

महाराष्ट्र कृषि विद्यापीठे

कृषि तंत्र निकेतन

निम्नस्तर कृषि शिक्षण

प्रथम वर्ष – कृषि पद्विका

विषय :- कृषि मुलतत्त्वे व सेंद्रिय शेती

लेखक

डॉ. एस्. एस्. कोळपे

प्राचार्य

कृषि तंत्र विद्यालय, पुणतांबा.

प्रकरण - १

कृषि शास्त्र, भूमी कृषि शास्त्र आणि मृदा यांच्या व्याख्या,परिचय आणि व्याप्ती

पीक उत्पादनासाठी आवश्यक असणाऱ्या उत्पादन पद्धती व हवामान यांचा एकत्रित अभ्यास करणाऱ्या शास्त्रास कृषि शास्त्र असे म्हणतात. उत्तम शेती, मध्यम व्यापार, कनिष्ठ नोकरी ही म्हण सार्वत्रिक आहे व शेतीचे महत्व आणि दर्जा दाखविण्यास पुरी आहे. प्राचीन काळी जेव्हा भूतलावर मनुष्य प्राण्यांची वस्ती अत्यंत कमी होती तेव्हा आपोआप वाढलेल्या वनस्पतींची फळे, कंदमुळे किंवा अन्नधान्य यांवर उपजिवीका करणे शक्य होते पण आज ते दिवस राहिलेले नाहीत. वाढत्या लोकसंख्येच्या गरजा भागविण्यासाठी शेतीला अनन्यसाधारण महत्व आले आहे.

शेती याचा अर्थ सुरुवातीस अन्न, वस्त्रांची ज्या वनस्पतींपासून उत्पन्न होते त्याच पिकांची लागवड असा होता. पण मनुष्याच्या सुरवाच्या व सोईच्या कल्पना जसजशा वाढू लागल्या तसतशा त्यांच्या गरजा बदलू लागल्या म्हणून हळू हळू अनेक गोष्टींना महत्व येवू लागले. हलकी शेती या सदरात निरनिराळी पिके घेणे, जनावरांची पैदास करणे, दुग्धजन्य पदार्थ तयार करून विकणे, मधूमक्षिका पालन करणे, रेशीम उत्पादन करणे, कुक्कुटपालन इत्यादि कृषि शास्त्राच्या अनेक उपशाखांना महत्व आले असून त्यांचेच मुख्य धंदे बनले आहेत.

कृषि शास्त्रास खालील निरनिराळ्या शास्त्रांचा उपयोग होतो

१. वनस्पती शास्त्र - या शास्त्राच्या ज्ञानाने वनस्पतींच्या जाती, त्यांची शरीररचना, वाढ, मुळ्यांचे प्रकार, फुले, बी, संकरक्रिया, वनस्पती सुधारणा इत्यादिंबद्दल माहिती होते.

२. रसायन शास्त्र - या शास्त्राच्या ज्ञानाने मातीचे पृथक्करण, त्यातील घटक, खतांमधील घटक, दुध, लोणी, पाणी इत्यादिंचे परीक्षण, शेतात कोणती खते केव्हा द्यावी इत्यादिंबद्दल माहिती होते.

३. पदार्थ विज्ञान शास्त्र - या शास्त्रामुळे उष्णता, प्रकाश, प्रसरण, आकुंचन, घनता इत्यादि वस्तुंच्या गुणांबद्दल आणि हवा, वारे, पाऊस, बर्फ, उन्हाळा याबद्दल माहिती होते. तसेच जमिनी त्यांचे कण, त्यांचे गुणदोष व त्याबद्दल त्यांची निगा, औतांची योग्य बनावट व ती कशी वापरावी इत्यादिंबद्दल ज्ञान मिळते.

या मुख्य शाखांशिवाय ४. किटक शास्त्र, ५. वनस्पती रोग शास्त्र, ६. सूक्ष्म जीवशास्त्र, ७. पशुरोग शास्त्र या विषयांची माहिती असल्यास पिकांवर पडणारे किटक व इतर रोग, तसेच जनावरांना होणारे आजार व त्यावरील उपचार इत्यादिंबद्दल माहिती मिळते.

८. हवामान शास्त्राच्या ज्ञानाने पाऊस व वारे यांची उत्पत्ती, हालचाल, उष्णता व थंडी यांचे पिकांवर होणारे परिणाम इत्यादि समजल्यावरून व आवश्यकते प्रमाणे योजना करणे शक्य होते.

९. अर्थ शास्त्र - यावरून शेतीतील उत्पन्न, फायदा - तोटा, बाजार हाट, मागणी, पुरवठा, जमीन महसूल, शेतसारा, खंड, व्याज, शेतीची व्यवस्था, पिकांच्या नफा तोट्यावरून त्याचे महत्व, पिकांची फेरपालट या गोष्टींचा विचार, मजूर, मजूरी व त्यांचा शेतीवर होणारा परिणाम, शेतीचे कायदेकानून व त्यांचा शेतकऱ्यांच्या हक्कावर परिणाम, सहकार, पत पुरवठा इत्यादींबद्दल म्हणजेच शेतीच्या नफा तोट्याच्या व शेतकऱ्यांच्या बऱ्यावाईटाच्या दृष्टिने फारच महत्वाची माहिती मिळते.

१०. कृषि विस्तार- कृषि शास्त्रात विविध प्रकारचे संशोधन चालू असते ते शेतकऱ्यांपर्यंत पोहचविण्यासाठी कृषि विस्तार शास्त्राचा उपयोग होतो.

११. कृषि अभियांत्रिकी - शेत जमिनीची मोजणी, व्यवस्थापन, पाणी व्यवस्थापन, कृषि अवजारे व साहित्य निर्माती इत्यादिंसाठी याचा उपयोग होतो. कृषि शास्त्र हे शास्त्र तर आहेच पण कलाही आहे. प्रत्येक कामात मग ते कितीही हलके किंवा सोपे असो कला ही असतेच. नांगर धरण्यात देखील कला आहे. सर्वच शेतकरी उत्तम प्रकारे नांगर धरू शकत नाही. बी पेरणे हे तर फार मोठ्या कलेचे काम आहे. नांगरपारं भरपूर भेटतील पण पेरणारे फारच थोडे असतात. पिकांच्या ओळीतून कोळपे चालवितांना हात नाजूक, नजर अचूक त्याच बरोबर बैलांवर ताबा ठेवून भरभर चालणे या गोष्टी एकदम सांभाळणे ही कलाच आहे. हे स्वतः केल्याशिवाय समजणार नाही. शास्त्र व कला यांचा विचार करून त्या दोन्हीची योग्य सांगड घातल्यासच प्रगती आहे. वनस्पतींच्या वाढीसाठी वेगवेगळी माध्यमे लागतात त्यापैकी प्रामुख्याने जमीन व पाणी ही अत्यंत उपयुक्त माध्यमे आहेत. त्यानुसार कृषि शास्त्राचे अनेक प्रकार पडतात.

- १ . भूमी कृषि शास्त्र
- २ . जल कृषि शास्त्र
३. माती विना शेती

१. भूमी कृषि शास्त्र

कृषि शास्त्रात जेव्हा पीक लागवडीसाठी जमिनीचा माध्यम म्हणून उपयोग केला जातो तेव्हा त्यास भूमी कृषि शास्त्र असे म्हणतात.

वनस्पतींच्या वाढीसाठी जमीन हे एक महत्वाचे माध्यम समजले जाते. जमिनीशिवाय वनस्पतींना ताठ उभे राहता येणार नाही व पानापांदांच्या विस्तार व्यवस्थीतपणे तोलून धरता येणार नाही. जमिनीवर ताठ उभे राहिल्याने त्यांना भरपूर सूर्यप्रकाश मिळतो व त्यामुळे वनस्पतींना आपले अन्न तयार करता येते. वनस्पती स्वतःसाठी लागणारे अन्न आणि पाणी आपल्या मुळांमार्फत जमिनीतूनच शोषून घेतात.

२ . जल कृषि शास्त्र

जमिनीशिवाय इतर माध्यमांचा वनस्पतींच्या लागवडीसाठी व वाढीसाठी उपयोग करण्याच्या बाबतीत शास्त्रज्ञांनी प्रयोग करून पाहिले, परंतु ते व्यवहार्य व फायदेशीर ठरले नाहीत. जल कृषि शास्त्रात पीक लागवडीसाठी पाण्याचा माध्यम म्हणून उपयोग करण्याचे प्रयोग काहीसे यशस्वी झाले असले तरी त्यांचा उपयोग सर्वसामान्यपणे धान्योत्पादनासाठी करणे आज तरी व्यवहार्य नाही.

३. माती विना शेती

ही संकल्पना सध्या पीक लागवडीसाठी व्यवहार्य ठरू लागली आहे. यानुसार लाकडाचा भुसा,कोकोपीट व इतर माध्यमे वापरले जातात व पिकाच्या आवश्यकतेनुसार अन्नद्रव्यांचा कृत्रिम स्वरूपात पुरवठा करून मर्यादित स्वरूपात कृत्रिम वातावरणात पीक लागवड यशस्वीरित्या केली जात आहे. परंतु विस्तृत स्वरूपात, नैसर्गिक, स्वस्त आणि सोपे माध्यम म्हणून माती हेच माध्यम अधिक फायदेशीर आहे.

व्याख्या - मृदा :- पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वनस्पतींच्या वाढीसाठी आवश्यक असलेल्या माध्यमास माती / मृदा असे म्हणतात. जमिनीचा सखोल अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजेच मृदशास्त्र होय. मृदशास्त्र ही शेती या विषयाची शाखा असून यामध्ये मातीची उत्पत्ती, तिचे भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्म व तिची सुपिकता इत्यादी गोष्टींचा अभ्यास केला जातो. मृदशास्त्र आपणास जमीन कोणत्या मुळखडकापासून तयार झाली आहे. मुळखडकात कोणकोणत्या प्रकारची खनिजे आहेत .जमिनीत आवश्यक अन्नद्रव्ये किती प्रमाणात आहेत, जमिनीत उपयुक्त जिवजंतू किती प्रमाणात आहेत, जमिनीत कोणकोणते घटक आहेत, त्यांचा पीक उत्पादनाशी कशाप्रकारचा संबंध आहे, अशा अनेक बाबतीत माहिती पुरविते.

आज वाढत्या रासायनिक खतांच्या वापरामुळे आणि अनिर्बंध पाणी देण्याच्या पद्धतीमुळे जमिनी दिवसेंदिवस नापीक बनू लागल्या आहेत. भरमसाठ महागडी रासायनिक खते वापरूनही पिकांच्या उत्पादनात वाढ होत नाही, उलट उत्पादन खर्च वाढतो आहे, अशा परिस्थितीत जमिनीचे आरोग्य अबाधीत ठेवणे अत्यंत महत्वाचे आहे. मृदशास्त्र या विषयाच्या अभ्यासामुळे जमिनीची स्थिती कशी आहे, जमिनीला कोणते पोषक घटक देणे आवश्यक आहे इत्यादी गोष्टींचे ज्ञान होते. त्या दृष्टिने एकात्मिक दृष्टिकोन बाळगून जमिनीचे व्यवस्थापन करणे शक्य होते. जमिनीचा अभ्यास असेल तर देशातील कृषि विषयक संशोधनासही चालना मिळेल. कृषि विषयक बहुतांशी संशोधन हे शेतातील जमिनीवरच करावे लागते. वाढत्या लोकसंख्येच्या अन्नधान्य टंचाईची समस्या सोडवण्याकामी मृदशास्त्र या विषयाची मदत आवश्यक आहे. आज व भविष्यकाळातही मृदशास्त्र या विषयाला देशात भरपूर वाव आहे हे यावरून स्पष्ट होते.

प्रकरण - २

जमिनीचे घटक

जमीन सुपीक असेल तर जमिनीची उत्पादन क्षमता चांगली असते. सुपीक जमिनीत पिके चांगली येतात. जमिनीतील घटकांवर जमिनीची उत्पादन क्षमता अवलंबून असते. जमिनीच्या प्रतीनुसार आणि हवामाना नुसार घटकांचे प्रमाण बदलते. जमिनीचा जवळजवळ निम्मा भाग (५० टक्के) घनस्थितीत असतो. त्यापैकी ४५ टक्के भाग खनिज पदार्थांनी व्यापलेला असतो आणि राहिलेला सुमारे ५ टक्के भाग सेंद्रिय पदार्थांचा असतो. जमिनीमधील कणांमध्ये जी पोकळी राहते त्यामध्ये सर्वसाधारण २५ टक्के पाणी व २५ टक्के हवा असते. तथापि हे प्रमाण कायम नसते. निरनिराळ्या प्रकारच्या जमिनीत त्यांच्या प्रमाणात फरक पडतो. जमिनीच्या घटकांत खनिज पदार्थ, सेंद्रिय पदार्थ, पाणी आणि हवा यांचा प्रामुख्याने समावेश होतो.

१. खनिज पदार्थ :

वाळू, अॅल्युमिनियम, लोह, क्लोरीन, नत्र, स्फुरद, पालाश, जिप्सम, मीठ, चूना इत्यादी खनिजद्रव्ये जमिनीमध्ये सापडतात. त्यांचे प्रमाण जमिनीनुसार वेगवेगळे असते. खनिज पदार्थांपैकी नत्र, स्फुरद आणि पालाश ही वनस्पतींना फारच उपयुक्त आणि आवश्यक आहेत, म्हणूनच त्यांना वनस्पतींची मुख्य अन्नद्रव्ये असे म्हणतात. जमिनीमध्ये ४५ टक्के खनिज पदार्थ असतात.

२. सेंद्रिय पदार्थ :

जमिनीत सजीव प्राणी आणि वनस्पतींपासून सेंद्रिय पदार्थ तयार होतात. पिकांचे अवशेष उदा. पाने, खोड, मुळे, तण, इत्यादी जमिनीवर पडतात किंवा जमिनीत राहतात. हे अवशेष कुजून जमिनीत सेंद्रिय पदार्थ तयार होतात. उत्तम प्रकारच्या जमिनीमध्ये ५ टक्के सेंद्रिय पदार्थ असतात. जमिनीतील सेंद्रिय पदार्थांचे दोन प्रकार आढळतात.

अ) न कुजलेले सेंद्रिय पदार्थ, यालाच एकूण सेंद्रिय पदार्थ (टोटल ऑर्गॅनिक मॅटर) असे म्हणतात.

ब) कुजलेले सेंद्रिय पदार्थ, यालाच 'ह्युमस' असे म्हणतात.

न कुजलेले पदार्थ मशागतीमुळे जमिनीत गाडले जातात. त्यांचा पाण्याशी संबंध आला की, जिवाणूंच्या मदतीने ते कुजतात, कुजल्यामुळे त्यांचा मूळ कडकपणा नाहीसा होतो. त्यांचा रंग काळा पडतो, त्यालाच ह्युमस असे म्हणतात. ह्युमस कणदार आणि सच्छिद्र स्वरूपात आढळते. त्यामध्ये पाणी, कार्बन डाय ऑक्साईड आणि पिकांचे अन्नघटक असतात. निरनिराळ्या जमिनीत कुजण्यासाठी वेगळा कालावधी लागतो. हलक्या व रेटाड जमिनीत ही क्रिया लवकर होते तर भारी जमिनीत ती हळूहळू होते.

जमिनीतील सेंद्रिय पदार्थांत कर्बोव्दि नत्राचे प्रमाण बऱ्याच अंशी स्थिर असते. सर्वसाधारणपणे जमिनीत हे प्रमाण १०-१२ : १ असे असते. उष्ण हवामानात कर्ब प्रमाण कमी राहत असल्याने हे कर्ब : नत्र गुणोत्तर कमी राहते. तसेच जमिनीच्या खालील थरात हे गुणोत्तर कमी राहते. वनस्पतीत हे प्रमाण २०-९०:१ असे असते. कडधान्यात कमी व तृणधान्यात हे प्रमाण जास्त असते. सुक्ष्म जीवजंतूत, प्राणीमात्रात हे प्रमाण ४-९ : १ असे असते. त्यामुळे पिकांचे अवशेष जमिनीत घालतांना सेंद्रिय कर्ब, नत्राचे मानाने जास्त दिला जातो. याचा परिणाम जमिनीतील नत्राचे उपलब्धतेवर व कर्ब नत्र प्रमाण स्थिर करण्याकडे होतो. सेंद्रिय पदार्थ जमिनीत घातल्यानंतर सुरुवातीचे १५-२० दिवसांत कर्ब पदार्थांचे विघटन होऊन कर्बोद्विप्राणीलवायु निर्माण होतो. यावेळी जमिनीतील नायट्रेटचे प्रमाण कमी होते. नत्राचा उपयोग सुक्ष्म जीवजंतू त्यांचे वाढीसाठी करतात. यावेळी पिकांना नत्र कमी उपलब्ध होते. त्यानंतर कर्ब कमी झाल्याने कर्ब : नत्र प्रमाण स्थिरावते.

सेंद्रिय पदार्थांचा जमिनीवर होणारा परिणाम :

कुजलेले सेंद्रिय पदार्थ (ह्युमस) जास्त पाणी शोषून घेतात आणि धरून ठेवतात. स्वतःच्या वजनाच्या जवळजवळ पावणेदोन पट पाणी शोषण्याची क्षमता ह्युमस मध्ये आहे. त्यामुळे जमिनीची पाणी धरून ठेवण्याची (जलधारण) क्षमता वाढते. ह्युमस मध्ये विषमकणाकर्षण (अॅडेजिव्ह प्रेशर) व समकणाकर्षण (कोहिजिव्ह प्रेशर) वाढण्याची क्षमता आहे. वाळुयुक्त आणि चिकण मातीचा पोत ह्युमस मुळे वाढतो. रेटाड जमिनीतील कण ह्युमसमुळे एकमेकास चिकटून राहतात. त्यामुळे अशा जमिनीचा पोत सुधारतो. तसेच चिकण जमिनीचाही पोत सुधारतो. जमिनीत अन्नाश वाढतो. जमिनीचा रंग काळसर होतो व त्यामुळे जमिनीची उष्णताग्रहणशक्ती वाढते. उपयुक्त जिवाणूंची वाढ होते. नत्र आणि इतर अन्नद्रव्ये वनस्पतींना उपलब्ध होतात. सेंद्रिय पदार्थांमुळे वनस्पतींना पोषक द्रव्ये विद्राव्ये स्थितीत उपलब्ध होतात. उदा. हवेतील नायट्रोजन हा वनस्पतींना उपलब्ध होतो. कोरड्या, उष्ण प्रदेशातील जमिनीत सेंद्रिय पदार्थ कमी प्रमाणात असतात. त्यासाठी शेणखत, हिरवळीचे खत किंवा कंपोस्ट खतांचा पुरवठा करून

सेंद्रिय पदार्थांचा अभाव भरून काढता येतो. थंड आणि दमट प्रदेशातील जमिनीत सेंद्रिय पदार्थ अधिक असतात. परंतु अशा जमिनीत अधिक आम्लता असल्याने सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन होण्यास वेळ लागतो.

३) जमिनीतील ओलावा :

प्राण्यांप्रमाणेच वनस्पतींचे जीवन सुद्धा पाण्यावर अवलंबून असते. वनस्पतींच्या जीवनात पाण्याला अतिशय महत्त्व आहे. जमिनीशिवाय वनस्पती जगू शकतील पण पाण्याशिवाय त्या जगू शकणार नाहीत.

पाण्याचे महत्त्व :

वनस्पतींची अन्नद्रव्ये जमिनीतील पाण्यात विरघळता त्या स्थितीला मृदा द्रावण (सॉईल सोल्युशन) असे म्हणतात. पिकांची जमिनीतील मुळे हे द्रावण शोषून घेतात. आपण पिकांना खते घालतो. खतांमधील अन्नद्रव्ये प्रथम जमिनीतील पाण्यात विरघळतात आणि मुळांवाटे शोषली जातात. त्यामुळे झाडांची वाढ होते. मृदा द्रावण मुळांद्वारे शोषल्यानंतर ते खोड आणि पाने असा प्रवास करून त्यातील पाणी पानातील पर्णरंध्रांमधून वाफेच्या रूपात बाहेर पडते त्यास बाष्पोच्छ्वास (ट्रान्सपिरेशन) असे म्हणतात. सुर्यप्रकाशात, कोरड्या हवामानात किंवा वारा वाहत असतांना बाष्पोच्छ्वास जास्त वेगाने होतो. पाणी हे स्वतः अन्नाश आहे. वनस्पतीचा एक किलो शुष्क भाग तयार होण्यासाठी ३०० ते १००० लिटर पाणी लागते. पिकांचे उत्पादन हे जमिनीतील पाण्याच्या प्रमाणावर अवलंबून असते. पाण्यामुळे खडकाची झीज होऊन गाळ तयार होतो. जमिनीचे भौतिक, रासायनिक आणि जैविक कार्य सुरळीत चालण्याकरिता जमिनीत पाणी असावे लागते. हे कार्य सतत चालू असते. यामुळे जमिनीतील पिकांचे अन्न, सेंद्रिय पदार्थ आणि सुक्ष्म जीवाणू वाढत असतात. जमिनीचा पोत सुधारतो आणि मुळांना हवेचा पुरवठा होतो.

४) जमिनीतील हवा :

जमिनीचा काही भाग मातीच्या कणांनी व्यापलेला असतो तर काही भाग पाणी आणि हवा यांनी व्यापलेला असतो. जमिनीतील पाणी आणि हवा यांचे प्रमाण एकमेकांशी व्यस्त असते. म्हणजेच जमिनीतील पाण्याचे प्रमाण वाढले की हवेचे प्रमाण कमी होते. जमिनीतील सच्छिद्रता (पोरोसिटी) नेहमी मातीच्या कणांच्या आकारावर अवलंबून असते. जमिनीतील छिद्रे ही पाणी आणि हवा यांनी भरलेली असतात. यामुळे पिकांना लागणारी आणि जमिनीत असणारी पोषक द्रव्ये पिकांना पुरविण्यासाठी या छिद्रांचा उपयोग होतो. जमीन कितीही घट्ट असेल अगर तिच्यातील मातीचे कण एकमेकांना कितीही घट्ट चिकटलेले असतील तरीही जमिनीत मोकळी जागा असते. आपण जमिनीत पाणी ओतल्यास पाणी मुरते. जमिनीत हवा आणि पाणी यांचे प्रमाण सारखे असेल तर ती जमीन पीक वाढीसाठी चांगली असते. म्हणून हे प्रमाण टिकविणे फार महत्त्वाचे आहे. जमिनीतील हवा प्रामुख्याने सुक्ष्म सजिवांची वाढ होण्यासाठी तसेच सेंद्रिय पदार्थ कुजविण्यासाठी उपयोगी पडते. जिवाणूमार्फत नत्राचे स्थिरीकरण होऊन जमीन सुपीक बनते. कार्बन डाय ऑक्साईड, पाणी आणि उष्णता यांच्या मार्फत जमिनीत रासायनिक क्रिया घडतात. त्यामुळे पिकांचा आवश्यक अन्नाश वाढतो आणि जमीन सुपीक बनते.

जमिनीतील हवेचे घटक :

जमिनीतील हवा आणि जमिनीवरील हवा यांच्या घटकांच्या प्रमाणामध्ये फरक असतो. (तक्ता २.१) जमिनीतील हवेमध्ये कार्बन डाय ऑक्साईड वायूचे प्रमाण जास्त तर ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी असते. तसेच जमिनीतील हवेत बाष्पाचे (वॉटर व्हेपर) प्रमाण वातावरणातील बाष्पापेक्षा जास्त असते. वातावरणातील व जमिनीतील नायट्रोजनचे प्रमाण जवळजवळ सारखेच असते.

तक्ता क्र. २.१ जमिनीतील हवा आणि जमिनीवरील हवा यांमधील वायूंचे प्रमाण :

अ.क्र.	वायू	जमिनीतील हवा		जमिनीवरील हवा (शेकडा प्रमाण)
		समशीतोष्ण प्रदेश (शेकडा प्रमाण)	उष्णप्रदेश (शेकडा प्रमाण)	
१	नायट्रोजन	७९-८१	८६-९१	७८
२	ऑक्सिजन	१५-२१	८-१९	२१
३	कार्बन डाय ऑक्साईड	०.२-४.५	१.०-५.०	०.०३

जमिनीतील वायूंचे प्रमाण हे जमिनीचा प्रकार, जमिनीची स्थिती, पिकांचा प्रकार, जिवाणूंची हालचाल व कार्य, ऋतूमान, इत्यादींवर अवलंबून असते आणि ते परिस्थितीनुसार कमी जास्त होते.

वनस्पतींची मुळे ऑक्सिजन घेतात आणि कार्बन डाय ऑक्साईड वायू बाहेर सोडतात. तसेच सेंद्रिय पदार्थ कुजल्यामुळेही कार्बन डाय ऑक्साईड वायू तयार होतो. त्यामुळे त्याचे जमिनीतील प्रमाण नेहमीच्या प्रमाणापेक्षा जवळपास तीन ते सहा पट जास्त असते. त्यामुळे जमिनीतील खनिज द्रव्ये विरघळण्यास मदत होऊन वनस्पतींना अन्नाश मिळतो.

जमिनीतील हवेमधील ऑक्सिजनचे प्रमाण हे जमिनीवरील हवेतील ऑक्सिजनच्या प्रमाणापेक्षा कमी असते. जमिनीतील ऑक्सिजन वायूला वनस्पतीच्या वाढीच्या दृष्टिने फारच महत्त्व आहे. ऑक्सिजन उपलब्ध झाल्यामुळे पिकांच्या मुळ्या श्वासोच्छ्वास करू शकतात. जमिनीतील जिवाणूंना ऑक्सिजनची जरूरी असते. जमिनीतील रासायनिक क्रियेला सुध्दा ऑक्सिजनची जरूरी असते. वरील कारणांसाठी जमिनीतील ऑक्सिजनचे प्रमाण समतोल ठेवणे आवश्यक आहे. त्यासाठी नांगरणी, कोळपणी, खुरपणी इत्यादी मशागतीची कामे करणे आवश्यक असते.

जमिनीच्या पृष्ठभागातील वरील मातीतील थरात ऑक्सिजनचे प्रमाण हे त्या खालील मातीच्या थरापेक्षा नेहमी जास्त असते. कोरड्या हवामानात जमिनीमध्ये प्राणवायूचे प्रमाण पावसाळी हवामानापेक्षा जास्त असते. पिकांच्या पोषक वाढीसाठी जमिनीत हवा खेळती ठेवणे महत्त्वाचे आहे.

जमिनीतील हवा खेळती ठेवल्यामुळे पिकांची योग्य वाढ होते, बियांची उगवण चांगली होते, तसेच जमिनीतील उपयुक्त सजिवसृष्टिची उत्तम व भरपूर वाढ होते. जमिनीत हवा खेळती राहिली नाही तर मुळांची वाढ होत नाही पर्यायाने पिकांची वाढ खुंटते आणि मुळावर विविध रोग येतात. उदा. विल्ट, डायबॅक, मूळकूज, खोडकूज. याशिवाय जमिनीत डायहायड्रॉक्सीस्टेरिक आम्ल, ब्युटॅरिक आम्ल, लॅक्टिक आम्ल या सारखे विषारी आणि घातक पदार्थ तयार होतात.

जमिनीतील जैविक घटक व गुणधर्म :

जमिनीमध्ये जिवाणू, बुरशी, अँक्टिनोमायसेट्स्, शेवाळ या सुक्ष्म वनस्पती आणि आदिजीव (प्रोटोजोआ), सूत्रकृमी (निमॅटोड) हे सूक्ष्म प्राणी आणि गांडूळे यांचा प्रामुख्याने समावेश होतो. जमिनीतील सजीव प्रामुख्याने जमिनीच्या सुमारे ३० सें.मी. जाडीच्या वरच्या थरात आढळतात. शेतजमिनीच्या वरच्या थरातील सेंद्रिय पदार्थ हा वनस्पती, प्राणी व सुक्ष्म जीव यांच्या अवशेषांपासून तयार झालेला असतो. सेंद्रिय पदार्थाचे प्रथम तपकिरी काळ्या रंगाच्या ह्युमस नावाच्या पदार्थांमध्ये व नंतर वनस्पतीच्या पोषणास सुलभ अशा कार्बन, नत्र, स्फुरद, पालाश, गंधक या सारख्या मुळघटकात रूपांतरीत होते. हे कार्य जमिनीतील विविध सुक्ष्म जीव त्यांच्या स्वतःच्या पोषणाबरोबर करीत असतात. कार्बनी पदार्थातील शर्करा, तवकीर (स्टार्च) व प्रथिने यांचे विघटन प्रथम घडून येते. त्यानंतर सेल्युलोज व स्निग्ध पदार्थ आणि सर्वात शेवटी लिग्निनचे विघटन होते. जमिनीतील जिवाणू अँक्टिनोमायसेट्स् व बुरशी यांचा सेंद्रिय पदार्थाच्या विघटनात प्रमुख वाटा असतो. जमिनीतील सेंद्रिय पदार्थाचे प्रमाण वाढल्यास सुक्ष्म जिवांचीही संख्या वाढते.

जमिनीत सुक्ष्म जिवांची संख्या सर्वत्र सारखीच नसते. वनस्पती आणि प्राणी यांच्या कुजणाऱ्या अवशेषांच्या कणांभोवती जिवाणू मोठ्या संख्येने आढळून येतात. जमीन जितकी जास्त सुपीक असेल त्याप्रमाणात सुक्ष्म जिवांची संख्या जास्त असते. जमिनीच्या सुपीकतेबरोबरच जमिनीतील ओलाव्याचे प्रमाण, तापमान, सेंद्रिय पदार्थाचे प्रमाण, जमिनीचा सामू व मशागत यांवर सुक्ष्म जिवांची वाढ आणि विकास अवलंबून असतो. जमिनीतील बहुसंख्य सुक्ष्मजीव ६.८ ते ७.२ सामू असलेल्या जमिनीत विशेष क्रियाशील असतात. काही अपवाद वगळता सर्व सुक्ष्म जिवांना ऑक्सिजनचा पुरवठा आवश्यक असतो आणि तसा तो उपलब्ध असल्यास सेंद्रिय पदार्थाच्या विघटनाची क्रिया जलद गतीने होते. शेतजमिनीतील सजीव सृष्टीमध्ये सुमारे ९० टक्के जिवाणू, ९ टक्के अँक्टिनोमायसेट्स् आणि १ टक्का बुरशी व शेवाळ असतात. सुक्ष्म प्राण्यां मध्ये आदिजिवांची संख्या सूत्रकृमी गांडूळांपेक्षा जास्त असते. जमिनीतील काही सजीव पिकांच्या वाढीसाठी उपयुक्त असतात. ते वातावरणातील नत्राचे स्थिरीकरण करून पिकांचे पोषण करतात. वाढवर्धक पदार्थ पुरवितात आणि पिकाची रोगप्रतिकारक शक्ती वाढवितात. तर काही सजीव अपायकारक असतात. उदा. बुरशी, सूत्रकृमी आणि काही जिवाणूमुळे पिकावर रोग पडतात. अशाप्रकारे सेंद्रिय पदार्थ व जिवजंतूस जमिनीचे महत्त्वाचे पूरक घटक म्हणून संबोधतात.

प्रकरण - ३

जमिनीचे भौतिक गुणधर्म

जमीन पिकांना आधार देते व अन्नद्रव्यांचा पुरवठा करते. काही जमिनी कमी सुपीक तर काही जमिनी जास्त सुपीक असतात. जमिनीचा उपयोग कसा करावयाचा हे जमिनीच्या गुणधर्मावरून ठरविले जाते. जमिनीचे भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्म असतात. या तिन्ही गुणधर्मांचा पीक वाढीवर परिणाम होत असतो. त्यामुळे वनस्पती वाढीसाठी पोषक वातावरण रहावे म्हणून या तिन्ही गुणधर्मांची माहिती असणे आवश्यक आहे.

जमिनीचे भौतिक गुणधर्म

जमिनीतील खनिज पदार्थ व सेंद्रिय पदार्थ यांची जीवजंतूंचे समवेत होणारी घडण यावर भौतिक गुणधर्म अवलंबून असतात. जमिनीच्या भौतिक गुणधर्मांमध्ये जमिनीचा पोत, रचना (घडण), घनता, पोकळी अथवा सच्छिद्रता, रंग, स्थिरता, तापमान यांचा समावेश होतो.

१. जमिनीचा पोत (सॉईल टेक्चर)

जमिनीचा पोत म्हणजे जमिनीतील वाळू (जाड व बारीक), गाळ (पोयटा) व चिकण माती यांचे परस्परश्री असणारे प्रमाण होय. जमिनीत या चारही प्रकारच्या मातीचे कण कमी अधिक प्रमाणात असतात. त्यांच्या प्रमाणावरून जमिनीचा पोत ठरविला जातो. मातीच्या कणांचे प्रमाण किती आहे हे पाहण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय मान्यता प्राप्त भौतिक पृथःकरण (मेकॅनिकल अॅनालिसीस) पद्धत उपयोगात आणतात. यासाठी इंटरनॅशनल पीपेट - बीकर पध्दतीचा उपयोग करतात.

जमिनीच्या पोतावर तिचे अनेक गुणधर्म अवलंबून असतात. जमिनीतील पाण्याची चलनवलनक्षमता देखील जमिनीच्या पोतावरच अवलंबून असते. भारी पोताच्या जमिनीत बारीक कणांचे प्रमाण, खनिज द्रव्यांचा साठा आणि जमिनीची जलधारणाशक्ती देखील अधिक असते. म्हणून पिकांच्या दृष्टिने भारी जमिनी सुपीक असतात. भारी पोताच्या जमिनी पाण्याच्या शोषणामुळे फुगतात, उन्हाळ्यात वाळतात व अंकुचन पावतात आणि जमिनीस मोठ्या भेगा पडतात. मातीचे कण जितके सुक्ष्म तितकी जलधारणाशक्ती अधिक असते. भारी पोताच्या जमिनीत पाणी माती मधील सुक्ष्म कणातील पोकळीत साठून राहते व केशाकर्षणामुळे ते बऱ्याच काळापर्यंत पिकाच्या मुळांना मिळू शकते. हलक्या पोताच्या अथवा वाळूसर जमिनीत पाणी फारवेळ राहत नाही. त्यामुळे पिकास दिलेले खत निचऱ्यावाटे बाहेर पडण्याची शक्यता अधिक असते.

२. जमिनीची रचना (सॉईल स्ट्रक्चर)

मातीत असणारे चारही वर्गांचे कण वेगवेगळ्या प्रकारे एकत्रित येतात. त्यामुळे जमिनीस विविध प्रकारच्या घडणी प्राप्त होतात. या मातीच्या कणांच्या विविध रचनेस जमिनीची घडण (सॉईल स्ट्रक्चर) किंवा जमिनीची रचना असे म्हणतात.

३. जमिनीची घनता (सॉईल डेन्सिटी)

मातीत असणाऱ्या विविध घन पदार्थांमुळे मातीला घनता प्राप्त होते. मातीत ब्रॉटझ किंवा सिलीका आणि फेल्डस्पार ही प्रमुख खनिजे असतात. या खनिजांची घनता २.५ ते २.८ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. असते. त्यामुळे जमिनीतील मातीची घनता देखील याच मर्यादेत येते. परंतु मातीत जैविक घटकांचे प्रमाण अधिक असेल तर जमिनीची घनता कमी होते. या उलट मातीत जर अधिक वजनाचे खनिज घटक जास्त प्रमाणात असतील तर जमिनीची घनता वाढते. स्थूल मानाने मातीची खरी घनता (पार्टिकल डेन्सिटी) २.६५ ग्रॅम / घन सें.मी. धरली जाते. या घनतेला मातीच्या घनकणांची घनता असे म्हणतात. कणांच्या आकारमानाचा या घनतेवर काहीही परिणाम होत नाही. या घनतेवरून सर्वसामान्य जमिनीच्या एक हेक्टर क्षेत्राचे व तिच्या नांगरटीच्या खोलीपर्यंतच्या थराचे (सुमारे १५ सें.मी.) वजन काढता येते. ते वजन सुमारे २.२४ ते १० लाख किलो ग्रॅम असते. म्हणजेच एक हेक्टर जमिनीवरील १५ सें.मी. खोलीच्या मातीचे एकूण वजन २२ लाख ४० हजार किलो ग्रॅम भरते. जमिनीच्या वजनावरून अशा जमिनीत हेक्टरी किती प्रमाणात पाणी, जैविक पदार्थ आणि पीक पोषक खनिज द्रव्ये आहेत याचा अंदाज घेता येतो. जमिनीची घडण व भू- कणांची रचना यावर जमिनीचे वजन अवलंबून असते.

जमिनीची घनता दोन प्रकारची असते. १. खरी घनता (पार्टिकल डेन्सिटी) जमिनीत असणाऱ्या प्रत्यक्ष कणांची घनता, २. आभासी घनता (बल्क डेन्सिटी) - यात कणांबरोबर अंतर्गत पोकळीचा समावेश असतो. आभासी घनतेमुळे आपणास मातीच्या सच्छिद्रतेविषयी तसेच मातीच्या कणांच्या रचनेविषयी कल्पना येते. चांगल्या संरचनेतील माती जास्त सच्छिद्र असते आणि तिची घनता १.१ ते १.५ ग्रॅम / घन सें.मी. पर्यंत असते. परंतु वाळूसर जमिनीची आभासी घनता मात्र १.४ ते १.८ ग्रॅम / घन सें. मी.

पर्यंत असते.दोन्ही प्रकारामुळे जमिनीत असणाऱ्या पोकळीचे मोजमाप करता येते. शेत जमिनीची पोकळी अगर सच्छिद्रता खालील सुत्राच्या सहाय्याने काढता येते.

आभासी घनता

$$\text{जमिनीतील पोकळी (\%)} = (9 - \text{-----}) \times 100$$

खरी घनता

साधारणपणे चांगल्या शेतजमिनीत ही पोकळी ५० टक्क्यांपर्यंत असते. सहसा ती २० टक्क्याच्या खाली जात नाही . मातीच्या कणांच्या संरचनेनुसार ही पोकळी २५ ते ५० टक्क्यांपर्यंत असते.

ज्या जमिनीत सच्छिद्रता पोकळी मातीच्या वजनाच्या मानाने जास्त असते. त्या ठिकाणी मातीचा अपेक्षित भार तुलनात्मक दृष्ट्या कमी असतो. पोयटा, गाळ किंवा चिकण माती आणि चिकण पोयटाच्या जमिनीत हा भाग वाळुमय पोयट्यापेक्षा कमी भरतो. वाळुसर जमिनीत सेंद्रिय पदार्थ कमी असतात. त्यामुळे मातीचे कण एकमेकांना चिकटून राहतात.

जमिनीचे वजन (सॉईल वेट)

जमिनीला वजन असते. ही गोष्ट निर्विवाद आहे.जमिनीतील पाणी, सेंद्रिय पदार्थ व पिकांच्या अंजाशाचे शेकडा प्रमाण काढण्यासाठी, जमिनीचे वजन माहित असणे आवश्यक असते. जमिनीचे घटक व भू- कणांची संरचना यावर जमिनीचे वजन अवलंबून असते.

४) जमिनीतील हवेची पोकळी (सच्छिद्रता)

जमिनीतील हवेची पोकळी म्हणजे जमिनीची पाणी आणि हवा यांनी व्यापलेली जागा होय. मातीच्या कणांच्या रचनेमुळे ही पोकळी निर्माण होते. जर मातीचे कण एकमेकांना चिकटलेले असतील तर पोकळी लहान राहते. खरी घनता आणि आभासी घनता यांच्या सहाय्याने जमिनीतील सच्छिद्रता काढता येते. जमिनीतील सच्छिद्रता/ पोकळी मशागतीच्या शेतात ३० ते ६० टक्क्यांपर्यंत असते. ही पोकळी ज्या जमिनीत वाळू आहे, तेथे ३० टक्के तर ज्या जमिनीत गाळ जास्त आहे तेथे ६० टक्के असते. नांगरणी नंतर ही पोकळी मोठी होते, नंतर ती कमी होते. वरच्या थरात ही पोकळी जास्त तर खालच्या थरात कमी असते. जमिनीचा पृष्ठभाग वाळुमय असेल तर जमिनीतील सच्छिद्रता पोकळी ३० ते ५० टक्के आणि मध्यम ते चांगल्या घडणीच्या जमिनीत ४० ते ६० टक्के असते. जमिनीत सतत पिके घेतली गेली तर पोकळी कमी होते. सेंद्रिय पदार्थांमुळे सच्छिद्रता /पोकळीत वाढ होते. सच्छिद्रता /पोकळीचा आकार दोन प्रकारचा असतो. १. मोठा (सुकुम) २. लहान (अतिसुकुम). ज्या रंध्राचा आकार ०.०६ मिलीमीटरपेक्षा कमी असतो त्यास लहान पोकळी तर त्यापेक्षा आकार मोठा असतो त्यास मोठी पोकळी असे म्हणतात. मोठ्या आकाराच्या पोकळीतून पाणी आणि हवा यांची चांगली हालचाल होते. याउलट जेथे लहान पोकळी आहे तेथील जमिनीत विशेष करून पाणीच असते. तेथे हवेचे प्रमाण फारच कमी किंबहुना शून्य असते. रंध्राच्या पोकळीचा आकार हा एकूण पोकळीपेक्षा महत्वाचा आहे.

५) जमिनीचा रंग (सॉईल कलर)

जमिनीचा रंग हा एक महत्वाचा गुणधर्म असून जमीन तयार होण्यासाठी लागणाऱ्या अनेक प्रक्रियांचा तो परिपाक असतो. आपल्याकडील बहुतेक सर्व जमिनी सह्याद्रीच्या काळ्या दगडापासून (डेक्कन ट्रॅप)तयार झालेल्या आहेत. याच खडकास 'बेसाल्ट' दगड असेही म्हणतात. जमिनीचा मुळचा रंग खडकाच्या रंगाप्रमाणे असतो. उदा. काळी जमीन काळ्या खडकापासून तर तांबडी जमीन जांभ्या खडकापासून बनलेली आहे. पांढऱ्या रंगाची जमीन फेल्डस्पार या खडकापासून बनलेली आहे. सेंद्रिय पदार्थ आणि लोहाचे भस्म यांच्यामुळे जमिनीचा मुळचा रंग बदलतो. सेंद्रिय पदार्थांमुळे (ह्युमस) जमिनीचा रंग काळा पडतो. जमिनीत ह्युमस कमी असेल तर जमीन फिकट रंगाची दिसते. मातीत सेंद्रिय पदार्थ, चुना विपुल प्रमाणात असेल तर मातीला गडद रंग येतो. जमिनीत लोहाचे क्षार जास्त असतील तर जमिनीला तांबडा रंग येतो. निरनिराळ्या प्रकारच्या लोहक्षारानुसार जमिनीस तांबूस, पिवळसर, तपकिरी रंग प्राप्त होतो. जमिनीत आभ्रकाचा अंश असेल तर त्या जमिनीला एकप्रकारची चमक येते. जमिनीत गारगोटी आणि रेती यांचा अंश असेल तर जमिनीचा रंग धूसर पांढरा दिसतो. जमिनीच्या रंगावरून जमिनीच्या सुपिकतेची कल्पना येत नाही. मातीचा रंग तपासून पाहण्याचे एक शास्त्र आहे. या करीता रंगाचे तक्ते अथवा फिरती तबकडी वापरून रंग ठरविता येतो. फिरत्या तबकडीमुळे जमिनीच्या प्राथमिक रंगाचे प्रमाण कळू शकते. मुनसेल कलर चार्ट्स् चा उपयोग करून मातीचा रंग ओळखता येतो. या तक्त्यावरून मुळ रंग, त्यांच्या विविध छटा व रंगस्तरता कळून येतात.

हवामानाचा जमिनीच्या रंगावर विशेष परिणाम दिसून येतो. वेगवेगळ्या हवामानातील जमिनींचा रंग वेगवेगळा आहे. उदा. १. उष्ण कटीबंधातील दमट हवामानातील जमीनी लाल किंवा तांबड्या, २. समशितोष्ण कटीबंधातील काळ्या जमिनी, ३. शीत

कटीबंधातील कोरड्या हवामानातील पिवळट अथवा बदामी जमिनी, ४. भूमध्य प्रदेशावरील हवामानातील तांबड्या भारी पोताच्या किंवा विटकरी रंगाच्या जमिनी.

जमिनीचा उंच सखलपणा, पाण्याचा होणारा निचरा व हवामान यावर जमिनीचा रंग अवलंबून असतो. माथ्यावरील जमिनी हलक्या व फिक्या रंगाच्या दिसतात तर सखल भागातील जमिनीचा रंग गडद दिसतो. जेथे धूप होते तेथे रंग फिकट असतो. जेथे कण किंवा गाळ साचतो तेथे रंग गडद असतो. काळ्या भारी जमिनीची धूप झाल्यास तिचा रंग भुरकट काळा होतो. ज्या जमिनीत क्षारांचे प्रमाण जास्त असते त्या ठिकाणच्या पृष्ठभागावरील मातीचा रंग भुरकट पांढरा दिसतो.

६) जुळती - मिळती स्थिरता (सॉईल कन्सिस्टन्सी)

जमिनीची मशागत करतांना कोरड्या अवस्थेत कण समूहाच्या रगडण्याचे क्रियेस प्रतिकार किंवा ओलेपणी आकारमान टिकविण्याची पात्रता या भौतिक गुणधर्मास जुळती मिळती स्थिरता म्हणतात. कणांचे चिकटणे आणि मातीकण व पाणी या मधील आकर्षण यामुळे नांगरटीचे वेळी मातीमध्ये प्रतिकारशक्ती निर्माण होते व त्यामुळे मातीची भुकटी होत नाही . अशावेळी मातीकण रचना व एकूण कणसमूह आकार टिकविला जातो. माती कणसमूहावर जोर आला असतांना योग्य तो आकार घेऊन जोर कमी होताच मुळचा आकार पुर्ववत होण्याची जमिनीची पात्रता महत्त्वाची असते. अशी परिस्थिती जमिनीचा पोत व त्यातील सेंद्रिय पदार्थावर अवलंबून असते. चिकण मातीयुक्त ओलसर जमिनीत ही स्थिरता चांगली तर वाळुसर जमिनीत कमी असते.

७) जमिनीचे तापमान

पिकांच्या वाढीसाठी जमिनीतील उष्णतेला (तापमान)फारच महत्त्व आहे. बी रुजण्यापासून ते पीक काढण्यापर्यंत उष्णतेची जरूरी असते. अती कमी किंवा अती जास्त उष्णता बी रुजण्यासाठी हानिकारक ठरते. वनस्पतीची योग्य वाढ होण्यासाठी उष्णतेची जरूरी असते. जमिनीत सूक्ष्मजीव, कीटक, वनस्पतींच्या मुळ्या, इत्यादी कुजल्यामुळे उष्णता निर्माण होते. जमिनीतील रासायनिक क्रियेसाठी उष्णतेचा उपयोग होतो. उष्णतेमुळे सेंद्रिय पदार्थ कुजून पिकांना योग्य असा अंन्नाश निर्माण होतो. पाण्याचे चलनवलनही उष्णतेवर अवलंबून असते. जमिनीचा रंग, उतार, पाऊस आणि वारा यावर उष्णतेचे प्रमाण अवलंबून असते. सूक्ष्मजंतूंची वाढ होण्यासाठी आणि त्यांच्या क्रियाशिलतेसाठी उष्णतेचा उपयोग होतो. पांढऱ्या किंवा भुरकट जमिनीपेक्षा काळ्या जमिनी उष्णता अधिक शोषून घेतात. वारा वाहताना आणि पाऊस पडताना जमिनीतील उष्णता कमी होते. सूक्ष्म जिवांची वाढ होण्यासाठी आणि त्यांचा पिकांच्या वाढीसाठी उपयोग करून घेण्यासाठी उष्णतेचा उपयोग होतो. जमिनीत उष्णता निर्माण होण्यासाठी सूर्यकिरणांचा उपयोग होतो. सूर्यकिरण जमिनीच्या पृष्ठभागावर पडल्यामुळे जमिनीत उष्णता शोषली जाते. जमिनीतील उष्णता अनेक कारणांमुळे कमी जास्त होते. त्या कारणांमध्ये जमिनीचा प्रकार, जमिनीचा रंग, जमिनीतील पाणी, जमिनीवरील पिके व वनस्पती, जमिनीचा पृष्ठभाग, वातावरण इत्यादींचा समावेश होतो.

जमिनीच्या पृष्ठभागावरील माती सूर्याच्या प्रखर उन्हामुळे तापते. ती उष्णता हळूहळू खालच्या थराकडे जाते. परंतु जास्त खोलीवर मात्र या उष्णतेचा परिणाम होत नाही. जमिनीचे किमान तापमान सूर्योदयापूर्वी असते आणि दुपारी २ वाजता सर्वात जास्त तापमान असते, दुपारी २ ते ४ पर्यंत स्थिर राहते. नंतर ते हळूहळू कमी होत जाते. जमिनीचे कमाल तापमान ३५ ते ४५ अंश सेल्सिअस पर्यंत जाते. किमान तापमान १४ ते १५ अंश सेल्सिअस पर्यंत जाते. पिकाखालील जमिनीचे तापमान कमी असते. भारी पोताच्या जमिनीत आर्द्रता जास्त असते म्हणून तापमान कमी असते तर हलक्या पोताच्या जमिनीत आर्द्रता कमी असते म्हणून तापमान जास्त असते. जमिनीचा रंग गडद काळा असल्यास ती जास्त उष्णता शोषून घेते. खोल जमिनी कमी तापतात तर उथळ जमिनी जास्त तापतात.

उन्हाळ्यात काळी जमीन अधिक उष्णता शोषून घेते. उताराच्या जमिनीपेक्षा सपाट जमिनी जास्त तापतात. निरनिराळ्या हंगामात दक्षिणेकडील उताराची जमीन कमीअधिक तापते म्हणून फळबाग लावतांना जमिनीचा उतार कोणत्या दिशेला आहे हे पाहतात. उघड्या जमिनी वनस्पतीने आच्छादलेल्या जमिनीपेक्षा लवकर तापतात आणि लवकर थंड होतात. जंगलांच्या जमिनीतील उष्णतामानावर परिणाम होतो. जमिनीतील पाण्याचा निचरा केल्यास जमीन उबदार राहते. म्हणून वापसा झाल्यानंतर बी पेरतात. जमिनीतून उष्णतेचे उत्सर्जन झाल्यामुळे जमिनीतील उष्णतेचा न्हास होतो. जमिनीतील पाण्याच्या बाष्पीभवनामुळे जमिनीतील उष्णतेचा न्हास होतो.

प्रकरण - ४

जमिनीचे रासायनिक गुणधर्म

जमिनीच्या रासायनिक गुणधर्मांमध्ये जमिनीचा आम्ल- विम्ल निर्देशांक , आघात प्रतिबंधक क्षमता, क्षारता, सेंद्रिय कर्ब, कलील, आयन विनिमय क्षमता, अल्कसंतृप्ती, विद्युतवाहता व मृदा विद्राव यांचा समावेश होतो.

१. आम्ल विम्ल निर्देशांक (पी.एच./ सामू)

शेत जमिनीचा आम्ल विम्ल निर्देशांक अथवा सामू हा अतिशय महत्वाचा गुणधर्म आहे. जमीन आम्ल आहे, विम्ल आहे किंवा उदासिन आहे, हे जमिनीच्या सामूवरून समजते. जमिनीचा आम्ल विम्ल निर्देशांक मुल्यात मोजतात. सोरेन्सन या डॅनिस शास्त्रज्ञाने सामूचे प्रमाण हायड्रोजन आयनांच्या प्रमाणाच्या घातांकावर ठरविले आहे. हायड्रोजन किंवा हायड्रॉक्सिल आयन यांच्या परस्पर संबंधातून निर्माण होणाऱ्या त्याच्या द्रव रूपातील ठराविक प्रमाणावर त्या द्रावनाचा सामू अवलंबून असतो. उदासिन द्रवामध्ये हायड्रोजन व हायड्रॉक्सिल दोन्ही आयन संतुलीत असतात, हायड्रोजन व हायड्रॉक्सिल यांचे मुख्य सारखे असल्यास सामू ७ असतो. सामू ६ असतांना हायड्रोजन आयन प्रबळ असतो व तो १० पटीने जास्त असतो. परंतु हायड्रॉक्सिल आयन त्याप्रमाणात खूपच कमी होतो व तो फक्त एक दशांश असतो याचाच अर्थ या द्रावणात हायड्रोजन आयनाचे प्रमाण हायड्रॉक्सिल आयन पेक्षा १०० पटीने जास्त असते. म्हणजेच ते द्रावण आम्लयुक्त असते. याचप्रमाणे सामू ८ असतांना याच्या उलट परिस्थिती असते. म्हणजेच ते द्रावण विम्लयुक्त असते. सर्वसाधारणपणे द्रावणामध्ये हायड्रोजन आणि हायड्रॉक्सिल आयन यांचा गणित शास्त्राच्या दृष्टीने खालील प्रमाणे संबंध असतो.

आम्ल पदार्थात हा अंक ७ पेक्षा कमी व विम्ल पदार्थात तो ७ पेक्षा जास्त असतो. सर्वात जास्त आम्लतेचा निर्देशांक शुन्य तर सर्वात जास्त विम्लतेचा निर्देशांक १४ असतो. शेतजमिनीतील हायड्रोजन, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम आणि पोटॅशियम, आदि धन आयनाच्या प्रमाणावर सामू अवलंबून असतो. या धन आयनामध्ये जसजसे हायड्रोजन आयनचे प्रमाण वाढेल तसतसे सामूमुल्य कमी होत जाते. या उलट कॅल्शियम अगर सोडियम यांचे प्रमाण वाढल्यास त्या प्रमाणात सामूमुल्य वाढते. सामूच्या निरनिराळ्या मुल्यांत मृदा विद्रावात असणारे घटक पुढील प्रमाणे असतात:

द्रावाचा सामू उदासिन (सामू = ७) असतांना प्रामुख्याने कॅल्शियम, मॅग्नेशियम आणि पोटॅशियम, सोडियम यांचे क्लोराईड , बायकार्बोनेट सल्फेट व विद्राव्य सिलीका विद्रावात आढळतात. द्रावाचा सामू आम्लतेकडे झुकल्यास त्यात हायड्रोजन आणि अॅल्युमिनीयम यांची भर पडते. सामू विम्लतेकडे झुकल्यास त्यात कार्बोनेट व हायड्रॉक्साईड आयनची भर पडते. खत टाकलेल्या जमिनी असतील तर अमोनिया, नायट्रेट व फॉस्फेट यांचे प्रमाण जास्त आढळते. जमिनी जास्त निचऱ्याच्या असल्यास अॅल्युमिनीयमचे प्रमाण वाढते. परंतु निचरा निट होत नसल्यास सल्फेट , कार्बोनेट इत्यादी घटकांचे प्रमाण वाढते. जमिनीत जर कार्बनी घटकांचा साठा जास्त असेल तर कार्बनी विद्रावात घटकांचे प्रमाण वाढते.

सामू मोजण्याच्या पद्धती

सामू मोजण्याच्या पद्धतींपैकी तीन पद्धती महत्वाच्या आहेत. त्या म्हणजे इलेक्ट्रोमेट्रीक पद्धत, लोव्हीबॉन्ड तुलना करणारी पद्धत आणि आम्लविम्ल दार्शनिक कागद पद्धत.

१) इलेक्ट्रोमेट्रीक पद्धत :

सामू मापक (पी.एच. मीटर) या विद्युत यंत्राच्या सहाय्याने शेतजमिनीचे पी.एच. मुल्य मोजले जाते. ही एक अचूक पद्धत असून तिचा वापर मोठ्या प्रमाणात करतात. या पद्धतीत चार प्रकारच्या विद्युत अग्रांचा (इलेक्ट्रोड) वापर केला जातो.

२) आम्ल-विम्ल दार्शनिक/लिटमस कागद पद्धत :

हा लिटमस कागद ओल्या मातीत ठेवल्यास आम्ल-विम्लते प्रमाणे त्याच्या रंग छटा बदलतात व त्या रंगावरून जमिनीचा आम्ल विम्ल निर्देशांक ढोबळ स्वरूपात काढता येतो.

