माण करू शकणाऱ्या प्रकाशसंश्लेषक जीवाणू आणि शेवाळांना (algae) निव्वळ खनिज (mineral) क्षारांच्या आधारद्रव्यावर वाढवता येते. असे जीव वगळल्यास बाकी सर्व सूक्ष्मजीव आणि पेशींना आपल्या वाढीसाठी विशिष्ट सेंद्रीय (organic) पदार्थांवर अवलंबून रहावे लागते. याबाबतीत बहुसंख्य सूक्ष्मजीव फारसे चोखंदळ नसतात व त्यामुळे त्यांना काकवी, उकडलेले बटाटे किंवा मांसाचे सूप, अशा सामान्य आधारद्रवांवरही वाढवता येते, पण काहीना मात्र अगदी विशिष्ट असे आधारद्रव्यच लागते. याशिवाय आधारद्रव्याची तीव्रता (concentration), त्याची आम्लता (acidity), त्याच्या



रसाकर्षणाचा दाब (osmotic pressure), तापमान, संवर्धनाला होणारा प्राणवायूचा पुरवठा, इत्यादी घटकही तितकेच महत्त्वाचे असतात. त्यामुळे आधुनिक जैवतंत्रात सूक्ष्मजीवांच्या संवर्धनाला वरील सर्व घटक योग्य त्या प्रमाणात मिळावेत म्हणून खास अशा किण्वनपात्रांची (fermenter) योजना करावी लागते. तसेच किण्वनातून निर्माण होणाऱ्या विविध पदार्थांतून आपल्याला हवा असणारा पदार्थ शुद्ध स्वरूपात मिळविण्यासाठी पुन्हा त्यांवर विविध प्रक्रिया कराव्या लागतात. यासाठी रासायनिक अभियांत्रिकी (chemical engineering) व संगणकतंत्र (computer science) इत्यादी आधुनिक शास्त्रांचा उपयोग केला जातो.

एकेकाळी केवळ मद्य, चीज किंवा इडली-डोसे यांच्यापुरत्याच मर्यादित असलेल्या अशा या साध्या व आदिम जैवतंत्राने गेल्या २५-३० वर्षांमध्ये आश्चर्यकारक प्रगती केली

वनस्पतींच्या ऊतिसंवर्धनाचा शेतीसाठी वापर



प्रयोगशाळेतील उसाची रोपे

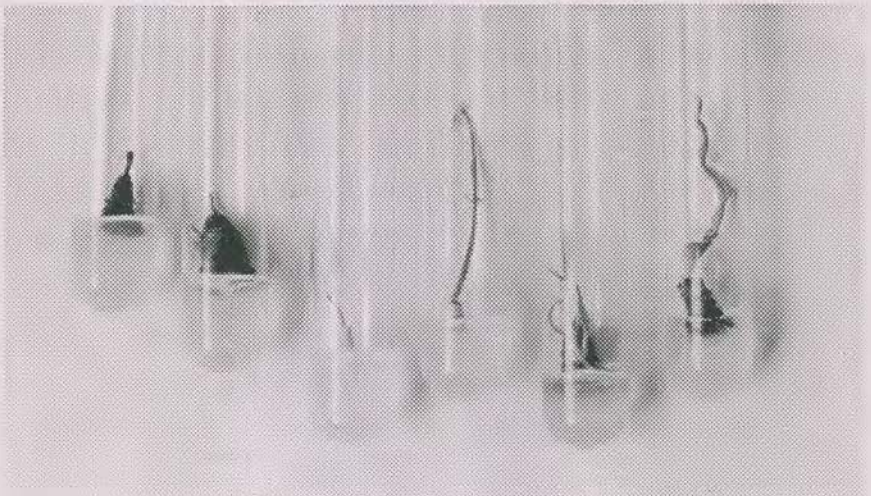
वनस्पतींचे गुणन करण्यासाठी ऊतिसंवर्धनाचा उपयोग होऊ शकतो, पण ऊतिसंवर्धनात कृत्रिम प्रकाश, वातानुकूलित व संपूर्णतया निर्जंतुक अशी प्रयोगशाळा, महागडी संप्रेरके व रसायने, आणि मोठ्या पगाराचे तंत्रज्ञ, यांची गरज भासत असल्याने ऊतिसंवर्धित वनस्पतींच्या निर्मितीची किंमत एकेका रोपाला ५ रु. च्या आसपास असते. शेतकऱ्यांना प्रतिहेक्टर हजारो रोपटी लागत असल्याने ही किंमत परवडत नाही. त्यामुळे श्वेत ऊतिसंवर्धनातून बाहेर पडलेली रोपटी शेतात लावणीसाठी वापरली जात नाहीत.

परंतु शेतीसाठी लागणाऱ्या प्रजातींची रोगमुक्त रोपे बनविण्यासाठी ऊतिसंवर्धनाचा चांगला उपयोग करता येतो. चित्रात दाखविलेली रोपे उसाची आहेत. उसाला मोझेक व्हायरसचा उपद्रव होतो व रोगट बियाण्यातून निर्माण होणाऱ्या पिकाचे उत्पन्न कमी येते. ऊतिसंवर्धनाचा वापर करून उसाचे रोगमुक्त असे मातृबेणे तयार केले जाते. ही रोपटी पुढे रोपवाटिकेत किंवा रोगमुक्त अशा पर्यावरणात वाढवून त्यांची दुसरी पिढी शेतकऱ्यांना परवडेल अशा भावात देता येते.

आहे. या तंत्राचा उपयोग करून आता लशी औषधे, प्रतिजैवके, संप्रेरके (hormones), विकर (enzymes), जीवनसत्त्वे, सुगंध, रंगद्रव्ये व अनेकविध रसायने बनविली जातात. आधुनिक जननशास्त्र आणि पेशीसंवर्धन यांचा वापर करून वनस्पती व प्राण्यांच्या नवीन जाती उत्पन्न करणे, रोगांचे निदान व उपाय करणे इत्यादी क्रियाही आता जैवतंत्राच्या साहाय्याने घडवून आणता येतात. याशिवाय वनस्पतींचे जलद गुणन (multiplication), शरीराबाहेर बीजांडाचे फलन करून त्याचे पुन्हा गर्भाशयात रोपण, उपद्रवी कीटकांचा व शेतातल्या तणांचा नायनाट, सांडपाणी शुध्द करणे, इंधनवायूची निर्मिती, अशुध्द खनिजांपासून शुध्द स्वरूपात धातूची खनिजे मिळविणे, प्रदूषण

नियंत्रण, कृत्रिम धाग्यांची निर्मिती, शेतातल्या पिकांना अधिक प्रमाणात नैट्रोजन व फॉस्फरस उपलब्ध करणे वगैरे अक्षरशः हजारो व्यावहारिक उपयोगी क्रिया आता जैवतंत्राद्वारे घडवून आणल्या जात आहेत, आणि त्यांच्यात दररोज नवनव्या उपयोगांची भरच पडत आहे.

जैवतंत्राचे वाढते महत्त्व ओळखून भारत सरकारने आपल्या विज्ञान व तंत्रज्ञान मंत्रालयाच्या अखत्यारीत जैवतंत्राचा विकास व त्यावर आधारित उद्योगांच्या व्यवस्थापन व नियमनाला मदत व्हावी म्हणून एक स्वतंत्र जैवतंत्र विभागच सुरू केला आहे. त्याचप्रमाणे जैवतंत्रावरील सैध्दांतिक व प्रायोगिक अभ्यासासाठी हैद्राबाद येथे 'सेंटर फॉर सेल्युलर अँड मॉलिक्युलर बायॉलाजी'



प्रयोगशाळेतिल ऊसाची रोपे

या नावाची एक स्वतंत्र राष्ट्रीय प्रयोगशाळाही स्थापन करण्यात आली आहे. भारतात जर कुणाला जैवतंत्रावर आधारित उद्योग सुरू करावयाचा असेल, तर अशा उद्योजकाला भांडवल पुरविण्याचीही एक योजना शासनाने हाती घेतली आहे.

अर्थात याचा अर्थ जैवतंत्रावर आधारित उद्योग अजून भारतात सुरूच झालेले नाहीत असे मात्र नव्हे. साखर धंद्यात मिळणाऱ्या काकवीपासून मद्यार्क करणारे शेकडो कारखाने भारतात चालू आहेत.

याशिवाय दुधापासून चीज व श्रीखंड बनविणे, कातडी कमावणे, चहा, कॉफी व कोको निर्माण करणे, शेण, भाजीपाल्याचा कचरा इ.

टाकाऊ पदार्थापासून खत व इंधनवायूची निर्मिती करणे हे किण्वनावर आधारित उद्योग पूर्वापार चालत आले आहेतच, पण ज्याला आधुनिक जैवतंत्र म्हणता येईल असेही अनेक उद्योग आता भारतात चालविले जात आहेत. उदा. प्रतिजैवक औषधे बनविणे. या आधुनिक उद्योगाची सुरुवात पुण्याजवळच्या पिंपरी या औद्योगिक वसाहतीत सन १९५४ साली उभारण्यात आलेल्या हिंदुस्तान अँटिबायोटिकच्या पेनिसिलीन कारखान्याने झाली. सुरुवातीच्या काळात या कारखान्याने प्रतिजैवकांच्या क्षेत्रात मोठी प्रगती केली व सन १९६२ मध्ये स्ट्रेप्टोमायसीन, सन १९६८ मध्ये हामायसीन आणि सन १९७०-७१ मध्ये

निओमायसीन या प्रतिजैवकांची त्यात भर पडली.

ही तिन्ही प्रतिजैवके स्ट्रेप्टोमायसीज गटातल्या बुरश्यांपासून मिळत असून त्यात अभिमानाची गोष्ट अशी, की हामायसीन या प्रतिजैवकाचा शोध व विकास या कारखान्याच्या शास्त्रज्ञांनी केला होता.

भारतात मूळ धरलेला आणखी एक जैवतंत्रावर आधारित उद्योग म्हणजे वनस्पतींचे ऊतिसंवर्धन. या तंत्राचे उपयोग

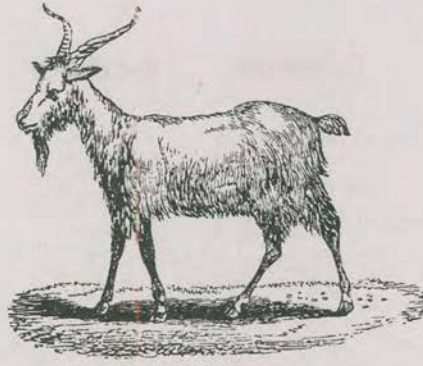
जरी अनेक असले तरी त्याचा व्यापारी व औद्योगिक प्रमाणावर होणारा मुख्य उपयोग म्हणजे वनस्पतींचे गुणन करणे हा आहे. सध्या जरी या तंत्राने मुख्यतः शोभेच्या वनस्पतींचे गुणन

केले जात असले तरी शेती व बागायतीला लागणाऱ्या तसेच औषधी वनस्पतींचेही मोठ्या प्रमाणात गुणन करण्यासाठी आता या तंत्राचा वापर होऊ लागला आहे.

रोगप्रतिबंधक लर्शीची निर्मिती हाही जैवतंत्राचाच भाग आहे व यावर आधारित उद्योगही भारतात सुमारे ७५ वर्षापूर्वीपासून अस्तित्वात आहेत.



(फेब्रुवारी-मार्च २००१)

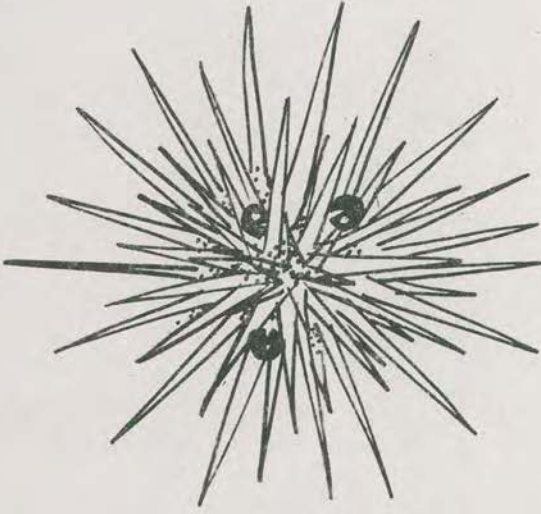


वनस्पती विरुद्ध वनस्पतिभक्षक

लेखक : आ. दि. कर्वे

निसर्गातील सर्व सजीव एका अन्नसाखळीत बांधले गेले आहेत. यामुळे सजीवांची जवळजवळ प्रत्येक प्रजाती ही इतर कोणत्यातरी प्रजातीचे भक्ष्य आहे आणि प्रत्येक प्रजातीने आपल्या भक्षकांपासून स्वतःचे संरक्षण करण्यासाठी वेगवेगळ्या यंत्रणा विकसित केल्या आहेत. स्वतःच्या बचावासाठी प्राणी वापरत असलेल्या अनेक युक्त्या आपल्याला माहित असतात. पण अन्नसाखळीच्या मुळाशी असलेल्या वनस्पतींचं काय ?

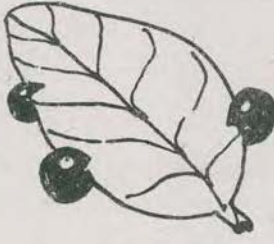
आपल्या भक्षकांपासून स्वतःचे रक्षण करण्यासाठी प्राणी वापरत असलेल्या पद्धती आणि वनस्पती वापरत असलेल्या पद्धती यांमध्ये काही मूलभूत फरक आहेत. प्राण्यांना हालचाल करणे शक्य असल्याने लढाई करणे, बिळात अगर गुहेत लपून बसणे, किंवा ते शक्य नसल्यास पळून जाणे, असे पर्याय उपलब्ध असतात. याउलट वनस्पती एका जागी जखडलेल्या असल्याने भक्षकाशी दोन हात करणे किंवा ते न जमल्यास पळ काढणे यातला कोणताच पर्याय वनस्पतींना शिल्लक रहात नाही. पण असे असूनही वनस्पति-भक्षकांपासून स्वतःचे रक्षण करण्यात वनस्पती बहुतांशी यशस्वी होतात. काही



वनस्पती काटे किंवा जाड साल अशा प्रकारच्या उपायांनी स्वतःचं रक्षण करतात. या संरक्षक अवयवांची तुलना आपण प्राण्यांची शिंगे, नखे, सुळे किंवा बाह्य कवच यांच्याशी करू शकतो, पण या प्रकारे स्वतःचे रक्षण करणाऱ्या वनस्पती तुलनेने थोड्याच असतात. कारण या अवयवांचा उपयोग वनस्पतींना केवळ पाठीचा कणा असणाऱ्या उच्चस्तरीय प्राण्यांविरुद्धच होतो. वनस्पतिभक्षक कीटक व परोपजीवी सूक्ष्मजीवांपासून स्वतःचे रक्षण करण्यात असे उपाय परिणामकारक ठरत नाहीत. त्यामुळे शत्रूंपासून स्वतःचा बचाव करण्यासाठी बहुसंख्य वनस्पती जैवरासायनिक उपायांचाच वापर करतात.

वनस्पतींच्या सुमारे १२००० प्रजातींमध्ये चीक आढळून येतो. या चिकात टर्पीन गटातील द्रव्ये असतात व त्यांचा हवेशी

संपर्क आल्यास ती साकळून घट्ट होतात. आपण या घट्ट पदार्थाला रबर म्हणतो. कीटकाने कोणतीही चिकाळ वनस्पती खाण्यास सुरुवात केली की तिच्यातून बाहेर पडणाऱ्या चिकात त्याचे तोंड व पाय लडबडतात व त्या चिकाचे रबरात रूपांतर झाले की कीटकाचे केवळ तोंडच नाही तर हालचालही बंद होते. वनस्पतीच्या पृष्ठभागाला जखम झाल्यास त्यातून बरेचदा डिंकही निघतो. याचाही असाच उपयोग होतो. चिकाचा व डिंकाचा उपयोग होण्यासाठी वनस्पतीला निदान जखम तरी व्हावी लागते. पण काही वनस्पती तर आपल्या पृष्ठभागावर नुसत्या बसलेल्या कीटकालासुद्धा अशाच प्रकारच्या एका यंत्रणेद्वारा मारून टाकतात. अशा वनस्पतींच्या पृष्ठभागावर नेहमी बारीक लव दिसते. ही लव म्हणजे एका चिकट पदार्थाने



भरलेल्या पेशीच असतात. त्यांवर कीटक बसला की त्याच्या स्पर्शाने या पेशी मोडतात, या तुटलेल्या पेशींमधून बाहेर पडणाऱ्या चिकट द्रावने तो कीटक जखडला जातो व बसल्याजागीच उपासमार होऊन मरतो. वनस्पतीच्या काही प्रजातींमध्ये या पेशींमध्ये चिकट पदार्थासोबतच कीटकांचे बाह्यारण व त्यांची प्रथिने विरघळवून टाकणारी वितंचकेही (म्हणजे एक प्रकारची रासायनिक द्रव्ये) आढळतात. अशा प्रकारच्या पेशी बटाट्याच्या एका रानटी प्रजातीत आढळतात. या गुणधर्माचे अनुक, पीक म्हणून घेतल्या जाणाऱ्या बटाट्याच्या प्रजातीत आणण्याचे प्रयत्न सध्या चालू आहेत, हे प्रयोग यशस्वी झाले तर बटाट्याच्या पिकावर कीटकनाशके उडविण्याची गरज भासणार नाही.

वरील उदाहरणे झाली कीटकांची वनस्पती खाण्याची शारीरिक क्षमता नष्ट करण्याच्या उपायांची. पण याशिवाय आपल्या पेशींमध्ये आपल्या भक्षकांना विषारी ठरतील अशा

पदार्थांची निर्मिती करणे, हा गुणधर्म सरसकट सर्व वनस्पतींमध्ये आढळून येतो. यांत अल्कलॉइड, टॅनिन, सॅपोनिन, स्टेरॉइड, हेमाग्युटिनीन, लेक्टिन, अल्कोहोल, अल्डेहाइड, प्रथिने, इ. विविध प्रकारच्या रसायनांची उपाययोजना केलेली आढळते. सध्या कीटकनाशक गुणधर्माबाबत कडुलिंबाचा जगभर बोलबाला झाला आहे. पण केवळ कडुलिंबच नव्हे तर सर्वच वनस्पतींमध्ये कोणते ना कोणते तरी कीटकनाशक द्रव्य आढळून येतेच. निसर्गात वनस्पतिभक्षक कीटकांच्या सुमारे तीन लक्ष प्रजाती आढळतात. परंतु वनस्पतीच्या कोणत्याही एका प्रजातीचा विचार केल्यास असे दिसून येईल की यांपैकी फक्त चारपाचच कीटकप्रजाती तिला अपाय करू शकतात. एवढेच नव्हे तर वनस्पतीच्या एका प्रजातीवर आढळणारे कीटक दुसऱ्या प्रजातीवर आढळत नाहीत. याचा अर्थ असा लावता येईल की वनस्पतींच्या पेशींमधील नैसर्गिक कीटकनाशक द्रव्यांमुळे वनस्पतींचे बहुसंख्य कीटकांपासून रक्षण होते. पण ही विषे पचविण्याचा गुणधर्म असलेल्या हाताच्या बोटांवर मोजता येतील इतक्या थोड्या कीटकप्रजातींपुढे मात्र या वनस्पतींचा काही उपाय चालत नाही. प्रत्येक वनस्पतिप्रजातीत वेगवेगळी कीटकनाशक रसायने असतात. उदाहरणार्थ ज्वारीच्या पानामध्ये दुरीन् नामक कीटकनाशक आढळते, तर कपाशीत गॉसिपॉल या कीटकनाशक तत्त्वाचा वापर

केला जातो. यामुळे एका वनस्पतिप्रजातीला अपाय करू शकणारे कीटक दुसऱ्या प्रजातीवर आढळत नाहीत. अशा प्रकारच्या नैसर्गिक कीटकनाशकांवर सध्या जोरात संशोधन चालू आहे. जर जनुकरोपणाने एका वनस्पतिप्रजातीत आढळणारे कीटकनाशक जनुक दुसऱ्या प्रजातीत घालता आले, तर आपणांस नजिकच्या भविष्यकाळात पिकांवर कृत्रिम कीटकनाशके उडविण्याची गरजच भासणार नाही.

वनस्पतींमधील अनेक रसायने सामान्य

तापमानात वायुरूपाने उडून जातात. अशा रसायनांमुळे प्रत्येक वनस्पतीला एक विशिष्ट गंध येतो. हा गंध जरी मानवी नाकाला समजू शकला नाही तरी या गंधाचा माग काढीत वनस्पतिभक्षक कीटक आपले भक्ष्य असणाऱ्या वनस्पतीला शोधून काढतात. परंतु निरोगी वनस्पती व कीटकांना बळी पडलेली वनस्पती यांच्या गंधातही फरक असतो. एकादा कीटक वनस्पतीची पाने कुरतडू लागला की तिच्या पेशींमधून इथिलीन, मेथिल जॅस्मोनेट किंवा मेथिल सॅलिसिलेट

वनस्पती - रसायनांचे कारखाने

वनस्पती स्वसंरक्षणासाठी जी विविध रसायने निर्माण करतात, त्याचा आपल्यालाही उपयोग होतो. यातील बरीच रसायने वेगवेगळ्या कामांसाठी वापरली जातात. काही उदाहरणे खाली दिली आहेत.

टर्पीन - हायड्रोकार्बन संयुगांतील $(C_5H_8)_n$ या रासायनिक रचनेच्या संयुगांना टर्पीन (terpene) असे म्हणतात. हे पदार्थ आयसोप्रिनचे (isoprene, C_5H_8) रेणू एकत्र बांधले जाऊन तयार होतात. सामान्य तापमानाला टर्पीन हा रंगहीन द्रव असून या गटातील बरीच संयुगे सुगंधी आहेत. वनस्पती स्वतःच्या संरक्षणासाठी निर्माण करत असलेले हे पदार्थ रबर व वनस्पतीजन्य तेलांच्या (essential oils) रूपाने आपल्याला उपयोगी पडतात.

अल्कलॉइड - या हायड्रोकार्बनी संयुगांच्या रेणूंमध्ये कड्यासारख्या रचनेत कमीत कमी एक तरी नायट्रोजन अणू असतो. वनस्पती स्वतःच्या संरक्षणासाठी बनवत असलेली या गटातील अनेक द्रव्ये वेगवेगळ्या औषधांत वापरली जातात. उदा. कोडिन, मॉर्फिन, क्लिनाईन इ.

टॅनिन - ही हायड्रोकार्बन संयुगे म्हणजे पॉलीहायड्रॉक्सीबेंझोइक आम्लापासून

यांसारखी वायुरूप रसायने बाहेर टाकली जातात. किड्यांच्या हल्ल्याने वनस्पतींमध्ये निर्माण होणाऱ्या या वैशिष्टपूर्ण गंधरसायनांना वायुरूप संप्रेरक असे म्हटले जाते. त्यांच्या वासाने आपल्यावर कीटकांचा हल्ला होत आहे, हा संदेश आजूबाजूच्या इतर पेशींना मिळतो व त्याने प्रेरित होऊन त्या पेशीही कीटकनाशक रसायने निर्माण करू लागतात. परंतु त्याचबरोबर कीटकांचा नायनाट करणाऱ्या गांधिलमाशांनाही या वायुरूप संप्रेरकांमुळे आपले भक्ष्य असणारे कीटक

कोठे आहेत ते समजते. वासाचा माग काढीत येणाऱ्या गांधिलमाशांच्या माद्या वनस्पतिभक्षक अळ्यांना डसतात व त्यांना अर्धमेल्या करून त्यांच्या शरिरात आपली अंडी घालतात. या अंड्यांतून बाहेर पडणारी गांधिलमाशीची पिळ्हे वनस्पतिभक्षक अळीच्या शरिरातच वाढतात व त्या अळीला पूर्णपणे पोखरून मारून टाकतात.

वर उल्लेखलेल्या वायुरूप संप्रेरकांमुळे केवळ हल्ला झालेल्या वनस्पतीच्याच कीटकनाशक यंत्रणा चेतवल्या जातात असे नव्हे तर तिच्या

बनलेल्या पदार्थाची मिश्रणे असतात. उदा. टॅनिक आम्ल. याचा उपयोग कातडी कमावण्यासाठी, तसेच कापड रंगवण्यासाठी व शाई तयार करण्यासाठी केला जातो.

सॅपोनिन - हे पदार्थ हायड्रोकार्बन संयुगांच्या ग्लुकोसाइड या गटात मोडतात. ही संयुगे ग्लुकोज व हायड्रॉक्सी संयुगांच्या रासायनिक प्रक्रियेतून निर्माण होतात. सॅपोनिन्स पाण्यात मिसळली असत फेस निर्माण होतो, त्यामुळे धुलाईच्या साबणात यांचा वापर केला जातो. सॅपोनिन निर्माण करणारी आपल्या परिचयातील एक वनस्पती म्हणजे शिकेकाई.

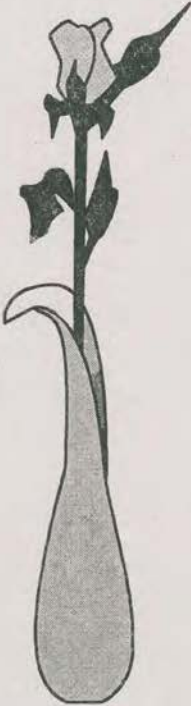
ही यादी अजूनही बरीच लांबवता येईल. एका दृष्टीने पाहिले तर वनस्पती म्हणजे उपयुक्त रसायनांचे कारखानेच आहेत. वनस्पतीची प्रत्येक प्रजाती वेगवेगळ्या कामांसाठी काही वैशिष्ट्यपूर्ण रसायनांची निर्मिती करत असते. निसर्गात हे वैविध्य इतक्या प्रचंड प्रमाणात आहे, की अजून आपल्याला त्याचा पुरता आवाकाही कळलेला नाही. वनस्पतीजन्य रसायनांचे सर्व उपयोगही अजून आपण जाणलेले नाहीत. त्यामुळे कोणती वनस्पती बनवत असलेले कोणते रसायन आपल्याला केव्हा आणि कशासाठी उपयोगी पडेल, हे सांगणे अवघड आहे. पृथ्वीवरील जैविक विविधतेचे रक्षण करण्याच्या आवश्यकतेमागचे हे एक महत्त्वाचे कारण आहे.

आजूबाजूच्या इतर वनस्पतींच्या कीटकनाशक यंत्रणाही जाग्या केल्या जातात. या गुणधर्माचा वापर करून वनस्पतिजन्य रबराचे व डिकाचे उत्पादन वाढविण्यात शास्त्रज्ञांना यश लाभले आहे. ईथ्रेल नामक एका रसायनाचा हवेशी संपर्क झाला की त्यातून इथिलीन् हे वायुरूप संप्रेरक बाहेर पडते. इथिलीनच्यायोगे वनस्पतींच्या अनेक प्रतिकारक क्रियांना चालना मिळते. वनस्पतींच्या पृष्ठभागास जखम झाली की तिच्यातून चीक किंवा डिक पाझरू लागतो, याचा उल्लेख आधी आलेला आहेच. अशा वनस्पतीवर जर ईथ्रेलचा फवारा मारला, तर रबर किंवा डिक पाझरण्याचा वेग वाढतो.

वनस्पतींवर केवळ कीटकांचाच नाही तर विषाणु, जीवाणु व बुरश्या अशा सूक्ष्म परोपजीवींचाही हल्ला होतो, व याही हल्ल्याला तोंड देण्यासाठी वनस्पती मुख्यतः आपापल्या प्रजातीनुसार विशिष्ट रसायनांचाच वापर करतात. जंतूंच्या हल्ल्याला तोंड देण्यासाठी प्राण्यांच्या शरिरात प्रतिपिंडे नामक प्रथिने निर्माण केली जातात, पण ही प्रतिपिंडे प्रत्येक सूक्ष्म जंतूंच्या प्रजातीनुसार व प्रकारानुसार भिन्न भिन्न असतात व त्यांचा उपयोग केवळ त्याच एका विशिष्ट जंतूचा नाश करण्यासाठी होतो. याउलट वनस्पतींमधील संरक्षक पदार्थ जंतूंच्या जार्तीनुसार भिन्न भिन्न नसून संसर्ग कोणत्याही जंतूचा झाला तरी त्याचा प्रतिकार एकाच प्रकारच्या रसायनांद्वारा केला जातो. या

पदार्थांना शास्त्रीय परिभाषेत फायटोअॅलेक्झीन असे म्हणतात. ही संरक्षकद्रव्ये रासायनिकदृष्ट्या बरीच गुंतागुंतीची असल्याने त्यांच्या निर्मितीसाठी वनस्पतींना बरीच ऊर्जा खर्चावी लागते. त्यामुळे फायटोअॅलेक्झीन रसायनांची जेव्हा गरज पडेल तेव्हाच त्यांची निर्मिती केली जाते. ज्या रासायनिक संदेशवाहकाद्वारा फायटोअॅलेक्झीननिर्मितीला चालना मिळते त्या संदेशवाहकाला फायटोअॅलेक्झीन एलिसिटर (फा.ए.) असे म्हटले जाते. वनस्पतीवर प्रत्यक्ष रोग पडण्याआधीच जर तिच्यावर फा.ए. चा फवारा मारला, तर तिची नैसर्गिक प्रतिकारशक्ती जागृत होऊन ती वनस्पती पुढे येणाऱ्या रोगांना यशस्वीरीत्या तोंड देऊ शकते. त्यामुळे फा.ए. रसायने कोणती हे समजल्यास त्यांचा वापर करून पिकांचा रोगांपासून बचाव करणे व औषधांवरिल खर्च आणि पर्यावरणाचे प्रदूषण कमी करणे, असे विविध प्रकारचे फायदे संभवतात. १९८० च्या दशकात अमेरिकेतील संयुक्त संस्थानांमध्ये तंबाखूच्या मोझेक् विषाणूवर संशोधन करणाऱ्या संशोधकांना असे आढळले, की विषाणूची लागण झालेल्या वनस्पतींमध्ये विषाणुबाधेची दृश्य चिन्हे दिसू लागण्यापूर्वीच तिच्या पानांमधील सॅलिसिलिक आम्लाचे प्रमाण निरोगी पानांच्या पाचपट वाढते व अशा पानांमधील विषाणुनिरोधी प्रथिनांचे प्रमाणही वाढू

लागते. याच सुमारास स्वित्झर्लंडमधील एका कंपनीच्या संशोधकांनी असे दाखवून दिले की भोपळावर्गीय वनस्पतींमध्ये सॅलिसिलिक आम्लाच्या फवारणीने बुरशीविरोधक रसायनांच्या निर्मितीला चालना मिळते. सॅलिसिलिक आम्लाचा हा गुणधर्म कोणत्याही औषधालयात अॅस्परीन या नावाने मिळणाऱ्या अॅसेटिल सॅलिसिलिक आम्ल या रसायनातही आढळून आला आहे. त्यामुळे अॅस्परीनच्या गोळ्या पाण्यात विरघळवून त्या द्रावणाची पिकावर नियमित फवारणी केल्यास पिकावरील संभाव्य रोगाचा प्रादुर्भाव टाळता येतो.



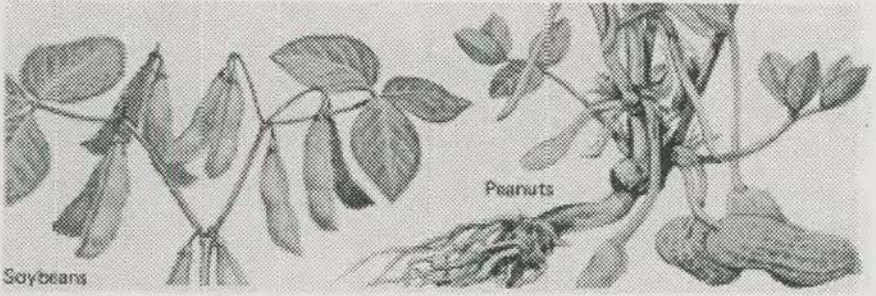
याचा पडताळा तुम्हाला घरच्या घरी सुद्धा घेता येईल. दोन फुलदाण्यांमध्ये पाणी भरून त्यांपैकी एकात एक अॅस्परीनची गोळी विरघळवा. मग या दोन्ही फुलदाण्यांमध्ये कोणत्याही वनस्पतीच्या ताज्या कापलेल्या प्रत्येकी दहा दहा काड्या (पानांसकट) उभ्या करून ठेवा. रोजच्या रोज प्रत्येक फुलदाणीतल्या काड्यांचे निरीक्षण करून ज्याची पाने कोमेजली आहेत, अशा काड्या फुलदाणीतून काढून टाका, व जेवढे पाणी कमी झाले असेल तेवढे पुन्हा भरा. या प्रयोगात शेवटी असे आढळून येईल, की ज्या फुलदाणीच्या पाण्यात अॅस्परीन विरघळलेले होते, त्यातल्या काड्या अधिक काळ टवटवीत राहिल्या. याचे कारण असे, की काड्यांचा पाण्यात बुडलेला भाग बुरशी अगर जीवाणूंमुळे कुजतो व अशा प्रकारे कुजलेल्या काड्यांची पाने लवकर कोमेजतात. याउलट ज्या फुलदाणीच्या पाण्यात अॅस्परीन विरघळविलेले आहे त्या फुलदाणीतल्या काड्या अधिक दिवस निरोगी राहतात व निरोगी काड्यांद्वारा पाणी योग्य प्रकारे खेचले जात असल्याने त्या अधिक काळ टवटवीत राहतात.



(एप्रिल-मे २००१)

नायट्रोजनचे स्थिरीकरण

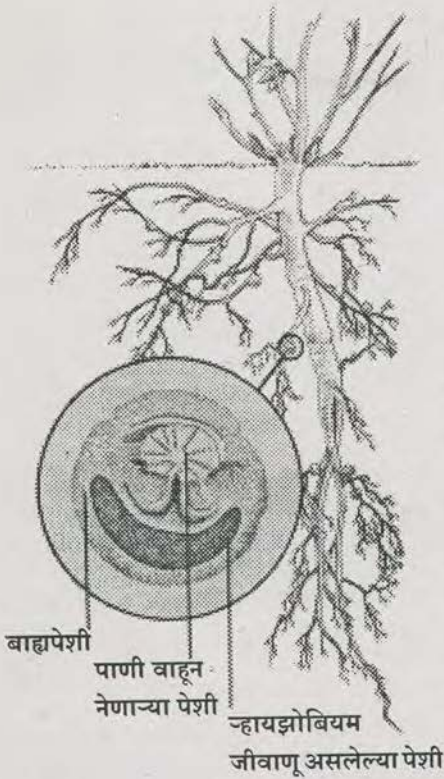
लेखक : आ. दि. कर्वे



नायट्रोजन - हवेत ज्याचं प्रमाण सर्वाधिक आहे असा वायू! वनस्पतींना त्यांच्या वाढीसाठी तर प्राण्यांना प्रथिनांसाठी नायट्रोजनची आवश्यकता असते. पण आपण तो ऑक्सिजनप्रमाणे श्वसनातून घेऊन वापरू शकत नाही. मग तो कसा मिळवला जातो ते पाहू.

सर्व जीवमात्रांना नायट्रोजनयुक्त पदार्थांची, विशेषतः प्रथिनांची गरज असते. जमिनीत आणि पाण्यातही नायट्रोजनयुक्त क्षार थोड्याबहुत प्रमाणात आढळतात. ते या माध्यमांमध्ये आढळणाऱ्या वनस्पतींद्वारा शोषले जातात आणि वनस्पतींच्या पेशींमध्ये त्यांचे सेंद्रीय संयुगांमध्ये रूपांतर केले जाते.

प्राण्यांना आपल्या चयनासाठी आवश्यक असणारे नायट्रोजनयुक्त पदार्थ वनस्पतींद्वाराच मिळतात. परंतु याशिवाय काही सूक्ष्मजीव वातावरणातल्या नायट्रोजन वायूपासून स्वतःच्या वाढीला आणि चयनाला आवश्यक अशी नायट्रोजनयुक्त संयुगे बनवू शकतात. या क्रियेला नायट्रोजनचे



की कडधान्यांना हवेतला नायट्रोजन वापरता येत असला पाहिजे. आता आपल्याला माहित झाले आहे की कडधान्यकुळातल्या वनस्पतींच्या मुळांवर असणाऱ्या गुठळ्यांमधील ऱ्हायड्रोबियम गोत्रातल्या जीवाणूंद्वारा हवेतील नायट्रोजन वायूपासून सेंद्रीय पदार्थाची निर्मिती केली जाते.

कृषिक्षेत्रात उपयोगी ठरलेल्या वनस्पतींमध्ये कडधान्ये (म्हणजे मूग, मटकी, चवळी, वाल, हरभरा, तूर वगैरे) आणि कडधान्यांच्या कुळातील इतर वनस्पती (म्हणजे भुईमूग, सोयाबीन, घेवडे, लसूणघास इ.) वगळल्यास इतर सर्व पिकांना नायट्रोजनयुक्त खते द्यावी लागतात. त्याचे प्रमाण अल्पमुदतीच्या गहू किंवा संकरित ज्वारीला द्याव्या लागणाऱ्या हेक्टरी १०० किलो नायट्रोजनपासून उसासारख्या दीर्घ मुदतीच्या पिकाला द्यावा लागणाऱ्या हेक्टरी २५० किलोग्राम नायट्रोजन इतके असू शकते. नायट्रोजनयुक्त खतेसुद्धा हवेतील नायट्रोजन वायूपासूनच निर्मिली जातात. पण यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या हाबर्-बॉश (Haber-Bosch) पद्धतीत ४००० सेल्सियस तापमान आणि २०० वातावरणांचा दाब यांची जरूरी असल्याने ऊर्जेचा फार प्रचंड प्रमाणात वापर करावा लागतो. प्रतिवर्षी या पद्धतीने जगात सुमारे तीन कोटी टन नायट्रोजनचे अमोनियात रूपांतर केले जाते, तर जैव स्थिरीकरणाने प्रतिवर्षी

स्थिरीकरण (nitrogen fixation) असे नाव आहे.

पृथ्वीभोवती असणाऱ्या वातावरणापैकी सुमारे ७९ टक्के प्रमाण हे नायट्रोजन वायूचेच असते. सन १८८८ मध्ये दोन जर्मन शास्त्रज्ञ, हेल्रीगेल (Hellriegel) आणि विल्फार्थ (Wilfarth) यांनी कडधान्य कुळातील वनस्पतींच्या वाढीचा वेग व त्यांच्यापासून मिळणाऱ्या उत्पन्नात आढळणाऱ्या नायट्रोजनयुक्त संयुगांचे प्रमाण यांची तृणधान्यांशी तुलना करून असे दाखवून दिले

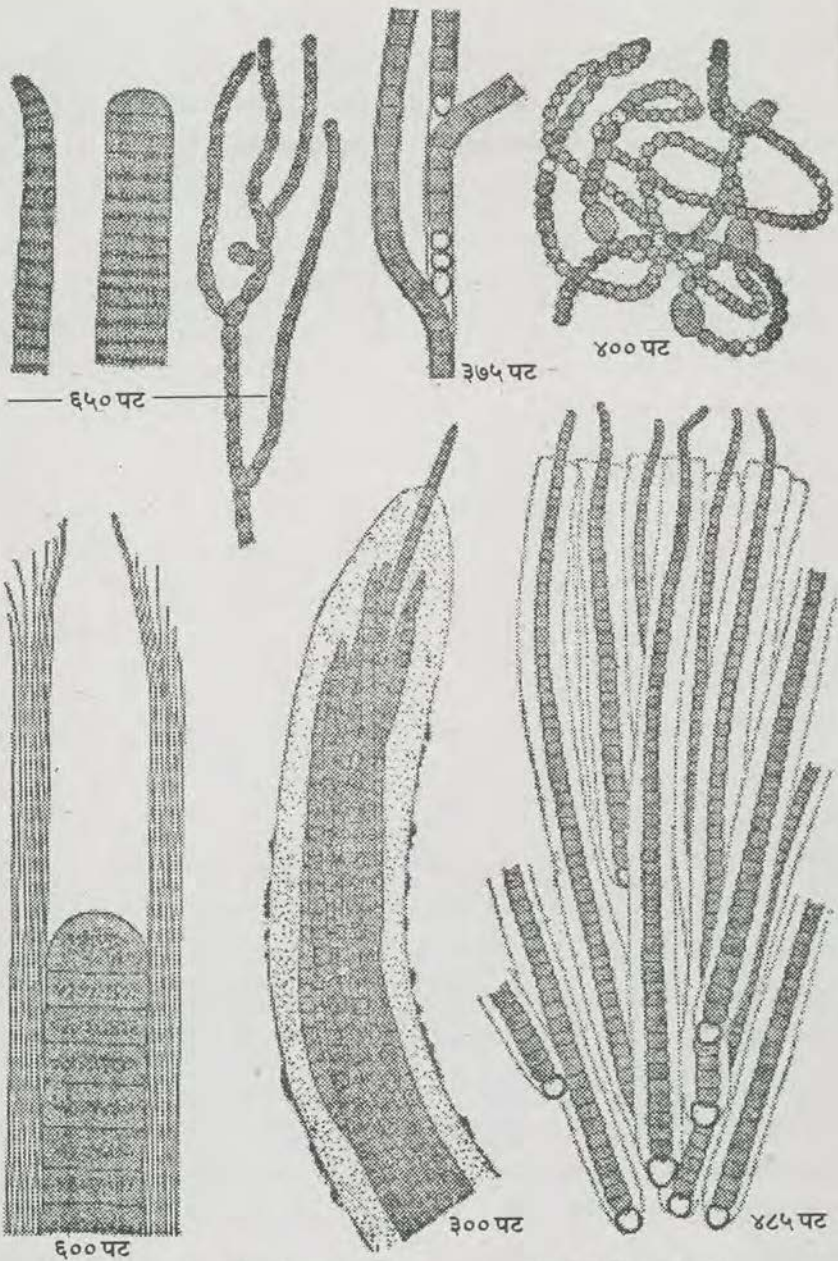
याच्या दसपटीहूनही अधिक नायट्रोजनचे स्थिरीकरण केले जात असावे असा अभ्यासकांचा अंदाज आहे.

नायट्रोजनच्या जैव स्थिरीकरणाचा सध्या जगात सर्वत्र मोठ्या प्रमाणात व सखोल अभ्यास करण्यात येत आहे. या क्रियेत वापरली जाणारी ऊर्जा प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षरित्या सूर्याकडूनच म्हणजे विनामूल्य मिळत असल्याने जैव स्थिरीकरणाने मिळणारे नायट्रोजनयुक्त पदार्थ वापरून शेतीला लागणाऱ्या नायट्रोजनयुक्त खतांवरील खर्च कमी करणे हा यामागचा मुख्य उद्देश आहे. यात नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांचा शेतीत प्रत्यक्ष उपयोग करणे आणि नायट्रोजनचे स्थिरीकरण घडवून आणणाऱ्या जनुकांचे शेतीला उपयुक्त अशा वनस्पतींमध्ये रोपण करून त्यांना नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वावलंबी बनवणे, अशा दोन पर्यायांचा अभ्यास केला जात आहे. या अभ्यासाचा आपण थोडक्यात आढावा घेऊ.

नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करणारे जैव घटक अनेक प्रकारचे आहेत. त्यापैकी प्रकाश ऊर्जेचा वापर करणाऱ्या घटकांमध्ये नीलहरित शैवाले आणि प्रकाश संश्लेषक जीवाणू हे प्रमुख आहेत. या दोन गटांपैकी शेतीच्या दृष्टीने नीलहरीत शैवालेच उपयोगी पडतात. या वर्गातल्या घटकांना व्यवहारात जरी 'शैवाल' असे म्हटले जात असले तरी

त्यांची गणना शास्त्रीय दृष्टीने सायानोबॅक्टीरिया (Cyanobacteria) या नावाने जीवाणूंच्या वर्गातच केली जाते.

नीलहरित शैवालांच्या पेशीमध्ये प्रकाश संश्लेषण (photosynthesis) करण्यासाठी क्लोरोफिलच्या जोडीला फायकोसायानीन व फायकोएरिथ्रिन ही दोन पूरक रंगद्रव्येहि कमी अधिक प्रमाणात आढळतात. या पूरक रंगद्रव्यामुळे या शैवालांना प्रकाशातल्या हिरव्या व पिवळ्या किरणांमधील ऊर्जेचाही प्रकाश संश्लेषणासाठी वापर करता येतो. याचा फायदा असा, की हिरव्या पानांमध्ये असणाऱ्या क्लोरोफिलने निळा व लाल प्रकाश शोषून घेतल्यानंतर त्यातून खाली जाणारा हिरवा व पिवळा प्रकाश या वनस्पतींखालील दमट मातीवर वाढणाऱ्या नीलहरित शैवालांना वापरता येतो. नीलहरित शैवाले हवेतल्या नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करू शकत असल्याने त्यांचा अभ्यास करून त्यातल्या विशेष कार्यक्षम अशा शैवालजातींचा भातशेतीत उपयोग करावा या उद्देशाने सध्या भारतात बऱ्याच ठिकाणी संशोधन चालू आहे. या प्रयोगांमध्ये असे आढळले आहे की भातखाचरात या शैवालांचे संवर्धन घातल्यास भाताच्या उत्पन्नात १० ते २० टक्क्यांनी वाढ होते. पण हा या शैवालांनी स्थिर करून भातपिकाला दिलेल्या नायट्रोजनचा परिणाम आहे असे



नीलहरित शैवाले : ३०० ते ६५० पट मोठी केलेली चित्रे

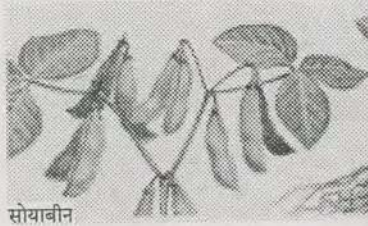
मात्र खात्रीलायक म्हणता येणार नाही. नीलहरित शैवाले आपल्या अन्नाच्या बाबतीत स्वावलंबी असल्याने त्यांना नायट्रोजनच्या स्थिरीकरणासाठी लागणारी ऊर्जाही स्वतःच खर्चावी लागते. अशाप्रकारे स्वावलंबी जीवन जगणाऱ्या जीवांनी आपली स्वतःची ऊर्जा खर्चून स्थिर केलेला नायट्रोजन अन्य पिकांना देणे हे असंभवनीय वाटते. नीलहरित शैवालांचे बाबतीत प्रस्तुत लेखकाने काही प्रयोग केले असता त्यास असा पुरावा मिळाला की नीलहरित शैवाले उच्च वनस्पतींना वृद्धिजनक संप्रेरके पुरवून त्यांची वाढ अधिक झपाट्याने घडवून आणतात. नीलहरित शैवाले दमट जमिनीच्या पृष्ठभागावर व भातखाचरातील पाण्यात वाढतात. अशा पर्यावरणात त्यांना मुख्यतः हरितशैवालांबरोबर स्पर्धा करावी लागते, उच्च वनस्पतींची पाने व हरितशैवाले या दोहोंमध्ये प्रकाश संश्लेषणासाठी क्लोरोफिल अ व क्लोरोफिल ब ही रंगद्रव्ये असतात. त्यामुळे दाट पर्णसंभारातून खाली येणाऱ्या प्रकाशात हरित शैवाले वाढू शकत नाहीत, पण आपल्या फाय्कोसायानीन व फाय्कोएरिथ्रिन या रंगद्रव्यांच्या साहाय्याने नीलहरित शैवाले मात्र अशा प्रकाशातही प्रकाश संश्लेषण करू शकतात, त्यामुळे वर सावलीचे छत्र धरणाऱ्या उच्च वनस्पतींची चांगली वाढ झाली, आणि त्यांची सावली चांगली दाट झाली, तर हरितशैवालांना

आवश्यक अशा नील व रक्त प्रकाशाची कमतरता निर्माण होऊन हरितशैवालांची पीछेहाट होते व नीलहरित शैवालांना अक्षरशः रान मोकळे सापडते. याच कारणासाठी नीलहरित शैवाले भात पिकाला 'मदत' करतात.

याशिवाय स्पाय्‌रूलीना (spirulina) या गोत्रातल्या नीलहरित शैवालांचा मानवी खाद्य म्हणून उपयोग करण्याविषयीही भारतात संशोधन चालू आहे. अमेरिका खंडातील मेक्सिको देशातल्या टेक्सकोको नामक सरोवराच्या व आफ्रिका खंडातल्या चाड देशातल्या अनेक तळ्यांच्या पाण्यात खाण्याचा सोडा (sodium bicarbonate) विरघळलेला असतो. त्यामुळे त्या पाण्याचा आम्लविम्लनिर्देशांक (pH) १० ते ११ इतका उच्च असतो. आम्लारीचे इतके उच्च प्रमाण असणाऱ्या पाण्यात फारच थोडे जीवमात्र वाढू शकतात व त्यापैकी एक म्हणजे स्पाय्‌रूलीना. या पाण्यात मासे जिवंत राहू शकत नसल्याने या शैवालाला नैसर्गिक शत्रू असा नसतोच व त्यामुळे त्याची अशा तळ्यांमध्ये अनिर्बन्ध वाढ होते. वर दिलेल्या दोन्ही देशांमध्ये पाण्यावर तरंगणाऱ्या या शेवालाचे थर पाण्यातून काढून ते उन्हात वाळवतात आणि या शुष्कशैवालाचा मानवी अन्नत उपयोग करतात. नायट्रोजन वायूचे स्थिरीकरण करण्याच्या आपल्या गुणधर्मांमुळे स्पाय्‌रूलीनाच्या वाळवलेल्या पेशींमध्ये

त्यांच्या शुष्कभाराच्या ७० टक्क्यांपर्यंत प्रथिने आढळतात. हरितशैवालाच्या पेशिकांभोवती असणारी सेल्युलोजयुक्त पेशिभित्तिका नीलहरित शैवालांमध्ये आढळत नसल्याने मानवी उदरात स्पायूरूलीनाचे पचन होण्यात कोणतीच अडचण येत नाही.

एकपेशीय जीवांच्या वाढीचा वेग बहुपेशीय जीवांच्या वाढीच्या वेगाहून अधिक तर असतोच पण शिवाय ही संपूर्ण पेशीच अन्न म्हणून वापरली जात असल्याने त्यात त्याज्य असा भाग कोणताच नसतो. याउलट शेतात



सोयाबीन

पिकणाऱ्या पिकांपैकी फक्त बिया, कंद किंवा फळे असा एखादा विशिष्ट भागच मानवी अन्न म्हणून उपयोगी पडत असल्याने एकूण उत्पन्नापैकी केवळ काही अंशच वापरला जातो. या हिशेबाने बागायती शेतीत दरवर्षी ३ पिके घेतली तरीही मिळणारे उत्पन्न हेक्टरी १५ टनांचे आसपास येते. याच्या तुलनेने स्पायूरूलीनाचे उत्पादन प्रतिवर्षी हेक्टरी ५० टन मिळू शकते ! यामुळे सध्या जगात विविध ठिकाणी स्पायूरूलीनाचे संवर्धन व्यापारी तत्त्वावर करण्याचे प्रयत्न चालू आहेत. भारतात मद्रास येथील मुरुगप्पा चेड्डियार अनुसंधान संस्थेत याबाबत एक मोठा प्रकल्प

हाती घेण्यात आला आहे. महाराष्ट्रात बुलढाणा जिल्ह्यातील लोणार या गावातल्या एका तळ्यात स्पायूरूलीनाची नैसर्गिक वाढ आढळली आहे व वर्धा येथील सेंट ऑफ सायन्स फॉर व्हिलेजेस या संस्थेत या वाणाचे कृत्रिम संवर्धन करण्यासंबंधी प्रयोग चालू आहेत.

भाताच्या खाचरात मुबलक पाणी उपलब्ध असल्याने त्यात नीलहरित शैवालांचे संवर्धन करणे शक्य असते, पण इतर पिकांमध्ये शैवाल वाढण्याइतके पाणी ठेवता येत नसल्याने त्यांना नायट्रोजन उपलब्ध करून

देण्यासाठी अॅझोटोबॅक्टर (Azotobacter) आणि अॅझोस्पिरिलम (Azospirillum) या दोन गोत्रांच्या जीवाणूंचा उपयोग केला जातो. हे दोन्ही जीवाणू जमिनीत उपलब्ध असणाऱ्या सेंद्रीय अन्नघटकांवर उपजीविका करतात, पण स्वतःला लागणारे नायट्रोजनयुक्त घटक मात्र हवेतील नायट्रोजनच्या स्थिरीकरणाने मिळवतात. या जीवाणूंच्या मृत्यूनंतर त्यांच्या पेशिकांमधील प्रथिने कुजून त्यांचे नायट्रोजनयुक्त क्षारांमध्ये रूपांतर होते आणि हे क्षार उच्च वनस्पतींना त्यांच्या मुळ्यांमार्फत उपलब्ध होतात.

ज्यात नायट्रोजनचे क्षार नाहीत पण इतर

सॅंद्रीय पदार्थ मुबलक आहेत अशा जमिनीत अॅंझोटोबॅक्टरची वाढ चांगली होते. त्यामुळे पिकांना नुसते सॅंद्रीय खत जरी मुबलक प्रमाणात दिले, तरी त्या जमिनीत कालांतराने आपोआपच अॅंझोटोबॅक्टरची संख्या वाढते. त्यामुळे ज्या जमिनीत सॅंद्रीय पदार्थ अधिक असतात, अशा जमिनीतल्या पिकांना उपलब्ध असणारे नायट्रोजनचे प्रमाणही अधिक असते. म्हणून माती परीक्षण करतांना बरेचदा त्यातील नायट्रोजनच्या प्रमाणाचे प्रत्यक्ष मापन न करता केवळ सॅंद्रीय कार्बनचे प्रमाण काढून त्याच्यावरून नायट्रोजनच्या प्रमाणाचा अंदाज केला जातो. जमिनीतले सॅंद्रीय पदार्थ वापरून हवेतल्या नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करण्याच्या गुणधर्माचा उपयोग करून वर उल्लेखलेल्या सेंटर ऑफ सायन्स फॉर व्हिलेजेस या संस्थेने सॅंद्रीय खत तयार करण्याची 'नाडेप' पद्धती विकसित केली आहे. या पद्धतीत शेतातला त्याज्य सॅंद्रीय माल आणि शेतातलीच माती यांचे एकावर एक थर देतात. एरवी सॅंद्रीय पदार्थापासून खत बनविताना ते एका खड्ड्यात गाडून त्यात ऑक्सिजनचा प्रवेश होऊ न देण्याची खबरदारी घेतली जाते. पण 'नाडेप' पद्धतीत ही प्रक्रिया जमिनीच्या पृष्ठभागावर घडवून आणली जाते आणि तिला हवा मिळेल अशीही सोय त्यात केली जाते. 'नाडेप' पद्धतीत मातीत निसर्गतःच उपलब्ध असणाऱ्या अॅंझोटोबॅक्टर जीवाणूंना सॅंद्रीय

पदार्थ उपलब्ध झाले की त्यांचा नायट्रोजन-स्थिरीकरणाचा वेग वाढतो आणि या ढिगातले कार्बनचे प्रमाण कमी होत जाऊन नायट्रोजनचे प्रमाण वाढत जाते. या नैसर्गिक किण्वनाने तयार होणाऱ्या खतात त्याच्या वजनाच्या सुमारे ६० टक्के इतकी निव्वळ माती असूनही त्याची प्रत उत्कृष्ट शेणखताइतकीच चांगली असते.

अॅंझोटोबॅक्टरमुळे पिकाला केवळ नायट्रोजनयुक्त संयुगेच नव्हेत तर वृद्धिजनक संप्रेरक सुद्धा दिले जातात. त्यामुळे बियाणाला पेरण्यापूर्वी अॅंझोटोबॅक्टरचे संवर्धन किंवा हे जीवाणू ज्या माध्यमात वाढवले आहेत असे पेशीविरहीत माध्यम जरी लावले तरी या संप्रेरकांमुळे पिकात १० ते २० टक्क्यांनी वाढ होते.

उष्ण कटिबंधात वाढणाऱ्या गवताच्या अनेक जातीच्या मुळांच्या सान्निध्यात व मुळांच्या आतही अॅंझोस्पिरिलम हा नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करणारा जीवाणू सापडतो. याचा शोध पहिल्याने ब्राझील देशातली एक संशोधिका श्रीमती डोबेरायनर यांनी लावला. त्यानंतर भारतात करण्यात आलेल्या पाहणीत असे आढळून आले की ज्वारी, बाजरी व इतरही सर्व भारतीय तृणधान्यांच्या मुळांच्या संपर्कात अॅंझोस्पिरिलम आढळतो. दिल्लीतील भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थेतर्फे आता अॅंझोस्पिरिलमचे संवर्धन करून त्यापासून

बियाणाला लावण्यायोग्य असे मिश्रण तयार करण्याची पद्धती विकसित करण्यात आली आहे. कोरडवाहू धान्यपिकांना शेतकरी कोणतीच रासायनिक खते घालीत नाही. अशा प्रकारचे पीक घेताना जर अँझोस्परिलमची प्रक्रिया केलेले बी वापरले तर उत्पन्नात १५ ते ८० टक्क्यांची वाढ होऊ शकते.

वर दिलेल्या तीन जीवाणूशिवाय शेतीला उपयोगाचा आणि पिकांना नायट्रोजनयुक्त संयुगे देणारा जीवाणू म्हणजे ऱ्हायड्रोबियम. या गोत्रातले जीवाणू कडधान्यकुळातल्या



वनस्पतीच्या मुळांवर गुठळ्या निर्माण करतात व त्यांच्यातच राहतात. तेथे त्यांना आपल्या यजमान वनस्पतीकडून कार्बनयुक्त पदार्थ मिळतात व त्यांचा वापर करून ऱ्हायड्रोबियम जीवाणू हवेतल्या नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करतात व त्यापासून उत्पन्न होणारे नायट्रोजनयुक्त सेंद्रीय पदार्थ आपल्या यजमान वनस्पतीला देतात. ऱ्हायड्रोबियमद्वारा नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करताना घडून येणाऱ्या विविध क्रियांमध्ये हायड्रोजनचीही निर्मिती होते, परंतु त्याचा पुढे जर चयनात वापर केला गेला नाही तर त्यावर खर्चलेली ऊर्जा वाया जाते.

ऱ्हायड्रोबियमच्या काही विशिष्ट वाणांमध्ये हा हायड्रोजन वाया न घालवता त्याचा आपल्या चयनात उपयोग केला जातो. ही क्रिया ज्या जनुकाद्वारे घडवून आणली जाते, त्यास हायड्रोजन अप्टेक किंवा hup जनुक असे म्हणतात. असे जनुक ज्यांच्यात आहे, अशा ऱ्हायड्रोबियमच्या वाणाला 'hup+' वाण असे म्हणतात ते नसलेल्या वाणांना hup- वाण असे म्हणतात. नायट्रोजनच्या

स्थिरीकरणात hup+ वाणे ही hup- वाणांच्या मानाने अधिक कार्यक्षम असतात असे बरेचदा आढळून आलेले आहे.

नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करणाऱ्या इतर जीवाणूप्रमाणे ऱ्हायड्रोबियमचेही संवर्धन बियाणाला चोळून किंवा बियाणासोबत जमिनीत घालात. मात्र यात विशिष्ट जातीच्या बियांबरोबर त्या जातीच्या वनस्पतींवर ज्याने गुठळ्या निर्माण होतील अशा 'जोडीदार' जातीच्या ऱ्हायड्रोबियमच्या संवर्धनाचाच उपयोग करावा लागतो. ऱ्हायड्रोबियम व कडधान्याची जर जोडी जमत नसेल तर त्या कडधान्याच्या मुळांवर गुठळ्या निर्माण होणार नाहीत. भुईमुगाच्या मुळांवर गुठळ्या उत्पन्न करील अशा जातीचा ऱ्हायड्रोबियम जगात सर्वत्र नैसर्गिकरित्याच उपलब्ध होता.

त्यामुळे भुईमूग हे मूळचे अमेरिका खंडातले पीक असूनही उष्ण कटिबंधातल्या सर्व देशांमध्ये त्याचा विनासायास प्रसार झाला. भारतात तर एकूण खाद्यतेलाच्या ५० टक्के तेल भुईमुगापासून मिळते. याउलट सोयाबीनला आवश्यक असणारा ऱ्हायझोबियम जापोनिकम (*Rhizobium Japonicum*) हा जीवाणू केवळ अतिपूर्वेकडील देशांच्या जमिनीतच असल्याने त्या पिकाचा इतर देशांमध्ये फारसा प्रसार झाला नाही. अतिपूर्वेच्या देशांव्यतिरिक्त जेथे जेथे सोयाबीनची लागवड सुरू केली, तेथे तेथे बियाणाबरोबर ऱ्हायझोबियम जापोनिकमच्या संवर्धनाचा वापर करावा लागला.

नायट्रोजनचे स्थिरीकरण घडवून आणणाऱ्या जनुकांचे वनस्पतींच्या पेशींमध्ये रोपण करण्याच्या दृष्टीने जगभर संशोधन चालू आहे. या दृष्टीने क्लेब्सिएला न्युमोनीअे (*Klebsiella pneumoniae*) या जीवाणूच्या जनुकांचा आजवर सर्वात सखोल अभ्यास करण्यात आला आहे. या अभ्यासात असे आढळले आहे की नायट्रोजनच्या स्थिरीकरणासाठी एकूण १७ जनुकांची आवश्यकता असून ती एका साखळीप्रमाणे एकमेकांना जोडलेली असतात. जीवाणुंमध्ये आढळणाऱ्या प्लास्मिड नामक एक लहान व वर्तुळाकार डी एन्-अे-रेणूचा उपयोग वाहक म्हणून

करून ही जनुके दुसऱ्या जीवाणूच्या पेशीत घालता येतात. या प्रणालीचा वापर करून एशेरिशिया कोली (*Escherichia coli*) या मानवी विष्ठेत सापडणाऱ्या जीवाणूत व इतर सुमारे २० वेगवेगळ्या गोत्रातल्या जीवाणूंच्या पेशींमध्ये या जनुकांचे रोपण करणे शक्य झाले. रोपण केलेली जनुके आपल्या यजमान पेशीत कार्यरत तर राहतातच पण प्रत्येक पेशिविभाजनात ती आपल्या पुढल्या पिढ्यांनाही दिली जातात. या यशामुळे जनुकरोपणाच्या तंत्राने उच्च वनस्पतींनाही नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वावलंबी बनविता येईल अशी आशा आता उत्पन्न झाली आहे, पण असे करणे कितपत व्यवहार्य आहे हा मुद्दा अजून विवाद्य आहे.

या वादाची एक बाजू अशी की उच्च वनस्पतींनी स्वतःच नायट्रोजनस्थिरीकरण केल्यास त्यांनी केलेल्या एकूण प्रकाशसंश्लेषणापैकी २५ टक्के ऊर्जा नायट्रोजनस्थिरीकरणात खर्ची पडेल. याचाच अर्थ त्यांचे उत्पादन सुमारे २५ टक्क्यांनी घटेल. उदाहरणार्थ महाराष्ट्रात हायब्रिड ज्वारी पिकाला हेक्टरी १०० किलो नायट्रोजन द्यावा अशी शिफारस आहे व एवढ्या प्रमाणात रासायनिक खते दिल्यास या पिकापासून सुमारे ५ ते ६ टन धान्य व २५ बैलगाड्या भरून कडवा निघतो. आपण जनुकरोपणाने ज्वारी पिकाला नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण बनविले, तर आपण १००

किलो नायट्रोजनची, म्हणजे सुमारे रुपये १२०० ची बचत करू शकू. पण त्याच्या बदल्यात आपल्याला सुमारे १ ते १।। टन धान्य (रुपये ७००० ते १००००) आणि सुमारे सहा बैलगाड्या भरून कडबा (रुपये ५०००) एवढी घट सोसावी लागेल.

परंतु या वादाला दुसरीही एक बाजू आहे. पावसाच्या अनिश्चिततेमुळे महाराष्ट्रातल्या कोरडवाहू शेतीत कोणत्याच प्रकारची खते वापरली जात नाहीत. खते न वापरता घेतलेल्या कोरडवाहू ज्वारीपासून दर हेक्टरी सरासरीने फक्त ६०० किलोग्राम इतक्या धान्याचे उत्पादन होते. वर दिलेल्या उदाहरणात आपण पाहिले आहे की नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण असणाऱ्या ज्वारी पिकाला कोणतेही नायट्रोजनयुक्त खत घातले नाही तरी त्याचे उत्पन्न ४ ते ४।। टन

मिळू शकते. याचाच अर्थ असा होतो की कोरडवाहू धान्यपिकांमध्ये जर नायट्रोजनच्या स्थिरीकरणाची क्षमता असेल, तर ते पीक अशी क्षमता नसलेल्या पिकाच्या सहा ते सात पट उत्पादन देऊ शकेल.

शिवाय जगातले ऊर्जेचे स्रोत दिवसेंदिवस घटत चालले असल्याने नायट्रोजनयुक्त रासायनिक खतांच्या किमती कालावधीने इतक्या वाढणार आहेत की आपल्याला शेवटी नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण अशा वनस्पतींचीच पैदास करावी लागणार आहे.



(जून-जुलै २००१)

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक



मुलांच्या विकासात शिक्षणाचा आणि शिक्षकांचा मोठा वाटा असतो. त्यामुळे पालक आणि शिक्षक दोघांच्या दृष्टिकोनातून विचार करून 'पालकनीती' ठरवायला हवी.

या विचारांसाठी व्यासपीठ - पालकनीती.

हे मासिक जरूर वाचा. ● वार्षिक वर्गणी रु. १२०/-

संपर्क : पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,

डेक्कन जिमखाना, पुणे ४

वनस्पतींचे सहजीवन

लेखक : आ. दि. कर्वे

सहजीवन म्हटलं की आपल्या मनात मानवी समाजातलं सहजीवन येतं. फार फार तर प्राण्यांच्या सहजीवनाचा विचार आपण करू. मात्र वनस्पतींचं सहजीवनदेखील तितकंच इंटरेस्टिंग आहे.