सामूचा पिकांची वाढ व जमिनीवर होणारा परिणाम:

अ) मुलद्रव्यांचा पुरवठा आणि पिकांचे उत्पादन :

जमिनीच्या सामूवरून त्या जमिनी कोणत्या परिस्थितीत तयार झाल्या आहेत याची स्थूल मानाने कल्पना येते. सर्वसाधारणपणे जास्त पावसाळी परंतु उष्ण प्रदेशात आम्ल जमिनी व कमी पावसाळी परंतु उष्ण प्रदेशात विम्ल जमिनी आढळतात. त्यावरून सामूच्या प्रमाणात पिकांच्या वाढीवर आणि त्यांना उपलब्ध होणाऱ्या मुलद्रव्यांवर परिणाम होतो. काही मुलद्रव्ये विशेष स्थितीतच उपलब्ध होतात. जमिनीच्या आम्ल-विम्ल व उदासिनतेप्रमाणे पिकांचे नियोजन करणे आवश्यक असते. सर्वसाधारणपणे

जमिनीचा सामू ६ ते ८ च्या दरम्यान असल्यास बहुतेक पीक पोषक द्रव्ये त्यांना सहज उपलब्ध होतात. ती जमीन उपजावू असते. त्यामुळे पिकांचे उत्पादन चांगले येते. जमीन आम्लयुक्त असल्यास चहा, कॉफी, बटाटा आणि विम्लयुक्त असल्यास खजूर, बीट, कांदा, ऊस इत्यादी पिके चांगली वाढतात. त्याच प्रमाणे ती साधारण आम्ल किंवा विम्ल असल्यास सोयाबीन, टोमॅटो, गाजर, कोबी, वाटाणा, चवळी, तंबाखू इत्यादी पिके चांगली वाढतात.

ब) जमिनीचे फुल आणि पोत :

जमिनीचे फुल आणि पोत टिकविण्यासाठी जमिनीचा सामू ६ ते ८ पर्यंत राखणे महत्वाचे आहे. बेसॉल्ट - ट्रॅप खडकापासून तयार झालेल्या जमिनीचा सामू ७ ते ८.५ पर्यंत असतो. परंतु तो ८.५ च्या पुढे गेल्यास जमीन चोपण बनते आणि जमिनीचे फुल बिघडते. पाण्याची निःसारण क्षमता (ड्रेनेज कॅपॅसिटी) कमी होऊन सोडियम क्षारांचे प्रमाण वाढते.

क) जिवजंतूंची वाढ :

उपयुक्त अशा सुक्ष्म जीवांची वाढ सामूवर अवलंबून असते. उदासीन ते थोड्याशा विम्ल असलेल्या जमिनीत जिवजंतूंची वाढ चांगली होते. अती आम्ल जमिनीत अॅझोटोबॅक्टर जीवाणू आणि गांडूळ यांची वाढ होत नाही. परंतु बुरशीजन्य रोगांचा प्रादुर्भाव होण्याची शक्यता असते. आम्लयुक्त जमिनीत नत्रयुक्त सेंद्रिय पदार्थांचे रूपांतर उपलब्ध नत्रामध्ये होण्यास विलंब लागते. तसेच अती विम्ल जमिनीत सुद्धा अशीच परिस्थिती दिसून येते. हवेतून नत्र घेऊन पिकास उपलब्ध करून देणारे रायझोबीयम जीवाणू हे देखील जमिनीचा सामू ६.० ते ६.३ असलेल्या जमिनीत अधिक प्रमाणात दिसून येतात.

ड) खतांचा कार्यक्षम वापर :

आम्ल जमिनीत सुपर फॉस्फेटमधील स्फुरदाची उपलब्धता कमी होते. म्हणून खत देतांना सुपर फॉस्फेटचे प्रमाण वाढवावे लागते. विम्लयुक्त आणि चुनखडीयुक्त जमिनीत स्फुरद, पालाश, लोह आणि इतर सुक्ष्म द्रव्ये यांची उपलब्धता कमी होते, म्हणून अशी अन्नद्रव्ये असलेली खते जास्त प्रमाणात टाकावी लागतात. अती आम्ल जमिनीमध्ये लोह, अॅल्युमिनियम, तांबे इत्यादींचे प्रमाण दिसून येते. त्यामुळे पिकास उपयोग होण्याऐवजी अपाय होण्याचा संभव असतो.

इ) पिकांवरील रोग :

जास्त आम्ल जमिनीत केळीचा पनामा रोग, जास्त विम्ल जमिनीत बटाट्याचा बांगडी रोग व ऊसावरील केवडा रोग दिसून येतो. जास्त आम्ल जमिनीत आम्लामुळे व जास्त विम्ल जमिनीत विम्लामुळे पिकांच्या मुळांवर व त्यांच्या पेशींवर विपरीत परिणाम होतो व परिणामी ती निकृष्ट बनतात. उगवलेली रोपे सुकून अथवा जळून जातात. काही वेळा बियाणे न रुजता मरून जाते. अती आम्ल अथवा विम्लपणाचे पिकांच्या वाढीवर अनिष्ट परिणाम होतात.

२. आघात प्रतिबंधक क्षमता (बफर कॅपॅसिटी)

मृदा विद्रावातील जमिनीच्या सामूचे मुख्य बदलण्यास प्रतिकार करण्याच्या क्षमतेला जमिनीची आघात प्रतिबंधक क्षमता असे म्हणतात. आम्लयुक्त जमिनीत मृदा विद्रावातील हायड्रोजन आयनचे उदासिनिकरण करण्यासाठी चुना टाकल्यास वरील अभिक्रिया उजव्या बाजूने सुरू होते. त्यामुळे मृदा विद्रावात हायड्रोजनचे बरेचसे प्रमाण कमी होते. परंतु वाढणारा सामू हा अतिशय कमी प्रमाणात असतो. जोपर्यंत पुरेसा चुना जमिनीत टाकत नाहीत तोपर्यंत तो त्याच स्थितीत राहतो. जमिनीची प्रतिरोधक शक्ती जास्त असल्यास जमिनीच्या सामूमध्ये बदल होण्यासाठी मोठ्याप्रमाणात चुना, गंधक किंवा जिप्सम टाकण्याची आवश्यकता असते. जमिनीमध्ये चिकणमाती, सेंद्रिय पदार्थ, कार्बोनेट व फॉस्फेटची संयुगे ही चांगल्याप्रकारे प्रतिरोधक म्हणून उपलब्ध असतात. जमिनीच्या प्रतिरोधक क्षमतेमुळे जमिनीच्या सामूचे स्थिरीकरण होते व त्यामुळे पिकांना ठराविक प्रमाणात अन्नद्रव्ये उपलब्ध होतात.

३. क्षारता (सलीनीटी)

जमिनीची निर्मीती होत असतांनाच मुळ खडकांमध्ये खनिज घटकांवर रासायनिक क्रिया होऊन क्षारांची उत्पत्ती होते. रासायनिक क्रियेचा पहिला टप्पा म्हणजे सोडियम व पोटॅशियम सारख्या विम्ल घटकांचे विघटन होऊन ती बाहेर पडतात. त्या नंतर कॅल्शियम, मॅग्नेशियम इत्यादी अल्क खनिजांचे विघटन होते व ती निचऱ्यावाटे बाहेर पडतात किंवा जमिनीत खालच्या थरात जाऊन साठतात.

जमिनीमध्ये मोठ्याप्रमाणात सोडियम, कॅल्शियम मॅग्नेशियम यांचे क्लोराईडस् व सल्फेट, सोडियम कार्बोनेट, बायकार्बोनेट, कॅल्शियमचे बायकार्बोनेट असतात. याशिवाय सोडियम व पोटॅशियम यांचे नायट्रेट व सल्फेट अल्प प्रमाणात असतात. या क्षारांपैकी क्लोराईड पाण्यात सहज विरघळतात. सोडियम व मॅग्नेशियम यांचे सल्फेट, सोडियम कार्बोनेट व बायकार्बोनेट हे क्षारही पाण्यात सहज विरघळतात. परंतु कॅल्शियमचे सल्फेट, कार्बोनेट व बायकार्बोनेट हे क्षार मात्र पाण्यात अल्प प्रमाणात विरघळतात. ज्यावेळी

जमिनीतील या क्षारांचे प्रमाण विशिष्ट मर्यादेपलीकडे जाते त्यावेळी जमिनी क्षारयुक्त बनतात व त्यांची उत्पादन क्षमता घटते. काही वेळा अशा जमिनीत गवतसुद्धा उगवत नाही. काही पिके मात्र क्षारांच्या जमिनीत देखील तग धरू शकतात. मात्र काही पिके नाजूक असतात. क्षारांचा पिकांवर कोणता परिणाम होतो ते तक्ता ३.१ मध्ये दर्शविले आहे.

तक्ता ३.१ जमिनीतील क्षारांच्या तिब्रतेचा पिकांवर होणारा परिणाम

विद्युत संवाहकता (इसी)(डेसीसायमन /चौ.मी.)	पिकांवर होणारा सर्वसाधारण परिणाम
२ पेक्षा कमी	सर्व पिके चांगली वाढतात.
२ ते ४	क्षारता सहन न करणारे काही पिके वाढत नाहीत.
४ ते ८	बरीच पिके चांगली येत नाहीत,उत्पादन घटते.
८ ते १६	क्षारता सहन करणारी पिके वाढतात.
१६ पेक्षा जास्त	क्षारास प्रतिबंधक करणारी फारच थोडी पिके वाढतात.

जमिनीतील मृदा विद्रावात क्षारांचे प्रमाण वाढले तर पिकांना आवश्यक असणारी अन्नद्रव्ये शोषून घेण्यास अडथळा निर्माण होतो व त्याचा परिणाम पिके सुकण्यास व त्यांची योग्य वाढ न होण्यावर होतो.

४) सेंद्रिय कर्ब

मातीमध्ये असणाऱ्या घटकांपैकी सेंद्रिय पदार्थ हा एक महत्त्वाचा घनघटक असून अंदाजे ५ टक्के आकारमान अशा पदार्थांनी व्यापलेले असते. दरवर्षीच्या पीक उत्पादनामुळे पिकांची मुळे, पालापाचोळा, वापरलेली सेंद्रिय खते, सुक्ष्म जीवांचे अवशेष इत्यादी बाबी जमिनीत राहिल्यामुळे सेंद्रिय पदार्थांचा साठा जमिनीत होऊ लागतो. सेंद्रिय पदार्थांचा संचय आणि त्यांचे पुन्हा जैविक विघटन आणि भस्मीकरण या क्रिया जमिनीत अव्याहतपणे सुरू असतात. जमिनीत असणाऱ्या सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण सेंद्रिय कर्बाच्या प्रमाणावरून प्रयोगशाळेत निश्चित करता येते. ज्या जमिनीत सेंद्रिय कर्बाचे प्रमाण ०.५ टक्क्यापेक्षा कमी आहे अशा जमिनी सेंद्रिय पदार्थांच्या बाबतीत हलक्या समजल्या जातात. हेच प्रमाण ०.५ ते १ टक्का असल्यास, जमीन मध्यम दर्जाची तर हे प्रमाण १.० टक्क्याहून अधिक असेल तर त्या जमिनीत सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण जास्त समजण्यात येते.

सेंद्रिय पदार्थांना जमिनीचे भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणधर्म सुधारण्यामध्ये फार महत्त्वाचे स्थान आहे. जमिनीतील सुक्ष्म जीवांची संख्या आणि त्यांच्या जैविक क्रिया सेंद्रिय पदार्थांमुळे लक्षणीयरित्या सुधारतात. सेंद्रिय पदार्थांमध्ये सर्व प्रकारची पीक पोषक द्रव्ये असतात. जैविक क्रियेमुळे या पदार्थांचे विघटन घडून येते आणि त्यातील अन्नद्रव्ये जमीन आणि पिकांना पुरविली जातात. सेंद्रिय पदार्थांच्या विघटनामुळे जमिनीत गडद रंगाचे सेंद्रिय द्रव्य तयार होते त्यास 'ह्युमस'असे म्हणतात. या घटकांमुळेच जमिनीला गडद रंग प्राप्त होतो. सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन होत असताना जमिनीत वेगवेगळ्या प्रकारची सेंद्रिय आम्ले तयार होतात आणि त्यांचा परिणाम घनघटकांवर होऊन काही अविद्राव्य असणाऱ्या मुलद्रव्यांची विद्राव्यता वाढवली जाते त्यामुळे जमिनीची सुपीकता वाढून पिकास अन्नद्रव्यांचा होणारा पुरवठा वाढीस लागतो. सेंद्रिय पदार्थांमुळे जमिनीची संरचना सुधारते. जमिनी सच्छिद्र बनतात. निचरा सुधारतो आणि जमिनीची जलधारणा शक्ती वाढते. सेंद्रिय पदार्थांच्या वापरामुळे जमिनीतील उपलब्ध नत्र, स्फुरद आणि पालाशचे प्रमाणही वाढून पिकांच्या संतुलीत पोषणासाठी मदत होते.

उष्ण हवामानामुळे सेंद्रिय पदार्थांचे भस्मीकरण होते. तसेच या पदार्थांचे सुक्ष्म जीवांच्या द्वारे विघटन सातत्याने सुरू असते. या क्रिया आवश्यक आणि अटळ आहेत. त्यामुळे सेंद्रिय पदार्थांचे जमिनीतील प्रमाण चटकण वाढविण्यामध्ये मर्यादा पडतात. लागवडीखालील जमिनीत सेंद्रिय कर्बाचे प्रमाण कमी होण्याची शक्यता जास्त संभवते म्हणून सेंद्रिय कर्बाचे प्रमाण टिकवून ठेवण्यासाठी आणि काही अंशी वाढविण्यासाठी सेंद्रिय खताचा वापर मोठ्या प्रमाणात करणे जरूरीचे आहे. त्याच प्रमाणे जमीन दरवर्षी जास्तीत जास्त काळ पिकांच्या आच्छादनाखाली ठेवणे उपयुक्त ठरते.

५) मातीतील कलील कण (कोलॉईड्स)

मातीमध्ये खनिज कण, सेंद्रिय पदार्थ, पाणी, हवा, सुक्ष्मजीव इत्यादी घटक असतात. त्याचबरोबर मातीमध्ये कलील कण हा अत्यंत सुक्ष्म पदार्थ असतो. साधारणतः अगदी चिकणमातीच्या एका कणाचा व्यास ०.००२ मि.मी. पेक्षा कमी असतो तर या कलील कणांचे व्यास ०.०००१ ते ०.०००००१ मि. मी. इतके लहान असतात. पाण्यात हे कण जवळ -जवळ विरघळल्याप्रमाणेच असतात. मोठ्या आकाराचे कण चांगल्या सुक्ष्मदर्शक यंत्रातून दिसू शकतील पण त्यापेक्षाही लहान होत गेलेले

कण त्यातून सुद्धा दिसत नाही. जसजशी माती जास्त बारीक होत जाईल तसतसे तिच्यात हे कलील जास्त प्रमाणात असतात. म्हणून पोयटा, वाळू इत्यादी सारख्या जाडसर कणांच्या मातीत हे कमी व भारी काळ्या जमिनीत जास्त असतात, यांना पाणी मिळाल्यास ते फुगतात व त्यांचा मधासारखा किंवा गुळाच्या चिकीसारखा एक चिकट पदार्थ तयार होता. त्यामुळे मातीच्या कणाकणांमधून पाणी व हवा खेळल्यास जी पोकळी आवश्यक असते ती या चिकट पदार्थाने भरून निघते. यामुळे पाणी व हवा खेळती राहण्यास अडचण पडते. भारी जमिनीत वाळू किंवा पोयट्याच्या मानाने शेकडा पाणी जास्त असून सुद्धा पिके जास्त कोमेजू लागतात. त्याचे या कलील कणांचा अडथळा हे एक मुख्य कारण होय. चुना, सेंद्रिय खत दिल्याने, जमीन भाजल्याने व योग्य मशागत केल्याने या कलील कणांचा विरळपणा मोडतो, ते एकवटतात व मातीच्या कणांच्या अंगाला बाहेरून चिकटतात. त्यामुळे कणाकणातील पोकळी मोकळी होते व त्यातून पाणी व हवा खेळती राहते.

६. आयन विनिमय क्षमता (आयन एक्स्चेंज कॅपॅसिटी)

मातीचे कण विद्युत्प्रवाहाच्या सहाय्याने अलग करता येतात. यास विद्युत् विच्छेदन असे म्हणतात. मातीच्या कणांचे विद्युत्-विच्छेदन केले तर धनायन ऋणाग्र भागात जमतात तर ऋणायन धनाग्र भागात जमतात. अशा मातीच्या कणांवर जर सोडियम क्लोराईडचा विद्राव ओतला तर मातीतील इतर धनायन बाहेर पडतात आणि मातीच्या कणास सोडियम हा धनायन चिकटून बसतो. अशा रितीने माती सोडियमयुक्त बनते. या क्रियेस आयन विनिमयाची क्रिया असे म्हणतात. यामध्ये भाग घेणारे धनायन आणि ऋणायन अधिशोषित आणि विनिमयक्षम असतात.

धनायन - विनिमय :

घन पदार्थाच्या कलील कणावरील प्रभारीत आयन हे मृदा विद्रावातील धनप्रभारीत आयनांशी अदलाबदल करण्याच्या क्रियेस धनायन - विनिमय असे म्हणतात. या अभिक्रिये मध्ये हायड्रोजन आयन हा कॅल्शियम आयनाशी अदलाबदल करतो व तो रासायनिक दृष्ट्या सममूल्य किंवा तुल्यांक असतो. मृदाच्या कलील कणावर अधिशोषित असणाऱ्या आणि अदलाबदल होऊ शकणाऱ्या एकंदर धनप्रभारीत आयनांच्या संख्येला 'धनायन विनिमय क्षमता' (कॅटायन एक्स्चेंज कॅपॅसिटी) असे म्हणतात. जमिनीतील कॅल्शियम, मॅग्नेशियम, पोटॅशियम, सोडियम, हायड्रोजन व अॅल्युमिनीयम यांच्या एकंदरीत प्रमाणास प्रभावित धनायन विनिमय क्षमता असे म्हणतात.

जमिनीचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म हे जमिनीमध्ये असणाऱ्या अधिशोषित धनायनांच्या प्रमाणावर अवलंबून असतात. सर्वसाधारण उपजावू काळ्या जमिनीत अधिशोषित धनायनामध्ये कॅल्शियमचे प्रमाण ८० टक्क्याच्या वर असते अशा जमिनीचा फुल आणि पोत चांगला असतो. तसेच जमिनीत निचरा देखील चांगला होतो. अशा जमिनीचा सामू सर्वसाधारणपणे ७ ते ८ पर्यंत असतो.

७ अल्कसंतृप्ती

मृदा विद्रावातील कॅल्शियम, मॅग्नेशियम, सोडियम आणि पोटॅशियम यांची अदलाबदल होऊ शकणाऱ्या अल्कलियुक्त धन प्रभारीत आयनांच्या एकत्रित क्षमतेस 'अल्कसंतृप्ती' असे म्हणतात. ही क्षमता एकंदर धनायन विनिमय क्षमतेच्या टक्केवारीत व्यक्त करतात.

अल्कसंतृप्ती हा जमिनीचा एक महत्वाचा रासायनिक गुणधर्म असून तो जमिनीची धूप आणि शिलाचूर्णावर अवलंबून असतो. सर्वसाधारणपणे मशागतीखाली नसलेल्या जमिनीची अल्कसंतृप्ती ही दमट हवामानातील जमिनीपेक्षा कोरड्या हवामानातील जमिनीत जास्त असते. दमट हवामानातील ज्या जमिनी चुनखडीयुक्त विम्ल अग्निजन्य खडकापासून बनलेल्या आहेत त्यांची अल्कसंतृप्ती ही वाळूच्या आम्लयुक्त खडकापेक्षा जास्त असते. अल्कसंतृप्ती ही जमिनीचा सामू व तिची सुपिकता आणि धन अथवा ऋण प्रभारीत अणूचे अधिशोषण यांच्याशी संबंधीत असते.

ऋणायन - विनिमय :

घन पदार्थावरील (कलील कण) ऋण प्रभारीत आयन हे मृदा विद्रावातील ऋणप्रभारीत आयनांशी अदलाबदल करण्याच्या क्रियेस ऋणायन - विनिमय म्हणतात.

फॉस्फेट, बोरेट, मॉलिब्डेट, आदी ऋणायन मृदाच्या क्रियाशिल कणांवर अधिशोषित असू शकतात. परंतु जमिनीची ही क्षमता एकंदरीत फार कमी असते. याशिवाय नायट्रेट, क्लोराईड, सल्फेट आदी ऋणायन मात्र मृदा कणांवर अधिशोषित नसतात आणि म्हणून ऋणायन निचऱ्यावाटे सहज बाहेर पडू शकतात. पिकांची मुळे त्यांना लागणारी काही पोषक द्रव्ये या आयन - विनिमयाच्या क्रियेने शोषून घेतात.

८) विद्युतवाहकता

या गुणधर्मांमुळे जमिनीतील विद्राव्य क्षारांचे प्रमाण समजते. विद्युतवाहकता डेसीसायमन प्रति मीटरमध्ये मोजतात. जमिनीच्या विद्युतवाहकतेवरून चार भागात वर्गीकरण केले जाते. विद्युतवाहकता १ डेसीसायमन प्रति मीटर पेक्षा कमी असल्यास ती जमीन पिकांच्या वाढीच्या दृष्टीने चांगली असते. १ ते २ डेसीसायमन प्रति मीटर इतकी विद्युतवाहकता असल्यास बियाणाची उगवण शक्ती कमी होते. जर ती २ ते ३ डेसीसायमन प्रति मीटर या दरम्यान असेल तर ती कडधान्यासारख्या पिकांना अपायकारक असते. आणि ३ डेसीसायमन प्रति मीटर पेक्षा क्षारता जास्त असल्यास बहुतेक पिकांच्या वाढीसाठी अपायकारक असते.

विद्युतवाहकतेला ०.०६४ ने गुणल्यास क्षारांची टक्केवारी मिळते. त्या करीता खालील सूत्राचा उपयोग करतात.

विद्युतवाहकता (डेसीसायमन प्रति मीटर) ६४०

शेकडा क्षार = -----

१ ०,०००

म्हणजे टक्के क्षारता = विद्युतवाहकता x ०.०६४

विद्युतवाहकतेवरून कोणत्या प्रकारचे क्षार आहेत हे मात्र समजू शकत नाही. जमिनीतील अतिरिक्त क्षारांचा पिकांच्या वाढीवर अनिष्ट परिणाम होत असल्याने जमिनीतील त्यांचे प्रमाण माहित असणे आवश्यक असते. कमी पाऊस व जास्त उष्णतामान असलेल्या भागातील जमिनीत क्षारांचे प्रमाण जास्त असते, तर जास्त पाऊस असलेल्या भागातील जमिनीत क्षारांचे प्रमाण कमी असते. क्षारयुक्त जमिनीची विद्युतवाहकता चार डेसीसायमन प्रति मीटर पेक्षा जास्त असते.

जमिनीतील क्षारांचे प्रमाण कमी करण्यासाठी जमिनीचा निचरा सुधारणे आवश्यक आहे, म्हणजेच जमिनीचा पोत सुधारणे आवश्यक आहे. त्यासाठी सेंद्रिय खतांचा वापर, खोल नांगरट, ओलीतासाठी चांगल्या पाण्याचा वापर, क्षार सहनशील पिके घेणे, उदा. ज्वारी, गहू, कापूस, ऊस आणि आवश्यकता वाटल्यास १५० ते २०० मीटर अंतरावर चर खोदून जमिनीतील जास्त पाणी शेताबाहेर नाल्यातुन काढणे इत्यादी मार्गांचा अवलंब करणे आवश्यक आहे.

विद्युतवाहकतेचे मुल्यांकन करतांना १ : २.५ माती व पाणी घेवून द्रावण चांगले हलवावे म्हणजे त्यातील विद्राव्य क्षार पाण्यात विरघळतात. हे क्षार विद्युतभारित असतात. अशा विरघळलेल्या क्षारांच्या द्रावणातील कंडक्टिव्हिटी मीटरने विद्युतवाहकता मोजली जाते. विद्राव्य क्षारांचे प्रमाण वाढल्यास विद्युतवाहकताही वाढते.

९) मृदा विद्राव

जमिनीमधील मातीमिश्रीत पाण्यास 'मृदा विद्राव' असे म्हणतात. जमिनीतील मृदा विद्रावास अनेक कारणांमुळे रासायनिक गुणधर्म प्राप्त होतात. ज्या अनेक कारणांमुळे मृदा विद्रावाच्या रासायनिक गुणधर्मावर प्रभाव पडतो.

मृदा विद्राव हा गतीमान व नैसर्गिक पाण्याचा प्रकार असून त्याचे संघटन बदलत असते. जमिनीतील पाणी आणि घटक यांच्यामध्ये सतत चालत असलेल्या परस्पर क्रियांचे स्थूल मानाने दर्शन मृदा विद्रावात आढळते. यावरून जमिनीची सुपीकता राखण्याबाबत अंदाज घेता येतो. तसेच निचऱ्यावाटे बाहेर पडणारे पाणी व पृष्ठभागावरून वाहणारे पाणी यांच्या संघटनावरून जमिनीतून कोणत्या अन्नद्रव्यांचा अपव्यय होत आहे याची कल्पना येते.

मृदा विद्रावातील विविध विद्राव्य घटकांचे प्रमाण विद्रावाच्या सामू मुल्यांशी निगडीत असते. याच्या अभ्यासा मुळे जमिनीत होत असलेल्या विविध जैविक आणि रासायनिक घटना, तसेच मृद खनिजांच्या होणाऱ्या प्रत्यक्ष आणि अप्रत्यक्ष परिणामांचा अंदाज घेता येतो. कमी विद्राव्य घटकांचे मृदा विद्रावात अल्प प्रमाण आढळते, हे घटक मुळ खडकातील खनिजांच्या रासायनिक झीज क्रियेतून निर्माण होतात. तसेच रासायनिक खते आणि बुरशी नाशके यांच्या वापरामुळे देखील हे घटक मृदा विद्रावात येऊ शकतात.

प्रकरण - ५ वनस्पतींची अन्नद्रव्ये

वनस्पती अन्नधान्य निर्माण करणारे एकप्रकारे जिवंत कारखानेच आहेत. प्रकाश संश्लेषणाच्या क्रियेद्वारा वनस्पती स्वतःसाठी तसेच सृष्टीतील इतर प्राणीमात्रांच्या पोषणासाठी अन्ननिर्मिती करतात. यासाठी त्यांना जमिनीतील अन्नद्रव्ये, पाणी, पानातील हरितद्रव्य तसेच वातावरणातील कार्बन डाय ऑक्साईड वायू आणि सुर्यप्रकाश या बाबींची नितांत गरज असते. या क्रियेमुळे पिष्टमय पदार्थ तयार होतात. तसेच प्रथिने, स्निग्धपदार्थ आणि जीवनसत्त्वे यांची देखील निर्मिती वनस्पती करतात. या अन्नपदार्थांचे चयापचय आणि संचय वनस्पतीमध्ये सतत सुरु असतो. त्यापासून वनस्पतींना आवश्यक असणारी उर्जा सातत्याने मिळत रहाते. वनस्पतींनी निर्माण केलेली अन्नधान्ये, भाजीपाला, फळे यांचा समावेश मानवी आहारामध्ये केला जातो. मानवी जीवनाच्या वस्त्र आणि निवारा या गरजा देखील भागविण्यास वनस्पती अप्रत्यक्षरित्या मदत करतात. म्हणून मानव तसेच इतर प्राण्यांचे जीवन वनस्पतींवर अवलंबून राहते.

वनस्पतींचे पोषण :

मानवासह इतर सर्व प्राणीमात्रांमध्ये सर्वांगीण पोषणासाठी जशी सकस आणि समतोल आहाराची गरज असते, त्याच प्रमाणे वनस्पतींना देखील विशिष्ट अशा अन्नद्रव्यांची गरज असते. परिपूर्ण आहारामुळे मानवी शरीराचे सर्वांगीण पोषण होऊन व्यक्ती सभोवतालच्या वातावरणाशी एकरूप होण्यास सक्षम बनतात. त्याचप्रमाणे अन्नद्रव्यांच्या संतुलित पुरवठ्यामुळे वनस्पतींची वाढ जोमदार होऊन सभोवतालच्या वातावरणात नेटाने उभे राहण्याचे सामर्थ्य त्यांना प्राप्त होते. अपुऱ्या आणि असंतुलित आहारामुळे मानवी जीवनात जशा अनेक समस्या निर्माण होतात. त्याच प्रमाणे अन्नद्रव्यांची कमतरता आणि त्यातील असंतुलन यामुळे वनस्पतींच्या वाढीवर आणि उत्पादनावर अनिष्ट परिणाम होतो. म्हणून वनस्पतींच्या पोषणासाठी आवश्यक असणाऱ्या अन्नद्रव्यांची (पीक पोषक द्रव्यांची) माहिती असणे जरूरीचे आहे

आकृती क्र. ४.१ सुर्य, हवा , पाणी, जमीन आणि वनस्पती यांचा अन्योन्य संबंध

जमिनीतील उपलब्ध अन्नद्रव्ये व त्यांच्या उपलब्धतेवर होणारा परिणाम :

जमिनीतून वनस्पतींना वाढीसाठी अन्नद्रव्ये, हवा व पाणी मिळते. पिकांचे रासायनिक पृथःकरण केले असता त्यामध्ये सुमारे ९० मूलद्रव्ये सापडतात. परंतु ही सर्वच पिकांना वाढीसाठी आवश्यक असतात असे नाही. ज्या अन्नद्रव्यांची कमतरता भासल्यास पिकांची वाढ पूर्ण होत नाही. फुले, फळे येऊन वनस्पतींचा जीवनक्रम पूर्ण होत नाही. तसेच अन्नद्रव्यांचा पीक पोषण जीव व रासायनिक क्रियेत प्रत्यक्ष भाग असतो. वनस्पती वाढीस अशी एकूण १७ अन्नद्रव्ये आवश्यक आहेत असे दिसून आले आहे. त्यापैकी मोठ्याप्रमाणात लागणारी कार्बन, हायड्रोजन व ऑक्सिजन ही अन्नद्रव्ये पिकांना हवा व पाण्यातून मिळतात. उरलेली १४ अन्नद्रव्ये जमिनीतून मिळतात.

जमिनीत अन्नद्रव्ये उपलब्धता चांगली राहण्यासाठी जमिनीचा सामू ७ चे दरम्यान असावा लागतो. या परिस्थितीत जमिनीत रासायनिक आणि जैविक क्रिया चांगल्या होतात व अन्नद्रव्ये उपलब्ध परिस्थितीत येतात. जास्त विम्ल किंवा आम्ल परिस्थितीत अन्नद्रव्ये अविद्राव्य होऊन पिकास उपलब्ध होत नाहीत.

वनस्पती वाढीसाठी लागणारी आवश्यक अन्नद्रव्ये

वनस्पतींमध्ये वेगवेगळी जवळपास नव्वद मूलद्रव्ये कमी जास्त प्रमाणात आढळून येतात. परंतु त्यातील काहीं निवडक अन्नद्रव्ये वनस्पतींच्या वाढीच्या दृष्टीने फार महत्वाचे आहेत. जोमदार वाढ, पुर्ननिर्मिती आणि भरघोस उत्पादन यासाठी वनस्पतींना विशिष्ट अशा सुमारे सोळा अन्नद्रव्यांची गरज असते. अन्नद्रव्यांची ही गरज इतर कोणत्याही पर्यायी अन्नद्रव्यांमुळे भागवता येत नाही.

त्यामुळे अशा अन्नद्रव्यांच्या कमतरतेमुळे वनस्पतींच्या वाढीवर व उत्पादनावर अनिष्ट परिणाम होतो. म्हणून या अन्नद्रव्यांना आवश्यक पीक पोषक अन्नद्रव्ये अथवा मूलभूत अन्नद्रव्ये असे म्हणतात. (तक्ता क्र. ४.१) आवश्यक पीक पोषक अन्नद्रव्ये सतरा असून पिकांना ती तुलनात्मकदृष्ट्या कमी जास्त प्रमाणात लागतात. म्हणून पिकांच्या गरजेनुसार या सतरा अन्नद्रव्यांचे खालीलप्रमाणे तीन वर्गात विभाजन केले जाते.

तक्ता क्रमांक ४.१ वनस्पतींच्या वाढीसाठी आवश्यक असणाऱ्या पीक पोषक अन्नद्रव्यांची उपलब्धता व वर्गीकरण

हवा आणि पाणी या मधून पुरवठा होणारी मुख्य अन्नद्रव्ये	जमीन आणि खतांमधून पुरवठा होणारी			
	मुख्य अन्नद्रव्ये	दुय्यम अन्नद्रव्ये	सूक्ष्म अन्नद्रव्ये	
१) कार्बन २) हायड्रोजन ३) ऑक्सिजन	४) नत्र ५) स्फुरद ६) पालाश	७) कॅल्शियम ८) मॅग्नेशियम ९) गंधक	१०) लोह ११) मॅंगनीज १२) जस्त १३) मोलिब्डेनम	१४) तांबे १५) बोरॉन १६) क्लोरीन १७) निकेल

अ) वनस्पतींची मुख्य अन्नद्रव्ये :

यामध्ये कार्बन, हायड्रोजन, प्राणवायू, नत्र, स्फुरद, आणि पालाश या सहा अन्नद्रव्यांचा अंतर्भाव होतो. ही अन्नद्रव्ये पिकांकडून जास्त प्रमाणात शोषली जातात. म्हणून त्यांना मुख्य अन्नद्रव्ये असे म्हणतात. यापैकी प्राणवायू, हायड्रोजन आणि कर्ब ही अन्नद्रव्ये पिकांना फारच जास्त प्रमाणात लागतात. परंतु वनस्पतींना या अन्नद्रव्यांची उणीव सहसा भासत नाही. कारण त्यांचा पुरवठा जमिनीतील पाणी आणि हवा यातून सहजपणे होतो. जैविक क्रियेमध्ये या तिनही मूलभूत अन्नद्रव्यांना फार महत्त्व आहे. वनस्पतींच्या एकूण वजनापैकी सुमारे ९४ टक्क्यांहून जास्त भाग या तीन अन्नद्रव्यांनी व्यापलेला असतो. ऊर्जा निर्मितीचे कार्य या अन्नद्रव्यांशी निगडित आहे. या व्यतिरिक्त, नत्र, स्फुरद आणि पालाश ही मुख्य अन्नद्रव्येही पिकांना मोठ्या प्रमाणात लागतात. जमिनीतील ओलाव्यामध्ये विद्राव्य असणारी तसेच मातीच्या कणांवर अधिशोषित असलेल्या या अन्नद्रव्यांचा वापर वनस्पतींच्या मुळांद्वारे होतो. जमिनीमधून या अन्नद्रव्यांचा होणारा पुरवठा साधारणपणे मध्यम ते कमी प्रमाणात असतो. म्हणून पिकांची गरज भागविण्यासाठी सेंद्रिय तसेच रासायनिक खतांचा वापर करावा लागतो.

ब) वनस्पतींची दुय्यम अन्नद्रव्ये :

कॅल्शियम, गंधक आणि मॅग्नेशियम या तीन अन्नद्रव्यांना वनस्पतींची दुय्यम अन्नद्रव्ये म्हणतात. या तिनही अन्नद्रव्यांची वनस्पतींना मध्यम प्रमाणात गरज लागते. .

क) वनस्पतींची सूक्ष्म अन्नद्रव्ये :

यामध्ये मॅंगनीज, जस्त, तांबे, लोह, मॉलिब्डेनम, बोरॉन आणि क्लोरीन व निकेल या आठ अन्नद्रव्यांचा अंतर्भाव होतो. सूक्ष्म अन्नद्रव्ये पिकांना कमी प्रमाणात लागतात. या अन्नद्रव्यांचा पुरवठा पिकांना जमिनीतून नैसर्गिकरित्या पुरेशा प्रमाणात होतो. तथापि विशिष्ट जमिनीत आणि विशिष्ट पिकांच्या बाबतीत या अन्नद्रव्यांचा पुरवठा सेंद्रिय/रासायनिक खतांमधून करावा लागतो. या अन्नद्रव्यांच्या व्यतिरिक्त कांही विशिष्ट पिकांना सोडियम, कोबाल्ट, व्हॅनेडियम आणि सिलिकॉन या अन्नद्रव्यांची गरज भासते.

प्रमुख अन्नद्रव्यांची कार्ये :

१ नत्र :

या अन्नद्रव्यामुळे वनस्पतीस भरपूर पाने येतात, वाढ जोमदार आणि जलद होते, पिकांचा फुटवा सुधारतो आणि त्यामुळे उत्पादनात हमखास वाढ होते, प्रकाशसंश्लेषण वाढते. धान्यातील तसेच भाजीपाला व फळभाज्या यातील प्रथिनांचे प्रमाण वाढून कृषि मालाचा दर्जा सुधारतो. पिकांचा तजेलदार हिरवा रंग हा पानातील हरितद्रव्याच्या प्रमाणावर अवलंबून असतो. हरितद्रव्याचे प्रमाण हे पिकास होणाऱ्या नत्रपुरवठ्यावर अवलंबून राहते.

२ स्फुरद :

वनस्पतींच्या जैव-रासायनिक क्रियेत स्फुरदाला मोलाचे स्थान आहे. या अन्नद्रव्यामुळे प्रामुख्याने मुळांची वाढ जलद आणि जोमदार होऊन, वनस्पतींची पाणी तसेच इतर पोषक अन्नद्रव्ये शोषणाची क्षमता आणि क्रिया वाढते. पिष्टमय पदार्थ, स्निग्ध

पदार्थ आणि प्रथिने यांच्या निर्मिती कार्यास यामुळे चालना मिळते. या अन्नद्रव्यांमुळे गळित धान्यात तेलाचे प्रमाण तर तृण आणि कडधान्यांमध्ये प्रथिनांचे प्रमाण वाढण्यास मदत होते. नत्रामुळे प्रामुख्याने वनस्पतींच्या शाखीय वाढीस चालना मिळते तर स्फुरदामुळे पुनर्निर्मितीच्या क्रिया वृद्धिंगत होतात. त्यामुळे पीक लवकर फुलोऱ्यात येऊन जलद परिपक्व होते. व्दिदल धान्य पिकांच्या मुळांवरील नत्र स्थिरीकरण करणाऱ्या गाठींची संख्या तसेच त्यांचे आकारमान स्फुरदामुळे वाढते. त्यामुळे नत्र स्थिरीकरण क्रियेत वाढ होते. नत्र आणि स्फुरदाच्या पूरेशा पुरवठ्यामुळे वनस्पतींची अवर्षण काळात पाण्याचा ताण सहन करण्याची क्षमता देखील वाढते.

३ पालाश :

वनस्पतींच्या जैविक क्रियेत पालाश महत्त्वाचे कार्य बजावते. पालाशमुळे वनस्पतींच्या सालींना, खोडांना, तसेच पानांना कणखरपणा येतो त्यामुळे पीक जमिनावर न लोळता, जोमाने उभे रहाते. पीक, रोग आणि किडींना बळी पडत नाही. जमिनीतील कमी प्रमाणात उपलब्ध असलेला ओलावा, क्षारयुक्तता, जास्त थंड आणि ढगाळ हवामान अशा विपरीत परिस्थितीमध्ये सुध्दा पीक कणखरपणे उभे राहून, अधिकाधिक उत्पादनाचा टप्पा गाठण्यासाठी पालाश या अन्नद्रव्यास अनन्यसाधारण असे महत्त्व आहे. या द्रव्यामुळे प्रामुख्याने पिष्टमय पदार्थांची निर्मिती आणि त्यांचे साखरेत रूपांतर होणे या क्रिया गतीशील होतात. त्यामुळे ऊस, कलिंगड, रताळी, फळे या शर्करायुक्त पिकांना या अन्नद्रव्याची गरज जास्त असते. या अन्नद्रव्यामुळे साखरेचे प्रमाण वाढते. फळांना व फुलांना चांगला रंग आणि आकार येतो. फळे - फुले व पालेभाज्यांचा साठवणूक काळ वाढतो. त्यामुळे कृषि मालाचा दर्जा सुधारण्यासाठी मदत होते. तंतुमय पिकांच्या तंतूंची प्रत सुधारते. त्यामुळे कापूस आणि ज्युट या पिकांना पालाशची गरज जास्त असते.

४ कॅल्शियम :

कॅल्शियम हे अन्नद्रव्य वनस्पतींच्या पेशी आवरणात कॅल्शियम पेक्टेट या रूपात असते. मुळांच्या योग्य कार्यासाठी आणि पेशी विभाजनाच्या वाढीसाठी हे अन्नद्रव्य आवश्यक असते. वनस्पतींमध्ये सेंद्रिय आम्ले तयार होत असतात आणि त्यांचे प्रमाण जास्त वाढल्यास ते अपायकारक ठरते. ही आम्लता कमी करण्याचे काम कॅल्शियमद्वारे घडवून आणली जाते. वनस्पतींच्या विविध जैव-रासायनिक क्रिया घडवून आणण्यासाठी आणि त्या गतिमान करण्यासाठी विशिष्ट प्रथिनेयुक्त सेंद्रिय पदार्थ कार्यरत असतात त्यांना विकरे असे म्हणतात. विकरांशी संबंधीत असणाऱ्या क्रियांना कॅल्शियम सहाय्य करते. मुळांवरील नत्र स्थिर करणाऱ्या गाठींची संख्या आणि त्यांचे आकारमान वाढण्यासाठी या अन्नद्रव्यामुळे मदत होवून द्विदल वर्गातील पिकांची नत्र-स्थिरीकरण क्षमता वाढते.

५ मॅग्नेशियम :

मॅग्नेशियम हे वनस्पतींच्या हरितद्रव्यातील एक महत्त्वाचे द्रव्य आहे. प्रकाश संश्लेषणाच्या कार्यात या अन्नद्रव्याचा सहभाग होतो. कॅल्शियम प्रमाणेच, हे अन्नद्रव्य विकरांमुळे होणाऱ्या क्रिया गतिमान ठेवण्यास उपयुक्त ठरते. चुनखडीच्या जमिनीत वाढणाऱ्या लिंबूवर्गीय झाडांना मॅग्नेशियमची कमतरता जास्त जाणवते.

६. गंधक:

हे अन्नद्रव्य पिकांना प्रथिने, स्निग्ध पदार्थ तसेच हरितद्रव्याच्या निर्मितीसाठी फारच आवश्यक आहे. कडधान्ये तसेच तेल वर्गीय पिकांमध्ये अनुक्रमे प्रथिनांचे आणि तेलाचे प्रमाण या अन्नद्रव्यामुळे वाढते. वनस्पतीतील गंधकयुक्त अॅमिनो आम्ले (उदा. मिथिओनिन, सिस्टिन) तसेच वाढ नियंत्रकांच्या (उदा. थायामिन, बायोटिन) निर्मितीसाठी गंधक उपयोगी पडते. नत्र स्थिरीकरण जास्त होते, शोषण जवळजवळ स्फुरदाएवढेच केले जाते, कृषिमालाचा दर्जा सुधारतो. म्हणून नत्र, स्फुरद आणि पालाश नंतर चौथे मुख्य अन्नद्रव्य म्हणून अलिकडे गंधकाचा उल्लेख केला जातो.

सूक्ष्म अन्नद्रव्यांची कार्ये :

सूक्ष्म पीक पोषक अन्नद्रव्यांची कार्ये जरी वेगवेगळी असली तरी ती एकमेकास पूरक आहेत. त्यांचे वनस्पतींच्या जैव-रासायनिक क्रियेत महत्त्वाचे कार्य असते. त्यांचे प्रमुख कार्य ढोबळ मानाने खालील प्रमाणे आहे.

१. लोह :

हिरव्या पानातील हरितद्रव्याचा लोह हा जरी घटक नसला तरी अप्रत्यक्षरित्या या द्रव्याची निर्मिती आणि प्रकाश संश्लेषण क्रिया वृद्धिंगत करण्यासाठी लोह उपयुक्त ठरते. वनस्पतींच्या जीवनात ज्या विविध जैव-रासायनिक क्रिया चालू असतात त्यांना विकारांची आवश्यकता असते. या विकारांच्या क्रियेत लोहाचा प्रामुख्याने उत्प्रेरक म्हणून सहभाग असतो. लोहामुळे प्रथिनांच्या

निर्मिती कार्यासदेखील चालना मिळते. या अद्रव्याचे वहन अगदीच कमी असल्यामुळे हे अन्नद्रव्य मुळांपासून इतर अवयवात पोहचण्यास खूपच विलंब लागतो. त्यामुळे लोहाच्या कमतरतेची लक्षणे प्रथम कोवळ्या पानांवर आणि पिकांच्या वाढ-बिंदुवर दिसू लागतात. या अन्नद्रव्याच्या कमतरतेमुळे ऊसावर केवडा पडतो.

२ मंगल :

मंगल पानातील हरितद्रव्याचे घटकद्रव्य आहे आणि म्हणून प्रकाश संश्लेषन क्रियेवर या अन्नद्रव्याचा परिणाम होतो. बटाट्यामध्ये भुरकट चट्टे (स्कॅब) दिसतात.

३ जस्त :

पिकांच्या जीवनक्रमात ज्या अनेक विविध जैव-रासायनिक क्रिया चालू असतात. त्यामध्ये जस्ताला फार महत्त्व आहे. विकरांचे कार्य, वनस्पती वर्धकांची तसेच संप्रेरकांची निर्मिती आणि प्रथिनयुक्त पदार्थ निर्माण कार्य यांमध्ये जस्ताला अनन्यसाधारण असे महत्त्व आहे.

४ तांबे :

वनस्पतींच्या वाढीसाठी ज्या अनेक जैव-रासायनिक क्रिया चालू असतात त्यांना विकारांची आवश्यकता असते. अशा अनेक विकारांचा तांबे हा एक मुख्य घटक आहे. अशा क्रिया तांब्याच्या पुरवठ्या मुळे वृद्धिंगत होतात विशेषकरून प्रथिनांची तसेच "अ"जीवनसत्त्वाची निर्मिती वाढते. अप्रत्यक्षरित्या प्रकाश संश्लेषन कार्यातदेखील या अन्नद्रव्याचा सहभाग असतो. पिकांच्या श्वासोच्छ्वासाच्या क्रियेत तांबे नियंत्रकाचे कार्य बजावते.

५ बोरॉन :

वनस्पतींची वाढ, फुलोरा आणि फळधारणा या क्रियांसाठी विविध जैविक पदार्थांची गरज असते आणि अशा पदार्थांच्या निर्मिती कार्यास बोरॉनमुळे चालना मिळते. पिष्टमय पदार्थांची निर्मिती, त्यांचे चयापचय आणि ते एका ठिकाणाहून दुसऱ्याठिकाणी वाहून नेण्याच्या कार्यात बोरॉन उपयुक्त ठरते. व्दिदल वर्गातील पिकांत प्रथिनांचे प्रमाण तसेच गळित धान्यांमध्ये तेलांचे प्रमाण बोरॉनमुळे वाढते. नत्र स्थिरीकरण क्रियेत बोरॉन उपयुक्त ठरते असे दिसून येते.

६. मॉलिब्डेनम :

या अन्नद्रव्यामुळे नायट्रेट नत्राचे रूपांतर प्रथिनांमध्ये होण्यास मदत होते. व्दिदल वनस्पतीत जैविक पध्दतीने नत्र-स्थिरीकरण कार्यास या द्रव्यामुळे चालना मिळते. म्हणून या अन्नद्रव्याच्या पुरेशा पुरवठ्यामुळे नत्र -स्थिरीकरण तसेच प्रथिनांची निर्मिती वाढते.

७. क्लोरीन :

प्रकाश संश्लेषन क्रियेत क्लोरीनचा सहभाग असतो. असे अलीकडेच दिसून आले आहे.

८. निकेल :

निकेल हा युरीऐज विकाराचा प्रमुख घटक असून वनस्पतींच्या पानामध्ये नत्राचे चयापचय होताना युरिया या विषारी पदार्थाचे संचयन होण्याची प्रक्रिया टाळण्यासाठी निकेलचा उपयोग होतो. निकेल हा कडधान्य पिकांच्या पुर्नउत्पादित वाढीच्या अवस्थेत नत्राचे चयापचय क्रियेत सहभागी होतो. त्यामुळे युरियाचा संचयनास आळा बसून बिजांच्या निर्मितीस सहाय्यभूत होतो. जर जमिनीमध्ये उपलब्ध निकेलचे प्रमाण जास्त असले तर जस्त व लोहाचे वनस्पतीमार्फत शोषणावर परिणाम कमी होतो.

अन्नद्रव्यांचे शोषण :

जमीन अन्नद्रव्यांचे भांडार आहे. परंतु या भांडारात अन्नद्रव्ये बहुतांशी अविद्राव्य स्थितीत म्हणजे पाण्यात न विरघळणाऱ्या अवस्थेमध्ये असतात. अशी अन्नद्रव्ये पिकांना शोषता येत नाहीत. परंतु जमिनीत सुरु असणाऱ्या असंख्य जैव-रासायनिक, रासायनिक आणि भौतिक क्रियांमुळेही अविद्राव्य अन्नद्रव्ये जमिनीतील पाण्यात (ओलावा) मंदगतीने विरघळतात. विद्राव्य स्थितीत असणारी कांही अन्नद्रव्ये मातीच्या चिकण कणांवर अधिशोषित होतात. पाण्यात विरघळलेली आणि चिकण कणांवर अधिशोषित असणाऱ्या अन्नद्रव्यांचे शोषण पिकांकडून केले जाते. असे अन्नद्रव्ये विद्युत्भारीत आयनाचे स्वरूपात असतात. वनस्पती नत्राचे शोषण अमोनियम (NH_4^+) या धनायन रूपात तसेच नायट्रेट (NO_3^-) या ऋणायन रूपात करतात. पाण्यात विरघळणाऱ्या या अन्नद्रव्यांचे शोषण पिकांच्या मुळाद्वारे केले जाते. म्हणून जमिनीत योग्यप्रमाणात ओलावा कायम राहणे पीक वाढीच्या दृष्टिने फायद्याचे ठरते. जमिनीत ओलावा कमी असेल तर अन्नद्रव्यांचे शोषण प्रभावीपणे पिकांकडून होत नाही. जमिनीकडून होणारा मुख्य पीक पोषक द्रव्यांचा (नत्र, स्फुरद आणि पालाश) पुरवठा, पिकांची अन्नद्रव्यांची गरज योग्य वेळी आणि संपूर्णपणे भागवू शकत नाही. म्हणून

पिकांची अन्नद्रव्यांची गरज आणि जमिनीकडून होणारा पुरवठा यात तफावत राहते. ही तफावत भरून काढण्यासाठी सेंद्रिय तसेच रासायनिक खतांचा वापर करावा लागतो. ,

अन्नद्रव्ये शोषणाचे प्रमाण पिकांच्या प्रकारानुसार आणि त्यांच्या उत्पादकतेनुसार बदलते. एकाच पिकाच्या वेगवेगळ्या जातींकडून पीक पोषक अन्नद्रव्यांचे होणारे शोषण भिन्न भिन्न असते. तथापि ढोबळ मानाने वेगवेगळ्या पिकांकडून एक टन अन्नधान्य निर्मितीसाठी मुख्यपीक पोषक अन्नद्रव्यांचे सरासरी शोषण किती होते यांची माहिती तक्ता क्र. ४.२ मध्ये दिली आहे.

तक्ता क्र. ४.२ एक टन अन्नधान्य उत्पादन निर्मितीसाठी पिकांकडून होत असणारे पीक पोषक द्रव्यांचे सरासरी शोषण. (किलो)

अ. क्र.	पीक	मुख्य पीक पोषक अन्नद्रव्ये		
		नत्र	स्फुरद	पालाश
१	भात	२०	११	३०
२	गहू	२५	१७	३३
३	मका	२६	१४	३६
४	ज्वारी	२२	९	३०
५	नागली	३०	११	३९
६	सोयाबीन	६७	१८	४४
७	हरभरा	४६	८	५०
८	तुर	६४	१८	४२
९	मुग	५६	२४	३०
१०	भुईमुग	५८	२०	३०
११	मोहरी	३३	१६	४२
१२	जवस	१९	१२	३३
१३	ऐरंडी	३०	१२	१०
१४	सुर्य फुल	५७	२६	१०५
१५	उस	२०	१	३
१६	कापूस	४४	२८	७४
१७	तबांखु	१७	५	२६
१८	चहा	११०	३८	४४
१९	केळी	६	२	२५
२०	उडीद	४६	८	५०

उदाहरणार्थ भात पिकाचे एक टन धान्योत्पादन मिळविण्यासाठी त्या पिकाद्वारे नत्र, स्फुरद आणि पालाश चे अनुक्रमे २०,११ आणि ३० किलो शोषण होते. भाताची उत्पादकता प्रति हेक्टर ३ टन असल्यास या पिकांकडून नत्र, स्फुरद आणि पालाश यांचे अनुक्रमाने प्रति हेक्टर ६०,३३ आणि ९० किलो शोषण होते.

तृणधान्ये, गळित पिके, केळी, ऊस, कापूस इत्यादी पिकांची पालाशची गरज, नत्र आणि स्फुरदापेक्षाही जास्त आहे. व्दिदल वर्गातील पिकांची नत्राची गरज साधारणपणे पालाशपेक्षा अधिक असते. सर्वच पिकांच्या बाबतीत स्फुरदाचे शोषण नत्र आणि पालाशपेक्षा कमी आहे. असे असून देखील नत्र आणि स्फुरदयुक्त खतांचा वापर पालाशयुक्त खतापेक्षा मात्र जास्त प्रमाणात केला जातो. याचे मुख्य कारण म्हणजे जमिनीची सुपीकता हे होय. महाराष्ट्रातील तसेच राष्ट्रीय स्तरावरील सर्व प्रकारच्या जमिनीकडून नैसर्गिकरित्या होणारा उपलब्ध नत्राचा आणि स्फुरदाचा पुरवठा कमी ते मध्यम प्रमाणात आहे. त्यामुळे ही अन्नद्रव्ये पुरविणारी खते जास्त प्रमाणात वापरावी लागतात. जमिनीकडून होणारा पालाशचा पुरवठा मात्र साधारणपणे मध्यम ते जास्त प्रमाणात असतो. त्यामुळे ही खते कमी वापरली जातात. परिपक्व पिकात, शोषलेल्या एकूण नत्र आणि स्फुरदा पैकी जवळ जवळ प्रत्येकी ७० ते ८० टक्के अन्नद्रव्ये धान्यात साठविली जातात तर उरलेला २० ते ३० टक्के भाग पिकांच्या पेंढ्यात / चान्यात राहतो. पालाशचे मात्र या

उलट आहे. शोषलेला बहुतांशी पालाश (७० ते ८० टक्के) पेंड्यात / चान्यात साठतो तर २० ते ३० टक्के पालाश धान्यात स्थलांतरित होतो.

वनस्पतींच्या अन्नद्रव्यांच्या कमतरतेची लक्षणे :

काही वेळा वनस्पतीमध्ये आवश्यक अन्नद्रव्यांचे प्रमाण कमी होते. वनस्पतीची वाढ खुंटते, झाडे मरतात आणि उत्पादनात घट होते. सर्वसाधारणपणे अस्थिर अन्नद्रव्ये उदा. नत्र, स्फुरद, पालाश, मॅग्नेशियम, जस्त आणि मॉलिब्डेनम यांच्या कमतरतेची लक्षणे प्रथम झाडाच्या किंवा फांदीच्या खालच्या जुन्या पानांवर दिसतात. त्याच प्रमाणे स्थिर अन्नद्रव्ये उदा. गंधक, तांबे, लोह, मंगल आणि क्लोरीन यांच्यात कमतरतेची लक्षणे शेंड्याकडील भागात नवीन कोवळ्या पानांवर दिसतात. वनस्पतीच्या वाढीसाठी आवश्यक असणारी अन्नद्रव्ये वनस्पतीमध्ये कमी पडतात तेव्हा त्या अन्नद्रव्याच्या कमतरतेची लक्षणे थोड्या किंवा जास्त प्रमाणात पाने, देठ, फुल, फळे किंवा मुळ्या यांच्यावर दिसतात. परिणामी वनस्पतीची वाढ आणि विकास थांबतो. वनस्पतीची रोगप्रतीकारक शक्ती कमी होते. उत्पादनात मोठीच घट येते. सर्वसाधारणपणे अन्नद्रव्यांच्या कमतरतेमुळे वनस्पतींवर पुढील प्रमाणे परिणाम होतो.

जुन्या आणि पक्व पानांमध्ये हरितद्रव्ये कमी झाल्यास किंवा पानांवर काळे डाग पडल्यास अशा वनस्पतींमध्ये नत्र, गंधक किंवा मॅग्नेशियम या अन्नद्रव्यांची कमतरता असते. तसेच वनस्पतींमध्ये पानांच्याकडा आणि टोके करपली आणि पानांवर तपकिरी करडे डाग पडले तर अशा वनस्पतींमध्ये पालाश किंवा मॅग्नेशियम या अन्नद्रव्यांची कमतरता असते. नवीन आणि कोवळ्या पानांमध्ये हरितद्रव्याचा अभाव दिसून आल्यास आणि पात्यावर काळे डाग दिसून आल्यास अशा वनस्पतींमध्ये लोह किंवा जस्त या अन्नद्रव्यांची कमतरता असते. याच वनस्पतींमध्ये पानांवर करडे डाग पडले तर अशा वनस्पतींमध्ये कॅल्शियम, बोरॉन किंवा तांबे या अन्नद्रव्यांची कमतरता असते. वनस्पतीच्या कोवळ्या पानांवर विकृती दिसून आली तर अशा पानात मॉलिब्डेनम या अन्नद्रव्यांची कमतरता असते. वेगवेगळ्या अन्नद्रव्यांच्या कमतरतेचा वनस्पतींवर वेगवेगळा परिणाम होतो.

वनस्पतींच्या प्रमुख अन्नद्रव्यांच्या कमतरतेची लक्षणे :

नत्र :

नत्राच्या अभावी फळझाडांची वाढ खुरटी होते. बाजूच्या फांद्या, पाने आणि खोड बारीक होतात. झाडांच्या मुळांची वाढ मंदावून विस्तार कमी होतो. पानांचा रंग पिवळसर किंवा फिकट हिरवा होतो. पानातील हरितद्रव्य कमी होते. जुनी पाने अकाली गळून पडतात. पानांची टोके व कडा जळाल्यासारख्या दिसतात. पानातील हरितद्रव्य कमी होवून उत्पादन घटते. फळांची संख्या व आकार कमी होतो. फळे कठीण बनतात. कोबीवर्गीय भाजीपाल्यामध्ये पाने कमी लागतात आणि गड्डा तयार होण्याची क्रिया मंदावते. कंदवर्गीय भाजीपाल्यामध्ये जुन्या पानांवर पिवळे, नारंगी व तांबडे डाग पडतात. आंब्याच्या फळांचा आकार बिघडतो (मालफॉर्मेशन).

स्फुरद :

स्फुरदाच्या कमतरतेची लक्षणे थोड्याफार प्रमाणात नत्राच्या कमतरतेसारखी दिसतात. मुळांची वाढ खुंटते, पाने कमी लागतात, पानांचा आकार बारीक होतो, देठ वेडेवाकडे होतात, खोडांचा आकार बारीक होतो. खालच्या पानावर निळसर हिरवी झाक व जांभळे ठिपके दिसतात. त्यामुळे प्रकाश संश्लेषणाची क्रिया मंदावते. जास्त कमतरता असल्यास पाने पिवळी पडून अकाली गळतात. फळझाडांमध्ये मोहोर कमी येवून फळे कमी लागतात. फळांचा पक्वता काळ लांबतो. संत्र्याच्या फळांची साल जाड होवून ती आतून पोकळ होते. शुगरबीटच्या पानांमध्ये फॉस्फेटचे युग्मीकरण (फॉस्फोरिलेशन) कमी होते. बटाट्याच्या आतील भागात लालसर गंज दिसतो. आंब्याच्या खालच्या बाजूला लालसर जांभळे चट्टे दिसतात आणि कडा लालसर जांभळ्या होतात.

पालाश :

पानाच्या कडा व टोके प्रथम पिवळसर पडून तो भाग करपतो व वाळल्यासारखा दिसतो. जुनी पाने सुकून करडी होण्यास प्रारंभ होतो. देठ ठिसूळ बनतात. झाडांची वाढ हळूहळू होते व खुरटी असते. खोड कमकूवत होते, पाने गळू लागतात, बिया व फळे आकसतात आणि फळांची गुणवत्ता बिघडते. पालाशच्या कमतरतेमुळे बटाट्यात पोकळपणा येतो. टोमॅटोत फळे अकाली गळतात व फळांना निकृष्ट रंग येतो. भाजीपाला व फळांची साठविण्याची क्षमता कमी होते. फळातील आम्लता कमी होते. गळीताच्या पिकात तेलाचे प्रमाण कमी होते. केळीच्या पानाच्या कडांना भोके पडतात व ती पिवळी पडून फाटतात, त्यावर फयुजारियम विल्ट हा रोग होतो. आंबा, पपई, पेरू, सिताफळ इत्यादींच्या पानातील शिरांच्या मध्ये पिवळे चट्टे दिसतात. द्राक्षाचे घड लहान व घट्ट होतात. घड उशिरा तयार होतात. मणीएकसारखे पिकत नाहीत. डाळींबाच्या फळांचा रंग फिकका पडतो. टोमॅटोमध्ये बॅक्टेरियल ब्लॉइट हा रोग वाढतो.

कॅल्शियम :

कॅल्शियमच्या कमतरतेमुळे मुळांच्या अग्रस्थ भागांची वाढ चांगली होत नाही. शेंड्यांची वाढ होत नाही, कळ्या व फुले गळतात. पीक अवेळी फुलावर येते. कोवळ्या पानांच्या कडा, देठाकडचा भाग कमकुवत होत जातो. टोमॅटो व कलिंगडामध्ये ब्लॉसम एंडरॉट, गाजरामध्ये कॅव्हिटी स्पॉट, सफरचंदामध्ये बीटरपीट व शरिरक्रिया विकृती, वाटाण्यामध्ये शेंगा कुज, कोबीच्या पानातील हरितद्रव्य कमी होवून पानाची आकडी वळते. फळांमध्ये शेंडेमर रोग होतो. बुरशी, जीवाणू व पानांवरील डाग यांचे प्रमाण वाढते. लिंबूवर्गीय व घेवड्याची पाने दुमडतात.

मॅग्नेशियम :

मॅग्नेशियम कमतरतेमुळे देठ, पानांच्या कडा व शिरांमधील भागांचा हिरवा रंग कमी होतो. पाने लहान आकाराची होऊन त्यांची गुंडाळी बनते. कोवळी पाने पातळ व ठिसूळ बनून सुकतात. फांद्या नाजूक होतात व वाकतात. हरितद्रव्याची कमतरता भासते व प्रकाश-संश्लेषणाची क्रिया मंदावते. कोबी, गाजर, शुगरबीट, टोमॅटो, बटाटा, सफरचंद, लिंबू आणि वाटाणा यांच्या पानांच्या शिरांमधील हरितद्रव्य वेगाने कमी होवून तो भाग पिवळा होतो. मात्र कडा हिरव्या दिसतात. बटाट्यात पिष्टमय पदार्थ कमी तयार होतात. चुनखडीच्या जमिनीत वाढणाऱ्या लिंबूवर्गीय झाडांना मॅग्नेशियमची कमतरता जास्त जाणवते. द्राक्षामध्ये खोडकूज रोग होतो.

गंधक :

गंधकाच्या कमतरतेमुळे दिसणारी लक्षणे थोड्याफार प्रमाणात नत्राच्या कमतरतेसारखी दिसतात. पाने पिवळट हिरवी दिसतात. पाने व देठ यांचा आकार बारीक होतो. झाडे खुरटे, खोड व फांद्या पातळ व वाती सारख्या बारीक गोलायच्या दिसतात. मुळांचा आकार बारीक होवून त्यांची वाढ खुंटते. पानांमध्ये नत्र हे अमाईड व नायट्रेट यांच्या रूपाने साठते. पानात नत्र व गंधक यांचे गुणोत्तर वाढते. अगंधक अमिनो आम्लाचे प्रमाण वाढते. प्रकाश-संश्लेषण कमी झाल्याने साखरेचे प्रमाण घटते. कोबीवर्गीय पिकात खालची व वरची पाने तांबडी व जांभळी होतात. पानाचा आकार लांब आणि अरुंद होतो. केळी मध्ये शेंड्याकडील पाने लहान होवून ती गुच्छासारखी दिसतात. द्राक्षामध्ये फळकुजव्या रोगाचे प्रमाण वाढते. नारळाचे खोबरे चांमड्यासारखे चिवट होते.

सुक्ष्म अन्नद्रव्यांच्या कमतरतेची लक्षणे:**लोह :**

लोह कमतरतेची लक्षणे मॅग्नेशियमच्या कमतरतेसारखी दिसतात. नवीन पालवीतील हिरवेपणा नाहीसा होतो, शिरा हिरव्या राहतात, हरित लवकाची वाढ खुंटते, कोवळ्या पानांची वाढ थांबते, पाने पांढरी पडून वरच्याबाजूस वळतात. पाने पातळ होवून वाढतात. वनस्पतीमध्ये अल्फा अमिनो लिव्होलिनीक आम्लाचे प्रमाण घटते. प्रथिनांचे प्रमाण कमी होवून विद्राव्य जैव नत्राचे प्रमाण वाढते. मुळांची लांबी खुंटते. मुळ्यांवर लहान लहान तंतू केस वाढतात.

जस्त :

वनस्पतीची पाने पिवळी पडून कमजोर होतात. पानांच्या शिरांच्या मधल्या भागातील ऊती मरतात. शेंड्याकडील पाने खुजी होतात. फळांचा आकार बिघडतो. कित्येकदा लिंबूवर्गीय फळांची पाने सडतात. फांद्यांच्या शेंड्याकडील पाने अतिशय बारीक येतात. पानांच्या कडा वेड्यावाकड्या दिसतात. कळ्या किंवा फळे लहान आकाराची येतात. शेंडा व खोडांच्या लांबीवर परिणाम होतो. पालवीवर पांढरे चट्टे येतात. पालवी तपकिरी किंवा जांभळट तांबड्या रंगाची दिसते. खोड वाढते व पाने पक्व होण्यापुर्वी गळतात. ऋतू खडबडीत व टणक होवून चकाकते. पेरुची वाढ खुंटून फळांना तडे जातात. द्राक्षात मण्यांचे प्रमाण कमी होवून त्यांचा आकार लहान होतो.

तांबे :

कोवळ्या पानांच्या शिरांमधील हरितद्रव्य कमी होते. पाने डागाळलेली दिसू लागतात, पानांचा आकार बारीक होवून ती चुरगळतात, कडा करपतात. लिंबूवर्गीय फळझाडात नवीन वाढ खुंटते, फळांवर तांबूस करडे ठिपके दिसतात. शेंडेमर झालेल्या फांदीवर अनेक फुटवे फुटून शेंड्यांवर लहान पानांचा झुपका तयार होतो. साखरेचे प्रमाण कमी होवून आम्लाचे प्रमाण वाढते. मुळांवरील गाठी तयार होण्याची क्रिया मंदावते. शेंगा येणाऱ्या वनस्पतींचा शेंडा पांढरा पडतो. केळीवर बुरशी व विषाणु रोग, नारळात कडांग रोग(यलो मॉटल)आणि मोठ्या झाडांवर समर डायबॅक हे रोग येतात.

बोरॉन :

वनस्पतीच्या शेंड्याकडील वाढ मंदावते. कळीचा रंग फिकट हिरवा होतो. बोरॉनची जास्त कमतरता असल्यास वाढणारी कळी मरते. पानांचा रंग निळसर हिरवा होवून ती वेडीवाकडी, जाड व ठिसूळ होतात. नवीन पाने गुंडाळतात व सुकतात.

परागकणांची निर्मिती व फळधारणा कमी होवून फळे कमी लागतात. कंदफळांचा गाभा काळा पडतो त्यांना भेगा पडतात ती कुजतात व फुटतात. खोड व पानाचा देठ यांना तडे जातात. फुलकोबीवर तपकिरी कुज दिसते. कोबीवर तांबूस करडे ठिपके पडतात. रताळीच्या मुळांवर कॅंकर व मालफॉर्मेशन, लिंबावर डिंक्या, शुगरबीटवर कॅंकर, रासबेरीवर शेंडामर, आंब्यावर काळबोंडी, नारळावर पानकुज व शेंडाकुज रोग होतात. डाळींबाची फळे तडकतात. शेलरीचे खोड दुभंगते. व लिंबूवर्गीय फळे आतून व बाहेरून दगडासारखी टणक होवून त्यातील बल्क व साल यांचे गुणोत्तर कमी होते.

मंगल :

मंगलच्या कमतरतेची लक्षणे मॅंग्रेशियम सारखी दिसतात. यामुळे फक्त नवीन पानांच्या शिरांमधील भाग पिवळा पडतो. तर मॅंग्रेशियममुळे पानांमधला शिरांचा भाग पिवळा पडतो. पानामध्ये हरितद्रव्य व हरितलवक कमी होते. पिवळ्या ठिपक्यांचे नंतर पिवळ्या पट्ट्यात रूपांतर होते किंवा जाळीदार शिरांमध्ये करडे डाग पडतात.शुगरबीटमध्ये पिवळसर छोटेसे डाग , वाट्याण्यावर पाण्यासारखे ठिपके व बटाट्यामध्ये चट्टे (स्कॅब)दिसतात.

मॉलिब्डेनम :

मॉलिब्डेनमच्या कमतरतेची लक्षणे नत्राच्या कमतरतेसारखी दिसतात. वनस्पतींची वाढ खुंटते, पाने पिवळसर व निस्तेज दिसतात, पानांच्या शिरांमधल्या जागेत प्रथम पिवळसर हिरवा किंवा थोडासा नारंगी रंग दिसतो व नंतर तो सर्व पानांवर पसरतो. त्यामुळे कोबीवर्गीय झाडे मरतात. झाडांची मोठी पाने पेल्याच्या आकाराची होतात. जास्त कमतरता असल्यास पानगळ होते. फुल कमी येतात. फुलकोबीची पाने चाबकासारखी होतात. द्राक्षवेळीचे शेंडे मरतात. लिंबामध्ये पिवळे डाग व घेवड्यामध्ये भाजल्यासारखे फोड दिसतात. टोमॅटोच्या जुन्या पानांवर मॉटलिंग दिसते.

क्लोरीन :

सर्वसाधारणपणे पिकात क्लोरिनची कमतरता आढळून येत नाही. परंतु आढळल्यास वाढ खुंटते व बाजूच्या मुळ्यांना फुटवे फुटतात. नवीन पानांवर पिवळेपणा दिसतो. बाष्पोच्छ्वासावर प्रतिकूल परिणाम होतो. टोमॅटोच्या पानांमध्ये हरितद्रव्ये कमी होते, पाने चुसगळतात, पाने पिवळी, करडी पडतात. नारळाची झाडे बुरशीजन्य रोगांना बळी पडतात.

निकेल :

द्रव माध्यमामध्ये वाढविलेल्या वनस्पतीमध्ये मुख्यत्वे कमतरतेची लक्षणे दिसून येतात. वनस्पतीमध्ये निकेलची कमतरता असल्यास वनस्पतीच्या पानांच्या टोकामध्ये युरिया या विषारी पदार्थाचे संचयन होवून पानाच्या टोकाकडील भागात ठिपके (नेक्रॅसीस) दिसून येतात.

कोबाल्ट :

नत्र स्थिर करणाऱ्या जिवाणूंच्या गाठींमध्ये लेगहिमोग्लोबीनचे प्रमाण कमी होते. नत्राचे स्थिरीकरण कमी होते. त्यामुळे वनस्पतीचे पोषण कमी होते.

सोडियम :

पानांचा आकार व संख्या कमी होते, पाने पिवळी पडतात, पानावर पिवळे करडे चट्टे दिसतात व झाडांची वाढ खुंटते . शुगरबीटमध्ये याचे प्रमाण जास्त आढळते. आंब्याच्या फळावर काळबोंडी (ब्लॅक टीप) हा रोग दिसून येतो.

वनस्पतीमधील अन्नद्रव्यांचे अधिक प्रमाण व त्यांचे सर्वसाधारण परिणाम :

ज्यावेळी आवश्यक, हितकारक किंवा उपयोगी अन्नद्रव्यांचे प्रमाण जमिनीत किंवा वनस्पतीच्या शरीरात जरूरीपेक्षा जास्त होते, त्यावेळी पिकाची वाढ खुंटते किंवा पीक मरते, या स्थितीस अन्नद्रव्यांचे अतिरिक्त प्रमाण असे म्हणतात. एका अन्नद्रव्याचे जमीन अथवा वनस्पतीमधील प्रमाण ठरविक प्रमाणापेक्षा खूपच जास्त असते, त्या वेळी दुसऱ्या अन्नद्रव्याचे प्रमाण घटते आणि अन्नद्रव्यांचे संतुलन बिघडते. वाढणाऱ्या या असंतुलनाचा पिकांवर अनिष्ट परिणाम होतो. या स्थितीस अन्नद्रव्यांचे बेसुमार प्रमाण असे म्हणतात. या दोन्हीही स्थिती पिकांना घातक असतात. सर्वसाधारणपणे वनस्पतीमध्ये आवश्यक अन्नद्रव्यांचे अतिरिक्त अथवा बेसुमार प्रमाण बऱ्याच वेळा आढळून येते. त्यामुळे वनस्पतीची वाढ खुंटते. अन्नद्रव्यांचे प्रमाण प्रमाणीत मुल्यापेक्षा जास्त झाल्यास दुसऱ्या अन्नद्रव्याचे प्रमाण बिघडते. त्यामुळे वनस्पतीच्या चयापचयाच्या क्रियेवर वाईट परिणाम होतो. झाडांची बुरशीजन्य, जिवाणूजन्य रोगांना प्रतिकार करण्याची शक्ती कमी होते. या सर्वांचा परिणाम म्हणून पिकांचे उत्पादन घटते. अन्नद्रव्यांचे जमिनीतील प्रमाण किंवा तिब्रता प्रमाणात मुल्यापेक्षा जास्त झाल्यास वनस्पतीच्या वाढीवर पुढील प्रमाणे दुष्परिणाम होतात.

नत्र :

मुळापेक्षा खोड आणि फांद्या यांची वाढ जास्त होते, मुळे खुरटे होतात, फुटवे अधिक फुटतात. सुरुवातीला वनस्पतीची शाखीय वाढ जास्त होते आणि जादा पालवी येते. त्यामुळे फळे उशिरा पक्व होतात. पालवी जास्त झाल्यामुळे वातावरणातील आर्द्रता वाढते आणि तांबेरा, भुरी या सारख्या रोगास बळी पडतात. वनस्पतीची हिवाळ्यात थंडी सहन करण्याची शक्ती कमी झाल्याने त्या रोगास बळी पडतात. द्राक्षपिकात घड लवकर लागतात, फळात साखर कमी होवून आम्लता वाढते. नारळात फळधारणा आणि खोबऱ्याचे प्रमाण घटते. डाळींबाच्या फळांचा रंग फिकका पडतो. फळे तडकतात. पाणथळ जमिनीत नायट्रेटचे प्रमाण वाढल्याने लिंबूवर्गीय फळझाडे कोळशी (सिट्रस डिकलाईन) या रोगास बळी पडतात. कांदा पिक पिवळे पडून त्यांची वाढ खुरटी होते. आंबा आणि द्राक्ष ही पिके बुरशीजन्य रोगांना बळी पडतात.

स्फुरद :

वनस्पतीमधील लोह , तांबे आणि जस्त शोषून घेण्यास आणि त्याचे स्थलांतर करण्यास प्रतिबंध होतो. त्यामुळे वनस्पतीची वाढ खुंटते. अननसाची फळे लवकर तयार होवून अकाली पिकतात.

पालाश:

वनस्पतीमध्ये पालाशचे प्रमाण वाढल्यामुळे मॅग्नेशियम आणि कॅल्शियम यांच्या उपलब्धतेवर परिणाम होतो. मोठ्याप्रमात कोणताही वाईट परिणाम होत नाही .

गंधक:

पानांचा शिरांमधील भाग पिवळा पडतो. झाडांच्या ऊती जळून जातात. कारखान्यांमध्ये हवेत सल्फर डाय ऑक्साईडचे प्रमाण वाढल्याने पानांवर पिवळसर करडे डाग पडतात. हवेतील सल्फर डायऑक्साईडचे प्रमाण वाढल्यास पानांमध्ये सल्फयुरस आम्ल तयार होते व हायड्रोजन, हायड्रोजन सल्फाईड वेगळे होतात, त्यामुळे प्रकाश संश्लेषणक्रियेवर अनिष्ट परिणाम होतो.

कॅल्शियम :

वनस्पतीमध्ये लोहाचे प्रमाण कमी होते. वनस्पती पिवळट पडतात. जस्ताचे शोषण काही प्रमाणात कमी होते.

मॅग्नेशियम :

वनस्पतीच्या पेशीमधील पोकळीत असंद्रिय पदार्थ क्षार म्हणून साठतात. त्यामुळे वनस्पतीची अन्नद्रव्य शोषण शक्ती कमी होते.

लोह :

पाने वेडीवाकडी होतात. हरितद्रव्ये कमी होते. हिरव्या पानाच्या टोकाकडील भागापासून तपकिरी ठिपके पडण्यास सुरुवात होते व नंतर पाने संपूर्ण तपकिरी दिसतात. खालची पाने गळतात. मुळांचा रंग तपकिरी दिसतो. खोडात लोहाचे प्रमाण वाढल्याने झाडाचा वरचा भाग मोडतो. झाडांची वाढ कमी होऊन उत्पादन घटते.

जस्त :

जमिनीत जस्ताचे प्रमाण जास्त झाल्यास स्फुरद व लोहाचे प्रमाण कमी होते. वनस्पतीच्या मुळांचा रंग तपकिरी पडतो व मुळांची वाढ कमी होते. पानांच्या शिरांमधील भागातील हरितद्रव्य कमी होते. पानाच्या कडा तपकिरी किंवा तांबूस तपकिरी होतात, नंतर तो भाग वाळतो व पातळ बनतो, पानाच्या कडा गुंडाळल्या जातात, पानांचे शेंडे पिवळे पडतात व करडे डाग पडतात. झाडाची वाढ कमी होते.

तांबे :

जमिनीत तांब्याचे प्रमाण जास्त झाल्यास लोहाचे प्रमाण कमी होते, त्यामुळे कोवळ्या पानांच्या शिरांच्या मधल्या भागातील हरितद्रव्ये कमी होते. जुन्या पानांवर तांबूस, तपकिरी किंवा गुलाबी छटा दिसतात. पाने गुंडाळली जातात व नंतर वाळतात. मुळ्या तांबूस-तपकिरी रंगाच्या होऊन त्यावर करडे डाग पडतात. लिंबूवर्गीय फळझाडात पाने गळतात, फळांवर चट्टे पडतात, शेंड्याकडील कोवळ्या फांद्या मरतात व सालीत डिंक (गम्माॅसिस)जमा होतो .

बोरॉन:

कोवळ्या पानांवर शिरांमधील हरितद्रव्ये कमी होते. हरितद्रव्ये कमी होण्याचे प्रमाण पानाच्या देठापासून सुरु होऊन टोकाकडे वाढत जाते. नंतर तो भाग तपकिरी किंवा लालसर-तपकिरी पडतो व पातळ होऊन वाळतो. पाने अकाली गळून पडतात.

जुन्या व पक्व झालेल्या पानांवर नेक्रॉसिस दिसते आणि पानाची टोके व कडा करपतात. समुद्रकाठच्या गाळाच्या व अवर्षणप्रवण क्षेत्रातील जमिनीत असणाऱ्या पिकांवर दुष्परीणाम जास्त प्रमाणात होतो.

मंगल :

पाने वेडीवाकडी होतात. नवीन पानांवर हरितद्रव्यांचा अभाव दिसतो. हा अभाव लोहाच्या अभावापेक्षा वेगळा असतो. जुन्या व पक्व झालेल्या पानांवर नेक्रॉसिस दिसते. शेंगावर्गीय पिकांमध्ये पानांच्या शिरा तपकिरी किंवा जांभळट दिसतात. जास्त आम्लयुक्त जमिनीत वाढणाऱ्या वनस्पतींमध्ये मंगलचे प्रमाण १००० पीपीएम पर्यंत जाते. लोह , मॅग्नेशियम कॅल्शियम यांची उपलब्धता कमी होते. लेट्युसमध्ये पानांवर निळसर झाक दिसते. सफरचंदाच्या पानांमध्ये याचे प्रमाण ५०० पीपीएम. पेक्षा जास्त झाल्यास फळाच्या आतील भागात काळे करडे डाग (इंटरनल ब्लॉक नेक्रॉसिस)दिसतात. द्राक्षाच्या देठात याचे प्रमाण ३०० पीपीएम.पेक्षा जास्त झाले तरी फारसा वाईट परिणाम होत नाही. बटाट्यामध्ये खोडाच्या खालच्या भागात शेवटच्या पानापाशी काळ्या रेषा दिसतात, पाने चकाकतात, पिवळी पडतात व गळतात.

मॉलिब्डेनम :

वनस्पतीमध्ये मॉलिब्डो-टॅनिन तयार होते. अपित्वचा व वाहक ऊतींमध्ये सोनेरी पिवळसर वाटोळा भाग तयार होतो. बटाटा व टोमॅटो यांच्या खोडावर तांबडा किंवा सोनेरी पिवळा रंग दिसतो. कोबीवर्गीय भाजीपाल्यात पानांवर निळसर छटा दिसतात. लेट्युस मध्ये जुन्या पानांवर करडा रंग दिसतो.

क्लोरीन :

सर्वसाधारणपणे पानांची संख्या व आकारमान कमी होते. पाने पिवळी किंवा करडी दिसतात. पानांच्या कडा तपकिरी रंगाच्या आणि करपल्यासारख्या दिसतात .

सोडियम :

गवत व चराऊ कुरणातील वनस्पतींमध्ये प्रमाण जास्त असल्यास ते जनावरांना खूप आवडते.

सिलिका :

जमिनीतील सिलिकाचे प्रमाण जास्त झाल्यास स्फुरद व बोरॉन शोषून घेण्याची क्रिया कमी होते. जास्त सिलिकामुळे मॅगनिज व लोह यांची तिघ्रता कमी होते.

प्रकरण - ६

जमिनीची सुपीकता व जमिनीची उत्पादकता

पिकांचे अपेक्षित उत्पादन येण्यासाठी जमिनीच्या पोषक अन्नद्रव्यांचा पुरवठा करण्याच्या क्षमतेला जमिनीची सुपीकता असे म्हणतात. हा जमिनीचा एक गुणवत्तादर्शक घटक असून वनस्पतींच्या चांगल्या वाढीसाठी आवश्यक असणाऱ्या अन्नद्रव्यांचा योग्यप्रमाणात पुरवठा करतो. माती परिक्षणामुळे जमिनीची सुपीकता समजते. जमिनीचा कस हा तिच्या सुपीकतेचा एक भाग आहे. पुष्कळ वेळा जमिनी सकस असूनही त्या सुपीक असतातच असे नाही. परंतु सुपीक जमिनी मात्र निश्चित कसदार असतात.

जमिनीच्या पिकउत्पादन करण्याच्या क्षमतेला तिची उत्पादकता असे म्हणतात. जमिनीची उत्पादकता ही जमिनीचे फूल, पोत, जैविक गुणधर्म, अन्नद्रव्ये पुरवठा क्षमता, वनस्पतींच्या योग्यवाढीस लागणारे तापमान, पाण्याचा पुरवठा, सूर्यप्रकाश, हवा इत्यादी बाबींवर अवलंबून असते. जमिनीची उत्पादन क्षमता ही पिकांच्या उत्पादनात मोजतात. ज्या जमिनीमध्ये पिकांचे भरपूर उत्पादन मिळते, त्या जमिनीची उत्पादन क्षमता अधिक असते.

एखादी जमीन सुपीक असूनही तिची उत्पादन क्षमता कमी असते. अशा जमिनीत भरपूर पोषक अन्नद्रव्ये उपलब्ध असूनही ती पिकांच्या वाढीस काही कारणांनी मिळू शकत नाहीत. जमिनीत भरपूर अन्नद्रव्ये आहेत, परंतु शेती उपयोगी पाणी नाही किंवा जमीन खूपच आम्लयुक्त किंवा विम्लयुक्त आहेत, अशा वेळी ती अन्नद्रव्ये पिकांना योग्यप्रमाणात मिळू शकत नाही. म्हणून जमिनी सुपीक असूनही त्या जमिनीत पिकांची वाढ समाधानकारक होत नाही. मृदा परिक्षणामुळे जमिनीची उत्पादन क्षमता समजू शकत नाही. जमिनीची उत्पादनक्षमता टिकविण्यासाठी जमिनीच्या व्यवस्थापनात खालील बाबींवर भर दिला पाहिजे.

१. जमिनीतील पाणी, हवा व वनस्पती यांचा योग्य संबंध राखण्यासाठी योग्य मशागत करावी. जमिनीला गरजेप्रमाणे सेंद्रिय आणि रासायनिक खतांचा पुरवठा करावा.
२. जमिनीचा पोत, प्रत आणि सुपीकता यांचा विचार करून जमिनीचे फूल टिकवावे, पिकांची फेरपालट करावी, जमिनीची धूप थांबवावी आणि किडी-रोगांचे नियंत्रण करावे.
३. जमिनीतील अपायकारक क्षार काढून टाकावेत. जमिनीत चर खोदून निचऱ्याची व्यवस्था करावी. जमिनी जास्त विम्लयुक्त बनल्यास जिप्समचा वापर करावा आणि जास्त आम्लयुक्त असल्यास चुन्याचा वापर करावा.

जमिनीची सुपीकता व उत्पादन क्षमतेवर परिणाम करणारे घटक :

जमिनीची सुपीकता ही तिच्या भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणधर्मावर तसेच मशागतीच्या पद्धतींवर अवलंबून असते. ज्या खडकापासून जमीन तयार झाली त्या खडकात भरपूर खनिजे असल्यास त्या पासून सुपीक जमीन तयार होते. मृदा खनिजामध्ये मॉन्टमोरिलोनाईटसारखे खनिज असल्यास त्यांची आयन विनिमय शक्ती (७०-९५ मी.ई/१००ग्रॅम माती) जास्त असते. त्यामुळे जमिनीची सुपीकता वाढते.

अति पावसाच्या प्रदेशात जमिनीतील अन्नद्रव्ये वाहून गेल्याने जमिनीची सुपीकता कमी होते. गवताळ किंवा थंड कटिबंधातील जमिनीत भरपूर सेंद्रिय पदार्थ असल्याने त्या प्रदेशातील जमिनी सुपीक असतात.

उष्ण कटिबंधातील कमी पावसाच्या भागात सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण कमी (१ टक्का पर्यंत) असते आणि या प्रदेशातील जमिनीत सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन झपाट्याने होते. म्हणून जमिनी लवकर नापीक होतात. जास्त पावसाच्या प्रदेशातील जमिनी सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण २ ते ३ टक्के पर्यंत असते. टेकड्यांच्या उतारावरील जमिनी कमी सुपीक असतात. परंतु सखल भागातील जमिनी जास्त सुपीक असतात. अशा जमिनीत गाळा बरोबर वाहून आलेली अन्नद्रव्ये गोळा होतात व साठतात.

जमिनीची सुपीकता व उत्पादकतेच्या घटकांमध्ये, पाणलोट क्षेत्रात एकात्मिक पद्धतीच्या व्यवस्थापनाचा वापर, मृदसंधारण, सेंद्रिय व रासायनिक खतांचा योग्यप्रमाणात वापर, पाणी व जमीन व्यवस्थापन, योग्य मशागत, पिकांची योग्य फेरपालट, रोग व किडींचा योग्य बंदोबस्त यांचा समावेश होतो. जमिनीतील सेंद्रिय द्रव्यांमुळे जमिनीची घडण, निचरा शक्ती आयन विनिमय शक्ती सुधारते आणि जमिनी सुपीक बनतात.

खालील बाबींचा योग्य प्रमाणात उपयोग केल्यास शेतजमिनीची सुपीकता वाढविता किंवा टिकविता येते. जमिनीत ज्या अन्नद्रव्यांची कमतरता आहे ती अन्नद्रव्ये आवश्यक त्या प्रमाणात घालून त्याची योग्य पातळी राखावी. जमिनीत योग्य प्रमाणात सेंद्रिय

आणि रासायनिक खते घालून जमिनीची भौतिक, रासायनिक आणि जैविक घडण सुधारून घ्यावी, एकदल आणि द्विदल पिकांची योग्य प्रमाणात फेरपालट करावी.

जमिनीची सुपीकता कमी होण्याची कारणे :

जमिनीत असणारी अन्नद्रव्ये निरनिराळ्या मार्गांनी कमी होतात. त्यामुळे जमिनीची सुपीकता व उत्पादन क्षमता घटते. जमिनीत पीक उत्पादन करतांना जमिनीतून मोठ्या प्रमाणात अन्नद्रव्ये शोषून घेतली जातात. भारतातील जमिनीतून दर वर्षी सुमारे ४० लाख टन नत्र पीक-उत्पादनात बाहेर काढला जातो. मात्र त्याच्या जागी परत टाकलेला नत्र सुमारे १० लाख टन इतकाच असतो. निरनिराळी पिके त्यांच्या वाढीसाठी जमिनीतून अन्नद्रव्ये शोषून घेतात. पिके जमिनीमधून नत्र आणि पालाश मोठ्याप्रमाणावर शोषून घेतात. आणि स्फुरद, मॅग्नेशियम आणि गंधक त्यामानाने कमी प्रमाणात शोषून घेतात. पिकातील तणांची वाढ खूपच जोरात होते व त्यामुळे बरीचशी अन्नद्रव्ये जमिनीतून शोषून घेतली जातात. विविध पिकांमधील तणांमुळे होणारा अन्नद्रव्यांचा नाश तक्ता ५.१ मध्ये दिला आहे. यावरून तणे पिकांचे अन्न मोठ्या प्रमाणात शोषून घेतात हे दिसून येते.

तक्ता ५.१ अन्नद्रव्यांची तणांमार्फत होणारे शोषण

पीक	अन्नद्रव्यांचे तणांमार्फत शोषण (किलो ग्रॅम / हेक्टर)		
	नत्र	स्फुरद	पालाश
बटाटा	६३	११	८८
वाटाणा	२५	०६	-----
ऊस	७८	३५	१८८
मका	६१	६	५२

नत्रयुक्त खतांचा बऱ्याच प्रमाणात न्हास हा निचऱ्यामार्फत होतो. जमिनीच्या ऋणायन विनीमय ग्रहणशक्तीनुसार अमोनिया वायुचा न्हास होतो. वालुकामय जमिनीमधून नत्राचा न्हास लवकर होतो. ग्रामीण भागात जळणासाठी पुरेसा लाकूडफाटा मिळत नसल्यामुळे उपलब्ध शेणापैकी जवळजवळ निम्मे शेण जळणाकरिता वापरले जाते. त्यामुळे अन्नद्रव्यांचा मोठ्याप्रमाणावर अपव्यय होतो. वास्तविक हे शेण खतासाठी वापरणे आवश्यक आहे.

पावसाच्या पाण्यामुळे दरवर्षी महाराष्ट्रातील जमिनीवरून सुमारे ५० कोटी टन सुपीक माती आणि सुमारे ४.५ लाख टन पोषक अन्नद्रव्ये वाहून जातात. भारतामधून सुमारे ६०० कोटी टन माती व सुमारे ५० लाख टन पोषक अन्नद्रव्ये दरवर्षी वाहून जातात.

जमिनीची जलधारणा शक्ती :

संपृक्त क्षमते नंतर २४ ते ४८ तासांच्या कालावधीत गुरुत्वीय पाण्याचा निचरा झाल्यानंतर मातीतील ओलाव्याची जी पातळी असते त्या पातळीला जमिनीची जलधारण शक्ती असे म्हणतात. या अवस्थेत पिकांची मुळे जमिनीतून सहजतेने पाणी शोषून घेतात. जमिनीची जलधारण शक्ती ही जमिनीच्या प्रकारावर अवलंबून असते. चिकण सारख्या बारीक पोताच्या जमिनीत सुक्ष्म पोकळ्यांचे प्रमाण अधिक असते तसेच सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाणही जास्त असते. त्यामुळे अशा जमिनीची जलधारण शक्ती अधिक असते. तुलनात्मक दृष्ट्या सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाणही कमी असल्याकारणाने या जमिनीची जलधारण शक्ती कमी असते. जमिनीची जलधारण शक्ती वाढविण्यासाठी ज्याप्रदेशात पावसाचे अथवा सिंचनाच्या पाण्याची कमतरता आहे. अशा प्रदेशात पाण्याचे व्यवस्थापन काटकसरीने व नियोजनपूर्वक करणे गरजेचे आहे. जमिनीतून पाण्याचा न्हास हा बाष्पीभवन, पर्णोत्सर्जन व मातीसह पाण्याची धूप होऊन होत असतो.

जमिनीची जलधारणा शक्ती वाढविण्यासाठी व ती टिकऊन धरण्याकरिता खालील प्रकारची उपाय योजना करावी.

१. मृद व जलसंधारण पद्धतींचा अवलंब करणे
२. पिकांच्या बुंध्याशी गवत, पाला पाचोळा यांचे आच्छादन टाकावे
३. पर्णोत्सर्जन नियंत्रित करण्यासाठी प्रती हेक्टरी झाडांची संख्या तसेच पिकांच्या पानाची संख्या योग्य प्रमाणात राहिल याची काळजी घ्यावी.
४. केओलीन, चूना, खडू इत्यादि परावर्तकांचा उपयोग करावा.

५. सेंद्रिय खते जसे शेणखत, कंपोष्ट खत यांचा जास्तीत जास्त वापर करावा.

तसेच ज्या प्रदेशात पावसाचे प्रमाण जास्त आहे अशा भागात जमिनीत जास्त पाणी साठणार नाही याची काळजी घ्यावी. त्यासाठी शेतात चर खोदून अतिरीक्त पाण्याचा निचरा करावा .

जमिनीच्या जलधारणशक्तीचा पिकांवर होणारा परिणाम :

१. जमिनीत जलधारणशक्ती पेक्षा पाण्याची पातळी कमी असेल तर रोपांची मुळे पाणी शोषून घेण्यास असमर्थ ठरतात. तदनंतर रोपे पिवळी पडून हळूहळू मरू लागतात.
२. जर जमिनीत जलधारणशक्ती पेक्षा जास्त पाणी साचले तर जमिनी पाणथळ होऊन हवा खेळती राहत नाही. तसेच उपयुक्त सुक्ष्म जिवजंतूंची कार्यक्षमता घटते. अन्नद्रव्यांची उपलब्धता कमी होते आणि तणांचा प्रादूर्भाव मोठ्याप्रमाणात होऊन पिकावर अनिष्ट परिणाम होतात.
३. पाणी हे संपृक्त क्षमता आणि कायमचा मरणोक्त बिंदू या दरम्यान असेल तर जमिनी पाणी धरून ठेवून असे पाणी पिकाच्या वाढीसाठी उपयुक्त ठरते.

प्रकरण - ७

महाराष्ट्रातील जमिनीचे प्रकार

महाराष्ट्रातील काळ्या जमिनी मुख्यतः बेसाल्ट या अग्निजन्य खडकापासून तयार झाल्या आहेत. त्यांचे जलरूपांतरीत जांभ्या खडकापासून दक्षिण कोकण भागात जांभ्या विटकरी रंगाच्या जमिनी तयार झाल्या तसेच विदर्भातील पूर्वभागात पिवळसर, तपकिरी व तांबड्या जमिनी ग्रॅनाईट, निस व शिस्ट या मिश्र खडकांपासून तयार झाल्या आहेत. या चार प्रकारच्या खडकात घटक द्रव्यांचे प्रमाण वेगवेगळे असून त्यांचा परिणाम त्यांपासून झालेल्या जमिनीवर दिसून येतो. या खडकांचे रासायनिक पृथक्करण तक्ता ६.१ मध्ये दिले आहे.

तक्ता : ६.१ वेगवेगळ्या खडकांमधील घटक द्रव्यांचे शेकडा प्रमाण.

अ.क्र.	घटक ऑक्साईड स्वरूपात	बेसाल्ट	लॅटेराईट	ग्रॅनाईट	निस
१	सिलीकॉन	३४ - ५२	१ - २९	६५ - ७९	५५ - ७८
२	अॅल्युमिनियम	९ - १६	१० - ५९	१४ - १८	९ - २१
३	लोह - फेरस	० - ११	०.५ - १६	० - २	१ - १२
४	फेरीक	२ - १६	२ - ७५	० - ३	१ - ८
५	टिटॅनियम	० - ४	०.५ - १६	०.१ - ०.५	०.५ - २
६	मॅंगनीज	० - १	अल्प	० - ०.५	---
७	कॅल्शियम	७ - ११	० - १	१ - ४	०.१ - १३
८	पोटॅशियम	०.५ - ८	० - ०.३	१ - ५	१ - ५
९	सोडियम	२ - ७	० - १	३ - ७	०.५ - ४
१०	मॅग्नेशियम	२ - १८	० - १	०.१ - २	०.१ - ४

वरील तक्त्यावरून असे दिसून येते की, बेसाल्ट खडक कॅल्शियम, मॅग्नेशियममध्ये समृद्ध असून त्यामध्ये लोहाचे प्रमाणही भरपूर आहे. तसेच टिटॅनियमचे प्रमाण जास्त असल्याने यांपासून तयार झालेल्या जमिनीस काळा रंग येतो. लॅटेराईट खडकात सिलीकॉन कमी असून आयर्न, अॅल्युमिनियम जास्त आहे. परंतु कॅल्शियम, मॅग्नेशियम यांचे प्रमाण अत्यंत कमी आहे. ग्रॅनाईट खडकात सिलीकॉनचे प्रमाण जास्त असल्याने त्यांपासून तयार झालेल्या जमिनीत वाळूचे प्रमाण जास्त राहते. मिश्र खडक ग्रॅनाईट, शिस्ट व निस पासून तयार झालेल्या जमिनीतील निस खडकाचे पृथक्करणवरून असे दिसून येते की, त्यातील घटक द्रव्ये ग्रॅनाईट खडकाप्रमाणेच असून त्यात सिलीकॉनचे प्रमाण भरपूर आहे. तसेच यात ग्रॅनाईट पेक्षा लोहाचे प्रमाण जास्त आहे. या माहितीवरून हे स्पष्ट होईल की, बेसाल्टपासून तयार झालेल्या जमिनी जास्त चिकण माती व पोयटायुक्त असून त्या ग्रॅनाईट खडकापासून तयार झालेल्या जमिनीपेक्षा जास्त सुपीक असतात.

महाराष्ट्रातील जमिनी वेगवेगळ्या खडकापासून तयार झाल्या असून त्यांचे गुणधर्म ही वेगवेगळे आहेत. त्यामुळे जमीन व हवामानाप्रमाणे पीक पद्धतीतही बदल आढळतो. काही भागात प्रामुख्याने खरीप हंगाम, काही ठिकाणी रबी हंगाम व इतर भागात दोन्ही हंगामात पिके घेतली जातात. महाराष्ट्रात आढळणाऱ्या जमिनीचे प्रकार, त्यांचे महत्त्वाचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म याबद्दलची माहिती तक्ता ६.२ मध्ये दिली आहे. त्यामध्ये कोकण विभागातील जांभ्या जमिनी, समुद्र काठच्या गाळाच्या व खारवट जमिनी, पश्चिम घाटाचे उतारावरील तांबूस तपकिरी जमिनी, पश्चिम महाराष्ट्र, विदर्भ व मराठवाड्यामधील उथळ, मध्यम, काळ्या व खोल काळ्या जमिनी आणि पूर्व विदर्भातील तपकिरी पिवळसर काळ्या मिश्र रंगाच्या जमिनींचा समावेश होतो.

१. काळ्या जमिनी :

काळ्या जमिनी उथळ ते भारी खोल असतात. या जमिनी समुद्र सपाटीपासून ३०० ते ९०० मीटर उंचीवर पठारी भागात उष्ण व कोरड्या हवामानात आढळतात. उतारावरील जमिनी हलक्या लालसर व कमी सुपीक असतात तर नदीकाठच्या भागात त्या खोल भारी काळ्या रंगाच्या असतात. भारी खोल जमिनीत चिकण मातीचे प्रमाण जास्त असते. पाणी धारणशक्ती चांगली असते. परंतु पाण्याचा निचरा कमी होतो. या जमिनी नत्रखातास उत्तम प्रतिसाद देतात. जमिनीतील थरात मोठ्या प्रमाणात चुनखडी सापडते.

कृष्णा ,गोदावरी नद्यांच्या खोऱ्यातील काळ्या जमिनी फारच सुपीक आहेत. जमिनीचा काळा रंग हा सेंद्रिय पदार्थाचे विघटन भाग व चिकण मातीशी मिश्रण व टिटॅनियम ऑक्साईड मुळे येतो. काळी माती वाळल्याने तिला भेगा पडतात. अशाप्रकारे नांगरणीचे काम नैसर्गिकरित्या होते. म्हणून त्यास रेग्युर (स्वयं नांगरट) जमिनी म्हणतात. काळ्या जमिनीत कापूस पीक घेत असल्याने त्यांना काळ्या कापसाच्या जमिनी असेही संबोधले जाते. या जमिनीत क्षार व चिकण माती यांचे प्रमाण वेगवेगळे असल्याने मातीच्या थरांचे रंग व गुणधर्म बदलतात.या प्रकारच्या जमिनीचे क्षेत्र फारच मोठे आहे. खोलीनुसार उथळ, मध्यम व खोल जमिनी असे तीन उपप्रकार पीक नियोजन व सविस्तर अभ्यासासाठी केले आहेत .

अ) उथळ काळ्या जमिनी :

या जमिनीची खोली २२.५ सें.मी. पर्यंत असून त्यांची सुपीकता व उत्पादकता कमी असते. या जमिनीत उंचवट्यावर व उतारावर असल्याने त्यांची धूप सतत होत असते. यामुळे त्यांची चांगली बांधबंधीस्ती करावी लागते. यात ओलाव्याचे प्रमाण कमी असल्याने पावसाचे प्रमाण चांगले असल्यास पिकांचे उत्पादनही चांगले येते. या जमिनीत क्षार साठत नसल्याने जमिनी खराब होत नाहीत.

ब) मध्यम खोल काळ्या जमिनी :

या जमिनीची खोली ६० ते ९० सें.मी. पर्यंत असते. यात चिकण मातीचे प्रमाणही चांगले असते. (२५ ते ३० टक्के). नत्र व स्फुरदाचे प्रमाण कमी परंतु कॅल्शियम व पालाशचे प्रमाण भरपूर राहते. या प्रकारच्या जमिनी सुपीक असतात. यामध्ये खरीप आणि रबी या दोन्ही हंगामातील पिके चांगली येतात. मध्यम खोल काळ्या जमिनी पठारी प्रदेशात फार मोठ्या प्रमाणात (६५ टक्के) आहेत. नत्र खतास या जमिनी चांगला प्रतिसाद देतात. बागायतीखाली या जमिनीची उत्पादन क्षमता फारच चांगली आहे.

तक्ता ६.२ महाराष्ट्रातील जमिनीचे प्रकार व त्यांचे गुणधर्म

गुणधर्म	जाभ्या जमिनी	समुद्र काठच्या जमिनी		पश्चिम घाट उतारावरील तांबूस तपकिरी जमिनी	काळ्या जमिनी			क्षारपड जमिनी	मिश्र रंगाच्या जमिनी
		गाळाच्या जमिनी	खारवट जमिनी		उथळ भरड	मध्यम खोल	भारी खोल		
ठिकाण	दक्षिण कोकण	समुद्र किनारा	कोकण समुद्रकाठ	पश्चिम घाट	दख्खन पठारी भाग	दख्खन पठारी भाग	दख्खन पठारी भाग	दख्खन पठारी भाग	पुर्व विदर्भ भाग
क्षेत्र (लाख हेक्टर)	९.१६	२.१४	०.१९	१२.९१	५५.६०	७९.८९	३४.२५	०.३२	९.७९
खडक	लॅटेराईट	बेसाल्ट	बेसाल्ट	बेसाल्ट	बेसाल्ट	बेसाल्ट	बेसाल्ट	बेसाल्ट	बेसाल्ट , ग्रॅनाईट, निस
हवामान	उष्ण व दमट	उष्ण व दमट	उष्ण व दमट	उष्ण व मध्यम दमट	उष्ण व कोरडे	उष्ण व कोरडे	उष्ण व कोरडे	उष्ण व कोरडे	उष्ण व मध्यम दमट
पाऊस मी.मी.	१९०० ते ३८००	२०४० ते २५००	२०४० ते २५००	१५०० ते १९००	५०० ते ११५०	५०० ते ११५०	५०० ते ११५०	५०० ते ७५०	१४०० ते १५००

उंच सखल पणा	डोंगराळ ते सखल	सपाट	सपाट	चढउताराचा डोंगराळ	उंच व उताराचा	उताराचा सपाट	सपाट	सखोल सपाट	उंच चढ उतार डोंगराळ
पोत	वाळू सर पोयटा	पोयटायुक्त चिकण माती	पोयटायुक्त चिकण माती	वाळू सर पोयटा	वाळू सर पोयटा	पोयटायुक्त चिकण माती	चिकण माती	चिकण माती	वाळू सर पोयटा
सामू	५ - ६	६ - ७	६ - ७.५	७ - ७.५	६.५-७.५	७.५-८.०	७.५-८.५	८ - ९	६.५७.५
नत्र (%)	०.११-०.१४	०.०५-०.०६	०.०४-०.०७	०.०४-०.०५	०.०४-०.०६	०.०४-०.०७	०.०५-०.०९	०.०५-०.०७	०.०६-०.०८
क्षार (%)	०.१-०.२	०.१-०.१५	०.३-पेक्षा जास्त	०.१-०.२	०.१-०.१५	०.२-०.३	०.१-०.४	०.४-१.०	०.१-०.२५
चुनखडी (%)	अल्प	अल्प ते १	अल्प ते २	१-२	अल्प ते ०.२	१ ते ३	२ ते ७	३ ते १०	१ ते ३
उपलब्ध स्फुरद (मि.ग्रॅ.%)	०.०५-१.०	१.०-१.५	१.०-१.५	१.३-१.५	०.५-१.२	१.०-१.५	१.०-२.०	१.५-२.०	१.०-१.५
उपलब्ध पालाश (मि.ग्रॅ.%)	९-१६	१५-२०	१२-२०	१२-१५	१५-१७	२०-२५	२५-३०	२२-२५	२०-२२
कर्ब: नत्र	१०-१२	१२-१५	१०-१२	१२-१५	१२-१५	१२-१५	१५-२०	१०-१५	१२-१५
सुपीकता	मध्यम	चांगली	कमी	कमी	कमी	चांगली	चांगली	कमी	मध्यक

टीप : मिली ग्रॅम % x २२.५ = किलो / हेक्टर = % २२५००

क) भारी खोल काळ्या जमिनी :

या जमिनीची खोली ९० सें.मी. पेक्षा जास्त असून ती काही ठिकाणी ३ ते ६ मीटरपर्यंत असते. या जमिनीत चिकणमातीचे प्रमाण जास्त (६० ते ७० %) असते तसेच त्यामध्ये चुनखडीचे प्रमाणही जास्त असते (५ ते १५ %). या जमिनीचा सामू ८ ते ८.५ असतो. या जमिनीत कॅल्शियम, मॅग्नेशियम व पोटॅशियमचे प्रमाण भरपूर असते. परंतु नत्र व स्फुरद कमी प्रमाणात असते. या जमिनीची पाणी धारण शक्ती जास्त असल्याने त्यात रबी हंगामाची जिरायत पिके घेतात. या जमिनीचा निचरा चांगला नसतो. म्हणून या बागायतास योग्य नसतात. अशा क्षेत्रात निचऱ्याअभावी बागायत पिके घेतल्यास जमिनी दलदलीच्या, क्षारयुक्त व चोपण होतात आणि त्याची उत्पादकता कमी होते.

२. जांभ्या जमिनी :

कोकणात या जमिनी लॅटेराईट खडकापासून तयार झाल्या असून त्यांचा रंग लालसर, विटकरी असतो. या जमिनीत लोह व अॅल्युमिनीयम जास्त प्रमाणात असते. परंतु सिलीका कॅल्शियम व मॅग्नेशियमचे प्रमाण कमी राहते. सेंद्रिय पदार्थ व नत्राचे प्रमाण चांगले असते. स्फुरदाचे मात्र स्थिरीकरण होत असल्याने त्याची पिकास उपलब्धता कमी राहते. या जमिनीत पाण्याचा निचरा चांगला राहतो. या जमिनीमध्ये चिकण मातीचे प्रमाण मध्यम असते. या जमिनीमध्ये ओलावा कमी झाला की कठीण होतात. उंचावरील जमिनी जास्त आम्ल असून त्यात गवत, नाचणी व फळ झाडे घेतात. खोल व सपाट भागात खाचरे पाडून भात पीक घेतले जाते.

३. समुद्र किनारपट्टीवरील गाळाच्या जमिनी व खान्या जमिनी :

या जमिनी ट्रॅप खडकापासून तयार झालेल्या व पोयट्याच्या असून त्या समुद्राच्या पाण्यामुळे खारावलेल्या असतात. समुद्र किनाऱ्यापासून जसजसे दूर जावे तसे तसे क्षाराचे प्रमाण कमी होते. या जमिनी सुपीक असतात. खाडी जवळ मात्र खान्या जमिनीचे प्रमाण जास्त असते त्यामुळे त्या पीक लागवडीस अयोग्य होतात. अशा जमिनी सुधारण्यासाठी महाराष्ट्र शासनाने खार जमिनी विकास मंडळ स्थापन केले असून खाडीचे बाजूस बंधारे बांधून समुद्राचे पाणी आत येवू दिले जात नाही. नंतर गोड्या पाण्याचे खाचरे भरून जमिनीतील क्षार निचरून काढतात. तसेच जमिनी सुधारण्यासाठी सेंद्रिय खते व जिप्समचा उपयोग करतात. या खान्या जमिनीची सुधारणा करून त्यात भात व इतर पिके घेतात. समुद्र काठापासून दुर असलेल्या गाळाच्या जमिनी पोयट्याच्या व कॅल्शियमयुक्त असून त्या सुपीक असतात. त्यामध्ये नारळ, सुपारी व मसाल्याची पिके घेतात.

४. पश्चिम घाटामधील डोंगर उतारावरील तांबूस तपकिरी जमिनी :

या जमिनी सह्याद्री घाटाच्या पूर्वेकडील उतारावर पुणे, नाशिक, सातारा, सांगली व कोल्हापूर या जिल्ह्यातील पश्चिम भागात आढळतात. त्या बेसाल्ट खडकापासून तयार झाल्या असून त्यांचा रंग तांबूस तपकिरी असून त्यांची खोली डोंगर माथ्यावर काही सें.मी. ते एक मीटर पेक्षा जास्त सखल भागात आढळते. या भागात पाऊस चांगला असल्याने त्यात विम्ल खनिजे कमी प्रमाणात असून सामू ६ ते ७ दरम्यान असतो. जास्त उतारावरील जमिनीत समपातळीत ओटे करून त्यात नाचणी, वरी, सावा व कारळा आणि पीक फेरपालट म्हणून गवत घेतले जाते. सखल भागात उंचावरील वाहून आलेली माती साठल्याने जमिनी खोल व सुपीक असतात. त्यात खाचरे पाडून खरीपात भात पीक घेता येते. पाण्याची उपलब्धता असल्यास रबी हंगामात भाजीपाला घेतात.