निसर्गात आणि शेतातही वनस्पती जेव्हा परस्परांशेजारी वाढतात तेव्हा त्यातल्या काहींची परस्परांशी स्पर्धा चालते तर काही वनस्पती आपल्या शेजारी वाढणाऱ्या इतर वनस्पतींचा फायदा करून देतात. आपल्या सान्निध्यातल्या दुसऱ्या वनस्पतींचा फायदा करून देणाऱ्या वनस्पतींची अनेक उदाहरणे आहेत. वृक्षांच्या आधाराने वेली वाढतात, किंवा वृक्षांवर ऑर्किड वाढतात, ही याचीच उदाहरणे. यात आधार देणाऱ्या वृक्षाचा काहीही फायदा होत नाही, पण आधार घेणाऱ्या वनस्पतीचा मात्र फायदा होतो. अशाच प्रकारचं आणखी एक गंमतीदार उदाहरण म्हणजे दक्षिण आफ्रिकेत वाढणारा बाभळीच्या कुलातला अके शिया एरिओलोबा हा वृक्ष आणि त्याच्या तळात वाढणारी निरनिराळ्या प्रकारची झुडपं. हा वृक्ष कमी पावसाच्या वाळवंटी प्रदेशात वाढतो, पण त्याचं सोटमूळ जमिनीखाली थेट भूजलापर्यंत पोचलेलं असतं. त्यामुळे पाऊस

पडो अगर न पडो, या वृक्षाला पाण्याचा सतत पुरवठा होत असतो. हे वृक्ष २०० ते ३०० वर्षं जगतात. मोठा विस्तार आणि दाट पर्णसंभार असलेल्या या वृक्षाच्या सावलीत दुपारचे ऊन टाळण्यासाठी हरणं, काळवीट, झेब्रे आणि इतरही जनावरं बसतात. जनावरांच्या विष्टेमुळे या वृक्षाखालची जमीन चांगल्याप्रकारे खतावली जाते. या वृक्षाच्या सोटमुळापासून निघालेली दुय्यम मुळं आडवी वाढून जमिनीच्या पृष्ठभागाखाली पसरतात. रात्री त्या वृक्षाच्या पानांमधून पडणाऱ्या दवबिंदूंनी या वृक्षाखालची जमीन भिजवली जाते आणि त्या पाण्यात ही खतं विरघळली, की ती जमिनीलगत आडव्या वाढणाऱ्या मुळांकडून शोषली जातात. परंतु या दववर्षांवाऱ्यामुळे तृणभक्षक प्राण्यांच्या विष्टेत असलेल्या इतरही अनेक प्रकारच्या वनस्पतींच्या बिया रुजून येतात, आणि त्यांनाही या शेणखताचा लाभ होतो. त्यामुळे या वृक्षांच्या खाली नेहमीच बरीचशी झुडपंही



वाढलेली आढळतात. याच झुडपांचं बीज जर वाळवंटात इतर कुठं पडलं असतं, तर त्यांना शेणखताचा फायदा तर राहोच, पण ते उगवूनही आलं नसतं.

उच्च वनस्पतींच्या दोन जातींमधे परस्परांशी सहकार्य करून दोहोंचाही फायदा करून घेणं, अशा प्रकारच्या सहजीवनाची उदाहरणं क्वचितच आढळतात. याप्रकारच्या सहकार्याचं उदाहरण मिश्र पीकपद्धतीचं देता येईल. पुढारलेल्या देशांमध्ये यंत्राच्या सहाय्याने पीक कापणी होत असल्यामुळे तिथं आता कोणी मिश्रपीकपद्धतीचा वापर करीत नाही. पण विकसनशील देशांमधे, आणि तिथंही प्रामुख्याने कोरडवाहू शेतीत मिश्र पीकपद्धती वापरली जाते. शेताचे दोन अर्धे

अर्धे भाग करून प्रत्येकात एक एक पीक स्वतंत्रपणे घेण्याऐवजी संपूर्ण शेतात पिकांच्या दोन किंवा अधिक जाती एका आड एक ओळीत एकत्र लावल्या तर एकूण उत्पन्न वाढतं, हे आता प्रयोगाअंती सिद्ध झालेलं आहे, यामुळे मिश्र पीकपद्धतीत लावलेल्या दोन भिन्न जाती एकमेकांचा फायदा करून देतात असं वरवर पाहता दिसतं, पण यावर जरा सखोल विचार केल्यावर लक्षात येईल की हे खऱ्या अर्थानं सहकार्याचं उदाहरण नसून ते स्पर्धा टळल्यामुळे झालेल्या फायद्याचं आहे. शेतात फक्त एकाच वाणाच्या वनस्पती शेजारी शेजारी लावल्या, तर सर्व वनस्पतींच्या मुळ्या जमिनीतल्या एकाच थरातून आपलं अन्न-पाणी घेतात, एवढेच

नवे तर सर्वांची वाढही एकाच वेळी होत असल्याने त्यांना सगळ्यांना एकाच वेळी अन्न-पाणी लागते यामुळे त्यांची अन्न-पाण्यासाठी परस्परांमध्ये तीव्र स्पर्धा होते आणि त्यामुळे सर्वांचंच नुकसान होतं. पण मिश्र पिकात वाढणाऱ्या जाती भिन्न असल्यानं, त्या आपलं अन्न-पाणी जमिनीच्या वेगवेगळ्या थरातून अन् वेगवेगळ्या वेळी घेत असल्यानं त्यांची निदान अन्न-पाण्याच्या बाबतीत परस्परांशी स्पर्धा नसते. अशा तऱ्हेने स्पर्धा टळल्यामुळे त्यांची वाढ आणि विकास हे अधिक चांगल्या प्रकारे होतात.

परस्पर सहकार्याची उदाहरणं नीच कोटीतल्या वनस्पतींच्या विविध जातींमध्ये तर आढळतातच पण मानवाच्या दृष्टीनं महत्त्वाची उदाहरणं ही उच्च आणि नीच कोटींच्या जातींमधील परस्पर सहकार्याची आहेत. कडधान्यांच्या मुळांवरच्या गाठीतले ऱ्हायझोबियम जीवाणू हवेतल्या नैट्रोजन वायूपासून वनस्पतींना आवश्यक अशी नैट्रोजनयुक्त संयुगं बनवितात. या क्रियेला शास्त्रीय परिभाषेत नैट्रोजनचे स्थिरीकरण असं म्हणतात. या प्रक्रियेसाठी खूप मोठ्या प्रमाणात ऊर्जा खर्चावी लागते आणि ती या जीवाणूंना अन्नरूपानं कडधान्य वनस्पतींकडूनच मिळते. त्याच्या बदल्यात कडधान्य वनस्पतींना ऱ्हायझोबियम जीवाणूंकडून नैट्रोजनयुक्त पदार्थ मिळतात.

हे सहजीवन किती यशस्वी झालं आहे याचा पुरावा म्हणजे लागवडीखालच्या सर्व वनस्पतींना आपण नैट्रोजनयुक्त खतं देतो, पण कडधान्याच्या प्रजातींना मात्र नैट्रोजनयुक्त खतं देण्याची गरज नसते. आणि नैट्रोजनयुक्त खते न मिळूनही याच गटातल्या वनस्पती आपल्याला सर्वात अधिक प्रथिनं, म्हणजेच पर्यायानं नैट्रोजनयुक्त पदार्थ देतात. कडधान्याशिवाय इतर वनस्पतींच्या मुळांवर ऱ्हायझोबियम जीवाणूंच्या गुठळ्या वाढवता आल्या तर इतर वनस्पतींची सुद्धा लागवड नैट्रोजनयुक्त खतांशिवाय करणे शक्य होईल, आणि शेतकऱ्यांचाही त्यामुळे मोठा फायदा होईल, या उद्देशानं करण्यात आलेल्या संशोधनात असं आढळून आलं की कडधान्याच्या प्रत्येक जातीनुसार ऱ्हायझोबियम जीवाणूंच्या जाती बदलतात. केवळ आपल्या उपयोगाच्या अशा ऱ्हायझोबियमच्या जातीला आकृष्ट करून त्या जीवाणूंना आपल्या मुळावर जखडून ठेवण्यासाठी या गटातल्या वनस्पतींच्या मुळांच्या पृष्ठभागावर लेक्टिन गटातली विशिष्ट रसायने असतात. ऱ्हायझोबियम जीवाणूंच्या पेशींच्या पृष्ठभागावर असणाऱ्या काही विशिष्ट रसायनांचा या लेक्टिनशी संयोग घडून येतो आणि हे जीवाणू मुळांना जखडले जातात. कडधान्य ही ज्या लेग्युमिनेसी कुळात मोडतात, त्या कुळातल्या सर्व वनस्पतींच्या मुळांमध्ये हा गुणधर्म



आढळतो. इतर वनस्पतींच्या मुळांमध्ये मात्र ऱ्हायझोबियम जीवाणूंना आकर्षित करण्याची आणि त्यांना जखडून ठेवणारी कोणतीच यंत्रणा आढळत नाही. त्यामुळे त्यांच्या मुळांकडे ऱ्हायझोबियम जीवाणू फिरकत नाहीत.

निसर्गात सर्वच जमिनींमध्ये फॉस्फेटची कमतरता आढळते. वनस्पतींच्या मुळांमध्ये आढळणारी माय्को-ऱ्हायझा नामक एक बुरशी यजमान वनस्पतीकडून अन्न घेऊन त्याच्या बदल्यात आपल्या यजमान वनस्पतीला फॉस्फेट उपलब्ध करून देते.

कडधान्यात ज्या प्रमाणे विशिष्ट जातींच्या कडधान्यांना विशिष्ट जातीच्या ऱ्हायझोबियमची गरज असते, त्याचप्रमाणे वृक्षांच्याही प्रत्येक जातीला एका विशिष्ट जातीचेच माय्को-ऱ्हायझा लागतात, त्यामुळे वृक्षांची लागवड जर त्यांच्या प्रचलित स्थानापेक्षा दूरच्या प्रदेशात केली, आणि तिथं जर जमिनीत या विशिष्ट जातीचे माय्को-ऱ्हायझा उपलब्ध नसतील, तर त्या वृक्षांची वाढ नव्या लागवडीच्या जागी चांगली होत नाही.

सर्व जीवसृष्टीच ज्यांच्यावर अवलंबून

आहे, अशा हिरव्या वनस्पतींची उत्क्रांतीसुद्धा सहजीवनातूनच झाली. पानांमध्ये आढळणारे हरितकण हे मुळात प्रकाश संश्लेषण करू शकणारे, आणि स्वतंत्र अस्तित्व असलेले जीवाणू होते. मात्र ते ऱ्हायुझोबियमप्रमाणे प्रत्येक पिढीत नव्याने आपल्या यजमान वनस्पतींच्या पेशींमध्ये प्रवेश न करता वनस्पतीचे एक इंद्रिय बनून कायमचेच वनस्पतींच्या पेशिकेत राहू लागले. हरितकण हे मुळात स्वतंत्र जीवाणू होते याचे अनेक पुरावे आहेत. हरितकणांची आपली स्वतंत्र जनुके असतात. नवे हरितकण हे केवळ आधी हजर असणाऱ्या हरितकणांच्या विभाजनातूनच उत्पन्न होऊ शकतात, हरितकणांच्या रंगसूत्रांची रचना उच्च वनस्पतींच्या रंगसूत्रांसारखी नसून ती जीवाणूंच्या रंगसूत्रांसारखी असते, आणि जर वनस्पतीवर स्ट्रेप्टोमायसीन या प्रतिजैवकाचा प्रयोग केला तर तिच्यातले हरितकण नष्ट होतात.

आपापले स्वतंत्र अस्तित्व कायम ठेवून परस्परांशी सहकार्य करणारी उच्च-नीच वनस्पतींची उदाहरणं फारच क्वचित् आढळतात, पण अशी एक जोडी म्हणजे भातपीक आणि त्याच्या खाचरात वाढणारी नीलहरित शैवालं. निसर्गात कुठंही पाणी साठून डबकं तयार झालं, की त्यात शेवाळं

वाढतात. शेवाळांपैकी हरितशैवालं ही उत्क्रांतीच्या वरच्या श्रेणीवर असल्यानं ती अधिक आक्रमक असतात. त्यामुळे उघड्या डबक्यांमध्ये नीलहरितशैवालं ही हरितशैवालांच्या स्पर्धेत टिकत नाहीत. पण भातखाचरात मात्र नीलहरितशैवालं हरितशैवालांवर मात करू शकतात. याचं कारण असं की भातपिकाची जोमानं वाढ होईल अशी काही रसायनं नीलहरितशैवालांद्वारे भातखाचराच्या पाण्यात सोडली जातात. त्यांच्यामुळे भातपीक चांगलं वाढून त्याच्या पानांनी सर्व खाचर झाकून गेलं की हरितशैवालांना आपल्या प्रकाशसंश्लेषणासाठी पुरेसा प्रकाश मिळनासा होतो आणि ती मरून जातात. पानांनी पूर्ण झाकलेल्या पिकात जसे तण वाढत नाहीत. तसाच काहीसा हाही प्रकार असतो. परंतु नीलहरितशैवालं मात्र आपल्या प्रकाशसंश्लेषणासाठी फाय्कोसायानीन् नामक रंगद्रव्याचा उपयोग करित असल्यानं भातपिकाच्या पानांमधून गाळून खाली येणाऱ्या प्रकाशातसुद्धा ती प्रकाश संश्लेषण करू शकतात.



(ऑगस्ट-सप्टेंबर २००२)

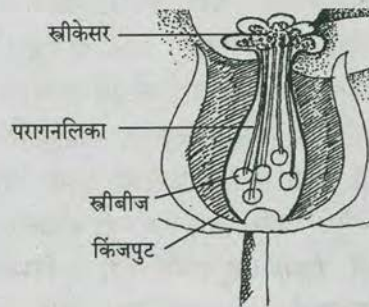
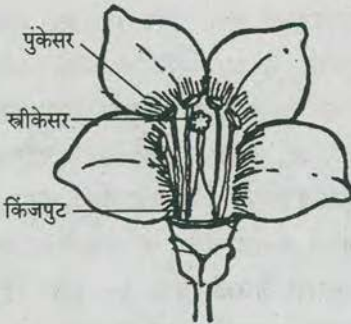
वनस्पतींचे शाकीय प्रजनन

लेखक : आ. दि. कर्वे

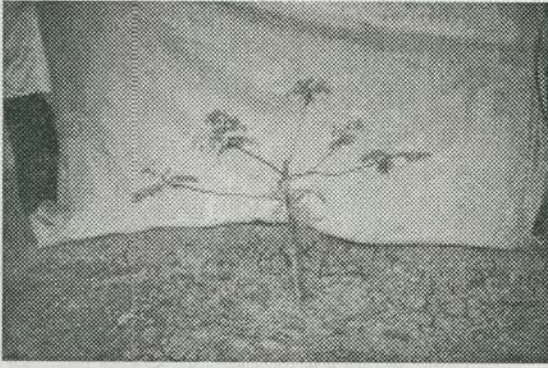
प्रजननासाठी बीज न वापरता वनस्पतीची काडी, कंद, मुनवे, फुटवे, यांसारखे भाग वापरून त्यांचे प्रजनन करण्याच्या पद्धतीला शाकीय प्रजनन^(१) असे म्हणतात. उच्च कोटीतल्या^(२) बहुतेक सर्व वनस्पतींचे प्रजनन बीजांद्वारेच होते. बीज म्हणजे पुढच्या पिढीच्या निर्मितीसाठी लागणारा एक भ्रूण आणि त्याच्या प्राथमिक वाढीसाठी आवश्यक असणारे अन्न याचे एक संपुट असते. जोपर्यंत बीजाला पाणी मिळत नाही तोपर्यंत ते सुप्तावस्थेत राहू शकते. बीजाच्या या गुणधर्मांमुळे ते साफ करणे, हाताळणे, साठविणे, त्याची वाहतूक करणे किंवा शेतात

पेरणी करणे या सर्व क्रिया फार सोप्या होतात.

बीजनिर्मिती फुलांद्वारे केली जाते. फुलांमध्ये स्त्रीकेसर आणि पुंकेसरमंडल असे दोन भाग असतात. त्यांच्यात अनुक्रमे स्त्रीबीज आणि पुंबीज यांची निर्मिती केली जाते. या दोहोंचा संयोग झाला की त्यापासून पुढे भ्रूण निर्माण होतो. या क्रियेची सुरुवात होते परागीकरणाने. पुंकेसरात निर्माण झालेले पराग स्त्रीकेसरावर पडणे या क्रियेला परागीकरण असे म्हणतात. स्त्रीकेसराच्या पृष्ठभागावर पडलेल्या प्रत्येकी परागकणांमधून एक परागनलिका वाढू लागते. ती स्त्रीकेसराच्या ऊतीतून वाट



(१) शालेय पाठ्यपुस्तकांचे प्रजनन असा शब्द वापरला जातो. मात्र व्यवहारात त्याला गुणन असे म्हटले जाते. बीजगुणन केंद्र अशी पाटी तुम्हीही वाचली असेल. (२) उच्च कोटीतल्या म्हणजे फुलं किंवा बिया येणाऱ्या वनस्पती. शेवाळ, भूछत्र, नेचे (बीजाणू येणाऱ्या) वनस्पतींना नीच कोटीतल्या वनस्पती म्हणतात.



जमिनीत लावलेले काडीकलम
मूळ फांदी फुले येणाऱ्या झाडाची असल्याने
कलमालाही फुले येत आहेत.

काढीत किंजपुटात प्रवेश करते आणि तेथे मग परागनलिकेत असणारे शुक्रबीज आणि किंजपुटातील स्त्रीबीज यांचा संयोग घडून येतो. या संयोगातून निर्माण होणाऱ्या संयुजित कोशिकेपासून पुढे भ्रूण निर्माण होतो.

पराग जर दुसऱ्या वनस्पतीचे असतील तर त्या परागीकरणास परपरागीकरण म्हणतात. स्त्रीकेसर ज्या वनस्पतीचे आहे त्याच वनस्पतीचे पराग त्यावर पडणे या क्रियेला स्वपरागीकरण असे म्हणतात. निसर्गात वाढणाऱ्या बहुतेक सर्व जातीच्या वनस्पतींमध्ये परपरागीकरणाने बीजनिर्मिती व्हावी अशी योजना केलेली असते. या योजनेमुळे नवीन तयार होणाऱ्या भ्रूणातील निम्मी जनुके मातृवनस्पतीची व निम्मी पितृवनस्पतीची असतात. याचा परिणाम असा होतो की बीजापासून निर्माण होणाऱ्या वनस्पतीचे सर्व गुण आपल्या मातृवनस्पतीशी कधीच तंतोतंत जुळत नाहीत. याउलट

शाकीय प्रजननात मातृवनस्पतीच्या एखाद्या अवयवाचा, म्हणजे काडी, कंद किंवा फुटवा यांचा वापर केला जात असल्याने अशा प्रजननातून निर्माण होणाऱ्या कन्यावनस्पतीत मूळ मातृवनस्पतीचे सर्व गुण जसेच्या तसे उतरतात. याशिवाय शाकीय प्रजननपद्धतीचा आणखी एक

फायदा असा की जर मातृवनस्पतीला फुले व फळे येऊ लागलेली असतील, तर कन्या वनस्पतीलाही पहिल्या वर्षापासूनच फुले येऊ लागतात.

काडी कलम

शाकीय प्रजननपद्धतीमध्ये काडीकलम ही सर्वात सोपी पद्धती आहे. बऱ्याच द्विदल वनस्पतींची फांदी जमिनीत खोचली व तिला नियमितपणे पाणी दिले तर तिला मुळ्या फुटतात, व आपणांस एक नवी वनस्पती मिळते. वनस्पतींच्या या गुणधर्माचा उपयोग करून वड, अंजीर, शेवगा, करंज, पारिजात, बकुळ व इतरही अनेक प्रजातीच्या वनस्पतींचे प्रजनन करता येते. या पद्धतीचा वापर केल्यास जवळजवळ ८० टक्के द्विदल वनस्पतींचे शाकीय प्रजनन करता येते असे आम्हास आमच्या अभ्यासात आढळून आले आहे.

वृक्षप्रजातींच्या मानाने एकवर्षीय

वनस्पती, झुडपे व वेर्लीचे काडीकलम अधिक प्रमाणात यशस्वी होते. वृक्षांच्या बीजापासून निर्माण केलेल्या कमी वयाच्या रोपाची काडी काढल्यास तिला मुळे फुटण्याचे प्रमाण फुले-फळे येऊ लागलेल्या वृक्षाच्या काडीच्या मानाने अधिक असते. मोठ्या वृक्षाची जून फांदी किंवा मुख्य खोड कापल्यावर त्या ठिकाणी अनेक नवे कोंब एकदम येतात. अशा रीतीने आलेल्या नवीन फुटव्यांना मुळे फुटण्याची संभाव्यता अधिक असते.



जी काडी लावायची तिची साल हिरवी असेल तर तिला तपकिरी सालीच्या काडीपेक्षा लौकर मुळ्या फुटतात. तसेच काडीला पाने असतील, तर पानांमध्ये प्रकाशसंश्लेषणाने निर्माण होणाऱ्या अन्नाचा वापर करून नवीन येणारी मुळे अधिक चांगल्या प्रकारे वाढू शकतात. पण पानांमधून पाणी बाहेर टाकले जात असल्याने अशा काड्या लौकर वाळतात. म्हणून उघड्यावर लावलेल्या काड्यांना पाने ठेवली जात नाहीत. तसेच कोरड्या हवामानात लावलेल्या काड्या मुळे फुटण्यापूर्वीच वाळून जातात. हे टाळण्यासाठी लावलेल्या काड्यांभोवती उच्च आर्द्रता राखणे आवश्यक असते. मुळ्या फुटण्याची क्रिया जलद व्हावी यासाठी काडीवर काही विशिष्ट संप्रेरकांची प्रक्रिया केली जाते.

उच्च आर्द्रता कक्ष व तयार झालेली रोपे

शाकीय प्रजननात संप्रेरकांचे महत्त्व : द्विदल वनस्पतींची खोडे, फांद्या, एवढेच काय तर पानांच्या देठात सुद्धा त्यांच्या सालीखाली कॅंबियम या नावाचा एक वर्धमान ऊर्तीचा (सतत वाढू शकणाऱ्या) थर असतो. या ऊर्तीतल्या पेशींच्या विभाजनाने या इंद्रियांच्या पेशींच्या संख्येत सतत भर पडते व त्यामुळे ही इंद्रिये वयोमानाप्रमाणे जाड होत जातात. आपल्या आसमंतातल्या आंबा, चिंच, जांबूळ, गुलमोहोर, वड, पिंपळ इ. द्विदल वृक्षांचे निरीक्षण केल्यास असे आढळेल की हे वृक्ष जितके जुने, तेवढी त्यांची खोडे रुंद असतात. याउलट ताड, माड, सुपारी, बांबू, इ. एकदल वृक्षांची खोडे काही त्यांच्या वयोमानानुसार रुंद होत नाहीत. याचे कारण असे की एकदल वनस्पतींच्या

खोडामध्ये कॅबियम नसते.

कोणत्या पेशींनी कसे वाढावयाचे हा संदेश त्यांना वृद्धिजनक संप्रेरक या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या रसायनांद्वारे मिळतो. उदाहरणार्थ द्राक्ष लागवडीत वापरल्या जाणाऱ्या जिबरेलिक आम्ल या संप्रेरकाचे नाव सर्वांना परिचित आहे. या संप्रेरकाने पेशींचे घनफळ वाढवले जाते व त्याचा वापर करून द्राक्षमण्यांचा आकार वाढवता येतो. एथिलीन या संप्रेरकाचा वापर करून आंबा, पेरू, केळी, टोमाटो इ. फळे पिकण्याची

क्रिया जलद घडवून आणता येते.

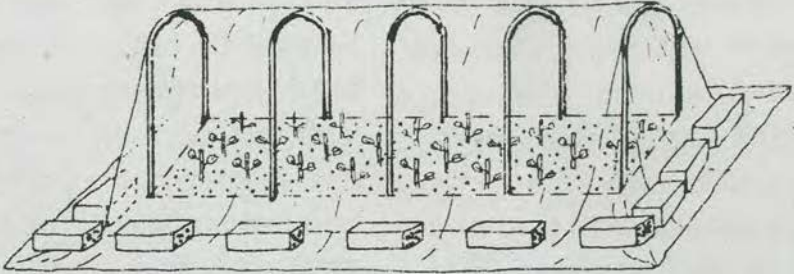
रोपवाटिकेत आर्द्रताकक्षात लावलेल्या काड्यांना लौकर मुळे फुटावीत यासाठी इंडोल ब्यूटिरिक आम्ल (आय्.बी.ए.) व नॅफथलीन अॅसेटिक आम्ल (एन्.ए.ए.) या मूलजनक संप्रेरकाचा वापर केला जातो. द्विदल वनस्पतींच्या खोडाफांद्यांच्या सालीखाली कॅबियम या वर्धमान ऊर्तीचा थर असतो याचा उल्लेख वर आलेला आहेच. आय्.बी.ए. किंवा एन्.ए.ए. यांच्या प्रक्रियेने या वर्धमान ऊर्तीची नैसर्गिक वाढीची क्रिया

उच्च आर्द्रताकक्ष : मुळ्या फुटण्यासाठी लावलेल्या काड्या मुळ्या फुटण्यापूर्वीच वाळून जाऊ नयेत, यासाठी त्या सुमारे ७० ते ९० टक्के आर्द्रता असलेल्या वातावरणात ठेवल्या तर त्या ४ महिन्यांपर्यंतसुद्धा टवटवीत राहू शकतात. असे वातावरण कृत्रिमरीत्या निर्माण करण्यासाठी आम्ही उच्च आर्द्रताकक्षाचे तंत्र विकसित केले आहे. आर्द्रताकक्ष एखाद्या झाडाच्या सावलीत, किंवा शेड नेटचा वापर करून मुद्दाम उत्पन्न केलेल्या सावलीतच उभा करावा. आपणांस जेवढा मोठा आर्द्रताकक्ष निर्माण करावयाचा आहे, तेवढी जमीन सपाट करून तिच्यावर त्याच आकाराचे प्लास्टिकचे कापड अंथरावे. या कापडाच्या कडांवर सर्व बाजूंनी आडव्या विटांचे दोन थर रचावेत. विटांनी वेढलेल्या या वाफ्यात ४ मि.मि. च्या चाळणीने चाळलेली बारीक वाळू भरावी. या वाफ्यावर तारेच्या कमानी उभ्या करून त्यावर प्लास्टिकचे रंगहीन पारदर्शक कापड अंथरले की झाला आर्द्रताकक्ष तयार. प्लास्टिकचे कापड जेथे जमिनीला टेकते तिथे त्यावर वजनासाठी विटा ठेवाव्यात. तारेच्या कमानींवर प्लास्टिकचे कापड आंथरण्यापूर्वी वाफ्यातून पाणी बाहेर वाहू लागेल इतके पाणी द्यावे व मग वाफ्यावर प्लास्टिकचे आच्छादन घालावे. सुमारे १५-२० मिनिटांतच या प्लास्टिक आच्छादनावर आतल्या बाजूने बाष्प जमू लागते व ते पाण्याच्या सूक्ष्म बिंदूंच्या रूपाने आपल्याला दिसू लागते. आर्द्रताकक्षातील वातावरणात उच्च आर्द्रता निर्माण झाली असल्याची ही खूण आहे. या वाफ्यात लावलेल्या काड्या ३-४ महिन्यांपर्यंत टवटवीत राहतात. बाह्य हवामानानुसार दर २ ते ४ दिवसांनी प्लास्टिकचे आच्छादन बाजूला

बदलून तिच्यापासून मुळांची निर्मिती होऊ लागते.

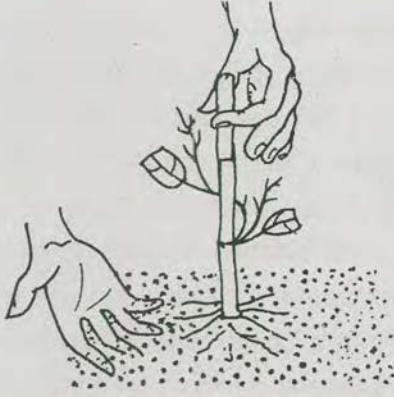
काडी कलमासाठी काडी तयार करणे
ज्या वनस्पतीचे प्रजनन करावयाचे, तिची पाने असलेली हिरवी फांदी निवडावी व तिचे सुमारे १५ ते २० सें.मी. लांबीचे तुकडे करून घ्यावेत. या काड्यांच्या वरच्या दोन पेरांची पाने ठेवून बाकीची पाने कापून टाकावीत. जर पानांचा आकार फार मोठा असेल तर कात्रीने पाने अर्धी अर्धी कापावीत. काडीच्या मुळाकडील बाजूच्या सालीत

धारदार चाकूने सुमारे १-१ सें.मी. लांबीच्या तीन-चार चिरा पाडाय्यात व काडीच्या मुळाकडील बाजू चौकटीत उल्लेखलेल्या संप्रेरकाच्या द्रावणात सुमारे १० सेकंद बुडवून मग ती उच्च आर्द्रता कक्षातील वाळूच्या वाफ्यात लावावी. जर काड्या दुरून आणावयाच्या असतील तर त्या कापल्या कापल्याच ओल्या गोणपाटात गुंडाळाय्या व प्रवासात दर दोन दोन तासांनी गोणपाटावर पाणी शिंपडून ते ओले ठेवावे. काड्या शक्य तोवर कापल्या दिवशीच उच्च आर्द्रता कक्षात



करून वाफ्यातून बाहेर पडेल इतके पाणी या वाफ्यांना द्यावे आणि वाफे परत झाकून ठेवावेत.

आपणास घराच्या बाल्कनीत अगर खिडकीत ठेवता येईल असा लहानसा उच्च आर्द्रताकक्ष हवा असेल तर योग्य आकाराच्या एखाद्या कुंडीत बारीक वाळू भरावी. कुंडीतल्या वाळूत इंग्रजी यू च्या आकाराच्या, तारेच्या दोन कमानी उलट्या खोचाव्या, आणि त्यांवर एक पारदर्शक प्लास्टिकची पिशवी घालावी. पिशवीची मोकळी कड कुंडीला बांधावी. वरील दोन्ही आर्द्रताकक्षांवरील तारेच्या कमानी उभारताना वाफ्यात लावलेल्या काड्या प्लास्टिकच्या आच्छादनाला टेकणार नाहीत इतक्या उंच असाव्यात. तसेच या आर्द्रताकक्षावर कधीही ऊन पडू देऊ नये, कारण त्यावर ऊन पडल्यास तो इतका तापतो, की त्यात लावलेल्या काड्या मरून जातात.

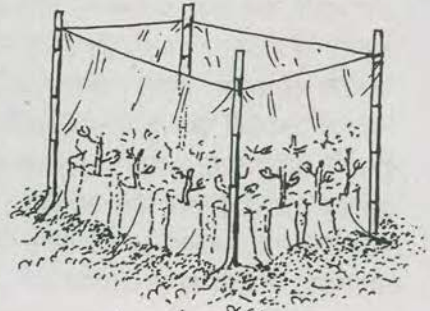


लावून टाकाव्या. जर काडी जून व जाड असेल तर तिच्या मुळाकडील बाजूला लहान गिरमिताने १-२ मि.मी. व्यासाचे भोक पाडावे आणि त्यात संप्रेरकाच्या द्रावणात भिजलेली सुतळी ओवून सुतळीसकट काडी लावावी. साधारणतः ६ आठवड्यांनी काडीला मुळे फुटली का हे पहावे. यासाठी हाताचा पंजा काडीशेजारी वाळूत खुपसून वाळूसकट काडी वाफ्यातून वर उचलावी आणि पाण्याने भरलेल्या बादलीत काडीसकट हात बुडवून तो हलवावा. काडीवरील वाळू धुतली जाऊन तिला मुळे आली आहेत की नाही हे पाहता येईल.

रोपट्यांचे बाह्य वातावरणांशी संतुलन साधणे : ज्या काड्यांना मुळे फुटलेली असतील, अशा काड्या माती-वाळूच्या माध्यमाने भरलेल्या प्लास्टिक पिशवीत लावाव्या, पण त्यांना एकदम बाहेरच्या कोरड्या वातावरणात आणल्यास त्यांना ते सहन होत नाही व बऱ्याच काड्या अशा परिस्थितीत मरून जातात. त्यामुळे

अशा काड्या लावलेल्या पिशव्या प्रथम दुसऱ्या एका उच्च आर्द्रता कक्षात सुमारे आठ दिवस ठेवाव्यात, व मग या उच्च आर्द्रता कक्षावर घातलेले प्लास्टिकचे कापड रोज थोडे थोडे उचलत जावे. यामुळे या रोपांना कोरड्या हवामानाची हळू हळू सवय होईल व सुमारे आठ दिवसांनी ही रोपे आपणांस बाहेर काढता येतील. बाहेर काढलेली रोपेसुद्धा प्रथम सावलीत ठेवावी व काही दिवसांनी ती उन्हात हलवावी. रोपे ठेवण्यासाठी १० मी. x १० मी. असे चौरस आखून त्या चौरसांच्या परिघावर दर २-२ मीटरला एक याप्रमाणे बांबूचे प्रत्येक २ मी. उंचीचे डांब रोवून घ्यावेत व त्या डांबाच्या आधाराने संपूर्ण चौरस वेढला जाईल अशा पद्धतीने सुमारे २ मी. उंचीची एक प्लास्टिक कापडाची कनात उभारावी. ह्या कनातीमुळे रोपांचे वाऱ्यापासून रक्षण होते, त्यांची वाढ चांगली होते आणि त्यांना पाणीही कमी लागते.

पानांद्वारे शाकीय प्रजनन : ज्या वनस्पतीच्या काड्यांना मुळे फुटतात, त्या



वनस्पतीच्या पानांच्या देठांनाही वरील प्रक्रिया केल्यास मुळे फुटतात. अशी वेगवेळ्या रंगाची व आकाराची पाने कुंडीत लावून त्यांच्या शोभिवंत रचना करता येतात. देठाला फुटलेल्या मुळांद्वारे जमिनीतून पोषकद्रव्ये आणि पाणी घेऊन प्रकाशसंश्लेषणाद्वारे ती स्वतःचे अन्न स्वतः तयार करतात आणि सुमारे ३ ते ६ महिने जगतात. पाने काढताना ती जर त्यांच्या बेचक्यातल्या डोळ्यांसकट काढली तर उच्च आर्द्रता कक्षात पानांच्या देठाला मुळ्या फुटत

असतानाच डोळाही फुटून त्यापासून नव्या रोपाची वाढ सुरू होते. अशाप्रकारे आपण पानापासूनही नवी रोपटी तयार करू शकतो. सध्या चहाची रोपे याच पद्धतीने करतात. कॅज्युरीना या वृक्षाची पाने सूचिपर्णी वृक्षाच्या पानांसारखी दिसतात. पण वनस्पति-शास्त्रदृष्ट्या ती पाने नसून त्या फांद्याच असतात. या पर्णसदृश फांद्यांनाही उच्च आर्द्रता कक्षात मुळ्या फुटतात व त्यांपासून आपण कॅज्युरीनाची रोपे निर्माण करू शकतो.

पाचर कलम : आंबा, फणस, कोकम,

संप्रेरकाचे द्रावण बनविण्याची पद्धती : इंडोल ब्यूटिरिक आम्ल (आयू.बी.ए.) आणि नॅफथॅलीन अॅसेटिक आम्ल (एन्.ए.ए.) ही दोन्ही मूलजनक संप्रेरके बाजारात मिळतात. यापैकी आयू.बी.ए. हे पाण्यात अविद्राव्य अशा भुकटीच्या स्वरूपात असल्याने त्याचे द्रावण करून घ्यावे लागते. प्रयोगशाळेतील लहान तराजूवर १०० मिलिग्रॅम आयू.बी.ए. वजन करून घ्यावे आणि ते वेगळे ठेवावे. मग त्याच तराजूवर ५ ग्रॅम पोटॅशियम हैड्रॉक्साइड वजन करून एका स्वतंत्र बाटलीत घ्यावे. या बाटलीतच १०० मि.लि. पाणी घालून, पोटॅशियम हैड्रॉक्साइड विरघळपर्यंत बाटली हलवावी. मग एका स्वतंत्र काचपात्रात २५ मि.ली. पाणी घालून ते पाणी त्या पात्रात ज्या पातळीपर्यंत भरते त्या ठिकाणी काचपात्राला बाहेरून खूप करून पाणी फेकून द्यावे. मग याच काचपात्रात १०० मिलिग्रॅम आयू.बी.ए. घेऊन त्यात बाटलीत तयार केलेले पोटॅशियम हैड्रॉक्साइडचे द्रावण थेंब थेंब घालावे व तयार होणारे मिश्रण ढवळीत रहावे. या क्रियेत आयू.बी.ए. चा पोटॅशियम क्षार तयार होतो व तो पाण्यात विद्राव्य असतो. आयू.बी.ए. पूर्णपणे विरघळले की काचपात्रावर केलेल्या २५ मि.लि. च्या खुणेपर्यंत पाणी भरावे, म्हणजे आपणांस वापरण्यायोग्य असे संप्रेरकाचे द्रावण तयार झाले.

एन.ए.ए. हे संप्रेरक द्रावणाच्या स्वरूपातच येते. बाजारात मिळणारे द्रावण फार तीव्र असल्याने त्यातील थोडे द्रावण एका काचपात्रात काढून घेऊन त्यात मूळ द्रावणाच्या दसपट पाणी घालावे व मग ते वापरण्यास घ्यावे. ही दोन्ही द्रावणे वापरण्यापूर्वी ताजी तयार करून घ्यावीत.



पानांना फुटलेल्या मुळ्या

चिंच व इतरही बऱ्याच वृक्षजातींचे काडीकलमाद्वारे प्रजनन होत नाही, कारण त्यांच्या काड्यांना मुळेच फुटत नाहीत. अशा प्रजातींच्या बाबतीत पाचर कलम हा शाकीय प्रजननाचा सर्वात सोपा मार्ग असतो. यासाठी या प्रजातीचे बीज प्लास्टिक पिशवीत लावून त्यापासून एक रोपटे करून घेतले जाते. साधारणतः तीन महिन्यांपासून पुढच्या वयाची रोपे यासाठी वापरली जातात. या रोपाच्या खोडाच्याच जाडीची काडी त्याच्यावर कलम करण्यासाठी वापरावी. कलम करण्यापूर्वी या काडीची सर्व पाने कापून टाकावीत. धारदार चाकूने ही काडी तिच्या मुळाकडील बाजूस तासून तिला पाचरीसारखा आकार द्यावा. कुंडीत किंवा प्लास्टिकच्या पिशवीत वाढणाऱ्या रोपाचा शेंडा कापून टाकावा, व रोपाच्या खोडात धारदार चाकूने मध्यभागी

उभा छेद घ्यावा. कापलेले दोन भाग किंचित फाकवून त्यात अगोदर तयार केलेली पाचर बसवावी. रोपाचे खोड त्यात बसविलेल्या पाचरीसकट प्लास्टिक पट्टीने घट्ट बांधून ही कुंडी किंवा प्लास्टिक पिशवी उच्च आर्द्रता कक्षात ठेवून द्यावी. पाचर व खालील रोप यांच्यातला सांधा एकजीव झाला की वर दिल्याप्रमाणे या कलमाला हळू हळू बाह्य वातावरणाची सवय होऊ द्यावी व मग ते उच्च





कुंडीतल्या झाडाला आलेली फुले

आर्द्रता कक्षातून बाहेर काढावे. महिन्याभराने कलमाला बांधलेले प्लास्टिकही काढावे. ज्या मातृवृक्षाची काडी आपण कलम करण्यासाठी काढली, तिला जर फुले फळे येऊ लागली असतील तर या कलमालाही

पहिल्या वर्षापासूनच फुले येऊ लागतात. कॅशिया, जॅकारंडा, गुलमोहोर, कॉपरपॉड यांसारख्या शोभिवंत फुलांच्या प्रजातींची कुंडीत वाढणारी बुटकी झाडे फारच आकर्षक दिसतात.

रोपवाटिका व्यवसाय

शेतीला लागणाऱ्या बियांना मोठी मागणी असल्याने आपल्या देशात बीजोत्पादन आणि बियाण्याचे वितरण हा एक फार मोठा व संघटित असा उद्योग झाला आहे. सर्वसामान्य शेतकऱ्याला वैयक्तिक पातळीवर बीजोत्पादनाचा व्यवसाय करून मोठ्या उद्योगांच्या स्पर्धेत टिकून राहणे फार अवघड असते. याउलट स्वतःच्या खाजगी मालकीच्या रोपवाटिका चालविणे हे आजही शक्य आहे. याचे कारण असे की रोपवाटिकांचा मुख्य उद्देश रोपे निर्माण करणे हा असतो. बियांच्या मानाने जिवंत रोपांची हाताळणी, साठवण आणि वाहतूक या सर्व बाबी अवघड व खर्चिक असल्याने, बीजोत्पादन आणि बियाण्याचे वितरण हा उद्योग जितका मोठा झाला, तेवढा रोपवाटिका उद्योग होऊ शकत नाही व

पुढेही तो फार मोठा आणि संघटित स्वरूपाचा उद्योग होण्याची फारशी शक्यता नाही. जिवंत रोपांची वाहतूक करणे अवघड व खर्चिक असल्याने रोपवाटिकांचे स्वरूप स्थानिक गिन्हाइकांच्या गरजेप्रमाणे बदलते. उदा. शहरातल्या रोपवाटिका या प्रामुख्याने बाल्कनीत कुंड्यांमध्ये वाढविण्याची, शोभेच्या वनस्पतींची रोपे निर्माण करतात. पारिजात, जास्वंद, बकुळ, सोनचाफा, अशा वृक्षप्रजातींची रोपे आपणांस तालुका पातळीवरील किंवा लहान गावातल्या रोपवाटिकांमध्येच शोधावी लागतील. ग्रामीण भागातल्या काही रोपवाटिका केवळ कांदा, मिरची, वांगी, कोबी, अशा भाज्यांचीच रोपे बनवितात तर काही आपला धंदा आंबा, काजू, चिकू यांसारख्या फळझाडांपुरताच मर्यादित ठेवतात. वनखात्याच्या रोपवाटिका त्यांना वनीकरणासाठी लागणाऱ्या वृक्षप्रजातींचीच रोपे निर्माण करतात, तर नगरपालिकांच्या रोपवाटिकांमध्ये रस्त्याच्या कडेने लावण्याचे वृक्ष आणि पालिकांच्या उद्यानात लावण्याची फुलझाडे यांचेच प्रजनन आणि संवर्धन करतात. थोडक्यात म्हणजे कोणत्या भागात कोणत्या प्रकारच्या रोपांना मागणी आहे, हे लक्षात घेऊन रोपवाटिका व्यवसाय केल्यास तो देशातल्या कोणत्याही भागात किफायतशीर होऊ शकतो.

थोडीशी मोकळी जागा आणि वर्षभर पाण्याची सोय या दोन गोष्टी उपलब्ध असतील तर कोणासही हा व्यवसाय सुरू करता येईल. शेतीच्या इतर कोणत्याही प्रकारापेक्षा रोपवाटिका व्यवसायातून अधिक पैसा मिळवता येतो. समजा आपण आपल्या रोपवाटिकेत १ चौ.मी. जागेत २०० रोपे ठेवत असाल, आणि सरासरीने प्रति रोप रु. ५ या भावाने ती विकत असाल, तर आपणांस १ चौ.मी. मधून रु. १,००० एवढे उत्पन्न मिळेल. हेक्टरच्या हिशेबात पाहिल्यास ते प्रति हेक्टर रु. १ कोटी इतके होते. अत्यंत कमी क्षेत्रफळातून मोठे उत्पन्न मिळत असल्याने अल्पभूधारकांना तर हा व्यवसाय विशेष फायद्याचा ठरतोच पण आपल्या अंगणातली जागा, घरातून बाहेर पडणारे सांडपाणी, आणि आपला फावला वेळ वापरून गृहिणींनीसुद्धा रोपवाटिकांद्वारा घरच्याघरी दरसाल हजारो रुपये कमावल्याची उदाहरणे काही नवीन नाहीत. विशेषतः ग्रामीण भागातल्या व्यावसायिकांना डोळ्यासमोर ठेवून आरती संस्थेने अनेक नवीन रोपवाटिकांत्रे विकसित केली आहेत.

(ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००२)

वनस्पतीच्या वाढीवर नियंत्रण

लेखक : आ. दि. कर्वे

वनस्पतींच्या वाढीमागचे विज्ञान समजावून घेतले, तर त्यांच्या वाढीवर नियंत्रण मिळवणे अवघड नाही. शेती तसेच रोपवाटिका व्यवसायाच्या दृष्टिकोनातून याला खूपच महत्त्व आहे.

कृत्रिम प्रकाशाचा वापर

प्रकाशाचा वापर करून आपले अन्न तयार करण्याच्या क्रियेला प्रकाशसंश्लेषण असे म्हटले जाते. वनस्पतींचे सर्व जीवनच या क्रियेवर अवलंबून असल्याने, अंधारात ठेवलेली वनस्पती प्रकाशाच्या दिशेने वाढते तर दुसऱ्या वृक्षांच्या सावलीत ठेवलेली वनस्पती फांघा, फुले किंवा फळे न निर्माण करता केवळ उंच वाढते. प्रकाशसंश्लेषण होण्यासाठी वनस्पतींच्या पानांमध्ये हरितद्रव्य नामक एका हिरव्या रंगाच्या द्रव्याचा उपयोग केला जातो. हरितद्रव्यामध्ये प्रकाशपटलाच्या सात रंगांपैकी निळ्या व लाल रंगांचा प्रकाश शोषला जातो. लाल रंगाच्या प्रकाशाची तरंगलांबी ६०० नॅनोमीटर पासून ८०० नॅनोमीटर पर्यंत असते पण हरितद्रव्यात त्यापैकी फक्त ६०० ते ७०० नॅनोमीटर तरंग लांबीचाच प्रकाश शोषला जातो. त्याला लघुतरंग लांबीचा लालप्रकाश (लघुलाल) म्हणतात. हरितद्रव्यामध्ये शोषल्या न जाणाऱ्या ७०० ते ८०० नॅनोमीटर तरंग

लांबीच्या प्रकाशाला दीर्घतरंगलांबीचा लाल प्रकाश (दीर्घलाल) म्हणतात. सूर्यप्रकाशात लघुलाल प्रकाशाची तीव्रता दीर्घलाल प्रकाशापेक्षा अधिक असते, पण हरितद्रव्यामध्ये लघुलाल प्रकाश शोषला जात असल्याने पानांमधून गाळून आलेल्या प्रकाशात दीर्घलाल प्रकाशाची तीव्रता अधिक असते. वनस्पतींमध्ये हरितद्रव्याशिवाय फायटोक्रोम या नावाचेही एक रंगद्रव्य आढळते. फायटोक्रोमद्वारा वनस्पतींना लघुलाल प्रकाश आणि दीर्घलाल प्रकाश यांच्या तीव्रतेचे मापन करता येते व त्यांच्या तुलनेने आपल्यावर पडणारा प्रकाश हा स्वच्छ सूर्यप्रकाश आहे की हिरव्या वनस्पतींच्या पर्णसंभारातून गाळून आलेला प्रकाश आहे, हे वनस्पतींना ओळखता येते. आपण घरात अंतर्गत सजावटीसाठी ठेवतो, अशा वनस्पती बहुशः निसर्गात घनदाट अरण्यात मोठ्या वृक्षांच्या सावलीत वाढणाऱ्या वनस्पतीच असतात. अशा वनस्पतींना कमी प्रकाशच लागतो.

त्यांना जर प्रखर सूर्यप्रकाशात ठेवले तर त्यांची पाने जळतात व त्या मरतात. अशा वनस्पतींना आपण छायाप्रिय वनस्पती म्हणतो. घनदाट अरण्यातल्या काही वृक्षप्रजातींमध्ये छाया किंवा प्रखर प्रकाश अशा दोन्ही प्रकारच्या पर्यावरणात राहण्याची क्षमता असते. याचे कारण असे की या वृक्षांचे बी अरण्यातच पडते आणि ते जेव्हा रुजून येते तेव्हा त्यांच्यावर इतर वृक्षांची दाट सावली असते. अशा मंद प्रकाशात या रोपांद्वारे केले जाणारे प्रकाशसंश्लेषणही मंदच असते. अन्नसंचय कमी होत असल्याने भराभरा वाढून आपल्यावर सावली धरणाऱ्या १५-२० मी. उंचीच्या वृक्षांशी स्पर्धा करणे या रोपांना शक्य नसते, त्यामुळे ती सावलीत मंदगतीने वाढतात. परंतु जर त्यांना भरपूर प्रकाश मिळाला तर या वनस्पती जोमाने वाढतात. शहरी घरांमध्ये बरेचदा आढळणारे रबर प्लँट व फायकस बेंजामीना ही अशा प्रकारच्या वनस्पतींची उदाहरणे आहेत.

शेतात अगर बागेत वाढविल्या जाणाऱ्या वनस्पतींना वाढीसाठी भरपूर प्रकाशाची गरज असते. अशा वनस्पतींना प्रकाशप्रिय वनस्पती म्हणतात. प्रकाशप्रिय वनस्पतींना उघड्यावर वाढवले, तर त्यांची उंची बेताची राहून त्यांना भरपूर फांद्या येतात. याउलट प्रकाशप्रिय वनस्पती सावलीत ठेवल्यास सावलीतून बाहेर पडण्यासाठी त्या भराभर उंच वाढतात. सावलीत वाढत असताना त्यांना फांद्या, फुले व फळे येत नाहीत. त्यांच्या या

गुणधर्मांमुळे अशा वनस्पतींना रोपवाटिकेत कृत्रिम प्रकाश देऊन आपण त्यांच्या वाढीत पाहिजे तसा बदल घडवून आणू शकतो. उदा. फळझाडांच्या अधिक उंचीच्या कलमांना अधिक किंमत मिळत असल्याने ती कमी वेळात भराभर वाढण्यासाठी सावलीत ठेवणे श्रेयस्कर ठरेल. पण सावलीतल्या मंद प्रकाशात अशा वनस्पतींचे प्रकाशसंश्लेषण कमी झाल्याने जर त्यांची उंची भराभर वाढली तर त्यांची खोडे व पाने अरुंद व रोगट दिसू लागतात. याबाबतीत आम्ही केलेल्या संशोधनात असे आढळले, की वनस्पतींच्या वाढीवर परिणाम होण्यासाठी तिला जो प्रकाश द्यावयाचा, तो दिवसभर न देता सूर्यास्तानंतर लगेच १५ मिनिटे दिला तरी चालतो. म्हणजेच दिवसभर स्वच्छ सूर्यप्रकाशात वाढणाऱ्या रोपट्याला रोज सूर्यास्तानंतर केवळ १५ मिनिटे हिरव्या पानातून गाळून आलेला प्रकाश दिला तरी त्याची उंची भराभर वाढते. असा प्रकाश देण्यासाठी आपणास एक खास दिवा बनवावा लागेल. यासाठी रोपांच्या वर दोरीने टांगता येईल असा एक पुट्ट्याचा खोका घ्यावा व त्यात ६० वॅटचा एक बल्ब बसवावा. खोक्याला खालच्या बाजूने एक वर्तुळाकार भोक पाडावे व या भोकावर एक मोठे हिरवे पान बसवावे. खोक्यातला बल्ब पेटवला की पानातून गाळून आलेला हिरवा प्रकाश त्या रोपट्यावर पडेल अशा रीतीने हे खोके रोपट्यावर टांगून ठेवावे. या रोपट्याला



पानातून गाळून प्रकाश

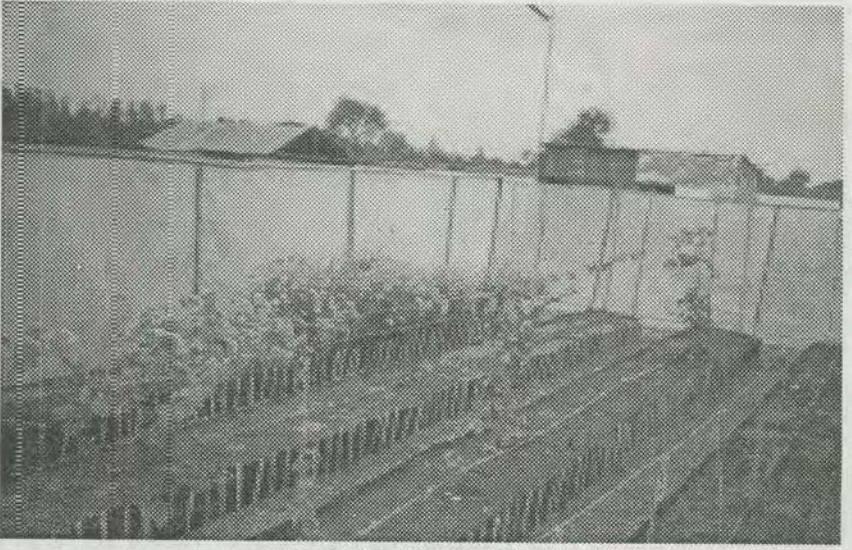
दिवसभर स्वच्छ सूर्यप्रकाश मिळाल्याने ते भरपूर अन्न निर्माण करते, पण संध्याकाळी त्याला पानातून गाळून आलेला प्रकाश मिळाल्याने आपल्यावर दुसऱ्या झाडाची सावली आहे असा संदेश त्याला मिळतो, व दिवसभर निर्माण केलेले अन्न वापरून ते भराभर उंच होते. ज्या रोपट्याची उंची या प्रक्रियेने वाढविण्यात आली आहे, त्याचे खोड व पाने चांगल्या पोसलेल्या रोपाच्या खोडा-पानांसारखीच दिसतात.

वनस्पतीच्या काही प्रजातींची पाने हिवाळ्यात गळून जातात व त्या वनस्पती हिवाळ्यात सुप्तावस्थेत जातात. यामुळे या

रोपांची वाढ खुंटते. हिवाळा सुरू झाला आहे हे वनस्पतींना दिवसाच्या लांबीवरून समजते. जर आपण अशा वनस्पतींना रोज सूर्यास्तानंतर दोन तास फ्ल्युओरोसेंट ट्यूबचा प्रकाश दिला, तर त्या वनस्पतीला अजूनही दीर्घदिन चालू आहे व हिवाळा सुरू झालेला नाही असा संदेश मिळतो व ती वनस्पती सुप्तावस्थेत जात नाही. यामुळेही तिची वाढ अव्याहत चालू राहते.

स्वस्त हरितगृह

वनस्पतींच्या प्रकाशसंश्लेषणासाठी आवश्यक असणारा आणखी एक महत्वाचा घटक म्हणजे कार्बनडायॉक्साइड वायू. प्रकाशसंश्लेषण क्रियेत प्रकाशाच्या सहाय्याने कार्बनडायॉक्साइड वायू व पाणी यांचा संयोग होऊन हायड्रोजेनकार्बनच्या स्वरूपातील अन्नद्रव्ये तयार होतात. त्यामुळे नुसता भरपूर सूर्यप्रकाश आणि पाणी असून उपयोग नाही, तर वनस्पतीभोवतालच्या हवेत कार्बनडायॉक्साइड वायूचे प्रमाण किती आहे, हा घटकही महत्वाचा ठरतो. आपल्या वातावरणात कार्बन डाय ऑक्साइडचे प्रमाण एक लक्ष भागात ३८ इतकेच आहे. त्यामुळे भारतासारख्या भरपूर सूर्यप्रकाश असलेल्या देशात वनस्पतींच्या वाढीवर मर्यादा पडते, ती कार्बनडायॉक्साइडची मात्रा कमी पडल्याने. पण वनस्पतींना वाढीसाठी भरपूर कार्बनडायॉक्साइड वायू मिळावा, म्हणून वातावरणाचे प्रदूषण वाढवण्याची गरज



स्वस्त हरितगृहातील पुष्पशेती

नाही, गरज आहे ती फक्त वनस्पतीच्या संपर्कातील वातावरणात कार्बन-डायॉक्साइडचे प्रमाण वाढवण्याची. (हवेत कार्बनडायॉक्साइडचे प्रमाण एक लक्ष भागात १० इतके वाढले, तरी त्याने सजीवांना कोगताही अपाय होत नाही. घनदाट जंगलात जमिनीलगत हे प्रमाण एक लक्ष भागात १२० इतके सुद्धा आढळलेले आहे.) हे करण्यासाठी आम्ही एका साध्या सोप्या वैज्ञानिक सत्याची मदत घेतली. हे सत्य म्हणजे कार्बनडायॉक्साइड हा वायू हवेपेक्षा जड असतो. या तत्वाचा वापर करून आम्ही एक स्वस्त हरितगृह बनवले.

आपण झाड लावलेल्या कुंड्यांभोवती किंवा वाफ्याभोवती चार कोपऱ्यात बांबू रोवून पारदर्शक प्लास्टिकच्या कापडाच्या

चार फूट उंचीच्या भिंती चारी बाजूंनी उभारल्या, की आमचे हरितगृह तयार होते. सर्व बाजूंनी बंदिस्त असणारी हरितगृहे आपण पाहिली असतील. पुष्पशेती करणाऱ्या शेतकऱ्यांच्या शेतात इस्त्राएली किंवा युरोपियन बनावटीची हरितगृहे बघायला मिळतात. या हरितगृहाला दर एकरी चाळीस लाख रुपये खर्च येतो. बंदिस्त हरितगृहात सूर्यप्रकाशाद्वारे ऊर्जा आत जाते. आतील वनस्पती व इतर वस्तू ही ऊर्जा शोषून घेतात. या ऊर्जेमुळे आतील तापमान वाढते. मात्र उष्णता हरितगृहाच्या भिंतींमधून बाहेर येऊ शकत नाही. हरितगृहातील वनस्पतींना दिलेल्या पाण्याचे बाष्पीभवन होत असते, पण हे बाष्पही बाहेर पडू शकत नाही. यामुळे भारतासारख्या उष्ण हवामानाच्या देशात

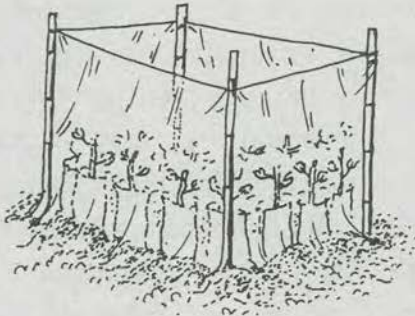
हरितगृहामध्ये तापमान व सापेक्ष आर्द्रता दोन्हींचे प्रमाण वाढत जाते. आतील तापमान व आर्द्रता कमी करण्यासाठी, हरितगृहात हवा खेळती रहावी म्हणून विजेवर चालणारे पंखे, कूलर इ. उपकरणांचा वापर करावा लागतो. युरोपसारख्या कडाक्याची थंडी पडणाऱ्या ठिकाणी हरितगृहांचा वापर थंडीतही शेती करता यावी म्हणून करतात. अशा ठिकाणी हरितगृहात सदैव उबदार हवा रहावी यासाठी हीटर्सचा वापर करावा लागतो.

या यंत्रणांमुळे अशा हरितगृहांना अवाढव्य खर्च येतो. बाह्य वातावरणापेक्षा

हरितगृहात उत्पन्न जास्त येण्यामागचे सर्वात महत्वाचे कारण म्हणजे, आतल्या वनस्पतींनी श्वसनाद्वारे बाहेर सोडलेला कार्बनडायॉक्साइड वायू आतच साठून राहतो. यामुळे हरितगृहातील वातावरण कार्बनडायॉक्साइडचे प्रमाण वाढते, व यामुळे प्रकाश संश्लेषणाची कार्यक्षमताही वाढते. जास्त अन्न तयार करू शकल्यामुळे वनस्पतींची वाढही जास्त चांगली होते. मात्र प्रचंड भांडवली खर्चामुळे हरितगृहात उत्पन्नवाढ होऊनही भारतासारख्या देशात शेतकऱ्याला फायदा होण्यापेक्षा नुकसानच

स्वस्त हरितगृह कसे बांधाल.

ज्या ठिकाणी कलमे किंवा रोपे ठेवली आहेत. त्या जागेभोवती सुमारे दोन मीटर उंचीचे बांबू उभे करून त्यांच्या आधारे या जागेला चोहो बाजूंनी वेढून टाकील अशा प्रकारे पारदर्शक पांढऱ्या प्लास्टिक कापडाची भिंत उभारावी. प्लास्टिकचे कापड जमिनीला टेकते त्या जागी कापडाच्या दोन्ही बाजूंनी माती चढवून कापड व जमीन यांच्यात फट रहाणार नाही अशी काळजी घ्यावी. वनस्पतींच्या श्वसनाने निर्माण होणारा कार्बन डायऑक्साइड वायू हवेपेक्षा जड असल्याने रात्री जमिनीलगत साठतो.



सुर्योदयानंतर रोपे प्रकाश संश्लेषण करू लागतात तेव्हा हा साठलेला वायू वापरला जातो. या सोप्या उपायाने रोपांच्या व कलमांच्या वाढीत ५० ते १०० टक्के वाढ घडवून आणता येते.

होते. मात्र युरोपात प्रचंड थंडीत किंवा इस्राइलसारख्या वाळवंटी प्रदेशात प्रचंड उन्हाळ्यात शेती करायची असल्यास बंदिस्त हरितगृहाला पर्याय नाही.

भारताची गोष्ट मात्र वेगळी आहे. आपल्या देशाच्या बहुतेक भागांमध्ये हवामान बारा महिने शेतीला अनुकूल असते. अशा ठिकाणी पूर्णतः बंदिस्त हरितगृहाची गरजच नाही. आपल्याला हरितगृहाचा फक्त एकच उपयोग आहे, आणि तो म्हणजे कार्बनडायॉक्साइड साठवून ठेवणे. यासाठी केवळ चार फुटी भिंतींचा आडोसा पुरेसा आहे. कारण कार्बनडायॉक्साइड हवेपेक्षा जड असल्याने जमिनीलगतच गोळा होतो, व जमिनीलगतच सर्वत्र पसरतो. या पध्दतीच्या स्वस्त हरितगृहाचा खर्च एकरी फक्त चार लक्ष रुपये इतका येतो, पण उत्पन्नातील वाढ मात्र बंदिस्त हरितगृहाइतकीच असते.

हे तंत्र शेतीसाठी तसेच रोपवाटिकांसाठीही अत्यंत फायदेशीर आहे. ज्या प्रकारे कृत्रिम प्रकाशाचा योग्य वापर करून वनस्पतींच्या वाढीचा वेग वाढवता येतो, त्याचप्रमाणे आमच्या स्वस्त हरितगृहाचा वापर करूनही वनस्पतींची वाढ झपाट्याने घडवून आणता येते.

रुट ट्रेनर

द्विदल वनस्पतींना एकच मुख्य मूळ असते व त्याला सोटमूळ असे म्हणतात. द्विदल वनस्पतींची रोपे प्लास्टिक पिशवीत लावून

पिशव्या जमिनीवर ठेवल्या तर कालांतराने पिशवीच्या तळाशी पाडलेल्या भोकांमधून त्यांची सोटमुळे पिशवीच्या बाहेर येतात आणि जमिनीत जातात. अशा पिशव्या उचलल्या तर जमिनीत प्रवेश केलेली मुळे तुटतात व असे रोप साधारणतः मरते. काही वेळा मुळे जमिनीत न जाता पिशवीच्या तळाशी वेटोळे करून वाढतात. अशा प्रकारची रोपे जमिनीत लावली तर त्यांची वाढ जोमाने होत नाही. या दोन्ही अडचणींवर मात करण्यासाठी हल्ली रुट ट्रेनर नामक एक प्रणाली वापरली जाते. तळाकडे निमुळत्या होत जाणाऱ्या ह्या प्लास्टिक पिशव्या एका विशिष्ट रॅकमध्ये जमिनीला न टेकता अधांतरी ठेवल्या जातात. पाणी जाण्यासाठी या पिशव्यांच्या तळाला असलेल्या भोकातून रोपाचे सोटमूळ बाहेर येते, पण बाहेरच्या शुष्क वातावरणात ते वाळून मरून जाते. सोटमुळाची वाढ ही त्याच्या टोकाशी असणाऱ्या पेशिकांमुळेच होत असल्याने, या पेशी मेल्या की मुळाची वाढ थांबते आणि त्याची दुय्यम मुळे वाढू लागतात. पण त्यापैकीही जी मुळे पिशवीतून बाहेर पडतात ती मरतात. पिशवीचा तळ निमुळता असल्याने या प्रणालीत मुळांची वेटोळी वाढ होण्याचाही धोका नसतो. रुट ट्रेनरमध्ये वाढविलेली रोपे जमिनीत लावल्यास ती अधिक जोमाने वाढतात असा अनुभव आहे, पण ही प्रणाली बरीच महाग असल्याने तिचा अजून सर्वत्र प्रसार झालेला नाही.

(ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००२)

हंगामी पिकांच्या रोपवाटिका

लेखक : आ. दि. कर्वे

ग्रामीण भागात रोपवाटिका व्यवसाय सुरू करणाऱ्या व्यावसायिकांपुढे उभा ठाकणारा एक मोठा प्रश्न असतो मालाच्या विक्रीचा. फुलझाडे व शोभेच्या वनस्पतींना ग्रामीण भागात गिन्हाईक कमीच असते. फळझाडांच्या बागा लावण्याचे प्रमाण ग्रामीण भागात आता जरी वाढले असले, तरी जे गिन्हाईक एकदा फळझाडाची कलमे घेते, ते पुन्हा येण्याची शक्यता फारच कमी असते. त्यामुळे धंदा सतत चालण्याच्या दृष्टीने फळझाडांच्या कलमांचा फारसा उपयोग नसतो. या परिस्थितीवर मात करण्यासाठी आमच्या संस्थेने हंगामी पीकप्रजातींच्या रोपवाटिकांचा एक पर्याय ग्रामीण रोपवाटिकांसाठी निर्माण केला आहे.

शेतात बी पेरण्याऐवजी लावणीयोग्य तयार रोपे घेऊन लावण्यात शेतकऱ्यांचे अनेकविध फायदे आहेत. प्रत्येक पीकप्रजातीची एक विशिष्ट लागण तारीख ठरलेली आहेत. पिकाच्या प्रत्येक जातीच्या व वाणाच्या पेरण्या विविध लागण तारखांना करून त्या त्या पिकाची सर्वोत्कृष्ट लागणतारीख कोणती ते ठरविलेले असते. एकादी विशिष्ट लागणतारीखच का चांगली याचं नक्की

कारण देणे अवघड असते, पण पहिल्या पिकाच्या काढणीस उशीर होणे, जमीन वेळेवर तयार नसणे, किंवा इतर काही कारणाने जर बी पेरण्यात उशीर झाला, तर परिणामतः त्या पिकाचे उत्पन्न कमी येते हा अनुभव शेतकऱ्यांना नेहमी येतो. अशा अडचणींवर मात करण्याचा एक फार सोपा उपाय म्हणजे रोपवाटिकेत योग्य लागणतारखेला बी पेरून त्याचे रोपवाटिकेत रोप तयार करणे. अशा रीतीने तयार केलेले रोप शेतकऱ्याने पुढे आपल्या सोयीप्रमाणे केव्हाही शेतात लावले, तरी त्याला योग्य लागणतारखेचा फायदा होतो. याचे उत्तम उदाहरण म्हणजे विदर्भ व मराठवाड्यात करण्यात येणाऱ्या कोरडवाहू कपाशी आणि तुरीचे देता येईल. महाराष्ट्रात या दोन्ही पिकांखाली प्रत्येकी १८ लक्ष हेक्टर क्षेत्र असते आणि ते जवळजवळ संपूर्णतया कोरडवाहूच असते. या दोन्ही पिकांचे बी शेतात पावसाळ्याअगोदर पेरल्यास त्यांचे उत्पन्न चांगले येते, हे आता प्रयोगांअंती सिद्ध झाले आहे, परंतु कोरड्या जमिनीत बी पेरून पुढे जर पाऊस नीटसा पडला नाही, तर पेरलेले बी वाया जाण्याचा धोका संभवतो.



पिशवीतील उसाच्या रोपांची लागवड

त्यामुळे विदर्भ व मराठवाडा या भागांमधला शेतकरी पुरेसा पाऊस पडून जमिनीत पुरेशी ओल निर्माण झाल्याशिवाय बी पेरित नाही. त्यामुळे पावसाळा जरी १५ जून च्या आसपास सुरू झाला तरी पेरण्या होतात १५ जुलै १५ च्या सुमारास. या भागातला पावसाळा साधारणतः १५ सप्टेंबरपर्यंत असतो. म्हणजे, ही पिके जरी शेतात ६ महिने उभी असली, तरी त्यांना पाणी मिळते फक्त दोन महिने. अशा पिकाचे उत्पन्न कमी आल्यास नवल नाही.

आम्ही विकसित केलेल्या तंत्रात कपाशी आणि तुरीचे बी मे महिन्यातच प्लास्टिक पिशवीत किंवा गादीवाफ्यावर लावून जुलै महिन्यात, जेव्हा शेतकरी पेरणी करतात, तेव्हा हे दीड-महिने वाढलेले रोप शेतात लावले जाते. अशा पिकाचे उत्पन्न प्रचलित पध्दतीने लावलेल्या पिकाच्या मानाने

दिडीदुपटीने येते. या पद्धतीत कपाशीचे रोप प्लास्टिक पिशवीत वाढवणे श्रेयस्कर असते. तुरीचे बी गादीवाफ्यावर लावून त्यापासून निर्माण होणारे रोप तिथेच वाढवावे. दोन महिन्यांच्या काळात ही रोपे चांगली ५० सें.मी. वाढतात. लावण्यापूर्वी ती उपटून त्यांची पाने व फांद्या फुटलेल्या खोडाचा भाग आणि मुळांचाही फांद्या फुटलेला भाग कापून टाकावा. अशा प्रकारे निर्माण केलेल्या काडीला स्टंप असे म्हणतात. हे स्टंप शेतात लावले की त्यांना पुन्हा नव्या फांद्या व मुळे फुटतात व ती रोपे वाढीला लागतात. प्लास्टिक पिशवीत केलेली रोपे महाग असतात तर स्टंप लागवडीमुळे रोपांची किंमत कमी करणे शक्य होते. स्टंपची वाहतूक करणे रोपांच्या वाहतुकीपेक्षा सोपे असते.

कोकणात भातपीक काढल्यानंतर कलिंगडाचे पीक घेतले जाते. जर भातपीक

काढण्याअगोदर पिशवीत कलिंगडाचे बी लावून भात काढल्यावर जमिनीत बी पेरण्याऐवजी रोपच लावले, तर आपली कलिंगडे बाजारात लौकर येऊन त्यांना भाव चांगला मिळेल.

उसाची लागण रोपांच्या सहाय्याने केल्यास शेतकऱ्यांचा फायदा होतो हे पटल्याने आता अनेक साखर कारखान्यांनीसुद्धा या पध्दतीची शिफारस केली आहे. गेल्या वर्षी, म्हणजे सन २००१ मध्ये महाराष्ट्रात सुमारे ३००० हेक्टर जमिनीवर उसाची लागवड रोपांद्वारे झाली असावी असा आमचा अंदाज आहे. एका हेक्टरला रु. १०,००० किंमतीची रोपे लागतात असे मानले, तर या व्यवसायाची गेल्या वर्षी सुमारे ३ कोटी रुपयांची उलाढाल झाली असे मानता येईल.

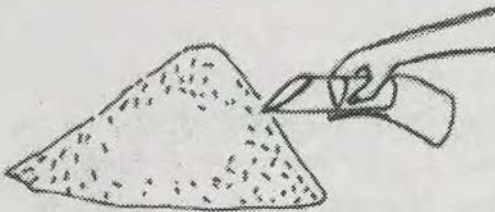
महाराष्ट्रात उसाखालील एकूण क्षेत्र सुमारे साडेचार लाख हेक्टर इतके आहे. उसाची लागण जानेवारी (सुरू ऊस), जुलै-ऑगस्ट (आडसाली ऊस), वा सप्टेंबर-ऑक्टोबर (पूर्व हंगामी ऊस) अशी तीन वेळा केली जाते. उसाच्या पिकाचे एक वैशिष्ट्य असे की तो जर एप्रिल किंवा मे महिन्यात लावला तर तो साधारणतः ११ महिन्यांनी, म्हणजे पुढच्या वर्षीच्या मार्च किंवा एप्रिलमध्ये कापणीस तयार होतो, परंतु तो जर जून-जुलै महिन्यात लावला, तर तो पुढच्या वर्षीच्या नोव्हेंबरमध्ये कापणीस तयार होतो. म्हणजेच आडसाली ऊस शेतात १८ ते २० महिने उभा असतो व त्याचे उत्पन्नही तसेच अधिक

येते. महाराष्ट्रातले साखर कारखाने सर्वसाधारणपणे दिवाळीनंतर सुरू होतात. त्यामुळे कापणी करताना आडसाली ऊस प्रथम, मग पूर्व हंगामी व सर्वात शेवटी सुरू ऊस या क्रमाने उसाची कापणी होते. शेतकरी आपापल्या सोयीप्रमाणे कोणत्या हंगामात ऊस लावावयाचा ते ठरवतात. परंतु लावणीच्या या विविध हंगामांमुळे उसाच्या रोपवाटिकेचा धंदा वर्षभर चालू शकतो. पावसाळ्यापूर्वी, म्हणजे १५ एप्रिलला प्लास्टिक पिशवीत बेणे लावून तयार केलेले रोप जर शेतकऱ्यांनी १५ जूनला शेतात लावले, तर असे पीक आडसाली उसाप्रमाणे दीड वर्ष न घेता पुढच्या मार्चमध्येच कापणीस तयार होते. याप्रकारे ऊसपीक घेण्याचा फायदा असा, की अशा पिकाला भर उन्हाळ्यात पाणी देण्याची गरज पडत नाही. कोकणात तर असे पीक जवळ-जवळ सिंचनाशिवायच घेता येते. कोकणात जरी साखर कारखाने नसले तरी रसवंतीगृहांना उन्हाळ्यात उसाची गरज असते.

हल्ली कालव्याच्या पाण्यावर आडसाली ऊस घेण्यावर बंदी घालण्यात आल्यामुळे आडसाली उसाखालील क्षेत्र खूप कमी झाले. या परिस्थितीवर मात करण्याचा एक मार्ग म्हणजे जुलै-ऑगस्ट महिन्यात प्लास्टिक पिशवीत बेणे लावून त्यापासून निर्माण केलेली रोपे सप्टेंबर-ऑक्टोबर महिन्यात शेतात लावणे. ह्या पिकापासूनही आडसाली पिकासारखेच भरपूर उत्पन्न येते.

या पद्धतीचा आणखी एक फायदा असा, की एरवी आडसाली ऊस घेणाऱ्या शेतकऱ्याला बाजरी, तीळ, सोयाबीन किंवा सूर्यफूल, अशी खरीप पिके घेता येत नाहीत. पण आता असे खरीप पीक घेऊन मग उसाचे रोप शेतात लावले, तरी उत्पन्न आडसाली उसासारखेच येते. याच पद्धतीने सुरू उसाचे बेणे जानेवारी महिन्यात शेतात न लावता रोपवाटिकेत लावले, तर गहू किंवा हरभऱ्यासारखे हिवाळी पीक पदरात पाडून घेऊन मार्च महिन्यात उसाचे रोप शेतात लावता येते.

या लागवडपद्धतीचे संशोधन करून आम्ही तिच्या सर्व कृती प्रमाणित केल्या आहेत. त्यात प्लास्टिक पिशवीचा आकार, ती कोणत्या प्रकारच्या प्लास्टिकची असावी, तिच्यात भरण्याच्या माध्यमाचे प्रमाण, पिशव्या जलद भरण्याची पद्धती, भरलेली पिशवी जमिनीवर ठेवली असता ती न कलंडता उभी रहावी यासाठी केलेली उपाययोजना, तिच्यात लावण्यासाठी उसाची पेरें कापण्याची पद्धती, ऊस पेरें लावण्यापूर्वी त्यांवर प्रक्रिया करण्याची पद्धती, पेरें पिशवीत लावण्याची पद्धती, पाणी देण्याची पद्धती, रोपवाटिकेत देण्याच्या मिश्रखताचे प्रमाण,



रोपांची वाहतूक करण्याची पद्धती, रोपे शेतात लावण्याची पद्धती, एवढेच नव्हे तर फाडलेल्या प्लास्टिक पिशव्यांचे शेतात प्रदूषण होऊ नये यासाठी करण्याची उपाययोजना, अशा सर्व बाबींचा त्यात समावेश आहे.

पिशव्या पॉलिथीनच्या असाव्यात व त्या मिटलेल्या असताना त्यांची लांबी १२.५ सें.मी. व रुंदी ७.५ सें.मी. असावी. त्यात भरण्यासाठी दोन भाग माती व १ भाग वाळू यांचे मिश्रण वापरावे. एक कि. ग्रॅ. मिश्रणात १० ग्रॅम १९ : १९ : १९ हे मिश्रण मिश्रलावे. पिशव्या जलद गतीने भरण्यासाठी सुमारे ५ ते ६ सें.मी. व्यासाची व सुमारे १५ सें.मी. लांबीची प्लास्टिकची नळी घेऊन तिचे एक तोंड तिरके कापावे. हे तोंड चोचीप्रमाणे प्लास्टिक पिशवीत खुपसून आंगठा व तर्जनी यांच्या साहाय्याने प्लास्टिक पिशवी घट्ट पकडावी. नळी आडवी धरून, दुसरे, सरळ कापलेले तोंड मातीच्या ढिगात खुपसून हात वर उचलावा व नळी सरळ करावी. मातीत खुपसल्याने नळीत आलेली माती या कृतीने पिशवीत उ त र त .

या उपकरणाचा वापर केल्यास एक व्यक्ती एका दिवसात १००० पेक्षा अधिक पिशव्या भरू शकते. भरलेल्या पिशव्या ठेवण्यासाठी जमिनीवर विटा लावून १ मीटर रुंद व सुमारे ५ मीटर लांब असे वाफे करून

घ्यावेत व त्यात या पिशव्या ओळीने मांडून घ्याव्यात, म्हणजे त्या एकमेकांच्या आधारेने उभ्या राहू शकतात. पिशव्यात लावण्याची पेरे ऊसबेणे क्षेत्रातील किंवा ऊर्तिसंवर्धित रोपट्यापासून वाढविलेल्या उसाची असावीत. कोवळे, म्हणजे साधारणतः दहा डोळे असणारे कांडे घेतल्यास त्याचे जवळ जवळ सर्व डोळे फुटून येतात. पेर छोटताना त्याच्या डोळ्याच्या वरचा भाग आखूड व डोळ्याखालील भाग लांब असावा, म्हणजे डोळा पिशवीत लावताना लांब बाजू मातीत दाबावयाची अशी सूचना आपण काम करणाऱ्या व्यक्तींना देऊ शकतो. पेर पिशवीत लावताना पेरावरील डोळा संपूर्णपणे मातीत गाडला जावा. लावण्यापूर्वी पेरे कीटकनाशक व बुरशीनाशक औषधाच्या द्रावणात सुमारे १० मिनिटे भिजत ठेवावीत. पिशव्यांना पाणी देताना ते शॉवर नॉझल लावलेल्या प्लास्टिक नळीने किंवा झारिने द्यावे. पहिल्या एकदोन पाण्यानंतर पिशव्यांमधील माती खाली बसून

लावलेल्या पेरांचे डोळे उघडे पडतात. अशा वेळी घमेल्याने पिशव्यांवर मातीचा एक पातळ थर पसरावा. डोळे रुजून आल्यानंतर रोपांवर दर पंधरा दिवसांनी एकदा २ टक्के युरियाची फवारणी करावी व रोपांचे खोडकीच्या किड्यांपासून नुकसान होऊ नये यासाठी त्यांवर एंडोसल्फान, किंवा सिंथेटिक पायरेथ्रॉइड गटातील एखादे कीटकनाशक फवारावे. तसेच दर १५ दिवसांनी एकदा पिशव्या जमिनीवरून उचलून त्या पुन्हा परत जमिनीवर ठेवाव्यात. यामुळे मुळे जमिनीत जाण्याचा संभव टळतो. जर रोपांच्या मुळ्या पिशवीतून बाहेर पडून जमिनीत गेल्या तर अशा पिशव्या उचलताना या मुळ्या तुटतात व अशी रोपे शेतात लावल्यास ती तेथे मरण्याची शक्यता असते. इतर कोणत्याही पीकप्रजातीची रोपे करावयाची असतील तरी सर्वसाधारण पद्धती हेच असते.

या रोपांची शेतात लागण करताना जमीन नेहमीप्रमाणे तयार करावी, उसाच्या



धारदार चाकूने याप्रमाणे दोन छेद घ्यावेत.



बेचक्यातील कोंबासह पान उच्च आर्द्रताकक्षात लावावे.



अशा प्रकारे पानापासून नवीन रोपटे तयार होते.

भाज्यांच्या रोपांची निर्मिती आणि विक्री

भाज्यांची लागणीयोग्य रोपे तयार करून ती विकणे हाही एक किफायतशीर ग्रामीण व्यवसाय होऊ शकतो. यापैकी कांदा, वांगी, टोमॅटो, मिरची, कोबी यांची रोपे पूर्वीही केली जात होती. पण आता भाज्यांची संकरित वाणे निघाल्याने तयार रोपे विकत घेऊन लावण्याऐवजी शेतकरी हल्ली संकरित बियाणे विकत घेऊन आपली आपणच रोपे निर्माण करतात. परंतु संकरित बियाणे महाग असल्याने त्याची जर चांगल्या तऱ्हेने उगवण झाली नाही, तर त्यात शेतकऱ्याचे नुकसानच होते. म्हणून आम्ही भाजीची रोपे तयार करण्याची एक पध्दती प्रमाणित केली आहे.

भाज्यांपैकी वेलभाज्यांची रोपे परस्परांपासून दूर दूर अंतरावर लावली जात असल्याने त्यांची प्रति हेक्टर संख्या कमी असते. त्यामुळे ही रोपे पिशवीत तयार केली तर ती परवडतात. पण इतर भाज्यांची रोपे मात्र हेक्टरी ५०,००० पासून १ लाखांपर्यंत लागत असल्याने ती पिशवीत न लावता गादीवाफ्यावर लावली जातात व जरूरीप्रमाणे उपटून शेतात लावली जातात. गादीवाफे ज्या ठिकाणी करावयाचे ती जागा प्रथम सपाट करून त्यावर वाफ्याची परिघरेषा आखून घ्यावी. मग फावड्याने परिघाकडून थोडी थोडी माती ओढून ती मध्ये आणावी. अशा तऱ्हेने तयार केलेल्या वाफ्यावर त्याच आकाराचे एक प्लास्टिकचे कापड अंधरावे. या कापडावर झारीने पाणी ओतून ते कापडावरून वाहून जाते आहे याची खात्री करावी. मग या प्लास्टिक कापडावर त्याच्या कडेने आडव्या विटांचे दोन थर रचावेत आणि मधल्या जागेत वाळू-मातीचे मिश्रण भरावे. यापैकी माती शक्यतोवर आम्लविम्लनिर्देशांक (pH) ६.५ असलेली लाल माती असावी. साधारणतः दोन भाग वाळूत एक भाग माती मिसळावी. या वाफ्यावर बी लावण्यापूर्वी ८-१० दिवस वाफ्यातून बाहेर वाहेल इतके पाणी दर दोन-तीन दिवसांनी घालावे. पाणी देताना पहिल्याच पाण्यात बुरशीनाशक औषध मिसळावे, म्हणजे रोपांना पुढे बुरशीजन्य रोग होणार नाहीत. पाण्यामुळे मातीतले तणांचे बी उगवून येईल. ते आधीच उपटून टाकले म्हणजे पुढे तणांचा त्रास होत नाही.

या वाफ्यावर भाजीचे बी लावण्यापूर्वी त्यावर प्रति चौ.मी. ३० ग्रॅम या हिशेबाने १९ : १९ : १९ हे मिश्रखत घालावे व ते माती हलवून तिच्यात नीट मिसळू द्यावे. मग वाफ्यावर दर १०-१० सें.मी. अंतरावर चळ्या पाडून त्यात बी पेटावे व ते माती-वाळूच्या मिश्रणाने नीट झाकावे. दोन चळ्यांच्या मधल्या जागेत तण उगवू नये व तिथले पाणी बाष्पीभवनाने उडून जाऊ नये यासाठी ती जागा काळ्या प्लास्टिकच्या ७.५ सें.मी. रुंदीच्या पट्ट्यांनी झाकावी. ही रोपे विक्रीसाठी अगर शेतात लागणीसाठी न्यावयाची असतील तर वाफ्यांना भरपूर पाणी देऊन रोपे उपटून काढावीत व त्यांच्या जुड्या बांधून त्या ओल्या गोणपाटात गुंडाळून त्यांची वाहतूक करावी. दर दोन दोन तासांनी गोणपाटावर पाणी शिंपडावे.

शेतास अगोदर पाणी द्यावे व वाफशावर रोपे लावावीत. ऊस, कपाशी आणि तूर या तिन्ही पिकांची रोपे १ मी. x १ मी. अंतरावर लावावीत. उसासाठी हल्ली काहीजण १.५ मी. x ६० सें.मी. असेही अंतर ठेवतात. लावणीसाठी ३-३ जणांची टोळी बनवावी. यातील पहिल्या व्यक्तीच्या हातात एक पहार असावी व तिने चालता चालता जमिनीवर पहारीने घाव घालून योग्य अंतरावर पिशवीच्या रुंदीचे व पिशवीतल्या मातीचा गोळा पूर्णपणे मावेल इतक्या खोलीचे खडे घ्यावेत. त्याच्या मागून येणाऱ्या दुसऱ्या व्यक्तीने प्रत्येक खड्ड्यापाशी एक याप्रमाणे रोपांच्या पिशव्या ठेवाव्यात. तिसऱ्या व्यक्तीच्या गळ्यात एक शबनम पिशवी व हातात एक चाकू असावा. या व्यक्तीने चाकूने पिशवी फाडून फाटकी पिशवी आपल्या गळ्यात अडकवलेल्या शबनम पिशवीत टाकावी आणि मातीच्या गोळ्यासकट एकेका खड्ड्यात एकेक रोप लावून पायाने रोपाच्या आजूबाजूची माती दावावी. उसाच्या शेतात पाणी देण्याच्या पद्धतीनुसार एकेक सरी, किंवा एकेक वाखोरे संपूर्णपणे लावून घ्यावे, आणि मग त्या सरीला किंवा वाखोऱ्याला पाणी द्यावे. या पद्धतीने रोपे लावल्यास सर्व रोपे जगतात. शबनम पिशवीत जमा झालेल्या फाटक्या पिशव्या जाळून टाकाव्या किंवा प्लास्टिक विकत घेणाऱ्या व्यापाऱ्याला विक्याव्या. या पिकांना देण्याच्या खताच्या मात्रा, बांधणी,

पाण्याच्या पाळ्या, खुरपणी, औषध फवारणी या प्रचलित पद्धतीप्रमाणे ज्या त्या वेळी कराव्यात. ऊस पिकाला लागणीपासून ६ महिन्यांपर्यंत दर महिन्यातून एकदा दर हेक्टरी ३० किलो हिराकस व ५ किलो झिंकसल्फेट दिल्यास उत्पन्न चांगले येते.

वरील पद्धतीने रोपांची लागण करून पीक वाढविल्यास नेहमीच्या दीडपट उत्पन्न येते असा शेतकऱ्यांचा अनुभव आहे. याची कारणे अनेक आहेत. एक म्हणजे ही रोपे रोपवाटिकेत वाढत असताना बाल्यावस्थेत त्यांची काळजी आपोआपच फार चांगली घेतली जाते. रोपवाटिकेत त्यांना रोजच्या रोज पाणी मिळते, त्यांना योग्य त्या खतांच्या मात्रा मिळतात व त्यांचे रोग व किडींपासून रक्षण केले जाते, त्यामुळे ती निरोगी व धष्टपुष्ट होतात. ही रोपे शेतात लावली जातात तेव्हा ती चांगली ३०-४० सें.मी. उंच असतात, त्यामुळे रोप लागणीनंतर उगवून येणाऱ्या तणांपेक्षा ती उंच असतात व तणांच्या स्पर्धेला ती अधिक चांगल्या रीतीने तोंड देऊ शकतात. पण याशिवाय या पद्धतीचे इतरही अनेक फायदे होतात. उदा. जुलै-ऑगस्ट महिन्यात आडसाली ऊस लावल्यास सोयाबीन, सूर्यफूल, बाजरी, यांसारखे खरीप पीक घेता येत नाही. रोप लागण पद्धतीत अशा प्रकारचे खरीप पीक घेऊन ते निघाल्यावर ऑक्टोबर महिन्यात ऊसरोप लावले तरी आडसालीएवढेच उत्पन्न येते. तसेच गहू, हरभरा, कांदा किंवा बटाटा

यांसारखे रब्बी हंगामी पीक घेऊन मार्च महिन्यात रोपांद्वारा ऊस लावला तरी त्याचे उत्पन्न जानेवारीत लावलेल्या सुरू उसाएवढेच येते. परंतु रोप लावणीचा सर्वात मोठा फायदा असा की या पद्धतीने उन्हाळी पाणी न देता ऊस लागवड करणे आता शक्य झाले आहे. यासाठी रोपवाटिकेत १५ एप्रिलच्या सुमारास रोपे प्लास्टिक पिशवीत लावावीत, आणि जून १५ला ती शेतात लावावीत. अशा रोपांपासून निर्माण होणारे पीक मार्च महिन्यात काढणीस तयार होते.

रोपवाटिका व्यवसायाची व्याप्ती फार मोठी आहे आणि त्यापासून शेतकऱ्याला चांगले उत्पन्न मिळू शकेल. वर दिलेल्या पद्धतीने व्यवसाय करून एका सहकारी संस्थेने गेल्यावर्षी सुमारे १० लाख रुपयांची उसाची रोपे विकली आणि सुमारे दीड लाख रुपये नफा नोंदवला.

रोपे वाढवण्याचे माध्यम

रोपवाटिका व्यवसायात पिशव्या भरण्यासाठी वापरण्याचे माध्यम फार काळजीपूर्वक निवडावे लागते. रोपाच्या वाढीला आवश्यक असे सर्व गुण तर माध्यमात असावे लागतातच पण पिशव्यांची रोपवाटिकेपासून शेतकऱ्याच्या शेतांपर्यंत वाहतूक करावी लागते, त्यामुळे त्या आकाराने लहान आणि वजनाने हलक्या असणे आवश्यक असते. पिशव्या भरण्यासाठी वापरलेली माती जर फार चिकट असेल तर रोपाच्या मुळांची वाढ नीट होत नाही. यासाठी मातीत वाळू मिसळून

तिचा चिकटपणा कमी करता येतो. पिशवीचे वजन कमी करण्याचा एक मार्ग म्हणजे मातीत वाळूऐवजी सेंद्रीय खत मिसळणे. जगात सर्वत्र पीट नामक एका नैसर्गिक सेंद्रीय खताचा रोपवाटिकांमध्ये वापर केला जातो. समशीतोष्ण कटिबंधात काही विशिष्ट भौगोलिक परिस्थितीत दलदलीच्या जागी स्फॅग्रम नावाचे एक भूशैवाल (मॉस) वाढते. हे शैवाल हिवाळाच्या थंडीत मरून जाते. या मेलेल्या स्फॅग्रमच्या थरावरच पुढच्या वर्षी नव्या पिढीच्या स्फॅग्रमची वाढ होते, व आदल्या वर्षी वाढलेले स्फॅग्रम दलदलीत गाडले जाते. अशा रीतीने शेकडो वर्षे दलदलीत गाडल्या गेलेल्या अवस्थेत त्यात विशिष्ट रासायनिक बदल घडून येतात, पण त्यापासून जो एक सेंद्रीय पदार्थ निर्माण होतो त्यात मूळ स्फॅग्रम या भूशैवालाची पेशींची रचना शाबूत राहते. या सेंद्रीय पदार्थाला पीट असे म्हणतात. पीट हे त्याच्या पेशिकायुक्त रचनेमुळे वजनाने हलके तर असेतच, पण याच रचनेमुळे ते पाणी शोषून घेते व त्यात वाढणाऱ्या वनस्पतीला पाणी ज्या प्रमाणात हवे तसे ते तिला हळूहळू उपलब्ध करून देते. भारतात नैसर्गिक पीट दुर्मीळ असल्याने, त्याला पर्याय म्हणून काथ्याच्या उद्योगात निर्माण होणाऱ्या काथ्याकुटापासून बनविलेला कोकोपीट हा पदार्थ भारतात सर्वत्र वापरला जातो. कोकोपीट बनविण्याचा फार मोठा उद्योग केरळात चालतो. आम्ही याच गुणधर्माचा पदार्थ उसाच्या पाचटापासून

बनविण्यात यश मिळविले आहे. याची कृती पुढीलप्रमाणे दिली आहे.

उसाचे पाचट लौकर कुजत नाही, व त्याचा पशुखाद्य म्हणूनही काही उपयोग नसल्याने, शेतकरी ते शेतातच जाळून टाकतो. पाचट लौकर न कुजण्याचे मुख्य कारण असे की कुजण्याच्या प्रक्रियेत सहभागी होणाऱ्या सूक्ष्मजीवांना त्यात कोणतेच खाद्य उपलब्ध नसते. या जंतूंना खाद्य म्हणून वाळलेल्या एक टन पाचटात सुमारे १०० किलो शेण मिसळावे लागते. तसेच या पाचटावर ट्रायकोडर्मा व्हिरिडे नामक एका बुरशीची प्रक्रिया केल्यास पाचटाच्या पेशींच्या पेशीभिर्तीमधले सेल्युलोज विरघळते व त्यामुळे ते कुजण्याच्या प्रक्रियेला मदत होते. यासाठी एक टन पाचटामागे ट्रायकोडर्मा व्हिरिडेचे सुमारे ५०० ग्रॅम संवर्धन लागते. शेणात २०० लि. पाणी मिसळून त्याचा काला करावा. याच काल्यात १० किलोग्रॅम सुपरफॉस्फेट आणि ८ किलोग्रॅम युरिया मिसळावा. कडबा कापण्याच्या यंत्राने पाचटाचे १ ते ३ सें.मी. आकाराचे तुकडे करावेत व ते सर्व शेणकाल्यात भिजवावेत. या भिजलेल्या पाचटाचे १५ सें.मी. उंचीचे एकावर एक थर रचून त्यांचा एक ढीग करावा. थर रचताना, प्रत्येक थर रचून झाला की त्यावर ट्रायकोडर्मा व्हिरिडेच्या संवर्धनाची भुकटी पसरावी. हा



उसाच्या पाचटापासून पीट

ढीग शक्य तोवर एखाद्या झाडाखाली सावलीत करावा, म्हणजे तो वाळत नाही. दर आठवड्यातून एकदा या ढिगावर पाणी मारून तो फावड्याने हलवून खालीवर करावा व त्याचा पुन्हा एकत्र ढीग करून ठेवावा. साधारणतः साडेचार महिन्यांनी पाचट कुजते. ते कुजले आहे हे ओळखण्याची खूण अशी, की ते हातात घेऊन चोळले, तर त्याचा सहज भुगा होतो. तयार झालेले खत ५ मि.मी. ची छिद्रे असणाऱ्या चाळणीने चाळून मोठ्या प्लास्टिक पिशव्यात भरून ठेवावे व

जरूरीप्रमाणे रोपवाटिकेतील पिशव्या किंवा कुंड्या भरण्यासाठी वापरावे. पर्यायी पीट निर्माण करण्यासाठी उसाचे पाचट वापरण्याचा फायदा असा की त्याच्या पेशिभिर्तीमध्ये लिमीन व सिलिका हे दोन पदार्थ असल्याने कुजल्यानंतरही त्याची पेशिकायुक्त रचना कायम राहते व त्यामुळे हलके वजन, पाणी शोषून घेणे व ते वनस्पतींना हळूहळू जरूरीप्रमाणे उपलब्ध करून देणे हे पीटचे सर्व गुणधर्म या खतातही आढळतात.

जर हे पीट मोठ्या प्रमाणात निर्माण करावयाचे असेल, तर अगोदर सावलीसाठी बांबूच्या वाशांची एक शेड उभारावी. या शेडमध्ये पाचटाचे ढीग रचण्यासाठी ओळीने एकापुढे एक १८ खाने करावेत. सुरुवातीला यातल्या पहिल्या खान्यात एक ढीग घालावा. आठवड्याअखेर हा ढीग फावड्याने ओढून दुसऱ्या खान्यात हलवावा. या हलविण्याच्या क्रियेत तो आपोआपच खालीवर केला जाईल. पुढल्या आठवड्यात दोन नंबरचा ढीग तीन नंबरच्या खान्यात, एक नंबरचा ढीग दोन नंबरच्या खान्यात, व एक नंबरच्या रिकाम्या झालेल्या खान्यात नवा ढीग याप्रमाणे या खान्यांमध्ये पाचटाचे ढीग दर आठवड्याला एक याप्रमाणे घालीत जावे. १८ आठवड्यांनी यातला पहिला ढीग पूर्ण कुजल्याने पीटच्या रुपाने बाहेर पडेल. खाना नंबर १ ते १७ मधील ढीग प्रत्येकी एक एक

घर पुढे सरकवले जातील, व रिकाम्या झालेल्या एक नंबरच्या खान्यात पुन्हा नवा ढीग याप्रमाणे हा क्रम चालू ठेवल्यास दर आठवड्याला तयार पीटचा एक नवा ढीग मिळत राहील. तयार पीटमध्ये बरीच आर्द्रता असल्याने पीटचे वजन मूळ पाचटाच्या दीडपट भरते. म्हणजे आपण जर दर आठवड्याला एक टन येवढे पाचट कुजण्यासाठी ठेवत गेलो तर आपणांस पुढे दर आठवड्याला दीड टन पीट मिळेल. पीट साधारणतः प्रति किलोग्रॅम रु. ३ ते ४ येवढ्या किंमतीला विकले जाते. हा व्यवसाय करणाऱ्या व्यावसायिकाने जर दरवर्षी केवळ ५० टन पाचटावर प्रक्रिया केली, तर त्याला त्यापासून सरासरी रु. अडीच लाख किंमतीचे पीट मिळेल. पाचट स्वतःच्या शेतातलेच असेल व ते कुजविण्याच्या क्रियेतील सर्व कामे कुटुंबीयांनीच केली तर दरवर्षी दीड ते दोन लाख रुपयांचा निव्वळ नफा मिळू शकतो.

पाचट हलके असल्याने ते आपल्या जवळच्या किंवा आपल्या स्वतःच्या शेतातले असावे. दुरुन वाहतूक करून आणले तर ते परवडत नाही. पाचटाचे बारीक तुकडे करण्याचा खर्च एक किलोला ५० पैसे इतका येतो.



(ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००२)

इन्फ्ल्युएंझा

लेखक : आ. दि. कर्वे

गेला महिनाभर गाजत असलेला सार्स हा आजार विषाणुजन्य इन्फ्ल्युएंझाचाच प्रकार आहे. इन्फ्ल्युएंझाचे विषाणु पुनःपुन्हा नवे रूप घेऊन येतात आणि ज्यांची इन्फ्ल्युएंझा रोगाला विरोध करण्याची क्षमता नष्ट झाली आहे अशा व्यक्ति त्यांना बळी पडतात. विमान वाहतुकीमुळे जगाचे सर्व भूभाग आता एकमेकांना जोडले गेले आहेत आणि तिच्यातून केवळ प्रवास आणि मालच नव्हे तर रोगजंतूही अगदी कमी वेळात एका ठिकाणाहून दुसरीकडे नेले जातात. त्यामुळे आता कोणताच संसर्गजन्य रोग एका विशिष्ट भूभागापुरता मर्यादित राहिलेला नाही.

पहिल्या महायुद्धानंतर जगात एक मोठी इन्फ्ल्युएंझाची साथ आली होती. प्रत्यक्ष महायुद्धात मारल्या गेलेल्या लोकांपेक्षाही अधिक लोक या साथीत दगावले. तेव्हापासून इन्फ्ल्युएंझा रोगावर जोरात शास्त्रीय संशोधन सुरू करण्यात आले. सुरुवातीच्या काळात शास्त्रज्ञांची अशी समजूत होती की कुत्री-मांजरी आणि इतरही मांसभक्षक प्राण्यांना होणारा डिस्टेंपर नावाचा रोग आणि मानवाला होणारा इन्फ्ल्युएंझा यांच्या विषाणूंमध्ये बरेच साम्य आहे. प्रत्यक्षात मानवी रोगकारक विषाणूंपैकी कांजिण्या आणि जनावरांचा डिस्टेंपर यांच्यात साधर्म्य

आहे असे आता सिध्द झाले आहे. परंतु त्या काळी शास्त्रज्ञांची अशी समजूत होती की डिस्टेंपर रोगाला सहजगत्या बळी पडेल असा प्राणी प्रयोगशाळेत वापरला, तर तो इन्फ्ल्युएंझालाही तितक्याच सहजपणे बळी पडू शकेल. या समजूतीतूनच इन्फ्ल्युएंझावर संशोधन करण्यासाठी पांढरे फेरेट या प्राण्याचा उपयोग करण्याची कल्पना पुढे आली.

पांढरे फेरेट हा एक अल्बिनो प्राणी आहे. दिसायला साधारण मुंगसासारखा, पण मुंगसाहून लहान चणीचा, रंगाने पांढराशुभ्र, माणकासारखे लाल डोळे आणि गुलाबी नाकपुड्या नि पंजे असणारा हा प्राणी पूर्वीच्या

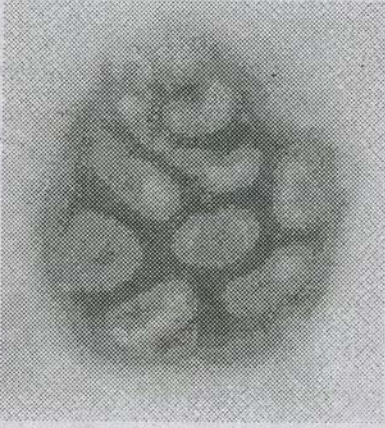
काळी युरोपात उंदीर आणि वळचणीला राहणारे पारवे नि चिमण्या यांचा नायनाट करण्यासाठी ग्रामीण भागात पाळीत असत. आकाराने लहान असल्याने त्याला जागा कमी लागते आणि पाळीव प्राणी असल्याने त्याची पैदास व हाताळणे सोपे असते. विशेष म्हणजे तो डिस्टेंपर रोगाला सहजी बळी पडत असल्याने इन्फ्ल्युएंझा विषाणूवरील संशोधनात त्याचा उपयोग करावा असे ठरले. आणि त्यानुसार ब्रिटिश मेडिकल कौन्सिलने फेरेट् प्राण्याचा वापर करून डिस्टेंपर आणि इन्फ्ल्युएंझा या रोगांवर संशोधन करण्याचा एक प्रकल्प सन १९२२ मध्ये सुरू केला. या प्रकल्पाचे प्रमुख पी. पी. लेड्ला हे होते.

सन १९३३ च्या सुरुवातीला लंडनमध्ये इन्फ्ल्युएंझाची मोठी साथ आली होती. त्या काळी इन्फ्ल्युएंझाचे विषाणू शुद्ध स्वरूपात कोठेच उपलब्ध नसल्याने अशी एखादी साथ आली की इन्फ्ल्युएंझा झालेल्या व्यक्तींच्या नाकातून व घशातून स्रवणारा द्रव वापरूनच प्रायोगिक प्राण्यांमध्ये इन्फ्ल्युएंझा उत्पन्न

करावा लागे. प्रसिद्ध विषाणूतज्ज्ञ सर ख्रिस्तोफर अँड्र्यूज हे त्या काळी या संशोधनात सहभागी होणाऱ्या तरुण शास्त्रज्ञांपैकी एक होते. लंडनमधील ही साथ ओसरत असताना अँड्र्यूजना स्वतःलाच फ्लू झाला आणि आपल्या स्वतःच्या विषाणूचाच आपल्या संशोधनात उपयोग व्हावा म्हणून त्यांनी स्वतः गुळण्या केलेले पाणी आपला एक सहकारी विल्सन स्मिथ याला दिले. स्मिथने ते ड्रॉपरच्या साहाय्याने दोन फेरेट्च्या नाकात सोडले.

फेरेट हे अत्यंत चपळ व वळवळ करणारे प्राणी असतात, आणि वेळप्रसंगी आपल्या तीक्ष्ण दातांचाही उपयोग करायला ते मागेपुढे पाहत नाहीत. त्यामुळे त्यांच्या नाकात इन्फ्ल्युएंझा विषाणूयुक्त पाणी सोडण्यापूर्वी त्यांना किंचित भूल देण्यात आली होती; पण नाकात पाणी जाताच त्यातल्या एका फेरेटची भूल उतरली आणि ते जोराने शिंकले. स्मिथच्या चेहऱ्यावर त्या पाण्याचे तुषार उडाले, पण त्याने त्याकडे दुर्लक्ष करून

व्हिक्टोरिया राणीच्या काळात पॅसिफिक समुद्रात असणाऱ्या एका बेटाचे राजा व राणी इंग्लंडमध्ये आले असताना त्यांना साधे पडसे झाले. त्या बेटावर पडशाचे विषाणु कधीच पोचलेले नसल्याने तिथल्या रहिवाशांच्या शरीरात त्या विषाणूंच्या विरुद्धची प्रतिकारशक्ती कधी निर्माणच झाली नव्हती व हे शाही पाहुणे साध्या पडशाच्या विकाराने मृत्युमुखी पडले. संसर्गजन्य रोग होण्यासाठी त्या रोगाच्या जंतूची उपस्थिती ही आवश्यक आहेच पण प्रतिकारशक्ती नसणे ही सुद्धा तितकीच महत्वाची बाब आहे.



प्राण्यांना संसर्ग करणारा
इन्फ्ल्यूएंझा विषाणू

आपले काम पुढे चालू ठेवले. पुढे तीन-चार दिवसांनी दोन्ही फेरेटना ताप आला व फ्लूची इतरही लक्षणे दिसू लागली. तोपर्यंत अँड्र्यूजनाही बरे वाटू लागले होते व त्यांनी प्रयोगशाळेत यावयाला सुरुवात केली होती. अँड्र्यूजनी आपल्या प्रयोगात असे दाखवून दिले की फ्लूने आजारी असलेल्या फेरेटच्या नाकातून गळणारा स्त्राव निरोगी फेरेटच्या नाकात घातला तर त्यालाही फ्लू होतो, पण या नव्याने लागण झालेल्या फेरेटच्या नाकातल्या स्त्रावाने बऱ्या झालेल्या फेरेटमध्ये नव्याने रोग उत्पन्न होत नाही. म्हणजेच एकदा फ्लू होऊन गेलेल्या फेरेटच्या अंगी प्रतिकारशक्ति उत्पन्न होते. याशिवाय अँड्र्यूजनी असेही दाखवून दिले की इन्फ्ल्यूएंझाच्या आजारातून उठलेल्या माणसाची अंगातील रक्ताची लस टोचूनही फेरेटच्या अंगी इन्फ्ल्यूएंझाला प्रतिकार

करण्याची शक्ती येते.

अँड्र्यूजचे हे प्रयोग चालू असतानाच कोणाच्या तरी निष्काळजीपणाने प्रयोगशाळेतल्या फेरेटमध्ये डिस्टेंपरची साथ उद्भवली आणि तिथले सर्व फेरेट मरून गेले. फेरेटना डिस्टेंपर झाल्याने आपण काढलेले निष्कर्ष हे फ्लूबद्दलचे समजावयाचे की डिस्टेंपरबद्दलचे, असा संदेह मनात उत्पन्न होऊन, आपले सर्व श्रम वाया तर नाही गेले, असे अँड्र्यूजना वाटू लागले. शिवाय या काळापर्यंत लंडनमधील फ्लूची साथही ओसरल्याने प्रयोगासाठी फ्लूचे विषाणू पुन्हा कोठून आणावयाचे, याचीही चिंता पडली होती. पण सुदैवाने त्यांचा सहकारी विल्सन स्थिम हा याच सुमारास फ्लूने आजारी पडला. याचे दोन फायदे झाले. एक म्हणजे अँड्र्यूजना पुढच्या कामासाठी आपल्या मुळच्या विषाणूचा नमुना पुन्हा मिळालाच;

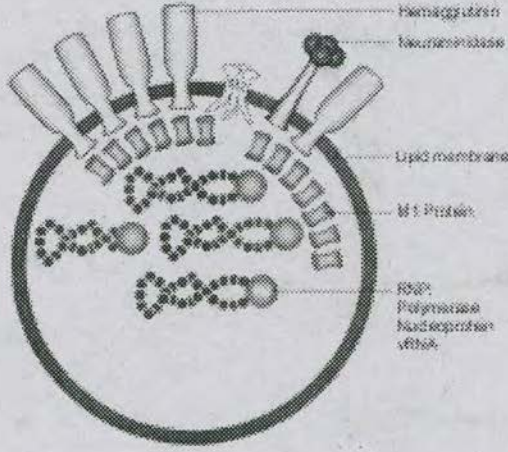
पण तो जर त्यांना फेरिटपासून मिळाला असता, तर त्यात डिस्टेंपरच्या विषाणूंची जी भेसळ झाली असती, ती टळली. फेरिट जेव्हा स्मिथच्या चेहेऱ्यावर शिंकला. तेव्हा स्मिथला इन्फ्ल्युएंझाबरोबर डिस्टेंपरचेही विषाणू मिळाले असल्याची शक्यता होती; पण मानवाला डिस्टेंपर होत नसल्याने स्मिथच्या शरीरात त्यापैकी फक्त इन्फ्ल्युएंझाच्याच विषाणूंची वाढ होऊ शकली. विल्सन स्मिथला झालेल्या इन्फ्लुएंझाचे विषाणू शुद्ध स्वरूपात मिळविण्यात अँड्र्यूज यांना यश आले, आणि हे विषाणू पुढे 'इन्फ्ल्युएंझा विषाणू डब्ल्यू. एस.' (विल्सन स्मिथ या नावाची

आद्याक्षरे) या नावाने जगभर सर्वत्र इन्फ्ल्युएंझावरील संशोधनात वापरले गेले.

इकडे लेडला व त्यांच्या सहकाऱ्यांनी आपले डिस्टेंपर रोगावरील संशोधन चालूच ठेवले होते आणि त्याची परिणती पुढे डिस्टेंपरविरोधी लशीचा शोध लागण्यात झाली; परंतु अँड्र्यूज व त्यांचे सहकारी त्यांनी इन्फ्ल्युएंझाचे विषाणू शुद्ध स्वरूपात मिळविण्यात यश येऊनही इन्फ्ल्युएंझाविरोधी लस बनविता आली नाही आणि पुढेसुद्धा कोणाही शास्त्रज्ञाला हे यश लाभले नाही. याचे मुख्य कारण असे की इन्फ्ल्युएंझा विषाणू हा बहुरूपी आहे. त्याच्या एका रूपाविरुद्ध प्रतिकारशक्ती निर्माण झाली की

या शतकात आलेल्या इन्फ्लुएंझा साथी

- १९०० युरोप अमेरिका ऑस्ट्रेलिया येथे माणसे मोठ्या संख्येने आजारी पडली. या आजाराचा विषाणू पूर्वीपेक्षा वेगळाच असल्याचं आढळलं.
- १९१८-२० जगभर साथ पसरली. सुरुवात अमेरिका व चीनमध्ये. दोन टप्प्यात साथ. दुसरी मोठ्या प्रमाणात. ४ ते ५ कोटी मृत्यू.
- १९४६-४८ ऑस्ट्रेलिया, चीन मध्ये सुरुवात झालेली साथ जगभर पसरली. यावेळचा विषाणू पूर्वीच्याच विषाणूंमधला एक प्रकार असल्याचं दिसलं.
- १९५७-५८ जगभर दोन वेळा साथ पसरली सुरुवात चीन मध्ये, अमेरिकेत ८०,००० मृत्यू.
- १९६८-६९ सुरुवात चीनमध्ये - जगभर पसरली. आधी अमेरिकेत, नंतरच्या वर्षी युरोपात.
- १९७७-७८ सुरुवात चीन व रशियामध्ये - जगभर पसरली.



इन्फ्ल्युएंझा विषाणूंची रचना

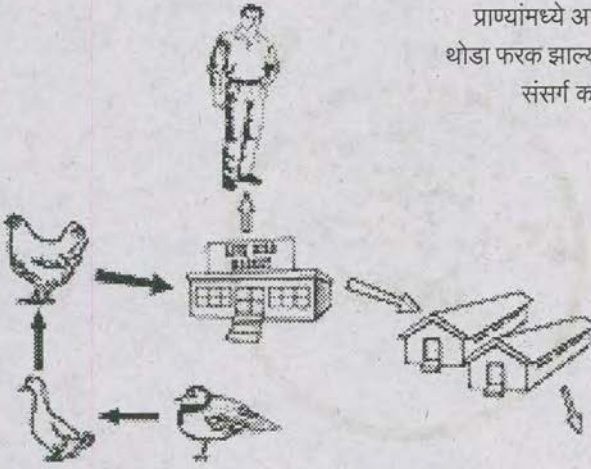
तो नव्या रुपाने पुन्हा अवतरतो आणि नव्या साथीला सुरूवात करतो. परंतु अशी नवनवीन रुपे धारण करण्याची संधी या विषाणूला कुठे आणि कशी मिळते, या प्रश्नाचे उत्तर मिळविण्यासाठी आपल्याला सुमारे १०० वर्षे भूतकाळात जावे लागेल.

सन १९०१ मध्ये चेन्टानी आणि सावोनूझी या दोघा इटालियन शास्त्रज्ञांच्या असे लक्षात आले की कोंबड्यांच्या प्लेगचे जंतू सूक्ष्मदर्शक यंत्रातूनही न दिसण्याइतके लहान आहेत, आणि ज्या फिल्टरमधून बॅक्टेरिया जाऊ शकणार नाहीत अशा बारीक छिद्रांच्या फिल्टरमधूनही ते जाऊ शकतात. विषाणू या रोगजंतूंचा हा पहिला शोध होता. पुढे १९५५ साली प. जर्मनीतल्या ट्युबिंगेन् विद्यापीठात संशोधन करणाऱ्या शेफर नामक शास्त्रज्ञाने असे दाखवून दिले की कोंबड्या,

टर्की, बदके, सी-गल इत्याही पक्ष्यांना होणाऱ्या प्लेगचे विषाणू आणि मानवाला होणाऱ्या इन्फ्ल्युएंझाचे विषाणू हे एकमेकांशी इतके साधर्म्य दाखवितात की ते एकच आहेत असे म्हटले तरी चालेल. पक्ष्यांमध्ये प्लेग उत्पन्न करणाऱ्या विषाणूमुळे मानवाला इन्फ्ल्युएंझा होऊ शकत नाही, परंतु ते विषाणू इन्फ्ल्युएंझाच्या विषाणूंच्याच जातीचे असल्याने त्यांच्यात परस्परांच्या आनुवंशिक गुणधर्माची देवाणघेवाण होऊ शकते. थोडक्यात म्हणजे कोंबड्याबदकांचा प्लेग आणि मानवी इन्फ्ल्युएंझा विषाणू यांच्यात संकर घडून त्यांपासून नव्या गुणधर्माचे इन्फ्ल्युएंझा विषाणू उत्पन्न होऊ शकतात. या गटातल्या सर्वच विषाणूंना आता इन्फ्ल्युएंझा-ए विषाणू असे म्हटले जाते.

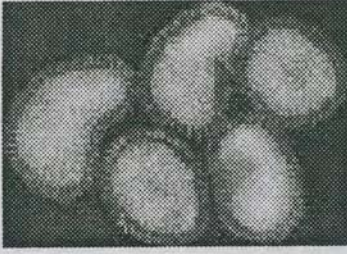
ट्युबिंगेनमध्ये झालेल्या या संशोधनाने

प्राण्यांमध्ये आढळणाऱ्या विषाणूंमध्ये थोडा फरक झाल्यानंतर ते माणसालाही संसर्ग करू लागतात.



इन्फ्ल्युएंझाच्या साथीच्या उगमाचा शोध लावण्याच्या प्रयत्नांना एक निश्चित अशी दिशा मिळाली. संशोधकांनी जगाच्या पाठीवर असा भूभाग शोधण्यास सुरूवात केली की जिथे मानव आणि कोंबड्या-बदके अतिशय निकट सान्निध्यात राहतात. विशेषतः बदके पाण्यातच वावरतात आणि त्यांच्या विष्टेत नेहमीच इन्फ्ल्युएंझा-ए-विषाणू आढळतात हे माहिती झाल्यावर बदकांनी दूषित केलेले पाणी मानवाच्या पोटात जाण्याची शक्यता आणि मानवाने दूषित केलेल्या पाण्यात बदकांचा वावर असेल, असे भूभाग शोधण्याचे प्रयत्न सुरू झाले. आग्नेय आशिया खंडात दक्षिण चीनपासून इंडोनेशियापर्यंत असा एक विस्तृत

भूभाग आहे की जिथे मॉन्सून हंगामात भरपूर पाऊस पडत असल्याने व सर्वत्र भातशेती असल्याने जमिनीचा बराचसा भाग वर्षाकाठी सुमारे ६ महिने पाण्याखालीच असतो. या प्रदेशात बदके, डुकरे व म्हशी हे पाणी प्रिय असणारे पाळीव प्राणीच टिकाव धरू शकतात व ते पाळणेच फायदेशीर ठरते. बदक, डुकर आणि मानव या तिन्ही प्राण्यांमध्ये इन्फ्ल्युएंझा-ए विषाणू आढळतो. तिन्ही प्राणी सर्वसामान्यतः समान जलस्रोताचा वापर करतात. पाणी उकळणे किंवा निर्जंतुक करणे हे पथ्य तर कोणीच पाळीत नाही. त्यामुळे या प्रदेशात या तिन्ही प्राण्यांमध्ये परस्परांच्या इन्फ्ल्युएंझा-ए विषाणूची मुक्त देवाण-घेवाण चालू असते.



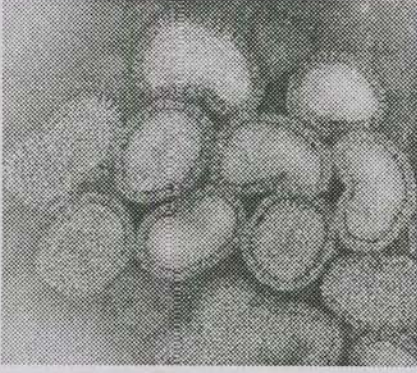
माणसामध्ये आढळणारा विषाणू

अर्थातच या तिन्ही प्राण्यांच्या शरीरात विषाणूच्या भिन्न जातींमध्ये संकरही घडून येत असतो व प्रत्यही इन्फ्ल्युएंझा-ए विषाणूची नवनवीन रूपे जन्म घेत असतात. यांपैकीच एखादे नवे रूप मानवी इन्फ्ल्युएंझाची नवी साथ सुरू करते.

पूर्वीच्या काळी दूरचा प्रवास करणाऱ्या प्रवाश्यांची संख्या कमी असे व हे प्रवास जहाजातून करावे लागत असल्याने त्यांना वेळही बराच लागत असे. त्यामुळे इन्फ्ल्युएंझाच्या जागतिक साथी साधारणतः दर दहा-पंधरा वर्षांमधून एकदा येत. तशी एखादी साथ आली की मात्र अक्षरशः लक्षावधी लोक मृत्युमुखी पडत. हल्ली दूरचे प्रवास करणाऱ्यांची संख्या वाढली तर आहेच, पण विमानवाहतुकीच्या सोयीने प्रवासाला लागणारा वेळही खूपच कमी झाला आहे. त्यामुळे इन्फ्ल्युएंझाच्या नव्या-नव्या रुपांचा प्रसारही खूप झपाट्याने होऊ शकतो. हल्ली इन्फ्ल्युएंझाची जागतिक साथ सर्वसाधारणतः दरवर्षी येते असे आढळून आले आहे. याचा एक परिणाम असा की आधीच्या वर्षी इन्फ्ल्युएंझा विषाणू ज्या

रूपात आलेला होता त्याच्यात व पुढच्या वर्षीच्या रूपात फारसा मोठा फरक नसल्याने आधीच्या वर्षीच्या साथीत मिळालेली प्रतिकारशक्ती पुढच्या वर्षी थोड्याफार प्रमाणात तरी उपयोगी पडते व त्यामुळे हल्ली इन्फ्ल्युएंझाच्या साथी वारंवार येऊनही त्यांत दगावणाऱ्यांची संख्या पूर्वीच्या मानाने खूपच कमी झाली आहे आणि लोकांनाही आता पूर्वीसारखी इन्फ्ल्युएंझाची भीती वाटत नाही.

अर्थात जगातल्या प्रत्येक प्लूच्या साथीला आग्नेय आशियातल्या बदकांना जबाबदार धरणे योग्य ठरणार नाही. इन्फ्ल्युएंझा-ए विषाणू रानटी बदकांमध्ये आढळतो आणि अशी लक्षावधी बदके हिवाळ्यात उत्तर-ध्रुव प्रदेशातून उष्ण कटिबंधात, आणि वसंत ऋतूत उष्ण कटिबंधातून उत्तर-ध्रुव प्रदेशातकडे जातात. बदकांचे वास्तव्य नेहमीच पाण्यात असते व मानवाच्या वस्त्याही पाण्याजवळ असतात. त्यामुळे इन्फ्ल्युएंझा-ए विषाणूची नवी रूपे उत्पन्न करण्यात या रानटी बदकांचाही सहभाग नाकारता येणार नाही. याशिवाय घोड्यांमध्येही इन्फ्ल्युएंझा-ए विषाणू



आढळतो. काही वर्षापूर्वी संयुक्त संस्थानातील बोस्टनच्या सामुद्रधुनीत हजारो सील मासे मेलेले आढळले होते. तपासणीत त्यांचा मृत्यू इन्फ्ल्युएंझा-ए विषाणूमुळे झाला होता असे आढळले. सीलसारख्या प्राण्यांचा

आणि मानवाचा निकट संबंध कधी येत नसल्याने मानवी इन्फ्ल्युएंझा साथीची सुरुवात करणारा घटक म्हणून त्यांचा विचार करणे योग्य होणार नाही. पण रानटी आणि पाळीव बदके, कोंबड्या आणि डुकरे यांची मात्र या संदर्भात मुख्य संशयित या नात्याने तपासणी होणे आवश्यक ठरेल, आणि त्यानुसार आग्नेय आशियाच्या जोडीला इतरही काही प्रदेश फ्लूच्या नव्या साथींची उगमस्थाने असू शकतील असे मानायला जागा आहे. ❖❖

(एप्रिल-मे २००३)

नैसर्गिक साबण

वनस्पतींमध्ये सॅपोनीन या नावाने ओळखली जाणारी नैसर्गिक क्षालके कमी अधिक प्रमाणात आढळतात. काही वनस्पतींच्या फळांमध्ये सॅपोनीनचे प्रमाण अधिक असते व त्यांमुळे वनस्पतीभक्षक प्राण्यांपासून त्यांचे रक्षण होते. वनस्पति जन्य क्षालकांचा भारतात पुरातनकाळापासून साबणाऐवजी उपयोग केला जातो. यांपैकी रिठा आणि शिकेकाई हे पदार्थ सर्वांना माहीतच आहेत. पण याशिवाय हिंगणबेट व ऑस्ट्रेलियन अकेशिया यांच्या फळांमधील क्षालकांचाही काही ठिकाणी उपयोग केला जातो.

भूपृष्ठावरील तळी किंवा भूगर्भातून येणारे पाणी यांच्यात कमी अधिक प्रमाणात कॅल्शियम बायकार्बोनेट हा क्षार विरघळलेला असतो. अशा प्रकारच्या पाण्याचा वापर साबणाबरोबर केल्यास त्यातील मेदाम्लांबरोबर कॅल्शियमची रासायनिक प्रक्रिया होऊन त्यांचा पाण्यात अविद्राव्य असा अवक्षेप निर्माण होतो. यामुळे केस, रेशमी वस्त्रे, दागिने यांसारख्या वस्तू जर साबणाने धुतल्या तर त्यांच्यावर कॅल्शियम क्षाराचा अवक्षेप बसून या वस्तूंची नैसर्गिक चमक नष्ट होते. वनस्पतिजन्य क्षालकांची आणि पाण्यातल्या कॅल्शियमची अशा प्रकारे रासायनिक प्रक्रिया होत नसल्याने अजूनही केस धुण्यासाठी शिकेकाई व दागिने धुण्यासाठी रिठ्याचा वापर केला जातो.

आ. दि. कर्वे

विज्ञान, सजीवांचे आणि निर्जीवांचे

लेखक : आ. दि. कर्वे

जीवशास्त्राचे वैशिष्ट्य

जीवशास्त्र हे भौतिक शास्त्रापेक्षा वेगळे आहे, यात शंकाच नाही. सजीवांच्या जिवंतपणामुळे सजीवांच्या अभ्यासाला एक वेगळेच परिमाण लाभले आहे. गेल्या दोन शतकांमध्ये जीवशास्त्रात खूप प्रगती झाली असली, तरी भौतिक विज्ञान किंवा रसायनशास्त्र यांच्याइतका काटेकोरपणा जीवशास्त्रात आलेला नसल्यामुळे त्यांच्याइतकी प्रगती अजूनही झालेली नाही असा एक समज सर्वसामान्यांमध्ये पसरलेला आहे. भौतिक विज्ञान किंवा रसायनशास्त्र यांमध्ये प्रयोग एकदा करा अगर दहावेळा करा, त्यातून पुनःपुन्हा तेच निष्पन्न निघेल, पण जीवशास्त्रात अशी पुनःप्रत्ययकारिता दिसत नाही. शिवाय सजीवांच्या जिवंतपणाचा अर्थ काय, आणि पर्यायाने मानवाच्याही पृथ्वितलावरील अस्तित्वाचा अर्थ काय, कोणतीतरी बाह्य शक्ति आपले

प्रारब्ध ठरविते का, सजीवांच्या जिवंतपणाचा अर्थ काय, आणि पर्यायाने मानवाच्याही पृथ्वितलावरील अस्तित्वाचा अर्थ काय, कोणतीतरी बाह्य शक्ति आपले प्रारब्ध ठरविते का, सजीवांच्या जिवंतपणामागे काही तरी दैवी प्रेरणा आहे का, मेल्यानंतर आत्म्याचे काय होते, अशा प्रकारचे प्रश्न अजूनही सर्वांना सतावतात. या चिंतनातूनच तत्त्वज्ञान, धर्म व देव या कल्पना आल्या. या प्रश्नांची उत्तरे वैज्ञानिक अजूनही समाधाकारकरीत्या देऊ शकत नसल्याने, केवळ सामान्यजनच नव्हे तर मोठी मोठी विद्वान माणसेसुद्धा बरेचदा एकाद्या आध्यात्मिक गुरूच्या भजनी लागतात.

निःस्वार्थी वृक्ष

दृष्टांतांद्वारे आपले म्हणणे लोकांना पटवून द्यावयाचे ही या संत-महात्म्यांची हातखंडा युक्ती. मानवाने वृक्षासारखे आचरण ठेवावे.

ज्याप्रमाणे वृक्ष आपली छाया किंवा फळे सर्वांना देतो, त्याचप्रमाणे आपणही आपल्याकडे येणाऱ्या गरजवंताला यथाशक्ति मदतच करावी, असा एक दृष्टांत नेहमी दिला जातो.

हा दृष्टांत वरकरणी कोणासही सहजी पटेल असाच आहे, पण त्यावर वनस्पतिशास्त्रदृष्ट्या विचार केल्यास मानवाने नेहमी आपला स्वार्थ साधावा अशीच शिकवण मिळेल. सावली ही वृक्षाच्या दृष्टीने निरुपयोगी असते. वृक्षाची पाने स्वतःच्या प्रकाश संश्लेषणासाठी सूर्यप्रकाश शोषून घेतात. म्हणूनच पर्णसंभाराखाली सावली पडते. अशा या सावलीचा दुसऱ्या कोणीही उपभोग घेतला, तर त्यामुळे वृक्षाचे काहीही अडत नाही. उलट या सावलीचा वृक्षाला फायदाच होतो. दाट सावलीत इतर वनस्पती वाढत नाहीत. त्यामुळे अन्य वनस्पतींच्यामुळे वृक्षाला ज्या संभाव्य स्पर्धेला तोंड द्यावे लागले असते ती स्पर्धाही सावलीमुळे टळते. तसेच दुपारची उन्हे टाळण्यासाठी जे प्राणी सावलीत येऊन बसतात, त्यांची बरीचशी विष्टा वृक्षाखालीच पडते. वृक्षाच्या पानांमधून रात्री ठिबकणाऱ्या पाण्यामुळे वृक्षाखालील जमीन नेहमी दमट राहते. त्यामुळे वृक्षांखाली नेहमी गांडुळांचे वास्तव्य असते. गांडुळांच्या क्रियेने हे शेण कुजते व त्याचा खत म्हणून त्या वृक्षालाच उपयोग होतो. थोडक्यात म्हणजे कोणताही निकष लावला तरी वृक्षाने

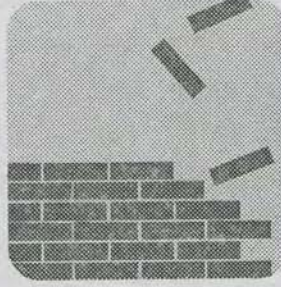
सावली देणे हे काही परोपकाराचे उदाहरण होऊ शकत नाही.

व्हायटॅलिझम

आता प्रश्न येतो फळांचा. फळात वनस्पतीचे बीज असते, हे सर्वांना माहीतच आहे हे बी मातृवनस्पतीच्या जवळच पडले तर त्यातून निर्माण होणाऱ्या आपल्याच रोपट्यापासून मातृवनस्पतीला स्पर्धा निर्माण होईल. आपले बीज आपल्यापासून शक्य तितक्या दूर नेले जावे म्हणून त्यावर गोड अशा फळाचे आवरण चढवले की पक्षी किंवा प्राणी ही फळे खातील आणि त्याद्वारे ते आपले बी दूर वाहून नेतील या उद्देशाने वनस्पती फळे निर्माण करतात. तेव्हा प्राण्यांना गोड फळे देणे याही बाबतीत वृक्षाचा स्वार्थच दिसून येतो.

वरील विवेचनातून वाचकांच्या हेही लक्षात येईल, की जैव घटकांचा अभ्यास करताना केवळ एकाच व्यक्तीचा किंवा जातीचा अभ्यास करून भागत नाही, तर त्याच्या आजूबाजूच्या इतर सजीव आणि निर्जीव घटकांशी त्याचे कशाप्रकारचे संबंध आहेत याचाही अभ्यास करणे आवश्यक असते. पर्यावरणाशी जुळवून घेणे ही क्रिया जीवमात्रांना सतत आचरावी लागते. यासाठी पर्यावरणाची म्हणजे बाह्य तापमान, आर्द्रता, उजेड, भक्षक, खाद्य इ. घटकांची माहिती करून घेऊन त्यानुसार त्यांना आपले कार्य करावे लागते. अशा प्रकारे आपल्या बाह्य

परिस्थितीनुसार स्वतःच्या आचरणात योग्य ते बदल घडवून आणणाऱ्या यंत्रणांना स्वयंनियामक यंत्रणा म्हणतात. निर्जीवांमध्ये स्वयंनियमन आढळत नाही. सजीवांचे काही खास असे गुणधर्म असून ते फक्त जीवसृष्टीतच आढळतात, आणि या गुणधर्मांना अन्य शाखांचे नियम लागू होत नाहीत असाही एक विचार १९ व्या शतकात रुढ झाला होता. याला इंग्रजीत व्हायर्टॅलिझम असे म्हणतात. पण मानवाने आपल्या सोयीसाठी पुढे अनेकविध स्वयंनियामक यंत्रे बनविली. अंडी उबविण्याचे यंत्र हे यांपैकी एक यंत्र. बाहेरील तापमान कितीही असले तरी या यंत्राच्या आतील तापमान हे आपण ठरवू तेवढेच राहते.



आपल्या शरीराचेही तापमान कायम ३७ डिग्री सेल्सियस राहिल अशी एक स्वयंनियामक यंत्रणा आपल्या शरीरात असते. अग्निबाणाला शत्रूच्या विमानाचा वेध घेण्यासाठी बसविलेली यंत्रणा आणि पाठशिवणीच्या खेळात आपल्या प्रतिस्पर्ध्यांने कितीही हुलकावण्या दिल्या तरी त्याची पाठ सोडावयाची नाही यासाठी आपण वापरत असलेले डावपेच, ही दोन्ही एकाच प्रकारच्या स्वयंनियामक यंत्रणेची उदाहरणे आहेत. हल्ली बऱ्याचशा

कारखान्यांमध्ये स्प्रे पेंटिंग करण्यासाठी स्वयंचलित यंत्रे वापरली जातात. मानवी रंगारी ज्याप्रमाणे आपल्या दृष्टीचा वापर करून समोरील वस्तूचा न रंगलेला भाग हुडकून काढतो व त्यावर स्प्रे मारतो, तशीच क्रिया या यंत्रानेही केली जाते. या यंत्रणा प्रथम तंत्रज्ञांनी आपली अकलहुशारी लढवून निर्माण केल्या व मग जीवशास्त्रज्ञांच्या हे लक्षात आले की या यंत्रणा आणि जीवमात्रांच्या क्रिया यांच्यात बरेच साम्य आहे. यातूनच पुढे सायबर्नेटिक्स (स्वयंनियमनशास्त्र) या एका नव्या शाखाचा उगम झाला. संगणकांच्या वापराने तर आता स्वयंनियामक यंत्रणा निर्माण करणे फार सोपे झाले आहे.