५. पठारी प्रदेशातील क्षारयुक्त, चोपण जमिनी :

सखल भागातील भारी काळ्या जमिनीत निचरा चांगला नसल्याने पाणी साठून राहते व जमिनी दलदलीच्या होतात. उष्ण व कोरड्या हवामानात जमिनीचे खालील थरातील क्षार पृष्ठभागाकडे येवून साठतात. निचरा अयोग्य असल्याने असे क्षार जमिनीतून धुऊन जात नाहीत. जमिनीतील क्षारांचे प्रमाण ०.२ ते ०.५ % च्या वर गेल्यास त्यांचा पिकावर प्रतिकूल परिणाम होतो . या क्षारात जेव्हा सोडियम क्षाराचे प्रमाण वाढते ,तेव्हा जमिनीचे फुल व घडण बिघडते. मातीचे कण सुटे होऊन ते पसरतात त्यामुळे हवा व पाणी खेळते राहत नाही. जमिनीचा पीएच वाढतो व पीक वाढ थांबते. जास्त चिकणमाती असलेल्या जमिनी अशा प्रकारे लवकर खराब होतात. जेव्हा माती कणावरील सोडियमचे प्रमाण अती जास्त होते, तेव्हा जमिनी चोपण होतात व त्या सुधारणे कठीन होते. या भागात तीन प्रकारच्या खराब जमिनी आढळतात.

१ क्षारयुक्त जमिनी : (सामू ८.५ पेक्षा कमी, युक्त सोडियमचे प्रमाण १५ % पेक्षा कमी परंतु क्षारांचे प्रमाण जास्त, विद्युतवाहकता ४ डेसीसायमन / मी. पेक्षा जास्त) २. क्षारयुक्त चोपण जमिनी : (सामू ८.५ पेक्षा जास्त, युक्त सोडियम चे प्रमाण १५ % पेक्षा जास्त व विद्युतवाहकता ४ डेसीसायमन / मी. पेक्षा जास्त) ३. चोपण जमिनी : (सामू ८.५ पेक्षा जास्त , युक्त सोडियम चे प्रमाण १५ % पेक्षा जास्त परंतु क्षार विद्युतवाहकता ४ डेसीसायमन/ मी. पेक्षा कमी असते.) या जमिनीची सुधारणा करताना प्रथम निचऱ्याची सोय करावी व क्षार धुऊन काढावेत. जास्त विम्ल जमिनी सुधारणे करिता त्यामध्ये कॅल्शियम उपलब्ध असल्यास गंधक, आयर्न पायराईट वापरावे अथवा जिप्समचा उपयोग करावा. तसेच सेंद्रिय खते, हिरवळीची खते भरपूर वापरावीत. जमिनी सुधारत असतांना भात, ऊस, गहू ही क्षार प्रतिबंधक पिके घेता येतात. मात्र भारी खोल काळ्या जमिनीत बागायत पिके घेतांना पाण्याचा वापर अत्यंत काळजी पूर्वक करावयास हवा व जमिनी खराब होण्याचे संभाव्य नुकसान टाळावे. तसेच जमिनीत खान्या पाण्याचा बागायतास उपयोग करू नये. पाण्याची तपासणी करूनच वापरावे.

६. पूर्व विदर्भातील मिश्र रंगाच्या जमिनी :

या भागात बेसाल्ट, ग्रॅनाइट, निस व शिस्ट या मिश्रखडकांपासून लाल तपकिरी, पिवळ्या व काळ्या मिश्र रंगाच्या जमिनी डोंगराळ सपाट भागात आढळतात. परंतू सखल भागातील जमिनी चिकणमातीयुक्त पोयट्याच्या व सुपीक असतात. सखल भागात भात पीक घेतात. या शिवाय ज्वारी, कापूस, गहू इ. पिके घेतली जातात.या जमिनीचा बराचसा भाग जंगलारखाली येत असून त्यामध्ये साग, पळस, बेहडा , शिरस इ. झाडे चांगली वाढतात.

प्रकरण - ८

मशागत

वनस्पतींची लागवड करण्याचे जमीन हे एक महत्त्वाचे माध्यम असून शास्त्रीय ज्ञानाप्रमाणे ती सजीव आहे. जमिनीत कोणतेही पीक चांगले यावे म्हणून जमिनीचे भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणधर्म टिकवून राहण्यासाठी जमिनीच्या मशागतीस महत्त्व आहे. जमिनीची मशागत दक्षतेने करणे आवश्यक आहे. जमिनीची मशागत ही प्रामुख्याने जमिनीच्या भैतिक गुणधर्मांमध्ये आवश्यक बदल करून वनस्पती वाढीसाठी योग्य परिस्थिती निर्माण करण्यासाठी केली जाते.

मशागत :

जमिनीच्या कठीण व घट्ट पृष्ठभागास एका विशिष्ट खोलीपर्यंत, यांत्रिक साधनांचा वापर करून फोडणे किंवा भुसभूशित करणे व तिला वनस्पतींच्या वाढीसाठी चांगल्या स्वाभाविक स्थितीत बनविणे म्हणजे जमिनीची मशागत होय.

उद्देश :

१) जमीन ढिली व मोकळी करणे : पाऊसाचे व ओलीताचे पाणी जमिनीत सहज मुरते आणि जमिनीच्या धुपेमुळे होणारे नुकसान कमी होते.

२) जमिनीत हवा खेळती ठेवणे : मशागतीमुळे वनस्पतीची व सुक्ष्म जिवजंतूंची चयनक्रिया योग्य रितीने होण्यासाठी जमिनीत पुरेशी हवा व खोल ओलावा असल्यामुळे योग्यप्रमाणे अभिक्रिया घडतात. त्यामुळे सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन जलद गतीने होवून पिकांची वाढ वेगाने होते.

३) हवेची वारंवार अदलाबदल करणे : हवेतील प्राणवायु जमिनीतील अनेक रासायनिक प्रक्रियांमध्ये सहभागी असतो. या रासायनिक प्रक्रियांचे नुतनिकरण करण्यासाठी हवेची वारंवार अदलाबदल आवश्यक असते. हवेची अदलाबदल केल्याने कार्बनडायऑक्साईडचे प्रमाण देखील जमिनीत संतुलीत ठेवले जाते.

४) जमिनीचे तापमान वाढविणे : जमिनीत हवा व पाणी यांच्या प्रमाणावर नियंत्रण ठेवून आणि जमिनीचा जास्तीत जास्त भाग सुर्याच्या उन्हाखाली उघडा करता येतो. त्यामुळे जमिनीतील सजिवांची कार्ये जलद गतीने होण्यास मदत होते.

५) तणांचे नियंत्रण करणे : तणे हे पिकांना लागणारे अन्न, पाणी शोषून घेतात त्यामुळे पीक उत्पादनात घट होते म्हणून योग्य वेळेस योग्य मशागत करून तणांचे नियंत्रण केले जाते.

६) धसकटे काढणे : मशागतीमुळे पुर्वीच्या पिकाचे धसकटे काढण्यास मदत होते व जमीन पेरणीसाठी स्वच्छ करता येते.

७) किटकांचा नाश करणे : नांगरणी आणि इतर मशागतीमुळे जमिनीत असलेले किटक व त्यांच्या कोषावस्था पृष्ठभागावर उघडे पडतात व सुर्याच्या उष्णतेने मरतात किंवा पक्षी त्यांना वेचून खातात.

८) तवा फोडणे : साधारण नांगरणी खोलीच्या खाली क्षारयुक्त चिकट, घट्ट थर जमतो त्याला तवा धरणे असे म्हणतात. तो तवा फोडण्यासाठी खास तयार केलेल्या अवजारांनी मशागत करणे नेहमीच उपयुक्त ठरते. तवा फोडला नाही तर पिकांची मुळे त्या थरात शिरू शकणार नाहीत आणि जमिनीचा निचरा व्यवस्थित होणार नाही.

९) सेंद्रिय / भरखते जमिनीत मिसळणे : सेंद्रिय खते जमिनीवर पसरवून चालत नाही तर त्यांना पूर्णपणे जमिनीत मिसळून दिले पाहिजे.

१०) सुपीकता वाढविणे : जमिनीत अती खोल असलेला मातीचा थर कमी सुपीक असतो. नांगरल्या नंतर तो वर येतो आणि सेंद्रिय पदार्थ भरपुर प्रमाणत असलेला वरचा थर खाली जातो त्यामुळे वनस्पतींच्या मुळांना या सुपीक थराचा फायदा होतो.

मशागतीचे प्रकार खालील प्रमाणे आहेत.

अ) पूर्व मशागत

१. नांगरणी करणे
२. ढेकळे फोडणे
३. जमीन सपाट करणे
४. कुळवणी करणे
५. सेंद्रिय खते मिसळणे

ब) लागवडीची मशागत

१. जमीन घट्ट करणे

२. सरी वरंबे तयार करणे
३. गादी वाफे तयार करणे
४. पाण्याचे पाट काढणे

क) आंतर मशागत

१. विरळणी करणे
२. नांग्या भरणे
३. तण नियंत्रण करणे
४. आच्छादनांचा वापर करणे
५. खताची दुसरी मात्रा देणे
६. भर देणे

५०

७. किटक व बुरशी नाशके फवारणे
८. पाणी व्यवस्थापन करणे
९. पिकांचे राखण करणे

अ) पुर्व मशागत :

पेरणीपूर्वी जमीन तयार करण्यासाठी जी मशागतीची कामे करावी लागतात त्यांना पूर्व मशागत असे म्हणतात. यामध्ये प्रामुख्याने नांगरणी करणे, ढेकळे फोडणे, जमीन सपाट करणे इत्यादींचा समावेश होतो. ही मशागतीची कामे विशिष्ट अवजारांच्या सहाय्याने करावी लागतात. अशी मशागतीची कामे करतांना जमिनीत ओलावा योग्य प्रमाणात असणेही आवश्यक असते.

१) नांगरणी : हे शेतातील अत्यंत महत्वाचे पूर्व मशागतीचे काम आहे. नांगरणीमुळे खालील अनेक फायदे होतात.

१. जमीन सैल, भुसभुसीत होते, त्यामुळे हवा खेळती राहते.
२. जुन्या पिकांची धसकटे, मुळ्या उपटून निघतात.
३. जमिनीतील अळ्या, किडी वगैरे मरतात.
४. पावसाचे पाणी जमिनीत जास्त मुरते.
५. उपयुक्त जैविकांची वाढ होऊन जमिनीतील अन्नद्रव्यांची उपलब्धता वाढते.

विविध प्रकारचे नांगर वापरून नांगरणी केली जाते. प्रत्येक पिकापूर्वी नांगरणे आवश्यक आहे किंवा नाही याबाबत अजूनही मतभेद आहेत. काही तज्ञांच्या मते नांगरणी २ ते ३ वर्षांतून करणे गरजेचे आहे. तर काहींच्या मते प्रत्येक पिकापूर्वी नांगरणी करणे गरजेचे आहे. खोल काळ्या कापसाच्या जमिनीत मोठमोठ्या भेगा पडतात, त्यामुळे त्या जमिनीची आपोआप नांगरणी होते, त्यामुळे अशा जमिनींना दरवर्षी नांगरायची गरज नाही असे काहींचे मत आहे. तरी देखील नांगरणी हे अत्यंत आवश्यक मशागतीचे काम आहे. त्यावरच बियांची उगवण, वाढ इत्यादी बाबी अवलंबून असतात. नांगरणी ही पूर्वीचे पिक, आताचे पिक, तणांची संख्या व प्रकार, जमीन आणि हवामान या गोष्टींवर अवलंबून असते.

१) पूर्वीचे पिक :

नवीन व पडीक जमीन नांगरल्याशिवाय लागवडीखाली येत नाही. उस, लसून घास किंवा ज्वारी, मका यासारख्या पूर्वीच्या पिकांमुळे जमिनीत धसकटे राहतात. अशा पिकानंतर जमीन नांगरावी लागते. परंतु डाळवर्गीय पिके, कापूस, बटाटा किंवा भुईमुग या पिकांना वेळोवेळी आंतरमशागत करावी लागत असल्यामुळे त्यांच्या काढणी नंतर पुढील पिकांसाठी बहुधा जमीन न नांगरताही तयार करता येते. त्याच प्रमाणे भुईमुग, बटाटा ही पिके खणून काढावी लागत असल्यामुळे जमीन भुसभुसीत होते. अशा पिकानंतर पुढच्या पिकासाठी जमीन नांगरली नाही तरी चालू शकते.

१.२) घ्यायचे पीक :

कोणते पीक घ्यायचे त्यावर सुद्धा जमीन नांगरावी किंवा नाही हे अवलंबून असते. काही पिकांना भुसभुसीत जमीन लागते. तर काही पिकांना कठीण जमीन लागते. ऊस, लसुन घास सारखी पिके जमिनीत जास्त काळ राहतात, तर काही पिके अल्पकाळच जमिनीत रहातात. जास्त काळ जमिनीत राहणाऱ्या व जास्त पाणी द्यावे लागणाऱ्या पिकांची लागवड करण्यापूर्वी खोलवर नांगर करणे आवश्यक असते. त्यामुळे जमिनीची पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता वाढते. आले, हळद, रताळी व बटाटे यांसारख्या

कंद मुळांची पिके जमिनीत पोसतात. म्हणून अशा पिकांच्या लागवडीपूर्वी खोल नांगरणी करणे आवश्यक असते. कोरडवाहू पिकांसाठी जमिनीत तण फार नसेल तर नांगरण्याची आवश्यकता नसते. बाजरी, गहू आणि ज्वारी यांसारख्या पिकांना जमीन उथळ किंवा थोडी घट्ट असावी लागते. म्हणून अशा पिकांसाठी जमीन खोलवर नांगरणे गरजेचे नसते.

१.३) तणांची संख्या व प्रकार :

शेतात बहुवार्षिक तणे उदा. लव्हाळा, हरळी, कुंदा इत्यादींचा जर जास्त प्रादुर्भाव दिसून आला तर खोलवर जमीन नांगरणे आवश्यक असते. जर अशी तणे शेतातुन वेळेवर काढली नाहीत तर ती अगदी कमी वेळात पुर्ण शेतभर फोफावतात.

१.४) जमिनीचा प्रकार :

खोल काळ्या कापसाच्या जमिनीत मोठमोठ्या भेगा पडतात व त्यामुळे जमिनीचे आपोआपच नांगरणी होते. ज्या जमिनीतुन पाण्याचा निचरा निट होत नाही अशा भारी चिकण जमिनींच्या कणांमधील हवेची परिस्थिती सुधारण्यासाठी नांगरावे लागते. रेटाड जमिनी दर वर्षी नांगरण्याची आवश्यकता नसते.

१.५) हवामान :

ज्या प्रदेशात कमी पर्जन्यमान असते अशा प्रदेशातील जमिनीत पुरेसा ओलावा रहावा म्हणून त्या दरवर्षी नांगरणे गरजेचे असते.

नांगरणी करण्याची योग्य वेळ

नांगरणीचा जास्तीत जास्त फायदा मिळण्यासाठी नांगरणी नेहमी पीक काढल्याबरोबर केली पाहिजे. या वेळी नांगरणी करणे सोपे जाते व पिकांची धसकटे जमिनीत गाडली जावून त्या पासून खत मिळते शिवाय या वेळी नांगरणी केल्यास ढेकळेही कमी प्रमाणात तयार होतात. खरीप पिकांच्या लागवडी खालील जमिनी नोव्हेंबर, डिसेंबर व जानेवारी या महिन्यात नांगराव्यात. हलक्या मगदुराची जमीन पीक काढल्या नंतर फार लवकर टणक बनते म्हणून अशी जमीन एप्रिल व मे महिन्यात जेव्हा वळवाचा पाऊस पडतो तेव्हा नांगरावी. तथापि या वेळी नांगरणी करणे शक्य न झाल्यास पावसाळ्याच्या सुरुवातीस पहिली सरी पडून गेल्याबरोबर नांगरणी करावी.

ढेकळे फोडणे :

नांगरणी नंतर निघालेली ढेकळे फोडावी लागतात. ढेकळे फोडली नाही तर त्यांचा इतर मशागतीस अडथळा येतो. पाऊसाच्या पाण्यावर घेण्यात येणाऱ्या पिकांच्या बाबतीत ढेकळे फोडण्याचा प्रश्नच उद्भवत नाही. अशा जमिनी नांगरून पावसाची सर येईपर्यंत तशाच ठेतात. पावसामुळे ते फुटण्यास मदत होते. जमिनीला विहिरीच्या अगर पाटाच्या पाण्याचा भरपूर पुरवठा होत असल्यास ढेकळे फोडण्यासाठी पाण्याचा उपयोग होतो. ढेकळे फोडण्यासाठी मैद व नार्वेजीयन वखर सारखी अवजारे वापरतात.

कुळवणी करणे:

जमीन कुळवल्याने अनेक गोष्टी साध्य होतात. कुळवल्याने ढेकळे फुटतात, जमीन सपाट होते, तणे नष्ट होतात, खालची जमीन घट्ट होते व वरची जमीन भुसभुसीत आणि मोकळी होते. कुळवणे नेहमी फास असलेल्या कुळवाने करतात. कोरडवाहू भागात आणि खोल काळ्या जमिनीत फासाचा कुळव व लोखंडी दाताचा कुळव या आवजारांचा जमिनीच्या मशागतीसाठी उपयोग करतात.

जमीन सपाट करणे :

जमिनीची पातळी एकसारखी करावयाचे काम दरवर्षी करणे आवश्यक नसते. ओलीताच्या व भाताच्या प्रदेशातील शेतकऱ्यांनी मात्र जमिनीच्या पातळी बाबत जागरूक राहिले पाहिजे. जमिनीची पातळी पाहिजे तशी नसेल तर नांगरणी नंतर पेटारीने/केपीने जमीन सम पातळीत आणतात. त्यामुळे पाटाचे अगर पावसाचे पाणी शेतात सगळी कडे सारख्याप्रमाणात पसरते. खोलगट जागी पाणी साचून पीक मरत नाही आणि माती वाहून जाणे व बांध फुटणे यांना प्रतिबंध होतो.

सेंद्रिय खते मिसळणे :

जमीन तयार करते वेळी पिकांच्या वाढीसाठी सेंद्रिय खते जमिनीतून देणे आवश्यक असते. सेंद्रिय खतांमुळे जमिनीचा पोत सुधारून अन्नद्रव्यांचाही पुरवठा होतो, या करिता सेंद्रिय खते जमिनीत चांगल्या प्रकारे मिसळून द्यावी लागतात.

ब) लागवडीची मशागत .

पूर्वमशागती नंतर बियाणे पेरण्यासाठी किंवा रोपांची लागवड करण्यासाठी जमीन तयार करावी लागते. भात, मिरची, टोमॅटो इत्यादी सारखी पिके प्रथम गादीवाफ्यावर तयार करून नंतर ती मुख्य शेतात लागवडीसाठी आणली जातात. तर काही पिके उदा.

कडधान्य वर्गीय पिके फक्त बियाणे वापरून मुख्य शेतात पेरतात. त्यांच्या करीता प्रथम रोपे वाढविणे आवश्यक नसते. लागवडीकरीता जमीन तयार करण्यासाठी खालील प्रमाणे मशागतीची कामे केली जातात.

१) जमीन घट्ट करणे :

कधी कधी जास्त मशागत केल्याने जमीन फारच भुसभुसीत होते. जमिनीत जास्त हवा खेळती राहते आणि तिच्यातला ओलावा नष्ट होतो अशा जास्त भुसभुसीत जमिनी थोड्या घट्ट कराव्या लागतात. तीळ, बाजरी व तत्सम बारीक बियांच्या पिकांना घट्ट जमीन लागते. भारतातील परिस्थितीत पावसाच्या मान्याने जमीन आपोआप घट्ट होते म्हणून क्वचित प्रसंगीच कृत्रिमरित्या जमीन घट्ट करण्याची वेळ येते. अशा वेळी ऐकेरी व दुहेरी लाकडी फळीने / मेंदने ती घट्ट करता येते.

२) सरी वरंबे तयार करणे :

काही पिकांची लागवड सरीवरंब्यावर केली जाते. रिजरच्या सहाय्याने सरीवरंबे तयार करतात. उदा. मिरची ऊस, टोमॅटो इत्यादी.

३) गादी वाफे तयार करणे :

प्रामुख्याने भाजीपाला पिकांची रोपे प्रथम गादीवाफ्यावर तयार केली जातात. गादीवाफ्याची रुंदी १ मिटर ठेवून लांबी आवश्यकतेनुसार ठेवतात त्यामुळे जोमदार व निरोगी रोपे मिळतात.

४) पाण्याचे पाट काढणे :

रिजरच्या सहाय्याने शेतात पाणी देण्यासाठी पाण्याचे पाट काढतात.

क) आंतरमशागत :

पीक पेरणीनंतर ते काढणीपर्यंत जी मशागतीची कामे केली जातात त्यास आंतर मशागत असे म्हणतात. आंतर मशागतीमुळे जमिनीत जास्त पाणी मुरते. तणांचे नियंत्रण होते, जडिनींमध्ये हवा खेळती राहते, जमीन भुसभुसीत होते. उपयुक्त जिवजंतूंची वाढ होते आणि पिकांना जमिनीतून जास्त अंनाश उपलब्ध होतात. आंतर मशागतीमध्ये खालील बाबींचा समावेश होतो.

१. विरळणी :

शेतात दाट झालेली रोपे काढून टाकणे म्हणजे विरळणी करणे होय . विरळणी केल्यामुळे शेतात प्रती हेक्टरी रोपांची संख्या योग्य प्रमाणात राखली जाते व अपेक्षित उत्पादन मिळते.

२. नांग्या भरणे :

काही कारणामुळे पिकांची रोपे मरतात, बियाण्याची उगवण होत नाही त्यामुळे तेथे जागा मोकळी राहते. अशा मोकळ्या जागेवर पुन्हा पेरणी अथवा टोकण करणे म्हणजेच नांग्या भरणे होय. याचा उद्देश प्रती हेक्टरी रोपांची संख्या योग्यप्रमाणात ठेवणे हा होय.

३. तण नियंत्रण :

पिकातील तणे ही हाताने उपटून किंवा अवजारांच्या सहाय्याने काढून टाकली जातात. तण नियंत्रणां मुळे तणांची पिकाबरोबर असणारी अन्नद्रव्याकरीताची स्पर्धा थांबविली जाते.

४. आच्छादनांचा वापर :

पिकात योग्य प्रमाणात ओलावा राहावा यासाठी तूस, काडीकचरा, धसकटे, प्लॅस्टीक सारख्या पदार्थांचा आच्छादन म्हणून वापर केला जातो. आच्छादनामुळे पिकामध्ये ओलावा टिकवून राहण्यास मदत होते.

५. खतांची मात्रा देणे :

प्रामुख्याने भाजीपाला व तृणवर्गीय पिकांना नत्राची दुसरी मात्रा पीक लागवडी नंतर एक महिन्याने देतात. त्यामुळे पिकांची वाढ जोमदार होते.

६. भर देणे :

पिकाच्या उघड्या पडलेल्या मुळांवर अथवा खोडावर माती टाकणे म्हणजेच भर देणे होय, भुईमुग, बटाटा, हळद, आले इत्यादी पिकांना भर दिली जाते. त्यामुळे जमिनीत शेंगा, गड्डे, किंवा कंद चांगले पोसले जातात व वनस्पतींना भर दिल्यामुळे आधार मिळतो. ऊस पिकास भर दिल्यामुळे पीक लोळत नाही.

७. पिक संरक्षण करणे :

पिकांचे किड व रोगांपासून संरक्षण करण्यासाठी पिकांवर वेगवेगळे किटक नाशके / बुरशी नाशके फवारली जातात.

८. पाणी व्यवस्थापन :

बागायती पिकांना पाणी देणे हा आंतरमशागतीचा महत्त्वाचा भाग आहे. पिकांच्या महत्त्वाच्या वाढीच्या अवस्थेत व आवश्यकतेनुसार पाणी देणे गरजेचे असते.

९. राखण करणे :

काही पिकांचे वाढीच्या अवस्थेत / पक्कतेच्या वेळी पक्षी व इतर जनावरांपासून राखण करावे लागते तेही काम आंतरमशागतीमध्ये समाविष्ट होते.

शुन्य मशागत पद्धत :-

शुन्य मशागत पद्धत ही कमीत कमी मशागतीचा एक भाग आहे. कमीत कमी मशागत पद्धतीत पूर्वमशागत वगळून फक्त लागवडीच्या मशागत पद्धतीचा अवलंब करतात आणि दोन ओळीतील जागा बियाणे पेरणीसाठी तयार करतात तर शुन्य मशागत पद्धतीमध्ये फक्त बियाणे पेरणीसाठी मशागत केली जाते.

शुन्य मशागत पद्धतीस विना मशागत लागवड पद्धत असेही म्हणतात. ज्या जमिनीची पाणी व वाऱ्यामुळे धूप झालेली आहे व जेथे मशागतीचे कामे करणे अवघड असून मशागतीच्या कामासाठी जास्त उर्जा व मजूर लागतात. त्या ठिकाणी शुन्य मशागत पद्धत अवलंबतात. शुन्य मशागत केलेल्या जमिनीची घडण समान असते. जमिनीत गांडूळांचे वास्तव्य जास्त असते. शुन्य मशागत पद्धत राबविल्याने जमिनीत सेंद्रिय पदार्थांची भर पडते. जमिनीच्या पृष्ठभागावर वनस्पतीचे आच्छादन असल्यामुळे बाष्पीभवनाचे होणारा पाण्याचा न्हास थांबतो. दोन वर्षांपर्यंत शुन्य मशागत पद्धत राबविल्यानंतर जमिनीच्या भौतिक गुणधर्मावर अनुकूल परिणाम दिसू लागतात. नांगरणी बरोबर पेरणी हा एक शुन्य मशागत पद्धतीचा प्रकार आहे. या साठी वापरले जाणारे औजार एकाच वेळी चार कामे एका पाठोपाठ केली जातात. पिकांच्या दोन ओळीसाठीची जागा पट्ट्यांच्या स्वरूपात स्वच्छ केली जाते, त्याच जागेवर बियाणे पेरणीसाठी जमीन उकरली जाते व बियाणे पेरून ते बियाणे झाकण्याचे काम एकाच वेळी केले जाते.

शुन्य मशागत पद्धत राबवितांना तणनाशकांचा वापर व्यापक स्वरूपात केला जातो. पेरणी पुर्वी तणनाशकांचा वापर करून वनस्पतीचे आच्छादन नष्ट केले जाते. उदा. पॅराकॉट, ग्लायफोसेट इ. निवडक व बिननिवडक तणनाशकांचा आवश्यकतेनुसार वापर केला जातो. शुन्य मशागत पद्धतीत वापरलेल्या तणनाशकांचा पुढील हंगामात लागवड केलेल्या पिकावर कोणतेही दुष्परिणाम होणार नाही याची काळजी घेतली जाते.

शुन्य मशागत पद्धतीत नियमित मशागत पद्धतीपेक्षा २०% झाडे कमी असतात. शुन्य मशागत पद्धतीत नत्र खताची मात्रा जास्त लागते कारण विघटनाची क्रिया संथ गतीने चालते. शुन्य मशागत पद्धतीत बहुवार्षिक तणांचे प्रमाण वाढते. शुन्य मशागत पद्धतीत अनावश्यक वनस्पतींची संख्या वाढते व किड रोगाचा प्रादुर्भाव जास्त होतो.

कमीत कमी मशागत पद्धत:

जमिनीत बियाणे पेरणीसाठी चांगली मशागत करून जलद बिजांकुरण होऊन पिकाला समाधानकारक आधार प्राप्त व्हावा व पीक वाढीसाठी अनुकूल परिस्थिती निर्माण करण्यासाठी नियमित मशागतीच्या संख्येत कपात करून केलेली मशागत म्हणजे कमीत कमी मशागत होय. कमीत कमी मशागत पद्धत राबवितांना खालील प्रमाणे दोन प्रकारात मशागतीच्या कामात कपात करता येते.

१. ज्या मशागतीच्या कामाचा खर्च तुलनात्मकरीत्या फायद्या पेक्षा जास्त आहे अशी मशागतीची कामे वगळण्यात येतात. उदा. सतत खुरपणी करणे.

२. दोन वेगवेगळ्या मशागती एकाच वेळी केल्यास मशागतीचा खर्च कमीत कमी केला जातो. उदा. पेरणी व खतांचा वापर

कमीत कमी मशागतीचे फायदे व तोटे

फायदे

१. जमिनीची कमीत कमी मशागत केल्यामुळे पिकांचे अवशेष जमिनीत जागच्या जागी कुजत असल्यामुळे जमिनीची प्रत सुधारते.
२. जमिनीवरील वनस्पतींच्या आच्छादनामुळे व वनस्पतींची मुळे कुजल्याने तयार होणाऱ्या सच्छिद्रतेने जमिनीत पाणी मुरण्याचे प्रमाण वाढते.
३. जमिनीची घडण सुधारल्याने पिकांच्या मुळांना वाढीस प्रतिरोध होत नाही.
४. अवजड मशागतीच्या कामात कपात केल्यामुळे जमीन घट्ट होत नाही.
५. नियमित मशागतीपेक्षा कमीत कमी मशागत पद्धतीत जमिनीची धूप कमी होते.
६. कमीत कमी खर्चांमध्ये जास्तीत जास्त नफा मिळविता येतो.

तोटे

१. साध्या प्रकारच्या अवजारांनी लागवडीची मशागत करणे कठीण जाते.
२. सतत तणनाशकांचा वापर केल्यामुळे पर्यावरण प्रदुशित होते.
३. बहुवार्षिक तणांचा प्रादुर्भाव वाढतो.

कमीत कमी मशागत राबविण्याचे प्रकार

कमीत कमीत मशागत खालील प्रमाणे राबविता येते.

१. **दोन ओळीतील मशागत :-** या पद्धतीत पूर्व मशागत करतांना लोखंडी नांगराणे जमीन नांगरणे, थाळी फिरविणे, कुळवणी इत्यादी कामे वगळली जातात. आंतरमशागतीचे कामे फक्त दोन ओळीत केली जातात.
२. **नांगरणे व लागवड मशागत :-** जमिनीची नांगरणी केल्यानंतर खास पेरणीयंत्राचा वापर केला जातो आणि त्याद्वारे पेरणीबरोबर दोन ओळीतील रिकामी जागा भुसभुशीत केली जाते.
३. **ट्रॅक्टरच्या चाकाने मशागत :-** नियमित स्वरूपात जमिनीची नांगरणी करतात व पेरणीसाठी ट्रॅक्टरचा उपयोग केला जातो. पेरणीबरोबर ट्रॅक्टरच्या चाकांच्या सहाय्याने जमिनीची उलथा पालथ केली जाते.

प्रकरण - ९

पिकांच्या वाढीसाठी लागणाऱ्या आवश्यक गोष्टी

पिकाच्या उत्तम वाढीसाठी व अधिक उत्पन्नासाठी कसदार जमीन, अनुकूल हवामान, पाण्याची उपलब्धता व पोषक अन्नद्रव्ये इत्यादी घटकांची आवश्यकता असते.

१) जमीन

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पातळ थराच्या कप्याने जमीन आच्छादली असून त्यामध्ये खडकापासून उत्पन्न झालेल्या खनिज पदार्थांचा, वनस्पतींच्या अवशेषापासून मिळालेल्या सेंद्रिय पदार्थांचा, पाणी, हवा आणि कोट्यावधी सुक्ष्म जीवाणूंचा समावेश आहे. जमीन ही पिकांच्या वाढीसाठी उत्कृष्ट माध्यम आहे. जमीन ही शेतीसाठी आवश्यक बाब असून तिची मशागत करून पीक वाढीसाठी उपयोग करण्यात येतो. जमीन हा नैसर्गिक मौल्यवान साठा असून इतर उद्योगधंद्यांप्रमाणे देशाच्या संपत्तीमध्ये सतत भर पडत असते. अर्थात त्यासाठी जमिनीची चांगली देखभाल करून तिची सुपीकता टिकविली पाहिजे. जमिनीचे आरोग्य चांगले ठेवले पाहिजे. ती शेतकऱ्यांच्या जीवनाचा आधार आहे. प्रामुख्याने जमिनीचे चार घटक असून त्यांचे चांगल्या जमिनीतील प्रमाण खालील प्रमाणे असते.

अ.क्र. घटक शेकडा प्रमाण

अ.क्र.	घटक	शेकडा प्रमाण
१	खनिज पदार्थ	४५
२	सेंद्रिय पदार्थ	०५
३	हवा	२५
४	पाणी	२५

वरील घटक असणाऱ्या जमिनीत पीक उत्पादन चांगले येते. अशा घटकांचा जमिनीत अभाव असेल तर जमिनीची योग्य मशागत, सेंद्रिय पदार्थांचा भरपूर वापर आणि योग्य पिकांची फेरपालट करून वरील घटक जमिनीत योग्य प्रमाणात राखता येतील.

पिकांच्या उत्तम वाढीसाठी जमिनीचा सामू ६.५ ते ७.० दरम्यान असल्यास जमिनीतील अन्नद्रव्ये पिकांना मोठ्या प्रमाणात उपलब्ध होतात. जमिनीचा सामू ७ पेक्षा जास्त (अल्क धर्मी) किंवा ६.० पेक्षा कमी (आम्ल धर्मी) असल्यास पिकांच्या वाढीवर व उत्पावर अनिष्ट परिणाम होतो. जमिनीत गांडूळासारखे प्राणी त्यांच्या मलमुत्रातून सेंद्रिय पदार्थ टाकत असतात व त्यामुळे जमिनीचा पोत सुधारतो व सुपीकता वाढते. अशा प्रकारचे उपयुक्त प्राणी असलेल्या जमिनीत पिके घेतली तर पिकांचे उत्पन्न वाढू शकते.

२) हवामान :

हवामान हे प्रामुख्याने तापमान, पाऊस, आर्द्रता, सुर्यप्रकाश या घटकांचा एकत्रित परिणाम असतो. बी उगवण्यापासून ते परिपक्व होईपर्यंत पिकाला अनुकूल हवामान लागते, यामध्ये तापमान, सापेक्ष आर्द्रता, पर्जन्यमान, सुर्यप्रकाश इत्यादी घटकांचा समावेश होतो. पिकांच्या वाढीवर या घटकांचा परिणाम होतो.

अ) तापमान :

पिकांच्या वाढीवर परिणाम करणारा एक महत्वाचा घटक आहे. प्रत्येक पिकाच्या वाढीसाठी कमाल, किमान व मध्यम तापमानाची आवश्यकता असते. बहुतांशी पिके ही ५ ते ३२ अंश सेल्सिअस तापमानात उत्तम प्रकारे वाढतात. जर तापमान अती उच्च किंवा अती थंड असेल तर पिके मरतात किंवा त्यांची वाढ थांबते. सर्वसाधारणपणे ४३ ते ५५ अंश सेल्सिअस तापमानास झाडे मरतात.

ब) पाऊस :

राज्यातील एकूण लागवडीयोग्य जमिनीपैकी ८५ % जमीन ही पावसाच्या पाण्यावर अवलंबून असते. पाऊस वर्षभर सारख्या प्रमाणात पडत नाही त्यामुळे शेतीचे नुकसान होते. अवेळी पावसामुळे पीक फुलोऱ्यावर असतांना संपूर्ण पीक नष्ट होते. पावसाबरोबर जास्त वेगाचा वारा आला तर पिके कोलमडतात व नाश होतो. पिकाच्या योग्य वाढीवर व अधिक उत्पादनासाठी पाऊस समप्रमाणात व वेळेवर पडणे गरजेचे आहे.

क) आर्द्रता :

हवेतील आर्द्रतेला सापेक्ष आर्द्रता असे म्हणतात. हवेत अधिक आर्द्रता आणि तापमान असेल तर त्यास दमट हवा असे म्हणतात. याउलट हवेत कमी आर्द्रता असेल तर त्यास कोरडे हवामान असे म्हणतात. दमट हवामानात पिकांची प्रकाश संश्लेषण क्रिया कमी होते. तसेच कोरड्या हवामानात पिकांची श्वसनक्रिया वाढल्यामुळे तिचा प्रकाश संश्लेषण क्रियेवर विपरीत परिणाम होतो. दमट हवामानात अनेक रोग व किडी यांचा प्रादुर्भाव वाढण्यास मदत होते. काही पिकांना दमट हवामान मानवते तर काही पिकांना कोरडे हवामान मानवते.

ड) सूर्यप्रकाश :

हा हवामानातील एक महत्वाचा आणि अत्यावश्यक घटक आहे. पिकांच्या प्रकाश संश्लेषण क्रियेसाठी प्रकाशाची गरज असते. दिवसातील २४ तासापैकी १२ तासापेक्षा अधिक कालावधी सूर्यप्रकाश उपलब्ध होत असेल तर त्यास मोठा दिवस असे म्हणतात. फक्त १२ तास सूर्यप्रकाश उपलब्ध होत असल्यास मध्यम दिवस तर १२ तासापेक्षा कमी काळ सूर्यप्रकाश मिळत असल्यास त्यास लहान दिवस असे म्हणतात. मका, ज्वारी व भात यांना लहान दिवस पिके असे म्हणतात.

या घटकांव्यतिरिक्त धुके, वादळ, गारपीट हे सुद्धा हवामानाचेच घटक आहेत. यांचे अनिष्ट परिणाम पिकांवर होत असतात. हवामानाचा परिणाम पिकांच्या वाढीवर, उत्पादनक्षमतेवर आणि त्यांच्या गुणवत्तेवर असा तीन प्रकारे होत असतो.

३) पाणी :

वनस्पतीचे, पाणी हे जीवन आहे. वनस्पतीत त्यांच्या वजनाच्या शेकडा ६० ते ८० टक्के पाणी असते. एका भागापासून दुसऱ्या भागापर्यंत अन्न पोहचविण्याचे काम वनस्पतींमध्ये पाणीच करते तसेच पाण्यामुळे खतातील अन्नद्रव्ये विरघळवून ती पिकांना सहजपणे उपलब्ध होवू शकतात. पिकांच्या वाढीसाठी व अधिक उत्पादनासाठी काही विशिष्ट अवस्थांच्या वेळी पाण्याचा ताण पडणार नाही याची काळजी घ्यावी लागते व त्यानुसार पाण्याचे व्यवस्थापन करणे आवश्यक असते.

४) अन्नद्रव्ये :

जीवन जगण्यासाठी मनुष्यास ज्याप्रमाणे अन्नाची जरूरी असते, जनावरांना चारा, पेंड इत्यादींची जरूरी असते. त्या प्रमाणे पिकांनाही काही अन्नद्रव्यांची जरूरी असते. अन्यथा पिकांच्या वाढीवर व उत्पादनावर अन्नद्रव्यांच्या अभावामुळे अनिष्ट परिणाम होवू शकतो. पिकांच्या वाढीसाठी एकूण १६ अन्नद्रव्ये लागतात. ही अन्नद्रव्ये हवा, पाणी आणि मातीतून उपलब्ध होतात.

वर्गीकरण	अन्नद्रव्ये	स्रोत
मुख्य अन्नद्रव्ये	१) कार्बन	हवा आणि पाणी
	२) हायड्रोजन	-----''-----
	३) ऑक्सिजन	-----''-----
	४) नत्र	जमीन
	५) स्फुरद	-----''-----
	६) पालाश	-----''-----
दुय्यम अन्नद्रव्ये	१) कॅल्शियम	-----''-----
	२) मॅग्नेशियम	-----''-----
	३) सल्फर	-----''-----
सुक्ष्म अन्नद्रव्ये	१) लोह	-----''-----
	२) बोरॉन	-----''-----
	३) जस्त	-----''-----
	४) मॅंगनीज	-----''-----
	५) तांबे	-----''-----
	६) मॉलिब्डेनम	-----''-----
	७) क्लोरिन	-----''-----
८) निकेल	-----''-----	

वरील अन्नद्रव्यांपैकी पिकांना नत्र, स्फुरद व पालाश ही इतर अन्नद्रव्यांच्या मानाने तुलनात्मक दृष्ट्या जास्त प्रमाणात द्यावी लागतात म्हणून त्यांना प्राथमिक अन्नद्रव्ये असे म्हणतात. तर कॅल्शियम, मॅग्नेशियम व सल्फर ही अन्नद्रव्ये तुलनात्मक दृष्ट्या कमी प्रमाणात द्यावी लागतात म्हणून त्यांना दुय्यम अन्नद्रव्ये असे म्हणतात. प्राथमिक व द्वितीय अन्नद्रव्यांना सामुहीकरित्या प्रमुख/मुख्य अन्नद्रव्ये असे म्हणतात. तर उर्वरीत तांबे, जस्त, लोह, मॅंगनीज, मॉलिब्डेनम, बोरॉन, क्लोरिन ही सात अन्नद्रव्ये अल्पप्रमाणात पिकांसाठी लागतात. त्यांना सुक्ष्म अन्नद्रव्ये असे म्हणतात.

प्रकरण - १०

रासायनिक खते

वनस्पतींना आवश्यक असणाऱ्या पीक पोषक अन्नद्रव्यांचा पुरवठा जमिनीद्वारे कमी जास्त प्रमाणात होत असतो. रासायनिक खताला प्रतिसाद देणाऱ्या पिकांच्या जातींची लागवड सध्या मोठ्या प्रमाणात सर्वत्र केली जात आहे. तसेच वर्षातून दोन ते तीन पिके घेतली जातात. जमिनीच्या प्रत्येक तुकड्यातून प्रत्येक हंगामात जास्तीत जास्त उत्पादन मिळविणे ही सध्याची राष्ट्रीय गरज बनली आहे. अशा परिस्थितीत जमिनीद्वारे पिकांना होणारा अन्नपुरवठा अपुरा पडतो आणि त्याचा परिणाम उत्पादकतेवर होतो. सधन शेतीपध्दतीमध्ये अधिक उत्पादन देणाऱ्या जातींपासून जास्तीत जास्त उत्पादन मिळविण्यासाठी त्यांची पीक पोषक द्रव्यांची गरज योग्य वेळी आणि पुरेशा प्रमाणात भागविणे गरजेचे ठरते. यासाठी रासायनिक खतांचा समतोल वापर अनिवार्य ठरतो. रासायनिक खतांचा वापर करित असतांना सेंद्रिय खतांच्या वापराकडेही दुर्लक्ष करून चालणार नाही. पुरक खते म्हणून सेंद्रिय खतांचा वापर प्रयत्नपूर्वक केल्यामुळे जमिनीची सुपीकता टिकविणे आणि उत्पादनाची उच्च पातळी कायम राखणे हे दोन्हीही उद्देश सफल होतात. सुधारित पीक लागवड पध्दतीमुळे उत्पादनात जी एकूण वाढ होते त्यापैकी साधारणपणे ४५ ते ५० टक्के वाढ ही रासायनिक खतांच्या वापरामुळे होते. हे आता राष्ट्रीय पातळीवरील पहाणीतून सिध्द झाले आहे. म्हणून गेल्या काही शतकात रासायनिक खतांच्या वापरात लक्षणीय वाढ झाली आहे.

विशेषतः नत्रयुक्त, स्फुरदयुक्त आणि पालाशयुक्त रासायनिक खते प्रामुख्याने सर्वत्र वापरली जातात. त्याचे प्रमुख कारण म्हणजे या अन्नद्रव्यांची पिकांना मोठ्या प्रमाणात गरज असते. जमिनीतून या अन्नद्रव्यांचे सातत्याने मोठ्या प्रमाणात शोषण सुरू असते. परिणामतः या अन्नद्रव्यांची जमिनीत कमतरता भासू लागते. ही कमतरता भरून काढण्यासाठी नत्र, स्फुरद आणि पालाश पुरवू शकणाऱ्या खतांचा वापर करावा लागतो. म्हणून या अन्नद्रव्यांची 'प्रमुख तीन रासायनिक खत अन्नद्रव्ये' म्हणून गणना केली जाते.

दुय्यम आणि सुक्ष्म अन्नद्रव्ये मात्र पिकांना मध्यम ते कमी प्रमाणात लागतात. जमिनीकडून या अन्नद्रव्यांचा होणारा पुरवठा मध्यम ते पुरेशा प्रमाणात असतो. शिवाय या पैकी काही अन्नद्रव्यांचा पुरवठा अप्रत्यक्षपणे रासायनिक तसेच सेंद्रिय खतांमधून होत असतो. ही अन्नद्रव्ये पुरविणारी रासायनिक खते सर्वत्र न वापरता शेत जमिनीचे गुणधर्म, पिकांचा प्रकार, वापरलेली इतर खते या गोष्टी ध्यानात घेऊन त्यांचा वापर गरजे प्रमाणे करणे आवश्यक आहे. व्यापारी कृषि तंत्रामध्ये केवळ नत्र, स्फुरद आणि पालाशयुक्त खतांमुळे दर्जेदार उत्पादनाचा उच्चतम टप्पा गाठणे आणि तो टिकवून धरणे याला मर्यादा पडू शकतात. या मर्यादा ओलांडण्यासाठी गर्जेनुसार विशिष्ट अशी सुक्ष्म अन्नद्रव्ये पिकांना पुरविणे आवश्यक ठरते. विशेषतः गंधक, जस्त, बोरॉन या खतांचा वापरही आर्थिक दृष्ट्या किफायतशिर ठरतो असे दिसून आले आहे.

रासायनिक खतांचे गुणधर्म :

रासायनिक खतांचे प्रमुख गुणधर्म खालील प्रमाणे आहेत.

१. या खतांमध्ये अन्नद्रव्यांचे प्रमाण सेंद्रिय खतांच्या तुलनेत खुपच जास्त असते.
२. अन्नद्रव्यांच्या जास्त प्रमाणात रासायनिक खतांची हताळणी, वाहतूक आणि साठवणूक यावर तुलनात्मकदृष्ट्या कमी खर्च येतो.
३. रासायनिक खतातील अन्नद्रव्ये पाण्यात त्वरीत विरघळणारी असतात. ती पिकांना सहजगत्या उपलब्ध होऊ शकतात. त्यामुळे या खतांचा परिणाम पिकांच्या वाढीवर ताबडतोब दिसून येतो.
४. सेंद्रिय खतांमध्ये अन्नद्रव्यांचे प्रमाण निश्चित नसते. परंतु रासायनिक खतांमध्ये मात्र अन्नद्रव्यांचे प्रमाण बदलत नसून त्यांचे प्रमाण प्रत्येक खतात विशिष्ट प्रमाणात, प्रमाणित केलेले असते. म्हणून भिन्नभिन्न सुपिकतेच्या जमिनीवर देखील विशिष्ट अशा अन्नद्रव्यांची कमतरता, रासायनिक खतांच्या वापराने समर्थपणे भरून काढता येते.
५. रासायनिक खतात अन्नद्रव्यांचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे सेंद्रिय खतांच्या तुलनेत ही खते कमी प्रमाणात वापरावी लागतात. उदा. एखाद्या पिकास प्रती हेक्टरी १०० किलो नत्राची गरज असल्यास ही गरज २१७ किलो यूरियामधून भागविता येते. पण याच ठिकाणी गिरीपुष्पाचा हिरवा पाला, हिरवळीचे खत म्हणून वापरावयाचे असल्यास, प्रती हेक्टरी १४ ते १५ टन हिरवळीचे खत वापरावे लागते.

रासायनिक खतांचे प्रकार :

रासायनिक खतांनाच कृत्रिम किंवा निरेंद्रीय खते असे संबोधण्यात येते. वनस्पतींची निकोप वाढ आणि भरघोस उत्पादनासाठी आवश्यक असणाऱ्या एक किंवा एकाहून जास्त 'पीक पोषक द्रव्यांचा' पुरवठा भरपूर प्रमाणात तसेच गतीमान

पध्दतीने करण्यासाठी ज्या संयुगांचा (पदार्थांचा) वापर केला जातो त्यांना रासायनिक खते असे म्हणतात. पीक उत्पादनासाठी वेगवेगळ्या प्रकारची असंख्य रासायनिक खते आज बाजारात उपलब्ध आहेत. या वेगवेगळ्या खतांमधून वेगवेगळी अन्नद्रव्ये पुरविली जातात आणि प्रत्येक खतामधून पुरविल्या जाणाऱ्या अन्नद्रव्यांचे प्रमाणही वेगवेगळे असते. रासायनिक खतांमधून कोणती अन्नद्रव्ये आणि ती किती प्रमाणात पुरविली जातात यावर त्या खताची किंमत अवलंबून राहते. म्हणून रासायनिक खतांचे प्रमुख प्रकार कोणते आहेत ते माहित असणे जरूरीचे आहे.

काही रासायनिक खतांमध्ये सर्वच मुख्य पीक पोषक द्रव्यांचा(उदा. नत्र, स्फुरद, पालाश) अंतर्भाव असतो. तर काही खतांमधून फक्त एक अथवा एकाहून अधिक मुख्य पीक पोषक द्रव्य पुरविली जातात म्हणून प्रत्येक खतामधून कोणती आणि किती मुख्य अन्नद्रव्ये (एक, दोन, तीन) पुरविली जातात या वरून खतांचे वर्गीकरण खालील प्रमाणे केले जाते.

अ) एकेरी खते

- १ . नत्रयुक्त एकेरी खते
- २ . स्फुरदयुक्त एकेरी खते
३. पालाशयुक्त एकेरी खते

ब) संयुक्त खते

क) मिश्र खते

ड) द्रवरूप विद्राव्य खते

अ) आवरणयुक्त खते

इ) सूक्ष्मअन्नद्रव्ये पुरविणारी खत

अ) एकेरी खते:

एकच मुख्य पीक पोषक अन्नद्रव्ये (नत्र/ स्फुरद/पालाश) पुरविणाऱ्या खतांना एकेरी खत असे म्हणतात. या एकेरी खतांच्या माध्यमातून अपेक्षित असणारे अन्नद्रव्ये आणि त्यांची मात्रा पूर्णपणे भागविणे सहज शक्य होते. या खतांचा दुसरा फायदा म्हणजे या खतांमधून काही दुय्यम (उदा. कॅल्शियम, गंधक) आणि सूक्ष्म अन्नद्रव्ये (जस्त, बोरॉन) यांचाही अप्रत्यक्षरीत्या पुरवठा पिकांना केला जातो. भरघोस उत्पादन आणि जमिनीची सुपीकता टिकवून धरण्यासाठी फक्त एक प्रकारच्याच एकेरी खतांचा वापर न करता गरजेप्रमाणे नत्र, स्फुरद आणि पालाश या तिन्ही प्रकारच्या एकेरी खतांचा वापर समतोल प्रमाणात करणे योग्य ठरते. केवळ नत्रयुक्त एकेरी खतांच्या वापराने स्फुरद, पालाश आणि इतर अन्नद्रव्यांची कमतरता जमिनीत निर्माण होते आणि त्यामुळे उत्पादनात काही वर्षांनी घट येते. म्हणून सर्व प्रकारच्या एकेरी खतांचा एकत्रितपणे आणि समतोल असा वापर होणे जरूरीचे आहे. युरिया आणि अनहायड्रस अमोनिया (अजल) या खतांव्यतिरिक्त इतर एकेरी नत्रयुक्त खतांत आणि बहूतांशी स्फुरदयुक्त एकेरी खतात अन्नद्रव्यांचे प्रमाण संयुक्त आणि मिश्रखतांच्या तुलनेने कमी असते म्हणून एकेरी खतांना कमी श्रेणीची खते असेही म्हणतात.

१. नत्रयुक्त एकेरी खते – ज्या एकेरी रासायनिक खतांमधून नत्राचा पुरवठा केला जातो त्यांना नत्रयुक्त एकेरी रासायनिक खते म्हणतात. उदा. युरिया, अमोनियम सल्फेट.

२. स्फुरदयुक्त एकेरी खते – ज्या एकेरी रासायनिक खतांमधून स्फुरदाचा पुरवठा केला जातो त्यांना स्फुरदयुक्त एकेरी रासायनिक खते म्हणतात. उदा. सिंगल सुपर फॉस्फेट, डबल सुपर फॉस्फेट

१. पालाशयुक्त एकेरी खते – ज्या एकेरी रासायनिक खतांमधून पालाशचा पुरवठा केला जातो त्यांना पालाशयुक्त एकेरी रासायनिक खते म्हणतात. उदा. म्युरेट ऑफ पोटॅश, सल्फेट ऑफ पोटॅश.

ब) संयुक्त खते :

एकापेक्षा अधिक प्रमुख अन्नद्रव्ये (नत्र, स्फुरद, पालाश) असलेली व रासायनिक प्रक्रियांमधून तयार केलेल्या खतांना संयुक्त खते असे म्हणतात. ज्या खतांमध्ये दोन प्रमुख अन्नघटक असतात त्यांना अपूर्ण संयुक्त खते असे म्हणतात. ज्या खतांमध्ये नत्र, स्फुरद आणि पालाश ही तिन्ही प्रमुख अन्नद्रव्ये असतात त्यांना पूर्ण संयुक्त खते असे म्हणतात.

संयुक्त खतांमध्ये अन्नद्रव्यांचे प्रमाण जास्त असते, सर्वसाधारणपणे एकूण अन्नद्रव्ये ३० टक्क्यांपेक्षा अधिक असल्यामुळे त्यांना उच्च पृथक्करण खते (हाय अॅनालिसिस फर्टिलायझर्स) असे म्हणतात. या खतांची भौतिक अवस्था चांगली असते आणि दाणे सारख्या आकाराचे असतात. ही खते जमिनीत नत्र आणि स्फुरद पुरवितात. नत्र नायट्रेट आणि अमोनिया यांच्या स्वरूपात आणि ५० ते ९० % स्फुरद पाण्यात विद्राव्य स्वरूपात असतो. या खतांचा उत्पादनखर्च जरी जास्त असला तरी एक घटक

अन्नद्रव्यास येणाऱ्या खर्चाचा विचार करता ती शेतकऱ्यांना वाहतूक आणि वितरण खर्च कमी असतो. संयुक्त खतांची किंमत त्यांतील नत्र, स्फुरद आणि पालाश यांचे प्रमाण, गुणोत्तर अन्नद्रव्यांचे स्वरूप, या खतांमुळे जमिनीत निर्माण होणारी आम्ल किंवा विम्लता आणि सूक्ष्म अन्नद्रव्यांचे प्रमाण, इत्यादी बाबींवर अवलंबून असते. उदा. डाय अमोनियम फॉस्फेट, अमोनियम फॉस्फेट, नायट्रोफॉस्फेट.

क) मिश्रखते :

निरनिराळ्या रासायनिक खतांच्या भौतिक मिश्रणास मिश्र खत असे म्हणतात. संयुक्त खताप्रमाणेच मिश्र खतांमधून देखील दोन किंवा अधिक अन्नद्रव्यांचा पुरवठा होतो. परंतू ही खते तयार करण्याची पध्दत मात्र संयुक्त खतांहून भिन्न आहे. वेगवेगळी एकेरी खते काही विशिष्ट प्रमाणात हाताने अथवा यंत्राच्या सहाय्याने एकमेकात एकजीव मिसळून मिश्र खते बनविली जातात. त्यामुळे या खतातील अन्नद्रव्ये सहयोगीक अवस्थेमध्ये नसून ती प्राकृतिक मिश्रण स्वरूपात असतात. ही खते दाणेदार अथवा चूर्ण स्वरूपात बाजारात उपलब्ध असतात. मिश्र खतांमध्ये भेसळीची शक्यता संभावते. त्यामुळे खात्रीशीर उत्पादकांचीच मिश्र खते वापरणे जास्त फायदेशीर ठरते. पिकांची अन्नद्रव्यांची गरज भागविण्याच्या दृष्टने उपयुक्त श्रेणीची मिश्र खते आता बाजारात उपलब्ध आहेत. एकेरी खतांच्या योग्य मिश्रणाने स्वतःच्या वापरासाठी मिश्र खत घरीच तयार करणे देखील शक्य आहे. परंतु हे करीत असतांना काही प्राथमिक माहिती असणे मात्र फार गरजेचे असते. उदा. १८:१८ : १०, १०:२०:२०, २०:२०:० इत्यादि.

संयुक्त आणि मिश्र खतांचे फायदे :

संयुक्त आणि मिश्र खते सध्या फारच लोकप्रिय होत आहेत. या खतांचे प्रमुख फायदे खालील प्रमाणे आहेत.