शिस्तबद्ध रचना

थोडक्यात सजीव व निर्जीव ह्या दोन्ही घटकांना भौतिक विज्ञान आणि रसायनशास्त्राचे सर्व मूलभूत नियम लागू होतात. पक्षी आकाशात उडू शकतो याचा अर्थ त्याला गुरुत्वाकर्षण लागू होत नाही असा होत नाही, तर तो गुरुत्वाकर्षणावर मात करू शकतो, असा आहे. भौतिक विज्ञान आणि रसायनशास्त्र यांपैकी कोणत्याही शाखाच्या नियमांचे उल्लंघन झाल्याचे एकही

उदाहरण सजीवांमध्ये आढळत नाही. भौतिक विज्ञान आणि रसायनशास्त्र या दोन्ही शास्त्रांमधला एक मूलभूत नियम असा आहे की विस्कळित अशा घटकांमधून अधिक शिस्तबद्ध जडणघडण असणाऱ्या रचना आपोआप कधीच निर्माण होऊ शकत नाहीत. कारण शिस्तबद्ध जडणघडणीच्या रचना या विस्कळित घटकांपेक्षा ऊर्जेच्या वरच्या पातळीवर असतात. याउलट शिस्तबद्ध जडणघडण असणाऱ्या रचनांचे रूपांतर मात्र विस्कळित घटकांमध्ये आपोआप होऊ शकते. उदाहरणार्थ विटांच्या विस्कळित अशा ढिगापासून कदापीही आपोआप एखादी इमारती उभी राहणार नाही, पण अगदी पक्की बांधलेली इमारत सुद्धा कालांतराने कोसळून तिचे आपोआप विटांच्या ढिगाऱ्यात रूपांतर होऊ शकते. वरवर पाहता सर्वसामान्यांना असे वाटते की जैव सृष्टीला हा नियम लागू नसावा. कारण तो लागू असता तर अमीबासारख्या एकपेशीय प्राण्याची उत्क्रांती होत होत मानवाची निर्मिती कशी झाली ? किंवा लहानशा अंडपेशीपासून संपूर्ण मानवी आकार कसा निर्माण होतो ? या प्रश्नांना उत्तर असे की सूर्यप्रकाशाद्वारे पृथ्वीवर सतत ऊर्जा येत असते, तिचा उपयोग करून जीवसृष्टीतले घटक ऊर्जेच्या वरच्या पातळीवर पोहोचू शकतात. लहानशा बीजापासून मोठा वृक्ष होतो तेव्हाही याच

ऊर्जेचा वापर केला जातो. वृक्ष प्रकाशसंश्लेषणाने सौर ऊर्जेचा वापर करतो हे सर्वसामान्यांना माहित असते, पण मानवच काय तर सर्व प्राणीमात्र आपल्या वाढीसाठी व पोषणासाठी सौर ऊर्जेचाच वापर करतात, हे बऱ्याच जणांना माहिती नसते. परंतु प्राणिमात्र जे अन्न खातात, ते मुळात वनस्पतींनी प्रकाशसंश्लेषणाद्वारेच निर्माण केलेले असते.

रिडक्शनिझम

कोणत्याही पदार्थाचा भौतिक किंवा रासायनिक दृष्टिकोनातून अभ्यास करताना त्याच्या लहानात लहान घटकाचा अभ्यास करण्याची एक पद्धती रुढ झाली आहे. तिला इंग्रजीत रिडक्शनिझम असे म्हणतात. यामागची सर्वसाधारण कल्पना अशी की कोणत्याही पदार्थाच्या लहानात लहान घटकाचा अभ्यास केला, तर त्यापासून आपल्याला त्या पूर्ण पदार्थाच्या गुणधर्माची माहिती होते. परंतु सजीवांचे घटक हे एखाद्या आधुनिक यंत्राच्या घटकांसारखे असतात. ते सर्व घटक एकमेकांसारखे नसतात, व त्यांचे कार्य समजण्यासाठी केवळ त्यातल्या प्रत्येक घटकाची रचनाच नव्हे तर प्रत्येक घटकाचा इतर घटकांशी आणि त्या संपूर्ण यंत्रणेचा आपल्या सभोवतालच्या सृष्टीशी कशा प्रकारचा संबंध आहे याचीही माहिती करून घेणे आवश्यक असते. उदाहरणार्थ

एकाद्या रिडक्शनिस्ट वैज्ञानिकाने मोटारगाडीच्या इंजिनाच्या अणुरेणूंच्या घडणीचा कितीही बारकाईने अभ्यास केला. तरी ते इंजिन कसे चालते याचा त्याला कधीच बोध होणार नाही. तसा बोध होण्यासाठी त्याला इंजिन ब्लॉक, सिलिंडर, पिस्टन, स्पार्क प्लग, डिस्ट्रिब्यूटर, बॅटरी, रेडिएटर, फ्युएल पंप, इ. सर्व घटकांचा वेगवेगळा अभ्यास करून पुन्हा त्यांचे परस्परसंबंध कसे आहेत हेही

तपासावे लागेल. अशा प्रकारच्या सर्वांगीण अभ्यासाला इंग्रजीत होलिस्टिक अभ्यास असे म्हटले जाते. अभियांत्रिकी, भूगर्भशास्त्र, हवामानशास्त्र, अशा काही शाखांमध्ये या होलिस्टिक अभ्यासाची गरज

नेहमीच पडते. पण मूलभूत भौतिकशास्त्र व रसायनशास्त्र यांच्यात मात्र प्रामुख्याने रिडक्शननिझमचाच वापर केला जातो. अर्थात या विवेचनाचा असा अर्थ नाही की जीवशास्त्रात रिडक्शननिझमचा वापर करूच नये. जिवंत यंत्रणांचा सर्वात लहान घटक पेशिका हा आहे. पेशिके तल्या जैवरासायनिक क्रिया, त्यांवर असणारा नाभिकेचा अंमल, नाभिकेतला मुख्य घटक असणाऱ्या नाभिकीय आम्लाची रचना, अशा सर्व महत्त्वाच्या माहितीचा शोध



रिडक्शननिझममुळेच लागला. पण या सर्व माहितीचा जेव्हा होलिस्टिक पध्दतीने अभ्यास केला गेला, तेव्हाच जैव सृष्टीची अनेक कोडी उलगडली गेली.

एकतर्फी परिणाम

सजीव व निर्जीवामधला एक मोठा फरक म्हणजे निर्जीवांवर पर्यावरणातल्या बाह्य घटकांचा होणारा परिणाम हा एकतर्फी असतो. उदाहरणार्थ लोखंडाच्या एखाद्या

तुकड्याजवळ लोहचुंबक नेले, तर तो तुकडा त्याकडे आकर्षित होईल, पण त्यामुळे लोहचुंबकावर काही परिणाम होणार नाही. आणि दुसरे म्हणजे हा प्रयोग आपण कितीही वेळा केला, तरी आपणांस दरवेळी हाच अनुभव येईल. क्षरसायनात य

रसायन मिसळून ते अमुक अमुक तापमानापर्यंत तापविल्यावर जर आपणांस ज्ञ हे रसायन मिळाले, तर पुढेही आपण जेव्हा जेव्हा हा प्रयोग करू, तेव्हा तेव्हा आपणांस ज्ञ हेच रसायन मिळेल असे आपण खात्रीशीरपणे सांगू शकतो. याउलट सजीवांवर केलेल्या प्रयोगांचे काय परिणाम होतील हे आपण इतक्या खात्रीपूर्वक सांगू शकत नाही, कारण सजीवांवर होणारे परिणाम हे केवळ त्यांच्यावर कार्य करणाऱ्या बाह्य घटकांवरच अवलंबून नसतात. प्रत्येक

जीवमात्राच्या पेशिकेत नाभिकीय आम्ल असते व त्याच्या सर्व क्रिया त्यात दिलेल्या आराखड्यानुसार चालतात. निसर्गात कोणत्याही जीवमात्राचे नाभिकीय आम्ल तंतोतंत दुसऱ्यासारखे नसते. तसेच सजीव घटक केवळ बाह्य घटकांचा त्यांच्यावर होणारा परिणाम शांतपणे सहन करतात असे नव्हे, तर त्यांच्यात या परिणामांविषयी प्रतिक्रिया करण्याची क्षमता असते. त्यांना बाह्य घटकाची क्रिया उपद्रवकारक वाटत असेल तर ते तिला विरोध करतील, किंवा टाळतील, किंवा वेळप्रसंगी प्रतिपरिणाम घडविणारी कृती करतील. समजा एखाद्या प्रयोगात काही प्राण्यांच्या पुढ्यात पाणी ठेवले तर या प्रयोगात सामावलेले काहीजण ते पितील, काहीजण त्याच्याकडे दुर्लक्ष करतील, काही त्यात आपले अंग भिजवतील, तर काही जण पाण्याचे भांडे लवडून ते पाणी सांडूनही देतील. त्यामुळे सजीवांचा अभ्यास करणाऱ्या सर्वच शास्त्रांमध्ये, म्हणजे जीवशास्त्र, समाजशास्त्र, अर्थशास्त्र, वैद्यक, कृषि, वगैरे शास्त्रांमध्ये काटेकोरपणा नसतो. अमुक अमुक केले असता त्याचा परिणाम असाच होईल असे सजीवांबाबत खात्रीने सांगता येत नाही. तसे असते तर प्रत्येक क्रिकेट सामन्यात नेहमी एकच संघ विजयी झाला असता किंवा प्रत्येक निवडणूक नेहमी एकाच पक्षाने जिंकली असती. निकालाच्या

अनिश्चिततेमुळे जीवशास्त्रासंबंधी निष्कर्ष काढण्याची पद्धती भौतिकशास्त्र व रसायनशास्त्र यांच्यापेक्षा वेगळी असते. जीवशास्त्रात एकच प्रयोग अनेकवेळा करून आपण एक गोळाबेरीज निष्कर्ष काढू शकतो, व संख्याशास्त्राचा वापर करून फक्त येवढेच सांगू शकतो, की हाच प्रयोग पुन्हा एकदा केल्यास असा निकाल मिळण्याची अमुक इतके टक्के संभाव्यता राहिल. याचे व्यवहारातले उदाहरण द्यावयाचे झाल्यास तंबाखू खाण्यामुळे कर्करोग होतो या विधानाचे देता येईल. याचा अर्थ, प्रत्येक व्यक्तीला कर्करोग होतोच असे नाही, तर तंबाखूमुळे तिला कर्करोग होण्याची संभाव्यता वाढते.

उत्क्रांती

उत्क्रांती हा सजीवांचा एक अत्यंत महत्त्वाचा गुणधर्म. आज आपल्याभोवती दिसणारी जीवसृष्टी ही आजच्यापेक्षा अत्यंत वेगळ्या दिसणाऱ्या अशा जीवमात्रांपासून उत्क्रांतीमुळे निर्माण झाली, हे कळायलाच १९ वे शतक उजाडावे लागले. तोपर्यंत आज आपणांस दिसते अशीच सृष्टी पहिल्यापासून या भूतलावर होती व ती विश्वाच्या सुरुवातीस देवाने निर्माण केली, असा सार्वत्रिक समज होता.

सजीवांचे सर्व व्यवहार त्यांच्या पेशिकांमध्ये असणाऱ्या नाभिकीय आम्लानुसारच चालतात. पर्यावरण सतत बदलत असते.

बदलत्या पर्यावरणानुसार योग्य ते बदल जर सजीवांच्या शरीररचनेत व शरीरक्रियांमध्ये घडून आले नाहीत, तर ते बदललेल्या परिस्थितीत टिकून राहणार नाहीत हे उघड आहे. म्हणून नाभिकीय आम्लात प्रत्येक पिढीत थोडेथोडे बदल घडून येतात. दोन भिन्नलिंगी सजीवांच्या संयोगाने नाभिकीय आम्लात प्रत्येक पिढीत बदल घडून येतातच, पण त्याशिवाय काही बदल आपोआपही घडून येतात. आपोआप घडून येणाऱ्या बदलांना उत्परिवर्तन असे

म्हणतात. प्राप्त परिस्थितीशी जुळवून घेऊन शिवाय आपली प्रजननक्षमता उच्च राखू शकतील अशाच जीवमात्रांच्या पुढच्या



पिढ्या बदलत्या पर्यावरणात तगून राहतात. प्रत्येक पिढी ही मागल्या पिढीपेक्षा वेगळे गुणधर्म घेऊन जन्माला येते व बदललेल्या पर्यावरणात जगण्यास कोण लायक ठरते हे दर पिढीत नव्याने ठरविले जाते. जे जगण्यास लायक ठरतात तेच नव्या पिढीला जन्म देण्यासही लायक ठरतात. ही क्रिया पिढ्यान् पिढ्या चालत आल्याने त्या जातीचे गुणधर्म कालांतराने इतके बदलतात, की तिला आपण वेगळी जात म्हणू शकतो. अर्थात हा बदल घडून येण्यास कोट्यवधी वर्षे जावी लागतात. त्यामुळे जीवाश्मांच्या

अभ्यासानंतरच उत्क्रांतीची जाण येऊ शकली.

आजूबाजूची जीवसृष्टी हाही सजीवांच्या पर्यावरणाचाच भाग असल्याने, वाळवंट, समुद्र, उच्च किंवा नीच तापमान यांबरोबरच आपल्या सभोवतालच्या जीवसृष्टीशीही सजीवांना जुळवून घ्यावे लागते. यातून अन्नाच्या साखळ्यांची तर उत्क्रांती झालीच, पण परागीकरणासाठी कीटकांना आकृष्ट करण्यासाठी निर्माण झालेले फुलांचे विविध

प्रकार, भक्षकांपासून स्वतःला वाचविण्याच्या युक्त्या, आपले अन्न असणाऱ्या विशिष्ट बुरशीची मुंग्यांकडून केली जाणारी लागवड, परोपजीवी घटकांनी आपल्या यजमानांची संरक्षक यंत्रणा

भेदण्यासाठी योजलेल्या युक्त्या, पानांसारखे दिसणारे कीटक, तर दगडासारखे दिसणारे सरडे, असे मती गुंग करणारे गुणधर्म सजीवांमध्ये निर्माण झाले. जोपर्यंत उत्क्रांतीच्या तत्त्वाचा शोध लागलेला नव्हता तोपर्यंत हे सर्व नैसर्गिक चमत्कार ही देवाची करणीच असली पाहिजे असा समज जनमानसात पक्का रुजलेला होता. पृथ्वी गोल असून ती सूर्याभोवती फिरते ही कल्पना, किंवा गुरुत्वाकर्षणाची कल्पना यांनी ज्याप्रमाणे प्रस्थापित मतांना धक्का दिला. तसाच धक्का उत्क्रांतिवादानेही जगाला

दिला. सर्वसामान्यांना अजूनही ही कल्पना नीटशी कळलेली नाही. कारण आपल्या शालेय शिक्षणात उत्क्रांतिवादाचे योग्य शिक्षण दिले जात नाही. काही धार्मिक संघटनांनी चालविलेल्या शाळांमधून तर उत्क्रांती हा विषय पूर्णपणे गाळूनच टाकला जातो, कारण तो त्या धर्माच्या तत्वांशी सुसंगत मानला जात नाही.

माहितीशास्त्र

जीवमात्रांचे कार्य कसे चालते हे समजण्यासाठी यंत्रणांचा अभ्यास हा जसा खूप उपयोगी पडला, तितकाच उपयोग माहितीशास्त्राचाही झाला. अमेरिकेत दुसऱ्या महायुद्धाच्या शेवटी संगणक बांधण्यास सुरुवात झाली. याच सुमारास संगणकात माहिती कशा पध्दतीने साठवावी, तिचा वापर कसा होतो, ती मोजावी कशी, माहिती मोजण्यासाठी कोणते परिणाम वापरावे, तिचा न्हास कसा होतो, इत्यादींचा पद्धतशीर अभ्यास करून तिथल्या काही गणितज्ञांनी माहितीसंबंधी काही मूलभूत सिद्धांत मांडले व त्यांमधूनच पुढे माहितीशास्त्र या नावाचे एक नवे शास्त्र उदयाला आले. १९५० ते १९६० या दशकात नाभिकीय आम्लाची रचना व जनुकांच्या कार्यपद्धतीचा



शोध लागला, आणि जीवशास्त्रज्ञांच्या असे लक्षात आले की माहितीशास्त्राचे सर्व नियम जीवशास्त्रालाही लागू होतात. अशा रीतीने जीवशास्त्र आणि संगणकशास्त्र या दोहोंना सांधणारा आणखी एक दुवा मिळाला. प्राणी नवनव्या गोष्टी शिकू शकतात, व त्या अनुभवांचा आपल्या भावी आयुष्यात वापर करतात. अशा प्रकारचे शिकणारे संगणक बनविणे आता शक्य झाले आहे. ते बुद्धिबळ खेळतात व आपल्या चुका सुधारीत सुधारीत या खेळात इतके तरबेज होतात की ते एखाद्या ग्रँड मास्टरलाही हरवू शकतात. माहितीशास्त्र, स्वयंनियमन आणि संगणक हे भौतिकशास्त्रावर आधारित असल्याने जीवसृष्टीला भौतिक व रसायनशास्त्राचे सर्व नियम लागू होतात हे पुन्हा एकदा सिद्ध झाले.

बुद्धिबळाचा खेळ खेळू शकणाऱ्या संगणकावरून संगणकतज्ञांनी पुढे विचार केला तो कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा. कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा प्रयोग यशस्वी केव्हा म्हणावयाचा यासाठी एक निकष लावला जातो. तो असा, की एका खोलीत एक माणूस बसवावयाचा व दुसऱ्या एका खोलीत कृत्रिम बुद्धिमत्ता असलेला एक संगणक ठेवावयाचा. त्या दोघांनी परस्परांशी संभाषण करावयाचे, आणि त्यांच्यात झालेल्या

संभाषणात खऱ्या माणसाला आपण दुसऱ्या एखाद्या माणसाशीच बोलतो आहोत असे वाटले, तर कृत्रिम बुद्धिमत्ता निर्माण करण्यात शास्त्रज्ञांना यश मिळाले असे समजले जाईल. अजून इतक्या क्षमतेचा संगणक बनविण्यात संगणकतंत्रज्ञाना यश आलेले नाही. पण बुद्धिबळासारखे एकादे विशिष्ट कार्य माणसाइतक्याच सफाईदारपणे करण्याइतपत बुद्धी असणारे संगणक निर्माण करण्यात आलेले आहेत. बुद्धिबळाच्या खेळाचे नियम व प्रत्येक मोहऱ्याच्या हालचालींचे नियम हे संगणकाच्या स्मरणात असतात. खेळ सुरू झाल्यावर प्रत्येक खेळीनंतर कोणते मोहरे कोणत्या स्थानावर आहे, हेही त्याच्या स्मरणात असते. खेळ संपल्यावर जर संगणक हरला असेल, तर आपण कोणत्या चुकांमुळे हरलो हेही संगणकाच्या स्मरणात असते व पुढच्या डावात तो त्या चुका टाळतो.

अशाच प्रकारे आता युद्धाचे डावपेच आखणारे प्रोग्रॅमही तयार करण्यात आले आहेत. हेच तत्त्व वापरून लेखकाला कथा-कांदबऱ्या लिहिण्यास मदत करणारे प्रोग्रॅमही बनविता येतील, कारण बुद्धिबळातल्या मोहऱ्यांप्रमाणे प्रत्येक पात्राचे वागणुकीचे नियम आणि सुरूवातीला त्या पात्रांची स्थिती काय होती, याची माहिती अशा संगणकाला दिली, तर त्यानुसार प्रत्येक पात्राची पुढील खेळी एका पाळीला संगणक ठरवील तर पुढच्या पाळीला त्या पात्रांनी काय करावयाचे

हे लेखक ठरवील. बुद्धिबळात ज्याप्रमाणे राजावर मात होण्याने खेळाचा शेवट होतो, अशाच रितीने सत्प्रवृत्तीच्या पात्राचा विजय होऊन (किंवा प्रेमिकाला आपली प्रेयसी मिळाल्यानंतर) हा खेळ संपविला, तर एका हिंदी चित्रपटाचे कथानक तयार होईल.

आता राहता राहिला तो प्रश्न आत्म्याचा. जिवंत घटकात जोवर आत्मा आहे तोवर तो घटक जिवंत असतो व तो घटक मृत झाला की त्याचा आत्माही गायब झाला असे समजले जाते. भगवद्गीतेत आत्म्याचे वर्णन नैनं छिंदंति शस्त्राणि नैनं दहति पावकः असे नकारार्थी केलेले आहे. त्याद्वारे आत्मा काय नाही ते समजते, पण काय आहे ते समजत नाही. सजीवांचे बरेचसे गुणधर्म संगणक दर्शवतो, म्हणून आपण काही संगणकाला सजीव समजत नाही. त्यामुळे निदान आत्मा म्हणजे काय याचे उत्तर देण्यासाठी आपल्याला संगणकाच्या दृष्टांताचा वापर करता येणार नाही. आत्मा म्हणजे काय, मृत्यूनंतर तो कोठे जातो, त्याचा पुनर्जन्म होतो का, इत्यादि प्रश्नांना वैज्ञानिकांकडे आज तरी उत्तरे नाहीत.



(ऑगस्ट-सप्टेंबर २००३)

ग्रामीण उद्योजकांसाठी समुचित तंत्रे

लेखक : आ. दि. कर्वे

भरपूर आणि चांगल्या दर्जाचे उत्पादन यांची ग्रामीण उद्योग व शेती यांच्या विकासासाठी गरज असते. पण एवढेच पुरेसे नाही. विकासाच्या प्रवासात जी तंत्रे वापरतो त्यामुळे आपण पर्यावरण ओरबाडून नष्ट करत नाही ना ? पुढच्या विकासाची वाट बंद करत नाही ना हे पाहणेही अत्यावश्यक असते. तरच ते तंत्र उचित ठरेल. अशा काही 'उचित' तंत्राबद्दल ठाणे येथील मराठी विज्ञान परिषदेच्या संमेलनात अध्यक्ष डॉ. आ. दि. कर्वे यांनी सांगितले.

व्यापार-उद्योगाच्या जागतिकीकरणाने आपल्या स्वदेशी उद्योगांना धोका निर्माण झाला आहे. अशी ओरड आपण आज सर्वत्र ऐकतो आहोत. या बाबतीत आपल्या उद्योजकांकडून नेहमी ऐकू येणारी एक मागणी अशी, की आम्हाला समपातळीतल्या क्रीडांगणावर खेळण्याची संधी द्या. याचा अर्थ असा, की परदेशी उद्योगांना ज्या सोयी-सवलती त्यांच्या देशात मिळतात त्या स्वदेशी उद्योगांनाही आपल्या देशात मिळाव्यात पण आज समपातळीच्या क्रीडांगणाची मागणी करणाऱ्या आपल्या स्वदेशी कारखानदारीने गेल्या ४०-५० वर्षांच्या काळात जेव्हा आपल्याच खेड्यातल्या बलुतेदार आणि ग्रामीण उद्योगधंद्यांचे बळी घेतले, त्यावेळी

कुणालाही समपातळीच्या क्रीडांगणाची आठवण झाली नव्हती. यंत्रशक्तीवर आधारित आधुनिक कारखानदारीबरोबर ग्रामीण कारागीर कधीच स्पर्धा करू शकत नाही, कारण यंत्रांद्वारे निर्माण होणारा माल ग्रामीण कारागिरांनी हाताने तयार केलेल्या मालापेक्षा स्वस्त असतो. हे सत्य अगदी जागतिक पातळीवर औद्योगिक क्रांतीच्या अगदी सुरुवातीच्या काळातच स्पष्टपणे दिसून आले होते. त्यावेळी गिरणीत तयार होणाऱ्या कापडाने हातमागाचा धंदा बंद पडला होता. ग्रामीण कारागिराची पीछेहाट होण्यास कारणीभूत ठरलेला आणखी एक घटक म्हणजे प्लास्टिक, अॅल्युमिनिअम, स्टेनलेस स्टील, चिनी माती, किंवा अॅस्बेस्टॉस-

सिमॅंट, यांसारख्या नवीन प्रकारच्या पदार्थांपासून कारखान्यांमध्ये निर्माण केलेल्या वस्तू वापरण्यास अधिक सोयीच्या असल्याने ग्रामीण कारागिरांनी निर्माण केलेल्या पारंपरिक मालाची मागणी कमी होत गेली.

खादी आणि ग्रामोद्योग आयोगाने हस्तोद्योगांसाठी शहरात विक्रीची सोय करून काही कलात्मक वस्तूंच्या ग्रामीण निर्मात्यांना जिवंत ठेवण्यात यश मिळवले, पण दैनंदिन उपयोगाच्या वस्तू बनविणाऱ्या कारागिरांना मात्र हा आयोग वाचवू शकला नाही. अशा कारागिरांमध्ये पन्हाळी कौले बनविणारे कुंभार, बांबूंच्या वस्तू बनविणारे बुरुड आणि कैकाडी, बैलगाड्या निर्माण करणारे सुतार, वाखाचे दोर विणणारे मांग, तसेच ग्रामीण चांभार, लोहार, कासार, तांबट, कोष्टी, अशा विविध प्रकारच्या कारागिरांचा समावेश होता. उत्पन्नाचे अन्य कोणतेच साधन नसल्याने त्यांना आपल्या उपजिविकेसाठी शहरांचा आश्रय घ्यावा लागला. शहरात येणाऱ्या ग्रामीण बेकारांचा लोंढा ही आपल्या शहरांपुढे एक मोठी समस्या उभी ठाकली आहे. नव्याने शहरात येऊन झोपडपट्टीत किंवा फुटपाथवर संसार थाटणाऱ्या कुटुंबातल्या मुलांची केवळ शाळा सुटते एवढेच नव्हे, तर ते कोवळे जीव गुन्हेगारी आणि मादक पदार्थांच्या विळख्यात अडकण्याचाही संभव असतो. ग्रामीण कुटुंबातला पुरुष जर एकटाच शहरात रहात

असेल, तर तो एड्सला बळी पडण्याचा संभवही फार मोठा असतो, आणि असे झालेच तर गावी राहणाऱ्या आपल्या बायकोचाही तो बळी घेतो.

ग्रामीण बेकारीची समस्या सोडविण्यासाठी कारखानदारी वाढविणे हा तोडगा नव्हे, कारण तसे केले तर शहराकडे येणाऱ्या ग्रामीण बेकारांची संख्या आणखी वाढेल. ग्रामीण रहिवाश्यांना ते जेथे राहतात तेथेच पुरेशी कमाई करण्याची संधी उपलब्ध करून दिली तर त्यांच्यावर निदान आर्थिक कारणाने स्थलांतर करण्याची पाळी येणार नाही.

काळाच्या गरजेप्रमाणे नवी तंत्रे विकसित करणे हे तत्त्व जे उद्योग पाळीत नाहीत, ते स्पष्ट टिकत नाहीत. नवी तंत्रे विकसित करणे, आणि ती वापरणे ही क्रिया मोठे कारखाने आणि संघटित उद्योग यांना सहज शक्य होते, पण पारंपरिक ग्रामीण व्यवसाय करणारे व्यावसायिक हे अल्पशिक्षित आणि आर्थिकदृष्ट्या कमकुवत असल्याने स्वबळावर नवी तंत्रे विकसित करणे आणि त्यांवर आधारित उद्योग यशस्वी करून दाखविणे, हे त्यांच्या कुवतीबाहेरचे काम असते. हे काम खरे तर आपल्या देशातल्या विद्यापीठांनी आणि राष्ट्रीय प्रयोगशाळांनी करावयास हवे, पण एक कृषिक्षेत्र सोडले तर आपल्या प्रस्थापित संशोधनसंस्थांनी ग्रामीण विकासाच्या दृष्टीने उपयोगाची ठरेल

अशी कोणतीच भरीव कामगिरी केली नाही, आणि कृषिक्षेत्रातही स्थलकालानुरूप योग्य असे समुचित तंत्र विकसित न करता, आपल्या कृषितंत्रज्ञांनी पाश्चात्य देशातल्या महागड्या व अनुचित तंत्राचीच नकल केली. हरितक्रांती या नावाने गौरविल्या गेलेल्या या नव्या कृषिपद्धतीमुळे शेतकऱ्यांचे उत्पन्न तात्पुरते वाढले, पण आता मात्र तिचे दुष्परिणाम दिसू लागले आहेत. पाण्याच्या व रासायनिक खतांच्या अतिरेकाने जमिनीची सुपीकता नष्ट झाली आहे आणि कीटकनाशकांच्या अनिर्बंध वापराने कीटकनाशकांना दाद न देणाऱ्या संहारक कीटकांची निर्मिती झाली आहे. थोडक्यात म्हणजे कृषि-आदाने निर्माण करणाऱ्या कारखानदारांचे उखळ पांढरे करणाऱ्या या हरितक्रांतीने आता शेतकऱ्यांवर डोळे पांढरे करण्याची वेळ आणली आहे.

ग्रामीण भागात उपयोगी पडतील अशी नवी तंत्रे विकसित करून त्यांच्यावर आधारित नवे ग्रामीण व्यवसाय सुरू करणे, ही आपल्या देशाची गरज आहे, पण आपल्या देशातल्या प्रस्थापित वैज्ञानिक संस्थांनी ग्रामीण भागाकडे पाठ फिरविल्यामुळे, ग्रामीण भागातील समस्यांवर उपाय शोधून काढण्याचे आव्हान बऱ्याचशा स्वयंसेवी अशासकीय संस्थांनी उचलले आहे. अशा संस्थांना आर्थिक मदत देण्याची एक योजना भारत सरकारच्या विज्ञान व

प्रायोगिकी मंत्रालयाने आखली. आम्ही सुमारे वीस शास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञांनी एकत्र येऊन सन १९९६ साली ॲप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूट या नावे एक संस्था स्थापन केली आणि वरील योजनेखाली मिळणारी आर्थिक मदत घेऊन आपल्या कामाला सुरुवात केली. या कामात आम्हाला जे थोडेसे यश लाभले, त्याचे चित्र मी आज आपल्यासमोर उभे करणार आहे.

लघु आणि सूक्ष्म उद्योगांद्वारा बनू शकणारी प्रत्येक वस्तू मोठ्या कारखान्यांना स्वस्तात बनविता येतेच असा काही नियम नाही. ज्या वस्तूंच्या उत्पादनात मानवी श्रम अनिवार्य असतात, अशा बऱ्याच वस्तू मोठे उद्योग आजही लघु-उद्योगांद्वारेच करवून घेतात. ग्रामीण उद्योजकाचा व्यवसाय हा बहुशः त्या उद्योजकाच्या स्वतःच्या व त्याच्या कुटुंबियांच्या श्रमांवरच आधारित असतो. त्याला लागणारा कच्चा माल हा स्थानिक असतो व गिऱ्हाईकही स्थानिक असते.

ग्रामीण व्यावसायिकाला आपला माल खूप कमी किंमतीत विकणे शक्य असते. स्वयंचलित यंत्रांद्वारे निर्माण करता येत नसूनही ज्यांच्या निर्मितीत नव्या तंत्रांचा वापर करणे शक्य असते, अशा अनेक वस्तू आहेत. अशा प्रकारच्या अनेक उत्पादनांसाठी आम्ही आधुनिक तंत्रे शोधून काढली आहेत. आरतीने विकसित केलेल्या यादी तंत्राची माहिती संदर्भच्या १५ व्या

आणि १९ व्या अंकात आपण वाचलीच असेल.

आरतीने विकसित केलेली काही तंत्रे

- रोपवाटिका व्यवसाय
- वनस्पतींचे शाकीय गुणन
- उच्च आर्द्रता कक्ष
- पानांद्वारे शाकीय गुणन
- पाणी साठविण्याची टाकी
- पाचटापासून कोळसा
- त्याज्य पदार्थापासून इंधन

या खेरीज ऊतिसंवर्धनासारख्या आधुनिक तंत्राचा उपयोग करून ग्रामीण भागात उद्योग व्यवसाय सुरू करण्यासाठी तंत्रज्ञान विकसित केले. त्यातील काही तंत्रे पुढे देत आहोत.

नवी तंत्रे केवळ विकसित करून भागत नाहीत तर ती ग्रामीण रहिवाशांपर्यंत पोहोचविणे हेही आवश्यक असते. हे कार्य करण्यासाठी आम्ही सातारा जिल्ह्यातल्या फलटण या गावी एक प्रशिक्षण केंद्र सुरू केले आहे. येथे येऊन कोणालाही आम्ही विकसित केलेली तंत्रे शिकता येतील. ही तंत्रे वापरून खरोखरीच पैसे कमावता येतात हे दाखविण्यासाठी आम्ही फलटणातच एका सहकारी संस्थेची स्थापना केली आहे. फलटण गावाच्या आसपास जे कोणी व्यावसायिक आमचे तंत्रे वापरतात, त्यांच्या मालाची विक्री आम्ही या सहकारी संस्थेमार्फत करतो.

१) स्वस्त हरितगृह

वनस्पतीच्या प्रकाशसंश्लेषणासाठी आवश्यक असणारा आणखी एक महत्त्वाचा घटक म्हणजे कार्बनडायॉक्साइड वायू. प्रकाशसंश्लेषण क्रियेत प्रकाशाच्या सहाय्याने कार्बनडायॉक्साइड वायू व पाणी यांचा संयोग होऊन हायड्रोजनकार्बनच्या स्वरूपातील अन्नद्रव्ये तयार होतात. त्यामुळे नुसता भरपूर सूर्यप्रकाश आणि पुरेसे पाणी असून उपयोग नाही, तर हवेत कार्बनडायॉक्साइड वायूचे प्रमाण किती आहे, हा घटकही महत्त्वाचा ठरतो. आपल्या वातावरणात कार्बनडायॉक्साइड वायूचे प्रमाण एक लक्ष भागात ३८ इतकेच आहे.

त्यामुळे भारतासारख्या भरपूर सूर्यप्रकाश असणाऱ्या देशात वनस्पतींच्या वाढीवर मर्यादा पडते, ती कार्बनडायॉक्साइडची मात्रा कमी पडल्याने. पण वनस्पतींना वाढीसाठी भरपूर कार्बनडायॉक्साइड वायू मिळावा, म्हणून वातावरणाचे प्रदूषण वाढवण्याची गरज नाही, गरज आहे ती फक्त वनस्पतींच्या संपर्कातील वातावरणात कार्बनडायॉक्साइडचे प्रमाण वाढवण्याची व यासाठी वनस्पती स्वतःच रात्री श्वसनाद्वारे वातावरणात सोडत असलेल्या कार्बनडायॉक्साइडचा वापर आपण करू शकतो. कार्बन डायॉक्साइड वायू हवेपेक्षा

जड असतो, या तत्वाचा वापर करून आम्ही एक स्वस्त हरितगृह बनवले आहे.

बाह्य वातावरणापेक्षा हरितगृहात उत्पन्न जास्त येण्यामागचे सर्वात महत्त्वाचे कारण म्हणजे, आतल्या वनस्पतींनी श्वसनाद्वारे बाहेर सोडलेला कार्बनडायॉक्साइड वायू हरितगृहातच साठूत रहातो. यामुळे



हरितगृहातील वातावरणात कार्बन-डायॉक्साइडचे प्रमाण वाढते, व यामुळे प्रकाशसंश्लेषणाची कार्यक्षमताही वाढते. जास्त अन्न तयार करू शकल्यामुळे वनस्पतींची वाढही जास्त चांगली होते. आपण झाडे लावलेल्या कुंड्यांभोवती किंवा वाफ्याभोवती चार कोपऱ्यात बांबू रोवून पारदर्शक प्लास्टिकच्या कापडाची दीड मीटर उंचीची कनात चारी बाजूंनी उभारली, की आमचे हरितगृह तयार होते. सर्व बाजूंनी बंदिस्त असणारी हरितगृहे आपण पुष्पशेती करणाऱ्या शेतकऱ्यांच्या शेतात पाहिली असतील. अशा हरितगृहाला दर हेक्टरी एक कोटी रुपये खर्च येतो. बंदिस्त स्वरूपाची ही हरितगृहे त्यांची ऊन पडले की इतकी तापतात की ती कृत्रिमरित्या थंड करावी लागतात. अशा प्रकारच्या यंत्रणांमुळे हरितगृहांचा भांडवली खर्च तर वाढतोच पण ती यंत्रणा चालविण्यासाठी ऊर्जाही खर्चाची लागते.

युरोपात प्रचंड थंडीत किंवा इस्रायलसारख्या वाळवंटी प्रदेशात प्रचंड उन्हाळ्यात शेती करायची असल्यास बंदिस्त व वानानुकूलित हरितगृहाला पर्याय नाही, पण आपल्या देशात, निदान सातपुड्याच्या दक्षिणेला, जिथे हवामान बाराही महिने शेतीला अनुकूल असते, अशा ठिकाणी पूर्णतः बंदिस्त हरितगृहाची गरजच नाही. आपल्या हवामानात हरितगृहाचा फक्त एकच उपयोग आहे, आणि तो म्हणजे कार्बनडायॉक्साइड साठवून ठेवणे. यासाठी आपण वाढवीत असलेल्या वनस्पतीच्या उंचीहून अधिक उंचीच्या प्लास्टिक भिंतींचा आडोसा पुरेसा आहे, कारण कार्बनडायॉक्साइड हवेपेक्षा जड असल्याने जमिनीलगतच गोळा होतो. या पद्धतीच्या स्वस्त हरितगृहाचा खर्च हेक्टरी फक्त १० लक्ष रुपये इतकाच येतो, पण उत्पन्नातील वाढ मात्र बंदिस्त हरितगृहाइतकीच असते.

२) ऊतिसंवर्धनावर आधारित ग्रामीण उद्योग

ज्या प्रजातींचे गुणन केवळ शाकीय पद्धतीनेच होते अशा वनस्पतींचे मोठ्या प्रमाणावर गुणन करावयाचे असेल, तर त्याला ऊतिसंवर्धनाशिवाय दुसरा पर्याय नाही. निव्वळ शाकीय गुणनाने वाढविल्या जाणाऱ्या व महाराष्ट्रात मोठ्या क्षेत्रात लागवड केल्या जाणाऱ्या चार प्रमुख पीकप्रजाती आहेत ऊस, केळी, हळद आणि आले. या चार प्रजातींचे मिळून महाराष्ट्रात दरवर्षी सुमारे ७०० कोटी रुपयांचे बेणे लागते, असा अंदाज आहे. परंतु यातले केळे सोडले तर बाकी कोणत्याही प्रजातीच्या ऊतिसंवर्धित रोपट्यांचा शेतकऱ्यांनी अजून स्वीकार केलेला नाही. याचे मुख्य कारण असे आहे, की ऊतिसंवर्धित रोपटी फार महाग असतात.

ऊतिसंवर्धन ही वनस्पती वाढविण्याची एक कृत्रिम व अनैसर्गिक पद्धती आहे. त्यात वापरली जाणारी सर्व आदाने, म्हणजे काचपात्रे, आगार-आगार सारखे आधारद्रव्य, ऊर्ध्वपातित पाणी, अतिशुद्ध रसायने, संप्रेरके, वीज, वातानुकूलित व निर्जंतुक वातावरण इ. अत्यंत महाग असतात. तसेच ऊतिसंवर्धनशालेतून बाहेर पडणारा माल हा जिवंत रोपट्यांच्या स्वरूपात असल्याने त्यांची हाताळणी व वाहतूक या दोन्ही बाबी तर खर्चाच्या असतातच, पण

ही रोपे नुसती संभाळून ठेवावयाची झाली तरी त्यांना रोज पाणी घालणे व दर ८-१५ दिवसांनी त्यांच्यावर पीकसंरक्षक औषधे फवारणे, असा खर्च चालूच राहतो.

या सर्व खर्चिक आदानांमुळे ऊतिसंवर्धनाने निर्माण केलेल्या रोपांची किंमत प्रतिरोप रु. १० एवढी पडते. शेतकऱ्याला उसाची प्रति हेक्टर दहा हजार तर आले व हळदीची प्रति हेक्टर १ लाख रोपे लागतात. त्यामुळे इतके महाग बेणे विकत घेणे त्याला कधीच परवडत नाही. याच एका कारणाने ऊतिसंवर्धनाने वाढविलेल्या रोपांचा शेतीउद्योगात आजवर वापर होऊ शकलेला नाही.

या परिस्थितीवर तोडगा म्हणून आम्ही विकसित केलेले तंत्र असे, की ऊतिसंवर्धनशालेत निर्माण केलेली रोपे शेतकऱ्यांना लागवडीसाठी न विकता ती आपल्याच शेतात किंवा रोपवाटिकेत वाढवून त्यांपासून निर्माण केलेली पुढच्या पिढीची रोपे शेतकऱ्यांना विकावयाची. यासाठी केवळ रोपवाटिकांतच वापरून मोठ्या प्रमाणावर शाकीय गुणन करण्याच्या अनेक पद्धती आम्ही विकसित केल्या आहेत. त्यांचा वापर करून उसाच्या एका रोपट्यापासून दरवर्षी २०० रोपटी निर्माण करता येतात. त्याचप्रमाणे केळ्याच्या एका

रोपापासून एका वर्षात ५० तर हळदीची ८० रोपे केवळ रोपवाटिकांतंत्राने निर्माण करता येतात. ऊतिसंवर्धनाच्या मानाने रोपवाटिकेतल्या गुणनाला खर्च खूपच कमी येत असल्याने रोपवाटिकेत गुणन केलेली प्लॅस्टिक पिशवीतली रोपे एका रुपयास एक, आणि गादीवाफ्यावर वाढविलेली रोपे प्रतिरोप सुमारे पैसे २५ इतक्या कमी किंमतीला विकणेही शक्य होते.

वर दिलेल्या पद्धतीने, म्हणजे पहिल्या पिढीचे गुणन ऊतिसंवर्धनाने आणि दुसऱ्या पिढीचे गुणन रोपवाटिकेत करण्याचे रोपट्यांची किंमत तर कमी होतेच पण शेतकऱ्यांना दिल्या जाणाऱ्या रोपांची आनुवंशिक शुद्धताही तपासली जाते. ऊतिसंवर्धन ही वनस्पतींच्या गुणनाची एक

अनैसर्गिक पद्धती आहे. तिच्यात वापरल्या जाणाऱ्या काही संप्रेरकांमुळे आणि रसायनांमधील सूक्ष्म अशुद्ध घटकांमुळे वनस्पतींच्या आनुवंशिक गुणधर्मांमध्ये बदल घडून येऊ शकतात. उदा. उसाची कांडी बारीक पडणे, किंवा ऊस शेतात उभा असतानाच त्याचे डोळे फुटू लागणे, किंवा केळ्याच्या फळांचा आकार लहान पडणे, इ. आपण जेव्हा ऊतिसंवर्धित रोपे शेतात लावून त्यांच्या पुढच्या पिढीची पैदास करतो, तेव्हा त्या रोपाची आपोआपच चाचणी होते. एखाद दुसऱ्या रोपात जर अशाप्रकारचे काही फरक निर्माण झालेले दिसले, तर अशी रोपटी लगेच उपटून काढून त्यांचा नाश करू शकतो. ह्या प्रक्रियेने आपण केवळ चांगल्या प्रतीचे बेणेच शेतकऱ्याला देऊ शकतो.

३) शाश्वत गादीवाफ्यांवर नगदी पिकांचे उत्पादन

हरितगृहामध्ये पिके घेण्यासाठी सर्वसाधारणतः शाश्वत गादीवाफा तंत्राचा वापर केला जातो. शाश्वत गादीवाफा बनविण्यासाठी जमिनीवर २०० गेज जाडीचे प्लास्टिकचे कापड अंथरावे व त्याच्या कडेने विटांचे दोन थर रचावे. अशा तऱ्हेने तयार झालेल्या वाफ्यांमध्ये बारीक चाळलेली वाळू भरावी. वालुकाकाणांचा व्यास ४ मि.मी. च्या आतला असावा. वाळू उपलब्ध नसेल तर दगडाची कच व दगडाची पूड यांचे मिश्रण

वापरावे. शाश्वत गादीवाफा तंत्रामुळे शेतजमिनीशी संबंधित अशा जवळ जवळ सर्व अडचणींवर आपण मात करू शकतो. उदा. जमिनीचा खारवटपणा, अयोग्य सामु, जमीन पाणथळ होणे, पाणी दिल्यावर माती घट्ट होणे किंवा मातीच्या पृष्ठभागावर कडक पापुद्रा निर्माण होणे, मुळांना हवेचा पुरेसा पुरवठा न होणे, जमिनीत तण वाढणे, मुळांना बुरशीजन्य रोग होणे, जमिनीत वाळवी व अन्य कीटकांची निर्मिती होणे, पिकांना

पोषकद्रव्यांची कमतरता भासणे, जमिनीचा पोत हलका किंवा भारी असणे, अशाप्रकारच्या अडचणी आपण ह्या तंत्राद्वारे टाळू शकतो. शाश्वत गादीवाफ्यांवर पिके जवळ जवळ आदर्श परिस्थितीत वाढत असल्याने शेतात पारंपारिक पद्धतीने वाढणाऱ्या पिकांच्या तुलनेत दुप्पट ते तिप्पट उत्पन्न सहज मिळू शकते. अतिशय मर्यादित जमीन व कमी पाण्याचा वापर करूनही भरघोस उत्पन्न मिळत असल्याने अल्पभूधारकांना तर हे तंत्र म्हणजे एक वरदानच ठरेल.



ह्या वाफ्यांवर पिके वाढविताना बियाण्याचे प्रमाण, रोपांच्या दोन ओळींमधील आणि दोन रोपांमधील अंतर, औषधाची फवारणी इ. क्रिया त्या त्या पिकाच्या प्रमाणित पद्धतीनुसारच कराव्यात. फरक फक्त पाणी आणि पोषक द्रव्ये कशी व केव्हा द्यावीत या बाबतीतच होतो. या वाफ्यांची पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता कमी असल्याने त्यांना रोजच्या रोज पाणी द्यावे लागते. पाणी झारीने किंवा ठिंबक सिंचन पद्धतीने द्यावे. वाफ्यातून थोडे पाणी बाहेर पडू लागले की पाणी देणे बंद करावे.

हिवाळ्यात द्यावा लागणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण दररोज, प्रति चौ.मि. ५ लिटर पडते तर उन्हाळ्यात ते ८ ते १० लिटरपर्यंत जाऊ शकते. पोषकद्रव्ये ही रासायनिक स्वरूपात देणे इष्ट, पण ती सेंद्रीय स्वरूपातही देता येतात.

शाश्वत गादीवाफ्यांची खुरपण, नांगरट, सरी काढणे, इ. मशागत करावयाची नसल्याने त्यात वाढणारे एक पीक काढले, की लगेच पुढचे पीक लावता येते. त्यामुळे या लागवडपद्धतीत दरवर्षी ३ ते ४ पिके काढणे सहजी शक्य होते.

४) बांबू, शेतकऱ्याचा मित्र :

सारख्याच वजनाची व लांबीची बांबूची काठी व पोलादी नळी यांची तुलना केल्यास असे आढळून येईल, की बांबूची काठी पोलादी नळीच्या ६ पट वजन पेलू शकते. शिवाय जास्त वजन टांगल्याने बांबूची काठी जर वाकली, तर टांगलेले वजन कमी केल्यास बांबूची काठी पुन्हा सरळ होते. लोखंडी शींग किंवा सळई मात्र वाकलेलीच राहिल. इतके चांगले गुणधर्म असूनही बांबूची किंमत मात्र पोलादी नळीच्या फक्त पाच टक्केच असते. त्यामुळे पोलादी नळ्या, शिंगा किंवा अँगल आयर्न यांना पर्याय म्हणून बांबूचा वापर केल्यास बांधकामाचा खर्च खूपच कमी होतो.

परंतु बाह्य रचनांमध्ये बांबूचा वापर करण्यात येणारी मुख्य अडचण अशी की वाळवी, भुंगे, बुरशी व जीवाणू यांच्या हल्ल्याला बांबू फार सहजगत्या बळी पडतात. त्यामुळे बांबूच्या रचनांचे आयुष्य बाह्य वातावरणात कमी राहते. या वैगुण्यावर मात करण्याचा एक उपाय म्हणजे बांबूवर जैव विघटनाला विरोध करणाऱ्या काही रसायनांची प्रक्रिया करणे. याप्रकारची प्रक्रिया करण्यासाठी ताजा तोडलेला बांबू वापरावा. ४०० ग्रॅम पोटॅशियम डाय क्रोमेट, ३०० ग्रॅम कॉपर सल्फेट व १५० ग्रॅम बोरिक ॲसिड यांचे १० लिटर पाण्यात द्रावण करावे

व उच्च दाबाने हे द्रावण बांबूच्या पेशींमध्ये भरावे. यासाठी कृषिरसायनांची फवारणी करण्याच्या पंपाचा उपयोग करता येतो. रासायनिक प्रक्रिया केलेला बांबूचा वासा बाह्य वातावरणात सुद्धा १५ ते २० वर्षे तग धरून राहतो. अशा प्रकारे प्रक्रिया केलेल्या बांबूपासून वेलींचे मांडव, हरितगृहाचा सांगाडा, नर्सरी व्यवसायाला लागणारे नेट्ट हाऊस, गुरांचे गोठे करता येतात.

ग्रामीण भागातली बांबूची उपयुक्तता लक्षात घेऊन सन २००३ पासून महाराष्ट्र शासनाने फळबाग योजनेत बांबूचा समावेश केला आहे. बांबू लागवडीसाठी पिशवीत वाढविलेली रोपे किंवा गादीवाफ्यावर वाढविलेले २ ते ३ वर्षे वयाचे कंद वापरावेत. शेतातील लागवडीसाठी मेश, मेसकट किंवा मानवेल ही जात सर्वांत चांगली. शोभेच्या पिवळ्या बांबूचीही लागवड केल्यास चालते, व त्याही बांबूचे उत्पन्न चांगले येते. चांगल्या जमिनीत व योग्य प्रकारे खतपाणी देऊन लागवड केल्यास दर वर्षी दर हेक्टरी सुमारे २०,००० ते २५,००० वासे मिळतात. त्यांना आकारमानाप्रमाणे प्रत्येक रु. १० पासून रु. ३० पर्यंत भाव मिळतो. बांबूचा कोळसाही चांगला होतो. चांगल्या वाढलेल्या पिकापासून दर हेक्टरी, दर वर्षी सुमारे २५ टन, म्हणजे सुमारे अडीच लाख

५) त्याज्य स्टार्च किंवा शर्करेपासून इंधनवायू :

जैव इंधनवायू अथवा गोबर गॅस हे इंधन खेड्यात उपलब्ध असणाऱ्या व फुकट मिळत असणाऱ्या पदार्थापासून मिळत असल्याने ते स्वस्त तर असतेच, पण धूर व काजळीपासून पूर्णपणे मुक्त, पेटविण्यास व विझविण्यास सोपे, आणि ज्योतीची तीव्रता कमी-अधिक करण्यासही सोयीचे असे असल्याने ते एल.पी.जी.च्या तोडीस तोड असे आहे. परंतु असे असूनही भारतात खेड्यात राहणाऱ्या सुमारे १५ कोटी कुटुंबांपैकी आजमितीस २५ लाख कुटुंबाकडेसुद्धा चालू स्थितीतले गोबरगॅस संयंत्र आढळणार नाही. गोबर गॅस संयंत्राचा सार्वत्रिक वापर न होण्याचे मुख्य कारण असे आहे की सध्या प्रचलित असलेले संयंत्र हे जनावरांच्या शेणावर चालते. त्यामुळे मुळातच हे संयंत्र घरी किमान ६ ते ८ गुरे असलेल्या कुटुंबांच्याच उपयोगाचे आहे, पण अशा कुटुंबांनीही या तंत्राचा पूर्णपणे अंगिकार केलेला नाही, कारण हे तंत्र घरगुती उपयोगाच्या दृष्टिकोनातून फारसे सोयीचे आहे. गुरांचे शेण हा केवळ जनावरांच्याच नव्हे तर गोबर गॅस निर्माण करणाऱ्या बॅक्टेरियाना सुद्धा न पचणारा व त्याज्य असा घटक आहे. एका कुटुंबाला एका दिवशीचा स्वयंपाक करण्यासाठी साधारणतः १

किलोग्रॅम बायोगॅस मिळतो. त्यामुळे या संयंत्राचा आकार सुमारे ४० दिवसांचा शेणाचा साठा मावेल इतका प्रचंड असावा लागतो. खेड्यात घरे इतक्या दाटीवाटीने वसलेली असतात, की २००० लिटर इतक्या प्रचंड आकारमानाचे बायोगॅस संयंत्र बसविण्यासाठी जागा घरात किंवा घराबाहेरही नसते. परंतु हा मुद्दा गौण आहे, मुख्य मुद्दा असा आहे, की गृहिणीची सोय व्हावी म्हणून विकसित केल्या गेलेल्या या तंत्राने तिचे कष्ट कमी होण्याऐवजी ते वाढतातच. ज्यांच्या घरात दुभती गुरे आहेत अशा घरातल्या कर्ता पुरुष हा घरातले कोणतेच काम करित नाही. दूध विक्रीचे निमित्त सांगून दुधाच्या चरव्या घेऊन तो सकाळी जो नजिकच्या गावात जातो, तो संध्याकाळीच परत येतो. त्यामुळे गुरांची उस्तवार तर घरच्या बाईस करावी लागतेच, पण रोज ४०-५० किलो शेण आणि ४०-५० लिटर पाणी मिसळून त्यांचा शेणकाला करणे, तो गोबर गॅस संयंत्रात भरणे आणि रोज संयंत्रातून बाहेर पडणाऱ्या सुमारे ८० ते १०० लिटर स्लरीची विल्हेवाट लावणे, हेही काम त्या गृहिणीच्याच गळ्यात पडते. त्यामुळे भीक नको पण कुत्रे आवर अशी तिची अवस्था होते. बऱ्याच ग्रामीण घरांत

दुधाचे पैसे घरात येतच नाहीत, कारण नवरा ते बाहेरच खर्च करून टाकतो. त्यामुळे घरखर्च भागविण्यासाठी जनावरांच्या शेणाच्या गोवऱ्या करून त्या विकून कुटुंबाचा चरितार्थ चालवावा लागतो. आणि हे कामही अर्थात् त्या गृहिणीलाच करावे लागते. परिणामी बायोगॅस संयंत्रात घालावयाला शेणच उरत नाही.

यावर उपाय म्हणजे आम्ही स्टार्च किंवा शर्करायुक्त पदार्थांपासून बायोगॅस निर्माण करणारे एक अत्यंत लहान आकाराचे व चालविण्यास सोपे असे बायोगॅस संयंत्र विकसित केले आहे. किडके किंवा पावसाने खराब झालेले धान्य, सुबाभूळ, चिंचोके, जांभूळ, कॅशिया, अकेशिया, शेवरी, इ. वनस्पतींच्या बिया, आंब्याच्या कोयीतला मगज, अखाद्य तेलबियांची पेंड, कर्दळी, केळी, लव्हाळा यांचे कंद, पानात टाकलेले किंवा वाया गेलेले अन्न, सडणारी फळे, सडणारे कंद, उंबराची व वडाची फळे, अशा विविध प्रकारच्या पदार्थांवर हे संयंत्र चालविता येते. वरील सर्व पदार्थ बॅक्टेरियांना पचविण्यास फार सोपे असल्याने त्यांच्या सुमारे १ किलोग्रॅम शुष्कभारापासून आपणांस सुमारे ४०० ग्रॅम इतका मिथेन वायू मिळतो, व तो निर्माण करण्यास या बॅक्टेरियांना केवळ ५-६ तासांचा अवधी पुरतो. हे पदार्थ कोरडे असल्यास त्यांचे पीठ करून ठेवावे व रोज सुमारे १ किलोग्रॅम पीठ ५ लीटर पाण्यात



मिसळून ते बायोगॅस संयंत्रात घालावे. संयंत्रात वापरण्याचे पदार्थ फळे किंवा अन्न या स्वरूपातले असतील, तर त्यांचा लगदा करून घालावा. सकाळचा स्वयंपाक सुरू केला की संध्याकाळसाठी लागणाऱ्या इंधन वायूच्या निर्मितीसाठी लागणारा कच्चा माल संयंत्रात घालावा, आणि संध्याकाळचा स्वयंपाक सुरू केला की दुसऱ्या दिवशीच्या गॅसनिर्मितीसाठी कच्चा माल संयंत्रात घालून ठेवावा. रोज सुमारे ५ लिटर माल संयंत्रात घातल्यास त्यातून बाहेर पडणारी स्लरीसुद्धा रोज ५ लिटरच राहिल हे उघडच आहे. ५ लिटर स्लरीची विल्हेवाट लावणे ही काही फारशी अवघड बाब नाही. ती कोणत्याही झाडाच्या बुंध्यात, भाजीच्या वाफ्यात किंवा

घराबाहेरील गटारीत सुद्धा टाकता येईल. या संयंत्राचे आकारमान तर लहान असतेच पण त्यातून निघणाऱ्या बायोगॅस कार्बन डायॉक्साइडचे प्रमाण अत्यल्प असते. शेणापासून मिळणाऱ्या बायोगॅसच्या मानाने या नव्या पद्धतीने मिळणाऱ्या बायोगॅसचा उष्मांक दुप्पट असल्याने तो कमी प्रमाणात लागतो व त्यामुळे समारे ४०० लिटर गॅस हा ५ व्यक्तीच्या स्वयंपाकास पुरेसा होतो. आमच्या या नव्या संयंत्राचे आकारमान फक्त ४०० लिटर असून त्याची किंमत फक्त रु. १५०० ते रु. २००० च्या आसपास असते.

वर उल्लेखलेले स्टार्च किंवा शर्करायुक्त त्याज्य पदार्थ हे खेड्यात सहजपणे उपलब्ध असतात. आपल्या परिसरात यांपैकी कोणते पदार्थ मिळतात याची माहिती काढून त्यांपासून बायोगॅस संयंत्रात घालण्याचा माल निर्माण करणे आणि तो गृहिणींना विकणे, असा एक नवा व्यवसायही ग्रामीण भागात

उभा राहिल. सध्या जी कुटुंबे शेणावर आधारित बायोगॅस संयंत्र वापरतात. त्यांनाही त्यात शेण न वापरता स्टार्चयुक्त पदार्थ वापरून हे संयंत्र चालविता येईल. घरगुती बायोगॅस संयंत्राला रोज सुमारे ५० किलो शेण लागते. या शेणाच्या गोवऱ्या करून त्या विकल्या तर रोज सुमारे रु. २५ चे उत्पन्न मिळाले असते. म्हणजेच बायोगॅस संयंत्रात शेण घातल्याने त्या कुटुंबाचे रोज रु. २५ एवढे उत्पन्न बुडते. त्याऐवजी पिठाच्या गिरणीतून झाडून काढलेले सुमारे रु. २ किंमतीचे पीठ बायोगॅस संयंत्रात घातल्यास गोवऱ्यांचे उत्पन्न चालू राहिल आणि अत्यंत स्वस्त, उच्च उष्मांकयुक्त, निळ्या ज्योतीचा आणि कष्टविरहित असा इंधनवायू घरच्या वापरास मिळेल.



(डिसेंबर २००३-जानेवारी २००४)

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक



मुलांच्या विकासात शिक्षणाचा आणि शिक्षकांचा मोठा वाटा असतो. त्यामुळे पालक आणि शिक्षक दोघांच्या दृष्टिकोनातून विचार करून

'पालकनीती' ठरवायला हवी.

या विचारांसाठी व्यासपीठ -पालकनीती.

हे मासिक जरूर वाचा.

वार्षिक वर्गणी रु. १२०/-

पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, डेक्कन जिमखाना, पुणे ४.

शोध कसे लागतात ?

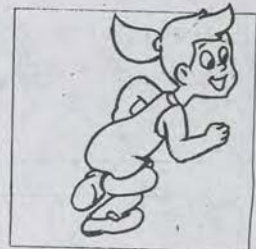
लेखक : आ. दि. कर्वे

२ मे २००४ रोजी मराठी विज्ञान परिषदेच्या वर्धापनदिनानिमित्त झालेल्या कार्यक्रमातील व्याख्यानावर हा लेख आधारित आहे.

जगात सर्वत्र चाललेल्या संशोधनकार्यापैकी बरेचसे संशोधन हे अगदी सरळ व सोपे काम असते. संशोधनासाठी लागणारी साधनसामुग्री, आपल्या विषयाचे कामापुरते ज्ञान, आणि पुरेसा पैसा उपलब्ध असेल, तर कोणासही संशोधन करणे शक्य असते. अलेक्झांडर फ्लेमिंगला लागलेल्या पेनिसिलीनच्या शोधानंतर जगभर विविध प्रकारच्या बुरश्यांचा अगदी पद्धतशीरपणे अभ्यास केला गेला. पेनिसिलीननंतर विकसित केल्या गेलेल्या स्ट्रेप्टोमायसीन, क्लोरोमायसेटीन, एरिथ्रोमायसीन, हामायसीन, इत्यादी सर्व प्रतिजैवकांचा शोध हा अशा प्रकारे पद्धतशीरपणे केलेल्या अभ्यासातूनच लागलेला आहे. बऱ्याच नशीबवान संशोधकांना या सरधोपट संशोधनातूनही नवीन व उपयुक्त अशी प्रतिजैवके सापडली आणि त्यायोगे त्यांना पैसा आणि प्रसिद्धीही मिळाली. थोडक्यात म्हणजे गॅलिलिओ, न्यूटन, डार्विन, मॅडेल, प्लांक, आइन्स्टाइन इत्यादिकांनी विश्वाची

व निसर्गाची कोडी सोडविण्यासाठी जे बुद्धिकौशल्य दाखविले, तशी कल्पनाशक्ती हल्लीच्या काळी संशोधन करणाऱ्याला नसली तरी चालते, कारण संशोधन कसे करावे, व संगणकाचा आणि संख्याशास्त्राचा वापर करून आपल्या संशोधनातून सुयोग्य व विश्वासाहर्ष निष्कर्ष कसे काढावेत, याची आता एक सर्वमान्य अशी पद्धती निर्माण झाली आहे.

मी जवळजवळ ४५ वर्षे विविध विषयांवर संशोधन करीत आहे. आजवर अदमासे १३० शोधनिबंध प्रकाशित केले. मी केलेले संशोधनही बहुतांशी सरधोपट प्रकारातलेच होते. जगात उपलब्ध असलेल्या करडईच्या सर्व जातींच्या अभ्यास करून भारतात आढळणाऱ्या रोगांना व कीटकांना बळी न पडणाऱ्या जाती हुडकून काढणे, असा एक संशोधनप्रकल्प मी १९७५-८० या काळात राबवला.



सरधोपट संशोधन

यासाठी जी सर्वमान्य रीत असते, तीच मी अवलंबली. त्यानुसार त्या सर्व जाती शेतात लावायच्या, त्यांच्यावर बुरशीजन्य रोग पडतील किंवा कीटकांचा हल्ला होईल अशी परिस्थिती निर्माण करायची, आणि त्यातल्या कोणत्या जातींवर कमीत कमी रोग व कीटकांचा प्रादुर्भाव दिसतो याची नोंद करावयाची, अशी ही पद्धती. पहिल्या एक-दोन वर्षांच्या चाचण्यांमधून ज्या जाती कीटकांच्या किंवा रोगाच्या हल्ल्याला बळी पडत नाहीत असे आढळून येते, अशा जाती तिसऱ्या वर्षी मुद्दाम त्या विशिष्ट रोगांच्या किंवा कीटकांच्या संसर्गात वाढवून आपले निरीक्षण पुन्हा पडताळून पहावयाचे, व मग आपल्या या शोधाला प्रसिद्धी द्यावयाची, असा हा कार्यक्रम असतो.

याच धर्तीचे इतरही बरेच संशोधन मी केले. महाराष्ट्रात उसाला पर्याय म्हणून शर्कराकंद हे पीक घेता येईल का याचाही मी अभ्यास केला. शर्कराकंदाच्या विविध जातींचा अभ्यास करून महाराष्ट्रात लागवडीसाठी योग्य जाती कोणत्या हे शोधून काढले, वेगवेगळ्या तारखांना शर्कराकंदाचे बी लावून शर्कराकंदाचे पीक घेण्यासाठी सर्वात चांगला हंगाम कोणता, हे शोधून काढले. मग त्यांची लागवड करताना दोन ओळींमधले व दोन रोपांमधले अंतर किती असावे हे ठरविण्यासाठी विविध अंतरांच्या चाचण्या

घेतल्या. त्याचप्रमाणे खतांच्या विविध मात्रांच्या चाचण्या घेऊन या पिकाला खतदे किती, कोणती व कधी घालावीत हे ठरविले. या शिवाय ज्वारीच्या विविध वाणांचा परस्परशी संकर करून नवी संकरित वाणे शोधून काढणे, बाजारात उपलब्ध असणाऱ्या कीटकनाशकांचा तौलनिक अभ्यास करून कोणत्या कीटकाविरुद्ध कोणते कीटकनाशक वापरावे, व ते किती किती दिवसांच्या अंतराने फवारावे, हे ठरविणे, अशा प्रकारचे अगदी सरधोपट असे खूप संशोधन माझ्या हातून घडले.

विशिष्ट प्रश्नासाठी संशोधन

काही विशिष्ट प्रकारचे संशोधन हे आपल्या समोर ठाकलेल्या काही प्रश्नांना उत्तर शोधण्यासाठीही केले जाते. आपल्या सभोवतालच्या जगाचे पद्धतशीरपणे निरीक्षण केल्यास आपल्याला अनेक प्रश्नांची उत्तरे सापडतात. हे निरीक्षण कसे करावे याचाही आता एक ढांचा ठरून गेला आहे.

उदाहरणार्थ एखाद्या गावात, भूभागात किंवा समाजाच्या विशिष्ट गटात जर काही विशिष्ट व्याधीचा प्रादुर्भाव झालेला असेल, तर त्या रहिवाशांचे सर्वेक्षण करून प्रत्येक व्यक्तीचे वय, व्यवसाय, आहार, पिण्याच्या पाण्याचा स्रोत, घराची रचना, घरात चूल कोणत्या प्रकारची वापरली जाते, स्वयंपाकासाठी वापरली जाणारी भांडी कशा

प्रकारची आहेत, आईवडिलांना तशा प्रकारची व्याधी होती का, इत्यादि माहिती गोळा करून त्या व्याधीचा विशिष्ट व्यवसायाशी, विशिष्ट आहाराशी, विशिष्ट प्रकारच्या चुलीशी किंवा विशिष्ट विहिरीच्या पाण्याशी संबंध जोडता येतो का यासंबंधी आपण निष्कर्ष काढू शकतो. अशा माहिती संकलनातून आहारातील विशिष्ट घटकांच्या कमतरतेने किंवा विशिष्ट घटकांच्या उपस्थितीने उद्भवणाऱ्या व्याधी, पिण्याच्या पाण्यातील फ्लुओराइडसारख्या घटकांमुळे होणारे रोग, चुर्लीच्या धुरामुळे महिलांच्या आरोग्यावर होणारे दुष्परिणाम, तंबाखूसेवनाने होणारे रोग, किंवा दगडाच्या खाणीत काम करणाऱ्यांना सिलिकॉसिस रोग होऊ शकतो, अशा प्रकारचे शोध लागलेले आहेत.

अशा निरीक्षणांमध्ये कमीत कमी किती व्यक्तींवर हे निरीक्षण करावे व या व्यक्ती कशा प्रकारे निवडाव्यात यासंबंधी संख्याशास्त्राचे नियम आहेत. या नियमांचे पालन करून जर आपण निरीक्षणे केली तर त्यांच्यातून निघणारे अनुमान हे कितपत विश्वासाहार्थ आहे, हे पडताळून पाहण्याच्याही पद्धती आता उपलब्ध आहेत.

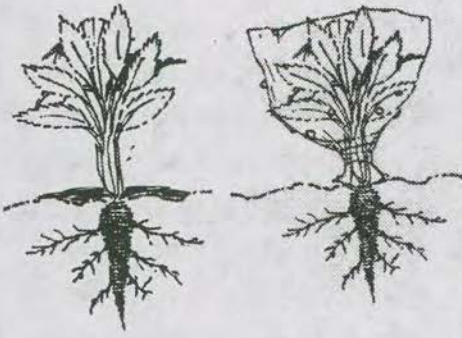
अनपेक्षित शोध

केवळ डोळे उघडे ठेवून केलेल्या निरीक्षणातूनही बरेचदा अगदी अनपेक्षित असा नवा साक्षात्कार घडून येतो. माझ्याच बाबतीत घडलेले एक उदाहरण देतो.