- १) ही खते बहुतांशी दाणेदार स्वरूपात तयार केली जातात. त्यामुळे त्यांची हाताळणी सुलभ आहे. भुकटी खतांप्रमाणे ही दाणेदार खते वाचाने उडून जात नाहीत. पेरणी यंत्राच्या सहाय्याने ही खते बियाण्याबरोबरच योग्य खोलीवर जमिनीत पेरता येतात. त्यामुळे पिके ही खते परिणामकारकरित्या शोषून घेवू शकतात.
- २) ही खते दाणेदार असल्यामुळे सर्वत्र समप्रमाणात टाकणे सोईचे होते.
- ३) नत्र, स्फुरद आणि पालाश या तिन्ही मुख्य पीक पोषक द्रव्यांचा पुरवठा संयुक्त/मिश्र खतांमधून एकत्रीतपणे होत असल्यामुळे पिकांची वाढ सुरुवातीपासूनच जोमदार होऊन पीक उत्पादनात लक्षणीय वाढ होते.
- ४) या खतातील अन्नद्रव्यांचे प्रमाण (श्रेणी) जास्त असल्यामुळे, वाहतूक, हमाली, साठवणूक आणि लागवडीचा खर्च यात कपात होते.
- ५) या खतांचे दाणे सम आकारमानाचे, कठीण आणि कोरडे असतात. त्यामुळे या खतांची साठवणूक आणि हाताळणी सहजरित्या करता येते.
- ६) संयुक्त आणि मिश्र खतांचा वापर बहुतांशी पीक पेरणीच्या वेळी अगर लावणीच्या वेळी प्रामुख्याने करतात.

ड) द्रवरूप खते :

ज्या खतात नत्र, स्फुरद, पालाश आणि इतर अन्नद्रव्ये पुरविणारे घटक द्रव स्वरूपात असतात, त्यांना द्रवरूप खते असे म्हणतात. उदा. १९:१९:१९, १२ : ६१:०, ० : ५२ : ३४, ०:०: ५०, १३:०:४५ इत्यादि

इ) आवरणयुक्त खते :

पिकांना अन्नद्रव्यांचा पुरवठा योग्य प्रमाणात, नियमित आणि बराच काळ होत राहावा यासाठी दाणेदार खतांवर वेष्टन केले जाते. यामुळे खतांचा बियाण्यांशी संपर्क आला तरी बियांना इजा पोहोचत नाही. पिकांना अन्नद्रव्यांचा होणारा जादा पुरवठा टाळता येतो, निचऱ्यावाटे खतांचा नाश कमी होतो आणि मिश्र खतांचे भौतिक गुणधर्म उत्तम राहतात. मिश्र खतांच्या वेष्टनासाठी अनेक पदार्थांचा उपयोग केला जातो. त्यात प्रामुख्याने लहानलहान छिद्रे ठेवून पॉलिइथिलीनचे आवरण त्यावर चढविले जाते. यासाठी प्लॉस्टिक रेझिन्स, वॅक्स, पॅराफिन, धातुरूप गंधक यांचा वापर केला जातो. या घटकांचे तापमान आणि वेष्टनाची जोडी यांवर अन्नद्रव्यांची उपलब्धता अवलंबून असते. सल्फर कोटेड युरिया आणि म्युरेट ऑफ पोटॅश ही वेष्टनयुक्त मिश्र खतांची उदाहरणे आहेत. सेप्रीगेशन मिश्र खते ही पावडर स्वरूपातील खतांपासून बनविली जातात. या खतांमधील कणांना विलग ठेवण्यासाठी जे पदार्थ वापरले जातात त्यांना सेप्रीगेंटिंग मटेरियल असे म्हणतात. निरनिराळ्या खतांच्या कणांची लांबी, रुंदी घनता वेगवेगळी असल्यामुळे त्यांच्या वापरामुळे मिश्र खताला येणारा चिकटपणा टाळता येतो. खतांचे रासायनिक गुणधर्म वेगवेगळे असल्यास मिश्र खतांना असा चिकटपणा आल्याने पोती भरणे, वाहतूक करणे इत्यादी कामांत अडचणी येतात.

फ) सूक्ष्म अन्नद्रव्ये पुरविणारी खते :

सूक्ष्म अन्नद्रव्ये विशेषतः बोरॉन , तांबे, मंगल, जस्त आणि मॉलिब्डेनम असणारी खते, अनुक्रमे बोरॅक्स पावडर, कॉपर सल्फेट, मॅगनेज सल्फेट, झिंक सल्फेट, अमोनियम मॉलिब्डेट बाजारात उपलब्ध आहेत.

वरील बोरॉनयुक्त खतांपैकी बोरॅक्स पावडर आणि बोरीक ऑसिड ही दोन खते जास्त प्रमाणात वापरली जातात. दोन्हीही खते पाण्यात विरघळतात. बोरॉनयुक्त खते नत्र, स्फुरद, पालाश पुरविणाऱ्या खतांबरोबरही देता येतात. कॉपर सल्फेट हे मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाणारे ताम्रयुक्त खत आहे. कॉपर सल्फेटमध्ये तांब्याशिवाय २२.५% गंधक असते. हा क्षार पाण्यात विरघळणारा असून खतांमध्ये मिसळता येतो. चिलेटेड स्वरूपाचाही बऱ्याच मोठ्या प्रमाणावर वापर करता येतो. लोहयुक्त खतांमध्ये फेरस सल्फेट मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते. याशिवाय आयर्न चिलेट्स बऱ्याच ठिकाणी वापरली जातात. झिंक पुरविणाऱ्या खतांमध्ये झिंक सल्फेट हे मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते. झिंक सल्फेट पाण्यात विद्राव्य आहे. याशिवाय झिंक ऑक्साईड, झिंक फ्रिक्स आणि सिंथेटिक चिलेट्स यांमधून झिंक या सूक्ष्म अन्नद्रव्याचा पुरवठा करता येतो.

रासायनिक खतांचा कार्यक्षम वापर :

कृषि उत्पादन वाढीसाठी रासायनिक खते परिणामकारक ठरली आहेत. ही खते खरेदी करतांना शेतकऱ्यांना रोकड रक्कम मोजावी लागते. आपल्या देशात खतांच्या उत्पादनापेक्षा खतांचा वापर जास्त होत आहे. त्यामुळे खतांच्या आयातीवर परकीय चलन खर्च करावे लागते. अधिक उत्पादन आणि खतांना प्रतिसाद देणाऱ्या पिकांच्या संकरित व उन्नत जातींची होणारी लागवड, सधन शेती पध्दत, सिंचन सुविधांचा विस्तार यामुळे खतांचा वापर वाढत आहे. परंतु खतांच्या वाढत्या किंमती आणि त्यांचा तुटवडा या बाबी खतांच्या वापरास बाधक ठरू शकतील की काय अशी भीती आता निर्माण होत आहे. म्हणून खतांचा वापर आर्थिकदृष्ट्या किफायतशीर ठरण्यासाठी त्यांचा वापर परिणामकारक पध्दतीने करून खत वापराची कार्यक्षमता वाढविणे अत्यावश्यक बनले आहे.

पिकास दिलेल्या खतांचा होणारा अनाटायी न्हास कमी करणे, पिकांकडून होणारे अन्नद्रव्यांचे शोषण वाढविणे आणि वापरलेल्या खतांमधून जास्तीत जास्त उत्पादन मिळविणे यालाच खतांचा कार्यक्षम वापर असे म्हणतात. म्हणून खतासाठी खर्च केलेल्या प्रत्येक रुपयापासून जास्तीत जास्त आर्थिक लाभ मिळविणे हा खतांच्या कार्यक्षम व्यवस्थापनेतील मूलभूत गाभा आहे.

अशास्त्रीय आणि चूकीच्या व्यवस्थापनामुळे या खतांपासून मिळणाऱ्या आर्थिक मोबदल्यात तूट येते. खते केवळ किती प्रमाणात दिलीत याला महत्त्व नसून ती कोणत्या खतांमधून, केव्हा आणि कोणत्या पध्दतीने दिली याला फार महत्त्व आहे. शास्त्रोक्त खत व्यवस्थापनाबरोबरच पीक उत्पादनास उपयुक्त ठरणाऱ्या इतर बाबी म्हणजे जमिनीची मशागत आणि व्यवस्थापन, सधन लागवड पध्दत, जलव्यवस्थापन रोग आणि किडीचे नियंत्रण आणि यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या साधन सामुग्रीचे व्यवस्थापन इत्यादी गोष्टिंचाही एकत्रितपणे विचार करून पावले उचलल्याशिवाय खतांचा कार्यक्षम वापर साधता येणार नाही. पीक उत्पादन हा शेती व्यवस्थापनाचा आणि त्यातील कौशल्यांचा दृश्य परिणाम आहे. कृषि उत्पादन जसे खत वापरावर अवलंबून राहते त्याप्रमाणे ते वर निर्देश केलेल्या इतर पुरक बाबींवरही अवलंबून असते म्हणून खतांची कार्यक्षमता वाढविण्यासाठी पुढील बाबींचा विचार करावा लागतो.

१. पिकांच्या स्थानिक जाती न निवडता, संकरित आणि उन्नत जातींची लागवड करावी.
२. माती परिक्षण अहवाल, जमीन आणि पिकांचा प्रकार यास अनुसरून योग्य खतांची निवड करावी.
३. समतोल पीक पोषणासाठी नत्र, स्फुरद आणि पालाशयुक्त खतांचा एकत्रित आणि शिफारशीप्रमाणे पुरेशा प्रमाणात वापर करावा.
४. रासायनिक खतांबरोबरच, सेंद्रिय आणि जीवाणू खतांचा एकात्मिक पध्दतीने वापर करावा. असा वापर शाश्वत शेतीसाठी फार आवश्यक आहे.
५. खतांचा वापर योग्य वेळी तसेच योग्य पध्दतीने करावा. त्यामुळे अन्नद्रव्यांचा कायम अथवा तात्पुरत्या स्वरूपात होणारा न्हास टाळून खतांची उपयुक्तता वाढविता येते.
६. नत्रयुक्त खत पिकांना दोन ते तीन हप्त्यात विभागून द्यावे.
७. स्फुरद आणि पालाशयुक्त खते पेरणीच्या वेळी एकाच हप्त्यात द्यावीत.
८. खते घालण्याची योग्य पध्दत निवडावी, दोन चाड्याच्या पांभरीने पेरून द्यावीत.
९. चुनखडीयुक्त जमिनीत युरिया/अमोनियम सल्फेट ही खते पृष्ठभागावर फेकून न देता जमिनीत १० ते १५ सें.मी.खोल पेटावीत.
१०. सेंद्रिय खते आणि पाण्यात न विरघळणारी खते मात्र पेरणीपूर्वी जमिनीवर पसरून मातीत मिसळवावीत.
११. आवश्यकतेनुसार सूक्ष्म अन्नद्रव्ये आणि जमीन सुधारकांचाही वापर करावा.

१२. सधन पीक लागवड पद्धत वापरावी.

१३. जमिनीतील ओलावा, पावसाची शक्यता आणि सिंचणाची सोय लक्षात घेवून खत घालण्याच्या वेळेत थोडाफार फेरबदल करावा.

१४. खत दिल्यानंतर पिकास हलके पाणी द्यावे.

१५. खरीप हंगामापेक्षा रबी पिकांना स्फुरद खतांचा जास्त वापर करावा.

१६. पिकांची फेरपालट करावी, कडधान्य पिकांचा समावेश असावा. पिकपद्धतीप्रमाणे खतांचा वापर करावा.

१७. स्फुरदयुक्त खते (विद्राव्य)जमिनीवर फेकू नयेत ती जमिनीत १० ते १५ सें.मी. खोल घालावीत अथवा पड्डा पद्धतीने टाकावीत.

१८. तणांचा बंदोबस्त करावा आणि पिकांचे रोग आणि किडींपासून संरक्षण करावे.

१९. दाणेदार खते वापरावीत, स्फुरदयुक्त खते सेंद्रिय खतात मिसळून वापरावीत.

रासायनिक खतांचा समतोल आणि एकात्मिक पद्धतीने अन्नद्रव्ये व्यवस्थापन :

उत्पादन वाढविण्यासाठी साधारणपणे नत्रयुक्त खतांचा वापर सर्वत्र करण्यात येतो. परंतु स्फुरदाचा आणि पालाशचा वापर मात्र अत्यल्प होतो. पिकांची स्फुरद आणि पालाशची गरज जर जमिनीव्दारे भागविली गेली नाही तर दिलेल्या नत्र खतांचा अपेक्षित लाभ पिकांपासून मिळणार नाही. म्हणून हा खर्च अनाटायी ठरेल. माती परिक्षणानुसार गरजेप्रमाणे नत्र, स्फुरद आणि पालाश या अन्नद्रव्यांचा समतोल किंवा संतुलीत पद्धतीने वापर करणे आवश्यक आहे. अन्नद्रव्यांच्या पुरवठ्याबरोबरच दुय्यम तसेच सुक्ष्म अन्नद्रव्यांचाही वापर गरजेप्रमाणे करणे आवश्यक आहे. त्यामुळे भरघोस धान्योत्पादनाबरोबरच जमिनीची सर्वांगीण सुपीकताही दिर्घकाळ जोपासली जाईल.

रासायनिक खते प्रामुख्याने पिकांच्या अन्नद्रव्यांची गरज भागवतात. परंतु जमिनीचे भौतिक आणि जैविक गुणधर्म सुधारण्यासाठी सेंद्रिय खतांचा वापरही करावा लागतो . म्हणून जमिनीची सर्वांगीण सुपीकता सुधारण्यासाठी रासायनिक खतांबरोबरच सेंद्रिय भर खते (शेण खत,कंपोस्ट खत,गांडुळ खत, लेंडी खत इ.). आणि हिरवळीची खते यांचाही वापर केला पाहिजे. त्यामधुन पिकांना आवश्यक अन्नद्रव्ये उपलब्ध होतात. रासायनिक खतांच्या वाढत्या किंमती आणि अपुरा पुरवठा यामुळे अन्नद्रव्ये पुरवू शकणाऱ्या पर्यायी साधनांचा विचार करणे क्रमप्राप्त आहे. या दृष्टिने जिवानू खतांनाही (अॅझोटोबॅक्टर, रायझोबीयम,बिजीए, जीपीएसबी, अझोला) खुपच महत्त्व आहे. ही खते रासायनिक खतांना पुरक म्हणून वापरावीत. अशा पद्धतीने पिकांना अन्नद्रव्यांचा पुरवठा करण्यासाठी, पिकांचे भरघोस उत्पादन मिळवून त्यातील सातत्य राखण्यासाठी तसेच जमिनीची सुपीकता अबाधित राखण्यासाठी रासायनिक, सेंद्रिय आणि जैविक (जीवानू) खतांचा एकात्मिक पद्धतीने वापर करावा .

माती तपासणीनुसार खतांचा वापर :

खतांच्या ढोबळ शिफारसी जरी संशोधन कार्यावर आधारित असल्या तरी त्या संपूर्ण विभागासाठी प्रसारीत केलेल्या असतात. या शिफारशींचा वापर जरूर करावा. परंतु या शिफारशी काही जमिनींसाठी तंतोतंत जुळतील, काहींसाठी अपुऱ्या पडतील तर इतरत्र त्या वाजवीपेक्षा जास्तही आढळून येतील. म्हणून या शिफारशी मूलभूत स्वरूपाच्या जरी असल्या तरी त्यांचे परिणाम वर निर्देश केल्याप्रमाणे जणू काही तयार कपड्याप्रमाणे आहेत. त्यामुळे वापरलेल्या खतांची कार्यक्षमता आणि त्या पासून मिळणारा आर्थिक लाभ वेगवेगळा असेल. याचे प्रमुख कारण म्हणजे या ठिकाणी आढळून येणाऱ्या जमिनींचे प्रकार आणि त्यांची सुपीकता यातील भिन्नता हे होय . म्हणून खतांचे व्यवस्थापन हे प्रत्येक जमिनीचे गुणधर्म आणि सुपीकता यास अनुरूप असणे जास्त फायद्याचे ठरते. वैद्य, आजारी व्यक्तीस वैद्यकीय तपासणी नंतर जसे त्यास आवश्यक असणाऱ्या औषधांची शिफारस करतो, त्याप्रमाणे मृद- परिक्षणावरून विशिष्ट जमीन आणि पिकांसाठी आवश्यक असणाऱ्या खतांच्या शिफारशी मृद- शास्त्रज्ञ करतात. म्हणून अशा पद्धतीने केलेला खतांचा वापर मूलभूत शिफारशीपेक्षा जास्त परिणामकारक ठरतो. माती तपासणीसाठी शेतातून प्रातिनिधीक नमुना घेणे महत्त्वाचे आहे. मातीतील अंशांशंचे प्रमाण तपासून त्यानुसार खतांच्या मात्रा देणे नेहमीच फायदेशीर असते. माती तपासणीसाठी शेतातून प्रातिनिधीक नमुना घेणे महत्त्वाचे आहे.

माती परिक्षणासाठी प्रातिनिधीक नमुना घेताना घ्यावयाची काळजी

१. शेतात जनावरे बसण्याच्या जागा, खत व कचरा टाकण्याच्या जागा, झाड, विहिरीचे किंवा शेतीचे बांध इत्यादी जागेतून मातीचे नमुने घेऊ नयेत.

२. मातीचा नमुना साधारणपणे पिकाची काढणी झाल्यानंतर परंतू नांगरणीपूर्वी घ्यावा, शेतात पीक असल्यास दोन ओळीतील जागेतून नमुना घ्यावा.

३. शेतात रासायनिक खते टाकली असल्यास २ ते २.५ महिन्यांच्या आत मातीचा नमुना घेऊ नये.

४. निरनिराळ्या प्रकारच्या जमिनीचे किंवा निरनिराळ्या शेतातील मातीचे नमुने एकत्र मिसळू नयेत.

५. रासायनिक खताच्या रिकाम्या पिशव्या मातीचा नमुना घेण्यासाठी वापरू नयेत.

६. मातीचा नमुना घेताना कृषि सहाय्यक किंवा ग्राम विस्तार अधिकारी यांचे मार्गदर्शन घ्यावे.

जमिनीतील उपलब्ध अद्रव्यांच्या प्रमाणावरून खतांचा वापर :

अन्नद्रव्यांचे प्रमाण	सॅद्रिय कर्ब %	जमिनीतील उपलब्ध अन्नद्रव्ये (किलो/हे)			खतांची मात्रा प्रति हेक्टर
		नत्र	स्फुरद	पालाश	
अत्यंत कमी	०.२० पेक्षा कमी	१४० पेक्षा कमी	७ पेक्षा कमी	१०० पेक्षा कमी	शिफारशीत खत मात्रे पेक्षा ५० टक्के जास्त
कमी	०.२१-०.४०	१४१-२८०	८-१४	१०१-१५०	शिफारशीत खत मात्रे पेक्षा २५ टक्के जास्त
मध्यम	०.४१-०.६०	२८१-४२०	१५-२१	१५१-२००	शिफारस खत मात्र
थोडे जास्त	०.६१-०.८०	४२१-५६०	२२-२८	२०१-२५०	शिफारस खत मात्र
जास्त	०.८१-१.०	५६१-७००	२९-३५	२५१-३००	शिफारशीत खत मात्रे पेक्षा २५ टक्के कमी
अत्यंत जास्त	१.० पेक्षा जास्त	७०० पेक्षा जास्त	३५ पेक्षा जास्त	३०० पेक्षा जास्त	शिफारशीत खत मात्रे पेक्षा ५० टक्के कमी

माती परिक्षण अहवालानुसार वरील तक्त्याचा उपयोग करून अन्नद्रव्यांचे वर्गीकरण करावे व त्यानुसार खतांची मात्रा द्यावी.

माती परिक्षण व पीक प्रतिसाद आधारे खतांच्या समिकरणाद्वारे शिफारशी :

सध्या शिफारस केलेल्या खतांच्या शिफारशी सर्व प्रकारांच्या जमिनीसाठी सारख्याच असतात. या शिफारशी करताना पिकांचे सुधारित वाण व त्याची गरज तसेच जमिनीतील उपलब्ध अन्नद्रव्ये व पिकांची गरज याचा विचार करणे गरजेचे आहे. महात्मा फुले कृषि विद्यापीठामध्ये माती परिक्षणावर आधारित स्वतःच्या शिफारशी व अपेक्षित उत्पादन मिळविण्यावर तंत्र विकसीत केले आहे. संशोधनाअंती विविध पिकांचे अपेक्षित उत्पादन मिळविण्यासाठी खत वापराची समीकरणे केलेली आहे. याद्वारे माती परिक्षण अहवाल व घ्यावयाचे अपेक्षित उत्पन्न याचा उपयोग करून खतांच्या मात्रा किती द्याव्यात हे ठरविता येते.

उदा. पीक : बाजरी पिकासाठी समिकरणे, जमीन मध्यम काळी

$$१) \text{ खतांमधून द्यावयाचे नत्र (किलो/ हेक्टर) } = (३.३१ \times \text{अपेक्षित उत्पादन क्वि./ हे.}) \times (०.३८ \times \text{जमिनीतील उपलब्ध नत्र कि./ हे.})$$

$$२) \text{ खतांमधुन द्यावयाचे स्फुरद (कि. / हे.) } = (३.३८ \times \text{अपेक्षित उत्पादन क्वि./ हे.}) \times (४.११ \times \text{जमिनीतील उपलब्ध स्फुरद कि./ हे.})$$

$$३) \text{ खतांमधुन द्यावयाचे पालाश (कि. / हे.) } = (१.६५ \times \text{अपेक्षित उत्पादन क्वि./ हे.}) \times (०.०६ \times \text{जमिनीतील उपलब्ध पालाश कि./ हे.})$$

जमीन व पिकानुसार खतांची निवड :

पीक लागवडीच्या प्रत्येक बाबीकडे जाणिवपूर्वक पाहणे खत व्यवस्थानाच्या दृष्टिने फार महत्त्वाचे आहे. पिकांचा प्रकार (तृणधान्ये, कडधान्ये, गळीतधान्य, भाजीपाला, फळझाडे), त्यांची भिन्नभिन्न प्रमाणात असणारी अन्नद्रव्याची गरज, पिकांच्या जाती (स्थानिक, संकरीत, उन्नत), विभागावर पिकांच्या योग्य जातींची लागवड, जमिनीचा प्रकार, मशागत आणि लागवडीच्या सधन पध्दतीचे अवलंबन, प्रतिहेक्टरी योग्य प्रामाणात रोपांची संख्या इत्यादी अनेक बाबी महत्त्वाच्या आहेत. पिकांच्या स्थानिक जाती खतास कमी प्रतिसाद देतात. म्हणून खतास उत्तम प्रतिसाद देणाऱ्या, न लोळणाऱ्या व भरपूर उत्पन्न देणाऱ्या उन्नत व संकरीत वाणांची प्राधान्याने लागवड करावी. तृणधान्यांना नत्रयुक्त रासायनिक खते कडधान्यापेक्षा जास्त घालावी लागतात. याचे प्रमुख

कारण म्हणजे कडधान्यांची पिके हवेतील नत्र सहजिवी पध्दतीने स्थिर करतात आणि त्या नत्राचा उपयोग या पिकांना त्यांच्या वाढीसाठी होतो. म्हणून कडधान्य पिकांना नत्र खताचा वापर कमी करावा लागतो. द्विदल वर्गातील पिकांची सर्वसाधारणपणे कॅल्शियम, गंधक, स्फुरद आणि पालाश या अन्नद्रव्यांची गरज तृणधान्यापेक्षा जास्त राहते म्हणून ही गरज निवडलेल्या खतांमधून भागविली गेल्यास वापरलेल्या खतांची कार्यक्षमता वाढते.

खतांच्या प्रभावी व्यवस्थापनामध्ये जमिनीच्या इतर गुणधर्मांनाही महत्वाचे स्थान आहे. जमिनीचा आम्ल-विम्ल निर्देशांक जसा बदलतो. त्या प्रमाणे योग्य खतांची निवड करावी लागते. जमिनीच्या प्रतवारीनुसार खतांचा वापर करणे आवश्यक आहे. काही जमिनी क्षारयुक्त तसेच चोपण असतात. जमिनीतील क्षारांच्या जास्त प्रमाणामुळे जमिनीचे गुणधर्म बदलतात आणि पीक उत्पादनाला खिळ बसते. अशा जमिनीत फक्त खतांचा वापर केल्यास तो अनाटायी ठरतो. या जमिनी प्रथम सुधारणे आवश्यक आहे. अशा जमिनीचे गुणधर्म सुधारण्यासाठी वापरावयाचे तंत्रज्ञान आता विकसीत झाले आहे. तज्ज्ञांच्या सल्ल्याने आवश्यक त्या उपाय योजना करून या जमिनी प्रथम सुधारणे जरूरीचे आहे. क्षारयुक्त आणि चोपण जमिनींच्या बाबतीत जमिनीचा निचरा सुधारण्यासाठी चर काढणे, क्षार गोळा करणे, क्षार धुवून काढणे, सेंद्रिय खतांचा भरपुर वापर, क्षारप्रतिकारक्षम पिकांची लागवड करणे तर चोपण जमिनीसाठी जिप्सम या जमीन सुधारकाचा वापर करावा लागतो. जमिनीची आम्लता जास्त असेल तर पिकांकडून खतांना मिळणारा प्रतिसाद कमी होतो म्हणून खतांबरोबरच जमिनीची आम्लता कमी करण्यासाठी चुना या जमीन सुधारकाचा वापरही गरजेप्रमाणे करावा.

खतांच्या शिफारस केलेल्या मात्रा व खते देण्याच्या वेळा :

सधन लागवड पद्धती आणि जमिनीचे प्रकार व त्यांची सुपीकता यांचे खत वापरातील महत्त्व समजावून घेतल्या नंतर आपण निवडलेली खते आणि पिकांना द्यावयाच्या त्यांच्या मात्रा, विशिष्ट वेळी आणि विशिष्ट पद्धतीने देणे यालाही विशेष महत्त्व असते.

निवडलेल्या खतांचे प्रकार, त्यातील अन्नद्रव्यांचे स्वरूप, पिकांची त्यांच्या वाढीच्या अवस्थेमधील अन्नद्रव्यांची तुलनात्मक गरज, जमिनीतील ओलावा, सिंचनाच्या सोई इत्यादी गोष्टींचा एकत्रित विचार करून पिकांना खते केव्हा द्यावीत याचे वेळापत्रक ठरवावे लागते. शेणखत, कंपोस्ट खत, हिरवळीची खते इत्यादी सेंद्रिय खतांमधून पिकांना होणारा अन्नद्रव्यांचा पुरवठा फारच मंद गतीचा असतो. म्हणून अशी खते पेरणीच्या अगर लावणीच्या पूर्वी चार ते सहा आठवडे जमिनीवर पसरून मातीत मिसळवीत. भात खाचरात हिरवळीची खते जरी लावणीच्या वेळी वापरली तरी चालते. रॉक फॉस्फेट , बेसीक स्लॅग, आयर्न पायराइट, मूलद्रव्यी गंधक ही रासायनिक खते पाण्यात अविद्राव्य असल्यामुळे यांचाही वापर पेरणी पूर्वी महिनाभर आधी करावा. ही खते पेरून न देता जमिनीवर समप्रमाणात पसरून मातीत मिसळणे विशेष महत्वाचे आहे. आम्ल आणि चोपण जमिनी सुधारण्यासाठी अनुक्रमे चुना आणि जिप्सम या जमीन सुधारकांचा वापरही पेरणी पूर्वी ३ ते ४ आठवडे करावा. पाण्यात विरघळणाऱ्या नत्र, स्फुरद आणि पालशयुक्त खतांचा वापर सर्वत्र केला जातो. म्हणून विविध पिकांना या पीक पोषक द्रव्यांच्या ज्या शिफारशी आहेत त्या संपूर्णपणे पाळाव्यात. या खतांच्या मात्रा पिकांना खालील प्रमाणे द्याव्यात.

खतांची प्रारंभिक मात्रा आणि खतांची पूरक मात्रा

अ) खतांची प्रारंभिक मात्रा :

पिकांची वाढ जोमाने आणि लवकर सुरु व्हावी तसेच मुळांची वाढ आणि विस्तार जलद व्हावा यासाठी पेरणीच्या अथवा लावणीच्या वेळी पिकांना खतांची पहिली मात्रा द्यावी लागते. या वापरास खतांची प्रारंभिक किंवा मूलभूत मात्रा असे म्हणतात. ही मात्रा पिकांच्या दृष्टिने फार महत्वाची ठरते. या वेळी, खते गरजेनुसार जमिनीवर पसरून मातीत चांगली मिसळता येतात. विशेषतः पाभरीच्या सहाय्याने खतांची पेरणीही करता येते. त्यामुळे पीक पोषक द्रव्ये पिकांच्या क्रियाशील मुळांच्या सानिध्यात जास्त येऊन पिकांची वाढ सुरुवातीपासूनच जोमदारपणे सुरु होते आणि भरघोस उत्पादनाचा पाया खतांच्या या प्रारंभिक मात्रेमुळे घातला जातो. खतांच्या प्रारंभिक मात्रेमध्ये पिकांना द्यावयाची स्फुरद व पालाशची संपुर्ण मात्रा आणि नत्राची अंशतः मात्रा यांचा अंतर्भाव असतो. नत्रयुक्त खतांतील नत्रघटक जमिनीत प्रवाही आहे आणि त्यांचा मोठ्या प्रमाणात न्हास जमिनीतून होत असतो. त्यामुळे नत्रयुक्त खते संपुर्णपणे प्रारंभिक मात्रेतून न देता पिकांना ती दोन ते तीन हप्त्यात विभागून द्यावीत. साधारणपणे खतांची मात्रा प्रति हेक्टरी २० ते ३० किलो हुन जास्त असेल तेव्हा खताची मात्रा विभागून द्यावी. एकूण नत्राच्या मात्रे पैकी साधारणपणे निम्मी मात्रा पीक पेरणीच्या अगर लावणीच्या वेळी द्यावी. उरलेली मात्रा ३ ते ४ आठवड्यांच्या अंतराने दोन किंवा तीन हप्त्यात समप्रमाणात विभागून द्यावी. द्विदल वर्गातील बऱ्याचशा कडधान्य आणि गळीत धान्यांना साधारणपणे प्रति हेक्टरी २५ किलो नत्राची शिफारस करण्यात

येते. हे संपुर्ण खत मात्र पेरणीच्या वेळी एकाच हप्त्यात द्यावे. ज्या ठिकाणी पाऊसमान कमी आणि अनिश्चित आहे अशा ठिकाणी तसेच कोरडवाहू पिकांसाठी नत्राची संपूर्ण मात्रा पेरणीच्या वेळी द्यावी. नत्राप्रमाणे स्फुरद आणि पालाश ही अन्नद्रव्ये मात्र हंगामी पिकांना विभागून देण्याची गरज नाही. ही खते हप्त्यात पेरणीच्या वेळी देणे इष्ट ठरते. नत्राप्रमाणे या अन्नद्रव्यांचा न्हास जास्त होत नाही. तसेच पेरणीच्या वेळी ही खते जमिनीत योग्य खोलीवर पेरताही येतात. त्यामुळे पिकांकडून या अन्नद्रव्यांचा चांगला वापर केला जातो. दीर्घ मुदतीच्या पिकांना तसेच फळबागांसाठी मात्र नत्र, स्फुरद आणि पालाश ही तिन्ही अन्नद्रव्ये एकाच मात्रेत प्रारंभ न देता ती विभागून दोन ते तीन हप्त्यात देणे उपयुक्त ठरते.

ब) खतांची पूरक मात्रा :

पेरणीपूर्वी किंवा पेरणीच्या वेळी खतांची प्रारंभिक मात्रा देण्यात येते. परंतु पेरणीनंतर दर ३ ते ४ आठवड्यांच्या अंतराने पिकांना नत्राची उर्वरित मात्रा १,२ किंवा ३ हप्त्यात विभागून देतात. या खत वापरास खतांची पूरक मात्रा असे म्हणतात. पूरक मात्रेत नत्र या घटकाचा प्रामुख्याने समावेश करतात. काही पिकांच्या बाबतीत पालाश याही अन्नद्रव्याचा वापर पूरक मात्रेत केला जातो. नत्रयुक्त खते विभागून दिल्यामुळे पिकांचे उत्पादन १० ते ६२ टक्के जास्त मिळते. नत्र किती हप्त्यात विभागून द्यावे ही गोष्ट कोणकोणत्या बाबींवर अवलंबून असते याची माहिती असणे जरूरीचे ठरते. पिकांना द्यावयाची एकूण नत्राची मात्रा जसजशी वाढत जाते तसतसे ही खते जास्त हप्त्यात विभागून देणे सोडस्कर ठरते. पिकांना वाढीच्या अवस्थेत नत्राची आवश्यकता असते, तसेच नत्राचा न्हास बाष्पीभवन, निचऱ्याद्वारे त्वरीत होतो. नत्राची मात्रा प्रति हेक्टरी २५ ते ३० किलो द्यावयाची असल्यास हे संपुर्ण खत एकाच हप्त्यात पेरणीच्या वेळी द्यावे. तर एखाद्या हंगामी पिकास प्रति हेक्टरी १०० किलो नत्र द्यावयाचे असल्यास हे खत मात्र एकाच हप्त्यात न देता पिकाचा कालावधी लक्षात घेवून ते दोन (५०+५०) किंवा तीन (५०+२५+२५) हप्त्यात विभागून द्यावे. लवकर तयार होणाऱ्या अल्प मुदतीच्या पिकांना कमी हप्से द्यावेत, तर उशिरा तयार होणाऱ्या दीर्घ मुदतीच्या पिकांना नत्र खते जास्त हप्त्यात विभागून द्यावीत. हे सर्व हप्से पीक फुलोऱ्यात येण्यापूर्वी देणे गरजेचे आहे. पीक वाढीच्या या अवस्थेनंतर दिलेल्या खताची कार्यक्षमता कमी कमी होते हे ध्यानात घेतले पाहिजे.

भारी जमिनीपेक्षा हलक्या पोताच्या जमिनीत खते विभागून देणे निश्चितपणे जास्त फायदेशीर ठरते. ज्या जमिनीत स्फुरदाची विशेष कमतरता आहे आणि अति थंड हवामान आहे अशा वेळी स्फुरदाचा वापर प्रारंभीच करणे फार परिणामकारक ठरते. खताच्या तुटवड्यामुळे स्फुरदाचा वापर पेरणीच्या वेळी करता न आल्यास, पुरक मात्रेत या अन्नद्रव्याचा अंतर्भाव करण्यास हरकत नाही. परंतु अशा खतांची कार्यक्षमता कमी होते. हलक्या जमिनीत, जास्त पावासाच्या प्रदेशात तसेच सिंचन क्षेत्रात पालाश या अन्नद्रव्याचा वापरही पुरक मात्रेत करण्यास हरकत नाही. दीर्घ मुदतीच्या पिकांना मात्र नत्र, स्फुरद आणि पालाश या अन्नद्रव्यांचा पुरवठा विभागून प्रारंभीच तसेच पुरक मात्रेतून करणे आवश्यक ठरते. ऊस, केळी, चिकू, नारळ, आंबा इ. अनेक फळझाडांसाठी वरील प्रमाणे खतांची मात्रा विभागून देण्यात येते.

खते देण्याची पद्धत:

जमीन आणि पिकाचा प्रकार लक्षात घेऊन निवडलेली खते आणि त्यांची मात्रा योग्य पद्धतीने देणे अतिशय महत्वाचे आहे. खते देण्याच्या प्रमुख तीन पद्धती पुढील प्रमाणे आहेत.

१. जमिनीतून खत देणे.
२. पिकावर फवारणीतून खत देणे
३. बियाणे तसेच मुळांवर खतांची प्रक्रिया करणे.

या पैकी पहिली पद्धत महत्वाची असून जास्त प्रचलीत आहे. दुसरी आणि तिसरी पद्धत पहिल्या पद्धतीस पुरक म्हणून वापरावी. खते देण्याच्या मुख्य पद्धती, त्यांचे उपप्रकार, प्रत्येकाची वैशिष्ट्ये आणि गुणदोष यांची माहिती खालील तक्त्यात दिलेली आहे.

अ.क्र	प्रमुख पद्धती आणि उपपद्धत	पद्धतीची वैशिष्ट्ये आणि गुणदोष
१	जमिनीतून खत देणे अ) फोकून देणे	सेंद्रिय तसेच रासायनिक खते जमिनीत घालतात. ही खते पाण्यातविरघळल्यानंतर पिकांस लागू पडतात. ही पद्धत जास्त प्रचलीत आहे. जमिनीच्या पृष्ठ भागावर खते पसरून टाकून मातीत मिसळतात. ही पद्धत सेंद्रिय खत तसेच पाण्यात अविद्राव्य असणाऱ्या खतांना

	<p>उपयुक्त ठरते. गहू , भात अशा प्रकारच्या जवळजवळ अंतरावरील उभ्या पिकास खते देण्यासाठी उपयुक्त आहे. कमी खर्चीक आहे पण पीक उत्पादनासाठी अकार्यक्षम ठरते. या पद्धतीत खतांचा अनाठायी न्हास होतो.</p> <p>स्फुरदाचे स्थिरीकरण जास्त होऊन त्याची उचल कमी होते. खत सर्वत्र समप्रमाणात न पडल्यामुळे पिकाची वाढ सर्व ठिकाणी सारखी राहत नाही. तणांचा प्रादुर्भाव वाढून खतांची उपयुक्तता कमी होते.</p>
<p>ब) योग्य खोलीवर खते घालणे.</p>	<p>१. पाण्यात विरघळणारी खते पृष्ठभागावर न पसरविता ती जमिनीत १० ते १५ सें. मी. खोलीवर घालतात.</p> <p>२. अन्नघटक क्रियाशिल मुळांच्या सानिध्यात आल्यामुळे अन्नद्रव्यांची परिणाम कारकता वाढते.</p> <p>३. नत्राचा न्हास कमी होतो. उत्पादन वाढते.</p> <p>४. स्फुरदाचे स्थिरीकरण कमी होते व त्याची कार्यक्षमता वाढते.</p> <p>५. विशेषकरून अविद्राव्य रासायनिक खते आणि जमिनसुधारक यांच्यासाठी ही पद्धत वापरू नये.</p>
<p>क) ओळीत पेरणे</p>	<p>६. ही पद्धत पेरणी पुर्वी तसेच पेरणीनंतरही खते देण्यासाठी वापरता येते.</p> <p>१.पेरणीपुर्वी (१० ते १२ सें. मी. खोल)किंवा पेरणीनंतर उभ्या पिकाच्या ओळीमध्ये सरीत खते हाताने किंवा पाभरीने अथवा पेरणी यंत्राने पेरवीत</p> <p>२. उभ्या पिकामध्ये प्रत्येक ओळीजवळ एका बाजूस अथवा दोन ओळींच्या मध्ये खणुन अगर खुरपीने उथळ सऱ्या काढून खते घालावीत. त्यानंतर ती मातीने बुजवावीत.</p> <p>३. भात लावणीपुर्वी, चिखलणीच्या वेळी भात खाचरात नांगराच्या तासामागे टाकलेली खते खूपच परिणामकारक ठरतात.</p> <p>४. कोरडवाहू शेतीत ही पद्धत उपयुक्त आहे.</p>
<p>ड)ठिपका पद्धत</p>	<p>या पद्धतीमध्ये प्रत्येक रोपाजवळ ३ ते ४ सें.मी. खोल जागच्याजागी खुरप्याच्या सहाय्याने खते घालतात. याला ठिपका पद्धती असे म्हणतात. लांब अंतराच्या पिकांना, फळभाज्यांना ही पद्धत योग्य आहे.</p>
<p>इ) आळे पद्धत</p>	<p>१. या पद्धतीमध्ये खते झाडांना आळे करून देतात. आळे मात्र कमी त्रिज्येचे असते.</p> <p>२.विशेष करून वेलवर्गीय फळभाज्या, पुष्प शेती यासाठी ही पद्धत वापरतात.</p>
<p>ई) खतांचे गोळे करून वापरणे</p>	<p>१.सेंद्रिय खत, रासायनिक खत आणि माती एकत्र करून त्यांचे लहान लहान गोळे तयार केले जातात.</p> <p>२.गोळे भात लावणीच्या वेळी जमिनीत १० ते १५ सें.मी.खोलीवर दाबून दिल्या जातात भाताशिवाय इतर पिकांना ही पद्धत तितकीशी उपयुक्त नाही.</p> <p>३.गोल किंवा खड्ड्या आकाराचे तसेच वजनाने जड (१ ते २ ग्रॅम) अशाही द्रवरूपात युरिया खत उत्पादित केले जाते. या युरिया गोळ्या भात पिकासाठी वापराव्यात. भात लावणीच्या वेळी दर चार आळ्यांच्या मधोमध हाताने एक</p>

	<p>फ) द्रावण पद्धत</p> <p>२ पिकांवर फवारणीतून खत देणे</p>	<p>युरीया गोळी १० ते १५ सें.मी. खोलीवर खोचावी.</p> <p>४.या पद्धतीमुळे नत्र खत वापरात ४० ते ५० टक्के बचत साधता येते.</p> <p>१.पाण्यात खते विरघळून सिंचनाद्वारे पिकास दिले जाते .</p> <p>२. ठिबक सिंचन पद्धतीतही खतांचे असे सौम्य द्रावण सूक्ष्म नळ्यांवाटे मुळांपर्यंत थेंबाथेंबाने पोहोचवले जाऊन खताची कार्यक्षमता वाढते.</p> <p>३. ठिबक सिंचनासाठी विशिष्ट दर्जाची खते वापरावी लागतात. अन्यथा ठिबक सिंचन संच निकाळी होतात.</p> <p>४. खतातील सर्व घटक पाण्यात विरघळणारे असावेत.</p> <p>१. काही अपवादात्मक परिस्थितीनुसार उभ्या पिकावर फवारणीमधुन खते दिली जातात.</p> <p>२. ही पद्धत पहिल्या पद्धतीस पुरक म्हणून वापरावी. फवारणीतून उभ्या पिकास नत्र, यूरिया खतामधुन फवारावे. त्यासाठी युरीयाचे १-२ टक्के द्रावण वापरावे.</p> <p>३. सूक्ष्म अन्नद्रव्ये ही या पद्धतीने पिकांना द्यावीत. ०.५ ते २ टक्के द्रावण फ वारावे.</p> <p>४. या पद्धतीने दिलेल्या अन्नद्रव्यांचा इष्ट परिणाम पिकावर लवकर दिसून येतो. परंतु तो दिर्घकाळ टिकणारा नसून पुन्हा फवारणी करावी लागते. फवारणी तिव्र उन्हाच्या आधी, वारा नसतांना करावी.</p>
--	---	--

तक्त्यातील माहिती वरून असे लक्षात येते की सर्व खतांसाठी आणि सर्व पिकांसाठी विशिष्ट पद्धतच चांगली आहे असे सांगणे कठीण आहे. परंतु तक्त्यात दर्शविल्याप्रमाणे परिस्थितीनुरूप खत घालण्यासाठी योग्य पद्धत निवडावी .

जमिनीची सुपीकता ही बाब परिवर्तनशिल आहे.अधिक अन्नद्रव्ये शोषणाऱ्या पिकांच्या वाणांची लागवड , वर्षातून दोन किंवा तीन पिके घेणे, सेंद्रिय आणि रासायनिक खतांचा अपुरा आणि असंतुलीत वापर या मुळे जमीन सुपीकतेचे काही नविन प्रश्नही निर्माण होतात. काही अन्नद्रव्यांचे प्रमाण वाढते तर काहींची कमतरता निर्माण होते. म्हणून जमिनीची तपासणी एकदा केली म्हणजे प्रश्न कायमचा सुटला असे नव्हे. जमिनीच्या गुणधर्मात आणि सुपीकतेमध्ये सुरु असणारा बदल नियमीतपणे टिपण्यासाठी कमीत कमी २ - ३ वर्षांच्या अवधिनंतर मृद- परीक्षण करणे हा जमीन व्यवस्थापनातील एक अविभाज्य घटक होणे जरूरीचे आहे.

खतांची साठवण व खते घालतांना घ्यावयाची काळजी :

निर्मिती केंद्रापासून खतांचा वापर प्रत्यक्षात शेतावर होईपर्यंत खतांची विविध पातळीवर भरणी, उतरणी, हाताळणी आणि साठवणूक करावी लागते. परदेशातून आयात केलेल्या खतांची साठवणही बंदरावर करावी लागते. त्यानंतर हंगामी मागणीनुसार खतांचा पुरवठा ग्रामपातळीपर्यंत केला जातो. या संपूर्ण क्रियेत खतांच्या गुणधर्मानुसार तसेच अशास्त्रोक्त पॅकिंग, हाताळणी या मुळे रासायनिक खतांच्या गुणधर्मात बदल घडून येतात. प्रामुख्याने हवेतील आर्द्रता शोषण घेतल्यामुळे खतांच्या गुणधर्मात बदल होतो आणि त्यामुळे खतांचा दर्जा खालावतो. खतांची साठवणूक करतांना खालील प्रमाणे दक्षता घेणे आवश्यक आहे.

- १) हाताळणी आणि साठवणीच्या दृष्टीने खतांच्या पॅकिंगला सर्वप्रथम महत्व आहे. या दृष्टीने गोणपाट तसेच तागाच्या पोत्यास आतून पॉलिथीनचे अस्तर लावलेली पोती उपयुक्त ठरतात.
- २) खतांची पोती ओढण्यासाठी तसेच उचलण्यासाठी धातुच्या हुकाचा वापर टाळावा.
- ३) दमट हवामानात खतांची साठवण करणे ही बाब अवघड बनते. खते साठवण्याच्या ठिकाणी हवेतील आर्द्रता साधारणपणे ६० % पेक्षा कमी राखणे उपयुक्त ठरते.
- ४) गोदामातील उष्णतामान जास्त वाढू नये म्हणून दिवसभर गोदामात हवा खेळती ठेवावी.
- ५) घरात साठवणीसाठी निवडलेली जागा कोरडी असावी.

- ६) पोत्यांची थप्पी भिंतीपासून अर्धा ते एक मिटर अंतरावर रचावी तसेच दोन थप्प्यांमध्येही वरिलप्रमाणेच अंतर सोडावे.
- ७) खतांच्या पोत्यांचा जमिनीसी प्रत्यक्ष संपर्क टाळावा.
- ८) सर्वप्रकारची खते प्रकाराप्रमाणे वेगवेगळ्या ठिकाणी ठेवावीत.
- ९) एकदा उघडलेले खताचे पोते संपूर्णपणे त्याच वेळी वापरावे. शिबक राहिल्यास त्याचे तोंड घट्ट बांधून स्वतंत्र ठेवावे.

प्रत्यक्ष शेतात पिकांसाठी खतांचा वापर करतांना खतांच्या प्रकारानुसार प्रत्येक पिकासाठी खालीलप्रमाणे दक्षता घेणे गरजेचे ठरते.

१. समतोल पीक पोषणासाठी नत्र, स्फुरद आणि पालाशयुक्त खतांचा एकत्रित आणि शिफारशिप्रमाणे पुरेशा प्रमाणात वापर करावा.
२. रासायनिक खतांबरोबरच, सेंद्रिय आणि जीवाणू खतांचा एकात्मिक पद्धतीने वापर करावा. असा वापर शाश्वत शेतीसाठी फार आवश्यक आहे.
३. खतांचा वापर योग्य वेळी तसेच योग्य पद्धतीने करावा. त्यामुळे अन्नद्रव्यांचा कायम अथवा तात्पुरत्या स्वरूपात होणारा न्हास टाळून खतांची उपयुक्तता वाढविता येते.
४. नत्रयुक्त खत पिकांना दोन ते तीन हप्त्यात विभागून द्यावे.
५. स्फुरद आणि पालाशयुक्त खते पेरणीच्या वेळी एकाच हप्त्यात द्यावीत .
६. खते पृष्ठभागावर फेकून न देता जमिनीत १० ते १५ सें.मी.खोल पेरवीत .
७. सेंद्रिय खते आणि पाण्यात न विरघळणारी खते मात्र पेरणीपूर्वी जमिनीवर पसरून मातीत मिसळावीत.
८. जमिनीतील ओलावा, पावसाची शक्यता आणि सिंचनाची सोय लक्षात घेवून खत घालण्याच्या वेळेत थोडा फार फेरबदल करावा.
९. खत दिल्यानंतर पिकास हलके पाणी द्यावे.
१०. खरीप हंगामापेक्षा रबी पिकांना स्फुरद खतांचा जास्त वापर करावा.
११. स्फुरदयुक्त खते (विद्राव्य)जमिनीवर फेकू नयेत ती जमिनीत १० ते १५ सें.मी. खोल घालावीत अथवा पट्टा पद्धतीने टाकावीत.
१२. दाणेदार खते वापरावीत, स्फुरदयुक्त खते सेंद्रिय खतात मिसळून वापरावीत.

खत नियंत्रण कायदा :

भारत सरकारने १९५७ साली अत्यावश्यक वस्तु कायद्याखाली रासायनिक खत नियंत्रणविषयक हुकूम काढला आणि त्याखाली खतांच्या उद्योगाचे नियंत्रण केले. या कायद्याखाली खतांच्या दर्जाच्या नियंत्रणाच्या समावेशाबरोबरच खत विक्रीचे रजिस्ट्रेशन करण्याची आणि काही खतविषयक साहित्याच्या किंमतीवर नियंत्रण ठेवण्याचीही त्यात तरतूद आहे. सन १९५५ च्या अत्यावश्यक वस्तु विधेयकाच्या तिसऱ्या कलमाखाली १९५७ चा खत नियंत्रणविषयक हुकूम काढण्यात आला फर्टिलायझर असोसिएशन ऑफ इंडियाने खत नियंत्रण कायदा दुरुस्त्यांसहित १९७४ मध्ये छापून प्रसिद्ध केला. त्यानंतर या कायद्या मध्ये खताच्या दर्जाविषयी बरेचसे बदल सुचविण्यात आले आणि सर्व सुधारणांचा विचार करून जी. एस. आर. ७५८, २५ सप्टेंबर १९८५ रोजी अत्यावश्यक वस्तु अधिनियम १९५५ च्या पोटकलम ३ अन्वये प्राप्त अधिकारातून खतविषयक नवीन कायदा अमलात आला. त्या सुधारित खत नियंत्रण कायद्यामध्ये (एफ .सी. ओ.) काही जुन्या संज्ञांची सुधारणा आणि काही नवीन संज्ञांची तरतूद केलेली आहे. विशेषतः भेसळयुक्त खते, मूळ प्रमाणपत्र, दाणेदार मिश्रण, पिकांची आवश्यक अन्नद्रव्ये, हाताळणी प्रतिनिधी, कार्यालय याविषयीची तरतूद आणि संज्ञा यांचा यात अंतर्भाव केलेला आहे.

खतनिर्मात्याने पाळावयाच्या अटी

(१) खतनिर्मिती, विक्री व वितरणांवरील बंधने

नमुने दिलेल्या प्रमाणित व्यक्ती व्यतिरिक्त कोणतीही व्यक्ती खतांची निर्मिती, विक्री, साठवण किंवा वितरण करू शकत नाही. प्रमाणपत्रात ठरवून दिलेल्या मापात प्रमाणबद्ध मिश्र खत किंवा विशेष मिश्र खताचा विक्रेता नसल्यास खतांचा विक्री साठा करणे किंवा वितरण करता येणार नाही. कायद्यात सुचविल्याप्रमाणे खतांची योग्य बांधणी आणि खुणा नसतील तर विक्री करता येणार नाही. एखादे खत दुसऱ्या खताची नकल किंवा त्यास पर्याय असेल तर त्या खताची विक्री करता येणार नाही. अस्तित्वात नसलेल्या एखाद्या कंपनीचे खत-लेबल, डबा, बरणी, पोते यासंबंधी चुकीचे मालकी हक्क दाखविता येणार नाहीत. जो पदार्थ खत नाही त्यास खत म्हणता येणार नाही.

(२) पॅकिंगसंबंधीचे नियम

खत भरलेल्या कोणत्याही प्रकारच्या आवरणावर, पिंपावर, पिशवीवर, पोत्यावर त्यासंबंधी वेळोवेळी दिलेल्या खास सूचना लक्षात घेऊन खताची तपशीलवार माहिती दिलेली असली पाहिजे. त्याचप्रमाणे ज्या आवरणात खत भरले असेल त्यावर एखाद्या धातूचे सील आणि लेबल असणे आवश्यक आहे व त्या लेबलवर खालील बाबींचा उल्लेख असावा.

(अ) कारखान्याचे रजिस्टर केलेले नाव आणि व्यापारी बोधचिन्ह

(इ) रजिस्टर नंबर नैसर्गिक खतांच्या मिश्रणाचे नाव आणि प्रकार.

(उ) रसायनिक मिश्र खतातील नत्र (सेंद्रिय आणि असेंद्रिय), स्फुरद (पाण्यात विद्राव्य, सायट्रिक आम्लात विद्राव्य आणि अविद्राव्य), पालाश यांचे प्रमाण.

(ऊ) विशिष्ट पिकांसाठी किंवा कारणासाठी हे खत असल्यास त्याचा उल्लेख ,

(ए) मिश्र खतांचे एकूण वजन आणि निव्वळ वजन किलो ग्रॅम मध्ये,

(ऋ) पिशव्या (बॅगा) मशीनने शिवलेल्या असाव्यात. पोत्यांवर लेबल असावे.

(३) खतांच्या ठोक विक्रीकरिता असलेले नियंत्रण

प्रत्येक किरकोळ विक्रेत्याने दरवेळी प्रत्येक प्रकारच्या खतांचे एक पोते विक्रीकरिता उघडे ठेवणे आवश्यक आहे. कोणताही खत उत्पादक हा त्याचा माल दुसऱ्या मिश्र खत, संयुक्त खते अथवा विशिष्ट मिश्र खत उत्पादकाला ठोक विक्री करू शकतो. केंद्र सरकार यांच्या तर्फे एखाद्या उत्पादकाला राजपत्राद्वारे सूचित करून प्रत्यक्ष शेतकऱ्याला सुद्धा ठोक विक्री राजपत्रात नमुद केलेल्या कालावधीकरिता करता येते. याकरीता उत्पादकाने शेतकऱ्याला दिलेल्या खतातील कमीत कमी पीक अन्नद्रव्यांच्या टक्केवारीचे पत्रक विक्रीच्यावेळी देणे आवश्यक आहे.

(४) अप्रमाणित खतांची विव्हेवाट

अशा पोत्यांवर किंवा पिंपावर लाल शाईने नॉन स्टॅंडर्ड असे लिहून फुली (x) अशी खुण करावी. फॉर्म 'एच' मध्ये अशा खतांची माहिती दाखला वितरण अधिकाऱ्यांकडे पाठावून त्यासंबंधीची विक्री किंमत यांची माहिती मागवावी आणि त्याप्रमाणे प्रमाणपत्र घ्यावे. ही खते फक्त मिश्र खत निर्माते, सरकारी किंवा कृषि विद्यापीठ संशोधन केंद्र यांना उपयोगी येतील अशा प्रकारे विक्रीवित. विक्रीपूर्वी खत विक्रीसाठी दाखला देणाऱ्या अधिकाऱ्याने अशा खतांची किंमत ठरवून घ्यावी की ठरविताना त्यातील नमुना घेऊन त्याचे पृथःकरण करून किंमत ठरवावी.

(५) खतांची विक्री व वापरांवरील नियंत्रणे :

केंद्र सरकारच्या पूर्वपरवानगीशिवाय कायद्यातील अटी व सूचनानुसार कोणतीही व्यक्ती शेतीव्यतिरिक्त किंवा पीक-उत्पादनाव्यतिरिक्त इतर ठिकाणी खतांचा वापर करू शकत नाही.

औद्योगिक गरजेकरिता वापरलेल्या खतांच्या किंमती ह्या ना नफा ना तोटा या तत्वावर निश्चित कराव्यात. मात्र पीक उत्पादनासाठी आयात अथवा शेतकरी ग्राहकांसाठी वापरलेल्या खतांवरील अनुदानात वरील किमतीचा समावेश नाही. याशिवाय केंद्रीय शुल्क मात्र किमतीतून ग्रहकाकडून वसूल केले जाईल. यामध्ये अप्रमाणित खतांच्या किमती कमी करतांना त्यातील अन्नद्रव्यांचा उपलब्ध प्रमाणाची टक्केवारी गृहीत धरून ना नफा ना तोटा तत्वावर अधारून विक्री करावी. पोटनियम १ नुसार जर औद्योगिक विक्रेता ज्याच्याकडे घटक ९ अन्वये वैध नोंदणी प्रमाणपत्र असेल अशा व्यक्तीकडून औद्योगिक वापराकरीता खते खरेदी करण्यासाठी शासकीय पुर्वपरवानगीची आवश्यकता नसते. स्वतः राज्य सरकार, उत्पादक अथवा हाताळणी प्रतिनिधी यांच्याशिवाय कोणीही व्यक्ती घाऊक व किरकोळ विक्रेता यांच्यासह वैध परवान्याशिवाय कोणतेही खते कृषि वापराकरिता विकू शकत नाही. तसेच राज्य सरकार उत्पादक अथवा हाताळणी प्रतिनिधी, इत्यादीकडे जरी औद्योगिक व कृषि वापराकरिता घाऊक व किरकोळ विक्रीचा वैध परवाना असला तरी दोन्हीही उपयोगाकरिता एकाच जागेतून खतांची विक्री करू शकत नाही.

खते उत्पादकांसाठी सुचना :

कोणतीही व्यक्ती पोटनियम १५ किंवा १६ नुसार मिश्र खत उत्पादकांच्या अटींना झुगारून मिश्र खत अथवा मिश्र खत निर्मितीचा व्यवसाय करू शकत नाही.

१) मिश्र खत निर्मात्याने पाळावयाच्या अटी :

पोट नियम १६ मधील नियम व अटीचे पालन न करता कोणतीही व्यक्ती मिश्र खत निर्मितीचा व्यवसाय करू शकत नाही. केंद्र सरकारने सरकारी गॅझेट मध्ये जाहिर केलेल्या व्यतिरिक्त कोणतेही व्यक्ती वेगळे मिश्रण तयार करू शकत नाही.

त्यातील एकूण अन्नद्रव्यांचे ठरवून दिलेले प्रमाण राखणे आवश्यक आहे. उपपोटनियम एक अन्वये ठरवून दिलेल्या नियमांचे उल्लंघन करून बनविलेल्या मिश्र खत निर्मितीस दाखला देण्यात येत नाही. या उप पोटनियमात कोणत्याही विशिष्ट खत मिश्रणास परवानगीचा संबंध येत नाही.

२) मिश्र खत निर्मितीसाठी अर्ज :

मिश्र खत निर्मिती करणाऱ्या प्रत्येक व्यक्तीस मिश्र खतनिर्मितीचा किंवा विशिष्ट मिश्र खत निर्मितीचा दाखला धारण करावयाचा असेल तर राज्य शासनाने दिल्याप्रमाणे पात्रता असणे आवश्यक आहे. या करीता नमुना 'ड'मध्ये दोन प्रतीमध्ये अपेक्षित फी भरून पोटनियम ३६ अन्वये मिश्र खत निर्मिती करणाऱ्याने अर्ज करणे आवश्यक आहे. विशिष्ट खत मिश्रणाच्या निर्मितीसाठी अर्ज करावयाचा असेल तर नमुना 'इ' मध्ये दोन प्रतीमध्ये पोटनियम ३६ मध्ये अर्ज करून हे मिश्रण खरेदी करण्याचा दाखला जोडणे आवश्यक आहे. मात्र विशिष्ट मिश्र खत निर्मितीसाठी दिलेल्या प्रमाणपत्राच्या वैधतेची मुदत तीन महिने आहे आणि ज्या व्यक्तीकडे मिश्र खत निर्मितीचा वैध दाखला असेल त्यासच अशा विशिष्ट मिश्र खत निर्मितीसाठी अर्ज करता येईल. पोटनियम १५ खाली मिश्र खत निर्मितीसाठी केलेला अर्ज रद्द किंवा स्थगित केला नाही तर तीन वर्ष मुदतीसाठी वैध राहतो.

३) मिश्र खत निर्मात्याची नोंदणी:

संबंधीत नोंदणी अधिकाऱ्याने व लेखी स्वरूपात मिश्र खत उत्पादकाचा अर्ज नाकारल्यास त्याची कारणे नोंदवून त्याची एक प्रत अर्जदाराला पाठविणे आवश्यक आहे. जर पोटनियम दोन नुसार अर्ज नाकारला नसेल तर 'नमुना एफ ' मध्ये उत्पादकाला प्रमाणपत्र देण्यात यावे आणि अर्जदाराला विशिष्ट मिश्र खत उत्पादकाचे प्रमाणपत्र नाकारले नसेल तर संबंधीत अधिकारी पोटनियमांचा वापर करून अर्जदाराला 'नमुना जी' मध्ये उत्पादकाचे प्रमाणपत्र देऊ शकतो.कोणत्याही उत्पादकाला जर तो मिश्र खत उत्पादक नसेल तर विशिष्ट मिश्र खत निर्मितीचे वैध प्रमाण पत्र दिले जात नाही. प्रत्येक मिश्र खत उत्पादकाला विशिष्ट मिश्र खत निर्मितीसाठी फक्त तीन महिन्यांसाठी उत्पादकाचे वैध प्रमाणपत्र मिळू शकते. परंतु नोंदणी अधिकारी अशा विशिष्ट मिश्र खत निर्मितीस आवश्यक समजत असेल तर उत्पादकाचा वैध कालावधी हा जास्तीत जास्त एकूण सहा महिन्यांपेक्षा जास्त वाढवू शकत नाही. म्हणूनच प्रत्येक मिश्र खत उत्पादकाला पोटनियम १५ प्रमाणे देण्यात आलेले प्रमाणपत्र जर निलंबित अथवा रद्दबादल केले नसेल तर वैध कालावधी हा तीन वर्षांचा असतो.

(४) मिश्र खत निर्मितीच्या दाखल्याचे नुतनीकरण :

मिश्र खत निर्मितीच्या दाखल्याच्या नुतनिकरणासाठी नमुना 'डी'मध्ये मुदत संपण्यापुर्वी दोन प्रती मध्ये पोटनियम ३६ खाली अर्ज करणे आवश्यक आहे. अर्जदाराने अर्ज केल्यावर 'नमुना एफ ' वर शेरा मारून दाखला देता येईल. किंवा जर दाखला मंजूर केला नाही तर दाखला देणाऱ्या अधिकाऱ्याने नुतनीकरण न केल्याचे कारण नमुद करणे आवश्यक आहे. अर्जदाराने जुन्या दाखल्याची मुदत संपण्यापुर्वी अर्ज केला नाही तर त्या नंतर एक महिन्याच्या काळात जास्त फी भरून अर्ज करता येतो. उप पोटनियम १ किंवा ३ अन्वये अर्जदाराने नुतनीकरणासाठी वेळेत अर्ज केला असेल तर अर्जदारास ठराविक तारखेपर्यंत वैध दाखला देता येतो.जर अर्ज वेळेत केला नाही तर त्या काळानंतर केलेला व्यापार पोटनियम १२ चे उल्लंघन करून नियम बाह्य अर्ज केला आहे असे गृहीत धरण्यात येते.

खत विक्रेता नोंदणी प्रक्रिया :

(१) विक्रेत्याने नोंदणी कशी करावी ?

कोणतीही व्यक्ती उत्पादक खते हाताळणारी संस्था घाऊक अथवा किरकोळ विक्रेता नोंदणीच्या प्रमाण पत्रातील नमुद केलेल्या घटक ९ च्या अटी व शर्तीनुसार कोणत्याही प्रकारची खते कोठेही विक्री अथवा वाहतूक करू शकत नाही.मात्र सरकार काही विशिष्ट परिस्थितीत ठराविक पत्रकान्वये विशिष्ट अटी घालून खतांची विक्री करण्यास परवानगी देऊ शकते.

(२) नोंदणीसाठी अर्ज कसा करावा ?

कोणतीही व्यक्ती खतांच्या घाऊक अथवा किरकोळ दोन्हीही प्रकारच्या विक्रीच्या प्रमाणपत्राकरिता फॉर्म अ (दोनप्रतीत) भरून नोंदणी अधिकाऱ्याकडे अर्ज करू शकते. अर्जासोबत घटक ३६ अन्वये निर्धारित नोंदणी शुल्क व खत उत्पादकाचे प्रमाणपत्र फॉर्म 'अ'मध्ये भरून देणे आवश्यक आहे. जर अर्जदार राज्य सरकार किंवा उत्पादक किंवा खते आयातदार स्वतः असेल तर त्यांना खतांच्या मूळ उत्पादनाच्या प्रमाणपत्राची आवश्यकता लागत नाही. कोणत्याही विक्रेत्यास घाऊक व किरकोळ खत विक्रीकरिता विक्रेता म्हणून नोंदणीचे प्रमाणपत्र आवश्यक आहे. याशिवाय विविध खतांची उपलब्धता वेगवेगळ्या ठिकाणांहून होत असेल तर प्रत्येक खतांच्या मूळे उत्पादनाचे प्रमाणपत्र अर्जासोबत जोडणे आवश्यक आहे.

(३) नोंदणी प्रमाणपत्रास मान्यता देणे अथवा न देण्याविषयीचे अधिकार

नोंदणी प्रमाणपत्र अधिकाऱ्याने अथवा नियंत्रकाने घटक ८ अन्वये परिपूर्ण अर्ज केलेल्या कोणत्याही व्यक्तीस ३० दिवसांच्या आत नमुना 'ब' मध्ये प्रमाणपत्र दिले पाहिजे. परंतु यात पुढील अर्जाचा विचार केला जात नाही :

(अ) जर त्या व्यक्तीचे पूर्वीचे नोंदणी प्रमाणपत्र निलंबित केले असेल,

(आ) ज्या दुकानाचे नोंदणी झाल्यापासून एका वर्षाच्या आत प्रमाणपत्र रद्दबादल ठरविले असेल असेल असे अर्ज,

(इ) अर्ज करणाऱ्या व्यक्तीस जर पूर्वीच्या नोंदणी प्रमाणपत्रापासून ३ वर्षांच्या आत एखाद्या गुन्हाअंतर्गत कैदेची शिक्षा झाली असल्यास,

(ई) जर अर्जासोबत खतांच्या मूळ उत्पादकाचे प्रमाणपत्र जोडलेले नसल्यास किंवा

(उ) अर्ज कोणत्याही प्रकारे अपूर्ण असेल तेव्हा किंवा एखाद्या व्यक्तीने औद्योगिक मुख्य विक्रेता होण्यास अर्ज केला असेल व घाऊक अथवा किरकोळ विक्रेत्याच्या प्रमाणपत्राची अपेक्षा करत असेल तर त्याचा अर्ज नाकारला जातो.

(४) नोंदणी प्रमाणपत्राचा वैध कालावधी

प्रत्येक परवाना व ज्यास घटक ९ अन्वये मान्यता मिळाली आहे (तसेच घटक ११ अन्वये नूतनीकरण केलेले आहे) तो निलंबित अथवा रद्दबादल केलेला नसेल तर जास्तीत जास्त परवाना मिळाल्याच्या तारखेपासून तीन वर्षांपर्यंत वैध ठरविला जातो.

(५) नोंदणी प्रमाणपत्राचे नूतनीकरण

(१) प्रत्येक परवानाधारकाने जर पूर्वीचा परवाना संपुष्टात येण्याच्या आत संबंधित नोंदणी अधिकाऱ्याकडे नमुना 'क' मध्ये दोन प्रतीत योग्य शुल्कासह अर्ज केल्यास प्रमाणपत्राचे नूतनीकरण केले जाते. मात्र अर्जासोबत खतांच्या मूळ उत्पादकाचे प्रमाणपत्र जोडणे आवश्यक आहे.

(२) जर एखाद्या विक्रेत्याने परवान्याची मुदत संपण्याच्या एक वर्षापर्यंत खतांची विक्री केली असल्यास असे प्रमाणपत्र नूतनीकरणाची मुदत संपून एक महिना झालेला असल्यास राज्यसरकारच्या नियमानुसार योग्य नूतनीकरण शुल्कासह योग्य ते जादा शुल्क आकारून नूतनीकरण केले जाते.

(३) परवान्याच्या नूतनीकरणाची मुदत संपून एक महिना झालेला असल्यास राज्यसरकारच्या नियमानुसार योग्य नूतनीकरण शुल्कासह योग्य ते जादा शुल्क आकारून नूतनीकरण केले जाते.

(४) जर विक्रेत्याने अंतीम मुदत पूर्व योग्य कालावधीत नूतनीकरणासाठी उपघटक १ किंवा उपघटक ३ नुसार अर्ज केलेला असेल तर विक्रेत्याकडे परवाना अधिकाऱ्यांकडून नूतनीकरण प्रमाणपत्र मिळेपर्यंत विक्रेत्याकडून होणारी विक्री ही वैध मानली जाते.

(५) तसेच परवाना अंतीम मुदतीच्या एक महिन्यानंतरही नूतनीकरणासाठी अर्ज केला नसल्यास मात्र असे प्रमाणपत्र नूतनीकरण होईपर्यंत तो कोणताही खतांच्या विक्रीचा व्यवहार करू शकत नाही. व परवान्याचा कालावधी संपला असे समजले जाते. तरी खतांची विक्री केल्यास घटक ७ अन्वये त्याच्यावर कायदेशीर गुन्हा दाखल करता येतो.

प्रकरण - ११

कोरडवाहू शेती व्यवस्थापन

महाराष्ट्रातील एकूण लागवडीयोग्य जमिनीपैकी ८५ टक्के जमीन जिरायत आहे. महाराष्ट्र शासनाने नेमलेल्या अवर्षणप्रवण क्षेत्र पुनर्विलोकन समितीने आपल्या अहवालात (१९८७) ज्या विभागात सरासरी ७५० मि.मी. पेक्षा कमी वार्षिक पर्जन्यमान आहे व गेल्या आठवर्षात दोन पेक्षा अधिक वर्षे अवर्षण होते अशा क्षेत्रास अवर्षण प्रवण क्षेत्र संबोधले आहे. महाराष्ट्रातील सोलापूर, अहमदनगर, पुणे, सातारा, सांगली, नाशिक, धुळे, नंदुरबार, जळगाव, औरंगाबाद जालना, उस्मानाबाद, लातूर, बीड, नांदेड, परभणी, हिंगोली, कोल्हापूर, या अठरा जिल्ह्यातील ११४ तालुक्यांचा समावेश होतो. या क्षेत्राचा जवळ जवळ ८० टक्के भाग हा महात्मा फुले कृषि विद्यापीठ कार्यक्षेत्रात येतो.

ज्या कृषि हवामान विभागात वर्षभरात पडणाऱ्या पावसाचे प्रमाण हे ७५० मि. मी. पेक्षा कमी असते अशा प्रदेशात पावसाच्या पाण्यावर केली जाणारी शेती म्हणजे कोरडवाहू शेती होय. या भागात पावसाचे प्रमाण सर्वसाधारणपणे ७५० मि.मी. पेक्षा कमी असते. सर्वसाधारणपणे जून जुलै मध्ये पाऊस सुरू होतो. पुनर्वसू, आश्लेषा व मघा या नक्षत्रामध्ये (जुलै व ऑगस्ट) पावसाचे प्रमाण घटते आणि त्याचबरोबर तो अनिश्चित असतो. उत्तरा व हस्त नक्षत्रामध्ये (सप्टेंबर) सर्वात जास्त म्हणजे १५० ते २०० मि.मि. पाऊस पडतो. चित्रा नक्षत्रात (ऑक्टोबरच्या मध्यानंतर) पाऊस पूर्णपणे थांबतो. म्हणून या भागातील ७० टक्के क्षेत्र रबी पिकांखाली असते आणि त्यापैकी ८५ टक्के क्षेत्रावर शेतकरी रबी ज्वारीची पेरणी करतात. अवर्षणप्रवण भागातील पावसाच्या नोंदीचा अभ्यास केला तर सर्वसाधारणपणे पडणाऱ्या पावसाचे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे करता येते.

१. खरीप आणि रबी पिकास योग्य पाऊस २. मोसमी पावसास योग्यवेळी सुरुवात परंतु नंतर २ ते १० आठवड्यांचा खंड आणि सप्टेंबरमध्ये रबी पिकास पुरेसा पाऊस ३. पावसास उशीरा सुरुवात आणि रबी पीक पेरणीनंतर पाऊस लवकर संपणे. ४. खरीप हंगामात पुरेसा पाऊस परंतु रबी हंगामात कमी पाऊस

५. खरीप हंगामात कमी पाऊस परंतु रबी हंगामात योग्य पाऊस. ६. खरीप व रबी दोन्ही हंगामात कमी पाऊस

कोरडवाहू शेतीची मूलतत्त्वे

१) जमीन सपाटीकरण :

उताराच्या जमिनीवरून पावसाच्या पाण्याबरोबर मातीचे कण व पिकांचे अंत्राश वाहून जातात. त्यामुळे जमिनीची सुपीकता कमी होते. जमीन समपातळीत असल्यास जमिनीची धुप कमी झाल्याने सुपीकता टिकते. तसेच जमिनीत ओलावा साठविला जाऊन पिकांची वाढ चांगली होऊन उत्पादनात स्थिरता आणता येते.

२) समपातळीत मशागत व पेर :

समपातळीत जमिनीची नांगरट, कुळवणी, पेरणी केल्यामुळे पावसाचे पाणी वाया न जाता जास्तीत जास्त प्रमाणात जमिनीत मुरते आणि त्याचा फायदा पिकांची वाढ समप्रमाणात होण्यास मदत होते.

३) जमिनीची बांधबंदिस्ती करणे आणि आंतरबाह्य व्यवस्थापन :

जमिनीत समपातळीत बांध केल्यास पावसाचे पाणी अडविले जाऊन जमिनीतील वाहून जाणारे मातीचे कण, अंत्राश तसेच ओलावा जमिनीतच साठविण्यास मदत होते, त्यामुळे उत्पन्न वाढते. दोन बांधामधील जमिनीवर मशागत करीत असतांना उताराला आडवे सारे टाकणे, सरी वरंदा करणे, यामुळे पावसाचे पाणी जागेवरच जमिनीत मुरविण्यास मदत होते.

४) जमिनीच्या खोलीनुसार पीक नियोजन :

जमिनीची खोली कमी-अधिक असल्यामुळे जमिनीतील खोलीनुसार ओलावा साठवून ठेवण्याची आवश्यकता असते. खालील तक्त्यामध्ये दिल्याप्रमाणे जमिनीची खोली लक्षात घेऊन पिकांची शिफारस करण्यात आलेली आहे. त्याचप्रमाणे पिकाचे नियोजन केल्यास अवर्षण वर्षी उत्पादनात स्थिरता आणण्यास मदत होईल.

जमिनीच्या खोलीनुसार पिकाचे नियोजन

अ.नं.	जमिनीची खोली (सें.मी.)	उपलब्ध ओलावा (सें.मी.)	कोणते पीक घ्यावे
१	७.५ सें.मी. पेक्षा कमी	१५-२०	गवत, वनशेती, कोरडवाहू फळबागा.
२	७.५ ते २२.५ सें.मी	३०-३५	गवत, हुलगा, मटकी, एरंडी, वनशेती व फळबागा बाजरी+हुलगा/मटकी (२:१) आंतरपीक

३	२२.५ ते ४५ सें.मी.	४०-६५	सुर्यफूल, बाजरी, तूर, बाजरी+तूर (२:१) बाजरी +मटकी (३:१) सुर्यफूल+तूर (२:१), तूर+गवार (१:२), एरंडी+गवार (१:२) आंतरपीक व एरंडी+दोडका मिश्रपीक
४	४५ ते ६० सें.मी.	६०-१५०	रबी ज्वारी, करडई
५	६० सें.मी. पेक्षा जास्त	१५०	रबी मध्ये ज्वारी, करडई, सुर्यफूल, हरभरा अथवा दुबार पीक पध्दत

अ) अवर्षणप्रवण विभागात खरीप सुर्यफूलाची पेरणी मध्यम खोल जमिनीवर (४५ ते ६० सें.मी.) ९ ते १५ जुलै आणि रबी सुर्यफूलाची पेरणी मध्यम खोल जमिनीवर (६० ते ९० सें.मी.) ३ ते ९ सप्टेंबर दरम्यान करावी.

ब) अवर्षण प्रवण विभागात शाश्वत उत्पादनासाठी तुरीची पेरणी मध्यम खोल जमिनीत (३० ते ४५ सें.मी.) पर्यंत १ ते १५ ऑक्टोबर दरम्यान करावी.

क) पश्चिम महाराष्ट्रातील अवर्षण प्रवण विभागात मध्यम ते खोल जमिनीत रबी ज्वारीची पेरणी २४ सप्टेंबर ते १४ ऑक्टोबर दरम्यान करावी.

५) आंतर पीक पध्दती :

आंतरपीक पध्दतीमध्ये मुख्य पिकाची प्रति हेक्टरी रोपांची संख्या कमी न करता पेरणी अंतरात बदल करून आंतरपीक घेतले जाते. यामध्ये पिकांच्या वाढीच्या काळात परस्परशीर्षी स्पर्धा न करता एकमेकांना पुरक ठरतील अशी पिके निवडलेली असतात. दोन्ही पिकांचा पक्वता कालावधी, वाढीचा प्रकार, मुळांची वाढ भिन्न प्रकारची असल्यामुळे पिकांच्या योग्य वाढीस जमिनीतील ओलाव्याची व भिन्न द्रव्याची गरज योग्यप्रकारे भागविली जाते. पावसामध्ये खंड पडल्यास कमीत कमी एकतरी पीक निश्चित येते. पाऊस योग्य प्रमाणात असल्यास आंतरपीक पध्दतीने उत्पन्न सलग पिकांपेक्षा निश्चितच जास्त मिळते. खरीप हंगामामध्ये मध्यम खोलीच्या जमिनीत (२२.५ ते ४५ सें.मी.) बाजरी +तूर (२:१), सुर्यफूल +तूर (२:१), तूर+गवार (२:१), एरंडी + गवारी (२:१) या आंतरपीक पध्दतीची शिफारसी करण्यात आलेली आहे.

६) दुबार पीक पध्दत :

खरीप हंगामात सुरुवातीस योग्य पाऊस पडल्यास मध्यम खोल (६० ते ९० सें.मी.) किंवा त्यापेक्षा जास्त खोल जमिनीत कमी कालावधी असलेली पिके म्हणजे उडीद, चवळी, मूग, चान्यासाठी अथवा धान्यासाठी चवळी इत्यादि पिके घेऊन त्यानंतर रबी ज्वारीला द्यावयाच्या नत्र खतात २५ किलो प्रति हेक्टरी बचत होते.

सप्टेंबरमध्ये पडणाऱ्या पावसामुळे मध्यम खोल जमिनीतही पुरेसा ओलावा असतो. त्याचा उपयोग करून घेण्यासाठी बाजरी, सुर्यफूलानंतर हरभरा दुबार पीक म्हणून घ्यावे. हरभऱ्याचे बेवडही चांगले असते. अवर्षणप्रवण क्षेत्रात मध्यम खोल जमिनीवर (६० ते ९० सें.मी.) खरीप हंगामात चान्यासाठी ज्वारी (कडवळ) घेऊन त्या क्षेत्रावर रबी हंगामात हरभरा किंवा करडई घेणे फायद्याचे ठरते.

७) पिकांची फेरपालट :

रबी हंगामामध्ये ज्वारी, हरभरा तसेच करडई या पिकांची फेरपालट केली तर उत्पादनात वाढ होते. करडई आणि हरभरा या पिकांच्या फेरपालटानंतर ज्वारी घेतली असता उत्पादनात अनुक्रमे ३५ आणि २४ टक्के वाढ होते. ज्वारी आणि हरभरा या पिकानंतर करडई पीक घेतले असता करडईच्या उत्पादनात १४ टक्के वाढ होते.

८) सुधारीत पीक व्यवस्थापन :

अवर्षणाची तीव्रता कमी करण्याचा हा एक खात्रीशीर उपाय आहे. यामध्ये प्रामुख्याने पेरणीची योग्य वेळ, पेरणीतील अंतर, सुधारीत जातींचा वापर, बिजप्रक्रिया, हेक्टरी रोपांची संख्या खतांचा वापर आणि आंतर मशागत इ. बाबींचा सामावेश होतो. सुधारीत पीक व्यवस्थापनाचा अवलंब केल्यास खरीप पिकांचे १५ ते २० टक्के तर रबी पिकांच्या उत्पादनात ३५ ते ४० टक्के वाढ दिसून येते. पेरणीचे दोन ओळीतील अंतर शिफारशीप्रमाणे असल्यास पिकांची आंतरमशागत चांगली करता येते. रोपांच्या मुळांची वाढ चांगली होऊन जमिनीच्या वरच्या थरातील अंणाश घेण्यास मदत होते. प्रयोगावरून निश्चित केलेले निरनिराळ्या पिकांतील दोन ओळीतील अंतर खालील तक्त्यामध्ये दिले आहे. त्याच प्रमाणे पेरणी केल्यास अवर्षण काळातही उत्पादन वाढ झाल्याचे दिसून येते.

रबी हंगामात विशेषतः पिकांची वाढ जमिनीतील उपलब्ध ओलीवर अवलंबून असते. रोपांची संख्या जास्त झाल्यास ओलाव्यासाठी स्पर्धा होते आणि पीक फुलोऱ्यात येण्याच्या वेळी ओलावा कमी पडून उत्पादनात घट येते.

आंतरमशागतीमध्ये तण नियंत्रण हा अतिशय महत्वाचा मुद्दा आहे. तण जमिनीतील आंत्राश, ओलावा, सुर्यप्रकाश यांची प्रमुख पिकाबरोबर स्पर्धा करते. खरीप हंगामात तणांचा प्रादुर्भाव रबी हंगामापेक्षा अधिक असतो. पेरणीपासून ३० दिवसांच्या आत तण नियंत्रण करणे आवश्यक आहे. अन्यथा उशीर झाल्यास तण काढल्याचे समाधान मिळते परंतु पिकाचे नुकसान झालेले असते. तण नियंत्रणासाठी खुरपणी (निंदणी), कोळपणी या सोबतच एकात्मिकपणे तण नियंत्रण आणि रासायनिक तणनाशकांचा गरजेप्रमाणे प्रयोग केल्यास प्रभावीपणे तण नियंत्रण होऊ शकते.

रबी हंगामात कोळपणीस विशेष महत्व आहे. अवर्षणप्रवण भागातील जमिनी भेगाळतात. या भेगा ३ ते ५ सें.मी. रुंद तर ३० ते ४० सें.मी. खोल असतात. त्यामधून मोठ्या प्रमाणात ओलाव्याचे बाष्पीभवन होत असते.कोळपणी केल्यामुळे जमिनीचा पृष्ठभाग भुसभूशीत होऊन जमिनीवर मातीचे आच्छादन तयार होते व बाष्पीभवन कमी होते. जमीन भेगाळत नाही. अवर्षण कालावधीमध्ये नेहमी शिफारस केल्यापेक्षा अधिक कोळपण्या करण्याची गरज असते. त्यामुळे जमिनीस पडणाऱ्या भेगा बुजवल्यास जाऊन जमिनीतील ओलावा टिकविण्यास मदत होते.

तक्ता : निरनिराळ्या पिकासाठी पेरणीचे अंतर

पीक	बियाणे (किं./हे.)	पेरणी (अंतर सें.मी.)	रोपांची संख्या (हेक्टर लाखात)	आंतरमशागत
बाजरी	३	४५x१५	१.५	पेरणीपासून १५ दिवसांच्या अंतराने १ निंदणी व १ खुरपणी
सुर्यफूल	८ ते १०	४५x३०	०.७४	३ कोळपण्या व १ खुरपणी
भुईमूग	१००	४५x१०	२.२०	निंदणी ३० दिवसाचे आत
तूर	१२	४५x३०	०.७५	निंदणी ३० दिवसाचे आत
उडीद, मूग मटकी, हुलगा, चवळी	१५	४५x१०	३.३०	निंदणी ३० दिवसाचे आत
रबी ज्वारी	१०	४५x२०	१.००	३ कोळपण्या
करडई	१२	४५x२०	१.००	२ कोळपण्या
हरभरा	३०	४५x१०	३.३०	१ कोळपणी

९) खतांचा वापर

अवर्षणप्रवण भागातील जमिनीत पावसाचे पाणी मुरण्याची क्षमता कमी असते (५ ते ७ मि.मी. प्रति तास). त्यामुळे पाऊस जिरवणीचा पडल्यास पाणी चांगले खोलवर मुरते. अन्यथा बरेचसे पावसाचे पाणी पृष्ठभागावरून वाहून जाते (२० ते ४० टक्के). शेणखत, कंपोस्ट व हिरवळीच्या खतांचा वापर केल्यास जमिनीत पाणी मुरण्याची क्षमता तसेच जमिनीची जलधारणाशक्ती वाढते. हेक्टरी ६ टन शेणखत वापरल्यामुळे पावसाचे पाणी मुरण्याची क्षमता चौपटीने वाढते असे प्रयोगांती निदर्शनास आले आहे. रबी ज्वारीस जून - जुलैमध्ये शेतातील सेंद्रिय टाकाऊ पदार्थ ५.५ टन प्रति हेक्टर दिल्यास त्याबरोबर ३.५० टन प्रति हेक्टरी सुबाभळीच्या हिरव्या फांद्या अथवा ५५ किलो युरिया प्रति हेक्टरी दिल्यास रबी ज्वारीच्या धान्य उत्पादनात स्थिरता येऊ न उत्पादनात वाढ होते व जमिनाचा मगदूर सुधारतो.

मध्यम खोल जमिनीमध्ये अवर्षणप्रवण भागांमध्ये बाजरी पिकाच्या अधिक उत्पादनासाठी ग्लिरिसीडिया वनस्पतीची हिरवी पाने प्रति हेक्टरी ५ टन या प्रमाणे बाजरी पेरणीपूर्वी एक महिना अगोदर जमिनीत मिसळून प्रति हेक्टरी ४५ किलो नत्र दोन हप्त्यात विभागून दिल्यास धान्य व सरमाडाचे उत्पादन वाढते. कोरडवाहू पिकांना रासायनिक खते दिल्याने उत्पादनात लक्षणीय वाढ तर होते व पीक १० ते १५ दिवस अगोदर तयार होते. रासायनिक खतांच्या वापरामुळे सुरुवातीपासूनच पीक जोमदार वाढते. फुलोरा ८- १० दिवस लवकर येतो आणि लवकर पीक तयार झाल्यामुळे अवर्षणाची झळ कमी होते. निरनिराळ्या पिकांना लागणाऱ्या हेक्टरी खतांच्या मात्राचा शिफारस तक्ता खाली दिलेला आहे.

तक्ता : रासायनिक खतांची शिफारस

अ.नं.	पीक	खताची मात्रा कि./हे.		
		नत्र	स्फुरद	पालाश
१	बाजरी	५०	२५	२५
२	सुर्यफूल	५०	२५	---
३	भुईमूग, तूर, हुलगा, मटकी	१२.५	२५	---
४	एरंडी	२५	१२.५	---
५	रबी ज्वारी	५०	२५	---
६	करडई	५०	२५	---
७	हरभरा	१२.५	२५	---

रासायनिक खताबरोबर जीवाणू खतांचा वापर करणे आवश्यक आहे. उताराच्या जमिनीत २० मिटर अंतरावर खसगवत, सुबाभुळीचे जैविक बांध तयार केल्यास पावसाचे पाणी साठविले जाते. त्याचप्रमाणे सुबाभुळीच्या खोडांची उंची जमिनीपासून ३० सें.मी. ठेवावी. झाडांना आलेली कोवळी पाने व फांद्या कापून जमिनीचे पृष्ठभागावर पसरवून घ्यावी. त्यामुळे हेक्टरी ६० ते ७० क्विंटल हिरवळीचा पाला मिळतो. हिरवळीच्या पाल्यातून हेक्टरी ४० ते ५० किलो नत्र पुरविले जावून ज्वारीच्या उत्पादनात ४० ते ५० टक्के वाढ होते. मध्यम खोलीच्या जमिनीत घेतलेल्या रबी ज्वारीस हेक्टरी ६० ते ७० क्विंटल सुबाभुळीच्या हिरवळीच्या खतांचा वापर केल्यास रासायनिक नत्र देण्याची आवश्यकता नसते.

१०) अवर्षणात तग धरणारी पिके व वाणाचा वापर

अवर्षणप्रवण भागात अवर्षणाचा कालावधी लहान मोठा नेहमीच असतो म्हणूनच अवर्षणाचा ताण सहन करू शकणाऱ्या पिकांचे वाण निवडावेत.

११) वारा प्रतिरोधकाचा वापर

अवर्षणप्रवण भागात खरीप हंगामात वाऱ्याची गती १८ ते २० किलोमीटर प्रति तास असल्यास जमिनीतील ओलाव्याचे बाष्पीभवन मोठ्या प्रमाणावर होते. यासाठी वारा प्रतिरोधक म्हणून सुबाभूळसारख्या वनस्पतींची लागवड बांधावर केल्यास वाऱ्याची गती रोखली जाते. सर्वसाधारणपणे २० ते २५ मि.मी. ओलाव्याची बचत होते असे आढळून आले आहे. सुबाभुळीचा प्रतिरोधक म्हणून वापर केल्यास वाऱ्याचा प्रतिबंध तर होतोच याशिवाय जनावरांचा चारा किंवा हिरवळीचे खत आणि अवर्षणप्रवण काळात लाकूड म्हणूनही याचा उपयोग होतो.

१२) योग्य वेळेवर पेरणी

वेळेवर पेरणी करणे अधिक उत्पादनाच्या दृष्टिने महत्वाचे आहे. खरीप हंगामात पुरेसा पाऊस झाला तरी पेरणीस उशीर झाल्यास उत्पादनात घट येते. महाराष्ट्राच्या अवर्षणप्रवण क्षेत्रातील पर्जन्य विभाग क्र. १ आणि ४ मधील सर्व जिल्ह्यांमध्ये खरीप हंगामात सुर्यफूलाची पेरणी मोसमी पाऊस स्थिरावल्याबरोबर त्वरीत करावी आणि त्यासाठी संकरित वाण एम.एस. एफ.एच. १७ किंवा सुधारीत वाण एस.एस.-५६, किंवा भानू या जातींची शिफारस करण्यात आली आहे. रबी हंगामात पेरणीस उशीर झाल्यास उत्पादनात घट आढळून येते. कारण ऑक्टोबर मध्यानंतर पाऊस पडण्याची शक्यता कमी असते आणि पिकास जमिनीतील उपलब्ध ओलीवर अवलंबून रहावे लागते. रबी ज्वारीची वेळेवर पेरणी, सुधारीत व्यवस्थापन व रासायनिक खताचा वापर करणे आवश्यक आहे. रबी ज्वारीची पेरणी शाश्वत आणि अधिक उत्पादनासाठी सप्टेंबरचा दुसरा पंधरवडा ते ऑक्टोबर महिन्याचा पहिल्या पंधरवाड्यापर्यंत करावी. या पेरणीद्वारे उशिरा म्हणजे ऑक्टोबर महिन्याच्या दुसऱ्या पंधरवाड्यामध्ये पेरणी केलेल्या पेशा सुमारे २५ ते ३७ टक्के जास्त उत्पादन मिळते. सोलापूर येथील गेल्या ५९ वर्षांच्या (१९४७ ते २००५) पावसाच्या नोंदीवरून खरीप हंगामात २३ ते २५ व्या कृषि हवामान आठवड्यात (४ ते २४ जून) २० मि.मी. पेशा अधिक पाऊस पडण्याची शक्यता ४० टक्केपेक्षा अधिक आहे. त्यामुळे खरीप पिकांची पेरणी या आठवड्यात करावी. तसेच कृषि हवामान आठवडा २९ ते ३० मध्ये (१६ ते २९ जुलै) या कालावधीत २० मि.मी. पेशा अधिक पाऊस पडण्याची प्राथमिक आणि अधिक संभाव्यता ४० टक्के पेशा जास्त असल्यामुळे या कालावधीत जर पाऊस पडला तर आपत्कालीन पीक / मध्य हंगाम दुरुस्तीसाठी पिकांची पेरणी करावी.

तसेच रबी हंगामात कृषी हवामान आठवडा ३८ आणि २९ मध्ये (१७ ते ३० सप्टेंबर) या कालावधीत २० मि.मी. पेक्षा अधिक पाऊस पडण्याची शक्यता ६० टक्क्यापेक्षा जास्त असल्यामुळे या आठवड्यात पाऊस पडल्यास रबी पिकांची पेरणी करावी.

१३) मध्य हंगाम दुरुस्ती

अवर्षणप्रवण विभागात दर दहा वर्षात तीन वर्षे पाऊस उशिरा सुरु होतो. पावसास उशिरा सुरुवात झाली तर पेरण्या उशिरा होतात. अशा परिस्थितीत शेतकऱ्यांना कोणते पीक घ्यावे हा प्रश्न पडतो. अशा वेळेस अवर्षणप्रवण विभागात उत्पादनात स्थिरता येण्यासाठी आणि आर्थिकदृष्ट्या शेती परवडण्यासाठी खालील प्रमाणे पिकाचे नियोजन करण्याची शिफारस करण्यात आली आहे.

तक्ता : खरीप जमिनीसाठी (४५ सें.मी.खोल) मध्य हंगाम दुरुस्ती

पावसाचे आगमन पंधरवाडा पिके	पिके
जून दुसरा	खरीपाचे आणि आंतरपीक पध्दती
जुलै पहिला	बाजरी, राळा, राजगिरा, भुईमूग, एरंडी, तूर, हुलगा, सुर्यफूल आंतरपीक : बाजरी+तूर (२:१), सुर्यफूल+तूर (२:१), गवार+तूर (२:१), एरंडी+तूर (२:१)
जुलै दुसरा	सुर्यफूल, तूर, हुलगा, राळा, एरंडी, गवार, बाजरी आंतरपीक : सुर्यफूल+तूर (२:१), तूर+गवार (१:२), बाजरी+तूर (२:१)
ऑगस्ट पहिला	सुर्यफूल, तूर, एरंडी, हुलगा, सुर्यफूल+तूर (२:१), एरंडी+दोडका मिश्रपीक
ऑगस्ट दुसरा	सुर्यफूल, एरंडी
सप्टेंबर पहिला	रबी ज्वारी (चाऱ्यासाठी आणि धान्यासाठी)

१४) संरक्षित पाणी

अवर्षणाचा ताण कमी करण्यासाठी संरक्षित पाण्याची शिफारस केली आहे. जेथे ही सोय असेल उदा. जमिनीलगत नदी, नाले, ओढे, तलाव, शेततळे, विहीर, बांध, पाझर तलाव इ. तेथे पिकास संरक्षित पाणी देणे शक्य होते. तरीही हे पाणी पिकाच्या ठराविक संवेदनाक्षम अवस्थेत मिळाल्यास त्याचा उत्पादन वाढीस उपयोग होतो. उदा. रबी ज्वारी, करडई या पिकांना ३० ते ३५ दिवसांनी पहिले पाणी, ६० ते ६५ दिवसांनी दुसरे पाणी मिळाल्यास उत्पादनात ५० ते ६० टक्के वाढ होते. एक वेळ पुरतेच पाणी उपलब्ध असल्यास पेरणीपासून ६० ते ६५ दिवसांनी द्यावे. हरभऱ्याच्या पिकास ३५ ते ४० दिवसांनी पहिले तर ६५ ते ७० दिवसांनी दुसरे पाणी देण्याच्या शिफारशी करण्यात आलेल्या आहेत.

१५) आच्छादनाचा वापर

बाष्पीभवनामुळे जमिनीतील सुमारे ७० टक्के ओल उडून जाते. ती थोपवून धरण्यासाठी शेतातील निरुपयोगी काडी कचरा, धसकटे, गवत, तुरकाड्याचा वापर पीक उगवणीनंतर १५ दिवसांचे आत पिकाच्या दोन ओळीत जमिनीवर हेक्टरी ५ टन या प्रद्वणात पसरावे. आच्छादनाच्या वापरामुळे २५ ते ३० मि.मी. ओलाव्याची बचत होते आणि उत्पादनात ३० ते ४० टक्क्यांनी वाढ होते.

१६) फवऱ्याद्वारे खतांचा वापर

खरीप अथवा रबी हंगामात पावसात खंड पडल्यामुळे पिकावर विपरीत परिणाम होतो. जमिनीतील ओलावा कमी होतो पिके कोमजतात, पानाचे तापमान वाढते, पानाच्या अंतरंगातून मोठ्या प्रमाणात पाण्याची वाफ जाते व पानातील अंत्राश तयार करण्याची क्रिया मंदावते. अशावेळी पुरेसा पाऊस झाल्यानंतर २ टक्के युरियाचा फवारा पिकावर केल्यास पिकाच्या पानातील क्रिया गतीमान होण्यास मदत होते आणि पिके जमिनीतील ओलावा शोषण्यास सुरुवात करतात. पेरणीवेळी खत दिले नसल्यास वारंवार पडणाऱ्या पावसाचा फायदा पिकास मिळण्यास पेरणीपासून ३० दिवसांचे आत १० ते १५ किलो नत्र प्रति हेक्टरी पेरून द्यावे.

१७) परावर्तकांचा वापर

अवर्षणप्रवण कालावधीत सुर्याच्या उष्णतेमुळे पिकातील अंतरंगातून मोठ्या प्रमाणात बाष्पीभूत होत असते. ते कमी करण्यासाठी केओलीन, पांढरा रंग अगर खडूच्या पावडरीचा ८ टक्के फवारा पानावर फवारल्यास सूर्यप्रकाश पानावरून परावर्तित

होऊन पिकांच्या अंतरंगातून होणारी पाण्याची वाफ कमी करण्यास मदत होते. पर्यायी पाण्याची बचत होऊन अवर्षण कालावधीत ताण सहन करण्यास मदत होते.

१८) हेक्टरी रोपांची संख्या कमी करणे

अवर्षण कालावधी वाढल्यास रोपांची जमिनीत ओलावा, अंत्राश इ. साठी अनिष्ट स्पर्धा वाढते आणि ओलावा कमी पडल्यास सर्व पिकांचे नुकसान होते. ते टाळावे म्हणून काही प्रमाणात रोपांची संख्या कमी करावी.

१९) पानांची संख्या कमी करणे

अवर्षण कालावधीत पिकातील अंतरंगातून मोठ्या प्रमाणावर निष्कासन होते. ते थोपविण्यासाठी ताटावरील खालील पाने कमी करावी आणि वरील ४ ते ५ पाने ठेवावी. त्यामुळे अवर्षणाचा ताण कमी होण्यास मदत होते.

२०) दोन चाडे पाभरीचा वापर

कोरडवाहू शेतात बी व खत एकाच वेळी पेरणे गरजेचे आहे. बी आणि खत योग्य अंतरावर पेरणीसाठी कोरडवाहू शेती संशोधन केंद्र, सोलापूर येथे दोन चाड्याची पाभर प्रथम तयार करण्यात आली. खत व बी एकाच वेळी पेरता येत असल्यामुळे अवर्षण प्रवण भागात ही पाभर फारच लोकप्रिय आहे. अशा प्रकारची पाभर कमी खर्चात शेतकऱ्यांना १ इंच पी.व्ही.सी. पाईप व दोन चाडी वापरून शेतकऱ्यांकडे असणाऱ्या पाभरीवर थोडा बदल करून सुताराकडूनही तयार करून घेता येते. महाराष्ट्राच्या अवर्षणप्रवण विभागातील मध्यम खोल जमिनीवर खरीपात सुर्यफूल + तूर (२:१) आंतर पीक तर रबी हंगामात ज्वारी व हरभारा पेरणीसाठी ज्योती टोकण यंत्राची शिफारस करण्यात आली आहे. ज्योती टोकण यंत्राचा वापर केल्यास मनुष्य तासांची बचत होऊन उत्पादनात वाढ होते.

२१) पीक संरक्षण

पीक संरक्षण वेळीच करणे गरजेचे आहे. किडी आणि रोगाचे समाधानकारक नियंत्रण होण्यासाठी केवळ किटकनाशके आणि रोगनाशके यावर विसंबून न राहता नियंत्रणाच्या इतर पीक पध्दतीचा अवलंब करून एकात्मिक पीक संरक्षणाचे तत्व अमलात आणावे. जी किटकनाशके/बुरशीनाशके बंद करण्यात आलेली आहेत त्यांचा वापर शेतकऱ्यांनी करू नये. तसेच पिकावरील फक्त अत्यंत घातकी किडींचे आणि रोगांचे नियंत्रण वेळीच केले तर उत्पादनात होणारी मोठी घट टाळता येते. महाराष्ट्रातील अवर्षणप्रवण क्षेत्रात कार्यक्षम आणि पर्यावरणास पुरक अशा करडईवरील मावा नियंत्रणासाठी १% निंबोळी तेल किंवा ५% निंबोळी अर्काची पहिली फवारणी प्रादुर्भाव दिसताक्षणी आणि त्यानंतर दुसरी फवारणी १५ दिवसांनी करावी.

२२) पर्यायी पीक योजना

कोरडवाहू शेतीमध्ये २२.५ सें.मी. खोली पर्यंतच्या जमिनीत, हूलगा, मटकी, बाजरी इत्यादी पिके खरीप हंगामात फायदेशीर होत नाहीत, अशा जमिनीसाठी पर्यायी पीक पध्दती (उदा. वनीकरण शेती, कोरडवाहू फळझाडे उदा. बोर, सिताफळ, कवठ, आवळा, जांभूळ इत्यादी कोरडवाहू फळझाडांची लागवड करणे फायदेशीर ठरते.) हलक्या जमिनीत वनशेतीच्या दृष्टीने बोराची लागवड २० x ५ मिटर अंतरावर करून बोरीच्या दोन ओळीत सुरुवातीस बाजरी + तूर (२:१) आंतरपिके घेणे फायद्याचे ठरते. तसेच पर्जन्य विभाग क्र.४ (सोलापूर, लातूर, उस्मानाबाद, धुळे, जळगाव, नगर, बीड, औरंगाबाद) मधील २५ सें.मी. खोलीच्या जमिनीवर बोराची लागवड १० मिटर अंतरावर करून त्यामध्ये बोरीची चांगली वाढ होईपर्यंत बाजरी + तूर (२:१) तसेच सलग बाजरी किंवा सलग बोर घेण्यापेक्षा बोर + स्टायलो किंवा बोर + बाजरी घेणे फायदेशीर दिसून आले आहे. तसेच हलक्या उथळ जमिनीत सुबाभूळ + मारवेल - ८ गवताची लागवड करावी. या वनशेती पध्दतीस सात वर्षांनंतर इंधनासाठी एका आड एक झाड तोडावे. फळझाडामध्ये सुरुवातीच्या काळात हूलगा, मटकी, शेवगा इत्यादी व गवत स्टायलो, अंजन, मारवेल अशी आंतरपिके घेतल्यास उत्पादनामध्ये स्थिरता येते.

२३) घायपाताची लागवड

अवर्षणप्रवण विभागातील पाऊस विभाग ४ (सोलापूर, लातूर, उस्मानाबाद, धुळे, जळगाव, नगर, बीड, औरंगाबाद) मधील हलक्या जमिनीत (२२.५ सें.मी. खोलीपर्यंत) घायपाताची २ x १ मी. अंतरावर लागवड केल्यास तिसऱ्या वर्षांनंतर प्रति हेक्टरी प्रति वर्षी ६ टन हिरव्या पानांचे उत्पादन मिळते व त्यापासून ३ ते ३.५ क्विंटल वाख मिळतो. तसेच घायपातामध्ये स्टायलो गवत आंतरपिक म्हणून घेतल्यास तीन ते चार कापण्यामध्ये प्रति हेक्टरी आठ ते दहा टन ओल्या चाऱ्याचे उत्पादन दरवर्षी मिळते.

२४) जैविक बांध

जमिनीच्या उतारानुसार समपातळीत १६ ते १८ मीटर अंतरावर सुबाभुळीचे जैविक बांध घातले असता जमिनीची धूप कमी होते. जमिनीचा पोत सुधारतो. जमिनीत ओलावा टिकून राहून उत्पादनात वाढ होते. अशा बांधावरील सुबाभुळीचा हिरवा पाला व कोवळ्या फांद्या प्रति हेक्टरी ५ मे. टन जमिनीत बेवड केल्यास जमिनीतील नत्राचे प्रमाण २५ किलो प्रति हेक्टरी वाढल्याचे आढळून आले आहे.

२५) जीवाणू खते

पेरणीपूर्वी बाजरीच्या बियाण्यास अँझोस्पीरीलम /अँझोटोबॅक्टर व पी.एस. बी. हे जीवाणू खत चोळावे. पेरणीच्या वेळी रबी ज्वारीच्या १० किलो बियाण्यास अँझोटोबॅक्टर व पी.एस. बी. प्रत्येकी २५० ग्रॅम प्रति हेक्टरी जीवाणू खत चोळून त्याबरोबर ३० किलो नत्र दिले असता उत्पादनात भरिव वाढ होते आणि हेक्टरी २० किलो नत्राची बचत होते.

२६) शेततळी

एकूण पावसाच्या २० ते ४० टक्के पाणी जमिनीच्या पृष्ठभागावरून वाहून जाते. अशा परिस्थितीत पाणलोट क्षेत्रात योग्य ठिकाणी शेततळी खोदून असे वाहून जाणारे पाणी शेततळ्यात साठवावे. शेततळे पाणलोट क्षेत्राच्या खोलगट भागात खोदावे. शेततळ्यात तसेच उंचवट्याच्या जमिनीवरून वाहून जाणारे पाणी शेततळ्याकडे वळविण्यासाठी योग्य ठिकाणी गवताचे रस्ते करावेत अशा प्रकारे शेतातील वाहून जाणारे पाणी व माती शेततळ्यात जमा होते. गाळाच्या मातीमध्ये पीक पोषक अन्नद्रव्ये असतात. अशी माती शेत जमिनीत टाकल्यामुळे जमिनीचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म सुधारतात. शेततळ्यातील पाणी रबी ज्वारीस एक संरक्षक पाणी म्हणून दिल्यास उत्पादनात ५० ते ६० टक्के वाढ होते.

प्रकरण - १२

शाश्वत शेती

भावी पिढीसाठी आवश्यक असलेल्या मुलभूत स्रोतांना कोणत्याही स्वरूपाची हानी न पोहचु देता वर्तमान पिढीच्या गरजा भागविण्यासाठी अवलंबण्यात आलेली शेती पद्धत म्हणजे शाश्वत शेती होय. पर्यावरण संतुलनाबरोबर नैसर्गिक साधनांचा वापर करून आर्थिक दृष्ट्या फायदेशीर व टिकाऊ कृषि उत्पादन करण्यासाठी ज्या शेती पद्धती व शेती कामाचा समावेश केला जातो त्यास शाश्वत शेती/सस्टेनेबल अॅग्रीकल्चर असे म्हणतात.

शाश्वत शेती म्हणजे जमीन, पिके, वने, पशुधन, वन्यजीव, मासे, पर्यावरण इत्यादि पुनःर्जीत करण्याजोगे स्रोतांच्या प्रतवारीचा घसारा न होऊ देता संतुलीत व्यवस्थापन करून वर्तमान व भावी पिढीसाठी अन्न, वस्त्र व निवारा यांचा पुरवठा करणे होय. शाश्वत शेतीला सेंद्रिय शेती, नैसर्गिक शेती, पर्यावरणीय शेती असेही म्हणतात. शाश्वत शेतीत पर्यावरण संतुलनाला जास्त महत्व दिले जाते. म्हणून तिला पर्यावरणीय शेती म्हणतात. शाश्वत शेतीसाठी अन्नद्रव्ये व्यवस्थापनासाठी सेंद्रिय पदार्थ मुख्य स्रोत म्हणून वापरतात. म्हणून शाश्वत शेतीस सेंद्रिय शेती असेही म्हणतात. परंतु काही शास्त्रज्ञांच्यामते रासायनिक खतांशिवाय केलेली शाश्वत शेतीची संकल्पना चुकीची ठरू शकेल. म्हणून शाश्वत शेतीसाठी एकात्मिक अन्नद्रव्यांचे व्यवस्थापन करणे महत्वाचे ठरते. म्हणून बऱ्याच शास्त्रज्ञांच्या मते शेती ही एकात्मिक, किमान निविष्टा व भरपूर उत्पादन शेती पद्धत आहे.

शाश्वत शेतीचे फायदे व तोटे :

१. पर्यावरणाचे संतुलन राखणे हा शाश्वत शेतीचा महत्वाचा फायदा आहे.
२. शाश्वत शेतीसाठी पीक उत्पादन खर्च कमी असतो.
३. शुद्ध पर्यावरण व कोणतीही हानीकारक आवशेष नसलेले अन्न उत्पादन शाश्वत शेतीद्वारे दिले जाते.
४. निव्वळ सामाजिक नफा जो असतो तो शाश्वत शेती पद्धतीत वाढतो.
५. प्रतिकूल हवामान व बाजार भावामुळे होणारे नुकसान शाश्वत शेतीद्वारे टाळता येते.

शाश्वत शेतीची व्याप्ती :

शाश्वत शेती पद्धत अवलंबण्यासाठी पाणलोटक्षेत्र व्यवस्थापन, एकात्मिक अन्नद्रव्ये व्यवस्थापन, कार्यक्षम पाणी व्यवस्थापन, एकात्मिक तण व्यवस्थापन, मुळ अनुवंशीक स्रोतांचे संवर्धन आणि एकात्मिक किड व रोग व्यवस्थापन या व्यवस्थापन पद्धतींचा काटेकोरपणे वापर केला जातो. सदर व्यवस्थापन पद्धतींचा मुळ उद्देश म्हणजे मर्यादित रासायनिक निविष्टा जास्तीत जास्त शेती उत्पादित निविष्टांचा वापर करून विना प्रदुषण व नैसर्गिक साधन संपत्तीला कोणतीही हानी न पोहचता शाश्वत उत्पादन घेणे हे आहे.

शाश्वत शेतीच्या व्याप्तीचे घटक :

१. **पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापन** : पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापनान्तर्गत सर्वात महत्वाची कृती म्हणजे कोरडवाहू शेतीसाठी मृद व जलसंधारणाची कामे करणे, जमिनीच्या क्षमतेनुसार तिचा उपयोग करणे, पडीत जमिनीचे व्यवस्थापन करणे, वृक्ष लागवड करणे व पीक उत्पादन पद्धतींचा अवलंब करणे होय.
२. **पिकांचे अनुवंशीक गुणधर्मांचे संवर्धन करणे** : प्रदिर्घ कालावधीपर्यंत सुधारीत जातींचा वापर केल्यामुळे वाणांचे अनुवंशीक गुणधर्म ढासळतात व त्यामुळे जमिनीची उत्पादन क्षमता कमी होते. त्यासाठी पिकांचे अनुवंशीक गुणधर्मांचे संवर्धन करणे गरजेचे आहे .
३. **मशागत** : शाश्वत शेती अंतर्गत केल्या जाणाऱ्या मशागतीच्या कामांचा उद्देश म्हणजे जमिनीची धुप कमी करणे, तणनियंत्रणासाठी सुधारीत तंत्रज्ञानाचा वापर करणे व विशिष्ट कालावधीत सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन घडवून आणणे हे होय. सर्वसाधारणपणे सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन घडवून आणणाऱ्या सुक्ष्मजीवांसाठी अनुकूल/ पर्याप्त परिस्थिती निर्माण करून विघटनाच्या क्रियेला चालना देवून व अन्नघटक / अन्नद्रव्यांचे चक्र कायम चालू ठेवणे शाश्वत शेतीद्वारे केले जाते. जमिनीचा वरचा ८ सें.मी. थर जैविक क्रियाशिलतेसाठी व सुक्ष्मजीवांसाठी उत्तम असतो त्याचे संवर्धन करणे शाश्वत शेती अंतर्गत केले जाते.
४. **अन्नद्रव्यांचे व्यवस्थापन** : शाश्वत शेती मुख्यता अन्नद्रव्यांचा पुरवठा करण्यासाठी सेंद्रिय पदार्थांवर अवलंबून असणे आणि सदर सेंद्रिय पदार्थ, शेणखत, कंपोष्ट खत व हिरवळीचे खत या माध्यमातून उपलब्ध होत असतात. शाश्वत शेती पद्धती सुरुवातीच्या काळात अन्नद्रव्यांचा पर्याप्त पुरवठा करण्यासाठी सेंद्रिय खतांबरोबर थोड्याफार प्रमाणात रासायनिक खतांचा पुरवठा करणे गरजेचे ठरते. अन्नद्रव्यांचे चक्र संतुलीत करण्यासाठी शेती उत्पादीत अॅझोला , निळे हिरवे शेवाळ , अॅझोटोबॅक्टर, रायझोबीयम व इतर जैविक खतांचा वापर करण्यात येतो. जमिनीची सुपीकता टिकवण्यासाठी पिकांची फेरपालट हा उपक्रम ही राबविला जातो.