करडईच्या विविध जातींचा संकर घडवून आणून त्या संकरातून नव्या जातींची निर्मिती करणे, असाही एक प्रकल्प मी हाती घेतला होता. कोणत्याही दोन जातींचा संकर घडवून आणावयाचा तर एका जातीच्या फुलाचे पराग दुसऱ्या फुलावर टाकावे लागतात, आणि हे काम त्या फुलाचे स्वपरागीकरण होण्यापूर्वी, म्हणजे ते फूल उमलण्याआधीच भल्या पहाटे करावे लागते. यासाठी मी जेव्हा जेव्हा पहाटे शेतात जाई तेव्हा तेव्हा मला असे आढळले, की करडईच्या प्रत्येक झुडपाखालील जमीन ओली झालेली आहे. हे पाणी करडईच्या पानांमधून गळते की जमिनीतून वर येते हे पडताळून पाहण्यासाठी मी या झुडपाच्या काही फांद्यांवर संध्याकाळी घरी जाण्यापूर्वी प्लॉस्टिकच्या पिशव्या चढवून त्या पिशव्यांची तोंडे तळाशी घट्ट बांधून ठेवली. दुसऱ्या दिवशी सकाळी या प्रत्येक पिशवीत १००-१५० मिलिलिटर इतके पाणी साठलेले आढळले. याचा अर्थ असा होता की करडईचे झुडूप जमिनीतले पाणी आपल्या मुळांद्वारे खेचून घेऊन रात्रीच्या वेळी पानांद्वारे पुन्हा जमिनीवर टाकते.

करडईचे पीक पावसाळ्यानंतरच्या कोरड्या हंगामात घेतले जाते, पण या पिकाला पाणी दिले जात नाही. बी पेरण्याच्या वेळी नुकत्याच संपलेल्या पावसामुळे जमिनीत





पुरेशी ओल असते, व त्या ओलीवर बी रुजून येते. पण पुढे जमीन हळूहळू कोरडी होऊ लागते. करडईचे सोटमूळ पाण्याच्या शोधात खोलवर वाढत जाते.

दुष्काळी परि-स्थितीत वाढणाऱ्या वनस्पतीने रोज रात्री खोल जमिनीतून पाणी खेचून घेऊन ते पुन्हा जमिनीच्या पृष्ठभागावर टाकण्याचे कारण काय असावे, याचा मी बरेच दिवस विचार करीत होतो. हा विशिष्ट गुणधर्म केवळ करडईचे दाखविते असे नाही, तर रब्बी हंगामात घेतल्या जाणाऱ्या हरभरा, गहू, ज्वारी इत्यादि पिकांच्याही बाबतीत असाच प्रकार आढळून आला. जमिनीत खूप खोलवरून पाणी खेचण्यासाठी करडईचे सोटमूळ चांगले विकसित झालेले असते. पण मी जेव्हा विविध जातीच्या करडईच्या मुळांचा अभ्यास केला, तेव्हा मला असे आढळले की या वनस्पतीला जमिनीत खोल जाणाऱ्या सोटमुळाच्याच बरोबरीने, त्याच जाडीची आडव्या दिशेने वाढणारी मुळेही असतात. ह्यावरून एक गोष्ट स्पष्ट झाली की

या वनस्पती जेथे वाढतात, त्या जमिनीचा पृष्ठभाग जर यदाकदाचि भिजला, तर ते पाणी शोषून घेण्यासाठी जमिनीच्या वरच्या स्तरातही तिची मुळे सज्ज असतात.

पण पृष्ठभागावरील कोरडी जमीन खोलवरचे पाणी काढून मुद्दाम भिजवावयाची आणि त्या भिजलेल्या पृष्ठभागातले पाणी पुन्हा शोषून घ्यावयाचे, हा द्राविडी प्राणायाम कशासाठी या प्रश्नावर मी बराच काळ विचार करीत होतो. त्याचे कारण मला एक दिवस अचानक सापडले. आमच्या शेतातला काही भाग आम्ही सपाट करून घेतला होता.

यासाठी उंच भागातली माती फरांडीने ओढून ती सखल भागात भरली होती. ह्या शेतात आम्ही जेव्हा पहिले पीक घेतले, तेव्हा आम्हास असे दिसून आले की जिथली माती खरवडून काढली होती. तिथले पीक अतिशय खराब आले. याचे कारण असे, की जमिनीवर पडणारा पालापाचोळा, जनावरांची विष्टा, व हवेतला ऑक्सिजन इत्यादि घटकांमुळे जमिनीच्या वरच्या स्तरांमधल्या मातीत सूक्ष्मजीवांची संख्या तर अधिक असतेच पण त्यांच्या उपस्थितीमुळे वनस्पतींना लागणाऱ्या पोषकद्रव्यांचे प्रमाणही अधिक असते. ही पोषकद्रव्ये मिळविण्यासाठी या वनस्पती हा स्तर ओला करून त्या पाण्यात विरघळलेली पोषकद्रव्ये आपल्या मुळांद्वारे शोषून घेत असल्या पाहिजेत. हरभऱ्याच्या पानांमधून गळणारे

पाणी तर इतके आम्लधर्मी असते, की त्यात साध्या पाण्यात न विरघळणारी पोषकद्रव्येही विरघळून ती अधिक प्रमाणात उपलब्ध होत असली पाहिजेत. हा विचार म्हणजे शुद्ध तर्कशास्त्रावर आधारित एक अंदाज आहे. योग्य ते प्रयोग करून त्याचा पडताळा पाहण्याचे कार्य मात्र अजून अपुरेच राहिले आहे.

योगायोग आणि निरीक्षण

माझे उद्दिष्ट विशिष्ट वेळी करडईच्या विविध जातींमध्ये संकर घडवून आणणे हे होते, आणि बाकीच्या सर्व बाबी गौण होत्या. करडईच्या फुलांचा संकर घडवून आणणे हे काम फार किचकट असते. ज्या फुलावर दुसऱ्या जातीचे पराग टाकावयाचे, त्या फुलाचे स्वपरागीकरण टाळण्यासाठी त्या फुलातले पुंकेसर त्यातील पराग झडण्याच्या आधीच काढून टाकावयाचे, व त्या फुलाच्या किजलावर दुसऱ्या जातीचे पराग टाकून या दोन जातींचा संकर घडवून आणावयाचा, हे कार्य आपल्याला हाताने करावे लागते. करडईचे फूल हे यादृष्टीने फारच गैरसोयीचे असते, कारण ज्याला आपण फूल म्हणतो तो प्रत्यक्षात सुमारे ५० ते १०० लहान लहान फुलांचा मिळून बनलेला एक गुच्छ असतो. यातल्या प्रत्येक फुलाचे पुंकेसर बारीक व टोकदार अशा चिमट्याच्या साहाय्याने काढून टाकणे हे काम फारच किचकट असते व शिवाय अशा या शल्यकर्मांमुळे ती फुलेही

इतकी जायबंदी होतात, की हाताने संकर घडवून आणलेल्या फुलांपासून फारच थोडे बी मिळते.

वर नमूद केलेल्या प्लॉस्टिक पिशव्यांच्या प्रयोगांमध्ये मला असे आढळले की प्लॉस्टिक पिशव्यांनी झाकलेल्या फांद्यांवरील फुलांमध्ये बी भरत नसे. याचा अधिक खोलात जाऊन अभ्यास केल्यावर असे दिसून आले, की प्लॉस्टिक पिशवीने झाकल्या गेलेल्या फुलाचे पुंकेसर मिटलेलेच राहतात व त्यातून पराग झडत नाहीत, व त्यामुळे या फुलांमध्ये बीजधारणा होत नाही. मात्र अशा फुलांवर अन्य फुलांचे पराग टाकले तर मात्र या फुलांमध्ये बीजधारणा झाली. थोडक्यात म्हणजे स्वपरागीकरण टाळून परपरागीकरण करण्याची एक अतिशय सोपी पद्धती मला सापडली. ती म्हणजे फुले उमलण्यापूर्वी ती झाडावरच प्लॉस्टिक पिशवीने झाकून ठेवावयाची, ती पिशवीतच उमलू द्यावयाची, आणि ती उमलल्यानंतर दुसऱ्या वाणाच्या परागांनी त्यांचे परागीकरण करावयाचे.

या पद्धतीत फुलांची चिरफाड करावी लागत नसल्याने ती दुखावली जात नाहीत व त्यामुळे या फुलांमध्ये बीजधारणाही अतिशय चांगली होते. या पद्धतीचा वापर करून मी फार मोठ्या प्रमाणात करडईचे संकरित बीज निर्माण करू शकलो. या पद्धतीला पुढे फार





प्रसिद्धी मिळाली व ती शिकण्यासाठी त्यावेळी भारतातून व परदेशातूनही करडई संशोधक माझा पत्ता काढीत फलटणला येत असत. हा योगा-योगाने लागलेला शोध होता.

प्रयत्नांचे फळ

मुद्दाम केलेल्या प्रयोगांमधून लागलेल्या शोधाचे एक उदाहरण आता पाहू. आपण जेव्हा शेतात एकादे पीक घेतो, तेव्हा पिकाच्या दोन ओळींमधील व दोन रोपांमधील अंतर हे जातीनुसार ठरलेले असते, व त्यानुसार प्रति हेक्टर रोपांची संख्या किती असावी, हेही ठरलेले असते. उदाहरणार्थ संकरित कपाशीच्या रोपांच्या संख्या प्रति हेक्टर फक्त १०,००० असते, तर संकरित ज्वारीच्या रोपांच्या संख्या १,५०,००० असावी लागते. मक्याच्या धाटांची संख्या प्रति हेक्टर ८०,००० च्या पुढे गेली तर पिकांत कणसे नसलेली अशी वांझ धाटे दिसू लागतात. मला असा प्रश्न पडला होता, की असे हे ठराविक अंतर असण्यामागचे कारण काय असावे.

याचे उत्तर काही प्रतिथयश कृषितज्ञांनी सांगितले की प्रत्येक वनस्पतीची मुळे

हायड्रोजनचे आयन जमिनीत सोडून त्यांद्वारे जमिनीत आपल्या मुळांसभोवतीचा भाग आम्लयुक्त बनेवितात, व त्यामुळे एका वनस्पतीपासून फार जवळ इतर कोणतीही वनस्पती वाढू शकत नाही. खरोखरी हेच कारण आहे का याची खात्री करून घेण्यासाठी मी प्लॅस्टिकच्या पिशव्यांमध्ये माती भरून त्यांत वनस्पती वाढविल्या व या पिशव्या परस्परांपासून विविध अंतरांवर ठेवून त्या वनस्पतींच्या वाढीचा व त्यांच्यापासून मिळणाऱ्या उत्पन्नाचा अभ्यास केला. या प्रयोगातल्या प्रत्येक रोपाला त्याची त्याची स्वतंत्र प्लॅस्टिक पिशवी असल्याने, आता ती रोपे परस्परांपासून खूप जवळ जवळ ठेवली तरी ते चालण्यासारखे होते. याही प्रयोगात असे दिसले, की रोपे जर प्रचलित सर्वमान्य अंतरापेक्षा जवळजवळ ठेवली तर ती एकमेकांशी स्पर्धा करून नुसतीच उंच वाढतात, आणि त्यांना फांद्या, फुले आणि फळे कमी लागतात.

यामुळे प्रत्येक रोपापासून मिळणारे उत्पन्न तर कमी झालेच, पण प्रति क्षेत्रफळ येणारे उत्पन्नही कमी झाले होते. या प्रयोगामुळे एक गोष्ट उघड झाली की वनस्पतींची स्वजातीशी

केली जाणारी स्पर्धा ही प्रकाशासाठी केली जाते व तिचा मुळांशी काही संबंध नसतो. हिरव्या वनस्पती आपले अन्न प्रकाशसंश्लेषणाने निर्माण करतात. त्या फार जवळ जवळ लावल्या, तर त्यांची एकमेकांवर सावली पडते व आपल्या शेजारच्या सावलीतून बाहेर पडण्यासाठी प्रत्येक वनस्पती आपल्या शेजारच्या वनस्पतीपेक्षा उंच वाढण्याचा प्रयत्न करित राहते. यामुळे दाट लावलेल्या पिकातील वनस्पतींची सर्व शक्ती उंच वाढण्यातच खर्च होते आणि ती फांद्या, फुले व फळे निर्माण करू शकत नाही. वनस्पतींच्या सर्व भागांमध्ये उपस्थित असणाऱ्या फायटोक्रोम या प्रकाशसंवेदक पदार्थामुळे आपल्यावर पडणारा प्रकाश हा हिरव्या पानांमधून गाळून आलेला प्रकाश आहे की थेट सूर्यप्रकाश आहे हे वनस्पतींना समजते.

वरील प्रयोगामध्ये एक अपवाद सापडला, आणि तो म्हणजे लेग्युमिनोसी (कडधान्य) कुळातील वनस्पती - भुईमूग, सोयाबीन, चवळी, श्रावणघेवडा, हरभरा, इ. वनस्पतींची पेरणी करताना प्रति हेक्टर सुमारे १०० किलोग्रॅम बी पेरवे अशी शिफारस केली जाते. मला असे आढळले की याच्याहून अधिक बी पेरले तरीही उत्पन्न कमी न होता उलट त्यात वाढच होते. त्यामुळे कडधान्य कुळातील वनस्पती कितीही दाट लावल्या तरी त्या आपल्या स्वजातीयांशी

स्पर्धा करित नाहीत हे मला कळून चुकले व मग त्याचे कारण शोधून काढण्याचे प्रयत्न मी सुरू केले.

१९५९-६० च्या आसपास काही अमेरिकन वनस्पति-शास्त्रज्ञांनी असे दाखवून दिले होते, की संपूर्ण दिवसभर स्वच्छ सूर्यप्रकाशात वाढत असलेल्या वनस्पतींना फक्त दिवस मावळता मावळता शेवटची काही मिनिटे जरी हिरव्या पानांमधून गाळलेल्या प्रकाशात ठेवले, तरी त्या वनस्पती फांद्या, फुले व फळे यांचे उत्पादन बंद करून नुसत्याच उंच वाढतात. थोडक्यात म्हणजे वनस्पतींनी फुले-फळे निर्माण करावयाची की नुसतेच उंच वाढावयाचे हे त्यांना दिवसाच्या शेवटी कोणत्या प्रकारचा प्रकाश मिळाला यावर अवलंबून असते. वनस्पतींच्या या गुणधर्माचा वापर करून पुढे मी रोपवाटिकेत वाढणाऱ्या रोपांची उंची वाढविण्याची एक पद्धतीही शोधून काढली होती. पण त्यावेळी या अमेरिकन शास्त्रज्ञांनी केलेल्या निरीक्षणातून मला कडधान्यकुळातील वनस्पती परस्परांशी स्पर्धा का करित नाहीत या प्रश्नाचे उत्तर मिळाले.

दाट लावलेल्या कडधान्यपिकातल्या सर्वच वनस्पती दिवसभर एकमेकांच्या सावलीतच वाढत असतात, पण सूर्यास्तापूर्वी सुमारे अर्धा तास या वनस्पती आपली पाने मिटून घेतात व



त्यामुळे दिवसाच्या शेवटी या वनस्पतींच्या जमिनीपर्यंतच्या सर्व भागांना स्वच्छ सूर्यप्रकाश मिळतो. म्हणजेच या वनस्पतींना अंधार पडण्यापूर्वीचा शेवटचा संदेश असा मिळालेला असतो की, तुमच्यावर कोणाचीही सावली नाही, त्यामुळे दिवसभर प्रकाश संश्लेषणाने निर्माण केलेले अन्न नुसती उंची वाढविण्यासाठी खर्च न करता फुलाफळांची निर्मिती करण्यासाठी वापरा.

डार्विनने सुमारे १५० वर्षांपूर्वी वनस्पतिशास्त्रज्ञांना हा सवाल केला होता की कडधान्य गटातील वनस्पती संध्याकाळी आपली पाने का मिटून घेतात ? योग्य त्या दिशेने अभ्यास केल्याने या प्रश्नाचे उत्तर मला सापडले. पुढे मी पिकामध्ये जमिनीवर ट्यूबलाईट ठेवून असे दाखवू शकलो, की दाटीने लावलेल्या सर्वच जातीच्या वनस्पतींच्या खालच्या भागांना जर सूर्यास्तानंतर काही मिनिटे ट्यूबलाईटचा प्रकाश दिला, तर त्या उंच न वाढता फुले व फळे निर्माण करतात. हरितगृहात दाटीने लावलेल्या वनस्पतींपासून अधिक उत्पन्न मिळविण्यासाठी या शोधाचा उपयोग होतो.

चाकोरीबाहेर

पुष्कळदा आपल्या विशिष्ट चाकोरीत अडकल्याने, अगदी आपल्या डोळ्यांसमोर दिसणारी गोष्ट, जी एखाद्या ति-हाइताला सहज उमगते ती मुरलेल्या शास्त्रज्ञांना उमगत नाही. याचे एक उदाहरण म्हणजे मी

लावलेल्या एका नवीन सुटसुटीत गोबरगॅस संयंत्राचा शोध. गोबरगॅसवर सध्या जगत सर्वत्र संशोधन चालू आहे, पण सर्वजण गोबर गॅस निर्मितीसाठी मानवाची किंवा जनावरांची विष्ठा, शहरात जमा होणारा सेंद्रीय कचरा, अल्कोहोलचे उर्ध्वपतन केल्यावर खाली उरणारी मळी, इत्यादि ताज्य पदार्थच कच्चा माल म्हणून वापरतात. यातून गॅस निर्माण होण्याच्या प्रक्रियेस भरपूर वेळही लागतो आणि खर्चही खूप येतो. आम्ही विकसित केलेल्या छोट्या संयंत्रात ४० किलोपासून जेवढा मिथेन तयार होईल तेवढाच मिथेन केवळ १ किलो स्टार्च किंवा शर्करेपासून केवळ ६ ते ८ तासात मिळतो. यामध्ये किडके धान्य, पिठाच्या गिरणीतले सांडलेले पीठ, नासकी फळे, खरकटे अन्न इत्यादी सहज उपलब्ध होणारा कच्चा माल लागतो. या संयंत्राविषयी शै.सं. च्या २५ व्या अंकात आपण वाचलेच असेल.

वर दिलेल्या उदाहरणांव्यतिरिक्त निव्वळ अज्ञानातून किंवा गैरसमजातूनही बरेचदा काही प्रयोग केले जातात आणि त्यातूनही महत्त्वाचे शोध लागतात. याचे ऐतिहासिक महत्त्वाचे एक उदाहरण म्हणजे :

अज्ञानातुनसुद्धा होतो कसा नवा बोध ।
कोलंबसला जसा लागला अमेरिका शोध ॥



(एप्रिल-मे २००४)

नैसर्गिक शेती म्हणजे कमी खर्चात शेती (भाग पहिला)

लेखक : आ.दि. कर्वे

प्रचलित पद्धतीनुसार शेती करताना रासायनिक खते, कीटकनाशके वापरल्याने तात्कालिक फायदा दिसतो, मात्र दीर्घकाळचे तोटे फार होतात. त्यामध्ये खर्च तर प्रचंड प्रमाणात असतो. पर्यावरण आणि आरोग्य यांचा नाश टाळायचा तर नैसर्गिक शेतीकडे वळायला हवे. पण मग सेंद्रिय खते, कीटकनाशके किंवा कमी उत्पादन हे कसे परवडणार ? नैसर्गिक शेती करण्यासाठीचा खर्च वाढून कसे चालेल ? नैसर्गिक शेती म्हणजे नक्की काय ? यांची उत्तरे वनस्पती तज्ज्ञ डॉ. आ.दि. कर्वे यांच्या लेखात मिळतील. त्याचा हा पहिला भाग.

आपणास उपयुक्त अशा वनस्पतींची एका विशिष्ट क्षेत्रात मुद्दाम लागवड करणे, त्या क्षेत्राची मशागत करून त्यात वाढणाऱ्या वनस्पतींची देखभाल करणे, आणि त्यांचे उत्पन्न घेणे, या क्रियेला आपण शेती म्हणतो. जरी शेती हा एक अनैसर्गिक उद्योग असला, तरी शेतीला लागणारी जवळ जवळ सर्व आदाने, म्हणजे सूर्यप्रकाश, हवेतील कार्बनडायॉक्साइड वायू, पावसाचे पाणी आणि जमिनीतून मिळणारे खनिज घटक, हे शेतकऱ्याला निसर्गातून मिळतात. ही सर्व आदाने शेतकऱ्याला फुकट उपलब्ध असल्याने त्यांचा जर योग्य वापर केला, तर शेतीव्यवसाय खूप फायद्याचा ठरू शकतो.

शेतीला पर्याय

महाराष्ट्रात काही ठिकाणी पाऊसमान

खूपच कमी, म्हणजे सरासरीने फक्त ५०० मि.मी. येवढेच असते. अशा ठिकाणी शेतकरी पाण्यावर खूप खर्च करतात, पण खरे म्हणजे पाण्यावर असा अवास्तव खर्च करण्याची फारशी आवश्यकता नसते. पाऊसमान कमी आहे व पाण्याची इतरही काही सोय नाही, अशा ठिकाणी हंगामी पिकांची लागवड न करता वृक्षलागवड करणे हा यावर एक उपाय आहे. लाकडाचा उपयोग इंधन म्हणून होतो हे कुणाला नव्याने सांगण्याची गरज नसावी. रॉकेल, खनिज इंधन तेल, दगडी कोळसा व गॅसचे वाढते भाव लक्षात घेता, एक औद्योगिक इंधन म्हणून इथून पुढे लाकडाला सतत मागणी राहणार आहे. त्यामुळे वृक्षशेती फळांसाठी न करता लाकडाच्या उत्पन्नासाठी केली, तरी



शेतकऱ्याला भरपूर पैसा मिळू शकतो. आपल्या वातावरणात कोणते वृक्ष चांगले वाढतात, याचा अभ्यास करून तेच वृक्ष आपल्या शेतात लावावे. कमी पावसाच्या प्रदेशात वेड्या बाभळीचे पीक चांगले येते. या बाभळीचे आता एक बिनकाटेरी वाणही उपलब्ध आहे. वृक्षशेतीत दोन ओळींच्या मध्ये गवत वाढविल्यास वृक्ष तोडणीला येईपर्यंत दर वर्षी गवताचे हंगामी उत्पन्न मिळू शकेल. पुढे वृक्ष तोडणीला आल्यावर ते जमिनीलगत न कापता जमिनीपासून सुमारे दीड मीटर अंतर ठेऊन कापावेत. आपल्याकडे शेतकरी भेंडीच्या वृक्षाची अशा प्रकारे कापणी करतात व अशा कापणीद्वारे जो दीड मीटर उंचीचा खुंट शिल्लक राहतो त्याला सुमारे १०-१२ फांद्या फुटतात. या सर्व फांद्या सारख्या जाडीच्या व जवळपास सारख्याच उंचीच्या असतात. एरवी वृक्षशेतीपासून लाकडाचे उत्पन्न घ्यावयाचे असेल तर ते दर ५ वर्षांतून एकदा मिळते पण या प्रकारे वृक्षतोड केल्यास आपणास

दरवर्षी लाकडाचे उत्पन्न घेता येते. या प्रकारच्या कापणीला इंग्रजीत पॉलर्डिंग असे म्हणतात व जळाऊ लाकडाच्या उत्पन्नासाठी वृक्ष तोडण्याची ही सर्वात चांगली पद्धती आहे.

शेडनेटमधील शेती

कमी पावसाच्या प्रदेशात सिंचनाचा वापर करून शेती करावयाची असेल, तर शेडनेटखाली शेती करावी. शेडनेटखाली पिके काढल्यास पाण्याची खूप बचत होते, पण शेडनेट मुळे प्रकाशाची तीव्रता कमी होते आणि त्याचा प्रकाश-संश्लेषणावर अनिष्ट परिणाम होऊ शकतो. यासाठी शेडनेटखाली लागवड करावयाची असल्यास मिरे, विड्याची पाने, लवंग, जायफळ, हळद यांसारख्या सावलीत वाढणाऱ्या वनस्पतींची लागवड करावी. युरोपातील आल्प्स पर्वताच्या उत्तरेकडील भागात सूर्यप्रकाशाची तीव्रता आपल्या मानाने निम्मीच असते. त्यामुळे तिथे प्रचलित असणाऱ्या फुलांची अगर भाज्यांची लागवड केल्यास शेडनेटखाली वाढूनसुद्धा या पिकांपासून चांगले उत्पन्न मिळू शकते.

कार्बनडायॉक्साइडचा सुयोग्य वापर
कार्बनडायॉक्साइडचा सुयोग्य वापर करण्याबाबत तर कोणीच फारसा प्रयत्न करताना दिसत नाही. आपल्याकडे सूर्यप्रकाश प्रखर असतो पण त्या मानाने हवेतले कार्बनडायॉक्साइडचे प्रमाण मात्र कमी असते. ते जर वाढवले, तर

प्रकाशसंश्लेषण अधिक वेगाने घडून येते व आपणास पिकापासून अधिक उत्पन्न मिळते. या तंत्राचा वापर आपल्याकडे फक्त हरितगृहात गेला जातो, पण सध्या उपलब्ध असणारी हरितगृहे फारच महाग, म्हणजे गुंठ्याला १ लक्ष रुपये इतक्या किंमतीची असल्याने ती कोणालाच परवडत नाहीत. आम्ही यासाठी एक फार सोपा उपाय शोधून काढला आहे. आपल्या शेताचे १० मीटर लांबी व रुंदी असणारे भाग पाडून त्या प्रत्येक भागाला वेढणारी एक पारदर्शक प्लास्टिकच्या कापडाची कनात बांबूच्या डांबांच्या साहाय्याने उभी करावी. वनस्पती रात्री श्वसन करतात, व त्यावेळी कार्बन डायॉक्साइड बाहेर सोडतात. हा वायू हवेच्या दीडपट जड असल्याने तो या कनातीने वेढलेल्या जागेत साचून राहतो व सकाळी सूर्योदय झाला की हाच कार्बनडायॉक्साइड प्रकाशसंश्लेषणासाठी वापरला जातो. अशा प्रकारच्या छतविरहित हरितगृहाची किंमत प्रतिगुंठा केवळ रु. १०,००० येवढीच असते. छतविरहित हरितगृहात साधी भाजीपाल्याची पिके घेतली तरीसुद्धा या प्रकारच्या हरितगृहातून मिळणाऱ्या दुप्पट उत्पन्नामुळे त्यांपासून चांगला फायदा मिळतो.

सूर्यप्रकाशाचा सुयोग्य वापर

सूर्यप्रकाश हे फुकट मिळणारे आदान असल्याने त्याचाही योग्य वापर केला जात



कार्बन डायॉक्साइडचा वापर करण्यासाठी मातीमध्ये पुरलेली प्लास्टिकची कनात उभी केली आहे. प्रयोगासाठी अर्ध्या कुंड्या आत आणि अर्ध्या बाहेर ठेवल्या आहेत.

नाही. आपल्याकडे सूर्य उत्तरायणात आहे की दक्षिणायनात आहे, यानुसार सूर्यप्रकाश काही काळ उत्तरेकडून तर काही काळ दक्षिणेकडून येतो. म्हणून पिकाच्या ओळी पूर्व-पश्चिम अशा दिशेत लावू नयेत, कारण अशा परिस्थितीत सूर्यप्रकाश एकतर उत्तरेकडून किंवा दक्षिणेकडून मिळेल. याउलट ओळी उत्तर-दक्षिण अशा रीतीने असतील तर पिकातल्या प्रत्येक वनस्पतीला सकाळी पूर्वेकडून व संध्याकाळी पश्चिमेकडून सूर्यप्रकाश मिळतो. सूर्यप्रकाशामुळे वनस्पतींमध्ये केवळ प्रकाशसंश्लेषणच होते असे नव्हे तर तिला फुले व फळे लागण्याच्या क्रियेतही प्रकाशाची एक महत्त्वाची भूमिका असते. वनस्पतीला ज्या ठिकाणी फूल अगर



नैसर्गिक आर्द्रतेचा उपयोग : प्लॉस्टिकचे छोटे तंबू वापरून.

फळ लागावयाचे, त्या ठिकाणी सूर्यप्रकाश पोचावा लागतो. दाट वाढलेल्या कपाशीला बोंडे लागत नाहीत किंवा दाट पेरलेल्या मक्यात वांझ धाटे आढळतात याचे हेच कारण आहे. पिकातील वनस्पतींना विशिष्ट प्रकारे आधार देऊन व त्यांची विशिष्ट प्रकारे छाटणी करून त्यांना मिळणाऱ्या सूर्यप्रकाशाचे नियोजन करता येते, पण एक द्राक्षपीक सोडले तर दुसऱ्या कोणत्याच पिकात हा उपाय वापरला जात नाही. कपाशीच्या पिकात टोमॅटोप्रमाणे बांबूच्या साहाय्याने आडव्या तारा ताणून बोंडे लागणाऱ्या फांद्यांना त्या तारांवर बांधून हेक्टरी ५० किंटल पीक काढल्याचे प्रयोग गुजराथमध्ये कापूसतज्ञ श्री चंद्रकांत पटेल यांनी केल्याचे ऐकिवात आहे. या दृष्टिकोनातून अजून बरेच संशोधन करावे लागणार आहे.

सेंद्रीय पदार्थांचा वापर, जीवाणूंचे पोषण

पिकांना खते दिल्याने त्यांची वाढ चांगली होते व त्यांपासून उत्पन्नही चांगले मिळते हे आता सर्वांनाच माहिती झाले आहे. खते वापरण्यामागचे कारण कृषिशालांमधील मते असे आहे की आपण जमिनीतून पिकांद्वारे जेवढी पोषणद्रव्ये काढून घेतो तेवढी जर जमिनीला परत दिली नाहीत तर

आपली जमीन नापीक बनेल. परंतु सध्या मात्र चित्र असे दिसते आहे, की रासायनिक खतांच्या वापरानेच जमिनी नापीक बनत चालल्या आहेत. याचे एक कारण असे दिले जाते की रासायनिक खतांच्या वापरामुळे पिकांना जरी खाद्य मिळाले, तरी जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूंचे पोषण करण्यास ती असमर्थ असतात. सेंद्रीय पदार्थांचा पुरवठा केला तरच ते जिवंत राहून आपले कार्य नीटपणे करू शकतात. त्यामुळे शेतकरी व कृषिशालांमधील पुन्हा सेंद्रीय शेतीचा विचार करू लागले आहेत. सेंद्रीय पदार्थांमुळे जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूंची वाढ होते, पण या जंतूमुळे पिकांना निश्चितपणे काय मिळते असा प्रश्न विचारल्यास त्याला वेगवेगळी उत्तरे मिळतात. जमिनीतले काही जंतू हवेतील नैट्रोजनचे स्थिरीकरण करतात, काही जंतू वृद्धिजनक संप्रेरक निर्माण करून वनस्पतींच्या वाढीला चालना देतात, तर काही जंतूमुळे

वनस्पतींचे रोगांपासून संरक्षण होते. पतंग व फुलपाखरांच्या अळद्यांना मारक ठरणारे बसिलस थुरिंजिएन्सिस हे जीवाणू देखील मातीतच आढळतात. पण सूक्ष्मजीव करीत असलेले सर्वात महत्त्वाचे कार्य म्हणजे मातीतल्या खनिजांचे विघटन करून जमिनीचा कस कायम ठेवणे किंवा तो वाढविणे हे असते, याचा सर्वांनाच विसर पडलेला दिसतो.

कंपोस्ट खत

जमिनीतल्या सूक्ष्म जीवांना खाद्य मिळावे यासाठी जमिनीला सेंद्रीय पदार्थांचा पुरवठा करणे हे शेतीच्या दृष्टीने योग्य ठरते. रासायनिक खतांऐवजी सेंद्रीय खते वापरल्याने पिकांना खत तर मिळेलच, पण जमिनीतल्या सूक्ष्म जीवांना खाद्यही मिळेल, या विचाराने शेतीत कंपोस्ट खतांचा वापर करावा अशी शिफारस कृषिशस्त्रज्ञ करतात, आणि याबाबतीत कृषिशस्त्रज्ञ आणि शेतकरी या दोहोंचेही एकमत आहे. पण कंपोस्ट खत वापरण्याच्या शिफारसीतला विरोधाभास आजवर कोणाच्या लक्षात आलेला दिसत नाही, कारण आपण एकीकडे म्हणतो की जमिनीतल्या जीवाणूंना खाद्य म्हणून जमिनीत सेंद्रीय पदार्थ घालावेत, पण आपण प्रत्यक्षात वापरतो मात्र कंपोस्ट खत. कंपोस्ट खते तयार करण्याच्या क्रियेत सेंद्रीय पदार्थ कुजवून त्यांच्यातली पोषणऊर्जा काढून टाकली जाते, आणि त्यामुळे जीवाणूंच्या चयनासाठी व वाढीसाठी आवश्यक अशा

पोषणऊर्जेचे प्रमाण कंपोस्ट खतांमध्ये अत्यल्प असते. शिवाय कंपोस्ट खत किती वापरावे याचा हिशेब करताना आपण जमिनीतल्या जीवाणूंना खाद्य म्हणून किती सेंद्रीय पदार्थ व ऊर्जा लागेल याकडे दुर्लक्ष करून, शेतातल्या पिकाच्या पोषणासाठी किती नैट्रोजन, फॉस्फेट व पोटॅश लागेल याचा हिशेब मांडतो. तर्कशास्त्राच्या दृष्टिकोनातून पाहिले असता आपण असे म्हणू शकतो, की कंपोस्ट खत हा सुद्धा रासायनिक खताचाच एक प्रकार आहे, फक्त ते असेंद्रीय नसून सेंद्रीय रसायन आहे. वनस्पतींना आवश्यक असणाऱ्या नैट्रोजन, फॉस्फेट व पोटॅश या पोषकद्रव्यांचे प्रमाण कंपोस्ट खतांमध्ये अत्यल्प असल्याने प्रति हेक्टर २० ते ५० टन कंपोस्ट वापरावे अशी शिफारस कृषितज्ञ करतात. कृषितज्ञांच्या शिफारशीनुसार लागणाऱ्या सेंद्रीय खताच्या मात्रेचा व्यावहारिक दृष्टिकोनातून विचार केला असता असे दिसेल की कंपोस्ट वापरून सेंद्रीय शेती करावयाची असेल तर सुमारे १० हेक्टरमध्ये निर्माण होणारा जैवभार हा एक हेक्टर शेतीत कंपोस्ट म्हणून वापरावा लागेल. या एकाच कारणाने कृषिशस्त्रज्ञ, योजनाकार व राज्यकर्त्यांचा असा समज झालेला आहे की सेंद्रीय शेती अव्यवहार्य आहे. परंतु हा एक गैरसमज आहे.

जर आपणांस जीवाणूंद्वारे काही विशिष्ट कार्य करून घ्यावयाचे असेल, तर त्यांना उच्च पोषणमूल्य असणारे पदार्थ खाण्यास देणे

योग्य ठरते. हा अनुभव प्रस्तुत लेखकाला बायोगॅसवर अभ्यास करताना विशेष प्रकर्षाने जाणवला. बायोगॅसनिर्मितीच्या प्रचलित पद्धतीत शेण किंवा मानवी विष्टा वापरली जाते. या दोन्ही पदार्थांमध्ये जीवाणूंच्या दृष्टीने पोषणऊर्जा फारच कमी असते. त्याऐवजी आपण बायोगॅस निर्मितीसाठी जर साखर किंवा पिष्टमय पदार्थांचा वापर केला तर

दररोज ४० किलोग्रॅम शेणाऐवजी केवळ दोन किलोग्रॅम साखर किंवा पिष्टमय पदार्थ पुरतो, व शेणापासून बायोगॅस निर्माण होण्यास जे ४० दिवस लागतात त्याऐवजी ही क्रिया केवळ १ दिवसात घडून येते.

(ऑगस्ट-सप्टेंबर २००५)



शैक्षणिक संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान

यात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक

आता सर्वांसाठी मोफत उपलब्ध

२००१ पासून प्रसिध्द होत असलेले शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिक २०१८ पासून फक्त इ-अंक या स्वरूपात व विनामूल्य उपलब्ध होत आहे.

आपला इमेल पत्ता किंवा व्हॉट्सअप मोबाईल नंबर sandarbh.marathi@gmail.com या इमेलवर कळवावा. दर आठवड्याला एक लेख व आठ आठवड्यांनंतर पूर्ण अंक आपल्याला पीडीएफ स्वरूपात मिळेल. याशिवाय अंक संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवरही उपलब्ध असेल (www.sandarbhociety.org).

ऐच्छिक देणग्यांचे स्वागत आहे.

देणगीवर आयकर सवलत मिळू शकते.

शैक्षणिक संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरो टेक, ६, एकता पार्क, निर्मिती शोरूममार्गे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे ४.
इमेल sandarbh.marathi@gmail.com

नैसर्गिक शेती म्हणजे कमी खर्चात शेती (भाग दुसरा)

लेखक : आ.दि. कर्वे

शेती करताना वृक्ष लागवड, शेडनेट वापरून आर्द्रता, कार्बनडाय ऑक्साईड आणि सूर्यप्रकाशाचा सुयोग्य वापर याबद्दल आपण गेल्या भागात वाचलं. आता या भागात निसर्गात उपलब्ध असलेल्या खनिज द्रव्यांचा, सूक्ष्म जीवजंतूंचा आणि काही पारंपरिक पद्धतींचा उपयोग करून नैसर्गिक शेती कशी करता येईल याबद्दल

एकमेकां साह्य करू

आपण गेल्या सुमारे १०० वर्षांपासून रासायनिक खते वापरू लागलो आहोत. त्यापूर्वी, म्हणजे वनस्पतींचे भूपृष्ठावर वास्तव्य आहे तेव्हापासून, कोणत्याही रासायनिक खतांविना वनस्पती वाढतच होत्या. आजही जेथे रासायनिक खते वापरली जात नाहीत अशा ठिकाणी वनस्पती वाढत आहेत. कोरडवाहू शेतीत कोणतीच कृषिआदाने वापरली जात नसूनही अशा शेतीतून दरवर्षी उत्पन्न काढले जातेच. मग अशा शेतीत वाढणाऱ्या वनस्पतींना मिळणारी पोषकद्रव्ये कुठून येतात या प्रश्नाचे उत्तर असे, की ही पोषकद्रव्ये मातीतल्या खनिजांद्वारे वनस्पतींना मिळतात. खनिजांच्या विघटनाला प्रामुख्याने जमिनीत वास्तव्य करणारे सूक्ष्म

जीवजंतू जबाबदार असतात. या क्रियेत भाग घेणारे सूक्ष्मजीव आपले अन्न व पर्यायाने आपल्या चयनासाठी लागणारी ऊर्जा स्वतः निर्माण करित नाहीत तर त्यांना त्यासाठी जमिनीत वाढणाऱ्या वनस्पतींवर अवलंबून रहावे लागते. त्यामुळे वनस्पती आणि मातीतले सूक्ष्मजीव यांच्यात एकप्रकारचे परस्परावलंबित्व निर्माण झालेले आहे. जीवाणूंचे पोषण व्हावे यासाठी वनस्पतींच्या मुळांद्वारे शर्करा व शर्करेपासूनच बनलेला डिकासारखा एक श्लेष्मल पदार्थ जमिनीत स्रवत असतो. या दोन्ही शर्करायुक्त पदार्थांमुळे मुळांजवळ वास्तव्य करणाऱ्या सूक्ष्मजंतूंना आपल्या चयनासाठी आणि वाढीसाठी आवश्यक असणारा कार्बन व ऊर्जा हे जरी मिळाले तरी त्यांना आपल्या

वाढीसाठी लागणारी अन्य पोषकद्रव्ये मातीतल्या खनिजांमधून घ्यावी लागतात, व त्यासाठी हे जीवाणू मातीचे रासायनिक विघटन करतात. या क्रियेद्वारे मुक्त होणारी पोषकद्रव्ये ते स्वतःच्या चयनासाठी तर वापरतातच पण शिवाय ती त्या जमिनीत वाढणाऱ्या वनस्पतींनाही उपलब्ध करून देतात.

मातीतून खनिजरूपी अन्न मिळवण्यासाठी वनस्पती केवळ मुळांद्वारेच नाही तर इतरही मार्गांनी जमिनीतल्या सूक्ष्मजीवांना अन्नपुरवठा करतात. वनस्पतींची पाने व फुले जमिनीवर पडतात, त्यांचा उपयोग जमिनीतल्या जीवमात्रांना खाद्य म्हणून होतो. वनस्पतीच्या पानांमध्ये जलग्रंथी असतात व त्यांद्वारे बऱ्याच वनस्पतींच्या प्रजाती आपल्या पर्णसंभाराखालील जमीन भिजवतात. या पाण्यात काही विशिष्ट सेंद्रीय पदार्थ विरघळलेले असतात, व त्यांचाही उपयोग जमिनीतल्या सूक्ष्मजीवांना खाद्य म्हणूनच होतो. उदाहरणार्थ हरभऱ्याच्या पानांमधून स्रवणाऱ्या पाण्यात सेंद्रीय आम्ले असतात तर ज्वारीच्या पानांमधून स्रवणाऱ्या पाण्यात साखर विरघळलेली असते. याप्रकारे जमिनीच्या पृष्ठभागावर पडणारे सेंद्रीय पदार्थ आणि मातीच्या याच थराला होणारा हवेतल्या ऑक्सिजनचा पुरवठा यांमुळे जमिनीच्या वरच्या थरात सूक्ष्मजीवांचे कार्य अधिक जोराने चालते, आणि याच कारणाने जमिनीचा वरचा थर हा खालच्या थरांच्या

मानाने अधिक सुपीक असतो. शेतात सपाटीकरणाच्या निमित्ताने एका ठिकाणची माती काढून दुसरीकडे हलवली असेल तर जिथली माती हलवली आहे, तिथले पीक चांगले येत नाही, त्याचे कारण हेच असते.

खनिजद्रव्यांचा खजिना

वनस्पती आपल्याला लागणारी पोषकद्रव्ये जमिनीतल्या खनिजांपासून मिळवत असूनही ती खनिजद्रव्ये संपून जात नाहीत याचे एक उत्तम उदाहरण आहे, तृणधान्यांमधील सिलिका या पदार्थाचे. भात, गहू, ऊस यांसारखी पिके जमिनीतून दर वर्षी प्रति हेक्टर २५० ते ५०० किलोग्राम इतकी सिलिका काढून घेतात. आपण शेतीत वापरत असलेल्या कोणत्याही रासायनिक खतात सिलिकाचा समावेश नसतो, त्यामुळे ही सिलिका मातीतल्या खनिजांमधूनच येते हे निर्विवाद आहे, आणि त्यामुळे एव्हाना जगात सर्वत्र शेतजमिनींमध्ये सिलिकॉनची कमतरता निर्माण व्हावयास हवी होती, पण अशी कमतरता निर्माण झाल्याची आजवर तरी कुणी तक्रार केलेली नाही.

सूक्ष्मजंतूसाठी अमृतपाणी

जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूना योग्य असे खाद्य देऊन त्यांच्याद्वारे आपल्या पिकाचे पोषण करवून घेणे हा प्रयोग आज महाराष्ट्रातले अक्षरशः हजारो शेतकरी करित आहेत. हे शेतकरी एका २०० लिटरच्या पिंपात पाणी,

१० किलोग्राम शेण, १० किलोग्राम गोमूत्र व १० किलोग्राम गूळ यांचे मिश्रण सुमारे ८ दिवस कुजत ठेवतात व हे द्रावण सिंचनाच्या पाण्याबरोबर एका एकरास देतात. काही शेतकरी या मिश्रणात गाईचे तूपही घालतात. महाराष्ट्रात श्री. मोहन देशपांडे यांनी हे द्रावण अमृतपाणी या नावाने प्रचलित केले, पण शिवाय जीवामृत, जीवनपाणी अशाही नावांनीही ते ओळखले जाते. दक्षिणेतील राज्यांमध्येही अशीच एक प्रथा आहे, पण तेथले शेतकरी जमिनीत पंचगव्य (गाईचे शेण, मूत्र, दूध, तूप व दही) घालतात. याबाबत बरीच भोंदूगिरी व गैरसमज आहेत. ते म्हणजे यात वापरले जाणारे सर्व पदार्थ हे देशी गाईचेच असावे. यासंबंधीचा आणखी एक गैरसमज असा आहे की या द्रावणातले जंतू वनस्पतींना अन्नपुरवठा करतात. पण हेही खोटे आहे, कारण मातीचे विघटन करणारे जंतू व शेणातले जंतू हे अगदी वेगवेगळे असतात. या द्रावणात घातलेल्या गुळामुळे शेणातल्या जंतूंची संख्या वाढते यात संशय नाही, पण हे द्रावण जेव्हा जमिनीत घातले जाते, तेव्हा त्यातले शेणातले जंतू मरून जातात व त्यांचा उपयोग जमिनीतल्या जंतूंना खाद्य म्हणून होतो. आम्ही केलेल्या प्रयोगांमध्ये आम्हास असे आढळले आहे, की अमृतपाणी किंवा पंचगव्याऐवजी उच्च पोषणऊर्जा असणारा कोणताही पदार्थ, म्हणजे साखर, गूळ, मासळी खत इ. प्रति हेक्टर सुमारे १० ते २५ किलोग्राम येवढ्या

कमी मात्रेत जमिनीत घातला तरी त्याचाही असाच परिणाम होतो. या पदार्थांमधील उच्च ऊर्जा आणि सेंद्रीय कार्बन यांचा वापर करून जमिनीतल्या जीवाणूंची संख्या केवळ १ दिवसात ४०० ते ५०० पटींनी वाढते. आपल्या वाढीसाठी लागणारी खनिजद्रव्ये हे जीवाणू मातीतूनच मिळवितात, परंतु जमिनीत घातलेला सेंद्रीय पदार्थ जसजसा संपून जातो तसतसे ऊर्जेच्या कमतरतेमुळे जीवाणू मरू लागतात. मेलेल्या जीवाणूंच्या पेशीतून मुक्त होणारी खनिजपोषके त्या शेतात वाढणाऱ्या वनस्पतींना उपलब्ध होतात. अशा प्रकारचे उच्च पोषणमूल्य असणारे पदार्थ एका हेक्टरला केवळ १० ते २५ किलोग्रॅम इतक्या कमी प्रमाणात देऊनही आपण सेंद्रीय शेती करू शकतो. या पदार्थांचे नक्की प्रमाण किती असावे आणि ते घालण्याची वारंवारिता किती, हे कदाचित मातीचा प्रकार व पिकाची प्रजाती, यांनुसार बदलू शकतील. यावर आमचे अजून प्रयोग चालू आहेत.

तण, कीटक आणि रोग

याशिवाय तणांपासून होणारी स्पर्धा व कीटक आणि रोगांपासून संरक्षण यांचाही शेतीत महत्त्वाचा भाग असतो व या दोन्ही बाबींवर शेतकऱ्यांना बराच खर्च करावा लागतो. यातली तणांपासून होणारी स्पर्धा टाळावयाची असेल, तर एक गोष्ट मात्र ध्यानात ठेवावी लागेल, की तणांचे बी रूजून

येण्यासाठी त्यांवर सूर्यप्रकाश पडावा लागतो, याउलट पिकांचे बियाणे मात्र अंधारात रुजते. यामुळे आपण जर शेतात अगोदरच्या पिकाचा जैवभार पसरून ठेवला, तर त्यामुळे जमीन झाकली जाईल व तणांच्या बिया रूजण्याच्या प्रक्रियेत व्यत्यय येईल. परंतु जर जमिनीत लव्हाळा किंवा हरळी यांसारखे कायमस्वरूपी तण असतील तर ते मात्र नांगरट करून किंवा खणून काढणेच योग्य ठरते.

कीटक व रोगांपासून पिकाचे रक्षण करण्यासाठी आजकाल संरक्षक रसायनांचा वापर केला जातो. परंतु सेंद्रीय शेती करणारे शेतकरी सांगतात, की त्यांच्या पिकांना कीटक किंवा रोग यांच्यापासून फारसा त्रासच होत नाही. याचे एक कारण असे असावे, की सेंद्रीय शेतीमुळे जमिनीत खनिजविघटनाचे कार्य जोरात सुरू होते. मातीतल्या खनिजांमध्ये सिलिकेट हा आयन मोठ्या प्रमाणात असतो व खनिजांचे रासायनिक विघटन झाले की तो वनस्पतींना उपलब्ध होतो. सिलिकेटचे मुळांद्वारे शोषण केले जाते व त्यापासून निर्माण होणारा सिलिका हा पदार्थ वनस्पतींच्या पेशिभित्तिकांमध्ये साठविला जातो. सिलिकामुळे त्यांच्या पेशिभित्तिका कणखर होतात, व अशा वनस्पतींना अपाय करणे हे कीटकांना व रोगकारक बुरशांना अवघड जाते.

नैसर्गिक संरक्षण

परंतु याशिवाय निसर्गात वनस्पती आपले कीटकांपासून कसे संरक्षण करतात याचा अभ्यास करूनही आपल्याला काही उत्तरे सापडू शकतात.

आपल्या देशी तुरीच्या जातींचे बी एप्रिलपासून पुढे अगदी सप्टेंबरपर्यंत पेरले तरी त्यापासून निर्माण होणाऱ्या रोपट्याला ऑक्टोबरमध्येच फुले लागतात. या गुणधर्मांमुळे तुरीच्या शेंगा येण्याचा व बी भरण्याचा काळ हा कोरड्या ऋतूतच येतो. संपूर्ण पावसाळा केवळ शाकीय वाढीत घालवायचा आणि हिवाळ्यात, जेव्हा पाण्याचा तुटवडा भासू लागतो तेव्हा कोरड्या वातावरणात शेंगा व बियांचा विकास घडवून आणावयाचा ही या वनस्पतीची रीत आपल्या कृषिशास्त्रज्ञांना उफराटी वाटली आणि त्यांनी तुरीची लवकर तयार होणारी वाणे निर्माण केली. या वाणांची लागण पावसाळ्यात सुरुवातीस केल्यास पावसाळ्याच्या अखेरपर्यंत त्यांच्या शेंगा तयार होऊन पीक काढणीयोग्य झालेले असते. शेंगा व बियांची वाढ होत असताना जमिनीत पुरेसे पाणी असल्याने या वाणांचे उत्पन्न भरघोस येऊ लागले व त्यामुळे ही वाणे शेतकऱ्यांना लागणीसाठी देण्यात आली. कृषिसंशोधन केंद्रांमध्ये या वाणांची चांगली देखभाल केली जात असल्याने तेथे त्यांचे उत्पन्न चांगले आले पण शेतकऱ्यांच्या शेतात मात्र ही वाणे

अयशस्वी ठरली, कारण शेतकऱ्यांच्या शेतात त्यांच्यावर किडींचा प्रचंड हल्ला होऊ लागला. तुरीवर कीटकनाशके उडवावी लागतील याची शेतकऱ्यांना कल्पनाच नसल्याने ही वाणे बहुतेक ठिकाणी अयशस्वी ठरली. कीटकांना बळी पडणे हा गुणधर्म आपल्या देशी तुरीच्या वाणांमध्येही असतो, पण पावसाळा संपल्यानंतरच्या कोरड्या हवामानात कीटकांची संख्या निसर्गतः आपोआप कमी होत असल्याने उशीरा तयार होणाऱ्या देशी तुरीच्या वाणांवर कीटकांचा हल्ला कमी प्रमाणात होतो व पाण्याचा ताण बसूनही काहीतरी उत्पन्न शेतकऱ्यांच्या हाती लागते. सुमारे ५० वर्षांपूर्वी दक्षिण महाराष्ट्र आणि कर्नाटकाच्या उत्तर भागात ऑगस्ट-सप्टेंबरात कपाशीची पेरणी केली जाई. हा कापूस जानेवारी-फेब्रुवारीत वेचणीला येई. त्याकाळी कीटकनाशके वापरण्याची पद्धत नसल्याने शेतकऱ्यांनी कीटकांचा उपद्रव टाळण्यासाठी मुद्दाम हा हंगाम निवडलेला होता.

काट्याने काटा

याशिवाय कीटकांच्या उपद्रवाविरुद्ध शेतकऱ्यांनीच निवडलेला आणखी एक उपाय म्हणजे मिरची, लसूण इ. तिखट व तीव्र वासाच्या पदार्थांचा अर्क काढून तो आपल्या पिकावर उडवणे. पूर्वी पिकांवर तंबाखूचे पाणी उडविण्याची पद्धत होती. सध्या निंबोणीचा अर्क उडवावा असे

सांगितले जाते. परंतु मिरची, लसूण, तंबाखू किंवा कडुलिंबू या सर्व वनस्पतींवर कीटकांचा हल्ला होतोच. असे असताना त्यांच्या अर्काने इतर वनस्पतींवरच्या कीटकांचा बंदोबस्त कसा होतो यामागचे वैज्ञानिक तत्व कोणाला उमगलेले दिसत नाही. आपण जर जगातल्या वनस्पतिभक्षक कीटकांची जंत्री केली तर असे दिसेल की जगात एकूण वनस्पतिभक्षक कीटकांच्या सुमारे १ लक्ष प्रजाती आहेत. आपण आपल्या शेतात आढळणाऱ्या कीटकांची नोंद घेऊ लागल्यास असे दिसेल, की कोणत्याही एका पीक प्रजातीवर कीटकांच्या केवळ ५-६ प्रजातीच आढळतात, आणि एका पीकप्रजातीवर आढळणारे किडे सहसा दुसऱ्या पीकप्रजातीवर आढळत नाहीत. याचा अर्थ असा होतो की प्रत्येक वनस्पतीमध्ये निसर्गतःच कीटकनाशक रसायने असतात व त्यांमुळे त्या वनस्पतीचे जवळ जवळ सर्व वनस्पतिभक्षक कीटकांपासून संरक्षण होते, पण हाताच्या बोटारवर मोजता येतील अशा ज्या काही निवडक कीटकप्रजातींमध्ये त्या विशिष्ट वनस्पतींमधली विषे पचविण्याची क्षमता आहे, तेवढ्याच कीटकप्रजाती त्या वनस्पतीला अपाय करू शकतात. त्यामुळे एका वनस्पतीप्रजातीचा अर्क हा दुसऱ्या वनस्पतीप्रजातीचे कीटकांपासून रक्षण करतो. एकदा हे तत्व समजले की आपण केवळ तीव्र किंवा कडू वासाच्या वनस्पतींचाच

कीटकनाशासाठी वापर न करता कोणत्याही वनस्पतीचा वापर करू शकतो. तत्वशः कपाशीच्या अकाने कपाशी सोडून, किंवा मोहरीच्या अकाने मोहरी सोडून इतर सर्व पिकांवरील किडींचा बंदोबस्त करता येईल.

वनस्पतींवर पडणाऱ्या बुरशीजन्य रोगांपासून आपला बचाव करण्यासाठी वनस्पती आपल्या पेशींमध्ये फायटोअॅलेक्झीन या नावाने ओळखली जाणारी रसायने निर्माण करतात. पण फायटोअॅलेक्झीनची निर्मिती होण्यासाठी प्रथम त्या वनस्पतीवर बुरशीचा हल्ला व्हावा लागतो. आपल्यावर एखाद्या बुरशीचा हल्ला झाला आहे हे त्या वनस्पतीला बुरशीच्या पेशींमधील काही विशिष्ट रासायनिक

घटकांमुळे समजते. या रासायनिक घटकांमध्ये कायटीन या पदार्थाचाही समावेश आहे. खेकडे, झिंगे किंवा कोळंबी यांच्या कवचातही हाच पदार्थ असतो. या प्राण्यांच्या कवचाची पूड खताबरोबर शेतात घातली तर पिकावर बुरशीजन्य रोग कमी पडतात असा शेतकऱ्यांचा अनुभव आहे.

अशाप्रकारे वनस्पतींची व निसर्गाची कार्यपद्धती जाणून घेऊन जर शेती केली, तर शेतीवरचा खर्च कमी होईल व तिच्यातून मिळणाऱ्या नफ्यात वाढ होईल.



(ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००५)

एकपेशीय प्रथिनांचे खूळ

भारतातल्या जनतेचा आहार हा सर्वसाधारणतः शाकाहारी पद्धतीचाच असतो. स्वतःला मांसाहारी म्हणविणारे लोकही रोज मांसाहार करित नाहीत तर तो कधीमधीच करतात. मानवी शरीराला पोषणासाठी आवश्यक अशी सर्व अमीनो आम्ले मांसाहारी आहारातून मिळतात पण शाकाहारी आहारात मात्र काही विशिष्ट अमीनो आम्लांची कमतरता असते. त्यामुळे भारतीय जनतेला कुपोषणाने ग्रासले आहे अशी एक हाकाटी जगभर ऐकू येते. पण खरे पाहिले असता त्यात काही फारसे तथ्य नाही.

याचे कारण असे की स्वतःला शाकाहारी म्हणविणारे लोक आपल्या आहारात दूध व दुग्धजन्य पदार्थांचा वापर करतात, व शुद्ध शाकाहारातून न मिळणारी अमीनो आम्ले त्यांना या अन्नघटकांमधून मिळतात. दाक्षिणात्य पद्धतीच्या आहारात पिठे आंबवून त्यांपासून केलेले इडली, डोशासारखे पदार्थ असतात. आंबवण्याच्या प्रक्रियेत भाग घेणाऱ्या सूक्ष्मजीवांमुळे त्या पदार्थांमध्ये मानवी पोषणाला आवश्यक अशी अमीनो आम्ले आपोआपच निर्माण होतात.

मानवी समाजात आपापल्या भौगोलिक परिस्थितीला अनुसरून प्रत्येक भूभागात योग्य असा आहार आपोआपच विकसित होतो. जो आहार खाऊन एखादा समाज हजारो वर्ष व पिढ्यान् पिढ्या तगून राहिलेला असेल तर असा समाज कुपोषणग्रस्त कसा म्हणावयाचा? कुपोषणाचे निकष जर भारतीय समाजाला लावले तर असे दिसते की कुपोषित म्हणता येतील अशा व्यक्ती मुख्यतः समाजाच्या दरिद्री व अतिदरिद्री स्तरातच आढळतात. याचा अर्थ असा की भारतातल्या प्रत्येक समाजाचे जे विशिष्ट अन्न आहे. ते मुळात पोषक आहे. पण ते जर पुरेशा प्रमाणात मिळाले नाही तर मात्र कुपोषणाची समस्या उद्भवते.

कुपोषित व्यक्तींच्या दैनंदिन आहारात कमी पडणाऱ्या घटकांची भरपाई करणे हा त्यावर उपाय आहे. पण या व्यक्ती समाजाच्या दरिद्री व अतिदरिद्री स्तरातच आढळत असल्याने ते पूरक अन्न स्वस्त असावे हे तर उघड आहे. या निकषास एकपेशीय प्रथिने उतरत नाहीत. कारण ती अत्यंत महाग असतात. मानवी खाद्य म्हणून वापरल्या जाणाऱ्या स्फिरुलीनाच्या शुष्क पेशींची किंमत प्रतिकिलो रु. २०० असते. भलेही त्यात ६४.५ टक्के प्रथिने व अ जीवनसत्व असतील, पण या किंमतीला ते महागच म्हणावे लागेल. कारण प्रथिनांचे प्रमाण ५० टक्के असणारी सोयाबीन पेंड सध्या प्रतिकिलो रु. ७ एवढ्या कमी किंमतीला मिळते व अ जीवनसत्व हे आपणाला कोणत्याही पालेभाजीतून मिळू शकते. पूरक अन्न इतक्या स्वस्तात उपलब्ध असताना महागड्या अन्नपदार्थांचा निदान कुपोषणग्रस्तांसाठी पूरक अन्न म्हणून तरी प्रचार करू नये. एकपेशीय प्रथिनांचा प्रचार करावयाचाच असेल तर अळिंबीप्रमाणेच श्रीमंत लोकांना खाण्याचा एक नवा अन्नप्रकार अशी त्याची जाहिरात करणे इष्ट ठरेल.

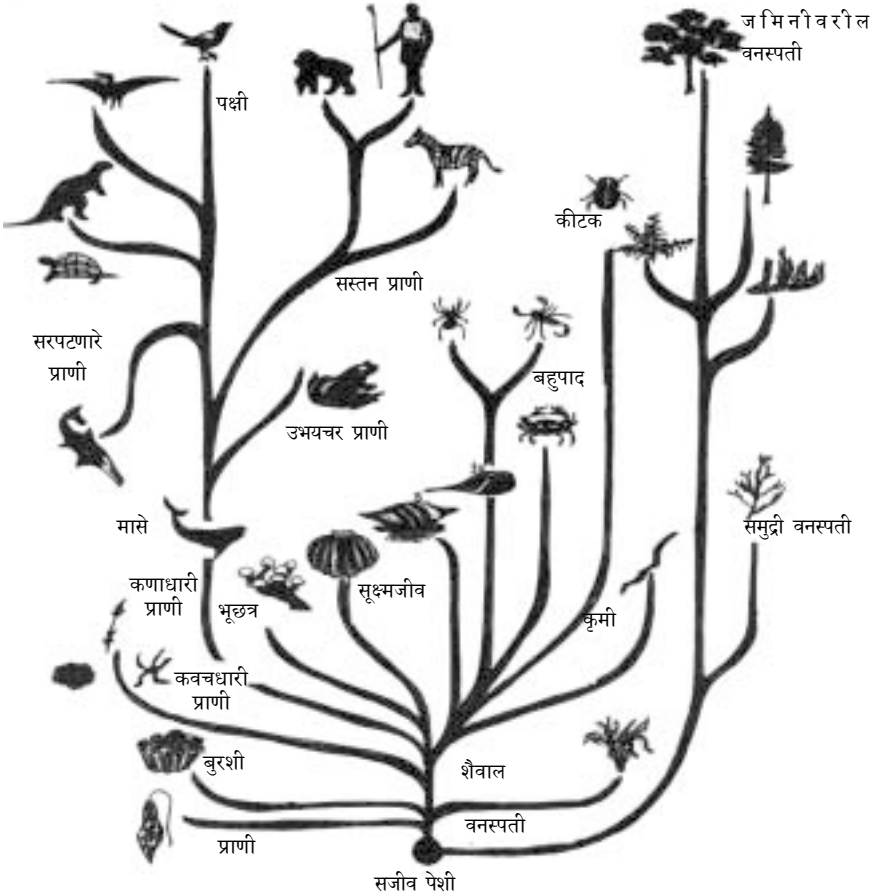
डॉ. आ. दि. कर्वे

उत्क्रांतिवाद्याला वैज्ञानिक पाया आहे का ?

लेखक : डॉ. आ.दि. कर्वे

उत्क्रांतीचे तत्त्व आपल्याला असे सांगते की जनुकीय उत्परिवर्तन, इतर जातींशी संकर, सूक्ष्मजंतूद्वारे कधी कधी घडून येणारे जनुकरोपण इ. विविध कारणांनी जैव घटकांचे अनुवांशिक गुणधर्म सतत बदलत

असतात. बदललेल्या गुणधर्मामुळे जर अशा जीवमात्रांची पर्याप्त परिस्थितीत तगून राहण्याची क्षमता वाढली, आणि त्यामुळे प्रत्येक पिढीत त्यांची संख्या इतरांचे मानाने वाढत गेली तर कालांतराने त्या विशिष्ट



समूहात या बदललेल्या गुणधर्मांचेच जीवमात्र दिसू लागतील आणि मूळचे जीवमात्र लुप्त होतील. परंतु डार्विनने उत्क्रांतीचा सिद्धांत मांडल्यापासून या सिद्धांताला समाजातल्या काही विशिष्ट धार्मिक गटांकडून सतत विरोध होतो आहे. सुरुवातीच्या काळात हा विचार आपल्या धर्मग्रंथातील विचारांच्या विरुद्ध असल्याने तो एक पाखंडी विचार आहे, असा मुद्दा मांडला जात असे; पण गेल्या सुमारे ६०-७० वर्षांपासून उत्क्रांतीच्या सिद्धांताला विरोध करण्यासाठी काही धर्ममार्तंडांनी विशेष निर्मितीचा सिद्धांत या नावाचा एक सिद्धांतच निर्माण केला. या विचाराचे प्रवर्तक हे आपल्या धर्मतत्त्वांवर नितांत श्रद्धा असणारे लोक आहेत. त्यामधले अनेकजण नामांकित वैज्ञानिकही आहेत. ते असे प्रतिपादन करतात, की ज्याप्रमाणे मानवाने आपल्या गरजेप्रमाणे वेगवेगळ्या वेळी मोटारगाड्या किंवा विमानांचे प्रकार तयार केले, त्याचप्रमाणे देवानेही वेगवेगळ्या कालखंडांमध्ये त्यावेळच्या पर्यावरणाशी

सुसंगत असे जीवमात्र या पृथ्वीतलावर निर्माण केले. जीवमात्रांच्या विविध जातींच्या निर्मितीचा कर्ताकरविता देवच असल्याने मानवाने आपल्या तर्कबुद्धीचा वापर करून या घटनांची कारणे शोधत बसू नयेत.

ज्येष्ठ जर्मन वैज्ञानिक एन्स्ट मायर यांनी आपल्या २००५ साली प्रसिद्ध केलेल्या एका पुस्तकात असा प्रस्ताव मांडला आहे, की उत्क्रांतिवाद ह्या विषयाचा समावेश विज्ञानशाखेत न करता तो कलाशाखेत करावा. या सूचनेला पुष्टी देण्यासाठी ते असे म्हणतात की वैज्ञानिक सिद्धांत हे सर्वत्र आणि सर्वकाळ लागू पडत असल्याने आपण कोठेही आणि केव्हाही योग्य ते प्रयोग करून त्यांची सत्यासत्यता पडताळून पाहू शकतो पण तसे जैव उत्क्रांतीचे नाही. मानवी इतिहासाप्रमाणेच जैव उत्क्रांती ही घटना पृथ्वीतलावर एकदाच घडली. त्यामुळे ती एकमेवाद्वितीय आहे. कोणत्याही प्रयोगांनी आपण तिची पुनरावृत्ती करून तिचा पडताळा पाहू शकत नाही, म्हणून ज्याची

मानवी मेंदूची उत्क्रांती

ऑस्ट्रेलोपिथेकस



२ ते ३ कोटी
वर्षांपूर्वी

होमोइरेक्टस
जावा



७, ५०, ०००
वर्षांपूर्वी

होमो सेपियन
निएंडरथल



१,००,००० ते
४,००,००० वर्षांपूर्वीपर्यंत

होमो सेपियन सेपियन



४०,००० वर्षांपूर्वीपासून
ते आजपर्यंत

सत्यासत्यता पडताळून पाहू शकत नाही, अशा तथाकथित सिद्धांताला आपण वैज्ञानिक पायावर उभा केलेला एक अंदाज, किंवा भूतकालात घडलेल्या घटनांचे वैज्ञानिक स्पष्टीकरण, असे म्हणू शकू. पण तो वैज्ञानिक सिद्धांत होऊ शकणार नाही.