५. **कार्यक्षम पाणी व्यवस्थापन** : पाणीव्यवस्थापनाचे पावसाचे पाणी व सिंचनाचे पाणी व्यवस्थापन अशा दोन प्रकारात विभागणी करता येवू शकते. पावसाच्या पाण्याचे व्यवस्थापन पाणी अडवून ते पिकांसाठी पुरविणे व बाष्पोत्सर्जनाचा वेग कमी करणे सिंचनाच्या पाण्याच्या व्यवस्थापनात सिंचनाचे योग्य वेळापत्रक व पिकर्ची पर्याप्त प्रमाणात पाणी देणे यांचा समावेश होतो. जास्त पाण्यामुळे दलदल, क्षारता व खारटपणा वाढणार नाही या विषयी काळजी घेतली जाते.

६. **तण व्यवस्थापन** : तण नियंत्रणासाठी मशागत , यांत्रिक, जैविक व रासायनिक पदार्थांचा समावेश होतो. शाश्वत शेतीमध्ये मशागत, यांत्रिक व जैविक पद्धतींवर जास्त भर दिला जातो. पिकांची फेरपालट, मशागत व खुरपणी याद्वारे तणांचे चांगल्या प्रकारे नियंत्रण करता येते. ठराविक मर्यादेपर्यंत व ठराविक काळासाठी तणांमुळे अन्नद्रव्यांचे चक्र, किड नियंत्रण, मृदसंधारण व सेंद्रिय पदार्थांच्या प्रमाणात सुधारणा घडवून आणता येते.

७. **किड व्यवस्थापन**: ठराविक पद्धतीने साकारलेल्या कृषि परिस्थितीकाने सेंद्रिय शेतीमध्ये वनस्पती व किड यांच्यातील विविधतेमुळे किड व रोगांचा कमी प्रमाणात प्रादुर्भाव आढळून येतो. प्रचलीत शेती पद्धतीपेक्षा शाश्वत शेतीत पशुधनाला कमी प्रमाणात रोगांचा प्रादुर्भाव होतो. त्याचे महत्वाचे कारण म्हणजे चांगल्या प्रतिचे खाद्य मिळणे हे आहे.

शाश्वत शेती पद्धतीत एकात्मिक किड नियंत्रण व किड प्रतिकारक जातींचा समावेश केला जात असल्यामुळे रासायनिक किटक नाशकांचा वापर कटाक्षणे टाळला जातो. शाश्वत शेती पद्धतीमध्ये विषारी रसायनांऐवजी वनस्पतीजन्य किटकनाशक व जिवाणू, बुरशी इत्यादी सूक्ष्म जिवांचा वापर करून किड व रोगांचे नियंत्रण केले जाते.

८. **पिकांची फेरपालट** : शाश्वत शेतीसाठी उत्तम अशी पिकांची फेरपालट पद्धत निवडणे खूप महत्वाचे आहे. जमिनीची सुपीकता टिकविण्यासाठी, किड, रोग व तणांचे नियंत्रण यांसाठी पिकांची फेरपालट करणे महत्वाचे आहे. प्रत्येक पीक फेरपालटीसाठी दाळवर्गीय पिकांची गरज असते आणि त्यांचे ३० ते ५० टक्के प्रमाण असावे लागते. मिश्रपिक पद्धत जनावरांची चराई पद्धत ह्या गोष्टी शाश्वत शेतीच्या यशस्वीतेसाठी खूप आवश्यक आहे.

प्रकरण - १३

कराराची शेती

कृषि मालाच्या विक्री व्यवस्थापनेवर जागतिकीकरणाचे परिणाम होत आहेत. कृषि मालाची विक्री व्यवस्था मजबूत करण्याकरीता विक्री तसेच साठवणूक, प्रक्रिया याकरिता देशभरामध्ये सोयीसुविधा उपलब्ध होणे, बाजार व्यवस्थेत स्पर्धा वाढविण्यासाठी जास्तीत जास्त खरेदीदार येणे, व्यवहारामध्ये पारदर्शकता असणे, उत्पादकांना तात्काळ व अधिक चांगला भाव मिळणे, कृषि मालाच्या पणनासंदर्भात माहितीचा प्रसार व प्रचार होणे इत्यादी बाबी अत्यंत महत्वाच्या आहेत. संपुर्ण जग ही एक बाजारपेठ बनल्याने जगातील ग्राहकांना आपआपल्या बाजारपेठेकडे आकर्षित करणे अत्यंत महत्वाचे झाले आहे. त्याच प्रमाणे ग्राहकांना उच्च दर्जाचा माल वाजवी भावात उपलब्ध करून देणे आवश्यक आहे. त्याच बरोबर उत्पादकांना आणि खरेदीदारांना देखील बाजार पेठेत आवश्यक सोयी, सुविधा उपलब्ध करून देणे गरजेचे आहे. सद्यः स्थितीत ग्राहक अदा करीत असलेल्या रकमेपैकी फक्त २५ ते ३० टक्के रक्कम शेतकऱ्यांच्या हातात पडते कृषि माल विक्री व्यवस्थेत मध्यस्थांची संख्या मोठ्या प्रमाणात आहे. कृषि मालाच्या विक्रीव्यवस्थेमधील मध्यस्थांची संख्या कमी करणे शेतकऱ्यांच्या हिताच्या दृष्टिने आवश्यक आहे.

उत्पादकांना चांगला भाव मिळविण्यासाठी खरेदीदाराला चांगल्या प्रतिका, योग्य पॅकींग केलेला, चांगली टिकवण क्षमता असलेला माल उपलब्ध करून देणे जसे गरजेचे आहे, त्याच प्रमाणे उत्पादकांना मालाच्या विक्रीसाठी चांगल्या सुविधांचा बाजार आवार असणे, साठवणुकीसाठी गोदाम, शीतगृह असणे, बाजार व्यवस्था अधिकाधिक शेतकरीभिमुख असणे या दृष्टिकोणातून केंद्र व राज्य शासनामार्फत मोठ्या प्रमाणात प्रयत्न करण्यात येत आहेत. याकरिताच केंद्र शासनाने कृषि उत्पन्न बाजार समित्यांसाठी मॉडेल अॅक्ट तयार केलेला असून त्यातील काही महत्वाच्या तरतुदी राज्य शासनाने स्विकारल्या आहेत व काही तरतुदीनुसार महाराष्ट्र कृषि उत्पन्न पणन कायद्यामध्ये बदल करणे प्रस्तावित आहे.

दिनांक : १५ /०६/२००५ च्या मा. मंत्री परिषदेच्या बैठकीत महाराष्ट्र कृषि उत्पन्न विक्री नियम (अधिनियम) १९६३ मध्ये बदल करण्याचा शासनाने ऐतिहासिक निर्णय घेतला आहे. केंद्र सरकारने तत्कालीन अतिरिक्त केंद्रीय कृषि व सहकार सचिव मा. श्री के. एम. सहानी यांचे अध्यक्षतेखाली देशातील पणन व्यवस्थेमध्ये सुधारणा सुचविण्याकरिता समिती गठीत केली होती. या समितीने देशातील बाजार समित्यांकरीता असलेल्या कायद्यात कोणकोणत्या सुधारणा करणे, बदल करणे आवश्यक आहे याबाबत अभ्यास करून बदल सुचविले. सदर बदलानुसार तयार होणारा हा सुधारीत कायदा आहे. यालाच **मॉडेल अॅक्ट** असे संबोधले जाते. कृषि पणन कायद्याचा विषय राज्यशासनाच्या अखत्यारीत असल्याने बाजार समिती कायद्यामध्ये बदल करावेत अशा सुचना केंद्र शासनाने सर्व राज्यांना दिलेल्या आहेत. सदर बदल लागू केल्या खेरीज केंद्रशासनाकडून बाजार समित्यांना विकासात्मक कामासाठी मिळणारे अनुदान मिळू शकणार नाही. अशी अट केंद्राने राज्यशासनाला घातली आहे. तामीळनाडु राज्याने मॉडेल अॅक्ट लागू केलेला आहे. तसेच मध्यप्रदेश, पंजाब, आंध्रप्रदेश, हिमाचल प्रदेश, सिक्कीम, नागालँड इत्यादी राज्यांनी कायद्यात दुरुस्त्या केलेल्या आहेत.

राज्याच्या मंत्री परिषदेने मॉडेल अॅक्ट मधील तरतुदींचा अभ्यास करून राज्यास लागू पडणाऱ्या बाबीस मंजुरी दिली यामध्ये खालील बाबींचा समावेश आहे.

१. कृषि मालाची थेट खरेदी-विक्री
२. खाजगी बाजार , थेट खरेदी -विक्री व शेतकरी ग्राहक बाजार स्थापण्यास मंजुरी
३. कराराची शेती
४. विभागीय / प्रादेशीक बाजार समित्यांची स्थापना
५. एक परवाना पद्धत
६. बाजार समिती सचिवांचे पॅनल निर्माण करणे
७. विशेष बाजार किंवा वस्तू बाजारांची स्थापना

केंद्र शासनाने प्रस्तावित मॉडेल अॅक्ट कराराच्या शेती संदर्भात खालील तरतुदी कराव्यात असे नमुद केलेले आहे.

कराराच्या शेतीच्या कराराची कार्यपद्धती व नमुना

खाली विहित केल्याप्रमाणे कराराच्या शेतीच्या कराराची शेती पुरस्कृत अंमलबजावणी केली जाईल.

१. विहित केलेल्या पद्धतीप्रमाणे कराराची शेती पुरस्कृत करणाऱ्याने संबंधीत बाजार समितीकडे अथवा प्राधिकृत केलेल्या अधिकाऱ्याकडे आपल्या नावाची नोंद केलेली असली पाहिजे.

२. याबाबतीतील विहित केलेल्या अधिकाऱ्याकडे कराराची शेती पुरस्कृत करणाऱ्याने आपला करार नोंदणीकृत केलेला असला पाहिजे. विहित केलेल्या पद्धतीप्रमाणे करार शेतीच्या कराराचा मसुदा विहित तपशिल तसेच अटी व शर्तीसहीत असला पाहिजे, तथापि करार शेतीच्या करारात काहीही म्हटले असले तरी करार शेती करारामुळे कसल्याही प्रकारचे हक्क अथवा ताबा त्यांच्या वारसाकडे अथवा त्यांच्या अभिकर्त्याकडे जाणार नाहीत.

३. करार शेतीच्या करारामुळे उद्भवणारे वाद/तंटे बखेडे मिटविण्यासाठी ते याबाबत नेमलेल्या प्राधिकरणाकडे सोपविले जातील. विहित केलेले प्राधिकरण ३० दिवसांच्या आत दोन्ही पक्षांना त्यांचे म्हणणे मांडण्याची पुरेशी संधी देवुन या बाबत आपला निर्णय देतील.

४. उपरोक्त पोटकलम ३ नुसार प्राधिकृत प्राधिकरणाच्या निर्णयाने बाधित झालेला पक्ष असा निर्णय झालेल्या दिनांकापासून ३० दिवसांच्या आत अपील प्राधिकरणाकडे आपले अपील दाखल करू शकतो. अपील प्राधिकरण अशा बाबतीत दोन्ही पक्षांना त्यांचे म्हणणे मांडण्याची पुरेशी संधी देवुन याबाबत आपला निर्णय देईल व अपील प्राधिकरणाचा निर्णय हा अंतीम असेल .

५. उपरोक्त पोट कलम ३ व ४ अन्वये देण्यात आलेले निर्णय हे दिवाणी न्यायालयाच्या डिक्री (हुकुमनामा) समान असतील व बंधनकारक असतील. अशा डिक्रीची (हुकुमनामा) रक्कम जमीन महसुल थकबाकीच्या रकमेच्या वसुलीच्या कार्यपद्धतीने वसुल केले जाईल.

६. वर उल्लेख केलेल्या मार्गा व्यतिरिक्त कराराच्या शेतीमुळे उद्भवणारे कोणत्याही प्रकारचे वाद विवाद हे इतर कोणत्याही न्यायालयासमोर निर्णयासाठी नेता येणार नाहीत.

७. कराराच्या शेती मध्ये समाविष्ट केलेला शेतमाल कराराची शेती पुरस्कृत करणारा त्या बाजार आवाराच्या बाहेर विकु शकेल व अशा प्रकरणांमध्ये त्या बाजार समितीला बाजार फी आकारता येणार नाही.

व्याख्या

कराराची शेती म्हणजे कराराची शेती निर्मात्याने करार शेती प्रायोजकाबरोबर लेखी कराराखाली केलेली शेती, ज्यामुळे त्याचा शेतमाल करारामध्ये नमुद केल्या प्रमाणे खरेदी केला जाईल. कराराची शेती निर्माता म्हणजे वैयक्तिक शेतकरी किंवा सध्या आमलात असलेल्या कुठल्याही कायद्याखालील कुठल्याही नावाने नोंदणीकृत झालेली शेतकऱ्यांची संघटना असेल. कराराची शेतीचा करार म्हणजे करार शेती निर्माता व करार शेती प्रायोजक यांच्यामधील कराराच्या शेतीसाठी केलेला लेखी करार .

कराराची शेती ही अशी संस्थात्मक रचना आहे की, ज्यामध्ये शेतमालाचे मोठे खरेदीदार (उदा. प्रक्रिया संस्था किंवा पणन संस्था, निर्यातदार संस्था, बाजारातील मध्यस्त संस्था इत्यादी) आणि शेतकरी यांच्या मध्ये भविष्यात कृषि मालाचे होणारे उत्पादन व पुरवठा करण्यासंबंधी आणि भविष्यातील किंमती संबंधी जो एकमेकांस मान्य असलेला लेखी करार होतो ती म्हणजे कराराची शेती यामध्ये शेतकऱ्यांना प्रायोजक उत्पादनाबाबत मार्गदर्शनाची व्यवस्था करतो.

कृषि अर्थशास्त्रामध्ये कृषि उत्पादन प्रक्रियेमध्ये दोन प्रकारचे धोके संभवतात. एक शेती उत्पादनातील धोका व दुसरा व महत्वाचा म्हणजे कृषि मालाच्या पणन व्यवस्थेमधील धोका. भारतातील शेतकऱ्यांचा उत्पादनातील धोका कृषि विद्यापीठे, कृषि विभाग यांच्या विस्तार कार्यामुळे बऱ्याच अंशी कमी झालेला आहे. मात्र पणन व्यवस्थेमधील धोका अद्यापि कायम आहे. कराराच्या शेतीमुळे पणन व्यवस्थेतील धोकाही कमी होण्यास मोठ्या प्रमाणात मदत मिळणार आहे कारण करार करणाऱ्या शेतकऱ्यास पुर्वी ठरलेल्या दराप्रमाणे त्याच्या मालाला किंमत मिळणार आहे. कराराच्या शेतीमध्ये शेतकरी व क्षेत्रातील गुंतवणुक मोठ्या प्रमाणात शेतामध्ये होण्यास निश्चितच मदत होईल.

कराराच्या शेतीमध्ये चार मुलभूत संकल्पना अंतर्भूत आहेत.

१. शेतमालाला भविष्यात मिळणारा पुर्वनिर्धारित भाव
२. शेतमालाचा दर्जा
३. शेतीची अंतर्भूत क्षेत्र अथवा शेतमालाचे वजन (कमीतकमी व जास्तीत जास्त)
४. कायदानुसार संस्थात्मक संरक्षण

कराराच्या शेतीची सुरुवात तैवानमध्ये सन १८९५ मध्ये ऊस शेतीमध्ये सुरू झाल्याचे आढळून येते. तसेच विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीस केळी उत्पादनामध्ये अमेरिकेत कराराच्या शेतीच्या वापर होत असे. ७० च्या दशकामध्ये जागतीक स्थरावर मोठ्या कंपन्यांकडून कराराच्या शेतीला सुरुवात झाली व त्याचा प्रसार ८० च्या दशकामध्ये मोठ्या प्रमाणात झाला. जागतीक स्तरावर फळे, भाजीपाला, ऊस, कापूस, खाद्य तेल इत्यादींच्या उत्पादनामध्ये तसेच कुक्कुटपालन यासारख्या क्षेत्रात कराराच्या

शेतीचा मोठ्या प्रमाणात वापर होत आहे. भारतामध्ये, पंजाब, तामीळनाडू, कर्नाटक, महाराष्ट्र, हरियाणा, राजस्थान, आंध्रप्रदेश इत्यादी राज्यांमधून कराराच्या शेतीचे प्रयोग यशस्वी झाल्याचे दिसून येते.

महाराष्ट्रामध्ये वार्डन साठी लागणारी द्राक्षे, टोमॅटो, बटाटा, कांदा, सेंद्रिय कापूस, केळी इ. फळे व भाजीपाला पिकांमध्ये तसेच कुक्कुटपालन व दुग्धोत्पादनात कराराची शेती आढळून येते.

कराराच्या शेतीचे फायदे खालील प्रमाणे आहेत.

१. शेतकऱ्याला करारात अगोदरच ठरलेल्या दराप्रमाणे किंमत मिळेल.
२. उत्पादनात वाढ झाली किंवा बाजारभाव कोसळले तरी किंमत स्थिर राहील.
३. अपेक्षित व दर्जेदार उत्पादन मिळू शकेल.
४. शेतकऱ्यांना नविन तंत्रज्ञानाबद्दल माहिती मिळू शकेल.
५. प्रायोजकाचे दर्जेदार उत्पादनासाठी प्रयत्न होतील.
६. निर्यातीसाठी आवश्यक असणाऱ्या प्रमाणकांची माहिती शेतकऱ्यास होईल.
७. शेतकऱ्यांना आवश्यकतेनुसार अग्रिम घेता येईल.
८. शेतीसाठी आवश्यक साधन सामुग्रीचा (खते, बी- बीयाणे, किटक नाशके, पीक व्यवस्थापन, पीक कर्ज इत्यादि) प्रायोजकामार्फत वाजवी किमतीत पुरवठा होईल.
९. शेतकऱ्यांना तंत्राचा वापर व वेळापत्रक इ. बाबत विस्तार कार्य प्रायोजकामार्फत केली जाईल.
१०. शेतकऱ्यांना करारानुसार मालाचा मोबदला मिळेल.
११. प्रक्रिया उद्योगासाठी आवश्यक कृषि मालाचा पुरवठा होईल व त्यामुळे प्रक्रिया उद्योगांचा विकास होईल.
१२. कराराच्या शेतीमुळे पुढील प्रकारे मुल्यवृद्धी होईल.
 - १ . लहान शेतकऱ्यांना देखील निर्यात करणे शक्य होईल.
 - २ . प्रतवारी व योग्य हाताळणीमुळे कृषि मालाची मुल्यवृद्धी होईल.
 - ३ . स्पर्धात्मक बाजारात टिकाव धरण्यासाठी प्रायोजकामार्फत प्रयत्न केले जातील.

लेखी करारातील महत्वाचे मुद्दे :

१. पणन व्यवस्था
२. प्रायोजकामार्फत पुरविण्यात येणारी साधन सामुग्री व तांत्रिक सहाय्य.
३. कर्ज
४. उत्पादन व्यवस्थापन
५. पुरवठा व प्रतवारी
६. कराराचा कालावधी
७. किंमत ठरवितांना वापरावयाची पद्धत
 - १ . हंगामाच्या सुरुवातीस निश्चित केलेली किंमत
 - २ . जागतीक किंवा स्थानिक बाजापेठेची किंमत
 - ३ . स्थानिक बाजारातील किंमत
 - ४ . कन्सार्इनमेंटवर आधारीत किंमत
८. शेतकऱ्यांना रक्कम अदा करावायाची पद्धती/ अग्रिमची परत फेड
९. विमा संरक्षणाची व्यवस्था
१०. शासकीय एजन्सीमध्ये नोंदणी
११. प्रायोजक शेतकरी यांच्यातील वाद- तंटे सोडविण्याची यंत्रणा

कराराच्या शेतीच्या यशस्वीतेसाठी महत्वाच्या बाबी

- १ . प्रायोजकामार्फत उत्पादनाच्या विक्री करीता योग्य बाजार पेठेची निवड
- २ . शेतकऱ्यांची जोखीम स्विकारण्याची तयारी

उत्पादनाच्या बाबतीत

१. पिक व वाहतूकीच्या दृष्टिने योग्य जमिनीची निवड
२. योग्य शेतकऱ्यांची निवड
३. विविध पिकांनुसार कराराच्या पद्धती
४. कृषि मालाच्या खरेदीची व शेतकऱ्यांना वजन तसेच दर्जा तपासण्याची सुविधा
५. प्रायोजकामार्फत विस्तार कार्यासाठीचा कर्मचारी वर्ग, पीक व स्थानिक वातावरणाशी समरस यंत्रणा
६. स्थानिक माहिती व अडचणींच्या दृष्टिने तंत्रज्ञानाचा प्रसार

जागतीक स्तरावर कृषि क्षेत्रामध्ये कार्य करणाऱ्या एफ . ए. ओ. या संस्थेने कराराच्या शेतीवरती अभ्यास करून असा निष्कर्ष काढला आहे कि, कराराची शेती ही विकसनशिल देशांमध्ये निश्चितच फायदेशिर आहे. भारतीय शेतकऱ्यांचे जमिनधारन क्षेत्र हे अतीशय कमी आहे. त्यामुळे मोठ्या प्रमाणात अवजारांचा उपयोग करणे, महागडे नविन तंत्रज्ञान वापरणे इत्यादी बाबी भारतीय शेतकऱ्यास शक्य होत नाहीत. कराराच्या शेतीमुळे अशाप्रकारची उच्चप्रतिचे तंत्रज्ञान प्रायोजक शेतकऱ्यांना पुरवू शकेल. यामुळे उत्पादकता व दर्जा सुधारण्यास निश्चितच मदत होईल.

प्रास्तावित करण्यात आलेल्या तरतुदीनुसार कायद्यामध्ये बदल केल्याने कराराच्या शेतीमध्ये होणारी शेतकऱ्यांची फसवणुक टाळता येणे शक्य आहे. कराराच्या शेतीमुळे खाजगी गुंतवणूक मोठ्या प्रमाणात शेतीकडे वळण्यास वाव आहे. वरील बाबी लक्षात घेवून महाराष्ट्रात कराराची शेती करण्यास उद्योजक, प्रक्रियादार, निर्यातदार यांना प्रोत्साहन देणे आणि शेतकऱ्यांचे कोणत्याही प्रकारे फसवणूक न होता शेतकऱ्यांचा आर्थिक फायदा करून देणे या मुख्य हेतूने कराराच्या शेतीच्या प्रकरणाचा महाराष्ट्र कृषि उत्पन्न पणन (विनियमन) अधिनियमात समावेश करण्यात आला आहे.

राज्यातील शेतकऱ्यांच्या शेतीच्या मालकी हक्कास कोणत्याही प्रकारे बाधा न येता शेतकरी या कायद्यांतर्गत प्रायोजकाबरोबर करार करतील. यामध्ये सर्वात महत्वाचे म्हणजे कराराच्या शेती संदर्भातील करार हा शेती संदर्भात नसून शेतीत उत्पादीत होणाऱ्या मालाच्या संदर्भात होणार आहे. यामुळे शेतकऱ्यांनी कराराच्या शेती बाबत सांशक होण्याचे कोणतेही कारण नाही. कराराच्या शेतीच्या व्याप्तीबाबत असे दिसून येते की, भारतात कर्नाटक, महाराष्ट्र, मध्यप्रदेश, पंजाब, तामिळनाडू या पाच राज्यात कराराची शेती करण्यासाठी खालील खाजगी प्रायोजक संस्था सहभागी झालेल्या आहेत. हिमालया हेल्थ केअर लि., म्हैसूर, एस. एन. सी. ऑईल कंपनी, ए. व्ही. टी. नॅचरल प्रॉडक्ट्स लि., नॅचरल रेमीडीज प्रायव्हेट लि., टी ऑईल्स आणि केमीकल्स, आयन एक्सरेंज, एव्हीरो फार्मर्स लि., मॅरिको इंडस्ट्रीज, कारगील इंडिया लि., हिन्दुस्तान लिवर लि., युनायटेड ब्रेव्हरीज लि., सतनाम ओव्हरसियाज, पेप्सी को इंडिया लि., नेस्ले इंडिया लि., सुपर स्पीनिंग मिल्स, भुवी केअर प्रायव्हेट लि., अपाची कॉटन कं. इत्यादींचा प्रामुख्याने कराराच्या शेतीसाठी प्रायोजक संस्था म्हणून सहभाग आहे.

भारतात खालील राज्यांमध्ये कराराच्या शेतीसाठी अनुकूल परिस्थिती आहे त्यात आंध्रप्रदेश, छत्तीसगढ, हरियाणा, कर्नाटक, मध्यप्रदेश, महाराष्ट्र, पंजाब, राजस्थान, तामीळनाडू, उत्तरांचल आणि उत्तरप्रदेश या राज्यांचा समावेश दिसून येतो. कराराच्या शेतीचा अवलंब केल्याने या राज्यांमध्ये सिमांत शेती क्षेत्रे कमी करणे, उत्कृष्ट सिंचन पद्धतींचा अवलंब करणे, जमिनीची सुपीकता सुधारणे व प्रति हेक्टरी उत्पादनात वाढ करणे शक्य होईल. करार शेती पद्धतीद्वारे सध्या दहा दशलक्ष रुपयाचा शेतमाल उत्पादीत केला जातो. कराराच्या शेतीत मुख्यत्वे तृण धान्य पिके, तेलबीया पिके, कापूस, फळे व भाजीपाला पिके, कुक्कुटपालन व दुग्ध व्यवसाय औषधी व सुगंधी वनस्पती इ. पिकांची लागवड केली जात आहे.

प्रकरण - १४

अचुकनिदान शेती (प्रिसीजन फार्मिंग)

स्थानिक बदलांचा विचार करून कृषि क्षेत्रात यांत्रिकीकरणाचा मोठ्याप्रमाणात फायदा होण्यासाठी विविध उपयुक्त तंत्रज्ञानांचा एकात्मिक पद्धतीने वापर करणे म्हणजे अचुक निदान शेती / प्रिसीजन फार्मिंग होय.

अचुकनिदान शेती पद्धतीत उपग्रहाद्वारे उपलब्ध माहितीचा उपयोग करून मातीची परिस्थिती व वनस्पतीचा विकास यांचा अभ्यास केला जातो. हेच तंत्रज्ञान बियाणे, खते, कृषि रसायने व पाणी यांचा अचुक वापर करून पीक उत्पादन खर्च कमी करून शेतकऱ्यास जास्तीत जास्त फायदा करून साध्य होते. अचुकनिदान शेती पद्धतीत एखाद्या विशिष्ट जमिनीच्या तुकड्याचा त्याअंतर्गत पीक उत्पादनासाठी आवश्यक असणाऱ्या प्रत्येक घटकाचे/निविष्टांचे अचुक निदान केले जाते. त्यानुसार त्याचे आवश्यकतेनुसारच पिकांसाठी नियोजन केले जाते. अचुकनिदान शेती पद्धतीत कृषि निविष्टांचा पीक उत्पादनासाठी होणारा गैरवापर टाळला जातो.

अचुकनिदान शेतीचे महत्व :

- १) अचुकनिदान शेतीचा अवलंब केल्यामुळे शेतकऱ्यांना पीक उत्पादनासाठी हवामानाचा अंदाज येतो. त्या योगाने पीक पद्धतीचे नियोजन करता येते.
- २) अचुकनिदान शेतीपद्धतीमुळे कृषि निविष्टा काटेकोरपणे वापरता येतात.
- ३) अचुकनिदान शेतीपद्धतीमुळे अचुक अशा पीक संरक्षण पद्धतीचा अवलंब करता येतो.
- ४) अचुक निदान शेती पद्धतीमुळे पर्यावरण संतुलन करता येते.
- ५) अचुकनिदान शेती पद्धतीमुळे मृदसंधारण करता येते.
- ६) अचुकनिदान शेती पद्धतीमुळे उत्पादनखर्चात कपात करता येते.
- ७) अचुकनिदान शेती पद्धतीमुळे निश्चितपणे उत्पादनात स्थिरता आणता येते.

प्रकरण १५

शेतीविषयक हिशोब, सरासरी उत्पन्न, खर्च व उत्पन्न अंदाज

आज तागायत भारतीय शेतकरी उपजिवीकेचे एक साधन म्हणून शेती करित आला आहे. त्यामुळे शेतीकडे व्यवसाय म्हणून त्याने कधी पाहिलेच नाही व नफा तोट्याचा विचार त्याने केला नाही. परंतु स्वातंत्र्योत्तर काळामध्ये विकसीत झालेल्या नविन कृषि तंत्रज्ञानाचा वापर शेतीमध्ये होऊ लागला आहे. उत्पादन खर्चामध्येही खुपच वाढ झालेली आहे. संकरीत बी, बियाणे, रासायनिक खते, किटकनाशक औषधे, बागायतीची अद्यायावत साधने, ट्रॅक्टर यांसारखे यंत्रसामुग्री इत्यादींच्या वाढत्या वापरामुळे व त्यांच्या वाढत चाललेल्या किंमतीमुळे पिकांचा उत्पादन खर्चही वाढत चालला आहे. शेतीसाठी वाढत्या भांडवलाच्यापोटी खर्च व उत्पन्न या दोन्ही बाजूंचा विचार करणे शेतकऱ्याला भाग पडत आहे.

व्यवसाय म्हटला की, नफा तोट्याचा विचार येतो. शेतीमधून जास्तीत जास्त नफा मिळवण्यासाठी उपलब्ध असलेली जमीन, श्रम, भांडवल व संघटन यांचा तांत्रिक ज्ञानाच्या आधारे संतुलीत वापर करणे, शेतीचा सविस्तर हिशोब ठेऊन साध्य करता येतो. शेतीचे हिशोब ठेऊन त्यांचा व्यवस्थापनात वापर केल्याने आपल्या शेतीतुन किती उत्पन्न मिळाले, खर्च किती झाला, नफा अगर तोटा किती झाला, व्यवस्थापनात काय चुका आहेत हे ठरवता येते. तसेच शेतीचे हिशोब तंतोतंत ठेवल्यास शेतमालाच्या उत्पादनाचा खर्च काढण्यास मदत होते. अशाप्रकारची माहिती शासनाला कृषि मालाचे भाव ठरविण्यास उपयोगी येते. शेतीचा हिशोब चोख ठेवण्याकरीता विविध प्रकारच्या वहा/पुस्तिका शेतकऱ्यांनी ठेवणे आवश्यक आहे. या प्रकरणात शेतीच्या हिशोबाच्या दृष्टिने कोणकोणती पुस्तके ठेवावीत याबाबतची सविस्तर माहिती खाली दिली आहे.

१) हजेरी पत्रक : शेतीच्या कामासाठी काही कायमचे व बरेचशे हंगामी मजूर रोजंदारीवर वारंवार लावावे लागतात. अशावेळी त्यांची रोजची हजेरी मांडणे आवश्यक आहे. ही हजेरी सकाळी कामाच्या सुरुवातीस मांडावी व पुन्हा एकदा दुपारच्या सुमारास सर्व मजूर कामावर आहेत की नाहीत याची तपासणी करावी. या सर्व मजूरांना पगारापोटी रोज किंवा वरचे वर उचल द्यावी लागते. म्हणून हजेरीचा व उचलीचा असा एकत्र तपशील खालील पद्धतीने ठेवल्यास आठवड्या अखेर अगर महिनाअखेर प्रत्येक मजूर किती दिवस हजर होता त्याला उचल जाऊन पगाराबद्दल किती पैसे द्यावयाचे अगर त्याचे अंगावर किती पैसे आहेत याची स्पष्ट कल्पना येते.

आठवडा ----- ते ----- महिना ----- सन -----

मजूराचे नांव		तारखा						एकंदर हजर दिवस	रोज दर	एकंदर मजूरी	एकंदर उचल	बाकी देणे
		१	२	३	४	५	६					
अ	हजेरी उचल											
ब	हजेरी उचल											
क	हजेरी उचल											

२. रोजच्या कामाचे तपशीलपत्रक (दैनंदिनी) :

शेतीत वेळेवर काम होण्याला अत्यंत महत्त्व आहे. त्यादृष्टिने दररोज किती काम झाले ते आवश्यक पहावे व त्यांचा तपशील खालील प्रमाणे ठेवावा. म्हणजे कोणत्या पिकाच्या बाबतीत कोणत्यादिवशी काय काम केले तसेच रोजंदारीवरील व कायम मजूर कोणते काम करित होते याची माहिती मिळते.

तारिख ----- वार-----

शेताचे नाव किंवा सर्व नंबर	क्षेत्र	पीक	कामाचे स्वरूप	मजूर			शेरा
				स्त्री	पुरुष	बैल	

३. मशागत पत्रक :

हे पत्रक प्रत्येक पिकासाठी व प्लॉट साठी वेगवेगळे ठेवावे. हे पत्रक खालील प्रमाणे तयार करावे व दैनंदिन कामाची नोंद करावी.

पिकाचे नाव -----जात / वाण -----प्लॉट नंबर ----

कामाची तारीख	कामाचा तपशिल	मजुरी				लागलेले साहित्य बी, खते, औषधे, पाणी पट्टी, इंधन वगैरे.		एकूण
		स्त्री	पुरुष	बैल	औजार	किलो	किंमत	

४. उत्पादन पत्रक :

या पत्रकात पिकापासून मिळालेल्या उत्पन्नाचा हिशोब ठेवला जातो. सर्व उत्पन्नाचा हिशोब ठेवल्यास कोणते पीक किती प्रमाणात फायदेशीर आहे हे समजून येईल व त्यावरून शेती जास्त फायद्याची होण्यासाठी कोणत्या पिकाचे क्षेत्र वाढवावे अगर कमी करावे हे ठरविता येईल. हे पत्रक खालील प्रमाणे तयार करतात.

प्लॉट नंबर	पीक	क्षेत्र	वाण	उत्पन्न				एकूण किंमत	पिकाचे उत्पन्न किती जास्त आले असल्यास कारणे
				मुख्य उत्पन्न		दुय्यम उत्पन्न			
				किंटल	किंमत	किंटल	किंमत		

प्रकरण - १६

शेतवाडीच्या पिकांच्या वार्षिक योजना व कामकाजाचे वेळापत्रक

भारत हा कृषि प्रधान देश आहे. देशातील जवळजवळ ७० % लोकसंख्या शेती व्यवसायात सामावली आहे, असे असून देखील देशातील शेती मागासलेली आहे. बहुतांशी शेतकरी शेतीकडे व्यवसाय म्हणून न पहाता उदरनिर्वाहाचे साधन म्हणून पहातात. पारंपरीक शेती पद्धतीचा अवलंब करतात आणि तसरे प्रमुख कारण म्हणजे विभक्तकुटुंब पद्धतीमुळे जमिनीचे तुकडीकरण मोठ्या प्रमाणात होत असल्याने शेती क्षेत्राचे दरडोई प्रमाण अल्प आहे. देशात सुमारे ७८ % लहान शेतकरी ३२% जमीन कसतात आणि फक्त १.६% कुटुंबाकडे १० हेक्टर पेक्षा जास्त शेतजमीन आहे. कुटुंबाच्या वाट्यास सरासरी १.५७ हेक्टर जमीन येते. असे भारतीय शेतीचे आगळे वेगळे दृश्य पहावयास मिळते. भारताची लोक संख्या झपाट्याने वाढत आहे. देशाने १०० कोटी लोक संख्येची सिमा ओलांडली आहे. त्यामानाने आपले धान्य उत्पादन २०० मिलीयन टन हे वाढत्या लोकसंख्येच्या दृष्टीने तुटपुंजे आहे. अशा परिस्थितीत शेतकऱ्यांनी सरासरी धारणक्षेत्रावर जास्तीत जास्त उत्पादन मिळण्यासाठी शास्त्रोक्त पद्धतीने शेतीचे व्यवस्थापन करणे अत्यावश्यक आहे.

शेतीवाडीच्या पिकांची वार्षिक योजना तयार करून शेती करणे हे सुद्धा शेती व्यवस्थापनाचे प्रमुख अंग आहे. उपलब्ध धारण क्षेत्रावर वर्षभरात कोणकोणती फायदेशीर पिके घ्यावयाची याबाबतचा आराखडा म्हणजेच पिकांची वार्षिक योजना होय. अशा प्रकारे योजना तयार केल्यामुळे खालील गोष्टींची पूर्तता करणे सोपे जाते.

१. यावरून शेतीचे आर्थिक अंदाज पत्रक तयार करणे सोपे जाते.
२. शेतीवरील हंगामी व स्थायी मजूर कशाप्रकारे गुंतवायचे त्या बाबत अंदाज घेता येतो.
३. शेती करीता वर्षभरासाठी आवश्यक असणाऱ्या निविष्टांची खरेदी करणे सोपे जाते व त्यानुसार साठवणूक करता येते.
४. शेतीकरीता उपयुक्त अवजारांची खरेदी करणे शक्य होते.
५. वर्षभर विविध प्रकारची पिके घेत असल्यामुळे नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा पुरेपुर उपयोग करता येतो. पिकांची वार्षिक योजना तयार करतांना प्रथम कोणती पिके प्राधान्याने घ्यावयाची, किती क्षेत्र लागवडीखाली आणावयाचे आणि फेरपालट पद्धतीत कोणत्या पिकांचा समावेश करावयाचा याची खात्री शेतकऱ्यांनी करणे आवश्यक आहे. जमीन व हवामानाला अनुकूल अशी अनेक पिके घेणे शक्य असले तरी योग्य पिकांची निवड आणि किती क्षेत्र त्या पिकाखाली आणता येईल हे खालील बाबींवर अवलंबून असते.
१. वर्षभरात मजूरांची असणारी उपलब्धता.
२. पिकांचा उत्पादन खर्च किती आणि उत्पादनाची अपेक्षित किंमत किती मिळेल ?
३. खर्चीक नगदी पिकांसाठी आवश्यक भांडवल उपलब्ध आहे काय?
४. नाशवंत कृषि मालासाठी साठवणूक, वाहतुक आणि बाजार इ. व्यवस्था आहे का ?
५. शेजारील शेतावर कोणती पिके / योजना राबविली आहे ?

वार्षिक पीक योजना म्हणजे फक्त पिकांची सुव्यवस्थित फेरपालट करून वेगवेगळी पिके वेगवेगळ्या शेतात पद्धतशीर घेणे होय. या पद्धतीमुळे शेतकऱ्याला पिकांपासून अन्नधान्य मिळते व गुरांना चारा मिळतो. या पीक पद्धतीत जर हिरवळीच्या खतांची पिके समाविष्ट केली तर पिकांना सेंद्रिय खते सुद्धा मिळतात. अशा पीक पद्धतीत शेतकऱ्यांना आर्थिक लाभ होवून जमिनीचे स्वास्थ्य सुद्धा चांगले राखले जाते. जमीन, हवामान, सरासरी धारण क्षेत्र, पाण्याची सोय, इतर मुलभूत सोयी, बाजाराची सोय इत्यादी अनेक बाबी या प्रादेशिक विभागानुसार बदलत असतात. त्यामुळे शेतकरी निरनिराळ्या पीक पद्धतींचा अवलंब करतात. २० हेक्टर इतके सरासरी धारण क्षेत्र असणाऱ्या दोन विभि प्रादेशिक विभागातील दोन शेतकऱ्यांनी राबविलेल्या वार्षिक पीक योजनेचे उदाहरण खालील तक्त्यात दिलेले आहे.

विदर्भ विभाग (जि. अकोला)		मराठवाडा विभाग (जि. परभणी)	
पिकाचे नाव	पिकाखालील	पिकाचे नाव	पिकाखालील
क्षेत्र		क्षेत्र	

(हेक्टर)	(हेक्टर)	(हेक्टर)	(हेक्टर)
खरीप ज्वारी	८.८	कापूस	४.८
कापूस	८.०	रब्बी ज्वारी	६.०
भुईमूग	१.६		
गहु / हरभरा	०.४		
एकुण कोरडवाहु क्षेत्र	१८.८	खरीप ज्वारी	२.०
भाजीपाला	१.२	मुग	१.२
बागायती क्षेत्र		करडई	१.२
एकुण क्षेत्र	२०.०	तुर	१.४
		हरभरा	१.४
		कोरडवाहु क्षेत्र	१८.०
		केळी	१.२
		ऊस	०.८
		बागायती क्षेत्र	२.०
		एकुण क्षेत्र	२०.०

सरासरी धारण क्षेत्र ४ हेक्टर असणाऱ्या शेतकऱ्याने राबविलेल्या वार्षिक पीक योजनेत साधारणपणे ०.४ ते ०.८ हेक्टरचे एकूण आठ छोटे छोटे प्लॉट पाडून पहिल्या अनुक्रमे चार प्लॉट मध्ये बागायती पिके व नंतरच्या ४ प्लॉट मध्ये पावसावर अधारीत पिके कशाप्रकारे घेतली आहेत ते खालील तक्त्यात दिले आहे.

प्लॉट नं.	क्षेत्र (हेक्टर)	पिकांचे नांव
१.	०.४	ऊस
२.	०.४	ताग, हिरवा वाटाणा
३.	०.८	संकरीत बाजरी नंतर बटाटा
४.	०.४	लांब धाग्याचा कापूस व नंतर गहू
५.	०.६	संकरीत ज्वारी
६.	०.६	भूईमुग
७.	०.४	रबी ज्वारी
८.	०.४	हरभरा

वार्षिक पीक योजनेमुळे खालील प्रकारचे फायदे होतात.

१. बाजरी, ज्वारी, गहू आणि हरभरा इ.पासून शेतकऱ्याला अन्नधान्य व गुरांना चारा मिळतो.
२. ऊसासारख्या नगदी पिकापासून शेतकऱ्याला आर्थिक फायदा होतो.
३. हिरवा वाटाणा, बटाटे व भूईमुग इ. पिकांपासून वर्षभर नियमित पैसे मिळतात.
४. भूईमुग व हिरवा वाटाण्यासारखी पिके सामाविष्ट केल्यामुळे जमिनीची सुपीकता वाढते.
५. तागासारखे हिरवळीचे पीक घेतल्यामुळे सेंद्रिय खतावरील होणारा खर्च कमी करता येतो.
६. वर्षभर मजुरांना शेतीकामात गुंतविता येते.

कामकाजाचे वेळा पत्रक

एकदा शेतीवाडीच्या पिकांची वार्षिक योजना तयार झाली की, पुढील पायरी म्हणजे शेतीच्या कामकाजाचे वेळापत्रक तयार करणे. या वेळापत्रकात पिकांच्या पुर्ण वाढीच्या काळात वेगवेगळ्या प्रकारची करावी लागणारी कामे याची माहिती तक्ता स्वरूपात दिलेली असते अशा प्रकारच्या माहितीमुळे शेतकऱ्याला विविध निविष्टांची उदा. अवजारे, मजुर, बियाणे, खते, किटकनाशके, बुरशीनाशके, पीक संरक्षणाची अवजारे यांची वेळेवर व्यवस्था करणे सोपे जाते. त्यामुळे शेतीच्या नियोजनास मदत होते. शेतकऱ्याजवळ मजुर आणि बैल जोड्यांची संख्या ज्या वेळी मर्यादित असते आणि जेव्हा दोन किंवा दोनपेक्षा जास्त शेतीची कामे एकावेळी करावयाची असतात अशा वेळी जे काम तात्काळ व वेळेवर करणे आवश्यक आहे त्याला प्राधान्य द्यावे. कामाचे वेळापत्रक अशा वेळी उपयुक्त ठरते. कामकाजाचे वेळापत्रक तयार करतांना खालील मुद्दे विचाराङ्क्ये घ्यावेत.

१. शेतीवरील सर्व पिकांची यादी करावी.
२. प्रत्येक पिकाकरीता करावी लागणारी लागवडीच्या कामांची क्रमानुसार यादी करावी.
३. कोणते काम केव्हा करायचे या बद्दल वेळेची मर्यादा ठरवावी.
४. प्रत्येक शेत कामाकरीता लागणारे पुरुष व स्त्री मजुर आणि जनावरांची शक्ती यांचे माहिती पत्रक तयार करावे.
५. शेवटी एकत्रित कामकाजाचे वेळापत्रक तयार करावे.

संदर्भग्रंथ सुची

अ.क्र.	संदर्भ ग्रंथ
१	कृ. सु. कुलकर्णी (१९५७). आमची शेती, कृषि महाविद्यालय, पुणे.
२	कृषि विज्ञान माला (१९७०). जमिनीची मशागत व व्यवस्था महाराष्ट्र राज्य पाठ्य पुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.
३	एन. डी. पाटील (१९९६). आपली जमीन आपली शेती कॉन्टीनेन्टल प्रकाशन, विजया नगर, पुणे.
४	पी. एच. शिंदे, ए. आर. बांगर , आणि जे. एम. खिलारी (१९९७). मृदशास्त्राची मुलतत्वे पुस्तक - १, यशवंतराव चव्हाण मुक्त विद्यापीठ, नाशिक
५	जॉन डोअर (१९९७). अॅन इंट्रॉडक्टरी गाईड टु सस्टेनाबीलीटी इंडीकेटर्स फॉर अॅग्रीकल्चर.
६	जयवंत डोंगळे (१९९९). रासायनिक खते, कॉन्टिनेन्टल प्रकाशन, पुणे
७	संजय कदम आणि तानाजीराव निकम (२००२). मृदशास्त्र व्यवस्थापन - १, अजिंक्य तारा पब्लिकेशन, मुंबई
८	पी. एल. मालीवाल (२००२). अॅग्रोनॉमी अॅट ग्लास, अॅग्रेटेक पब्लिशिंगअॅकॅडेमी, उदयपुर ,
९	रा. वि. भुस्कुटे (२००२). किसान शक्ती मासिक (नोव्हेंबर अंक)
१०	डक निकमन, जे. सी, कुवाल, ज्वाय शॉ, पाऊल मास्क, डेव्हिड, किस्सेल, आणि डॅना सुलीएन
११	(२००३). जिओटाईम्स मासिक (नोव्हेंबर अंक)
१२	ए. आर. बांगर , प्रशांत बोडके आणि आनंद यादव (२००३) मृदा शास्त्राची मुलतत्वे आणि कार्यपद्धती पाठ्यपुस्तिका -२, यशवंतराव चव्हाण मुक्त विद्यापीठ , नाशिक
१३	ए. आर. बांगर ,ए. डी. कलगड आणि प्रशांत बोडके (२००४), मृदा शास्त्राची मुलतत्वे आणि कार्यपद्धती पाठ्यपुस्तिका - २, यशवंतराव चव्हाण मुक्त विद्यापीठ , नाशिक
१४	हर्षवर्धन पाटील (२००५). शेतकरी मासिक (सप्टेंबर अंक)
१५	एस. भास्कर रेड् डी (२००६). क्रॉप डायव्हर्सिफिकेशन फॉर सस्टेनेबल फार्मींग - अ मॅन्युअल. डीव्हीजन ऑफ अॅग्रोनॉमी, इंडीयन अॅग्रीकलचरल रिसर्च इन्स्टिट्युट, नवी दिल्ली.
१६	कृषि दर्शनी (२००७) महात्मा फुले कृषि विद्यापीठ , राहुरी.
१७	मंजुळा व्ही. नाथन,(२००९). सॉईल टेस्टिंग अॅण्ड प्लान्ट डायग्नोस्टीक सर्व्हिस लॅबोरटरी, इनव्हरसिटी ऑफ मिसुरी (युएसए).

महाराष्ट्र राज्य कृषि विद्यापीठ

सुधारीत कृषि तंत्र निकेतन अभ्यासक्रम

सॅद्रिय शेती

संकलन

डॉ. प्रभाकर दौलत सोनवणे

डॉ. शौकत सलीम पिंजारी

†@x ûµx0 x ûx

°x û¹j x	x°x0Àx¼x	°xx@x ûµxx û
1	Äx0Sjx Àx xà- jxjx jx, jxjx° xà, µx¼x x jx, @xÄx!"#\$ Àx xà	
2	Äx0Sjx x x- jxjx jx, jxjx° xà, µx% jx, x jx, &\$jx"j, jx"x(#\$)*x	
3	Äx0Sjx x x xjxj) #9j*xjx+jx °x, "j xà- -x)j x x- Àx*x x x, #Sxx/0j x x, 0%jx 12+x x x, "xx3412 x x, 5xx)j x x- 0jx0jx, x °x3à- 67xxÄxx+x °x8cx*x	
4	ÄxSjàjx Àx xà x °xà#\$ °x, "j x9+xx 6.x-xxjx- 6x.x)°xà#\$ °x, "j x, 0µx;x °xà#\$ °x, "j x, 0°x#\$+xà &9j°xx¼x0j, 0jx0jx, x jx0xÀx xà °x, "j xà	
5	ÄxSjàjx Àx xà x µxÄxx"x xà+jxjx °x, "j xà- Àx0jx µxÄxx"x x, #Sjxà x#Sjxà µxÄxx"x x, x*x 00xjx<°xx+jxjx °x, "j xà- jxjx0<#\$ °x, "j x, µxÄxx"x x °x, "j x, 5x0jx#\$ °x, "j x	
6	Äx0Sjx Àx xà x 05xjxx*x4 µx% jx- 05xjxx*x4 x xx+x &\$jx"j, °x8\$)j, 05xjxx*x4 x xx+xà #Sjx°x, "j xà, 0x< =Ä>x0)#9)*x, Äx%05xjxà °x, "j x, 6Äx%05xjxà °x, "j x, Äx% Äx%5xàjxà °x, "j x	
7	05xjxx*x4 x xx+xx 0jx0jx, x 0°x#\$Äxx?à jxx°x)- jxx°x)*jxjx+jxjx °x, "j xà, °x8cx*x	
8	05xjxx*x4 x x @ °xx"j0x °x, "j xà-)jxjxÄxx0Bjµx, 6Äxx¼xx, 60Äx0jxB00)j, 6ÄxxÄ°xà0)¼xµx, 6Äxx0jxB00)j, 00x120%jx Àxjxx 12 #Sxx/0j 05xjxx*x4	
9	5x0µx0xà+x °x8j/x*x- jxjx jx, "j°x0)*xxµx, °x8j/x*x+x @xÄx!"#\$ jx µxx0jx00x!µx x #9)*x	
10	ÄxSjàjx Àx xà xà¼x 0#Sj 00xjx<°x- 5x0jx#\$ 0#Sj 00xjx<°x, jxjx jx, µx% jx, x jx, 5x0jx#\$ 0#Sj 00xjx<°xx+x Ex0#\$ °x)jx°x05xjxà 0#Sjà, °x)j-xF xà 0#Sjà, 05xjxx*x4 0jx/jxx*x4 B)Àxà, jx0xÄ°x xà jx jx0xÄ°x xà5x0jx Ex0#\$	
11	5x0jx#\$)j"x 00xjx<°x- jxjx jx, µx% jx, &\$jx"j, x jx, 5x0jx#\$)j"x0xxÄx#\$+x Ex0#\$	

प्रमाणावर वाढ होत आहे. सन २००४ च्या आकडेवारीनुसार जगात २४० लक्ष हेक्टर क्षेत्रावर सेंद्रिय शेती केली जात होती त्यामध्ये ७० लाख हेक्टर क्षेत्राची भर पडून ती २००६ मध्ये ३१० लक्ष हेक्टरवर पोहोचली. याचाच अर्थ सेंद्रिय शेतीखालील क्षेत्र झपाट्याने वाढत आहे. सन १९८६ साली अमेरिकेमध्ये फक्त १२० प्रमाणित क्षेत्रे होती तर सद्यस्थितीत (२००६) जगामध्ये ५ लाखांपेक्षा जास्त प्रमाणित प्रक्षेत्रे आहेत.

भारतातील सेंद्रिय शेती

भारतातील सेंद्रिय शेतीखालील क्षेत्राची माहिती गोळा करून त्यासंबंधी नोंद ठेवण्यासंबंधी केंद्रस्थानी अशी कोणतीही संस्था नसल्यामुळे सविस्तर माहिती उपलब्ध नाही. तथापि वेगवेगळ्या संस्थांनी संकलीत केलेल्या माहितीनुसार भारतामध्ये एकूण लागवडीखालील क्षेत्राच्या फक्त ०.०३ टक्के क्षेत्र सेंद्रिय शेतीखाली आहे. सन १९९० नंतर भारतातील सेंद्रिय शेतीखालील क्षेत्र वाढले. सद्यस्थितीत भारतामध्ये जवळजवळ ५००० सेंद्रिय प्रक्षेत्र असून, सेंद्रिय शेतीखालील क्षेत्रापैकी सेंद्रिय प्रमाणित शेतीचे प्रमाण अतिशय कमी आहे. भारतामध्ये अपेडा (Agriculture & Processed Food products Export Development Authority) ही भारत सरकारच्या वाणिज्य मंत्रालयाच्या अखत्यारितील संस्था सेंद्रिय शेतीचे प्रमाणिकरण, वृद्धी व नियंत्रण ठेवणारी प्रमुख संस्था आहे.

भारत सरकारने १० व्या पंचवार्षिक योजनेमध्ये २००३ साली उत्तर प्रदेशात गाझियाबाद येथे सेंद्रिय शेतीसाठी राष्ट्रीय संस्थेची स्थापना केली. सदर संस्थेची सहा विभागीय कार्यालये बंगलोर, भुवनेश्वर, नागपूर, जबलपूर, हिस्सार आणि इंदूर येथे आहेत. या संस्थेच्या स्थापनेमागील प्रमुख उद्देश सेंद्रिय शेती बाबतचे नियम, कायदे आणि सेंद्रिय शेतीमध्ये उत्पादित झालेल्या मालाचे मुल्यमापन करणे हा आहे. सन २००० मध्ये केंद्रिय वाणिज्य मंत्रालयाने राष्ट्रीय सेंद्रिय उत्पादन कार्यक्रम छत्रीलेपरश्र झीसीराश षींहश जीसरपळल झीर्वीलीलेप- छ्मजझ) चालू केला आहे. सेंद्रिय शेतीला चालना देण्यासाठी केंद्र सरकारने गाझियाबाद (उत्तर प्रदेश) येथे राष्ट्रीय सेंद्रिय शेती संस्था चालू केली आहे. सन २००२ मध्ये सिक्कीम सरकारने राज्याला संपूर्ण सेंद्रिय शेती राज्य घोषित केले. त्यामुळे सिक्कीम हे देशातील सेंद्रिय शेती करणारे पहिले राज्य ठरले आहे. उत्तरांचल राज्याने सेंद्रिय मालाची निर्यात करण्यासाठी सेंद्रिय उत्पादने बोर्ड स्थापन केले आहे. या बोर्डामार्फत सेंद्रिय उत्पादन करणाऱ्या खेड्यांची जैव उत्पादन खेडी स्थापन करून सेंद्रिय उत्पादनाला जागतिक पातळीवर पाठविण्याची ही योजना राबवणारे उत्तरांचल हे एकमेव राज्य आहे. सेंद्रिय शेतीमध्ये सेंद्रिय पदार्थांची उपलब्धता हा महत्वाचा घटक असतो. भारतात पिकांचे आवशेष, टाकाऊ भाग, काडीकचरा यापासून ३५६ दशलक्ष टन इतका सेंद्रिय माल उपलब्ध होतो. यामध्ये प्रामुख्याने भात, गहू, तेलीबया यासून ३/४ भाग तर ऊस आणि ज्वारी यापासून १/४ भाग उपलब्ध होतात. यापैकी ३/४ भाग जनावरांचा चारा म्हणून वापरला जातो तर उरलेला १/४ भाग हा सेंद्रिय पदार्थ म्हणून जमिनीसाठी उपलब्ध होतो. एका पाहणीनुसार सन २०००, २०१० व २०२५ मध्ये अशा पिक अवशेषांची उपलब्धता अनुक्रमे ३००, ३४३ व ४९६ दशलक्ष मेट्रीक टन इतकी धरल्यास त्यापासून वर्षाला अनुक्रमे २.०५, २.३४, ३.३९ दशलक्ष टन नत्र उपलब्ध होईल.