वरवर पाहता मायर यांचा युक्तिवाद पटण्यासारखा आहे; पण त्यावर थोडासा विचार केल्यावर लक्षात येणारी एक गोष्ट अशी आहे की मायर यांनी जैवसृष्टीचा इतिहास आणि उत्क्रांतीचा सिद्धांत या दोन विषयांमध्ये गल्लत केली आहे. आपण जरी कोणत्याही प्रयोगाद्वारे जैवसृष्टीच्या इतिहासाची पुनरावृत्ती घडवून आणू शकत नसलो, तरी आपण उत्क्रांतीच्या सिद्धांताचा पडताळा प्रयोगांद्वारे पाहू शकतो. कोणत्याही जीवमात्राची उत्क्रांती होण्यासाठी तिच्या कित्येक पिढ्या जाव्या लागतात. सूक्ष्मजंतूंचा पिढीबदल फार कमी वेळात होत असल्याने आपल्याला निसर्गाच्या प्रयोगशाळेत सूक्ष्मजंतूंची उत्क्रांती कशी घडून येते हे पाहता येते. गेल्या काही वर्षांमध्ये प्रतिजैवकांचा भरमसाठ वापर सुरू झाल्यामुळे आता ज्यांच्यात प्रतिजैवकांना प्रतिरोध करण्याची क्षमता निर्माण झाली आहे असे जीवाणू सर्वत्र आढळू लागले आहेत, हे जैव उत्क्रांतीचेच उदाहरण आहे. अशा प्रकारचे प्रयोग आपण प्रयोगशाळेत आपल्या देखरेखीखालीसुद्धा करू शकतो. प्राण्यांच्या आतड्यात ३७ अंश सेल्सियस तापमानात वास्तव करणारे सूक्ष्मजीव जर

आपण ५० अंश सेल्सियसमध्ये ठेवले तर त्या संवर्धनातले बहुसंख्य सूक्ष्मजीव मरून जातात; पण त्यांतल्या ज्या काही जीवाणूंमध्ये जनुकांच्या उत्परिवर्तनाने ५० अंश तापमानात जिवंत राहण्याची क्षमता निर्माण झालेली असेल असे जीवाणू जिवंत राहतील आणि तेथून पुढे त्या संवर्धनातल्या सर्व जीवाणूंमध्ये ५० अंश तापमानात तगून राहण्याची क्षमता दिसून येईल. आतड्यात वास्तव्य करणाऱ्या मिथेनजनक जीवाणूंपासून अशाप्रमाणे ७० अंश सेल्सियस तापमानात जिवंत राहण्याची क्षमता असणाऱ्या जीवाणूंची निर्मिती करण्यात शास्त्रज्ञांना यश मिळाले. या घटनाक्रमाला आपण परीक्षानलिकेतली उत्क्रांती म्हणू शकतो. जीवाणूंवरील प्रयोग आपण आपल्या देखरेखीखाली करीत असल्याने नव्याने निर्माण झालेले जीवाणू हे मूळच्या जीवाणूंपासूनच उत्क्रांत झाले आहेत हे आपण खात्रीने सांगू शकतो, पण जगात पूर्वी जेव्हा अशा घटना घडल्या तेव्हा तेथे मानवी साक्षीदार हजर नसल्याने घडलेल्या घटना नक्की कशा घडल्या याचा आपण केवळ कयास बांधू शकतो, खात्री देऊ शकत नाही.

लुप्त झालेले जीव बरेचदा जीवाश्म, सांगाडे, दगडी कोळशातले अवशेष, हिमनद्यांमध्ये गाडलेली कलेवरे, यासारखे पुरावे मागे ठेऊन जातात. रसायनशास्त्र, भौतिकशास्त्र, भूगर्भशास्त्र इत्यादींचा वापर करून हे जीवाश्म किती वर्षांपूर्वीचे आहेत हे ठरविता येते, परंतु लुप्त झालेल्या



तारामासा - जीवाश्म

जीवानंतर अस्तित्वात आलेला दुसरा जीव हा अगोदरच्या जीवापासून उत्क्रांत झालेला आहे अशी ग्वाही आपण देऊ शकत नाही. अशाप्रकारच्या बऱ्याच घटनांमध्ये मागून आलेला दुसरा जीव हा अन्य कोठेतरी स्वतंत्रपणे उत्क्रांत झालेला असतो आणि बदलत्या परिस्थितीत नष्ट झालेल्या जीवाची तो जागा घेतो. उदाहरणार्थ डायनोसॉर जातीचे महाकाय प्राणी लुप्त झाल्यावर त्यांची जागा सस्तन प्राण्यांनी घेतली, याचा अर्थ डायनोसॉर जातीपासून सस्तन प्राण्यांची निर्मिती झाली असा लावणे चुकीचे ठरेल. किंवा अगदी अलीकडले उदाहरण घ्यावयाचे झाल्यास अमेरिकेतील प्रेअरीमधील गवे नष्ट होऊन त्यांची जागा मानवाने घेतली, याचा अर्थ गव्यांपासून मानवजात उत्क्रांत झाली असा लावणे हेही चुकीचे ठरेल. या दोन्ही उदाहरणांमध्ये मागून आलेले प्राणी हे पहिल्यांपासून उत्क्रांत झालेले नसून लुप्त झालेल्या प्राण्यांच्या जागी बाहेरून आलेले होते; पण अशाप्रकारे जीवाश्मांच्या पुराव्यांचे अर्थ चुकीचे लावल्याने उत्क्रांतीबद्दल जनसामान्यांच्या मनात गैरसमज निर्माण झाले. याचे मुख्य कारण

असे आहे की लुप्त झालेल्या जीवमात्रांनी मागे सोडलेले पुरावे हे अपूर्ण आणि त्रोटक स्वरूपाचे आहेत. त्यामुळे त्या काळी काय घडले असावे याचा आपण केवळ अंदाज घेऊ शकतो.

कोणत्याही प्रयोगाने आपण ज्याची पुनरावृत्ती करू शकत नाही अशी आणखी एक घटना आहे विश्वाच्या उत्पत्तीची. खगोलशास्त्रज्ञांना विश्वातल्या ग्रहताऱ्यांच्या अभ्यासात असे आढळले आहे, की विश्वातले सर्व तारे सतत एकमेकांपासून दूर दूर जात आहेत. याचा अर्थ ते असा लावतात, की एकेकाळी ते सर्व एकत्र होते आणि एका महास्फोटामुळे ते विखुरले गेले आणि त्यावेळी त्यांना जर गती लाभली, ती आजही त्यांना परस्परांपासून आणखी दूर दूर नेते आहे. या सिद्धांताला पुष्टी देणारे अनेक पुरावे उपलब्ध आहेत; पण विश्वाच्या निर्मितीची आपण कोणत्याही प्रयोगाने पुनरावृत्ती करू शकत नसल्याने हे असेच घडले याची आपण खात्री देऊ शकत नाही. त्यामुळे विश्वाची उत्पत्तीही देवानेच केली या विधानाचेही आपण खंडन करू शकत नाही.

विश्वातल्या सर्व घटनांचा कर्ताकरविता देवच आहे असेच जर आपण मानावयाचे ठरविले तर जगातल्या कोणत्याही घटनेचे कारण शोधणे हे चुकीचे ठरेल, आणि अशा परिस्थितीत विज्ञानाच्या अभ्यासाला आणि संशोधनालाही रजाच द्यावी लागेल.



(ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०११)



ऊर्जासिमस्येवर तोडगा जैव इंधनवायू

लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे

आपण स्वयंचलित वाहनांमध्ये इंधन म्हणून वापरत असलेली सर्व इंधने ही पेट्रोलियमजन्यच आहेत. आपल्या देशाला लागणाऱ्या एकूण पेट्रोलियमपैकी आपण १२ कोटी टन, म्हणजे सुमारे ८० टक्के पेट्रोलियम आयात करतो. या आयातीसाठी देशाबाहेर जाणारा पैसा जर आपणास वाचवता आला, तर आपल्या राष्ट्राच्या विकासासाठी तो खर्च करता येईल. सध्या पेट्रोलियमजन्य इंधनांना पर्याय म्हणून बायोडिझेल आणि अल्कोहोल (मद्यार्क) या दोन पर्यायांचा विचार सरकारी पातळीवर केला जात आहे. ही दोन्ही इंधने वनस्पतीजन्य असल्याने ती पुनर्निर्मितीक्षम तर आहेतच, पण शिवाय ती निर्माण करण्याचे तंत्र इतके सोपे आहे की ती विकेंद्रितरित्या ग्रामोद्योगांच्या पातळीवर बनविता येतील आणि या व्यवसायाद्वारे खेड्यांमध्ये रोजगारनिर्मिती करता येईल असेही एक मत सध्या मांडले जात आहे. परंतु त्यांच्या निर्मितीत आणि वापरात काही व्यावहारिक अडचणी आहेत.

अव्यवहारी निर्णय

यापैकी एक प्रमुख अडचण अशी, की या दोन्ही इंधनांच्या निर्मितीसाठी काही विशिष्ट पिकांची लागवड करावी लागेल. बायोडिझेल बनविण्यासाठी वनस्पतीजन्य तेल तर अल्कोहोलसाठी शर्करा लागते. यापैकी वनस्पतीजन्य तेल हे देशात उपलब्ध असलेल्या शेतमालाच्या घटकांमध्ये सर्वात दुर्मिळ व महाग आहे. ते जर बायोडिझेलसाठी वापरले तर त्याच्या किंमती आणखीनच भडकतील. यावर सरकारी उपाययोजना अशी की बायोडिझेलसाठी फक्त अखाद्य तेलाचाच वापर करावयाचा. पण अखाद्य तेल निर्माण करणाऱ्या वनस्पती अजून तरी रानटी वनस्पतीच आहेत व त्यामुळे त्यापासून मिळणारे तेलाचे उत्पन्न हे खाद्य तेलबियांच्या तुलनेने कमीच मिळणार आहे. शिवाय अखाद्य तेल केवळ बायोडिझेलच्याच निर्मितीसाठी वापरले जाईल याचीही कोणी हमी देऊ शकत नाही, कारण साबण आणि मेदाप्ते या दोन्हींच्या



धनदांडगे लोक अशा जमिनीवर अखाद्य तेलाचे पीक घ्यायला पुढे येताहेत. यावरून दोन शंका मनात येतात. एक म्हणजे या जमिनी खरोखरी ओसाड आहेत का? आणि दुसरी म्हणजे अखाद्य तेलाच्या लागवडीची सबब पुढे करून सरकारी जमिनीवर कब्जा

निर्मितीसाठी आज प्रामुख्याने अखाद्य तेलच वापरले जाते. त्यामुळे अखाद्य तेलाचासुद्धा आजचा भाव प्रति किलो रु. ५० ते ६० आहे. आज वापरल्या जाणाऱ्या पेट्रोल व डिझेलच्या केवळ एकदशांश भागाची जरी गरज बायोडिझेलने भागवायची असे ठरवले तरी त्यासाठी आपल्याला अखाद्य तेल देणाऱ्या पिकांची सुमारे दोन-तीन कोटी हेक्टर इतक्या क्षेत्रावर लागवड करावी लागेल. शेतजमीन मर्यादित असल्याने इंधनाच्या लागवडीसाठी जर इतक्या मोठ्या प्रमाणात जमीन वापरली जाऊ लागली तर अन्य शेतमालाच्या उत्पादनावर त्याचा विपरीत परिणाम होईल व त्यांच्या किंमती वाढतील हे उघडच आहे. याही समस्येवर आपल्या सरकारकडे तोडगा आहे. तो असा की बायोडिझेलसाठी लागणाऱ्या वनस्पतींची लागवड तथाकथित ओसाड जमिनींवर करणे. परंतु ज्या वनस्पतींचे उत्पन्न चांगल्या शेतजमिनीतही समाधानकारक येत नाही, त्यांचे उत्पन्न ओसाड जमिनींवर आणखी कमी येईल हे पूर्णपणे माहीत असूनही अनेक

मिळविण्याचा हा कट तर नाहीना? आज त्या तथाकथित ओसाड जमिनींचा काही ना काही उपयोग तिथल्या स्थानिक जनतेकडून केला जातोच आहे. तिथे उगवणाऱ्या गवतावर आजूबाजूला राहणाऱ्या लोकांची गुरे व शेळ्या मेंढ्या अवलंबून असतात, त्यातल्या झाडाझुडुपांपासून लोकांना सरपण, वनस्पतीजन्य औषधे तसेच बोरे, करवंदे व भोकरांसारखी फळे मिळतात आणि शिवाय त्या प्रदेशातले जैववैविध्य टिकवून धरण्यासाठीही अशा जमिनींचा उपयोग होतो, कारण विविध पक्षी, कीटक, प्राणी आणि वनस्पती यांचेही ते आश्रयस्थान असते. त्यामुळे अशा प्रकारच्या जमिनी लागवडीखाली आणल्या तर त्यातून सामाजिक आणि पर्यावरणविषयक नव्या समस्या निर्माण होतील.

दुसरी अडचण आहे ती मालाच्या किंमतीची. शेतमालाच्या सर्व घटकांपैकी तेल हा सर्वात महाग पदार्थ असल्याने त्यापासून निर्माण होणारे बायोडिझेल

नेहमीच अत्यंत महाग राहिल यात शंकाच नाही. अल्कोहोल हेसुद्धा देशात पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध नाही. त्याचा केवळ पिण्यासाठीच नव्हे तर अनेकविध रासायनिक उद्योगांमध्येही उपयोग होतो. आजमितीस स्फटिकशर्करा निर्माण केल्यानंतर शिल्लक राहणाऱ्या ग्लुकोज व फ्रुक्टोज यापासून अल्कोहोल निर्माण केले जाते. उसाची किंमत, तोडणी, वाहतूक, रस काढणे व रसावर केली जाणारी प्रक्रिया हा सर्व खर्च साखरेवर पडत असल्याने प्रति लिटर रु. २७ इतक्या कमी किमतीला अल्कोहोल मिळू शकते. पण जर खास अल्कोहोलनिर्मितीसाठीच शर्करायुक्त पिके लावली तर त्या पिकाची तोडणी, वाहतूक आणि प्रक्रियेचा सर्व खर्च अल्कोहोलवर पडेल आणि त्याचीही किंमत कोठल्या कोठे जाईल. शिवाय अल्कोहोल हे एक मादक द्रव्य असल्याने त्याची निर्मिती, साठवण, वाहतूक आणि उपयोग या सर्वांवर सरकारी बंधने आहेत व पुढेही राहतीलच. या बंधनांमुळे त्याची निर्मिती मर्यादित राहून किंमत वाढू शकते.

अडचणीवर उपाय

ज्याच्या निर्मितीत वर दिलेल्या अडचणींपैकी कोणतीच अडचण येत नाही आणि जे पूर्णतया प्रदूषणमुक्त आहे असे जैव

इंधन आहे बायोगॅस. बायोगॅसमधील ज्वलनशील तत्त्व म्हणजे मिथेन वायू. निसर्गात हा वायू ऑक्सिजनविरहित वातावरणात मिथेनजनक जीवाणूद्वारे निर्माण केला जातो. जैवविघटनकारी अशा कोणत्याही सेंद्रिय पदार्थापासून मिथेननिर्मिती होऊ शकते व त्यामुळे कोणत्याही प्रकारच्या सेंद्रिय कचऱ्यापासून आपण मिथेन निर्माण करू शकतो. आज भारतात शेती आणि तिच्याशी संबंधित अशा व्यवसायातून दरवर्षी सुमारे ऐंशी कोटी टन आणि नागरी वस्त्यांद्वारे दरवर्षी वीस कोटी टन असा एकूण एक अब्ज टन इतका सेंद्रिय कचरा दर वर्षी निर्माण होतो. कचरा ही टाकाऊ वस्तू असल्याने त्याची किंमत नेहमी अत्यंत कमीच राहिल असे गृहीत धरायला काहीच हरकत नाही. शिवाय तो प्रचलित शेतीतून आणि शहरांमधून आपोआपच निर्माण होत असल्याने त्याच्या निर्मितीसाठी जादा जमीन लागवडीखाली आणावी लागणार नाही. पण असे असूनही

आपले सरकार देशांतर्गत मोठ्या प्रमाणात मिथेनचे उत्पादन करण्याचे टाळून बाहेरच्या देशांमधून पाइपलाइनद्वारे खनिज मिथेन वायू आयात करण्याचे प्रयत्न करीत आहे. या व्यवहारात संबंधितांना मिळणारे



कमिशन आणि स्विस बँकांत त्यांच्या खात्यावर जमा होणारा काळा पैसा, हा मुद्दा जरी सध्या बाजूला ठेवला तरी असे दिसते की सरकारी पातळीवर बायोगॅस तंत्र हे एक अयशस्वी तंत्र समजले जाते आणि म्हणून त्याचा कोणी गंभीरपणे विचारच करीत नसावे. सरकारतर्फे गेली ६० वर्षे प्रयत्न केले जाऊनही बायोगॅसनिर्मितीचा प्रयत्न कधीच फारसा यशस्वी झाला नाही. ११० कोटी लोकसंख्या असलेल्या आपल्या देशात आजमितीस फक्त सुमारे ३० लक्ष बायोगॅस संयंत्रेच चालू स्थितीत आढळतात. परंतु हा कार्यक्रम अयशस्वी होण्यामागच्या कारणांचा बारकाईने अभ्यास न करताच या तंत्रावर अयशस्वीपणाचा शिक्षा मारून ते त्याज्य ठरविले जाणे हे चुकीचे आहे.

गोबर गॅस : किती उपयुक्त?

मिथेन निर्माण करणारे जीवाणू फार प्राचीन काळी, जेव्हा पृथ्वीच्या वातावरणात ऑक्सिजन वायू नव्हता, अशा काळात निर्माण झाले असावेत असे मानले जाते. सध्याच्या ऑक्सिजनयुक्त बाह्य वातावरणात तगून राहणे त्यांना अशक्य असल्याने ते प्राण्यांच्या आतड्यात वास्तव्य करतात. आतड्यात वास्तव्य असल्याने हे जीवाणू शेंण व विष्टेबरोबर शरीराबाहेर टाकले जातात. परंतु शेंणात आढळत असल्याने शेंण हेच या जीवाणूंचे अन्न आहे अशा गैरसमजाखाली सर्वजण वावरत होते. पारंपरिक गोबरगॅस संयंत्रे आजही शेंण किंवा

विष्टेवरच चालविली जातात आणि त्यामुळे या वायूला भारतात गोबरगॅस असे म्हटले जाते. भारतात गोबरगॅस संयंत्रांचा फारसा प्रसार न होण्याची कारणे अशी आहेत. एका कुटुंबाला रोजचा स्वयंपाक करण्यासाठी सुमारे १ घनमीटर बायोगॅस आवश्यक असतो. एवढा बायोगॅस निर्माण करण्यासाठी गोबरगॅस संयंत्रात रोज सुमारे ४० किलोग्रॅम शेंण व ४० लिटर पाणी यांचा काला करून घालावा लागतो. म्हणजे ज्यांच्या घरी ६ ते ८ गुरे आहेत, त्यांनाच हे गोबरगॅस संयंत्र वापरता येणार. मात्र ही गुरे दिवसभर गोठ्यात बांधून ठेवली तरच आपल्याला त्यांचे शेंण मिळणार, आणि आपल्या घरच्याच गोबरगॅस संयंत्रामध्ये हे शेंण वापरावयाचे असल्याने गोठाही घराशेजारीच हवा. पण अशी परिस्थिती क्वचितच आढळून येते. गोबरगॅसनिर्मितीतली दुसरी अडचण असते त्यात घालावयाच्या पाण्याची. खेड्यांमध्ये शहरासारखे घराघरात नळाचे पाणी पोचलेले नाही. जर आपल्या परसात विहीर नसेल, तर एखाद्या दूरच्या विहिरीतून किंवा हातपंपावरून पाणी वाहून आणावे लागते. मिथेनजनक जीवाणूंना शेंणाचे विघटन करून त्यातून बायोगॅस निर्माण करण्यासाठी इतर काही जीवाणूंची मदत लागते. त्यामुळे सतत ४० दिवस कुजण्याची प्रक्रिया झाल्यावरच त्यातून आपणास बायोगॅस मिळू लागतो. म्हणजे आपणास आज मिळणारा गोबरगॅस

हा ४० दिवसांपूर्वी घातलेल्या शेणापासून बनलेला असतो. रोजचा ८० किलो शेणकाला या हिशोबाने ४० दिवसांचा ३२०० किलो शेणकाला आणि रोज निर्माण होणारा सुमारे १००० लिटर बायोगॅस साठविण्यासाठी हे संयंत्र बसवावे असे घरमालकाच्या मनात असले तरी खेड्यामध्ये एकमेकांना चिकटून बांधलेल्या घरांमध्ये अशा प्रचंड गोबरगॅस संयंत्राला जागाच रहात नाही.

गोबरगॅसचा भारतात फारसा प्रचार न होण्याचे आणखी एक कारण म्हणजे सरकारतर्फे केला गेलेला प्रचार हा बायोगॅस संयंत्र हे केवळ स्वयंपाकासाठी इंधन देणारे संयंत्र म्हणूनच केला गेला. सर्वसाधारण घरासाठी शिफारस केल्या जाणाऱ्या ४ घनमीटरच्या संयंत्राची आजची किंमत सुमारे रु. २५,००० आहे. त्यात इंधन म्हणून रोज ४० किलोग्रॅम शेण घालावे लागते, त्याची किंमत आजच्या बाजारभावाने रु. ३० होते. म्हणजे भांडवली खर्च किंवा रोजचा चालू खर्च यापैकी कोणत्याही बाबीचा विचार केला तरी गोबरगॅस हे जगातील सर्वात महाग स्वयंपाकसाधन ठरते, आणि हे न कळण्याइतका शेतकरी काही मूर्ख नाही.

आरतीचे संशोधन

आमच्या संस्थेने इ. स. २००२ पासून बायोगॅस विषयावर संशोधन करण्यास सुरुवात केली. या संशोधनात आम्हाला असे

आढळले, की शेणाऐवजी जर मानवी खाद्यपदार्थांचा वापर केला, तर साधारणतः ४० किलो शेणापासून जेवढा मिथेन निर्माण होतो, तेवढाच मिथेन आपणास केवळ १ किलो स्टार्च, प्रोटीन किंवा तेलापासून मिळतो. शिवाय या पदार्थांपासून बायोगॅस निर्माण होण्यास फक्त २४ तासच लागत असल्याने, आम्ही विकसित केलेले संयंत्र १००० ते १५०० लिटर एवढ्या घनफळाचेच असते. आकारमान लहान असल्याने त्याची किंमत सुमारे रु. १०,००० इतकीच पडते व ते कोठे ठेवावे हा प्रश्नही उद्भवत नाही. शेणाची आवश्यकता नसल्याने आम्ही विकसित केलेले संयंत्र मुख्यतः शहरी भागातच लोकप्रिय झाले आहे. कारण त्याला लागणारा मानवी अन्नाचा कचरा हा शहरातल्या उपाहारगृहे, खानावळी आणि लग्नकार्यालयांमध्ये लोकांनी पानात टाकलेल्या खरकट्या अन्नाच्या रूपाने भरपूर प्रमाणात उपलब्ध असतो. तसेच घराशेजारी जर एखादा फळविक्रेता असेल तर त्याच्याकडून ज्यादा पिकलेली, सडलेली किंवा वाहतुकीत ठेचलेली अशी फळेही खूप स्वस्तात मिळू शकतात. पिठाच्या गिरणीत जमिनीवर सांडलेले पीठही या संयंत्रात वापरता येते.

ऊर्जाप्राप्तीबरोबर कचऱ्याची विल्हेवाट

आमच्या या नव्या बायोगॅस तंत्राने स्वयंपाकासाठी वापरल्या जाणाऱ्या एल.पी.जी. ला पर्याय उपलब्ध झाला, परंतु

देशाची ऊर्जेची गरज भागवण्यासाठी आपणाला जो मोठ्या प्रमाणावर मिथेन निर्माण करावा लागेल, त्याची गरज या स्टार्च व शर्करेवर चालणाऱ्या बायोगॅस संयंत्राने भागणार नव्हती. म्हणून आम्ही आमचा मोर्चा शेतात निर्माण होणाऱ्या त्याज्य मालाकडे वळवला. त्याज्य शेतमालाला रासायनिक दृष्ट्या लिग्नेसेल्युलोज असे म्हणता येईल, कारण त्यातले मुख्य घटक लिग्नीन व सेल्युलोज हे असतात. लिग्नीन हा पदार्थ म्हणजे कार्बनचे ५ अणू असलेल्या झायलोज या शर्करेपासून तयार झालेला एक पॉलिमर असतो तर सेल्युलोज कार्बनचे ६ अणू असलेल्या ग्लुकोज नामक शर्करेपासून बनलेला एक पॉलिमर असतो. हे दोन्ही भूपृष्ठावर वाढणाऱ्या सर्व वनस्पतींच्या पेशिभित्तिकांमध्ये आढळत असल्याने सेल्युलोज व लिग्नीन हे जगात सर्वांत अधिक प्रमाणात उपलब्ध असलेले सेंद्रिय पदार्थ ठरतात. परंतु ऑक्सिजनविरहित वातावरणात जगणाऱ्या मिथेनजनक जीवाणूंना सेल्युलोज व लिग्नीन हे पदार्थ पचविता येत नाहीत. त्यामुळे लिग्नेसेल्युलोजयुक्त त्याज्य शेतमालापासून बायोगॅस निर्माण केल्यास आपल्याला अशा पदार्थांच्या एकूण वजनाच्या केवळ १ टक्का इतकाच मिथेन मिळतो; पण या मिथेनमध्ये लिग्नेसेल्युलोजयुक्त मूळ पदार्थांतील एकूण ऊर्जेपैकी सुमारे अडीच टक्के ऊर्जा समाविष्ट असते. या तंत्राचा वापर केल्यास आपणाला

या देशात उपलब्ध असलेल्या कचऱ्यापासून दर वर्षी सुमारे ९० लक्ष ते १ कोटी टन इतका मिथेन मिळू शकेल. मिथेनची वाहतूक करणे अवघड असते. तसेच कचऱ्याची विल्हेवाट हीसुद्धा एक समस्याच असते. त्यामुळे ज्या ठिकाणी कचरा उपलब्ध आहे, तिथेच ही संयंत्रे उभी करावची आणि तयार होणारा बायोगॅस स्थानिक पातळीवरच वापरावयाचा, अशी योजना केल्यास कचऱ्याची विल्हेवाट आणि ऊर्जा अशा दोन्ही समस्यांची उकल होईल. सध्या बऱ्याच ठिकाणी कचऱ्यापासून खत निर्माण करण्याचे प्रकल्प चालू आहेत. त्यामुळे बायोगॅससंबंधीच्या चर्चामधून बरेचदा असे विचारले जाते की कचऱ्यापासून ऊर्जा निर्माण केल्यास खतांच्या पुरवठ्यावर विपरित परिणाम होईल का? या प्रश्नाला उत्तर असे की बायोगॅस संयंत्रातून बाहेर पडणाऱ्या स्लरीचा आपण खत म्हणून उपयोग करू शकतो.

आणखी काही फायदे

वरील प्रक्रियेतून निर्माण झालेला बायोगॅस आपण स्वयंपाकासाठी तर वापरू शकतोच पण त्याचा पेट्रोल किंवा डिझेलवर चालविल्या जाणाऱ्या इंजिनांमध्ये इंधन म्हणून उपयोग करणे हे अधिक फायद्याचे ठरते. विशेषतः ग्रामीण भागात विजेचा तुटवडा तर असतोच पण विद्युच्चनित्र चालविण्यासाठी लागणारे डिझेल किंवा पेट्रोलही खेड्यात मिळत नाही. आणि जरी

ते मिळाले, तरी पेट्रोल किंवा डिझेल जाळून खाजगीरित्या निर्माण केलेली वीज ही प्रति युनिट रु. १५ ते २० इतकी महाग पडते. त्यामुळे कचऱ्यापासून स्वस्तात मिळणारा बायोगॅस वापरून वीजनिर्मिती केल्यास अशी वीज खूपच स्वस्तात पडेल.

पाठ्यपुस्तकांमध्ये असे म्हटलेले आहे, की कोणतेही इंजिन थेट बायोगॅसवर चालवू नये, तर त्यातील कार्बन डायॉक्साईड, हायड्रोजन सल्फाइड व बाष्प हे घटक काढून टाकावेत व केवळ शुद्ध मिथेनच इंजिनात जाळावा; पण आम्ही केलेल्या प्रयोगातून आम्हास असे दिसले की संयंत्रातून मिळणारा बायोगॅस कोणत्याही प्रक्रियेशिवाय जसाच्या तसा इंजिनात इंधन म्हणून वापरला तरी चालते, त्यामुळे एका जागेवर उभ्या असलेल्या इंजिनाच्या शेजारी एक बायोगॅस संयंत्र बसविल्यास आपण वीजनिर्मिती किंवा पाणी उपसणे यासाठी बायोगॅसचा वापर करू शकतो; पण जर असा बायोगॅस स्वयंचलित वाहनात इंधन म्हणून वापरण्यासाठी सिलिंडरमध्ये भरून वाहनासोबत न्यावयाचा असेल तर मात्र



सिलिंडरचे वजन आणि घनफळ कमी करण्याच्या उद्देशाने इंधनवायू शुद्ध करणे फायद्याचे ठरते.

आपल्या देशात निर्माण होणाऱ्या कचऱ्यापासून आपण मिथेन निर्माण केल्यास इंधनाच्या आयातीसाठी परदेशात जाणारा बराच पैसा आपण देशाच्या विकासासाठी वापरू शकू. परंतु आयात केलेल्या इंधनवायूवर मिळणाऱ्या कमिशनचे गाजर समोर दिसत असल्याने निदान सध्या तरी सरकारी पातळीवर मोठ्या प्रमाणात बायोगॅस निर्माण करण्याचा कोणी विचार करीत नाही. मात्र खाजगी पातळीवर मिथेन तयार करण्यावर कोणत्याही प्रकारचे बंधन नाही. त्यामुळे खाजगी उद्योजकांना ही एक मोठी संधी उपलब्ध आहे.



(डिसेंबर २०११-जानेवारी २०१२)

पेट्रोलियमऐवजी काय ?

लेखक : आ.दि. कर्वे

आपण भारतात दरवर्षी सुमारे १२ कोटी टन पेट्रोलियम आयात करतो. या एकाच बाबींवर भारतातून सर्वाधिक पैसा बाहेर जातो. त्यामुळे पेट्रोलियमची आयात हा आपल्या अर्थकारणातला कळीचा मुद्दा झाला आहे, पण पेट्रोलियमला पर्याय शोधण्याचे फारसे कोणी प्रयत्न करताना दिसत नाही.

आपण आपल्या देशात जी पिके घेतो त्यातून निघणाऱ्या एकूण जैवभारापैकी सुमारे ६० ते ७० टक्के भाग हा पाने, खोडे, सालपटे, दाणे काढल्यावर उरणारी कणसे, अशा प्रकारचा असतो. भारतात दरवर्षी निर्माण होणारे धान्य, कडधान्य, गळितधान्य, ऊस, कपाशी, एरंडी, नारळ, भाज्या, फळे, कंद, ज्यूट, चहा, कॉफी, फुले, रबर, मसाल्याचे पदार्थ इ. सर्वांची आकडेवारी उपलब्ध आहे. त्यावरून या प्रत्येक पिकातून किती त्याज्य माल दरवर्षी

उपलब्ध होतो याचा आपण अंदाज बांधू शकतो. हा आकडा जातो ८० कोटी टनांच्या घरात.

आयात पेट्रोलियममध्ये प्रति किलो ग्राम सुमारे ११००० किलोकॅलरी एवढी ऊर्जा असते तर त्याज्य शेतमालातल्या ऊर्जेचे प्रमाण असते प्रति किलोग्राम सुमारे ४२०० किलोकॅलरी. म्हणजे आपण जर केवळ ऊर्जेचा विचार केला, तर आयात पेट्रोलियमच्या तुलनेत आपल्या देशात आपोआप निर्माण होणाऱ्या एकूण त्याज्य शेतमालात पेट्रोलियमच्या अडीचपट ऊर्जा सामावलेली आहे हे लक्षात येईल.

कोणत्याही प्रकारच्या इंधनात समाविष्ट असणारी ऊर्जा वापरण्याचा सर्वात सोपा मार्ग म्हणजे ते इंधन जाळणे. या प्रक्रियेत मुक्त होणारी ऊर्जा आपण निरनिराळ्या प्रकारे वापरू शकतो. त्यात स्वयंपाक करणे किंवा शेकोटी पेटवणे अशा



लहान लहान क्रियांपासून औद्योगिक क्रियांपर्यंत अनेक क्रियांचा उपयोग होऊ शकतो. सध्या त्याज्य शेतमालाचा औद्योगिक क्षेत्रात केला जाणारा सर्वात मोठा उपयोग म्हणजे साखर कारखान्यांमध्ये उसाचा रस काढून उरलेल्या बॅगासपासून वीजनिर्मिती. आपल्या देशातले सर्व साखर कारखाने स्वतःला लागणारी वीज स्वतःच निर्माण करतात एवढेच नाही तर अनेक कारखाने आपण निर्माण केलेली अतिरिक्त वीज आपापल्या राज्यातल्या वीज-वितरण मंडळांना विकतात.

साखर कारखान्यात वीजनिर्मिती करण्यासाठी वाफेवर चालणारे स्टीमटर्बाइन नामक इंजिन वापरले जाते. परंतु स्टीमटर्बाइनचा शोध लागण्याच्या अगोदरपासून वाफेवर चालणारी इंजिने जगभर सर्वत्र वापरली जात होती. अगदी ३०-४० वर्षांपूर्वीपर्यंत भारतातल्या रेलगाड्यासुद्धा वाफेच्या इंजिनांच्या सहाय्यानेच चालविल्या जायच्या.

काही प्रकारच्या इंजिनांमध्ये वाफेऐवजी गरम हवेचा वापर केला जातो. त्यामध्ये स्टर्लिंग इंजिन नामक इंजिनाचा समावेश होतो. वाफेच्या इंजिनासाठी बाँयलरमध्ये पाणी तापवून त्याची वाफ करावी लागते. पाण्याचे ऊच्च दाबाच्या वाफेत रूपांतर करणे या प्रक्रियेत बरीच ऊर्जा खर्च तर होतेच पण शिवाय या प्रक्रियेत बाँयलर हे एक अतिरिक्त आणि धोकादायक

असे सयंत्र लागते. याशिवाय मोठ्या प्रमाणात पाणीही लागते. स्टर्लिंग इंजिनात थेट हवाच तापवावयाची असल्याने त्याला पाणी किंवा बाँयलर यांपैकी कशाचीच आवश्यकता नसते.

वाफेचे इंजिन किंवा स्टर्लिंग इंजिन या दोन्ही प्रकारांमध्ये कोणतेही इंधन वापरले तरी चालते. त्यामुळे त्याज्य शेतमालाचा इंधन म्हणून वापर करण्यासाठी ही दोन्ही प्रकारची इंजिने योग्य ठरतात. पण याशिवाय आजकाल अशीही इंजिने वापरली जातात की ज्यांच्यात पेट्रोल किंवा डिझेल अशी विशिष्ट प्रकारची इंधनेच वापरावी लागतात. याप्रकारच्या इंजिनात वापरले जाणारे इंधन हे इंजिनातच जाळले जाते. त्यामुळे अशा इंजिनांना अंतर्ज्वलनकारी इंजिने असे म्हटले जाते. अंतर्ज्वलनकारी इंजिनांना लागणारे इंधन त्याज्य शेतमालातून मिळवता आले तरच शेतमाल हा खऱ्या अर्थाने पेट्रोलियमला पर्याय ठरू शकेल.

अंतर्ज्वलनकारी इंजिनात इंधन म्हणून आपण कोणताही ज्वलनशील वायू वापरू शकतो. कोणताही वनस्पतिजन्य जैवभार जर ३०० ते ४०० अंश सेल्सियस तापमानापर्यंत तापवला तर त्याचे विघटन होऊन त्याच्या वजनाच्या प्रत्येकी सुमारे एक-तृतियांश इतक्या वजनाचा कोळसा, डांबर आणि वुड गॅस किंवा पायरोलिसिस गॅस हा ज्वलनशील वायू असे तीन पदार्थ आपल्याला मिळतात. त्यांपैकी पायरोलिसिस गॅस हा



घटक आपण अंतर्ज्वलनकारी इंजिनात इंधन म्हणून वापरू शकतो.

जैवभारतून आपणाला जो कोळसा मिळतो, ते एक उत्कृष्ट घन इंधन तर आहेच पण या कोळशापासूनही आपण वॉटर गॅस या नावाचे वायुरूप इंधन तयार करू शकतो. जळणाऱ्या कोळशावर जर पाण्याची वाफ सोडली तर या दोन पदार्थांमध्ये एक रासायनिक प्रक्रिया घडून येते आणि त्यापासून कार्बन मोनॉक्साइड आणि हायड्रोजन हे दोन ज्वलनशील वायू बनतात. या मिश्रणाला वॉटर गॅस असे म्हटले जाते.

वरील दोन्ही प्रकारचे इंधनवायू निर्माण करण्यासाठी लागणारा जैवभार कोरडा असावा लागतो. पण त्याज्य जैवभार हा बरेचदा ओलाही असू शकतो. यात बाजारात पाठविण्यायोग्य नसलेली फळे, भाज्या, कंद; गाजर, कोबी, हळद, केळी यांसारख्या पिकांची पाने; पीक काढल्यानंतर मागे राहणाऱ्या टोमॅटो किंवा भोपळावर्गीय पिकांचे वेल, इ. चा समावेश होतो. अशा प्रकारच्या ओल्या कचऱ्यापासून आपण

बायोगॅस निर्माण करू शकतो, आणि तोसुद्धा आपण अंतर्ज्वलनकारी इंजिनात इंधन म्हणून वापरू शकतो.

सुमारे ६०-७० वर्षांपूर्वी वुडगॅस (पायरोलिसिस गॅस) वर मोटारगाड्या चालविल्या जात असत, पण त्या काळी वुडगॅस निर्मितीचे संयंत्र आणि लाकडे हे साहित्य सोबत न्यावे लागे. पण जर आज ही इंधने वापरण्याचे ठरविले तर ही वायुरूप इंधने कारखान्यात निर्माण करून ती शुद्ध करून, उच्च दाबाखाली सिलिंडरमध्ये भरून ग्राहकांना दिली जातील. हे तंत्रज्ञान भारतात उपलब्ध आहे. तेच वापरून आज सी.एन.जी. हा खनिजवायू ग्राहकांना मोटारगाडीचे इंधन म्हणून दिला जातो.

याशिवाय आणखी एक पर्याय आहे तो स्वयंचलित वाहने बॅटरीवर चालविण्याचा. वर उल्लेखल्याप्रमाणे जर दर १०-२० किलोमीटरवर एक याप्रमाणे विद्युत्निर्मिती केंद्रे उभी राहिली तर तिथेच बॅटऱ्या चार्ज करून देण्याचीही सोय करून देता येईल.

वरील विवेचनावरून दिसून येईल की आपण जर त्याज्य शेतमालाचा योग्य वापर केला तर आज फुकट जाणारा आणि शेतीद्वारे आपोआप निर्माण होणारा त्याज्य जैवभार हा आयात केल्या जाणाऱ्या पेट्रोलियमचा पर्याय ठरू शकेल.



(फेब्रुवारी-मार्च २०१२)

हिरवी पाने : ऊर्जेचा स्रोत

लेखक : डॉ. आनंद कर्वे

वनस्पतिजन्य सेंद्रिय पदार्थ हे बहुतांशी कार्बन, हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन या घटकांपासून बनलेले असून ते रासायनिक दृष्ट्या कार्बोहायड्रेट या गटात मोडतात. त्यांच्या रेणूंमध्ये समाविष्ट असणाऱ्या हायड्रॉक्सिल (OH) गटांमुळे ते रासायनिक प्रक्रियांमध्ये सहज भाग घेऊ शकतात आणि याच कारणाने ते प्राण्यांचे अन्न म्हणूनही उपयोगी पडतात. वनस्पतिजन्य पदार्थांपैकी लाकूड हा पदार्थ मात्र प्राण्यांना पचविता येत नसल्याने आपण त्याचा अन्न म्हणून वापर न करता इंधन म्हणून वापर करतो. शुष्क लाकडात प्रति किलोग्रॅम ४००० ते ४५०० किलोकॅलरी इतकी ऊर्जा साठविलेली असते, पण इंधन या नात्याने लाकडात काही दोषही असतात. उदा. लाकूड जळताना त्यातून धूर आणि काजळी हे प्रदूषक घटक बाहेर पडतात, आणि ज्वलन पूर्ण झाल्यावर मागे उरणाऱ्या राखेची विल्हेवाट लावण्याचीही आपल्याला काहीतरी तरतूद करावी लागते.

वनस्पतिजन्य पदार्थांच्या तुलनेत पेट्रोलियमजन्य पदार्थ मुख्यतः कार्बन आणि

हायड्रोजन या दोन मूलद्रव्यांपासून बनलेले असल्याने त्यांना हायड्रोकार्बन असे म्हणतात. हे पदार्थ प्राण्यांना पचविता येत नसल्याने ते जरी अन्न म्हणून वापरले जात नसले तरी लाकडाच्या दोन ते अडीचपट ऊर्जा, आणि राख निर्माण न करता ज्वलन, या गुणधर्मांमुळे पेट्रोलियमजन्य पदार्थांना इंधन या नात्याने मोठे महत्त्व प्राप्त झाले आहे. विशेषतः अंतर्ज्वलनकारी इंजिनांमध्ये तर सर्वसाधारणतः पेट्रोलियमजन्य इंधनच वापरले जाते.

आपल्या देशात खनिज तेलाचे साठे पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध नसल्याने आपल्या एकूण गरजेच्या सुमारे ८० टक्के पेट्रोलियम आपणास आयात करावे लागते आणि त्यापोटी आपल्याला दरवर्षी १२ अब्ज डॉलर एवढी किंमत मोजावी लागते. जर आपण कोणत्याही उपायाने आपल्या देशातच हायड्रोकार्बन इंधन निर्माण करू शकलो तर देशाबाहेर जाणारा हा पैसा आपण आपल्या देशाच्या विकासासाठी वापरू शकू.

भारतात एल.पी.जी.चा प्रसार होण्याच्या आधीपासून खेड्यातले लोक

गॅसवर स्वयंपाक करित असत. हा गॅस होता जैव इंधनवायू किंवा बायोगॅस. बायोगॅसमधील ज्वलनशील तत्त्व असते मिथेन हा वायू. निसर्गात आढळणारे मिथेनजनक जंतू निसर्गात ऑक्सिजनविरहित वातावरणात बायोगॅसची निर्मिती करीत असतातच, पण आपल्याला जर इंधन म्हणून वापरण्यासाठी बायोगॅसची निर्मिती करावयाची असेल, तर आपल्याला बायोगॅससंयंत्र या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या विशिष्ट यंत्रणेचाच उपयोग करावा लागतो. रासायनिक दृष्ट्या मिथेन (CH_4) हायड्रोकार्बन गटात मोडत असल्याने शुद्ध मिथेनचा उष्मांक एल.पी.जी. इतकाच, म्हणजे प्रति किलोग्रॅम सुमारे १२,००० किलोकॅलरी इतका असतो. परंतु बायोगॅसनिर्मिती ही जैव प्रक्रिया असल्याने बायोगॅसमध्ये मिथेनबरोबरच कार्बनडायाॅक्साइडही मिसळलेला असतो.

त्यामुळे बायोगॅसचा उष्मांक प्रति किलोग्रॅम सुमारे ४३०० किलोकॅलरी एवढा, म्हणजे जळाऊ लाकडाइतकाच असतो.

मिथेनजनक जंतू जगातल्या सर्वांत प्राचीन जीवमात्रांचे प्रतिनिधी समजले जातात, कारण ते गेल्या

सुमारे ४ अब्ज वर्षांपासून पृथ्वीतलावर टिकून आहेत. प्रत्येक जीवमात्राला आपल्या चयनासाठी ऑक्सिजन लागतो, पण त्या काळी पृथ्वीच्या वातावरणात ऑक्सिजन वायूच नव्हता, म्हणून आपल्या चयनासाठी लागणारा ऑक्सिजन आपल्या अन्नातील ऑक्सिजनयुक्त संयुगांपासून मिळविण्याची क्षमता मिथेनजनक जंतुंनी प्राप्त करून घेतली होती. कार्बोहायड्रेटमधून ऑक्सिजन काढून घेतल्यावर त्याचे हायड्रोकार्बनमध्ये रूपांतर होते. याचप्रकारे आपण बायोगॅससंयंत्राचा वापर करून कार्बोहायड्रेटपासून हायड्रोकार्बन मिळवू शकतो. मिथेनजनक जंतुंच्या उत्पत्तीनंतर सुमारे ५० कोटी वर्षांनी प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या जीवमात्रांची उत्पत्ती झाली. त्यांच्या कार्याने हवेतल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण वाढू लागले. मिथेनजनक जंतूंना हवेतला आणि पाण्यात विरघळलेला ऑक्सिजन मारक ठरत असल्याने त्यांना



आपल्या वास्तव्यासाठी जेथे ऑक्सिजन नाही अशा जागा शोधाव्या लागल्या. त्यामुळे सध्या हे जंतू पाणथळ व दलदलीच्या ठिकाणी आणि तसेच सर्व प्राण्यांच्या आतड्यात सापडतात.

प्राण्यांच्या आतड्यात वास्तव करीत असल्याने मिथेनजनक जंतू विष्टेबरोबर प्राण्यांच्या शरीरातून बाहेर पडतात. ते विष्टेत सापडत असल्याने विष्टा हेच त्यांचे अन्न आहे असा एकेकाळी सर्वांचाच गैरसमज झाला होता. त्यामुळे सुरुवातीच्या काळात बायोगॅसनिर्मितीसाठी जनावरांची आणि मानवाची विष्टाच वापरली जाई, आणि याच कारणाने बायोगॅसला भारतात गोबरगॅस असे नाव पडले. पुढे वैज्ञानिकांच्या हे लक्षात

आले की इतरही अनेक पदार्थांपासून बायोगॅस निर्माण करता येतो, पण तरीही अगदी इ.स. २००० पर्यंत बायोगॅसनिर्मितीसाठी कोणताही अन्न पदार्थ वापरावयाचा झाल्यास तो शेणाबरोबरच बायोगॅससंयंत्रात घालण्याची प्रथा होती. आम्ही सन २००३ मध्ये असा मुद्दा मांडला की बायोगॅसजनक जंतू प्राण्यांच्या आतड्यात रहात असल्याने प्राणी जे अन्न खातात, तेच या जंतूंचेही अन्न असते. प्रस्थापित बायोगॅसतज्ज्ञांनी या मताचा त्यावेळी स्वीकार केला नाही, पण याच विचाराचा आधार घेऊन आमच्या अप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूट या संस्थेने सन २००४ मध्ये शेणाचा किंवा विष्टेचा अजिबात वापर न करता घरगुती ओला कचरा (खरकटे

अन्न, हिरवी पाने, भाज्यांचा कचरा, फळांची साले इ.) वापरून शहरातही घरच्या घरी बायोगॅस निर्माण करण्याची एक प्रणाली शोधून काढली. या शोधासाठी आमच्या संस्थेला २००६ साली ग्रीन ऑस्कर या नावाने ओळखला जाणारा अश्वेन पुरस्कार मिळाला. या आंतरराष्ट्रीय मान्यतेनंतर मात्र आमच्या कल्पनेला कोणी विरोध केला नाही.

घरातून निघणाऱ्या ओल्या कचऱ्यापासून त्या घराच्या संपूर्ण स्वयंपाकाला पुरेल एवढा बायोगॅस मिळत नसल्याने आम्ही बायोगॅसनिर्मितीसाठी आणखी कोणता



अतिरिक्त सेंद्रिय पदार्थ वापरता येईल या शोधात होतो. भाजीपाल्याच्या कचऱ्यापासून बायोगॅस मिळू शकतो हे आमच्या प्रयोगांमधून आमहाला उमगले होते. त्यामुळे हिरव्या पानांपासून बायोगॅस निर्माण करण्यावर आम्ही आमचे लक्ष केंद्रित केले. या प्रयोगांमधून असे सिद्ध झाले, की



बायोगॅससंयंत्रात रोज १० किलोग्रॅम हिरवी पाने घातल्यास आपल्याला रोज सुमारे १ घनमीटर बायोगॅस मिळतो, आणि तेवढा बायोगॅस एका कुटुंबाच्या स्वयंपाकाला पुरतो. ज्या वनस्पतीची पाने गुरे खात नाहीत अशी पाने सुद्धा (उदा. टाकळा, तरवड, गाजरगवत, जलपर्णी, करंज इ.) बायोगॅस निर्माण करण्यासाठी योग्य ठरली.

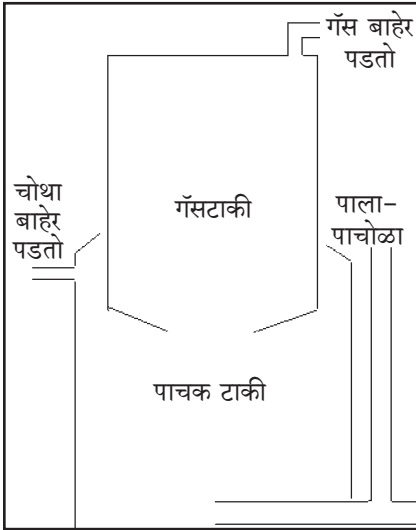
हे जाणल्यानंतर आम्ही केवळ हिरव्या पानांपासून बायोगॅस निर्माण करण्याची एक प्रणाली विकसित केली. ही प्रणाली ग्रामीण लोकांसाठी विशेष उपयोगाची आहे, कारण शेतीतल्या आणि वाहतुकीच्या यांत्रिकीकरणामुळे खेड्यातल्या गुरांची संख्या आता खूपच कमी झाली आहे. ज्यांच्याकडे गुरेच नाहीत अशा लोकांची बायोगॅससंयंत्रे तर शेणाअभावी बंद पडली आहेतच, पण ज्यांच्या घरी दुभती जनावरे आहेत असे लोक सुद्धा आपल्या जनावरांच्या शेणापासून बायोगॅसची निर्मिती न करता शेणाच्या

गोवऱ्या करून विकतात, कारण पशुखाद्य आणि मजुरी यांचे भाव हल्ली इतके वाढले आहेत, की गोवऱ्या विकल्याशिवाय लहान दूध उत्पादकांना या धंद्यातून काहीच प्राप्ती होत नाही. शेणावर चालणाऱ्या बायोगॅससंयंत्रातून जर दररोज सुमारे १ घनमीटर बायोगॅस निर्माण करावयाचा असेल तर त्यात रोज सुमारे ४० किलोग्रॅम शेण घालावे लागते, आणि एवढ्या शेणाच्या जर गोवऱ्या करून त्या बाजारात विकल्या तर त्यांपासून रु. ७० ते ८० मिळू शकतात. तसेच शेणाचे बायोगॅसमध्ये रूपांतर करण्यात ऊर्जेचाही मोठ्या प्रमाणात न्हास होतो. एक किलोग्रॅम वजनाच्या गोवऱ्या जाळल्यास त्यांपासून सुमारे ३६०० किलोकॅलरी इतकी ऊर्जा मिळते. एवढ्याच शेणाचा बायोगॅस केल्यास त्यापासून केवळ सुमारे ६०० किलोकॅलरी, म्हणजे शेणातल्या मूळ ऊर्जेच्या फक्त एक षष्ठांश किंवा सुमारे १६ ते १७ टक्के इतकीच ऊर्जा मिळते.

जेव्हा आम्ही पानांपासून बायोगॅस निर्माण करणे या विषयावर प्रयोग करण्यास सुरुवात केली तेव्हा आमच्या असे लक्षात आले की बायोगॅससंयंत्रात पानांच्या शिरांचे विघटन होत नाही, आणि त्या संयंत्रातच साठत राहतात, कारण या शिरा लिग्नीन नामक एका पदार्थापासून बनलेल्या असतात. ऑक्सिजनविरहित वातावरणात राहणाऱ्या कोणत्याच जीवमात्राला लिग्नीन पचविता येत नसल्याने काही आठवड्यांनी या न पचलेल्या शिरांनी आपले संयंत्र चोंदते. हे टाळण्यासाठी दर २-३ आठवड्यांनी संयंत्रात साठलेल्या शिरा काढून टाकण्याची काहीतरी व्यवस्था करणे आवश्यक तर होतेच, पण त्या काढून टाकण्याच्या क्रियेत बाहेरची हवा संयंत्रात जाऊ न देणे हेही महत्वाचे असते. अशा प्रकारची संयंत्रे व्यवहारात वापरली जात

आहेत. या संयंत्रांमध्ये स्कू कन्व्हेयर नामक एक यंत्रणा बसविलेली असते. एरवी जो माल बायोगॅससंयंत्रात घालावयाचा, त्याचा लगदा करून, आणि तो पाण्यात मिसळून संयंत्रात घातला जातो. पण स्कू कन्व्हेयर या यंत्रणेचा वापर करून आपण बायोगॅस संयंत्रात वरील प्रकारचा माल त्याचा लगदा न करता व त्यात पाणी न मिसळता घालू शकतो. हा स्कू कन्व्हेयर ज्या नळीत बसविलेला असतो, तिचा पाचक टाकीतील पाण्यात बुडलेला भाग सच्छिद्र असतो. त्यामुळे स्कू कन्व्हेयरमधील मालावर पाचक टाकीतल्या सूक्ष्म जंतूंची प्रक्रिया होऊ शकते. बायोगॅस काढून घेतल्यावर उरलेला चोथा याच स्कू कन्व्हेयरद्वारे बायोगॅससंयंत्रातून बाहेर काढला जातो. सुदैवाने स्कू कन्व्हेयरचा वापर न करता पानांचा चोथा बायोगॅससंयंत्रातून बाहेर काढण्याची सोय असलेले बायोगॅससंयंत्र निर्माण करणे आम्हास शक्य झाले.

आमच्या संशोधनाचा यापुढील टप्पा होता तो असा, की बायोगॅससंयंत्रातून काढलेल्या या शिरांचा आणखी काही उपयोग करता येईल का हे पाहणे. या बाबतीत आम्ही योजलेली उपाययोजना होती ती अशी. बायोगॅससंयंत्रात काही दिवस राहिल्याने, एरवी कडक असणाऱ्या शिरा बऱ्यापैकी मऊ होतात. आणि एक्स्ट्रूडर मशीनच्या सहाय्याने त्यांच्या साधारणतः २ सेंटीमीटर व्यासाच्या इंधनकांड्या बनविल्यास त्या स्वयंपाकाचे



इंधन म्हणून लाकडाऐवजी घरगुती चुलीतही वापरता येतात. या इंधनकांड्या जळताना धूर होणार नाही अशा खास चुली आणि शेगड्या आमच्या संस्थेने विकसित केल्या आहेत.

निसर्गात हिरवी पाने मुख्यतः पावसाळ्यातच मोठ्या प्रमाणात उपलब्ध होतात.

पावसाळ्याव्यतिरिक्त फक्त सदाहरित वृक्ष हाच हिरव्या पानांचा एकमेव स्रोत असतो. त्यामुळे या संशोधनाचा तिसरा भाग असा होता, की बायोगॅसनिर्मितीसाठी लागणारी हिरवी पाने सर्व ऋतूंमध्ये मिळत राहतील अशी व्यवस्था करणे. यासाठी आपल्याला आपल्या घरासभोवती सदाहरित वृक्ष लावणे तर आवश्यकच आहे, पण शिवाय बायोगॅससंयंत्राजवळही काही वाफे करून त्यांमध्ये भराभर वाढणारी, आणि कापल्यानंतर पुनःपुन्हा फुटणारी कोणतीही पालेदार वनस्पती लावावी (उदा. चान्यासाठी किंवा पालेभाजीसाठी लावल्या जाणाऱ्या वनस्पती, किंवा अडुळसा, बेशरम, कर्दळ, कपाशी, एरंडी इ. अखाद्य वनस्पती). आपल्या घरात निर्माण होणारे धुण्याभांड्याचे आणि स्नानाचे सांडपाणी व तसेच बायोगॅससंयंत्रातून रोज निघणारे पाणी या वाफ्यांना मिळेल अशी व्यवस्था करावी. बायोगॅससंयंत्रातून निघणाऱ्या पाण्यात वनस्पतींच्या वाढीला आवश्यक अशी सर्व



खनिजद्रव्ये असल्याने, या वाफ्यांना वेगळी खते देण्याची गरज नसते. वाफ्यातून आणि घराभोवती लावलेल्या वृक्षांपासून रोज सुमारे १० किलोग्रॅम हिरवा पाला काढून तो बायोगॅससंयंत्रात घालावा. याच्या सोबत जर घरातला कचरासुद्धा बायोगॅससंयंत्रात घालता आला, तर त्या प्रमाणात पाल्याची मात्रा कमी करता येईल.

वरील पद्धती अवलंबल्यास आपल्या घरातल्या ओल्या कचऱ्याची विल्हेवाट तर लागली जातेच पण शिवाय आपल्या आवारातील झाडांवर आणि वनस्पतींवर पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशाचा आपण मिथेनरूपाने आपल्या घरात स्वयंपाकासाठी उपयोग करू शकतो. ही ऊर्जा हायड्रोकार्बन गटातली असूनही पुनर्निर्मितीक्षम आणि पर्यावरणाशी सुसंगत असते.



(ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१२)

दगडी कोळशाच्या निर्मितीचे रहस्य

लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे

सुमारे ३५ ते ३० कोटी वर्षांपूर्वी पृथ्वीच्या दक्षिण गोलार्धातले बरेच भूभाग गोंडवनलँड या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या एकाच विस्तृत अशा भूभागात समाविष्ट होते. भारतही त्या काळी गोंडवनलँडमध्ये समाविष्ट होता. उत्तर गोलार्धातले प्रदेश मात्र अशा प्रकारे एकमेकांना जोडलेले नव्हते. गोंडवनलँड आणि त्याच्या उत्तरेकडील भूभागांमध्ये टेथिस या नावाने ओळखला जाणारा एक समुद्र होता.

खनिज कोळशाची निर्मिती

त्या काळी संपूर्ण जग प्रामुख्याने नेचेवर्गीय वृक्षांनी व्यापलेले होते. गोंडवनलँडमधल्या वृक्षांचा सविस्तर अभ्यास गेल्या शतकात लखनौ येथे कार्यरत असलेल्या डॉ. बीरबल साहानी नामक भारतीय वनस्पतिशास्त्रज्ञानी केला होता. या काळात हे वृक्ष मेले की त्यांची खोडे एकावर एक पडून रहात, पुढे काही उत्पातांमुळे ही खोडे जमिनीत गाडली गेली आणि भूगर्भातल्या उष्णतेने त्यांचे कोळशात रूपांतर झाले. हाच कोळसा आपण आज खनिज कोळसा या नावाने भूगर्भातून

खणून काढतो. ही प्रक्रिया पृथ्वीच्या इतिहासात ३५ ते ३० कोटी वर्षांपूर्वी एकदाच घडली. त्यानंतरच्या काळात पृथ्वीवर कधीही खनिज कोळसा निर्माण झाला नाही, जगातला सर्व खनिज कोळसा याच कालखंडात निर्माण झाल्याने त्या कालखंडाला भूवैज्ञानिक परिभाषेत कार्बॉनिफेरस (कोळसा निर्मितीचे) युग असे म्हटले जाते. येवढ्या मोठ्या प्रमाणावर कोळसा निर्माण होण्याचे प्रमुख कारण असे होते की त्या काळात जे वृक्ष मेले, त्यांची खोडे न कुजता जमिनीच्या पृष्ठभागावरच लाखो वर्षे पडून राहिली, आणि हे जमिनीवर साठलेले कोट्यवधी टन लाकूड जेव्हा भूकंपासारख्या एखाद्या उत्पाताद्वारे जमिनीत गाडले गेले, तेव्हा त्याचे भूगर्भातील उष्णतेने कोळशात रूपांतर झाले. आजच्या काळात जर जंगलातला एखादा वृक्ष मेला तर त्याचे खोड वर्षा-दोन वर्षांत कुजून जाते, मग कार्बॉनिफेरस काळात ही खोडे लक्षावधी वर्षे न कुजता भूपृष्ठावर कशी राहिली?

या प्रक्रियेचे स्पष्टीकरण देण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी अनेक तर्क लढवले. त्यांपैकी

सर्वमान्य स्पष्टीकरण असे आहे, की कारबॉनिफेरस युगातल्या वृक्षांच्या खोडामधील पेशिकांच्या पेशिभित्तिकांवर असणारा लिग्नीनचा थर हा आजकालच्या वृक्षांच्या मानाने अधिक जाड होता. आणि तसेच आजच्या वृक्षांच्या मानाने त्यांच्या खोडावर असणारी सालही अत्यंत जाड होती. लिग्नीन हा एक बहुवारिक पदार्थ असून जैव घटकांद्वारे त्याचे सहजपणे विघटन होत नाही. तसेच वनस्पतींच्या खोडांवर असलेल्या सालीत टॅनीन नामक एक पदार्थ असतो. हा पदार्थही जैवविघटनाला विरोधच करतो.

लिग्नीनचा आधार

वनस्पतींची उत्पत्ती पाण्यात झाली. पाणी वनस्पतींचे वजन तोलून धरीत असल्याने पाण्यात वाढणाऱ्या वनस्पतींना आधारासाठी कोणत्याही कणखर ऊर्तीची गरज नव्हती, पण पाण्यातून जमिनीवर आल्यावर मात्र त्यांना आपले वजन तोलून धरण्यासाठी कणखर अशा ऊर्तीची गरज भासू लागली. भू-वनस्पतींच्या उत्क्रांतीच्या पहिल्या टप्प्यातल्या वनस्पती अत्यंत खुरट्या आणि जमिनीसरपट वाढणाऱ्या अशा होत्या पण उत्क्रांतीच्या पुढच्या टप्प्यात जमिनीवर वाढणाऱ्या वनस्पती वृक्षांच्या रूपाने जमिनीवर ताठ उभ्या राहू लागल्या. या बदलाला कारणीभूत ठरले ते लिग्नीन नावाचे एक वनस्पतिजन्य बहुवारिक.

वनस्पतींमधल्या ज्या अवयवांना आधाराची किंवा वजन पेलण्याची गरज भासते, तेथल्या पेशिकांच्या पेशिकावर्णावर लिग्नीनचा थर आढळतो.

आजच्या युगातल्या वनस्पतींच्या खोडामधील लिग्नीन हे मुख्यतः त्यांच्या झायलेम या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या जलवाहक ऊर्तीमध्येच आढळते, पण कारबॉनिफेरस युगातल्या वनस्पतींमध्ये ते संपूर्ण खोडात आढळते. तसेच कारबॉनिफेरस युगातल्या वृक्षांची सालही खूप जाड, म्हणजे आजच्या वृक्षांच्या मानाने दुप्पट ते चौपट इतकी जाड असे. सर्व वृक्षांच्या सालींमध्ये टॅनीन असते. टॅनीन हा पदार्थ वनस्पतींचे रोगजंतूंपासून रक्षण करतो.

लिग्नीनचे विघटन

लिग्नीन कुजविणाऱ्या सूक्ष्मजंतूंना हवेतल्या ऑक्सिजनची गरज भासते आणि ऑक्सिजनचे हे प्रमाण कमीत कमी ५ टक्के तरी असावे लागते. ऑक्सिजनविरहित वातावरणात कोणत्याही जीवमात्राला लिग्नीनचे विघटन करता येत नाही, म्हणून कारबॉनिफेरस युगात हवेतल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी असावे असाही एक तर्क मांडण्यात येतो. पण त्या काळात सर्व जग वृक्षांनी व्यापलेले होते. हे सर्व वृक्ष प्रकाशसंश्लेषण करीत असल्याने ते हवेत प्रचंड प्रमाणात ऑक्सिजन सोडत असले

पाहिजेत. शिवाय ते मेल्यानंतर कुजतही नव्हते, कुजण्याच्या प्रक्रियेत हवेतला ऑक्सिजन वापरला जातो, पण तसेही होत नसल्याने हवेतला ऑक्सिजन सतत वाढतच गेला असणार आणि त्यामुळे त्याकाळी हवेतल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण सुमारे ३५ टक्के असावे असा अंदाज केला जातो. कार्बोनिफेरस युगात हवेतल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण अधिक असण्याचा आणखी एक पुरावा असा की त्या काळातले कीटक आणि अन्य संधिपाद प्राण्यांचा अवाढव्य आकार. त्या काळातली पैशाची अळी सुमारे २ मीटर लांबीची, पंख पसरलेल्या चतुर कीटकाचा आकार ७० सेंटीमीटर तर विंचवाची लांबी ७५ सेंटीमीटर असे. येवढ्या मोठ्या आकाराच्या संधिपाद प्राण्यांची उत्क्रांती आणि विकास हवेतल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण वाढल्यासच होऊ शकते.

दुसरा एक तर्क असा करण्यात आला की निबिड अरण्यातील जमिनीवर वृक्षांनी त्याजलेल्या पानांचा एक जाड थर निर्माण झालेला असतो. मातीतले सूक्ष्मजंतू ही पाने कुजवितात. या प्रक्रियेतून सतत कार्बन डायॉक्साइड हा वायू बाहेर पडतो. कार्बन डायॉक्साइड हा वायू हवेच्या सुमारे दीडपट जाड असल्याने तो जमिनीजवळच साठून राहतो. शिवाय वनस्पती रात्री जे श्वसन करतात त्यामुळे वनस्पतींच्या सान्निध्यात रात्रीच्या वेळी हवेतल्या कार्बनडायॉक्साइडचे

प्रमाण वाढते आणि हवेपेक्षा जड असल्याने हाही कार्बनडायॉक्साइड जमिनीजवळच साठून राहतो. काही शास्त्रज्ञांच्या मते जमिनीवर पडलेली पाने कुजणे आणि वनस्पतींनी रात्री निर्माण केलेला कार्बनडायॉक्साइड जमिनीलगत साठून राहणे, या दोन प्रक्रियांमुळे कार्बोनिफेरस युगात निबिड अरण्यातील जमिनीलगतच्या हवेत कार्बनडायॉक्साइडचे प्रमाण खूप वाढून तिथल्या अरण्यांमधील जमिनीलगतच्या वातावरणातील ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी झाले असणार. पण हाही मुद्दा न पटण्यासारखाच आहे. आपल्या आजच्या कालातही निबिड अरण्यांतल्या जमिनीवर कुजणाऱ्या पानांचा थर असतोच आणि आजच्या युगातील वृक्षसुद्धा रात्री श्वसनाने कार्बनडायॉक्साइड निर्माण करतात. परंतु तरीही आजच्या निबिड अरण्यात जमिनीलगतच्या वातावरणातील कार्बनडायॉक्साइडचे प्रमाण रात्रीच्या वेळी ०.१२ टक्के इतकेच असते आणि दिवसा ते पुन्हा कमी होऊन ते ०.०४ त्या आसपास येते. या कार्बनडायॉक्साइडमुळे अरण्याच्या भूपृष्ठावरील ऑक्सिजनच्या प्रमाणात फारसा फरक पडत नाही, आणि ते सतत २० टक्क्यांच्या आसपासच राहते. थोडक्यात म्हणजे हवेतल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी झाल्याने मेलेल्या झाडांची खोडे कुजली नसावीत हा तर्क काही सयुक्तिक वाटत नाही.



मग जमिनीच्या पृष्ठभागावर पडलेले हे लाकूड न कुजता तसेच राहून त्याचे मोठाले साठे निर्माण होण्यामागचे अन्य कोणते कारण असावे? सध्या सर्वमान्य असलेले मत असे आहे की मानवाने आपल्या सोयीसाठी निर्माण केलेल्या प्लॅस्टिक नामक बहुवारिकाचे जसे आज कोणत्याच जैव घटकाद्वारे विघटन होऊ शकत नाही, त्याचप्रमाणे ३५-३० कोटी वर्षांपूर्वी वनस्पतींनी आपल्या सोयीसाठी निर्माण केलेल्या लिग्नीन नामक बहुवारिकाचे विघटन करण्याची क्षमता त्या काळातल्या कोणत्याच जैव घटकात नव्हती. लिग्नीनचे विघटन करणाऱ्या जैव घटकांची उत्क्रांती कार्बॉनिफेरस युगानंतर झाली आणि त्यामुळे कार्बॉनिफेरस युगानंतर जगात कधीही आणि कोठेही खनिज कोळशाची निर्मिती होऊ शकली नाही. उत्क्रांतीच्या प्रक्रियेत लिग्नीनचे विघटन करण्याची क्षमता फक्त बुरशी या गटातल्याच काही विशिष्ट प्रजातींमध्ये निर्माण झाली आणि त्या प्रजातींची संख्याही केवळ हाताच्या बोटांवर मोजता येतील इतकी कमी

आहे. वाळवी लाकूड खाते आणि अन्य काही कीटक लाकूड पोखरतात. त्यामुळे त्यांच्या आतड्यातील काही सूक्ष्मजंतू लिग्नीन पचवू शकत असले पाहिजेत असाही समज मध्यंतरी प्रचलित झाला होता, पण आता हे सिद्ध झाले आहे की हे कीटक लाकडातले

फक्त सेल्युलोजच पचवितात, लिग्नीन नाही.

जैव घटक कोणते पदार्थ पचवू शकतात आणि कोणते नाहीत याचा आपण जर विचार केला तर असे दिसून येईल की वनस्पतींनी निर्माण केलेले लिग्नीन आणि वनस्पतींपासूनच भूगर्भात निर्माण झालेले पेट्रोलियम हे दोन्ही पदार्थ सेंद्रिय असूनही जवळजवळ कोणत्याच जैव घटकाला ते पचविता येत नाहीत. जैव घटक पचवू शकतील असे पदार्थ हे मुख्यतः शर्करा, पिष्टमय पदार्थ, प्रथिन आणि मेद या गटातलेच असतात. लिग्नीन आणि पेट्रोलियम हे पदार्थ यांपैकी कोणत्याच गटात मोडत नाहीत. पाच्य आणि अपाच्य सेंद्रिय पदार्थांची तुलना केल्यास असे दिसेल की सर्व पाच्य पदार्थांमध्ये कमी अधिक प्रमाणात ऑक्सिजन असतो तर अपाच्य पदार्थांमध्ये तो नसतो.

■■

(ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१५)



तिखट मिरची

लेखक : आ. दि. कर्वे

वांगे, बटाटा, टोमॅटो आणि मिरची या सर्व वनस्पती एकाच कुळातल्या. त्यांपैकी वांगे ही वनस्पती भारतातली, तर इतर तीन वनस्पतींचे मूळ अमेरिका खंडातले. सोळाव्या आणि सतराव्या शतकात युरोपियनांनी या तीन वनस्पती भारतात आणल्या, पण आज त्या आपल्या आहाराचा एक अविभाज्य भागच बनल्या आहेत. भारतात मिरची येण्यापूर्वी तिखट चवीसाठी खाद्यपदार्थांमध्ये आले, लसूण, लवंग, मिरे, ओवा, मोहरी वगैरे पदार्थ वापरले जात, पण मिरचीइतका तिखटपणा यांपैकी कोणत्याच पदार्थात नसल्याने मिरचीने या सर्वांना मागे टाकले आहे.

मिरचीच्या कॅप्सिकम या शास्त्रीय नावावरून मिरचीमधील तिखट तत्त्वाला कॅप्सायसिन असे नाव देण्यात आले. मिरचीच्या फळामध्ये ज्या बिया चिकटलेल्या असतात त्यात कॅप्सायसिन हे रसायन प्रामुख्याने आढळते. आपण आपल्या

आहारात मिरचीचे संपूर्ण फळ वापरत असल्याने, आणि कॅप्सायसिन हा पदार्थ मात्र मुख्यतः बियांशी निगडित अशा असल्याने मिरचीच्या फळाचा आकार जेवढा मोठा तेवढा तिचा तिखटपणा कमी असतो. त्यामुळे ढोबळी मिरची कमी तिखट तर लवंगी मिरची अधिक तिखट असते. मिरचीची भुकटी नाकाडोळ्यात किंवा घशात गेली की आपली काय अवस्था होते हे प्रत्येकाने कधी ना कधी अनुभवलेले असणारच. मिरचीच्या याच गुणधर्माचा फायदा घेऊन लूटमार करणारे चोर मिरचीची भुकटी लोकांच्या चेहऱ्यावर टाकून त्यांना हतबल करतात आणि अशा अवस्थेत त्यांच्याकडील पैसे किंवा अंगावरील दागिने लुटतात, हे तर सर्वज्ञात आहेच, पण जगातली पोलीसदलेसुद्धा दंगेखोर जमावांना पांगविण्यासाठी हल्ली कॅप्सायसिनच्या फवाऱ्यांचा वापर करू लागली आहेत. काश्मीरमध्ये एका गुहेत लपलेल्या अतिरेक्याला जिवंत पकडण्यासाठी आपल्या

सैनिकांनी याच कॅप्सायसिनच्या फवाऱ्यांचा उपयोग केला होता अशी वार्ताही नुकतीच प्रसिद्ध झाली होती. स्त्रियांना आपल्या संरक्षणासाठी सेंटच्या स्प्रेसारखी दिसणारी आणि पर्समध्ये ठेवता येईल अशी कॅप्सायसिनच्या फवाऱ्याची कुपीसुद्धा आता निघाली आहे.

आपले अन्न मसालेदार असेल तर ते रुचकर तर लागतेच पण या मसालेदार पदार्थांमध्ये असणाऱ्या तिखटपणामुळे जिभेची व तोंडाच्या अंतस्त्वचेची किंचित जळजळ होते. असे पदार्थ खाताना तोंडात लाळ सुटते व तिच्यामुळे अन्नाचा घास गिळणे सोपे जाते. गोडी, खारटपणा, कटुता किंवा आंबटपणा या चर्वींसाठी आपल्या जिभेवर विशिष्ट असे संवेदनशील भाग असतात, पण तशी खास संवेदनशील केंद्रे तिखटपणासाठी नसतात, गोड, खारट किंवा कडू पदार्थ जर जिभेऐवजी शरीराच्या अन्य कोणत्याही भागावर पडले तर त्यांची चव आपणांस समजणार नाही. पण तिखट पदार्थांमुळे आपल्या त्वचेतील मज्जासंस्थेतले वेदनासंवेदक जागृत केले जातात आणि त्यांद्वारे मेंदूला वेदनेचा संदेश मिळतो, आणि त्यामुळे तिखट पदार्थ शरीराच्या कोणत्याही नाजूक भागाला लागला तरी तिथे भाजल्यासारख्या वेदना निर्माण होतात, त्यामुळे अन्न फार तिखट असल्यास ते खाणे हे सर्वसामान्य व्यक्तींना अवघडच जाते. खाताना तोंडाची आग होणे,

नाकाडोळ्यातून पाणी येणे, घाम फुटणे, प्रत्येक घास पाण्याच्या घोटाबरोबर गिळला तरीही पुढे पोटात आग पडणे आणि दुसऱ्या दिवशी मलविसर्जनाचे वेळी गुदद्वाराचा दाह होणे, हा अनुभव प्रत्येकाने केव्हा ना केव्हा घेतलेला असणारच. त्यामुळे प्रश्न असा पडतो की लोक इतके तिखट अन्न का खातात?

मिरची ही वनस्पती मुख्यतः उष्ण कटिबंधात वाढत असल्याने तिचा वापरही प्रामुख्याने उष्ण कटिबंधातच केला जातो. त्यामुळे आहारात मिरची वापरण्याचे एक कारण असे दिले जाते की उष्ण हवामानात घामावाटे शरीरातले मीठ (क्लोराइड) निघून जाते. मीठ कमी झाल्याने शरीरातले क्लोरीनचे प्रमाण कमी होते. जठरातील हायड्रोक्लोरिक आम्लाचे प्रमाणही कमी होते. यामुळे पचनशक्ती तर कमी होतेच, पण हायड्रोक्लोरिक आम्लाचे प्रमाण कमी झाल्याने अन्नाबरोबर पोटात जाणाऱ्या रोगजंतूंचा जो नायनाट व्हावयास हवा तोही योग्य प्रकारे होत नाही. पण तिखट खाल्ल्याने जठराच्या अंतस्त्वचेचा दाह होऊन जठराला होणारा रक्तपुरवठा वाढतो, रक्ताबरोबरच मिठाचा पुरवठाही वाढला जातो. जठरातील हायड्रोक्लोरिक आम्लाचे प्रमाण वाढते आणि त्यामुळे अन्नपचन सुधारते.

सर्वसाधारणतः समाजातल्या सुस्थितीतल्या लोकांपेक्षा गरीब लोकच अधिक प्रमाणात तिखट अन्न खातात. या

वास्तवाचा आधार घेऊन मिरचीचा वापर अन्नात केला जाण्याचे आणखी एक अगदी व्यावहारिक स्वरूपाचे कारणही पुढे केले जाते. ते असे की भाकरी, चपाती किंवा भात यांच्याबरोबर तोंडीलावणे म्हणून भाज्या, कोशिंबिरी, कडधान्ये किंवा वरण खाणे गरिबांना परवडत नाही, त्यामुळे त्यांच्याबरोबर खायला अशा महाग पदार्थांचे तोंडीलावणे चांगले तिखटजाळ केल्यास ते कमी केले तरी पुरवठ्यास पडते. मासे आणि मांस हे तर भाज्यांपेक्षाही महाग असल्याने त्यांचे कालवण तर मुद्दाम ज्यादा तिखट केले जाते.

परंतु गरिबीशी संबंधित असणारे आणखी एक तिसरेही कारण आता नव्या संशोधनाद्वारे पुढे आले आहे. मेंदूवरील संशोधनात असे आढळून आले आहे की कोणत्याही प्रकारचे शारीरिक कष्ट, क्लेश, किंवा वेदना झाल्यास मेंदूमध्ये एंडॉर्फिन नामक वेदनाशामक पदार्थ तयार होतात. रासायनिकदृष्ट्या ते अफूमधील मॉर्फिनशी साम्य दाखवतात आणि मेंदूच्या ज्या भागावर मॉर्फिनचा अंमल दिसून येतो त्याच भागावर एंडॉर्फिनचाही परिणाम होतो. त्यामुळे ज्याप्रमाणे अफू खाल्ल्यावर वेदनांची जाणीव कमी होते त्याचप्रमाणे एंडॉर्फिनमुळेही वेदनांची जाणीव कमी होऊन जीवन अधिक सुसह्य वाटू लागते. अंगमेहनत, उपासमार, उन्हाचे आणि गरिबीचे चटके असे अनेक प्रकारचे क्लेश गरिबांना सहन करावे लागतात. ते

सहन करण्याची ताकद त्यांना मिरची देते, कारण मिरचीमुळे होणाऱ्या वेदनांमुळे ती खाणाऱ्यांच्या मेंदूमध्ये एंडॉर्फिन निर्माण केले जाते व त्यांची सहनशीलता वाढते.

मिरचीच्या बाबतीतली एक कायद्याची त्रुटीही प्रस्तुत लेखकाच्या लक्षात आली आहे. बाजारात विकल्या जाणाऱ्यां सर्व खाद्यपदार्थांचे गुणधर्म काय असावेत याबद्दल आपल्या देशात कायदे आहेत आणि विक्रेत्यांकडून त्यांचे पालन केले जाते की नाही हे पाहण्यासाठी अन्न आणि औषध प्रशासन नामक एक व्यवस्थाही शासनाने निर्माण केलेली आहे. हल्लीच्या काळात गृहिणींमध्ये मिरचीची तयार भुकटी विकत घेण्याचे वाढते प्रमाण दिसून येते आणि ही गरज पूर्ण करण्यासाठी विविध कंपन्या हा माल पॅकबंद स्वरूपात बाजारात आणतात. आपण मिरचीची भुकटी तिच्या तिखटपणासाठी घेतो. मिरचीचा तिखटपणा तिच्यातील कॅप्सायसिनच्या प्रमाणावर अवलंबून असतो पण आपण खरेदी करित असलेल्या मिरची-पुडीवर तिच्यातल्या कॅप्सायसिनचे प्रमाण किती हे कधीच छापलेले दिसत नाही. खरे म्हणजे हे प्रमाण कायद्याने ठरविले गेले पाहिजे आणि ते पॅकिंगवर छापणे हेही कायद्याने बंधनकारक केले पाहिजे. ■■

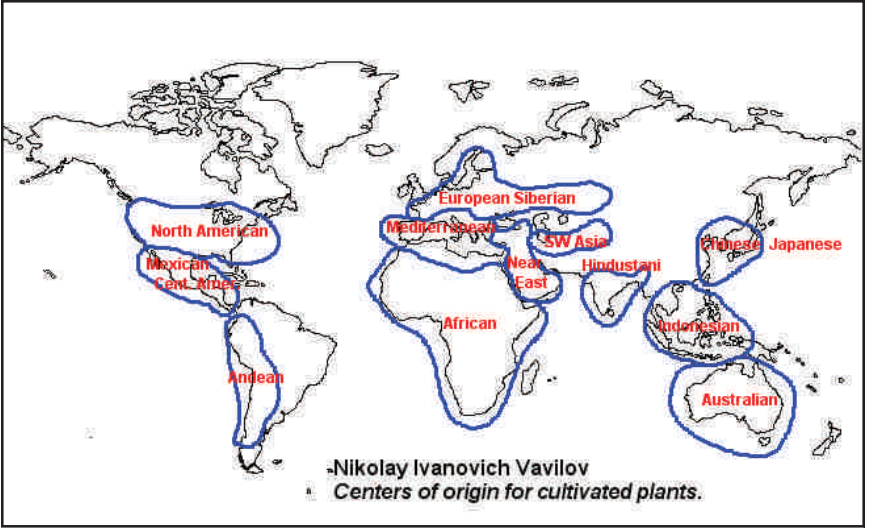
(ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१५)

लागवडीखालील वनस्पतींची बीजपेढी

लेखक : डॉ. आनंद कर्वे

मानवाला अन्न, वस्त्र, कागद, औषधे, डिक, रंग, व अन्य बरेच काही उपयुक्त पदार्थ वनस्पतींद्वारे मिळतात. सुरुवातीच्या काळात हे पदार्थ निसर्गातील स्रोतांमधूनच मिळत असत, पण कालांतराने वाढती गरज पूर्ण करण्यासाठी या वनस्पतींची लागवड करून हे पदार्थ मोठ्या प्रमाणात निर्माण करण्यास सुरुवात झाली. त्यांच्या उपयुक्ततेमुळे विविध धान्ये, कडधान्ये आणि गळित धान्ये जगभर पसरली. लागवडीच्या प्रदेशातील स्थानिक तापमान, पाऊसमान, रोग व कीड, लागवडीचा ऋतू, जमिनीचा प्रकार, लागवडपद्धती, स्थानिक प्रक्रियापद्धती, चवीच्या आणि रंगाच्या आवडीनिवडी, यांनुसार या वनस्पतींचे वेगवेगळ्या ठिकाणी वेगवेगळे प्रकार निर्माण झाले. या प्रकारांना वाण या शब्दाने संबोधले जाते. जगभरातील अशा वाणांची बीजे गोळा करून त्यांचा एका जागी संग्रह केल्यास नव्या वाणांची पैदास करताना या संग्रहाचा खूप उपयोग होतो. अशा संग्रहाला बीजपेढी असे म्हटले

जाते. आपण निर्माण करित असलेल्या नव्या वाणाचे उत्पन्न प्रचलित वाणापेक्षा अधिक असावे हा तर यामागे एक प्रमुख हेतू असतोच, पण एकाद्या विशिष्ट रोगाला किंवा किडीला बळी न पडणे, जमिनीच्या वाढत्या क्षारतेला किंवा अवर्षणासारख्या समस्यांना तोंड देऊन तग धरून राहणे, शेतीच्या यांत्रिकीकरणासाठी किंवा प्रक्रियाउद्योगासाठी विशिष्ट असे गुणधर्म असणे, असेही अनेक हेतू असू शकतात. आपल्या नव्या वाणात जो गुणधर्म आणावा असे पैदासकाराला वाटते तो बरेचदा अन्य भूभागात लावल्या जाणाऱ्या एकाद्या वाणात असण्याची शक्यता असते. वनस्पतींचे गुणधर्म त्यांच्या अनुकांवर अवलंबून असतात. जर आपल्याला हव्या असणाऱ्या गुणधर्माचे एकादे वाण आपल्या बीजपेढीत उपलब्ध असेल तर आपल्या प्रचलित वाणाचा त्याच्याशी संकर करून त्याच्या पुढच्या पिढ्यांमधून आपल्याला हव्या असणा-या गुणधर्माची वनस्पती निवडून काढणे आणि तिचे गुणन करणे हे काम



पैदासकाराच्या दृष्टीने फार सोपे असते, त्यामुळे जगभरातल्या वाणांचा संग्रह हे नव्या वाणांच्या पैदाशीसाठी एक अत्यंत महत्त्वाचे साधन असते.

भारतात १९६० ते १९७० या काळात जी हरितक्रांती झाली तिला कारणीभूत झालेली धान्यांची वाणे याच पद्धतीने निर्माण केलेली होती. या क्रांतीची सुरुवात झाली ती सोनोरा ६४ या गव्हाच्या वाणाने. हे गव्हाचे बुटके वाण दाट पेरणी, अधिक प्रमाणात रासायनिक खते व नियमित पाणी, अशा परिस्थितीत भारतातल्या प्रचलित वाणांच्या दुप्पट उत्पन्न देत असे. या वाणाचा बुटकेपणा हा नोरिन नावाच्या एका जपानी बुटक्या वाणापासून मिळाला. खूप दाट पेरणी, भरपूर पाणी व मोठ्या प्रमाणात रासायनिक खते यांमुळे या नव्या वाणांमध्ये तांबेरा या

बुरशीजन्य रोगाला बळी न पडण्याची क्षमता असणे आवश्यक असते. अशी क्षमता सोनोरा ६४ वाणात जगातल्या विविध वाणांशी संकर करून आणण्यात आली होती. या वाणाचे दाणे लालसर रंगाचे असून त्याची चपाती चिवट होत असे. हा गुण या वाणात मेक्सिको देशात पाव बनविण्यासाठी वापरल्या जाणा-या स्थानिक वाणापासून आलेला होता. या वाणाच्या पैदाशीचे कार्य अमेरिकेतील रॉकफेलर न्यासाच्या अर्थसाहाय्याने मेक्सिकोमधील CYMMIT या संस्थेत नॉर्मन बोरलॉंग या पैदासकाराने केले. या कार्यासाठी बोरलॉंगला शांततेचे नोबेल पारितोषिक मिळाले.

महाराष्ट्राच्या दृष्टीने महत्त्वाच्या ठरलेल्या ज्वारीच्या संकरित वाणांच्या पैदाशीतही विविध देशांमधील स्थानिक वाणांचाच



उपयोग केला गेला. संकरित वाणांमध्ये ज्या दोन वाणांचा संकर घडवून आणावयाचा ती वाणे परस्परांपेक्षा भिन्न गुणधर्माची असणे आवश्यक असते. ज्वारीच्या भारतातल्या जाती या परस्परांशी बऱ्याच बाबतीत समानधर्मी असल्याने त्यांचा परस्परांशी संकर केल्यास त्यातून निर्माण होणाऱ्या संकरित वाणापासून अधिक उत्पन्न मिळत नाही. भारताबाहेर आफ्रिका खंडातही मोठ्या प्रमाणात ज्वारीची लागवड होते. भारत आणि आफ्रिका यांतील ज्वारीच्या वाणांच्या गुणधर्मांमध्ये बराच फरक दिसून येतो आणि या भिन्नधर्मी वाणांचा संकर केल्यास निर्माण होणा-या संकरित वाणांपासून ज्वारीचे मोठे उत्पन्न मिळते. मोठ्या प्रमाणात संकरित वाणाचे बीज निर्माण करण्यासाठी योग्य

मादीवाणाचीही गरज असते. मादीवाणाच्या फुलोऱ्यात स्वतःचे परागकण निर्माण होत नाहीत, त्यामुळे अशा वाणाचे अन्य वाणाच्या परागांद्वारे परागीकरण होऊन संकरित बीज निर्माण होते. भारतातले ज्वारीचे पहिले संकरित वाण CSH1 याचे मादीवाण CK60- हे आफ्रिकेतील काफिर जातीच्या वाणापासून निर्माण करण्यात आले होते. CSH1 हे वाण भारतातल्या स्थानिक वाणांपेक्षा बुटके असून ते लवकर काढणीला येते, आणि त्याचे उत्पन्न भारतातल्या स्थानिक ज्वारीच्या वाणांच्या दुप्पट ते तिप्पट इतके येत असे.

(डिसेंबर २०१५-जानेवारी २०१६)

कडधान्ये स्वजातीयांशी स्पर्धा टाळतात

लेखक : डॉ. आनंद कर्वे

सूर्यप्रकाशाची ऊर्जा वापरून वनस्पती आपले अन्न तयार करीत असल्यामुळे वनस्पतींना अर्थातच स्वच्छ सूर्यप्रकाश हवा असतो. आपल्या पानांवर पडणारा प्रकाश हा थेट सूर्यप्रकाश आहे की हिरव्या पानांमधून गाळून आलेला प्रकाश आहे हे वनस्पतींना त्यांच्या पानांमधील फायटोक्रोम नामक एका प्रकाशसंवेदनशील प्रणालीमुळे समजते, कारण थेट पडणारा सूर्यप्रकाश आणि पानांमधून गाळून आलेला प्रकाश यांच्या वर्णपटलामध्ये फरक असतो. दाटीवाटीने वाढत असणाऱ्या वनस्पतींवर पडणारा प्रकाश त्यांच्या आजूबाजूच्या वनस्पतींच्या पानांमधून गाळूनच येतो व त्यामुळे अशा परिस्थितीत वाढणाऱ्या वनस्पती एकमेकींशी स्पर्धा करीत उंच वाढून आपल्या सभोवतालच्या वनस्पतींच्या सावटातून बाहेर पडण्याचा प्रयत्न करतात. त्या जोंवर अन्य वनस्पतींच्या सावटात वाढत असतात तोंवर त्यांना फांद्या न फुटता केवळ त्यांच्या मुख्य खोडाचीच उंची वाढत राहते. त्यामुळे ज्या वनस्पतींना त्यांच्या फांद्यांवर फुले व फळे लागतात,

त्या सावलीत असेपर्यंत त्यांची केवळ उंचीच वाढत राहते आणि त्यांना फुले आणि फळे लागतच नाहीत. म्हणून शेतात कोणत्याही पिकाचे बी पेरताना दोन ओळींमध्ये किती अंतर असावे आणि एका ओळीतल्या दोन रोपांमध्ये किती अंतर असावे याचे नियम ठरलेले असतात, आणि या नियमांनुसार प्रत्येक पिकाचे प्रति हेक्टर किती बी पेटावे हेही ठरलेले असते. कृषिशाम्नाच्या पाठ्यपुस्तकांमध्ये बहुतेक सर्व कडधान्यांचे बी प्रति हेक्टर १०० किलोग्राम पेटावे अशी शिफारस केलेली असते, पण प्रत्यक्ष प्रयोगांअंती प्रस्तुत लेखकाला असे आढळले की आपण कडधान्यांचे बी पुस्तकामध्ये शिफारस केलेल्या १०० किलोग्राम बियाण्याच्या दोन-अडीचपट बीसुद्धा पेटू शकतो, आणि आपण जेवढे अधिक बी वापरू तेवढे उत्पन्नही अधिक येते.

स्वजातीयांशी स्पर्धा टाळण्यासाठी वनस्पतींमध्ये विविध उपाय योजलेले आढळतात. त्यांपैकी अरुंद पाने ही सर्वांत अधिक प्रमाणात दिसणारी उपाययोजना आहे.

अरुंद पानांमुळे सावली कमी प्रमाणात पडते. तृणवर्गीय वनस्पतींमध्ये हा गुणधर्म सर्वाधिक प्रमाणात आढळतो. ज्वारी, बाजरी किंवा मका यांच्या मानाने गहू या पिकाची पाने अरुंद असल्याने त्याची खूप दाट पेरणी करता येते. याच वर्गातील वनस्पतींचा आणखी एक गुणधर्म म्हणजे त्यांना फांद्या नसतात आणि बहुतेक सर्व धान्यपिकांची कणसे त्यांच्या शेंड्यावरच लागतात. त्यामुळे त्यांच्या खोडांची उंची कितीही वाढली तरी त्यांना कणसे येतातच. अपवाद आहे तो फक्त मक्याचा. मक्याची कणसे त्याच्या पर्णसंभाराखाली येणाऱ्या आखूड फांद्यांना लागत असल्याने जर मक्याचे पीक फार दाट लावले तर त्याला कणसेच लागत

नाहीत. वृक्षांच्या बाबतीतही अरुंदपर्णी वृक्ष अत्यंत दाट लावता येतात, याचे एक उत्तम उदाहरण आहे सूचिपर्णी वृक्षांचे. याशिवाय चिनार (पॉप्लर) आणि नीलगिरी (युकेलिप्टस) या वृक्षांच्या बहुतेक सर्व फांद्यांचे आयुष्य फक्त तीन वर्षे येवढेच असते, फांदी तीन वर्षे वयाची झाली की ती गळून पडते. त्यामुळे या वृक्षांवर फांद्यांचा डोलारा निर्माण न होता त्यांची वाढ सरळसोट होते व त्यामुळे तेही दाट लावता येतात. परंतु कडधान्यांमध्ये वर उल्लेखलेले कोणतेच गुणधर्म नसूनही कडधान्य पिके अत्यंत दाट लावता येतात. स्वजातीयांशी होणारी स्पर्धा टाळण्यासाठी या वनस्पती कोणती उपाययोजना करतात हे एक कोडेच होते.



सूर्यप्रकाशासाठी झाडे अशी उंच वाढतात



कडधान्याची दाट लागवड

परंतु प्रस्तुत लेखकाने सुमारे ३० वर्षांपूर्वी हे कोडे सोडवले.

सर्व वनस्पती दिवसभर प्रकाशसंश्लेषणाद्वारे अन्न मिळवतात. हे अन्न वापरून नुसते उंच वाढावयाचे की फांद्यासुद्धा निर्माण करावयाच्या हे दिवसाच्या शेवटी त्यांच्यावर कोणत्या प्रकारचा प्रकाश पडला आहे यावर ठरते. त्यांच्यावर संध्याकाळी पडणारा प्रकाश जर पानांमधून गाळून आलेला असेल तर त्या या अन्नाचा वापर करून त्या केवळ उंच वाढतात. याउलट जर त्यांना संध्याकाळी थेट सूर्यप्रकाश मिळाला तर त्या फांद्या निर्माण करतात. कडधान्य गटातल्या सर्व वनस्पती संध्याकाळी आपली पाने मिटून घेतात व त्यामुळे सूर्यास्तापूर्वीचा शेवटचा सूर्यप्रकाश त्या वनस्पतींच्या

तळापर्यंत जातो. यामुळे त्यांना आपल्यावर दुसऱ्या कोणत्याही वनस्पतीची सावली नाही असा संदेश दिवसाच्या शेवटी मिळतो आणि त्यानुसार त्या नुसती मुख्य खोडाची उंची न वाढविता फांद्या, आणि त्या फांद्यावर फुले आणि फळेही निर्माण करतात. मात्र या युक्तीचा वापर त्यांना फक्त स्वजातीयांशी होणारी स्पर्धा टाळण्यासाठी होतो. जर कडधान्यगटातली एखादी वनस्पती दुसऱ्या एखाद्या उंच वनस्पतीच्या सावलीत वाढत असेल तर आपल्यावर पडणाऱ्या सावलीतून बाहेर पडण्यासाठी ती फांद्या, फुले किंवा फळे निर्माण न करता नुसती उंचच वाढत जाईल. ■■

(एप्रिल-मे २०१६)

कवायती फौज

लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे

अधिक कार्यक्षम अशी शस्त्रास्रे किंवा ती वापरण्याची अधिक कार्यक्षम पद्धती यांच्यामुळे इतिहासाला अनेकवेळा कलाटणी मिळाली आहे. अत्यंत पुरातन काळापासून धनुष्य हे हत्यार भारतात वापरले जात असे. दक्षिण भारतातील वेलायुधन् या नावाचा अर्थ धनुर्धारी असाच आहे, आणि या नावातील वेल म्हणजे मराठीतला वेळू. भारतात बांबू किंवा वेळू मुबलक प्रमाणात वाढत असल्याने धनुष्ये वेळूपासूनच बनविली जात, कारण वेळूइतके स्थितिस्थापकत्व दुसऱ्या कोणत्याच वनस्पतीच्या खोडात नसते.

ऐतिहासिक काळात धनुष्यात वेळोवेळी सुधारणा केल्या गेल्या आणि त्यांपैकी किमान दोन वेळा या सुधारणांनी इतिहास घडविला होता. यांपैकी एक सुधारणा होती ती मध्ययुरोपात विकसित झालेल्या क्रॉस बोची. या आयुधात एका सरळ दांड्याच्या टोकावर धनुष्य आडवे बसवलेले असते. हे धनुष्य ख्रिस्ती लोकांच्या

क्रुसासारखे दिसते म्हणून त्याला इंग्रजीत cross bow असे म्हणतात. या दांड्याच्या दुसऱ्या टोकाला बंदुकीसारखाच दस्ता असतो. धनुष्याची दोरी ताणली की ती ताणलेल्या स्थितीतच या दांड्याला बसविलेल्या एका खटक्याला अडकविण्याची सोय केलेली असते आणि बंदुकीच्या



क्रॉस बो

घोड्याप्रमाणेच दांड्यावरील घोडा बोटाने दाबून बाण सोडता येई. क्रॉसबोचे बाण हे पारंपरिक बाणांप्रमाणे हातभर लांब नसून सुमारे वीत-दीड वीत लांबीचेच असत. पारंपरिक धनुष्यात ताणलेल्या दोरीचा ताण हाताच्या बोटाना सहन करावा लागतो तर क्रॉसबोमध्ये ही ताणलेली दोरी तिच्या खटक्यात अडकविण्याची सोय असल्याने मानवी हाताच्या बोटानाच्या ताकदीपेक्षा अधिक ताकदीचे धनुष्य वापरता येई. त्यामुळे खांद्याला दस्ता लावून बंदुकीप्रमाणे नेम धरून बंदुकीप्रमाणेच केवळ घोडा दाबून बाण सोडता येई. धनुष्य अधिक ताकदीचे असल्याने एक बाण सोडल्यानंतर खाली जमिनीवर दस्ता टेकवून पायाने दोरी खाली ओढून धनुष्य ताणावे लागे. अधिक ताकदीचे धनुष्य आणि त्याच्या जोडीला लहान आकाराचा बाण यांमुळे पारंपरिक धनुष्यापेक्षा अधिक अंतरावरील लक्ष्यावर मारा करणे शक्य होई, क्रॉसबोचा पल्ला, बाणाचा वेग आणि अचूक नेम हे जवळ जवळ ठासणीच्या बंदुकीसमानच असत. स्विट्झर्लंडमधील विल्हेल्म टेल नामक एका स्वातंत्र्यसैनिकाने आपल्या मुलाच्या डोक्यावर ठेवलेले सफरचंद बाणाने उडविले होते, तेव्हाही त्याने क्रॉसबोचा वापर केला होता. मात्र क्रॉसबोची ताकद जास्त असल्याने धनुष्य ताणण्यासाठी ते जमिनीवर ठेऊन पायाचा वापर करावा लागत असे. प्रत्यक्ष

रणधुमाळीत योद्ध्यांना येवढी उंसंत मिळत नसल्याने क्रॉसबो हे आयुध मुख्यतः शिकारीसाठीच लाकप्रिय झाले. पण त्याचा लढाईत वापर करून १०६६ साली नॉर्मन विल्यमच्या नेतृत्वाखाली फ्रान्समधून बोटीने आलेल्या केवळ ७००० नॉर्मन योद्ध्यांनी इंग्लंडमधील सॅक्सन लोकांचा हेस्टिंग्जच्या लढाईत पराभव करून इंग्लंडचे राज्य जिंकून घेतले. हल्ली क्रीडासाहित्याच्या दुकानात मिळणाऱ्या या प्रकारच्या धनुष्यात पोलादी पट्टीचा वापर केला जातो.

धनुष्यातील दुसरी मोठी सुधारणा केली आशिया खंडातल्या मोंगोल टोळीवाल्यांनी. पारंपरिक धनुष्ये उष्ण कटिबंधात बांबू आणि शीत कटिबंधात टाकसुस किंवा अन्य लवचिक लाकडाची असत, पण ती चांगली दीड मीटर लांबीची असल्याने बऱ्यापैकी जड असत. असे जड धनुष्य डाव्या हाताने तोलून धरणे अवघडच. त्यामुळे पायदळातील



घोडेस्वार धनुष्य वापरताना



धनुर्धारी मोंगोल योद्धा

धनुर्धर योद्धे ते जमिनीवर टेकवून वापरीत. रथासीन योद्धा त्याचे धनुष्य रथाच्या फळीवर टेकवून शरसंधान करी. मोंगोल टोळीवाले हे अत्यंत कुशल घोडेस्वार होते आणि घोड्यावर बसून दोन्ही हातांनी शरसंधान करता यावे यासाठी त्यांनी रिकिबीचा शोध लावला. रिकिबीत पाय अडकवले की केवळ पायांचा वापर करून घोड्यावर आपला तोल सांभाळता येई आणि पायाने घोड्याला इशारेही देता येत. तसेच धावत्या घोड्यावर बसून शरसंधान करता येईल असे एक अगदी हलके धनुष्य त्यांनी जनावरांच्या शिंगांचा वापर करून विकसित केले. या दोन सुधारणांमुळे मोंगोल टोळीवाले हे त्या काळातले अजिंक्य योद्धे ठरले आणि त्यांनी चीनसह निम्मा आशिया आणि निम्मा युरोपही पादाक्रांत केला.

वरील दोन्ही उदाहरणांत धनुष्याच्या रचनेत बदल केल्यामुळे त्याची मारकशक्ती कशी वाढली हे आपण पाहिले. पण शस्त्र वापरण्याच्या पद्धतीत बदल केल्यानेही त्या शस्त्राची मारकशक्ती कशी वाढते याचे उत्तम

उदाहरण आहे कवायती फौजेचे. १७५७ च्या प्लासीच्या लढाईपासून १८१८ मध्ये पेशवाईचा अंत होईपर्यंत, अशा केवळ एकसष्ट वर्षांच्या कालावधीत इंग्रजांनी संपूर्ण भारत जिंकून घेतला. इंग्लंडात औद्योगिक क्रांती झाली ती त्यानंतर, आणि नवनवीन शस्त्रांचे शोध लागले तेही त्यानंतरच. त्यामुळे वर उल्लेखलेल्या कालखंडात, म्हणजे जेव्हा इंग्रज भारतावर कब्जा करीत होते त्या काळात, भारतीयांकडे असलेली शस्त्रे आणि इंग्रजांकडील शस्त्रे यांमध्ये फारसा फरक नव्हता. तलवारी, भाले, पुढून दारू व गोळ्या भरण्याच्या ठासणीच्या बंदुका आणि तशाच पद्धतीच्या तोफा, हीच हत्यारे दोघांकडेही होती. असे असतानाही प्रत्येक लढाईत इंग्रज वरचढ का ठरत? शाळेत इतिहास शिकताना आम्हाला असे सांगितले जाई की इंग्रजांकडे कवायती फौज होती. कवायती फौज म्हणजे नक्की काय असा प्रश्न जर कधी शिक्षकांना विचारला तर कवायती फौजेतले सैनिक आपल्या हालचाली अधिकाऱ्यांच्या आज्ञेनुसार शिस्तीत व एकसमयावच्छेदेकरून करीत, तर भारतीय सैनिक म्हणजे एक बेशिस्त जमाव किंवा झुंड असावयाची, असे मोघम उत्तरच मिळे. पुढे महाविद्यालयात छात्रसेनेच्या द्वारे आम्हाला आधुनिक लष्करी शिस्तीचा थोडा अनुभव मिळाला पण त्या शिस्तीचा रणांगणाशी काहीही संबंध नसून परेड ग्राउंडवर हडेलहप्पी करण्याशीच होता.

लेफ्ट-राइटच्या तालावर चालणे, अधिकाऱ्यांच्या आज्ञेनुसार पाय जुळवून किंवा पाय फाकून उभे राहणे, जाग्यावर उभे असताना किंवा संचलन करताना उजवीकडे, डावीकडे किंवा १८० अंशात वळणे, बंदुकीचा दस्ता तळहातावर व नळी खांद्यावर टेकवून संचलन करणे, अशा प्रकारच्या कवायतींचा आमच्याकडून अगदी वीट येईपर्यंत सराव करून घेतला गेला, पण या प्रकारच्या कवायतीचा रणांगणावर उपयोग काय हे आम्हाला कधीच कोणी सांगितले नाही. पुढे मी शिक्षणाच्या निमित्ताने जर्मनीत काही काळ राहिलो असताना तेथे कोणीतरी मला या कवायती फौजेचे रहस्य काय होते ते उलगडून सांगितले. जेव्हा सैन्यात ठासणीच्या बंदुका वापरल्या जात असत तेव्हा अशा बंदुकांचा अधिकाधिक

कार्यक्षमतेने वापर करण्यासाठी युरोपात एक विशिष्ट पद्धती विकसित करण्यात आली. युरोप खंडातील अनेक देशांमध्ये ती वापरली जात होती. आशिया खंडात तुर्कस्तान आणि जपान या दोन देशांनी ती अंगिकारली आणि तिचा वापर करून या दोन देशांनी युरोपीय सत्तांशी यशस्वी मुकाबला करून आपले स्वातंत्र्य अबाधित राखले. भारतात ग्वाल्हेरच्या शिंद्यांनी फ्रेंच अधिकाऱ्यांच्या मदतीने कवायती फौजेची काही पथके उभारली होती. त्याचा शिंद्यांना असा फायदा झाला की इंग्रजांनी शिंद्यांशी प्रत्यक्ष युद्ध न करता केवळ तह करून त्यांना आपले मांडलिकत्व स्वीकारावयाला लावले होते.

आधुनिक बंदुकीत वापरल्या जाणाऱ्या काडतुसात गोळी आणि दारू हे दोन्ही घटक एकत्र असल्याने बंदुकीत एक काडतूस घातले



कवायती बंदूकधारी सैनिक

की वापरण्यासाठी बंदूक सज्ज होते. शिवाय हे काडतूस बंदुकीत पुढून न घालता दस्ता आणि बंदुकीची नळी यांच्या जोडावर असणाऱ्या ब्रीच नामक फटीतून बंदुकीत घालण्याची सोय असते. त्यामुळे एका हाताने खांद्याशी बंदूक धरून दुसऱ्या हाताने ब्रीचमध्ये गोळ्या भरता येतात, आणि सरावाने हे काम केवळ एका सेकंदात एक काडतूस या वेगाने करता येते. याउलट ठासणीच्या बंदुकीत दारू आणि गोळी हे घटक वेगवेगळे असत. एकदा एक गोळी झाडली की खांद्याशी धरलेली बंदूक खाली घेऊन तिचा दस्ता जमिनीवर टेकवावयाचा आणि नळीच्या तोंडातून तिच्यात दारूची भुकटी सोडावयाची, मग तिच्यात गोळी घालून ती एका लांब शिगेने नळीत ठासावयाची, म्हणजे पुन्हा गोळी झाडण्यासाठी बंदूक सज्ज होते. थोडक्यात म्हणजे ठासणीच्या बंदुकीतून एकदा एक गोळी झाडली की बंदूक पुन्हा सज्ज करेपर्यंत मध्ये बराच काळ लोटतो आणि बंदूक पुन्हा सज्ज होईपर्यंत तो सैनिक निःशस्त्रच असतो. ही गैरसोय टाळून शत्रूवर एखाद्या मशीनगनप्रमाणे सतत गोळ्यांचा वर्षाव करण्यासाठी ठासणीची बंदूक कशी वापरावी याची एक कवायत युरोपात विकसित करण्यात आली होती.

आपण उदाहरणादाखल २०० बंदूकधारी सैनिकांची एक तुकडी आहे असे समजू. हे सैनिक प्रत्येकी ५० अशा

ओळींमध्ये विभागून एकामागे एक अशा चार ओळींचा व्यूह बनवून उभे राहत. अधिकाऱ्याने 'फायर' अशी आज्ञा दिली की पहिल्या ओळीतले ५० जण आपल्या बंदुका झाडीत आणि लगेच खांद्याची बंदूक जमिनीवर टेकवून ती ठासण्याची क्रिया सुरू करित. याच वेळी सर्वात मागच्या ओळीतले ५० सैनिक आपल्या पुढील तीन ओळी ओलांडून येऊन सर्वात पुढे येत. त्यामुळे मुळात जी ओळ चार क्रमांकाच्या स्थानावर होती ती सर्वात पुढे येई. पुन्हा 'फायर' अशी आज्ञा मिळाली की आता पुढे आलेले हे ५० सैनिक आपापल्या बंदुका झाडीत व लगेच त्या पुन्हा ठासण्याची क्रिया सुरू करित. यावेळी पुन्हा सर्वात मागील ओळ, म्हणजे मुळात तिसऱ्या क्रमांकावर असणारी ओळ काही पावले चालून सर्वांच्या पुढे येई. त्यांच्या हातात भरलेल्या बंदुका असत आणि फायर अशी आज्ञा मिळाली की ते आपल्या बंदुका झाडीत आणि लगेच त्या ठासण्यास सुरुवात करित. मग पुढे येई ती मुळातली दोन नंबरची ओळ. त्यातले ५० सैनिकही 'फायर' अशी आज्ञा मिळाली की एकसमयावच्छेदेकरून आपल्या बंदुका झाडत. या तीन ओळी आपापल्या बंदुका झाडून पुन्हा ठाशीत आहेत तोंवर मूळच्या पहिल्या ओळीतल्या ५० सैनिकांच्या बंदुका पुन्हा दारू आणि गोळी भरून सज्ज झालेल्या असत आणि आता ते पुन्हा पहिल्या रांगेत



कवायती सैन्य

येऊन आपल्या गोळ्या उडवीत. अशा तऱ्हेने हा २०० सैनिकांचा व्यूह दर ५-५ सेकंदाला ५०-५० गोळ्या झाडीत पुढे पुढे आक्रमत जात असे. हे कार्य एका विशिष्ट वेगाने आणि एकसमयावच्छेदे करून व्हावे यासाठी सैन्याच्या प्रत्येक तुकडीबरोबर एक ढोलकीवालाही असे. आणि ही कवायत ढोलकीच्या तालावर केली जाई. झुंडीने लढणारे २००० सैनिक जरी अशा या कवायती फौजेसमोर ठाकले असतील तरी त्यांचा या शिस्तबद्ध २०० सैनिकांपुढे टिकाव लागत नसे.

कवायती फौजेतले सैनिक हे पूर्णवेळ काम करणारे व्यावसायिक पगारी सैनिक असत. न गोंधळता आणि न गडबडता ढोलकीच्या तालावर एकाद्या यंत्राप्रमाणे

प्रत्यक्ष रणभूमीवर ही कवायत चालू ठेवण्यासाठी या कवायतीचा सतत सराव करावा लागे, व यासाठी सर्व सैनिकांनी एका तळावर एकत्र राहणे आवश्यक असे. हे सर्व सैनिक भारतीयच असत. केवळ त्यांचे अधिकारी इंग्रज असत. भारतीयांच्या भिन्न भाषा, जातीपाती, त्यांच्यातील शिवाशिव, सोवळी-ओवळी, खाण्यापिण्याच्या सवयी या लक्षात घेता एकाच तळावर विविध जातींचे, पंथांचे किंवा प्रांतांचे सैनिक न ठेवता, एका विशिष्ट जातीचे, धर्माचे किंवा एकाच प्रांतातील सैनिक एकत्र ठेवणे इष्ट होते. त्यामुळे इंग्रजांच्या सैन्यात डोग्रा पलटण, शीख पलटण, जाट पलटण, मराठा पलटण, अशा भिन्न पलटणी असत. उदाहरणार्थ पेशव्यांविरुद्ध खडकी येथे जी

शेवटची मोठी लढाई झाली, तिच्यात इंग्रजांच्या बाजूने लढणारे सैनिक हे महार रेजिमेंटचे होते. भारतीय राजांकडे राजवाड्याच्या सुरक्षेसाठी नेमलेले काही गारदी सोडले तर फारसे खडे सैन्य नसे. भारतीय राजांचे लहानमोठे सरदार आणि जहागीरदार यांनी राजाला किती सैनिक किंवा घोडेस्वार पुरवावयाचे हे ठरलेले असे. या जहागीरदारांकडेही स्वतःचे खडे सैन्य नसे. त्यामुळे त्यांनी पुरविलेले सैनिक हे फक्त मोहिमेपुरते सैनिक आणि अन्य वेळी शेतकरी किंवा अन्य व्यावसायिक असत. एकत्रितपणे युद्धाचा सराव केलेल्या व्यावसायिक सैनिकांपुढे हे अर्धवेळ काम करणारे सैनिक कमकुवत ठरल्यास नवल ते काय? अगदी मुघल काळापासून भारतात गनिमी कावा या नावाची एक विशिष्ट युद्धपद्धती प्रचलित होती. गनिम हा शब्द फारसी आहे. त्यामुळे कदाचित भारतावर आक्रमण करणाऱ्या अफगाण व इराणी लोकांची ही युद्धपद्धती असावी असे वाटते. या युद्धपद्धतीत ज्या ठिकाणी आपले कमीत कमी नुकसान होईल पण शत्रूचे मात्र अधिकाधिक नुकसान होईल अशा मोक्याच्या जागी आपले मुख्य सैन्य ठेवले जाई. मग एका लहानशा तुकडीने चाल करून शत्रूसैन्यावर हल्ला चढवावयाचा आणि या चकमकीत आपला पराभव झाला असे भासवून आपले मुख्य सैन्य जेथे दबा धरून बसले आहे त्या दिशेने पळ

काढावयाचा. आपण जिंकलो अशा उन्मादाने पाठलाग करणारे शत्रूसैन्य अशा रीतीने नेमके आपल्या सैन्याच्या तावडीत सापडे. हळदीघाटाच्या लढाईत राणा प्रतापविरुद्ध मुघलांनी हीच युक्ती वापरली होती. पुढे मराठे आणि पेशवे यांनी या रणनीतीचा पुरेपूर उपयोग करून घेतला, आणि त्यामुळे मराठ्यांच्या रणनीतीलाच गनिमी कावा हे नाव प्राप्त झाले. गनिमी काव्याचा वापर करून पेशव्यांनी अनेक युद्धे जिंकली हे जरी खरे असले तरी पानिपतसारख्या रणमैदानावर, जेथे दोन सैन्ये समोरासमोर उभी ठाकतात, तेथे या गनिमी काव्याचा काहीच उपयोग होत नाही. वरील विषयावर विचार करताना एक गोष्ट अशी जाणवली की जी व्यूहरचना आणि गोळ्या झाडण्याची पद्धती ठासणीच्या बंदुकीला योग्य ठरली, ती धनुष्यबाणांच्या लढाईतही वापरणे शक्य होते. ठासणीच्या बंदुकीप्रमाणेच क्रॉसबोचीसुद्धा जर कवायत विकसित झाली असती तर इतिहासाला आणखी वेगळेच वळण मिळाले असते. आपल्या पौराणिक ग्रंथांमध्ये युद्धातल्या विविध व्यूहांचे उल्लेख आहेत पण वर दिल्याप्रमाणे सांघिकरीत्या धनुष्याचा वापर केल्याचा उल्लेख कोठेही नाही. उत्कृष्ट नेमबाजी येवढीच त्या काळच्या धनुर्धारी योद्ध्यांकडून अपेक्षा असे.



(ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१६)

कथा मधुर साखरेची !

लेखक : डॉ. आनंद कर्वे

वनस्पतींच्या प्रकाशसंश्लेषणाद्वारे निर्माण होणारे अगदी प्राथमिक स्वरूपाचे अन्न म्हणजे ग्लुकोज ही साखर. ही पाण्यात सहज विरघळत असल्याने ती द्रावणाच्या स्वरूपात एका पेशिकेकडून दुसरीला किंवा एका अवयवाकडून इतर अवयवांकडे नेणे सोपे असते, परंतु साखर पाण्यात विरघळत असल्यामुळेच अन्नसंचय करण्यासाठी वनस्पती तिचा वापर करित नाहीत कारण जर एखाद्या पेशिकेतील किंवा ऊतीमधील साखरेचे प्रमाण वाढले तर त्या पेशिकेचे किंवा ऊतीचे रसाकर्षणही (osmotic pressure) वाढते. यासाठी अन्नाचा साठा म्हणून जर साखरेचा वापर करावयाचा असेल तर तिचे स्टार्च या बहुवारिकात (Polymer) रूपांतर केले जाते. स्टार्चचा साठा सर्वसाधारणतः मुळे, कंद किंवा बियांमध्ये केला जातो. पाण्यात अविद्राव्य असल्याने ते कितीही प्रमाणात साठविले तरी त्यामुळे संचयकृत्या अवयवांमधील पाण्याचे रसाकर्षण वाढत नाही. या संचित स्टार्चचा

वनस्पतींना पुन्हा उपयोग करावयाचा असेल तर काही वितंचकांच्या (enzymes) मदतीने त्याचे पुन्हा साखरेत रूपांतर केले जाते. पानांमध्ये तयार झालेले अन्न अन्य इंद्रियांकडे नेण्यासाठी वनस्पती फ्लोएम या नलिकारूपी ऊतींचा वापर करतात.

साखर केवळ मधमाशांनाच आवडते असे नसून ती सर्वच प्राण्यांना आणि पक्ष्यांनासुद्धा आवडते. वनस्पतिजन्य आहारात साखरेची तीन मुख्य रूपे आढळतात. आपण रोजच्या आहारात वापरतो ती साखर स्फटिकांच्या स्वरूपात असल्याने तिला स्फटिकशर्करा असे म्हणतात. ग्लुकोज आणि फ्रुक्टोज या साखरेच्या प्रत्येकी एकेका रेणूचा संयोग होऊन स्फटिकशर्करा बनते. ग्लुकोज ही शर्करा निसर्गात सर्वत्र आढळते पण फ्रुक्टोज मात्र प्रामुख्याने फळांमध्ये आढळते. फळांमध्ये फ्रुक्टोज असण्याला एक महत्त्वाचे कारण आहे, आणि ते म्हणजे फ्रुक्टोजची माधुरी. आपण आपल्या रोजच्या आहारात

अनेक प्रकारचे कीटक आपली सोंड थेट वनस्पतीच्या फ्लोएम या ऊतीत खुपसून तिच्यातून अन्नरस शोषून घेऊन त्यावर आपली उपजीविका करतात. यांपैकी मावा हा कीटक जवळजवळ सर्व वनस्पतींवर, अगदी सूचिपर्णी वृक्षांवरही, आढळतो. या कीटकाची फक्त मादीच वनस्पतींवर आढळते आणि ती सतत नव्या मादीपिळांना जन्म देत असते. कीटकांच्या माद्यांना प्रजननासाठी मोठ्या प्रमाणात प्रथिने लागतात (याच कारणाने डासांच्या माद्याही प्राण्यांचे रक्त शोषतात).



त्यामुळे फ्लोएममधून शोषून घेतलेल्या अन्नातली प्रथिने या कीटकांच्या शरीरात शोषली जातात आणि नको असलेली साखर द्रावणाच्या रूपाने माव्याच्या शरीरातून बाहेर टाकली जाते. या द्रावणात साखरेचे प्रमाण इतके असते की तिच्यामुळे या वनस्पतीची केवळ पानेच नव्हे तर पर्णसंभाराखालची जमीनसुद्धा चिकट होते. शेतकरी या घटनेला चिकटा असे म्हणतात.

या साखरेचा अन्न म्हणून उपयोग करून जमिनीतले सूक्ष्मजंतू आपली संख्या वाढवतात. वनस्पतींना जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूमुळेच जमिनीतले खनिज घटक मिळत असल्याने जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूंची संख्या जेवढी अधिक, तेवढी त्या जमिनीची सुपीकताही अधिक असते. करडई या खाद्यतेल देणाऱ्या वनस्पतीवर नेहमीच मावा आढळतो. प्रस्तुत लेखकाने जगातील विविध देशांमधून गोळा करून आणलेल्या करडईच्या सुमारे १५०० वाणांचा आणि करडईच्या रानटी जातींचाही अभ्यास करून असा निष्कर्ष काढला होता की करडईचे एकही वाण माव्याला प्रतिरोध करू शकत नाही, येवढेच नाही तर करडईच्या रानटी जातींवरही मावा दिसतो. या निरीक्षणावरून आणि शेतीतल्या अनुभवावरून असे दिसते की मावा या किडीमुळे जमिनीवर जी साखर पडते तिच्यामुळे जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूंना कार्बनचा एक स्रोत मिळतो. साखरेद्वारे मिळणारा कार्बन आणि मातीतून मिळणारे खनिज घटक यांचा उपयोग करून जमिनीतले सूक्ष्मजंतू आपली संख्या वाढवितात. वनस्पतींना जमिनीतली खनिजे जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूमुळेच मिळत असल्याने मातीतल्या सूक्ष्मजंतूंची संख्या वाढविण्याच्या दृष्टीने मावा या कीटकापासून वनस्पतींचा फायदाच होतो. ज्वारीच्या पानांमधून रात्री जमिनीवर पाणी पडते त्या पाण्यातही साखर विरघळलेली असते.

स्फटिकशर्करा वापरत असल्याने तिची गोडी किती याचा वाचकांना चांगला अदाज असणार. स्फटिकशर्करेच्या तुलनेने ग्लुकोजची गोडी निम्मीच असते. म्हणजे आपण चहाच्या एका कपात जर पाच ग्रॅम स्फटिकशर्करा घालीत असलो तर आपल्याला तेवढीच गोडी मिळविण्यासाठी चहात दहा ग्रॅम ग्लुकोज घालावे लागेल. फ्रुक्टोज स्फटिकशर्करेच्या अडीचपट गोड असते, म्हणजे आपण चहात फ्रुक्टोज वापरल्यास आपल्याला चहात पाच ग्रॅम

स्फटिकशर्करेच्या ऐवजी केवळ दोन ग्रॅमच फ्रुक्टोज घालावे लागेल. वनस्पती फळांमध्ये गोडी आणण्यासाठी फ्रुक्टोजची योजना का करतात? या प्रश्नाचे उत्तर असे आहे की त्यांना कमीत कमी शर्करा वापरून आपली फळे अधिकाधिक गोड करावयाची असतात. या गोड चवीने आकृष्ट होऊन पक्षी आणि प्राणी ही फळे खातात आणि त्यांच्या विष्टेतून फळांमधील बीजे दूर दूर नेली जातात.

याच विषयातली आणखी रोचक माहिती मला जर्मनीतून मिळाली. नैऋत्य जर्मनीत ब्लॅक फॉरेस्ट या नावाचे निव्वळ सूचिपर्णी वृक्षांचे एक भले मोठे अरण्य आहे. या अरण्यात फुले देणारे द्विदल वृक्ष अजिबात नसूनही त्यात मधमाशा राहतात. या माशांनी गोळा केलेला मध डांबराप्रमाणे काळुकुट्ट असून त्यात काही खास औषधी

गुणधर्म असतात असा तिथल्या स्थानिक लोकांचा समज आहे. या अरण्यात फुले देणारे वृक्ष नसतानाही तिथल्या मधमाशा मध कोटून आणतात हा प्रश्न कोणालाही पडेल. या प्रश्नाचे उत्तर असे की ब्लॅक फॉरेस्टमधील मधमाशांनी आपल्या पोळ्यात साठविलेला मध हा फुलांमधला मकरंद नसून मावा या



ओकच्या पानावरील मध (चिकटा) खाणारी मधमाशी

कीटकांच्या माद्यांच्या शरीरातून स्रवणारा साखरेचा पाक असतो. आपल्याकडेही पाळीव मधमाशांना पावसाळ्यात पुरेसा मध मिळत नाही. म्हणून त्यांना या हंगामात साखरेचे पाणी दिले जाते. रसवंतीगृहाच्या बाहेर टाकलेल्या उसाच्या चोयट्यांवरही नेहमी मधमाशा दिसतात.

उसाला पर्याय आहे का?

भारतात साखर मुख्यतः उसापासून (Sacchaarum officinarum) बनवतात. पूर्वी स्फटिकशर्करा उसापासूनच बनविली जाई आणि हा शोध भारतातच लागला होता. याचा पुरावा म्हणजे जगात सर्वत्र साखरेसाठी वापरले जाणारे जे शब्द आहेत ते शर्करा या संस्कृत शब्दाशी साम्य दाखवणारेच आहेत. ऊस हे दीर्घ मुदतीचे पीक असल्याने, आणि भारतातल्या हवामानात पावसाळ्याचे काही आठवडे सोडल्यास अन्य ऋतूत त्याला सिंचनाची गरज पडते. महाराष्ट्रातील उसाखालील क्षेत्र आपल्या एकूण कृषिक्षेत्राच्या केवळ ४ ते ५ टक्के आहे, पण हे एकच पीक आपल्या राज्यातील एकूण पाणीसाठ्यापैकी सुमारे ७० टक्के पाणी वापरते. त्यामुळे उसाखालील क्षेत्र कमी केल्यास आपण कितीतरी जास्त क्षेत्र सिंचनाखाली आणू शकू, या विचाराने कमी मुदतीच्या पिकांपासून आपल्याला साखर मिळविता येऊ शकेल का यावर गेली ५० वर्षे संशोधन चालू आहे. प्रस्तुत लेखकानेही १९७०च्या दशकात याच दृष्टिकोनातून शर्कराकंद (शुगरबीट - Beta vulgaris) आणि गोड ज्वारी (Sorghum bicolor) या दोन पिकांचा अभ्यास केला होता.

यांपैकी शर्कराकंद हे पीक मुख्यतः युरोप, उत्तर अमेरिका व थंड हवामान

असलेल्या अन्य काही देशांमध्ये साखर तयार करण्यासाठी वापरले जाते. जगात वापरल्या जाणाऱ्या एकूण स्फटिकशर्करेपैकी साधारणतः निम्मी साखर शर्कराकंदापासून निर्माण केली जाते. फ्रान्समध्ये नेपोलियन राजा राज्य करीत असताना ब्रिटिश आरमाराने फ्रान्सच्या सर्व बंदरांची नाकेबंदी केली होती. त्यामुळे फ्रेंचांना आपल्या उष्ण कटिबंधातील वसाहतींमधून साखर आयात करणे अशक्य झाले होते. या समस्येवर तोडगा काढण्यासाठी फ्रेंच तंत्रज्ञांनी शर्कराकंदापासून स्फटिकशर्करा निर्माण करण्याचे तंत्र शोधून काढले. उत्तर गोलार्धात ह्या पिकाची मे महिन्यात पेरणी आणि ऑक्टोबर-नोव्हेंबरात काढणी केली जाते. पूर्ण परिपक्व झालेल्या शर्कराकंदात कंदाच्या वजनाच्या सुमारे १५% साखर असते, आणि ही संपूर्णतया स्फटिकशर्कराच असते. उसाच्या खोडातही एकूण साखरेचे प्रमाण १५%च असते पण



त्यातील स्फटिकशर्करेचे प्रमाण जास्तीत जास्त १२ ते १३% एवढेच भरते. वनस्पतिशास्त्रदृष्ट्या शर्कराकंद हा त्या वनस्पतीचे सोटमूळ (Radicle किंवा primary root) असते पण साखरेचा संचय करण्यासाठी ते फुगून त्याला कंदाचे रूप येते. उसाप्रमाणे चरकात पिळून या कंदाचा रस काढता येत नाही, तर त्याचा कीस उकळत्या पाण्यात घालून किसातील साखर पाण्यात विरघळवून काढली जाते. पाण्यातून जो साखरविरहित कीस बाहेर पडतो, तो पशुखाद्य म्हणून वापरला जातो. म्हणून शर्कराकंदावर आधारित साखर कारखान्यात



कारखाना चालविण्यासाठी लागणारी ऊर्जा बाहेरून आणावी लागते तर उसावर आधारित साखर कारखान्यात उसाचे चिपाड जाळून निर्माण केलेल्या वाफेवर जनित्र चालवून कारखान्याला लागणारी सर्व वीज कारखान्यातच निर्माण केली जाते, आणि

शिवाय उसावर आधारित साखरकारखाने अतिरिक्त वीज विकूही शकतात.

प्रस्तुत लेखकाने शर्कराकंदावर जे प्रयोग केले त्यातून असे दिसले की ज्याप्रमाणे युरोपियन भाज्यांचे पीक आपण आपल्याकडील हिवाळ्यात घेतो, त्याचप्रमाणे शर्कराकंदाचे पीकही आपल्याला हिवाळ्यातच घ्यावे लागते आणि तसे केल्यास त्यापासून १५% शर्करा असलेले सुमारे ४० टन कंद प्रति हेक्टर मिळतात. हे आकडे युरोपसारखेच आहेत. परंतु आपल्याकडील ऊस जसा कारखान्यांना नोव्हेंबरपासून एप्रिलपर्यंत सतत उपलब्ध होतो तसे शर्कराकंदाचे होत नाही. कारण आपल्या हवामानानुसार सर्वच शेतकऱ्यांना शर्कराकंदाची पेरणी ऑक्टोबरात आणि काढणी फेब्रुवारी-मार्चमध्ये करावी लागेल, आणि त्यामुळे शर्कराकंदावर आधारित कारखाना भारतात केवळ दोन महिनेच चालविता येईल. यावर तोडगा म्हणून साखर कारखाना जानेवारीअखेरपर्यंत उसावर आणि पुढे शर्कराकंदावर चालवावा असा एक विचार पुढे आला होता. राजस्थानातील श्रीगंगानगर येथे या धर्तीवर एक कारखाना चालविण्यातही आला होता पण ते अव्यावहारिक ठरल्याने हा उपक्रम पुढे बंद करण्यात आला. याचे कारण असे होते की या दोन पिकांना लागणारी प्रक्रियापद्धती आणि त्यांसाठी लागणारी यंत्रसामुग्रीही भिन्न

असल्याने एकाच कारखान्यात या दोन पिकांपासून साखर काढणे आर्थिक आणि व्यावहारिकदृष्ट्या शक्य होत नाही.

युरोपात शर्कराकंदाचे पीक उन्हाळ्यात घेतले जात असल्याने तेथेही सर्व शेतकऱ्यांचा शर्कराकंद ऑक्टोबर महिन्यातच काढणीला येतो, पण तेथून पुढे कडक हिवाळा सुरू होत असल्याने तो न काढता शेतात तसाच ठेवला किंवा काढून कारखान्याबाहेर कंदांचा ढीग लावून ठेवला तरी ते कंद हिवाळ्यातल्या थंडीमुळे खराब न होता कित्येक महिने टिकून राहतात. त्यामुळे सर्व शेतकऱ्यांनी आपापले शर्कराकंद जरी एकाच वेळी काढले तरी युरोपातील हवामानामुळे तो माल कारखान्याला दीर्घ काळ उपलब्ध होऊ शकतो.

कमी मुदतीत तयार होणारे आणि साखर देऊ शकेल असे दुसरे एक पीक आहे गोड ज्वारीचे. ज्याप्रमाणे ऊस आपल्या खोडात साखर साठवून ठेवतो त्याचप्रमाणे ज्वारीचीही काही वाणे आपल्या खोडात साखर साठवून ठेवतात. प्रस्तुत लेखकाने याही पिकावर संशोधन केले होते. ज्वारीच्या रसात उसाच्या मानाने एकूण स्फटिकशर्करेचे प्रमाण कमीच असते. अगदी चांगल्या प्रतीच्या वाणांमध्येसुद्धा एकूण शर्करेच्या ८०% स्फटिकशर्करा आणि २०% ग्लुकोज आणि फ्रुक्टोजचे प्रमाण असल्याने या रसापासून स्फटिकशर्करा निर्माण करण्याचा

खर्च उसाच्या मानाने फारच अधिक येईल, पण आपल्याकडे कुटिरोद्योगाच्या पातळीवर गूळ तयार करण्यासाठी जी साधनसामुग्री वापरली जाते तीच वापरून गोड ज्वारीच्या रसापासून एक गोड चवीचा पाक तयार करता येतो. आफ्रिकेतील साहेल विभागासाठी गोड ज्वारीचा पर्याय चांगला राहिल, कारण सहारा वाळवंटाच्या दक्षिणेस असलेल्या या भूभागात जेमतेम ५०० मि.मी. पाऊस पडतो. या पट्ट्यातील सर्व देश अत्यंत गरीब आणि अविकसित आहेत आणि त्यांच्या या विशिष्ट हवामानामुळे त्यांना ऊस लावणे शक्य होत नाही. ज्वारी हे पीक काही या देशांना नवीन नाही कारण पाऊसमान कमी असल्याने या प्रदेशात धान्यासाठी ज्वारीचे पीक घेतले जाते. त्यामुळे तेथे गोड ज्वारीचे पीक घेतले



आणि तेथील लोकांना त्यापासून पाक तयार करण्याचे तंत्र शिकवले, तर त्यांना स्फटिकशर्करा आयात करण्याची गरज पडणार नाही. प्रस्तुत लेखकाने याबाबत एक संशोधनप्रकल्प तयार करून त्यासंबंधी युनायटेड नेशन्सच्या फुड अँड अॅग्रिकल्चर ऑर्गनायझेशनशी (एफ.ए.ओ.) प्राथमिक वाटाघाटीही केल्या होत्या पण एफ.ए.ओ. ने तो प्रकल्प काही मान्य केला नाही.

साखरनिर्मितीचा आणखी एक पर्याय आहे स्टार्च पासून साखर निर्मितीचा. वनस्पती ज्याप्रमाणे आपल्या कंदामध्ये किंवा बियांमध्ये साठविलेल्या स्टार्चपासून विशिष्ट विकरांच्या साहाय्याने ग्लुकोज निर्माण करू शकतात, त्याचप्रमाणे आपणही धान्य किंवा कंद यांच्या स्टार्चपासून ग्लुकोज निर्माण करू शकतो. स्टार्चवर अमायलेज या विकराची प्रक्रिया घडवून त्यापासून ग्लुकोज ही शर्करा निर्माण करण्याचे तंत्र सुमारे १०० वर्षांपूर्वीच विकसित करण्यात आले होते, पण ग्लुकोजची गोडी स्फटिकशर्करेच्या मानाने निम्मीच असल्याने ते स्फटिकशर्करेची जागा घेऊ शकले नाही. सुमारे ४० वर्षांपूर्वी या समस्येवर एक तोडगा निघला. तो होता ग्लुकोज एसोमेरेज या वितंचकाचा वापर करून ग्लुकोजच्या काही भागाचे फ्रुक्टोजमध्ये रूपांतर करण्याचा. फ्रुक्टोज हे स्फटिकशर्करेच्या अडीचपट गोड असल्याने ग्लुकोजचे जर काही अंशी फ्रुक्टोजमध्ये रूपांतर झाले तर या दोन

शर्करांच्या मिश्रणाने स्फटिकशर्करेइतकाच गोड पदार्थ निर्माण करता येतो. पण त्याचे साखरेप्रमाणे स्फटिक बनत नसल्याने हे मिश्रण पाकाच्या स्वरूपातच वापरावे लागते. मानवी अन्नत आपण जे जे गोड पदार्थ खातो किंवा पितो, त्यांमध्ये वापरली जाणारी साखर ही त्या पदार्थात विरघळलेल्या स्वरूपातच असते. त्यामुळे ती मुळात स्फटिकरूपात असली काय किंवा पाकाच्या रूपात असली काय, खाणाऱ्याला त्यामुळे काहीच फरक पडत नाही. फरक पडतो तो वाहतूक आणि साठवणीच्या पद्धतीत. स्फटिकशर्करेची वाहतूक आणि साठवण करण्यासाठी पोती वापरली जातात, पण जर आपण साखरेचा पाक वापरावयाचे ठरविले, तर त्यासाठी मात्र आपल्याला टाक्या, पिंपे किंवा बाटल्या वापराव्या लागतील. साखरेचा मोठ्या प्रमाणात वापर करणारे मिठाईवाले, बेकरीवाले, आइसक्रीम आणि शीतपेये बनविणारे व्यावसायिक, यांना हा साखरेचा पाक टँकरमधून पुरविता येईल आणि हे व्यावसायिक आपापल्या कारखान्यांमधील टाक्यांमध्ये हा टँकर खाली करून घेतील. किरकोळ ग्राहकांना हा पाक प्लॅस्टिकच्या बुधल्यांमधून देता येईल. साखर वापरण्याची ही रीत जर समाजाने मान्य केली तर आपल्याला उसाची गरजच पडणार नाही.

धान्यापासून साखरनिर्मितीचे अनेक फायदे आहेत. ही पिके कमी मुदतीत तयार

होतात, आणि त्यांपैकी ज्वारी आणि बाजरी ही पिके तर निव्वळ ५०० ते ७०० मि.मी. पावसाच्या पाण्यावर घेता येतात. ऊस दीर्घकाळ साठवता येत नाही, म्हणून कारखान्यांना रोज ताजा ऊस लागतो. त्यामुळे ऊस उत्पादक, तोडणीकामगार, वाहतूक कंत्राटदार, किंवा राजकीय चळवळे यांपैकी कोणीही उसाचा पुरवठा खंडित करून साखरकारखाने बंद पाडू शकतो. उसाच्या मानाने धान्य अधिक टिकाऊ असल्याने कारखान्यांना त्याची साठवण करता येईल किंवा टंचाईच्या काळात ते कोठूनही, अगदी परदेशातूनसुद्धा, आणता येईल. धान्य हा मानवी अन्नाचा घटक असल्याने त्यापासून मोटारीत जाळण्यासाठी मद्यार्क करण्याऐवजी साखर निर्माण करण्यास लोकांचा विरोध असणार नाही, कारण साखर हाही मानवी अन्नाचाच एक घटक आहे.

कोकणात भरपूर पाऊस तर पडतोच पण कोरड्या ऋतूतही हवामान दमटच असते. उसासारखे दीर्घ मुदतीचे पीक घाटावरील पर्जन्यछायेच्या प्रदेशात घेण्याऐवजी कोकणात घेतले तर घाटावरील जमीन तेवढ्या प्रमाणात इतर पिके लावण्यासाठी उपलब्ध होईल या विचाराने कोकणातील हवामानाचा आणि उसाच्या काही गुणधर्मांचा मेळ घालून प्रस्तुत लेखकाने कोकणात निव्वळ पावसावर ऊसशेती करण्याची एक पद्धती शोधून काढली होती. या पद्धतीत

मार्च-एप्रिल महिन्यात गादीवाफ्यावर उसाचे एक डोळ्याचे पेर लावून त्यांपासून रोपे वाढवून घ्यावयाची आणि जून महिन्यात पाऊस सुरू झाला की ही रोपे गादीवाफ्यातून उपटून शेतात लावावयाची. दोन ओळींमधले अंतर १ मीटर आणि एका ओळीतल्या दोन रोपांमध्ये ५० सें.मी. एवढे अंतर सोडल्यास प्रति हेक्टर २०,००० रोपे लागतात. तांत्रिकदृष्ट्या हा ऊस सुरू ऊसच असल्याने तो नोव्हेंबर-डिसेंबरात तोडता येतो. वाढीला कमी दिवस मिळाल्याने या उसाचे उत्पन्न थोडे कमी येते, पण घाटावरील उसाच्या मानाने त्याचा खर्चही कमी असल्याने शेतकऱ्यांच्या दृष्टीने तो किफायतशीर पडतो. ऊस घाटावरील असो किंवा कोकणातला, त्यातल्या एकूण साखरेचे प्रमाण समानच, म्हणजे सुमारे १५%च असते. परंतु शर्कराउद्योगाला कोकणातला ऊस चालत नाही, कारण घाटावरील पक्क उसात खोडाच्या एकूण वजनाच्या सुमारे १२% स्फटिकशर्करा असते, तर कोकणात वाढलेल्या उसात स्फटिकशर्करेचे प्रमाण फारच कमी, म्हणजे उसाच्या खोडाच्या केवळ ९% इतकेच असते. त्यामुळे साखरनिर्मितीसाठी कोकणातला ऊस निरुपयोगी ठरला. सध्याच्या परिस्थितीत जर कोणी कोकणात असा ऊस वाढवला, तर त्याचा उपयोग फक्त पिण्यासाठी ताजा रस मिळविण्यासाठीच केला जाईल. या उसापासून स्थानिक

पातळीवर गूळ निर्माण करता येईल का याबाबत कोकणातल्या लोकांकडे चौकशी केली असता असे समजले की पूर्वीच्या काळी कोकणात ऊस लावला जात असे, पण त्यात स्फटिकशर्करेचे प्रमाण कमी असल्याने त्याची घाटावरील गुळासारखी ठेप होत नाही, तर त्याचा रस आटवून तो गुळवणीच्या (काकवीच्या) रूपाने डब्यांमध्ये भरून ठेवला जाई. गुळवणीतील एकूण शर्करेपैकी फ्रुक्टोजची टक्केवारी सुमारे १० ते २०% असल्याने गुळवणी साखरेपेक्षाही गोड लागते. त्यामुळे वर उल्लेखल्याप्रमाणे आपण जर स्फटिकशर्करेऐवजी साखरेचा पाक वापरण्यास सुरुवात केली तर मात्र आपल्याला कोकणात मोठ्या प्रमाणात ऊस लागवड करता येईल.

तालवृक्षाच्या नीरेपासून गूळ बनविण्याचा कुटिरोद्योग कोकणात आणि पूर्व भारताच्या किनारपट्टीवरही चालतो. या नीरेत साखरेचे प्रमाण अधिक असल्याने त्याचा चांगला घनस्वरूपी गूळ बनतो.

साखर खाण्याला पर्याय

अलिकडच्या काळात मानवी अन्नात साखरेचा समावेश केला जाऊ नये असेही एक मत मांडले जात आहे. साखरेतून आपल्या शरीराला ऊर्जा मिळते यात शंकाच नाही पण शरीराला आवश्यक असणारी अमिनो आम्ले, मेदाम्ले, तंतू, जीवनसत्वे,

किंवा खनिजे यांपैकी कोणताच अन्य घटक साखरेतून मिळत नाही. त्यामुळे आहारशास्त्रात साखरेला रिकाम्या उष्मांकांचे अन्न असे म्हणतात. आपल्या आधुनिक बैठ्या जीवनशैलीत तर साखर ही आरोग्यविघातकच ठरते, कारण साखरेने शरीरात मेदवृद्धी होते. याचे कारण असे की स्फटिकशर्करेच्या प्रत्येक रेणूत ग्लुकोज आणि फ्रुक्टोज यांचा प्रत्येकी एकेक रेणू सामावलेला असतो. आपण साखर खाव्ही की आपल्या पोटात तिचे विघटन होऊन तिच्यातले ग्लुकोज आणि फ्रुक्टोज वेगवेगळे होतात. मानवी शरीरातील पेशिका ग्लुकोजचे विघटन करून त्यापासून ऊर्जा मिळवू शकतात, पण त्या फ्रुक्टोजचे विघटन करू शकत नाहीत. त्यामुळे हे फ्रुक्टोज रक्ताभिसरणाद्वारे आपल्या यकृतात येते. यकृतात त्याचे चरबीत रूपांतर होऊन ती चरबी शरीरात साठवून ठेवली जाते. आपल्या शरीरात साठविलेली चरबी दैनंदिन ऊर्जेचा स्रोत म्हणून वापरली जात नाही, तर ती अन्नटंचाईच्या काळात उपासमार होऊ लागली की मगच वापरली जाते. त्यामुळे शरीरातली चरबी कमी करावयाची असेल तर ती स्वतःची उपासमार करूनच. हे फार जिकिरीचे काम असल्याने मुळात मेदवृद्धी होऊच नये यासाठी आपल्या आहारातील स्फटिकशर्करेचे प्रमाण कमी करणे आवश्यक ठरते. याबाबत एक गोष्ट लक्षात घ्यावी की आपल्या आहारातून साखर जरी पूर्णपणे

वगळली तरी आपले काहीही बिघडणार नाही. कारण आपण साखर खातो ती आपल्या शरिराच्या पोषणासाठी किंवा तंदुरुस्तीसाठी नसून केवळ ती चवीला गोड लागते म्हणूनच खातो. थोडक्यात म्हणजे आपण आपल्या अन्नात जसे खारट चवीसाठी मीठ, तिखटपणासाठी मिरची किंवा आंबटपणासाठी चिंच वापरतो, त्याचप्रमाणे गोडीसाठी साखर वापरतो. तिच्याऐवजी

स्टेव्हिसाइड अगर ग्लायसिन्हायझीन यांसारखे साखरेच्या २५० पट गोड असणारे वनस्पतिजन्य पदार्थ किंवा बाजारात उपलब्ध असणारे सायक्लॅमेट अथवा अस्पार्टेमसारखे कृत्रिम गोड पदार्थही आपण वापरू शकू.



(एप्रिल-मे २०१७)

मराठी शैक्षणिक संदर्भ हा 'एकलव्य', भोपाळ यांच्या हिंदी 'शैक्षणिक संदर्भ'च्या सहयोगाने प्रकाशित होतो.

'एकलव्य'ची अनेक दर्जेदार प्रकाशने

आपल्याला www.eklavya.in वर पाहायला मिळतील.

उदा. स्रोत - विज्ञानपत्रिका, चकमक - बालकांसाठी मासिक,
शैक्षणिक संदर्भ - शिक्षण व विज्ञान द्वैमासिक, शिवाय आधीच्या अंकांचे
संकलन आणि अनेक पुस्तकांचे हिंदी अनुवाद.

ही सर्व प्रकाशने www.pitarakart.in यावर उपलब्ध आहेत.

हिंदी संदर्भचे अंक www.sandarbh.eklavya.in वर वाचता येतील.

रबराचा उपयोग काय?

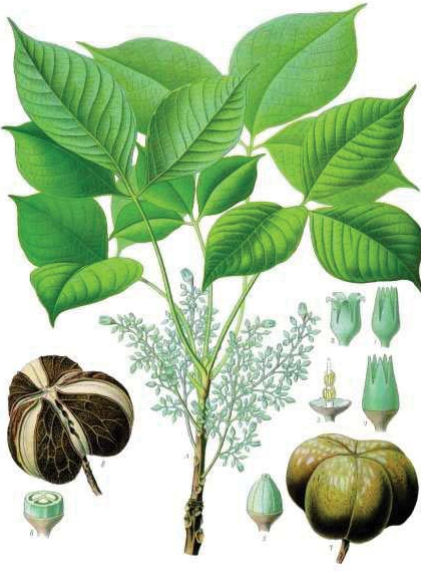
लेखक : डॉ. आनंद कर्वे

रुई, करवंद, फणस, चिकू, पोपई, अफू, वड, पांढरा चाफा, आणि इतरही अनेक कुळांमधील वनस्पतींना जखम झाल्यास तिच्यातून पांढऱ्या किंवा पिवळ्या रंगाचा चीक स्रवतो. वनस्पतींच्या चिकांमधली अन्य घटकद्रव्ये त्या वनस्पतींच्या जातीनुसार भिन्न असतात, पण त्या सर्वांमधला एक समान घटक असतो तो म्हणजे रबर.

रासायनिकदृष्ट्या वनस्पतींमधील रबर हे आयसोप्रीन नामक एका सेंद्रिय रेणूचे बहुवारिक असते. त्यात स्थितिस्थापकत्वाचा गुणधर्म तर असतोच पण शिवाय त्यातून हवा किंवा पाणी आरपार जाऊ शकत नसल्याने औद्यागिक कच्चांमाल म्हणून रबराला एक महत्त्वाचे स्थान प्राप्त झाले



आहे. हवेने भरलेल्या, टायर या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या, वाहनांच्या धावा बनविण्यासाठी नैसर्गिक रबराचा सर्वाधिक उपयोग होतो. पेट्रोलियमपासून निओप्रीन नामक कृत्रिम रबरही हल्ली निर्माण केले जाते, पण त्यात नैसर्गिक रबराचा टिकाऊपणा नसल्याने टायरसाठी आणि विशेषतः रेडियल टायरसाठी तर नैसर्गिक रबरच बापरले जाते. त्यामुळे जगात निर्माण होणाऱ्या नैसर्गिक रबरापैकी ७०% रबर हे वाहनांच्या टायरसाठीच वापरले जाते. आज जगात निर्माण होणारे जवळजवळ सर्व नैसर्गिक रबर हे हेविया ब्राझिलिएन्सिस (Hevea brasiliensis) नामक एरंडकुलातील वृक्षापासून काढले जाते. या वृक्षाचे मूलस्थान द. अमेरिका खंडातील ब्राझिल हा देश आहे, परंतु सन १८७६ मध्ये हेन्री विक्हॅम नामक इंग्रजाने या वृक्षाच्या काही बिया इंग्लंडमध्ये आणल्या. तेथील प्रसिद्ध क्यू गार्डनमध्ये त्या रुजवून त्यांची रोपे तयार केली गेली आणि त्या रोपांपासून इंग्रजांनी पुढे या वृक्षांची श्रीलंका आणि मलेशिया या देशांमध्ये



हेविया ब्राझिलिएन्सिस (*Hevea brasiliensis*) : रबर गोळा करताना



टाराक्सकुम् कोक्-सागिझ (*Taraxacum kok-sagyz*) : झाडांच्या मुळांतले रबर

लागवड केली. पुढे इंडोनेशिया या देशातही तेथील डच राज्यकर्त्यांनी रबरवृक्षाच्या लागवडी केल्या. आग्नेय आशियातील हवामान या वनस्पतीसाठी अत्यंत योग्य ठरल्याने पुढे व्हिएतनाम, फिलिपाइन्स, थायलंड आणि थोड्या प्रमाणात भारतातही या वृक्षाच्या लागवडी करण्यात आल्या. सध्या जगात उत्पन्न होणाऱ्या नैसर्गिक रबरापैकी ९२% रबर हे आशिया खंडात निर्माण केले जाते.

परंतु दुसऱ्या महायुद्धात जपानने मलेशिया आणि इंडोनेशिया काबीज केल्याने रबरासाठी युरोप आणि उत्तर अमेरिकेतील हवामानात वाढविता येतील अशा अन्य वनस्पतींचा शोध सुरू झाला आणि त्यातून कझाकस्तानातील टाराक्सकुम् कोक्-सागिझ (Taraxacum kok-sagyz) आणि

अमेरिकेतील टेक्सास, अॅरिझोना व कॅलिफोर्निया येथील वाळवंटात वाढणारी पार्थेनिउम आर्गेटाटुम (Parthenium argentatum) या दोन वनस्पतींचा शोध लागला. यांपैकी टाराक्सकुम् या वनस्पतीच्या मुळ्यांमध्ये रबर असते तर पार्थेनिउम् या संपूर्ण वनस्पतीतच रबरयुक्त चीक असतो. पार्थेनिउम आर्गेटाटुम या वनस्पतीला अमेरिकेतील स्थानिक लोक ग्वायूले किंवा वायूले असे म्हणत असल्याने त्यापासून काढलेल्या रबराला ग्वायूले रबर असे म्हणतात, तर हेवियापासून काढलेल्या रबराला इंडिया रबर असे म्हटले जाते.

टाराक्सकुम आणि ग्वायूले या दोन्ही वनस्पती वृक्ष नसून लहान आकाराची झुडूपेच असतात. हेवियाच्या वृक्षातून रबरयुक्त चीक काढण्यासाठी त्या वृक्षाच्या सालीला चिरा



पार्थेनिउम आर्गेटाटुम (Parthenium argentatum-USDA): ग्वायूले रबर

रबराचा वनस्पतींना उपयोग

मानवाच्या दृष्टीने रबर हा एक अत्यंत उपयुक्त पदार्थ तर आहेच पण वनस्पतींसाठीही हा पदार्थ उपयोगी आहे. पाठ्यपुस्तकांमध्ये या संबंधी दिलेली माहिती अशी, की वनस्पतीला जर जखम झाली, तर त्या जखमेतून स्रवणाऱ्या चिकातील रबर बाहेरची हवा लागली की साकळते, आणि वनस्पतीच्या जखमेवर एक जलाभेद्य खपली निर्माण करते. या खपलीमुळे जखमेतून रोगकारक बुरश्या किंवा अन्य सूक्ष्मजंतूंना वनस्पतीच्या अंतरंगात प्रवेश करण्यापासून रोखले जाते. परंतु पाठ्यपुस्तकांमध्ये उल्लेख नसलेले आणखीही एक कार्य वनस्पतींच्या चिकाद्वारे केले जाते. ते म्हणजे वनस्पतिभक्षक कीटकांपासून वनस्पतींचे रक्षण करणे. वनस्पतिभक्षक कीटकांपैकी सर्वाधिक कीटक हे वनस्पतींची पानेच खातात. पानांमध्ये त्यांच्या शुष्कभाराच्या सुमारे ४० टक्के प्रथिने असतात आणि त्यामुळे पाने हा वनस्पतींमधला सर्वात अधिक प्रथिने असणारा अवयव ठरतो. प्रथिने सर्वच जीवमात्रांना आवश्यक असतात, पण रेशीम व तत्सम प्रथिनांपासून आपले कोष बनविणारे किडे, म्हणजे पतंग आणि फुलपाखरांच्या अळ्या, यांना अन्य कीटकांच्या मानाने अधिक प्रथिनांची गरज असते. त्यामुळे हे कीटक तर पाने खाऊनच जगतात, पण याशिवाय टोळ आणि अनेक जातीचे भुंगे, हेही पाने कुरतडतात. कुरतडणाऱ्या कोणत्याही किड्याने वनस्पतीच्या कोणत्याही अवयवाचा चावा घेतला, की त्या अवयवातून लगेच चीक बाहेर पडतो आणि तो चावणाऱ्या कीटकाच्या तोंडाला लागतो. या चिकातील द्रवरूप रबर थोड्याच वेळात साकळते आणि त्यामुळे त्या कीटकाच्या तोंडाची हालचालच बंद पडते. तोंड बंद झाल्याने तो कीटक पुढे काहीच खाऊ शकत नाही आणि अशा तऱ्हेने चिकातील रबरामुळे वनस्पतींचे कीटकांपासून रक्षण होते.

वनस्पतींना कोणत्याही प्रकारे इजा झाली की त्या ठिकाणी एथिलीन हा वायुरूप संप्रेरक निर्माण होतो. या संप्रेरकामुळे चीक वाहण्याच्या क्रियेला चालना मिळते. या गुणधर्माचा उपयोग करून हेवियापासून रबर मिळविण्यासाठी जेव्हा त्या झाडाच्या खोडाला चिरा पाडल्या जातात तेव्हा त्या झाडावर एथिलीनची प्रक्रिया करून रबराचे उत्पन्न वाढविले जाते. एथिलीन हा वायू असल्याने त्याची वृक्षांवर प्रक्रिया करणे अवघड जाते. त्यामुळे आता ज्यातून एथिलीन बाहेर पडेल अशा द्रवरूप रासायनिक संयुगांच्या रूपात ह्या संप्रेरकाचा वापर केला जातो. कोणत्याही वनस्पतीवर त्याची फवारणी केली की त्यातून हळूहळू एथिलीन वायू बाहेर पडतो. आढीतले आंबे पिकविण्यासाठीसुद्धा हल्ली याच पदार्थाचा उपयोग केला जातो.

पाडून त्यातून स्रवणारा चीक गोळा केला जातो. या क्रियेत वृक्षाला थोडीशी इजा होते पण तो मरत नाही, आणि त्यामुळे हेविया वृक्षांची एकदा लागवड केली की पुढे अनेक वर्षे आपल्याला या लागवडीपासून रबर मिळविता येते, पण हेवियापासून रबर काढण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर मजूर लागतात आणि दिवसेंदिवस मानवी श्रमांची किंमत वाढत चालल्यामुळे नैसर्गिक रबराची किंमतही वाढत चालली आहे. याउलट टाराक्साकुम् आणि ग्वायूले या वनस्पतींपासून रबर मिळविण्यासाठी त्या संपूर्ण उपटून काढून त्यांच्यावर संपूर्णतया यंत्रांद्वारे पुढील प्रक्रिया केली जाते आणि त्यामुळे मानवी श्रमांचा प्रश्न उद्भवत नाही. मात्र प्रत्येक काढणीनंतर या वनस्पतींची पुन्हा नव्याने लागवड करावी लागते.

शल्यकर्माचे वेळी डॉक्टर हातात घालतात ते रबरी मोजे नैसर्गिक रबराचेच



असतात आणि आत्तापर्यंत हे मोजे हेविया वृक्षापासून काढलेल्या रबरापासूनच बनवले जात. परंतु या रबरात असणाऱ्या काही प्रथिनांची काही व्यक्तींना अॅलर्जी असते. ग्वायूलेपासून काढलेल्या रबरात ही प्रथिने नसल्याने त्यापासून बनविलेले हातमोजे वापरल्यास डॉक्टर लोकांना अॅलर्जीचे विकार होत नाहीत. या कारणाने हल्ली ग्वायूलेच्या रबराचे सर्जिकल हातमोजे बनविले जातात. आज जरी हा एक अत्यंत लहान प्रमाणावरील विशेष उद्योग म्हणून सुरू झालेला व्यवसाय असला तरी त्यामुळे उत्तर अमेरिकेत ग्वायूलेची लागवड आणि ग्वायूलेवर प्रक्रिया हे व्यवसाय सुरू झाले आहेत. या रबराच्या निर्मितीसाठी फारसे मानवी श्रम तर लागत नाहीतच पण त्यासाठी पाणीही अत्यंत कमी लागत असल्याने आजकालच्या आर्थिक आणि सामाजिक परिस्थितीत ग्वायूले रबराचा झपाट्याने प्रसार होण्याची शक्यता निर्माण झाली आहे.

ग्वायूले किंवा इतर वनस्पतींपासून स्वस्तात रबर उपलब्ध होऊ लागले, तर आशियाची नैसर्गिक रबरातील मक्तेदारी संपुष्टात येऊन येथील रबराची शेती धोक्यात येऊ शकते. या दृष्टीने भारतातील रबर शेतकऱ्यांनी वेळीच सावध व्हायला हवे.



(जून-जुलै २०१७)

हवेतील आर्द्रता

लेखक : डॉ. आनंद कर्वे

ओले कपडे नुसते दोरीवर वाळत घातले की ते वाळतात किंवा पावसाळ्यात साठलेली पाण्याची डबकी उघडीप पडली की वाळून जातात. या घटनांना कारणीभूत असते पाण्याच्या रेणूंचे विसरण (Diffusion). विसरणाच्या नियमानुसार ज्या ठिकाणी रेणूंची संख्या अधिक असते तेथून ते कमी रेणू असलेल्या ठिकाणी जातात. ओल्या कपड्यांच्या मानाने किंवा पावसात साठलेल्या पाण्याच्या मानाने हवेतील

पाण्याच्या रेणूंची संख्या कमी असते. त्यामुळे वाळत घातलेल्या ओल्या कपड्यांमधील किंवा डबक्यात साठलेल्या पाण्याचे रेणू विसरणाने हवेत उडून जातात आणि त्यामुळे कपडे वाळणे, किंवा साठलेल्या पाण्यातील पाणी कमी होणे, या क्रिया घडून येतात.

आर्द्रता आणि हवेचे तापमान

हवेत पाण्याचे बाष्प किती प्रमाणात सामावले जाऊ शकते हे हवेच्या तापमानावर अवलंबून



असते. जितकी हवा उष्ण, तितके तिच्यात अधिक बाष्प सामावले जाऊ शकते. उदा. ० अंश सेल्सिअसला १ किलोग्राम हवेत फक्त ३.८ ग्रॅम इतकेच बाष्प सामावले जाऊ शकते तर ४० अंश सेल्सिअसला तेवढीच हवा ४९.८ ग्रॅम बाष्प, म्हणजे जवळजवळ तेरापट बाष्प सामावून घेऊ शकते. याचाच अर्थ असा होतो की आपण जेव्हा कोणतीही वस्तू हवेत वाळवतो तेव्हा जर तिच्या सभोवतालची हवा गरम असेल तर त्या वस्तुत असणारे पाणी हवेत अधिक प्रमाणात शोषले जाऊन वाळण्याची क्रिया अधिक वेगाने होते. वाळवायचे पदार्थ कडक उन्हात वाळत घालावयाचे या आपल्या पारंपरिक पद्धतीमागचे कारणही हेच आहे.

आपल्याकडे पूर्वीच्या काळी संपूर्ण वर्षाचे धान्य घेऊन ठेवले जात असे. ते चांगले खडखडीत वाळवून ठेवले की ते चांगले टिकते हे सर्व गृहिणींना माहिती असे. त्यामागचे शास्त्रीय कारण असे आहे

की अशा शुष्क धान्यात जर एखादा किडा शिरला तर ते धान्यच त्या किड्याच्या शरिरातली आर्द्रता शोषून घेते आणि त्यामुळे तो किडा वाळून मरून जातो. धान्यातील किड्यांवर केलेल्या प्रयोगांमधून आता असे सिद्ध झाले आहे की धान्य खाणाऱ्या किड्यांपासून जर धान्याचे रक्षण करावयाचे असेल तर त्या धान्यातली आर्द्रता त्याच्या शुष्कभाराच्या ९%पेक्षा कमी असली पाहिजे.

पाण्याचे बाष्प सामावून घेण्याची हवेची क्षमता केवळ हवेच्या तापमानावर अवलंबून नसून हवेचा दाब किती यावरही ती ठरते. हवेचा दाब जितका कमी तितकी त्या हवेची बाष्प शोषून घेण्याची क्षमता वाढते. हवेच्या या गुणधर्माचा वापर शर्करा-उद्योगात केला जातो. उसाच्या रसातून स्फटिकरूपी घन साखर मिळविण्यासाठी उसाचा किंवा शर्कराकंदाचा रस आटवावा लागतो. शुद्ध पाण्याचा उत्कलनबिंदू १००



अंश सेल्सियस असतो पण रस जसजसा आटत जातो, तसतसे त्यातल्या विद्राव्य साखरेचे प्रमाण वाढत जाऊन त्या रसाचा उत्कलनबिंदूही वाढत जातो. रसाचे तापमान वाढून ते जर ११० अंश सेल्सियस झाले तर या तापमानात साखर वितळते येवढेच नाही तर तिचे विघटनही होते. यासाठी साखर कारखान्यांमध्ये रस आटविण्याची क्रिया ही कमी तापमानात केली जाते, पण कमी तापमानातही रस आटवला जावा यासाठी हवेचा दाब कमी केला जातो. अशा कमी दाबाखाली तापमान कमी ठेवले असतानाही रसातले पाणी भराभर आटते.

आणखीही काही प्रकारचे पदार्थ वाळविताना तापमान कमी ठेवणेच इष्ट असते. उदा. बियाणे वाळविताना जर त्याचे तापमान वाढले तर त्याची रुजवण क्षमता कमी होते. किंवा खाण्याच्या पदार्थांमध्ये चव आणि स्वाद निर्माण करणाऱ्या अनेक घटकांचे उच्च तापमानात बाष्पीभवन होऊन ते घटक

हवेत उडून जातात. याचे दैनंदिन व्यवहारातले उदाहरण फोडणीचे देता येईल. फोडणीसाठी तेल तापवून त्यात मसाले घातले जातात. उकळत्या तेलाचे तापमान सुमारे २५० अंश सेल्सियस असते. या तापमानात मसाल्यातल्या स्वाद देणाऱ्या पदार्थांची वाफ होऊन ती घरभर पसरते आणि त्यांचा घरभर वास सुटतो. म्हणूनच खाद्य पदार्थ उच्च तापमानात वाळविले तर ते बेचव होण्याची शक्यता असते. ज्या वस्तू उष्णतेचा वापर न करता वाळवायच्या आहेत, अशा



सिलिका जेल



कॅल्शियम क्लोराईड

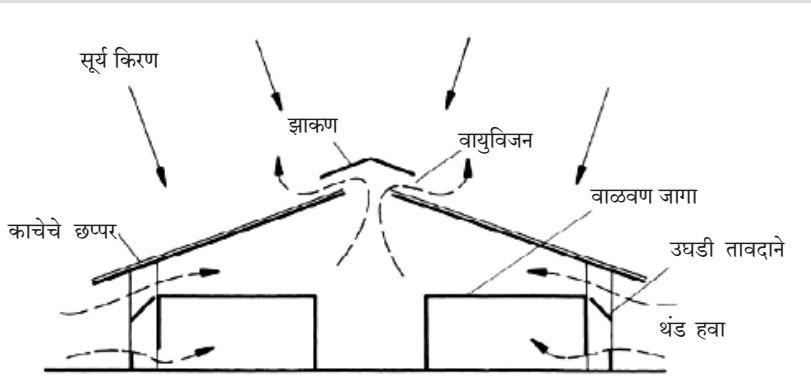


आर्द्रता कमी करण्याच्या जागी ठेवा.

येथे दिलेल्या माहितीचा वापर करून प्रस्तुत लेखकाने एक घरगुती वाळवणयंत्र तयार केले आहे. या यंत्राचा वापर करून आपण विविध प्रकारचा भाजीपाला, बारीक चिरलेली कोबी, कांदा, कैरीचा किंवा बटाट्याचा कीस, आंब्याचा रस, फळे (केळी, द्राक्षे, बोरें, आवळा इ.), शेवया, गव्हेले, सांडगे-पापड-कुरडया वगैरे पदार्थ घरच्या घरी वाळवू शकतो. या वाळवणयंत्राचा सांगाडा म्हणजे एक साधे शेलफ असते. या शेलफवर त्याच्याच आकाराची एक पारदर्शक प्लॅस्टिकची खोळ घातलेली असते. या शेलफातील कप्पे जाळीदार असतात. ते बाहेर काढून त्यांवर वाळविण्याचे पदार्थ ठेवून ते परत शेलफात ठेवण्याची सोय असते. शेलफातून एक एक कप्पा बाहेर काढून, जे पदार्थ वाळवायचे आहेत ते त्या कप्प्यांवर पसरून ठेवले जातात आणि कप्पे परत शेलफमध्ये ठेवले जातात. याप्रमाणे सर्व कप्प्यांवर पदार्थ ठेऊन कप्पे शेलफात ठेवले गेले की शेलफावर प्लॅस्टिकच्या पारदर्शक कागदाची खोळ घालून हे वाळवणयंत्र उन्हात ठेवले जाते. दोन कप्प्यांमधील अंतर आणि वाळवणयंत्रातील कप्प्यांची संख्या, हे या शेलफाच्या उंचीवर अवलंबून असते. प्लॅस्टिकच्या खोळीला तिच्या वरच्या बाजूला काही छिद्रे पाडलेली असतात. ही खोळ शेलफावर घातल्यानंतर तिची खालची कड जमिनीपासून सुमारे



५ सेंटीमीटर वर राहते. या फटीतून बाहेरची हवा या वाळवणयंत्रात प्रवेश करते. यंत्रावर घातलेल्या प्लॅस्टिकच्या पारदर्शक खोळीतून सूर्यप्रकाश आत जातो. तो आत वाळत घातलेल्या वस्तुंवर पडला की त्यातल्या काही प्रकाशाचे उष्णतेत रूपांतर होते. प्लॅस्टिकच्या पटलातून प्रकाश आरपार जाऊ शकतो पण उष्णता आरपार जाऊ शकत नाही. त्यामुळे ही उष्णता प्लॅस्टिकच्या पटलातून बाहेर न जाता तिच्यामुळे वाळवणयंत्रातली हवा गरम होते. गरम झालेली हवा हलकी असल्याने ती वर वर जाऊन खोळीच्या वरच्या बाजूस पाडलेल्या छिद्रांमधून बाहेर पडते. या हवेबरोबरच वाळत ठेवलेल्या पदार्थांमधील बाष्पही वाहून नेले जाते. अशा प्रकारे जोवर या वाळवणयंत्रावर ऊन पडत आहे तोवर त्याच्या खालच्या बाजूने बाहेरची हवा आत येते आणि या यंत्राच्या वरच्या टोकाशी असलेल्या खिडकीतून हीच हवा वाळत घेतलेल्या पदार्थांमधील बाष्प घेऊन बाहेर पडते. या सततच्या वायुविजनाने वाळवणयंत्रात ठेवलेले पदार्थ वाळतात हे तर खरेच पण त्यातली उष्णताही गरम हवेद्वारे या यंत्रातून सतत बाहेर पडत असल्याने वाळत ठेवलेल्या पदार्थांचे तापमान ५० ते ५५ अंश सेल्सियसच्या पुढे जात नाही. या यंत्रात वाळत ठेवलेले पदार्थ प्लॅस्टिकच्या खोळीने झाकलेले असल्याने त्यांचा धुळीपासून तर बचाव होतोच पण शिवाय त्यांचे पक्ष्यांपासूनही रक्षण होत असल्याने आपण वाळत ठेवलेल्या पदार्थांची सतत राखण करित बसण्याचीही गरज भासत नाही.



पदार्थ वाळविण्यासाठी आपल्याला ज्याप्रमाणे कोरड्या हवेची गरज लागते, त्याचप्रमाणे अन्य काही प्रक्रियांमध्ये दमट हवेचीही गरज पडते. उदाहरणार्थ, आपण जेव्हा कडधान्यांना मोड आणतो तेव्हा आपण ते रात्रभर भिजत ठेवून दुसऱ्या दिवशी सकाळी ओल्या फडक्यात बांधून ठेवतो. भिजून फुगलेले कडधान्य ओल्या फडक्यात बांधून ठेवण्याचे कारण म्हणजे या परिस्थितीत ते दमट राहते. भिजविलेले कडधान्य जर उघडे ठेवले तर ते वाळून जाईल आणि त्याला मोड येणार नाहीत. हल्ली जर्मिनेटर या नावाचे एक पात्र कडधान्याला मोड आणण्यासाठी वापरले जाते, त्यातही हेच तत्त्व वापरले जाते. हा जर्मिनेटर म्हणजे एक बंद पेटी असते. तिच्यात एकावर एक बसणारे असे दोन कप्पे असतात. त्यातल्या खालच्या कप्प्यात पाणी असते आणि वरचा कप्पा जाळीदार असतो. खालच्या कप्प्यातील पाण्याच्या बाष्पामुळे पेटीतल्या हवेत सतत उच्च आर्द्रता राखली जाते आणि त्यामुळे वरील कप्प्यात ठेवलेले कडधान्य वाळून न जाता त्याला चांगले मोड फुटतात.

प्रकारच्या वस्तुंमधून आर्द्रता काढून घेण्याचे काम कोरड्या हवेचा वापर करून केले जाते. जो पदार्थ वाळवायचा तो कोरड्या हवेत ठेवला, तर ती कोरडी हवा त्या पदार्थातली आर्द्रता शोषून घेते आणि त्यायोगे तो पदार्थ वाळविला जातो. हवा कोरडी करण्यासाठी दोन उपाय वापरले जातात. हवा जितकी थंड करावी, तेवढी तिच्यात सामावलेली आर्द्रता कमी होते, याचा वर उल्लेख केलेला आहेच. त्यामुळे हवा जर अगोदर थंड करून घेतली तर तिच्यात सामावलेले बाष्प काढून घेतले जाते आणि ती कोरडी होते पण जर हवा थंड करण्याची सोय नसेल तर कॉल्शियम क्लोराइड किंवा सिलिका जेलीसारखे पदार्थ वापरूनही हवेत सामावलेली पाण्याची वाफ काढून घेता येते. म्हणजेच जे पदार्थ उच्च तापमानात वाळवता येत नाहीत, ते वाळविण्यासाठी हवेचा दाब कमी करणे. हवा थंड करणे किंवा हवेतील बाष्प शोषून घेणाऱ्या पदार्थांचा वापर करणे अशा विविध उपायांचा आपण वापर करू शकतो. या सर्व उपायांनी हवेतील बाष्प काढून टाकले जाते, आणि अशा कृत्रिमरित्या कोरड्या केलेल्या हवेच्या प्रवाहात आपण कमी तापमान असतानाही पदार्थ वाळवू शकतो. अर्थात घरगुती वाळवणांसाठी कोणी या पद्धती वापरीत नाही, तर घरगुती पातळीवरील वाळवणांसाठी गृहिणी उन्हाचाच वापर करतात.

आर्द्रता आणि परागीभवन

जमिनीवर वाढणाऱ्या वनस्पतींना जरी सतत पाण्याची आवश्यकता भासत असली तरी वनस्पतींच्या काही शरीरव्यापारांसाठी कोरड्या हवेची गरज असते. अनेक वनस्पतींच्या शेंगांमधून किंवा बोंडांमधून त्यांचे बी बाहेर पडण्यासाठी हवा कोरडी असावी लागते, कारण या शेंगा किंवा बोंडे कोरड्या हवेतच तडकून उकलतात. फुलांमधील पुंकेसरांवरील परागकोशांमधून परागकण बाहेर पडण्यासाठीही कोरड्या हवेची गरज असते. जेव्हा प्रत्यक्ष पाऊस पडत असतो तेव्हा हवेची आर्द्रता १००% असते आणि अशा परिस्थितीत परागकोश न फुटल्याने परागकण पुंकेसरातून बाहेर पडू शकत नाहीत. एरवीसुद्धा हवेतील आर्द्रतेचे प्रमाण अधिक असेल तर फुलांचे परागीकरण होऊ शकत नाही. कोकणात पावसाळ्यात फळभाज्यांचे पीक घेता येत नाही याचेही हेच कारण आहे. कोकणातील शेतकरी सांगतात की भेंडी, वांगे, मिरची, कडधान्यपिके किंवा भोपळावर्गीय पिके जर पावसाळ्यात घेतली तर त्यांची फुले पावसाच्या मान्याने गळून पडतात, पण याचे खरे कारण पावसाचा मारा हे नसून ही फुले परागीकरण न झाल्याने गळून पडतात हे आहे. बहुतेक सर्व फळभाजीपिकांमध्ये परागीकरणाचे कार्य मधमाशांमार्फत केले जाते पण सतत पाऊस पडत असल्यास मधमाशाही आपल्या

पोळ्याच्या बाहेर पडत नाहीत. बाजरीसारख्या काही वनस्पतींमध्ये मात्र परागकण एका फुलाकडून दुसऱ्या फुलावर नेण्याचे कार्य वाऱ्याद्वारे केले जाते. बाजरी हे पीक कमी पावसाच्या प्रदेशातच घेतले जाते कारण बाजरी फुलोऱ्यात असताना जर संततधार पाऊस लागला तर बाजरीचेही परागीकरण होऊ शकत नाही, कारण हवेतील आर्द्रता वाढल्यास बाजरीचे परागकोश उघडतच नाहीत.

याबाबतीत तेल्या ताडाचे उदाहरणही फार रोचक ठरेल. मलेशियात तेल्या ताडाची लागवड करून त्यापासून खूप तेल मिळविले जाते, या वनस्पतींमध्ये परपरागीकरण हाच परागीकरणाचा नियम असतो. तेल्या ताडाचे पराग एका झाडाकडून दुसऱ्या झाडाकडे हवेतून वाहून नेले जातात आणि अशावेळी जर हवामान कोरडे असेल तर हे पराग वाळून निरुपयोगी होतात. भारतातही तेल्या ताडाच्या लागवडीचे प्रयोग करण्यात आले, पण त्यांना फारसे यश मिळाले नाही कारण आपल्या देशात फक्त मॉन्सूनच्या हंगामातच पाऊस पडतो तर एरवी हवामान कोरडे असते. त्यामुळे भारतात लावलेल्या तेल्या ताडांना फक्त पावसाळ्यातच फलधारणा होते. मलेशियाप्रमाणे येथे वर्षभर सतत फलधारणा होत नसल्याने भारतात तेल्या ताडापासून फारच थोडे उत्पन्न मिळते.

संकरित बीज निर्माण करण्यासाठी दोन भिन्न वाणांचा संकर घडवून आणावा लागतो

आणि हे करण्यासाठी ज्यांच्यात परागकण निर्माणच केले जात नाहीत अशी खास मादीवाणे निर्माण केली जातात. पण अशी वाणे जर उपलब्ध नसतील तर एका वाणाच्या कळीमधील पुंकेसर हाताने काढून टाकून त्या फुलावर दुसऱ्या दिवशी सकाळी दुसऱ्या वाणाचे पराग टाकून त्याचे परागीकरण केले जाते. ज्या वनस्पतीची फुले आकाराने मोठी असतात, त्या फुलांमधील पुंकेसर हाताने काढून टाकणे सोपे असते. त्यामुळे इ.स. १९७० ते २००० या तीन दशकांमध्ये प्रशिक्षित मजूर वापरून भारतातील बीजोत्पादकांनी मोठ्या प्रमाणात संकरित कपाशीचे बी निर्माण करून ते शेतकऱ्यांना परवडेल अशा किंमतीत विकले. सन १९७० ते १९८० या कालखंडात प्रस्तुत लेखक करडई पिकावर संशोधन करीत होता. करडईची फुले काटेरी तर असतातच पण ती संयुक्त फुले असल्याने एका फुलात सुमारे ४० ते १०० लहान लहान फुले असतात आणि त्या प्रत्येक फुलात एकेक स्त्रीकेसर आणि पाच-पाच पुंकेसर असतात त्यामुळे करडईच्या फुलांमधील पुंकेसर हाताने काढून टाकणे हे काम फारच जिकिरीचे असते आणि त्यामुळे अगदी प्रयोगादाखल म्हणून करडईच्या दहा-वीस संकरित बिया मिळविणेसुद्धा दुरापास्त होत असे. पण उच्च आर्द्रता असलेल्या वातावरणात फुलांचे परागीकरण होऊ शकत नाही हे अनुभवल्यावर

करडईच्या फुलांपासून संकरित बीज निर्माण करण्याची एक फार सोपी पद्धती प्रस्तुत लेखकाने शोधून काढली. जी फुले दुसऱ्या दिवशी उमलण्याची शक्यता असते, अशी फुले हेरून संध्याकाळच्या वेळी जर या फुलांवर प्लॅस्टिकच्या पिशव्या घालून त्या पिशव्या फुलांच्या खाली देठाला बांधून टाकल्या, तर रात्री फुलांमधून जे बाष्प बाहेर पडते ते प्लॅस्टिक पिशवीत साठून फुलांच्या सभोवतीचे वातावरण अत्यंत दमट होते. दुसऱ्या दिवशी सकाळी ही फुले उमलतात, पण या वाढीव आर्द्रतेमुळे त्या फुलांमधील परागकोशांमधून परागकण बाहेर पडू शकत नाहीत. अशा फुलांवरील प्लॅस्टिकची पिशवी काढून त्या फुलांवर अन्य वाणाचे परागकण टाकल्यास आपल्याला त्या फुलांपासून संकरित बीज मिळते. ही पद्धती करडईवर संशोधन करणाऱ्या लोकांना फारच आवडली आणि ती शिकण्यासाठी आमच्याकडे त्या काळात अनेक देशी-विदेशी संशोधक येत असत.

पुढे याच कल्पनेचा विस्तार करून प्रस्तुत लेखकाने रोपवाटिका व्यवसायात उपयोगी पडेल असा उच्च आर्द्रता कक्ष निर्माण केला. रोपवाटिकाव्यवसायात वनस्पतींची रोपे तयार करून ती विकली जातात. घरात किंवा बागेत लावल्या जाणाऱ्या अनेक शोभेच्या वनस्पतींना फुले, फळे आणि बी येत नाही. अशा वनस्पतींचे गुणन हे त्या वनस्पतींच्या काड्या लावून केले जाते. याला

काडीकलम असे म्हणतात. जेव्हा आपण वनस्पतीच्या काड्या जमिनीत लावतो, तेव्हा त्यांना मुळे नसतात. अशा मुळे नसलेल्या काड्या जमिनीतून पाणी घेऊ शकत नसल्यामुळे जर हवा कोरडी असेल तर अशा काड्या मुळे येण्यापूर्वीच वाळून जातात. वनस्पतीची प्रत्येक पेशिका पाण्याने भरलेली असते. वनस्पतीच्या पानांमधून पाण्याचे रेणू सतत हवेतही जात असतात. पानांच्या पृष्ठभागावर पर्णरंध्रे या नावाने ओळखली जाणारी छिद्रे असतात. या छिद्रांद्वारे प्रकाशसंश्लेषणासाठी हवेतला कार्बन डायॉक्साइड वायू पानांमध्ये येतो, प्रकाशसंश्लेषणात निर्माण होणारा ऑक्सिजन पानांमधून बाहेर पडतो आणि त्याचप्रमाणे पानांमधील पाण्याचे रेणूही हवेत जातात. जर वातावरण कोरडे असेल तर पेशिकांमधील पाणी हवेत उडून जाऊन रोपवाटिकेतील काड्या सुकून जातात. हे टाळण्यासाठी प्रस्तुत लेखकाने रोपवाटिका व्यवसायात वापरण्यासाठी एक उच्च आर्द्रता कक्ष विकसित केला. या पद्धतीत ज्या वाफ्यात मुळे येण्यासाठी काड्या लावल्या जातात, त्या वाफ्यावर प्लास्टिकचा पटल आणि लोखंडी तारा वापरून केलेला गुडघ्यायेवढ्या उंचीचा एक घुमट ठेवला की झाला उच्च आर्द्रता कक्ष तयार. एरवी मुळे येण्यासाठी लावलेल्या काड्यांची सर्व पाने खुडून टाकली जातात, कारण पानांमधूनही पाण्याचे बाष्प

बाहेर टाकले जाते. परंतु आमच्या उच्च आर्द्रता कक्षात मात्र ओल्या मातीतून बाहेर पडणारे बाष्प या प्लास्टिकच्या घुमटात कोंडून ठेवले जात असल्याने या घुमटात पानांसकट लावलेल्या काड्यासुद्धा चांगल्या ३-४ महिने टवटवीत राहतात. काड्या लावताना त्यांची पाने खुडून टाकण्याचा तोटा असा होतो की त्यामुळे पानांमध्ये निर्माण केल्या जाणार्या अन्नाची आणि पानांमधील नैसर्गिक संप्रेरकांची या काड्यांना मुळे फुटण्याच्या क्रियेत काहीत मदत होत नाही.

वरील शोधामुळे रोपवाटिका व्यवसायात उपयोगी पडतील अशा अनेक नव्या तंत्रांचा शोध लावता आला, पण त्याबद्दलची माहिती एका स्वतंत्र लेखात घेऊ.

आत्तापर्यंत आपण पदार्थ वाळविण्याच्या दृष्टिकोनातूनच हवेतील आर्द्रतेचा विचार केला पण हवेतील आर्द्रता हा पाण्याचा स्रोत म्हणून वापरून आपण हवेतील नैसर्गिक आर्द्रतेपासून दुष्काळातसुद्धा पाणी मिळवू शकतो, कारण दुष्काळात एकवेळ आपल्या विहीरी आणि नद्या कोरड्या पडतील, पण हवेतल्या आर्द्रतेचे प्रमाण शून्यावर आले आहे असे कधीच घडत नाही. शीतपेयाने भरलेला पेला बाहेरच्या बाजूने ओला होतो तो हवेतल्या या आर्द्रतेमुळेच. याच गुणधर्माचा वापर करून आपण हवा कृत्रिमरीत्या थंड करून तिच्यातील आर्द्रता द्रवरूप पाण्याच्या रूपाने

मिळवू शकतो. पिण्याचे शुद्ध पाणी मिळविण्यासाठी या तत्त्वावर अनेक उपकरणे जगभर बनविली गेली आहेत. रात्रीच्या वेळी एवीतेवी हवा थंडच असते, त्यामुळे असे उपकरण जर रात्री चालविले तर या क्रियेला लागणाऱ्या ऊर्जेचीही बचत होते. खरीप हंगामात, किंवा समुद्रकिनारी नेहमीच हवेतील आर्द्रतेचे प्रमाण अधिक असते. अशा मोसमात किंवा अशा ठिकाणी जर अॅल्युमिनियमचा पातळ पत्रा बसविलेले उलट्या पिरॅमिडच्या आकाराचे मोठे पात्र मोकळ्या जागी बसविले तर रात्री

अॅल्युमिनियमचा पत्रा गार पडून त्यावरील हवेच्या थरातील आर्द्रता द्रवरून पाण्याच्या रूपाने या उलट्या पिरॅमिडमध्ये जमा झालेली आढळेल. ज्याप्रमाणे हवा थंड केल्यावर तिच्यातील बाष्प द्रवरूपाने बाहेर पडते त्याचप्रमाणे हवेवरील दाब वाढविला तरीही हीच गोष्ट साध्य होते. परंतु हवेतील आर्द्रता वापरून दुष्काळात शेती तगविण्याचे प्रयोग निदान भारतात तरी अजून कोणी केल्याचे ऐकवात नाही. □

(ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१७)



समुचित एन्व्हायरो टेक

ग्रामीण भागात स्वच्छ स्वयंपाक साधनांच्या विक्री, वाटप, पुरवठा, इ. बाबतच्या प्रकल्पांसाठी मार्गदर्शन व प्रशिक्षण.

पर्यावरणपूरक जीवनशैलीसाठी घरगुती ऊर्जा, जैविक कचऱ्याचे व्यवस्थापन, इ. विषयांवर मार्गदर्शन व उत्पादने.

शाश्वत व बदलत्या वातावरणाशी सुसंगत शहरीकरण या बाबत चर्चा, मार्गदर्शन, प्रशिक्षणे, इ.

अधिक माहितीसाठी, लिहा - samuchit@samuchit.com

जीवघेणी असहिष्णुता

लेखक : आनंद कर्वे

प्राण्यांच्या स्वभावाचे अभ्यासक आणि नोबेल पारितोषिक मिळविणारे ऑस्ट्रियन शास्त्रज्ञ कॉन्राड लोरेन्झ (Konrad Lorenz) यांनी असे एक निरीक्षण नोंदविले आहे की सस्तन प्राण्यांच्या जातींमध्ये आपापसांमधील ज्या मारामाच्या व लढाया

होतात त्यांमध्ये कोणताही प्राणी आपल्या स्वजातीय प्रतिस्पर्ध्याला जीवे मारीत नाही. या मारामाच्या कधी एका टोळीतल्याच दोन नरांमध्ये आपल्या टोळीवर वर्चस्व कुणी गाजवावयाचे यासाठी होतात, तर कधी त्या टोळीचा म्होरक्या आणि बाहेरून येणारा दुसरा आक्रमक नर यांच्यात होतात. अशा लढाईत पराभूत होणारा नर रणमैदान सोडून पळ काढतो. जेता नर त्याचा काही अंतरापर्यंत पाठलाग करतो, पण प्रतिस्पर्धी आपल्या भूभागातून बाहेर गेला की जेता त्याचा पाठलाग सोडून देतो. कोणताच प्राणी आपल्या स्वजातीय प्रतिस्पर्ध्याला ठार मारीत नाही, कारण स्वजातीयांना ठार मारवावयाचे नाही हा नियम सर्व प्राण्यांच्या उपजत बुद्धीचाच एक भाग असतो. काहीवेळा भक्ष्यावरून किंवा विसाव्यासाठी चांगली जागा मिळविण्यासाठी भांडणे होतात पण प्राण्यांच्या प्रत्येक समूहात वरिष्ठ कोण आणि कनिष्ठ कोण हे ठरलेले असल्याने एकमेकांवर



कॉन्राड लोरेन्झ

गुरगुरण्यापलीकडे त्या कुरबुरी जात नाहीत. लोरेँट्झ यांच्या मते नाक डोळे यांच्याप्रमाणेच उपजतबुद्धी हाही प्राण्यांचा एक अवयवच असतो. या विधानाचा अर्थ असा की आपल्या अवयवांप्रमाणेच प्रत्येक प्राणी आपली उपजत बुद्धी घेऊन जन्माला येतो आणि कोणत्या परिस्थितीत कसे वागावयाचे हे त्याच्या उपजत स्वभावानुसारच ठरते. याला लोरेँट्झ यांनी अवयवाची उपमा दिली आहे, कारण ज्याप्रमाणे कोणत्याही प्राण्याला आपल्या अवयवांची ठेवण आणि कार्य यांच्यात बदल घडवून आणता येत नाही, त्याचप्रमाणे कोणत्याही प्राण्याला आपल्या उपजत स्वभाववैशिष्ट्याविरुद्ध कार्य करता येत नाही. उदा. ज्याप्रमाणे बिबट्याला आपले पंजे वापरून झाडावर चढता येते तसे घोड्याला आपले खूर वापरून झाडावर चढता येणार नाही हे जितके सत्य आहे, तितकेच सत्य हेही आहे की कितीही भूक लागली तरी घोडा हा काही अन्य प्राण्यांची शिकार करून खाणार नाही. लोरेँट्झ यांच्या मते या नियमाला अपवाद हा फक्त मानवजातीचा आहे, कारण मानव आपली बुद्धी आणि तर्कशास्त्र वापरून परिस्थितीनुसार कसे वागावे हे ठरवू शकतो. त्यामुळे जर तशी गरज भासली तर मानव आपल्या स्वजातीयांना ठारही मारतो. रामायण ते अगदी अलीकडच्या काळापर्यंत मानवांच्या समूहांमधील लढाया आणि

त्यांमध्ये झालेला नरसंहार हा आपल्या इतिहासाच्या अभ्यासाचा एक अविभाज्य भागच बनलेला आहे. पण दोन भिन्न समूहांमध्ये लढाई किंवा मारामारी येवढ्यापुरताच हा नरसंहार मर्यादित नसतो. तर वैयक्तिक पातळीवरसुद्धा असूया, लोभ, अपमानाचा बदला, सामाजिक वा कौटुंबिक रूढींविरुद्ध आचरण (उदा. जातीबाह्य विवाह), राजकीय किंवा धार्मिक मतभेद, आपला गुन्हा लपविण्यासाठी म्हणून, अशा विविध कारणांवरून समाजात रोजच्या रोज किती खून केले जात असतील त्यांची तर आपण गणतीच करू शकत नाही.

स्वजातीयांना ठार मारावयाचे नाही हा इतर सर्व प्राण्यांमध्ये आढळणारा उपजत गुण मानवाने आपल्या उत्क्रांतीच्या कोठल्यातरी टप्प्यात गमावला. या स्वभाववैशिष्ट्याचा धांडोळा घेताना प्रस्तुत लेखकाला एक विशेष गोष्ट उमगली, ती अशी की मानवजातीचा उगम जरी आफ्रिका खंडात झाला असला आणि जरी मानवजात तिथूनच जगभर पसरली असली तरी आफ्रिकेतले मूळ रहिवासी, ज्यांना आपण शिद्दी म्हणतो, त्यांच्यासारखे दिसणारे लोक आफ्रिकेबाहेर कोठेच आढळत नाहीत. जीवशास्त्रीय दृष्टिकोनातून मानवजातीचा अभ्यास केल्यास असे दिसेल की आफ्रिकेतले शिद्दी काय किंवा मंगोलियन, कॉकेशियन, नॉर्डिक, दक्षिण युरोपियन,

सेमिटिक, ऑस्ट्रिक, न्यूगिनीवासीय, एस्किमो इ. कोणत्याही वंशाचे लोक बाह्यरूपाने परस्परांपेक्षा कितीही भिन्न दिसले तरी मूलतः ते मानवजातीतच मोडतात, त्यांचा एकमेकांशी संकर घडू शकतो, आणि ते एकमेकांना रक्तच काय पण हृदय किंवा मूत्रपिंडादी अवयवही देऊ शकतात. पेशिकेतील मायटोकाँड्रियातील जनुके ही प्रत्येकाला आपल्या मातेकडूनच मिळालेली असतात. या मायटोकाँड्रियास्थित जनुकांच्या अभ्यासातून तर असे दिसते की आजच्या संपूर्ण मानवजातीची एकच मूळमाता होती. म्हणजे समान माता, समान जनुकसंभार आणि समान मूलस्थान असे असूनही आफ्रिकेतून बाहेर पडलेले लोक मात्र मूळच्या आफ्रिकनांसारखे दिसत नाहीत, याचे कारण काय असावे, यासंबंधी प्रस्तुत लेखकाने पुढील तर्क केला.

मानव आफ्रिकेतून बाहेर पडावयास सुरुवात झाली ती साधारणतः ऐंशीहजार ते एक लक्ष वर्षांपूर्वी. त्यावेळी मानव अत्यंत मागासलेला होता. शेती नव्हतीच. त्याचे अन्न म्हणजे केवळ शिकार आणि रानावनात गोळा केलेली कंदमुळे आणि फळे. लोकसंख्या कमी, आजूबाजूला भरपूर जंगल आणि त्यात मोठ्या संख्येने प्राणी. त्यामुळे खाद्याची कमतरता असण्याचे तर काहीच कारण नसणार. मग नंदनवन भासेल अशी त्या काळची आफ्रिकेची भूमी सोडून अन्यत्र जावे असे आफ्रिकेतल्या काही मंडळींना का वाटले असणार? प्रस्तुत लेखकाच्या मते ज्या कारणाने आजच्या काळातही निर्वासितांचे लोंढेच्या लोंढे आपला मायदेश सोडून दुसरीकडे जातात तेच कारण त्या काळातही असणार, आणि ते म्हणजे आपला जीव वाचविण्यासाठी. ते आफ्रिकेतून

संदर्भची नवी वेबसाईट पाहिलीत का?

sandarbhsociety.org

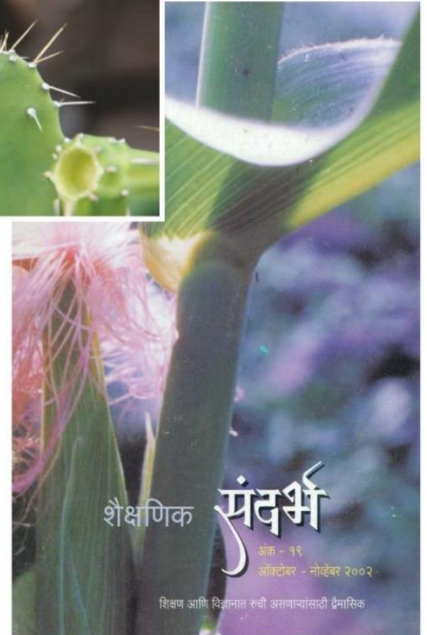
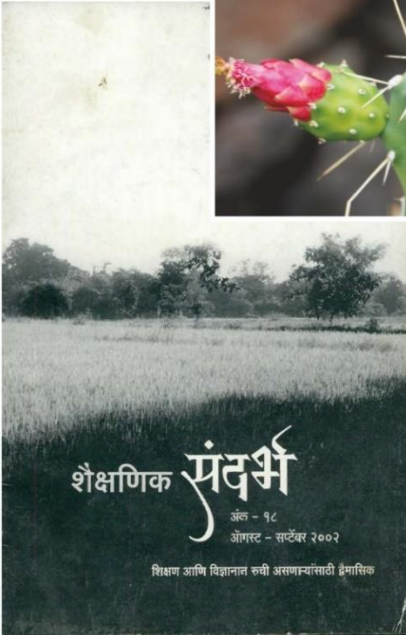
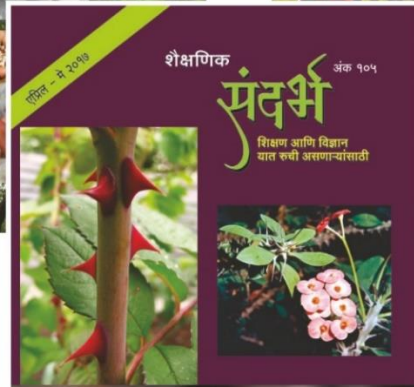
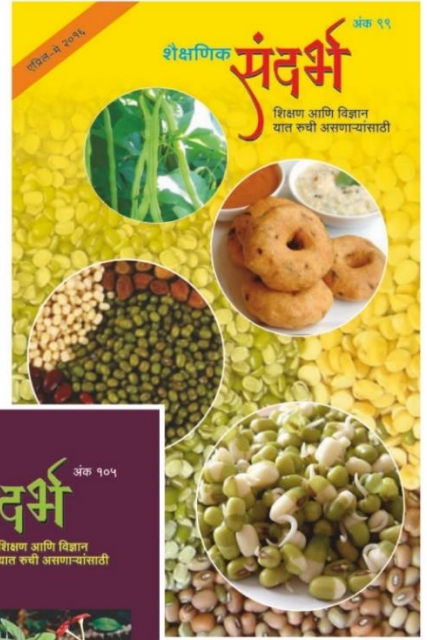
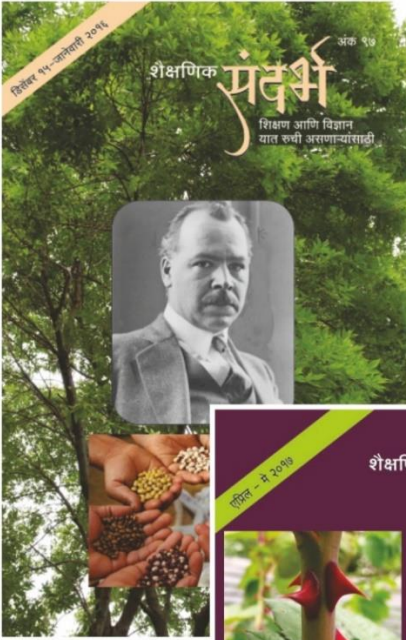
आता यावर भरपूर अंक वाचायला उपलब्ध आहेत.
तुम्ही तुमच्या आवडीच्या विषयानुरूप लेख शोधू शकता.

स्थलांतरित होण्याचे कारण असणार ते म्हणजे त्यांच्या सहमानवांनी त्यांच्याप्रति दाखविलेली जीवघेणी असहिष्णुता. त्या काळी मानव इतक्या आदिम परिस्थितीत होता की त्यांच्या विविध गटांमध्ये वैचारिक किंवा धार्मिक मतभेद झाले असतील असे वाटत नाही, तर आफ्रिका सोडून गेलेले हे लोक काही जनुकीय उत्परिवर्तनांमुळे आफ्रिकेत वास करणाऱ्या अन्य मानवांपेक्षा वेगळे दिसू लागल्याने इतर लोक त्यांच्या जिवावर उठले असणार. उत्परिवर्तनाने कोणी गोरे झाले, कुणाचे डोळे घारे तर कुणाचे पिचके झाले, कुणाचे नाक धारदार, कुणाचे ओठ पातळ तर कुणाचे केस सरळ झाले असणार. त्याकाळी लोकसंख्या अत्यंत कमी होती. लोक लहानलहान टोळ्या करून रहात असणार आणि अशा प्रत्येक टोळीमधील सर्व व्यक्ती एकमेकांचे जवळचे नातेवाईकच असणार. त्यामुळे उत्परिवर्तनाने निर्माण झालेले नवे गुणधर्म एका लहान टोळीतल्या सर्व व्यक्तींमध्ये दिसत असणार. जातीतल्या जातीतच विवाहसंबंध ठेवल्यामुळे भारतातल्या जाती-जातींमध्येही हीच परिस्थिती दिसते. सुमारे साठ वर्षांपूर्वी कै. इरावती कर्वे यांनी महाराष्ट्रातील ब्राह्मणांच्या पाच पोटजाती आणि कुंभारांच्या पाच पोटजाती यांचा अभ्यास करून हेच दाखवून दिले होते की कुंभार आणि ब्राह्मण यातली

प्रत्येक पोटजात दुसरीपेक्षा वेगळी शारीरिक वैशिष्ट्ये दाखविते. त्यामुळे आफ्रिकेत राहणाऱ्या आपल्या पूर्वजांमध्येही बाह्य स्वरूपात बदल घडवून आणणारी जनुके त्या टोळीपुरतीच मर्यादित राहिली असणार आणि त्यामुळे ती सर्व टोळीच्या टोळीच इतर मानवांपेक्षा वेगळी दिसत असणार. आपल्यापेक्षा वेगळे दिसणारे लोक हे आपल्यातले नाहीत, म्हणून त्यांना मारून टाकले जात असावे. जे रहिवासी अन्य आफ्रिकावासीयांसारखे दिसत होते ते सुरक्षित राहिले पण वेगळे दिसणाऱ्यांना मात्र आपला जीव गमवावा लागला. म्हणून हे वेगळे दिसणारे लोक आपला जीव वाचविण्यासाठी आपल्या कुटुंबकबिल्यासह आफ्रिकेतून पळाले असावेत. जे मागे राहिले ते मारले गेले. प्रस्तुत लेखकाच्या मते आफ्रिकेच्या बाहेर राहणारे लोक आफ्रिकनांसारखे दिसत नाहीत याचे कारण त्यांच्या पूर्वजांना आपल्या वेगळे दिसण्यामुळे आफ्रिकेतून बाहेर पडावे लागले हेच असले पाहिजे.



(डिसेंबर २०१७-जानेवारी २०१८)



संकलन - संदर्भ सोसायटी, ऑगस्ट २०२०.

तांत्रिक सहाय्य - यदिश ग्राफिक्स, पुणे.