भारतात सेंद्रिय शेतीस असणारा वाव

भारतातील एकूण लागवडीखालील क्षेत्रापैकी ६५ टक्के क्षेत्र कोरडवाहू असून, या क्षेत्रावर कमीत कमी रासायनिक निविष्टांचा वापर केला जातो. विशेषतः देशातील उत्तरपूर्व भागातील जवळजवळ १८० लक्ष हेक्टर क्षेत्रावर सेंद्रिय शेती करण्यास वाव आहे.

भारतातील सेंद्रिय शेतीचा प्रसार म्हणावा इतक्या प्रभावीपणे व गतीने होत नाही त्याची स्थूलमानाने खालील कारणे आहेत.

- १) लागवडीच्या आदर्श पद्धतीची/ तंत्राची माहिती नसणे.
- २) सेंद्रिय शेतीला सुरवात केल्यापासून पहिली काही वर्षे योग्य उत्पादन मिळत नसल्याची भिती शेतकऱ्यांना असणे.
- ३) सेंद्रिय उत्पादनांना सशक्त बाजारपेठ नसणे.
- ४) सेंद्रिय प्रमाणिकरणाची प्रक्रिया खर्चिक असणे.

असे असले तरी शेतकऱ्यांमध्ये सेंद्रिय शेतीची आवड निर्माण करून वरील समस्यांचे निराकरण करण्याच्या दृष्टीने सध्या भारत सरकारचे प्रयत्न सुरु झालेले आहेत.

भारत सरकारने सेंद्रिय शेतीसंबंधी नेमलेल्या टास्क फोर्सच्या अहवालानुसार देशामध्ये जेथे रासायनिक निविष्टांचा वापर अतिशय मर्यादित आहे आणि उत्पादकता कमी आहे अशा क्षेत्रावर सेंद्रिय शेती करण्यास मोठा वाव आहे. यासाठी सरकार, खासगी संस्था, सेंद्रिय उत्पादन करणाऱ्या विविध संघटना या सर्वांनी मिळून सेंद्रिय शेती उत्पादन, प्रमाणिकरण, विक्रिव्यवस्था यासाठी सामुहिक प्रयत्न करणे गरजेचे आहे.

काही विशिष्ट पिकासाठी विशेषतः भाजीपाला, फळपिके, तेलबिया यासारख्या पिकामध्ये संपूर्ण सेंद्रिय पद्धतीने उत्पादन घेवून त्याची विक्री व्यवस्था उभी केल्यास शेतकऱ्यांना मोठ्या प्रमाणावर फायदा होऊ शकतो.

सध्या जगामध्ये तसेच सेंद्रिय शेती असणाऱ्या प्रमुख देशांची माहिती तक्ता क्र. १ मध्ये दिली आहे.

तक्ता क्र. १ सेंद्रिय शेती असणाऱ्या प्रमुख देशांची माहिती

अ. क्र.	देश	देशातील शेतीखालील क्षेत्राशी सेंद्रिय शेतीखालील क्षेत्राची टक्केवारी
१	ऑस्ट्रेलिया	३९ टक्के
२	यूरोप	२१ टक्के
३	लॅटिन अमेरिका	२८ टक्के
४	आशिया	१३ टक्के
५	उत्तर अमेरिका	४ टक्के
६	आफ्रिका	३ टक्के
७	भारत	०.०३ टक्के

जगामध्ये ऑस्ट्रेलिया, यूरोपीय देश, लॅटिन अमेरिका या देशात सेंद्रिय शेतीचे क्षेत्र उल्लेखनीय आहे. यांच्या तुलनेत भारतातील ०.०३ टक्के क्षेत्र म्हणजे अगदी नगण्य आहे. तथापि आपल्या देशामध्ये संपूर्ण सेंद्रिय उत्पादनास मोठ्या प्रमाणावर मागणी आहे ही जमेची बाजू आहे आणि म्हणून सेंद्रिय शेतीचे क्षेत्र वाढवले पाहिजे व तसा वाव आहे. आपल्या देशाचे सन २००७-०८ मध्ये सेंद्रिय प्रमाणिकरण झालेले उत्पादन ५.८६ लाख टन इतके होते. त्यापैकी जवळपास १९.५ हजार टनाची निर्यात करण्यात

आली. यासाठी केंद्र, राज्य सरकारच्या अनेक योजना आहेत तसेच अनेक संस्था मार्गदर्शन करत आहेत. भारत सरकारने सन २०२५ पर्यंत ५ टक्के क्षेत्र संपूर्ण सेंद्रिय शेतीखाली आणण्याचे उद्दिष्ट ठरविणे आहे.

सेंद्रिय शेतीची लोकांच्यामध्ये आवड निर्माण व्हावी म्हणून अलिकडेच भारत सरकारने सेंद्रिय उत्पादनाची माहिती आणि विपणन करण्यासाठी संकेत स्थळ तयार केले आहे. यामध्ये सरकारने अन्न आणि कृषि संघटनेबरोबर करार करून पाच महत्वाच्या पिकांचा सेंद्रिय लागवड पद्धतीचा आराखडा तयार केला आहे. सेंद्रिय प्रमाणीकरण मिळविण्याची पद्धत खर्चिक आहे ती किफायतशीर व्हावी यासाठी सेवा संस्थांच्या माध्यमातून सेवा देण्यात येणार आहे.

भारतातील सेंद्रिय शेतीला चालना देण्यासाठी व वरील काही अडचणींवर मात करण्यासाठी भविष्यात खालील गोष्टींवर भर देणे आवश्यक आहे.

- १) सेंद्रिय शेती उत्पादन पद्धतीमध्ये विशेष करून जास्त पैसे मिळवून देणाऱ्या पिकांचे सेंद्रिय उत्पादनासाठी खत व्यवस्थापन तयार करून त्यामध्ये त्याचे स्वरूप व प्रमाण ठरवले पाहिजे आणि ते सर्वसामान्य शेतकऱ्यांना समजेल असे असावे.
- २) सेंद्रिय तंत्रज्ञान विकसित करणे.
- ३) सेंद्रिय शेती करण्यायोग्य क्षेत्राची निवड करून त्या ठिकाणी सेंद्रिय पद्धतीने किफायतशीर शेती करण्यासाठी उपलब्ध स्थानिक सेंद्रिय पदार्थांचा सुयोग्य ताळमेळ घालून पिकांची अन्नाशांची गरज त्यामधून भागवून आर्थिक दृष्ट्या परवडेल असे उत्पादन घेणे.
- ४) मृदशास्त्रज्ञांनी शेतकऱ्यांशी मैत्रीपूर्ण तंत्रज्ञानाचा अवलंब करून शेतातील टाकाऊ पदार्थांचा वापर करण्याबद्दल तसेच धोकादायक औषधे, खते यांचा वापर कमी करणेबद्दल समज देणे.

सेंद्रिय शेतीचा इतिहास आणि संकल्पना

सेंद्रिय शेतीची किंवा नैसर्गिक शेतीची संकल्पना ही आशियातील देशामधूनच पुढे आली आहे. भारतातील आणि चीनमधील शेतकऱ्यांनी ही कला फार काळापासून जोपासलेली व वाढवलेली आहे. रासायनिक खतांचा शोध लागण्यापूर्वी शेती सेंद्रिय पद्धतीनेच केली जात असे आणि आजही दुर्गम भागात आणि कोरडवाहू क्षेत्रावर अतिशय कमी प्रमाणात किंवा नग्न रासायनिक निविष्टांचा वापर केला जातो. बागायत शेतीमध्ये मात्र भारतीय शेतीने प्राचीन शेतीपासून आजच्या आधुनिक शेतीकडे वाटचाल केली आहे. पुन्हा भारतीय शेती काही प्रमाणात आधुनिक शेतीकडून उत्तम प्रतीचे उत्पादन मिळविण्यासाठी तसेच नैसर्गिक ठेवा तसाच ठेवण्यासाठी सेंद्रिय शेतीकडे वळत आहे. विसाव्या शतकाच्या सुरवातीला सेंद्रिय शेतीच्या ज्ञानावर भर देण्यात आला आहे. सर होआर्ड यांना १९०५ ते १९२४ या काळातील आधुनिक सेंद्रिय शेतीचे जनक मानले जाते. त्यांनी शेती-सल्लागार म्हणून भारतातील पूसा समस्तीपूर (बिहार) येथे काम पाहिले आहे. त्यांनी पारंपारिक भारतीय शेती पद्धतीचा अभ्यास करून ती परंपरागत शेतीपेक्षा श्रेष्ठ असल्याचे सांगितले.

सन १९३९ मध्ये लेडी इव्ह बालफोर्ड यांनी पहिल्यांदा शास्त्रीय पद्धतीने सेंद्रिय आणि परंपरागत शेती पद्धतीमध्ये फरक मांडला. त्यात माती ही जिवंत आहे असे मत मांडले. रुडालार्म स्टेनिअर (१८४०) यांनी जैविक शेती सुधारणा केली तेंव्हापासून खऱ्या अर्थाने सेंद्रिय शेतीची पहिल्यांदा सुरवात झाली. लॉर्ड नॉर्थबर्न यांच्या 'शेतीकडे पहा' या पुस्तकामध्ये त्यांनी सेंद्रिय शेतीची संकल्पना मांडलेली आहे.

जपानमध्ये सन १९४० मासनोषा फु कोका या सुक्ष्म जीवशास्त्रज्ञाने मृदशास्त्र आणि पिकरोगशास्त्र यांचा अभ्यास करून आधुनिक शेतीबद्दल काही आक्षेप नोंदविले त्यांनी सलग ३० वर्षे नैसर्गिक शेतीचा अभ्यास करून शेतीपद्धती विकसित केली तीच

पुढे “फु कोका शेती पद्धती” असे संबोधण्यात आलेले आहे. त्यांनी आपल्या “वन स्ट्रॉ रिव्होल्युशन” या पुस्तकामध्ये नैसर्गिक शेतीविषयी माहिती दिलेली आहे.

महाराष्ट्रात सन १९९० मध्ये सेंद्रिय शेतीची सुरवात झाली त्यात प्रामुख्याने सेंद्रिय कापसाचे उत्पादन घेण्यात आले. प्रायोगिक तत्वावर केंद्रीय कापूस संशोधन संस्था, नागपूर यांनी सन १९९१ पासून या उपक्रमाची सुरवात केलेली आहे. भारतामध्ये पहिल्यांदा व्यवसायिक तत्वावर सिंगमपट्टी गटाच्या मालकीचे चहा उत्पादन सेंद्रिय पद्धतीने करून विकण्यासाठी बॉम्बे ब्रम्हा कार्पोरेशनने प्रयत्न केले. तसेच एकात्मिक खेडे विकास संस्था, औरंगाबाद यांनीही याबाबत प्रयत्न सुरू केलेले आहेत. फक्त रासायनिक निविष्टांचा वापर बंद करणे म्हणजे सेंद्रिय शेती नव्हे तर सेंद्रिय शेतीमध्ये मिळणारे उत्पादन “सेंद्रिय उत्पादन” म्हणून त्यास मान्यता मिळवून देणे हे आहे. अशा प्रकारच्या उत्पादनास १ वर्षापासून ३ वर्षांपर्यंतचा कालावधी लागू शकतो. यामध्ये नोंदी, माणके व प्रमाणके याची खातरजमा करूनच उत्पादन घेणे क्रमप्राप्त होते. देशांतर्गत विक्री करावयाची आहे की निर्यात करावयाची आहे, त्यानुसार त्या देशाच्या मानकानुसार योग्य त्या संस्थेकडून प्रमाणिकरण करून घेणे आवश्यक असते.

सेंद्रिय शेतीची मुलतत्वे

तसे पाहिले तर भारतीय शेतकऱ्यांना सेंद्रिय शेती ही संकल्पना काही नवीन नाही. देशातील विविध हवामान असलेल्या भागात डोंगराळ प्रदेशात, कोरडवाहू शेतीमध्ये विविध प्रकारे सेंद्रिय शेतीच केली जाते. कालांतराने पिक उत्पादन वाढीचे नवीन तंत्रज्ञान विकसीत झाले. पिकांची उत्पादकता वाढली, दरम्यानच्या काळात रासायनिक खतांचा पाण्याचा, किटकनाशकांचा वापरही वाढत गेला. या उत्पादन वाढविण्याच्या चढाओढीमध्ये पर्यावरणाचे संतुलन राखून शेती केली पाहिजे हा मुद्दा फारसा गांभिर्याने घेतला नाही. दिवसेंदिवस सेंद्रिय पदार्थांचा वापर कमी होत चालल्याने जमिनीची भौतिक जडणघडण ढासळत गेली. याचा परिणाम जमिनीच्या सुपिकतेवर झाला. ही समस्या निव्वळ आपल्या राज्यात, देशात आहे असे नसून ही एक जागतिक समस्या ठरली आहे आणि म्हणूनच आज सर्व थरातून सेंद्रिय शेतीकडे लक्ष दिले जात आहे. जागरूकता वाढत आहे. आज सेंद्रिय मालाला देशांतर्गत तसेच जगामध्ये फार मोठी बाजारपेठ उपलब्ध आहे परंतु मालाचा दर्जा टिकविण्यासाठी उत्पादकतेबरोबर जमिनीची सुपिकता टिकवणे हेही तितकेच महत्वाचे आहे. सेंद्रिय शेती ही संकल्पना प्रत्यक्षात आणण्यासाठी काही मुलभूत गोष्टी महत्वाच्या आहेत. त्यासाठी खालील मुलतत्वांचा वापर करावा.

- १) स्थानिक उपलब्ध सुविधांचा वापर करून जास्तीत जास्त शास्वत उत्पादन घेणे यामध्ये शेतावर उपलब्ध काडीकचरा, जनावरांचे मलमूत्र, पिकांचे अवशेष या सेंद्रिय पदार्थांचा सेंद्रिय खत निर्मितीसाठी वापर करणे.
- २) शेणखत, कंपोस्टखत, पेंडी, वनस्पतीजन्य किडनाशके व रोगनाशके आदींचा जास्तीत जास्त वापर करणे.
- ३) रासायनिक खते, किटकनाशके यासारख्या बाह्य घटकांचा कमीत कमी वापर करणे किंवा पुरक घटक म्हणून वापर करणे.
- ४) जमिन, पाणी, अन्नद्रव्ये व सुपिकता या जमिनीच्या मूलभूत जैविक क्रियांचा समन्वय बिघडू न देणे.
- ५) प्राणी आणि वनस्पती यांचे संधारण करून आर्थिक स्थैर्यता मिळवणे.
- ६) स्थानिक लोकांचे समाधान होईल व ते आकर्षित होतील अशी सेंद्रिय शेतीपद्धती विकसित करणे.
- ७) एकंदरीत शेती व्यवसायात आर्थिक स्थिरता आणणेसाठी प्राणी, वनस्पती यांच्या विविध उत्पादन पद्धती, वनशेती पद्धत, एकात्मिक पिक पशु उत्पादन पद्धतीचा वापर करणे.

वरील सर्व मुलतत्वे राबवत असताना सेंद्रिय शेतीची उद्दिष्ट्ये काय असावीत याचाही या ठिकाणी उहापोह करणे गरजेचे आहे. त्यानुसार सेंद्रिय शेतीची उद्दीष्ट्ये खालीलप्रमाणे आहेत.

- १) उच्च प्रतीचे जास्तीत जास्त अन्नधान्य उत्पादन घेणे.
- २) नैसर्गिक उत्पादन प्रक्रियेशी वरचढ न करता उत्पादन घेणे.
- ३) जमिनीतील जैवविविधता टिकवण्यासाठी जिवाणू, वनस्पती, प्राणी यांचे संवर्धन करणे.
- ४) जमिनीची सुपिकता वाढवून व ती दिर्घकालीन टिकविण्यासाठी प्रयत्न करणे.
- ५) शक्यतो कालानुरूप बदलता येणारे स्थानिक संघटित कृषि व्यवसायावर भर देणे.
- ६) सेंद्रिय पदार्थ व अन्न द्रव्यांची गरज आहे. त्याच शेती पद्धतीत वृद्धीगत करून भागवणे.
- ७) कृषि तंत्रज्ञानाचा वापर करताना कोणत्याही प्रकारचे प्रदुषण होणार नाही याची काळजी घेणे.
- ८) आसपासच्या वनस्पती व वन्य जिवांचे जैवविविधता साधन्याच्या दृष्टीने पर्यावरणाशी निगडीत शेतीपद्धती अवलंबणे.
- ९) उत्पादकाना त्याच्या शेती व्यवसायातून समाधानकारक आर्थिक लाभ मिळेल असे निर्भय वातावरण तयार करणे.
- १०) समाजावर आणि पर्यावरणावर चांगला परिणाम घडवून आणू शकेल अशी शेती पद्धती अवलंबणे.
- ११) सर्व प्रकारच्या पशुपक्षासाठी मुक्त संचार जगता येईल अशा जास्तीत जास्त सुविधा उपलब्ध होतील असे पाहणे.

नैसर्गिक शेती

सृष्टीमधील निसर्गाच्या सर्व क्रिया प्रक्रिया या मानवाच्या मूलभूत गरजा पुरविण्यास सहाय्यक व बाद्य आहेत. फक्त मानवाचे हे कर्तव्य ठरते की त्यानी या नैसर्गिक क्रिया प्रक्रियामध्ये कोणत्याही प्रकारचा हस्तक्षेप करून अडथळा आणू नये. पृथ्वीवर जन्म घेणाऱ्या प्रत्येक जिवाची भरणपोषणाची व्यवस्था निसर्गाने केली आहे. ही व्यवस्था टिकवायची म्हणजे माती, जल, वायू, वनस्पती, प्राणी, पर्यावरण यांचे संवर्धन करणे होय. हे संवर्धनाचे काम जी कृषि पद्धती करते त्यालाच नैसर्गिक शेती पद्धती असे म्हणतात. निसर्ग जसा स्वयंविकासी, स्वयंपोषी आणि स्वयंपूर्ण असतो तशी नैसर्गिक शेती ही सुद्धा स्वयंविकासी, स्वयंपोषी, स्वयंपूर्ण असावी. कमीत कमी शक्ती खर्च होईल अशी अधिकाधिक गुंतागुंतीची नवी कृषि व्यवस्था उभी करणे, अधिक बुद्धिमान जिवसृष्टी आणि अधिक उत्तरोत्तर वाढीव उत्पादन व सकसता, पौष्टीकता व औषधीयुक्त पिकसृष्टी विकसित करणे हे विश्वातील जिवसृष्टी विकासाचे मुलभूत अनेकांगी व शाश्वत स्वरूप आहे. या शाश्वत स्वरूपाचा उपयोग करून निसर्ग शेतीची पायाभरणी करणे आवश्यक आहे.

नैसर्गिक शेती म्हणजे ही काही पर्यायी शेती पद्धती नसून मानवी जिवनाशी त्याचा असणारा घनिष्ठ संबंध आणि त्याच्याशी सतत जवळीक ठेवून त्याचे खरे रूप जाणून घेणे हा आहे. नैसर्गिक शेती म्हणजे आधुनिक शेती पद्धतीला फाटा देवून केलेली शेती यामध्ये रासायनिक खतांचा वापर, तसेच किटकनाशके यांच्या वापरावर बंदी असते. थोडक्यात नैसर्गिक शेती म्हणजे नैसर्गिक पद्धतीने वनस्पतींना वाढू देणे त्यामध्ये मानवाने ढवळाढवळ करू नये जेणे करून पर्यावरणातील माती, जल, वायू, वनस्पती, प्राणी या घटकांचे संवर्धन होईल.

वर्षानुवर्षे जंगलात नैसर्गिकरित्या वनस्पती वाढतात. या नैसर्गिक वनस्पतीच्या सुंदर जंगलाची सर्व काळजी निसर्ग घेतो. तेथे कोणतेही बाह्य घटक कार्यरत नसतात आणि त्यामुळेच निसर्गात सर्व जीवसृष्टी आपले सातत्य राखून आहे. असे असले तर हेच

तत्व आपण कृषि पद्धतीत अवलंबू शकतो अशा प्रकारचा निसर्ग शेतीचा विचार पुढे आला आणि याच तत्वावर निसर्ग शेतीची उपयोगिता आधारलेली आहे.

नैसर्गिक शेती आणि सेंद्रिय शेती

तसे पाहिले तर नैसर्गिक शेतीचा प्रवास हा सुखकर नाही. नैसर्गिक शेतीकडे जावयाचे म्हणजे प्रथम रासायनिक शेतीला फाटा दिला पाहिजे. त्यानंतर थोडेसे सेंद्रिय शेतीकडे वळले पाहिजे व त्यानंतर नैसर्गिक शेतीचा विचार केला पाहिजे असे अडथळे क्रमाक्रमाने पार केले तरच नैसर्गिक शेती किंवा सेंद्रिय शेती शक्य आहे. म्हणूनच नैसर्गिक शेती आणि सेंद्रिय शेतीतील फरक काय आहे हे आपणास जाणून घेणे गरजेचे आहे.

तक्ता क्र. २ – नैसर्गिक शेती व सेंद्रिय शेतीमधील फरक

अ. क्र.	नैसर्गिक शेती	सेंद्रिय शेती
१	आधुनिक शेती पद्धतीला पूर्ण फाटा देऊन केलेली शेती	यामध्ये आधुनिक शेतीला पूर्ण फाटा दिलेला नसतो.
२	काहीही न करता शेती करणे हे मुख्य तत्व असते बाह्य घटक वापरण्यावर पूर्ण बंदी असते.	बाह्य घटकांचा आवश्यक व अत्यल्प वापर केलेला असतो. उदा. नांगरणी, कुळवणी, कोळपणी, तसेच सेंद्रिय खते, औषधे यावर जास्त भर दिला जातो.
३	मशागत करणे, रासायनिक खते वापरणे, खुरपणी करणे तसेच पिक संरक्षणाचे उपाय योजने या संवर्धन करून त्यांची उपलब्धता वाढवणे तसेच घटकांचा वापर न करता शेती करणे हा मुख्य उद्देश असतो.	यामध्ये सेंद्रिय पदार्थांचा खतासाठी तसेच आच्छादनासाठी जमिनीची संधारण करणे, अन्नद्रव्यांचे जास्तीत जास्त वापर करणे हे मुख्य उद्देश आहेत.

प्रकरण- २ सॅद्रिय खते

व्याख्या, व्याप्ती, महत्त्व, तत्त्वे व फायदे

पिकांना नत्र, स्फूर्द, पालाश ही अन्नद्रव्ये जमिनीतून मिळतात व ती कमी झाली की साहजिकच उत्पादनावर त्याचा परिणाम होतो. शेतकरी ही कमतरता पुढे रासायनिक खतांचा वापर करून भरून काढू लागले. असे असले तरी ही तीन प्रमुख अन्नद्रव्ये पिकांना जरी अति आवश्यक असली तरी ही द्रव्ये पिकाकडून शोषली जात नाहीत त्याचे कारण ज्या प्रकारात पिकांना ती उपलब्ध व्हावयास पाहिजेत त्या प्रकारात दिली जात नाहीत आणि नेमके हेच काम ओलाव्यामध्ये जमिनीतील जिवाणू करत असतात. जिवाणू ही द्रव्ये आपले खाद्य म्हणून घेतात व नंतर विषेच्या रूपाने पुनः उत्सर्जित करतात व ही उत्सर्जित विषा पिकांची मुळे सहजपणे शोषू शकतात. असे जिवाणू म्हणजे जमिनीतील नैसर्गिक कारखानेच असतात. अशा जिवाणूंची जमिनीतील संख्या वाढवण्यासाठी जमिनीतील सॅद्रिय पदार्थ आवश्यक असतात ते सुद्धा विशिष्ट परिस्थितीत असावे लागतात. अशा सॅद्रिय पदार्थांचे त्या विशिष्ट परिस्थितीत रूपांतर करण्याच्या पद्धतीना "सॅद्रिय खत निर्मिती तंत्र" असे ढोबळमानाने म्हटले जाते.

सॅद्रिय खत व्याख्या आणि व्याप्ती

जनावरांचे मलमूत्र आणि पिकांचे अवशेष, काडीकचरा याच्या विघटन क्रियांमध्ये जो सॅद्रिय पदार्थ तयार होतो त्यास सॅद्रिय खत असे म्हणतात. अशा सॅद्रिय खताचे आकारमान जास्त असते. त्यामुळेच ती शेतात जास्त प्रमाणात वापरावी लागतात. सॅद्रिय खतामध्ये शेणखत, खाद्य व अखाद्य पेंडी, कंपोष्ट खत, सोनखत, हिरवळीचे खत, सांडपाणी, मैल्यापासून मिळणारे खत, शेतातील कुजलेला काडीकचरा इत्यादींचा समावेश असतो. रासायनिक खतांचा शोध लावण्यापूर्वी शेती सॅद्रिय पद्धतीनेच केली जात असे आणि आजही दुर्गम भागात आणि कोरडवाहू क्षेत्रावर अतिशय कमी प्रमाणात किंवा नगण्य रासायनिक निविष्टांचा वापर केला जातो. याचाच अर्थ सॅद्रिय शेतीमध्ये सॅद्रिय पदार्थांचा, सॅद्रिय खतांचा वापर हा काही नवीन विषय नाही. कालांतराने रासायनिक खतांच्या अती वापराने जमिनीची सुपीकता कमी कमी होत चालली व त्याचा परिणाम उत्पादकतेवर होऊ लागला. याचे मुख्य कारण म्हणजे जमीनीत सॅद्रिय खतांचा नगण्य वापर किंवा अजिबात अंतर्भाव न करणे हेच आहे.

तक्ता क्र. ३ प्रमुख सॅद्रिय खतामधील अन्नद्रव्यांचे प्रमाण

अ. नं.	सॅद्रिय खते	नत्र (%)	स्फूर्द (%)	पालाश (%)

१	शेणखत	०.५६	०.३५	०.७८
२	कंपोस्ट	०.८०	०.६५	१.००
३	हिरवळीचे खत	०.६५	१.००	०.७०
४	एरंडी पेंड	४.५०	१.७०	०.७०
५	करंज पेंड	३.९०	०.९०	१.२०
६	निंबोळी पेंड	५.००	१.००	१.५०
७	करडई पेंड	४.९०	१.४०	१.२०
८	सरकी पेंड	६.४०	२.८०	२.५०
९	भुईमूग पेंड	७.१०	१.४०	१.३०
१०	सोनखत	१.३०	१.१०	०.३५
११	कोंबडी खत	३.०३	२.६३	१.४०
१२	हाडचुरा	३.५०	२१.५०	०.००
१३	मासळी खत	४.१०	०.९०	०.३०

सॅद्रिय खताचे महत्व

निंबोळी पेंड करडई पेंड सरकी पेंड भुईमूग पेंड सोनखत कोंबडी खत हाडचुरा मासळी खत शेतात कुजलेल्या सॅद्रिय पदार्थापासून काळसर असा 'ह्यूमस' तयार होतो. सॅद्रिय पदार्थांमुळे जमिनीची पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता वाढते. पाण्याचा निचरा होण्यास मदत होते. हवा खेळती राहिल्यामुळे मुळांची वाढ चांगली होवून अन्नद्रव्ये तसेच पाण्याचे शोषण चांगल्या प्रकारे होते. जमिनीचे तापमान संतुलित केले जाते या सर्वांचा परिणाम एकंदरीत पिकाचे उत्पादन वाढविण्यास मदत होते. उत्पादित मालाचा दर्जाही चांगला राखला जातो. जमिनीत पाणी मुरण्याच्या गुणधर्मांमुळे धूप कमी होते. सॅद्रिय पदार्थांमुळे जमिनीचे भौतिक गुणधर्म सुधारतात आणि रासायनिक खतांना उत्तम प्रतिसाद मिळतो. तसेच सॅद्रिय खतामधून मुख्य, दुय्यम व सूक्ष्म अन्नद्रव्यांचा पुरवठा करता येतो. सॅद्रिय खतातील एकूण नत्रांपैकी २० ते ३० टक्के नत्र पिकांना उपलब्ध होतो. सूक्ष्म अन्नद्रव्यांपैकी विशेषतः मंगल व बोरॉन यांचा पुरवठा जास्त वाढतो. ही खते जमिनीतील सूक्ष्म जिवाणूसाठी खाद्य म्हणून उपयोगी पडतात व त्यामुळे त्यांची जमिनीतील संख्या वाढणेस मदत होते. जमिनीतील अन्नद्रव्ये उदा. स्फु द व इतर खनिजांची उपलब्धता वाढविण्यासाठीही सॅद्रिय खतांचा फर उपयोग होतो.

वरील तक्त्यावरून एक लक्षात येते की जनावरांच्या शेणखतामध्ये नत्र पालाशाचे प्रमाण जास्त असते तर स्फु रदाचे प्रमाण कमी असते. कोंबडी खतामध्ये सर्वच अन्नद्रव्यांचे प्रमाण जास्त असते. मलमुत्रातील मुलद्रव्यांचे प्रमाण हे प्राण्यांचे अन्न आणि

त्याची अवस्था, प्राण्यांचे वय, मलमुत्र, साठवणीचा प्रकार इत्यादी बाबींवर अवलंबून असते. जनावरांनी खाल्लेल्या चान्यातून ७० ते ९० टक्के नत्र व स्फु रद आणि पालाश हे शेंण व मुत्र यांच्यामधून बाहेर पडतात.

सॅद्रिय खताचे तत्व

जमिनीची सुपिकता टिकवण्यासाठी तसेच वाढविण्यासाठी आणि जमिनीतील जैविक क्रिया वाढवण्यासाठी पुरेशा प्रमाणात कुजणारे सुक्ष्मजीव, वनस्पती किंवा प्राणीजन्य पदार्थ जमिनीत परत घालून त्यापासून निर्माण होणारे उपयोगी सुक्ष्मजीव, वनस्पतीजन्य व प्राणीजन्य पदार्थ हेच खत व्यवस्थापनाचा पाया असला पाहिजे. खत व्यवस्थापन प्रामुख्याने जैविक विघटनशील वनस्पती व प्राणीजन्य पदार्थ यांचेशी निगडीत असायला हवे. यामुळे जमिनीचे आरोग्य, सॅद्रिय पदार्थ, सुपिकता, सुक्ष्मजीव यांचे संतुलन साधले जाते व एकंदरीत पिक उत्पादनावर भर पडते.

सॅद्रिय खताचे फायदे

सॅद्रिय खताच्या वापरामुळे शेताचा पोत सुधारतो. पोत सुधारतो म्हणजे त्यामध्ये पाच गोष्टींचा समावेश आहे.

- १) जमिनीची सच्छिद्रता सुधारते व जमिनीत हवा खेळती रहाते.
- २) जमिनीची जलधारणा शक्ती वाढते.
- ३) पाण्याचा निचरा चांगला होतो व जमिनीत वापसा राखला जातो.
- ४) पोषकद्रव्यांचे शोषण चांगले होते.
- ५) जमिनीत जिवाणूंची संख्या वाढते.

प्रकरण- ३

सेंद्रिय खते तयार करण्याच्या पद्धती

सेंद्रिय खताचे प्रकार व सेंद्रिय खत तयार करण्याच्या पद्धती

सेंद्रिय खते प्रामुख्याने त्यांच्या वापरावरून व अन्नद्रव्यावरून दोन प्रकारात मोडतात.

अ) भर खते

ही पिकांना सावकाश लागू पडतात. त्यामधील पोषणद्रव्यांचे प्रमाण कमी असते त्यामुळे ती जास्त प्रमाणात द्यावी लागतात उदा. शेणखत, कंपोस्ट खत, ऊसाच पाचपटाचे कंपोस्ट खत, हिरवळीचे खत, गांडूळ खत, व्हर्मीवॉश इ.

ब) जोर खते

भरखतांच्या मानाने यामध्ये पोषण मूल्यांचे प्रमाण जास्त असते. त्यामुळे ही खते भर खताच्या मानाने कमी प्रमाणात द्यावी लागतात. उदा. सर्व प्रकारच्या पेंडी, हाडांचा चुरा, मासळी खत इ.

अ) भर खते तयार करण्याच्या पद्धती

१) शेणखत

जनावरांचे शेण, मूत्र, गोठ्यातील काडीकचरा, झाडलोट करून निघालेले टाकाऊ पदार्थ आणि जनावरांना घातलेल्या वैरणीचे उर्वरित अवशेष यांच्यापासून शेणखत तयार होते. हे पदार्थ जनावरांच्या मलमूत्राने माखलेले व भिजलेले असतात. साधारणपणे जनावरांच्या विष्टेमध्ये तीन भाग शेण व एक भाग मूत्र असते.

तक्ता क्र.४ एक टन शेणखताची समतुल्य रासायनिक खते तुलना

अ. न.	एक टन शेणखतातील एकूण अन्नद्रव्यांचे प्रमाण	एक टन शेणखतातील अन्नद्रव्याइतकी समतुल्य रासायनिक खते व प्रमाण
१	५.६ किलो नत्र	१२.१७ किलो युरीया
२	३.५ किलो स्फुरद	२१.८८ किलो सुपर फॉस्फेट

३	७.८ किलो पालाश	९.५२ किलो म्युरेट ऑफ पोटॅश
४	१.० किलो गंधक	१.०० किलो गंधक
५	२०० ग्रॅम मंगल	८२३ ग्रॅम मॅगनीज सल्फे ट
६	९६ ग्रॅम जस्त	४३६ ग्रॅम झिंक सल्फे ट
७	८० ग्रॅम लोह	४०० ग्रॅम फे रस सल्फे ट
८	१५.६ ग्रॅम तांबे	६२ ग्रॅम कॉपर सल्फे ट
९	२० ग्रॅम बोरॉन	११८ ग्रॅम बोरीक ॲसिड
१०	२.३ ग्रॅम मोलिब्डेनम	४ ग्रॅम अमोनियम मोलिब्डेनम
११	१ ग्रॅम कोबाल्ट	४.० कोबाल्ट क्लोराईड

शेणखताच्या हाताळणीत होणारा अन्नद्रव्यांचा नाश

शेणखतामधील शेण आणि मूत्र यामध्ये नत्र व पालाश सारख्या प्रमाणात असतात. परंतु एकूण स्फु रदापैकी ९६ टक्के स्फु रद शेणामध्ये असतो. म्हणून नत्र, स्फु रद आणि पालाश यांचा नाश होऊ न देता त्यांची हाताळणी व साठवण योग्य प्रकारे करणे आवश्यक आहे.

द्रवरूप मूत्राचा नाश

सर्वसाधारणपणे मूत्राची साठवण केली जात नसल्याने मूत्राचा नाश होतो. भारतात गोठ्यातील जमिन भुसभुशीत असल्यामुळे मूत्र जमिनीत मुरते. वायूरूप अमोनिया वातावरणात उडून जातो आणि पिकाच्या वाढीसाठी उपलब्ध होत नाही.

शेणाचा नाश

खेड्यांमध्ये शेणापासून गोवऱ्या तयार करून त्याचा जळणासाठी मोठ्या प्रमाणात उपयोग करतात. त्याचप्रमाणे जनावरे रानात चरावयास जातात त्यावेळी त्यांचे शेण व मूत्रातील अन्नद्रव्ये इतरत्र पडून वाया जातात. शेण व गोठ्यातील काडीकचरा यांचे ढीग उघड्यावर ठेवल्यामुळे त्यातील अन्नद्रव्यांचा नाश होतो. शेणखतातील ५० टक्के नत्र व स्फु रद आणि ९० टक्के पालाश या विद्राव्य स्वरूपातील अन्नद्रव्यांचा पावसाच्या पाण्यामुळे वाहून नाश होतो.

शेणखताच्या साठवणीमध्ये मोठ्या प्रमाणात अमोनियाची निर्मिती होते. अमोनियामुळे मूत्रातील युरिया व नत्रयुक्त घटकांचे विघटन सावकाश होते. जसजशी कुजण्याची क्रिया वाढत जाते तसतशी अधिकाधिक अमोनियाची निर्मिती होते. हा घटक बराचसा अस्थिर असल्याने कार्बोनेटची तीव्रता, तापमान व हवेचा दाब यांची वाढ झाल्यास अमोनिया वायुचा नाश जास्त होतो. शेणखत उघडे टाकल्यास त्यामधील सुमारे अर्ध्याअधिक अन्नद्रव्यांचा नाश होतो. शेणखतातील नत्राचा नाश कमी होण्यासाठी जिप्सम किंवा सुपर फॉस्फेट या रक्षणशील रसायनांचा वापर करतात.

हे खत जोपर्यंत ओले असते तोपर्यंत अमोनिया सल्फेट मधून नत्राचा नाश होत नाही. परंतु खत कोरडे होऊ लागताच उलट रासायनिक क्रिया होऊन अमोनियाचा नाश होत राहतो. भारतातील हवामान बहुतांशी उष्ण असल्याने जिप्सम या रसायनाचा फारसा उपयोग होत नाही. आपल्या देशात सुपर फॉस्फेट टचा या कामी मोठ्या प्रमाणावर उपयोग करतात. जनावरांच्या गोठ्यामध्ये

सुपर फॉस्फेट टाकतात. सुपर फॉस्फेटमध्ये ५० ते ६० टक्के जिप्सम असते. यांच्या रासायनिक क्रियेतून तयार झालेल्या ट्रायकॅल्शियम फॉस्फेटची अमोनियम सल्फेटशी क्रिया होत नाही आणि खत कोरडे झाले तरी मुलद्रव्यांचा नाश होत नाही.

शेणखत साठवितांना सुपर फॉस्फेटचा वापर केल्यास शेणखतातील नत्राचा अमोनियाच्या स्वरूपात नाश कमी होतो. तसेच शेणखतामधील स्फुरदाचे प्रमाण वाढते आणि ट्रायकॅल्शियम फॉस्फेट हे सेंद्रिय अवस्थेत असल्याने ते पिकांना हळूहळू उपलब्ध होते आणि शेणखतातील स्फुरदाची कार्यक्षती वाढते. दरदिवशी अर्धा ते एक किलो सुपर फॉस्फेट प्रत्येक जनावराच्या गोठ्यामध्ये ज्या ठिकाणी जनावराचे मूत्र जमा होते त्या ठिकाणी टाकावे.

सध्या शेणापासून गोबरगॅसचा वापर अतिशय लोकप्रिय होत आहे. गोबरगॅसमधून बाहेर पडणाऱ्या खतामध्ये १.५ टक्के नत्र, ०.४ टक्के स्फुरद आणि २.२ टक्के पालाश असते. गोबरगॅस संयंत्रात जनावरे, माणूस, घोडा, डुकरे यांचे मलमूत्र, गवत, भाजीपाल्याचा टाकाऊ भाग आदी सेंद्रिय पदार्थांपासून मिथेन गॅस तयार होतो. या सूक्ष्म जिवांची क्रिया ३० ते ६० अंश सेल्सिअस तापमानात चांगली होते. गोबरगॅस मधून बाहेर पडणारा स्लरीमध्ये नत्राचे प्रमाण जास्त असते. त्याचप्रमाणे त्यात स्फुरद, पालाश हे मुख्य अन्नद्रव्ये आणि गंधक, जस्त आणि लोह ही सूक्ष्म अन्नद्रव्ये सुद्धा असतात.

प्रक्रिया युक्त शेणखत

कृत्रिम शेणखत हे शेतातील काडीकचरा, टाकाऊ पदार्थ आदी पासून कृत्रिम पद्धतीने बनविलेले सेंद्रिय खत असून, त्यात शेणाचे प्रमाण कमी असते किंवा नसते. या खत तयार करण्याच्या पद्धतीस 'अँडको पद्धत' म्हणतात.

शेतातील टाकाऊ पदार्थांमधील कार्बन आणि नायट्रोजन यांचे गुणोत्तर ४०.१ या प्रमाणात येईल अशा प्रकारे अमोनियम सल्फेटच्या रूपात नत्राचा पुरवठा करावा. सेंद्रिय पदार्थांमध्ये ०.४ टक्के नत्र व ४५ टक्के कार्बन असल्यास वाळलेल्या १०० भागामध्ये ०.७५ भाग नत्र टाकावा. या ज्यादा टाकलेल्या नत्रास नत्राचे कारक असे म्हणतात. नत्राऐवजी रक्ताचे खत किंवा तेलाची पेंड टाकल्यास उत्तम खत तयार होते याशिवाय त्यामध्ये स्फुरद व पालाश टाकावे. या वापरलेल्या नत्र, स्फुरद व पालाश यांना 'अँडको पावडर' असे म्हणतात. योग्य ओलावा, हवा आणि अँडको पावडर यामुळे साखर, पिष्टमय पदार्थ, सेल्युलोज, हेमी सेल्युलोज यांचे विघटन होऊन त्यांचे ह्यूमसमध्ये रूपांतर होते. हे खत जमिनीत घातल्यानंतर पाण्यात न विरघळणाऱ्या नत्राचे अमोनिकरण व नायट्रीकरण क्रियामुळे नत्रात रूपांतर होते.

द्रवरूप शेणखत

जनावरे, डुकरे व कोंबड्या यांच्या विष्ठेपासून द्रवरूप शेणखत करतात. गोठ्यातील मलमूत्र गोळा करून ते सिमेंटच्या टाकीमध्ये साठविले जाते आणि जरूरीप्रमाणे त्याचा उपयोग खत म्हणून करता येतो. भारतात मात्र अशा प्रकारचे विशिष्ट द्रवरूप शेणखत तयार करीत नाहीत. परंतु शेणामध्ये योग्य प्रमाणात पाणी व सूक्ष्म अन्नद्रव्ये विशेषतः लोह मिसळून ते २४ तास भिजत ठेवून त्याचा उपयोग चुनखडीयुक्त जमिनीत लोहाची उपलब्धता वाढविण्यासाठी करतात.

सुधारीत तंत्राप्रमाणे द्रवरूप शेणखतातील घट्ट सेंद्रिय पदार्थ मशीनच्या सहाय्याने वेगळा केला जातो. त्यामुळे सेंद्रिय पदार्थांमध्ये पाण्याचे प्रमाण ८२ टक्क्यापेक्षा कमी राहते. त्यामध्ये कार्बन-नायट्रोजन यांचे गुणोत्तर खूपच कमी असल्याने त्यांचा जमिनीशी संबंध आल्यास विघटन ताबडतोब होते. काही वेळा हे प्रमाण २५ ते ३० टक्क्यांपर्यंत खाली आणता येते व ते शेणखतामध्ये मिसळल्याने अन्नद्रव्यांचे प्रमाण वाढते. सेंद्रिय पदार्थांपासून वेगळ्या केलेल्या स्लरीमध्ये पाण्याचे प्रमाण ९४ ते ९५

टक्के असल्याने ते पंपाच्या सहाय्याने शेतावर पसरविता येते. डुकरापासून मिळणाऱ्या १,००० लिटर द्रवरूप शेणखतामध्ये ६० ग्रॅम तांबे व ४५ ग्रॅम जस्त असते. हे प्रमाण जनावरे किंवा कोंबड्या यांच्यापासून तयार केलेल्या द्रवरूप खतापेक्षा जास्त असते.

२) कंपोस्ट खत

कंपोस्ट खत तयार करणे ही एक जीवशास्त्रीय प्रक्रिया असून, तिच्यामध्ये न कुजलेल्या सेंद्रिय पदार्थांचे सुक्ष्म जिवाणू मार्फत विघटन होते आणि कार्बन-नायट्रोजन यांचे गुणोत्तर कमी होते. अशा विघटन झालेल्या सेंद्रिय पदार्थांना कंपोस्ट खत असे म्हणतात. अशा पद्धतीने तयार झालेल्या कंपोस्ट खतामधून शेणखताच्या तुलनेने अधिक प्रमाणात सेंद्रिय पदार्थ मुख्य आणि सुक्ष्म अन्नद्रव्ये यांचा पुरवठा होतो. कंपोस्ट खत हे शेतातील टाकाऊ पदार्थ उदा. पिकांची धसकटे, तण, गवत, पिकांचे अवशेष, काड, खळ्यावरील निरुपयोगी पदार्थ, कापसाचे देठ, पिकांचा भूसा पाने, उरसाचे पाचट, चिपाड, गोठ्यातील मूत्र शोषून घेतलेली माती इत्यादीपासून कृत्रिम पद्धतीने तयार करतात. त्याचप्रमाणे शहरातील कचरा, टाकाऊ पदार्थ, सोनखत, सुवेज, मैला, घराघरातून टाकेला कचरा, भाजी मंडई, मच्छीबाजार, खाटीक खाण्यातील कचरा लोकर व कापूस यांचा टाकाऊ भाग यापासूनही उत्तम प्रकारचे कंपोस्ट खत तयार होते.

कंपोस्ट खत तयार करण्यासाठी महत्वाच्या बाबी

स्फु रदाचा वापर

पाणी

नत्राचा वापर

सेंद्रिय पदार्थांचे कर्ब नत्र प्रमाण

कंपोस्ट

सेंद्रिय पदार्थांचा प्रकार

नियमित चाळवणी

कंपोस्ट जिवाणूंचा वापर

नत्र स्थिर करणारे जिवाणू

१) बाष्प

सुक्ष्म जिवाणूंच्या संवर्धनासाठी पाण्याची योग्य प्रमाणात आवश्यकता असते. उघड्या हवेमध्ये पाण्याचे प्रमाण ४० टक्के पेक्षा कमी असल्यास सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन होते. परंतु बाष्पाचे प्रमाण ६० टक्क्याच्या वर गेल्यास सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन हवा विरहीत वातावरणात होते.

२) तापमान

सेंद्रिय पदार्थांचे विघटनासाठी तापमान ४० ते ७० सेल्सीअस पर्यंत असावे लागते. खताचा खड्डा भरल्यानंतर सुक्ष्म जिवाणुमुळे खड्ड्याचे तापमान वाढते. हे तापमान ७० सेल्सीअसपेक्षा जास्त झाल्यास खड्ड्यातील माल खालीवर करून घ्या. त्यामुळे खड्ड्यात हवाखेळती राहून प्राणवायूचा पुरवठा होतो. खड्ड्यातील ओलाव्याचे (आर्द्रतेचे) योग्य प्रमाण राखल्यास तापमान प्रमाणात राहते व त्यामुळे सुक्ष्म जिवाणू, बुरशी व अँक्टिनोमायसेटिस यांची चांगली वाढ होते. जिवाणूंच्या पुनरुत्पत्तीसाठी व त्यांची भरमसाठ वाढ होण्याच्या दृष्टीने २८ अंश सेल्सीअस ते ३८ अंश सेल्सीअस हे तापमान अतिशय उत्तम असते. मात्र तापमान १० अंश सेल्सीअसच्या खाली गेले तर जिवाणूंची वाढ थांबते व ते सुप्तावस्थेत जातात.

३) सेंद्रिय पदार्थ

कंपोस्ट खताची निर्मिती टाकाऊ सेंद्रिय पदार्थांच्या उपलब्धतेवर अवलंबून असते. सेंद्रिय पदार्थांचा वापर करताना त्याचे लहान लहान तुकडे केल्यास हवायुक्त पद्धतीने जलद विघटन होते.

४) कॅल्शियम फॉस्फेटचा वापर

विघटनाचा वेग वाढवण्यासाठी, उत्पादन वाढवण्यासाठी तसेच त्यातील नत्राचे प्रमाण वाढविण्याच्या दृष्टीने मदत होते. सेंद्रिय पदार्थांत असणाऱ्या नायट्रेट नत्राचे नत्रवायूमध्ये रूपांतर होण्यास अटकाव होतो हे टाळण्यासाठी स्फु रदाचा वापर अत्यंत उपयोगी पडतो. यासाठी एक टन सेंद्रिय पदार्थासाठी १ ते २ किलो सुपर फॉस्फेट वापरणे आवश्यक असते.

५) कार्बन नायट्रोजन गुणोत्तर

पिकाच्या वाढीच्या व खताच्या गुणवत्तेच्या दृष्टीने कार्बन नायट्रोजन गुणोत्तर हे ३०:१ पर्यंत किंवा त्यापेक्षा कमी असणे आवश्यक असते. सुक्ष्म जिवाणूंच्या वाढीसाठी कार्बनची आवश्यकता असते तर नत्राचा उपयोग प्रथिने तयार करण्यासाठी होतो.

६) नत्राचा वापर

सेंद्रिय पदार्थांचे जलदगतीने विघटन होण्यासाठी नत्राचे १ टक्का प्रमाण ठेवावे त्यासाठी १ टन सेंद्रिय पदार्थासाठी १ ते २ किलो यूरिया टाकावा.

७) जिवाणू संवर्धकाचा वापर

कृत्रिमरित्या तयार केलेली जिवाणू संवर्धके खड्ड्यात वापरल्यास जिवाणूंची संख्या वाढते व त्यामुळे सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन होण्यास मदत होते. त्यासाठी एक टन सेंद्रिय पदार्थांमध्ये अर्धा किलो जिवाणू संवर्धक पुरेसे होते. त्यामध्ये बुरशीजन्य, ट्रायकोडर्मा, अॅस्पराजिलस, पेनिसिलियम, क्रायसोजिनम इत्यादी जिवाणू संवर्धके वापरावीत.

८) चाळणी

खड्ड्यामध्ये एक महिन्याच्या अंतराने २ ते ३ वेळा चाळणी करून घेतल्यास हवा खेळती रहाते. प्राणवायूचा पुरवठा चांगला होतो व जिवाणू संख्या वाढते व विघटन लवकर होते.

स्वयंपाकघरातील कचरा,

कडधान्याचा भुसा

तृणधान्याचा भुसा

कारखान्यातील टाकाऊ सेंद्रिय पदार्थ

हिरवळीची खते

काडीकचरा

कंपोस्ट

गवत

ऊसाचे पाचट

गव्हाचे काड

जनावरांचे मलमूत्र व उष्टावळ

झाडपाला

शहरातील काडीकचरा

विघटन प्रक्रियेतील रासायनिक बदल

विघटनाच्या प्रक्रियेत सेंद्रिय पदार्थांमधील शर्करा व पिष्टमय पदार्थांचा उपयोग सुक्ष्म जिवाणू करतात. त्याचबरोबर स्निग्ध पदार्थांचेही विघटन होत असते. काष्ठमय पदार्थांमध्ये विघटन प्रक्रियेत लिग्निनसारख्या सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन होणेस बरेच दिवस

लागतात. सेंद्रिय पदार्थाचे विघटन होताना प्रथम त्याचा सामू कमी होतो परंतु खड्ड्यातील किंवा ढिगातील तापमान वाढते व त्याच बरोबर सामूही वाढतो व नंतर स्थिर राहतो. विघटन प्रक्रियेत सेंद्रिय पदार्थाचे वजन ४० टक्के कमी होते तर आकारमान ६० टक्के कमी होते.

सेंद्रिय खत तयार होत असताना सुक्ष्म जिवाणू प्रथम अमोनिया स्वरूपातील नत्राचा उपयोग करतात त्याचबरोबर अविद्राव्य स्वरूपातील नत्राचे विद्राव्य नत्रात रूपांतर करतात. सेंद्रिय पदार्थातील प्रथिनांचे रूपांतर अॅमिनो आम्लात होते व नंतर अमोनिया तयार होतो. विद्राव्य सेंद्रिय नत्राचे पाण्यात विरघळणाऱ्या नायट्रेट नत्रामध्ये रूपांतर होवून असे नत्र निचरा होवून निघून जाते किंवा त्याचे नत्रवायूमध्ये रूपांतर होते.

कंपोस्ट खत तयार करण्याच्या पद्धती

कंपोस्ट खत पाच प्रकारे तयार करता येते.

अ) इंदूर पद्धत :

१) ढीग पद्धत

२) खड्डा पद्धत

ब) बंगलोर पद्धत

क) नाडेप पद्धत

ड) सिंथेटिक पद्धत

इ) यांत्रिकी पद्धत

अ) इंदूर पद्धत

भारतामध्ये हॉवर्ड आणि वाऊ यानी कंपोस्ट खत कसे तयार करावे हे १९२६ ते १९३० च्या दरम्यान प्रथम दाखवून दिले व त्या पद्धतीलाच कंपोस्ट खत तयार करण्याची इंदूर पद्धत म्हणून ओळखले जाते. या पद्धतीत पिकांचे अवशेष, धसकटे, पालापाचोळा, पाचट, काड, शेण, जनावरांचे मूत्र, गोठ्यातील सरव, शेणमूत्र मिश्रित सर्व टाकाऊ सेंद्रिय पदार्थ या सर्वांचा उपयोग कंपोस्ट खत तयार करण्यासाठी करतात. इंदूरपद्धतीमध्ये दोन प्रकारे कंपोस्ट खत तयार करतात.

१) ढीग पद्धत

२) खड्डा पद्धत

१) ढीग पद्धत

ढीग पद्धतीमध्ये सेंद्रिय पदार्थाचे विघटन हवेच्या सानिध्यात घडवून आणतात त्यास हवेष्णू (एरोबीक) विघटन म्हणतात. ढिगाची लांबी २ मीटरपेक्षा जास्त, रुंदी २ ते १.५ मीटर असते. ढीग वरच्या बाजूस निमूळता असावा. ढिगाच्या पृष्ठभागाची रुंदी पायापेक्षा ६० सें. मी. नी कमी असावी.

ढीग रचताना प्रथम २० सें. मी. जाडीचा कर्बयुक्त पदार्थाचा थर व त्यावर नत्रयुक्त पदार्थाचा थर अशा पद्धतीने ढिगाची उंची १.५ मीटरपर्यंत ठेवावी. ढीगामध्ये पिकांचे अवशेष, शेण, मलमूत्र, माती, राख, पालापाचोळा, पाणी या पदार्थांचा वापर खत तयार करण्यासाठी करावा. ढीगामध्ये कठिण व टणक पदार्थ तळाशी पसरावेत आणि त्याचे प्रमाण १० टक्के पेक्षा जास्त नसावे अन्यथा कुजण्याची क्रिया मंद होते व उत्पादित खताची प्रतही कमी दर्जाची राहते.

थर रचत असताना प्रत्येक थरावर पाणी शिंपडावे पावसाचे पाणी धरून ठेवण्यासाठी ढिग मध्यभागी थोडासा खोलगट असावा. तयार झालेला ढिग सर्व बाजूने माती आणि वाळलेले गवतांनी झाकून टाकावा. त्यामुळे आतील उष्णता बाहेर जाणार नाही. अशा प्रकारे तयार केलेला ढिग २-३ महिन्यांनी खाली वर करावा त्यामुळे थरातील सेंद्रिय पदार्थ मिसळले जातात. हवा खेळती राहते, सुक्ष्म जिवांची वाढ चांगली होवून विघटनाचा वेग वाढतो. साधारणपणे ४ महिन्यांनी विघटन प्रक्रिया पूर्ण होवून उत्तम खत तयार होते. ही पद्धत जास्त पावसाच्या व पाणथळ भागात जास्त उपयुक्त आहे. अशा पद्धतीने तयार केलेल्या कंपोस्ट खतामध्ये नत्र ०.७७ टक्के स्फु रद ०.४४ टक्के तर पालाश ०.३८ टक्के असते.

ढिग पद्धतीतील काही दोष

- १) मजूर व पैसा जास्त लागतो.
- २) पाण्याचे प्रमाण जास्त असल्याने कमी पावसाच्या प्रदेशात ही पद्धत वापरणे सोईचे होत नाही.
- ३) खत तयार करताना बऱ्याच प्रमाणात माती वापरल्याने खताची प्रत कमी असते.
- ४) बऱ्याच प्रमाणात सेंद्रिय पदार्थ व नत्राचा नाश होतो.

२) खड्डा पद्धत

खड्डा पद्धतीमध्ये सेंद्रिय पदार्थाचे विघटन हे हवा विरहित वातावरणात होते त्यास अहवेष्णू (अनएरोबीक) विघटन म्हणतात. ही पद्धत कमी पावसाच्या प्रदेशात वापरतात. खड्डा निवडताना तो शक्यतो उंच जागी असावा, खड्ड्याच्या भोवती बांध घालावा, दोन खड्ड्यात जास्त अंतर ठेवावे म्हणजे खत भरताना वाहतुकीस अडथळा येत नाही. पावसाचे पाणी खड्ड्यावर पडणार नाही याची काळजी घ्यावी. प्रत्येक खड्डा सात दिवसात भरून पूर्ण करावा. कंपोस्ट खड्ड्याची रुंदी १.५ ते २.४५ मीटर, खोली १ मीटर आणि लांबी आवश्यकतेप्रमाणे ६ मीटरपासून १० मीटर ठेवली तरी चालते.

खड्डा भरण्याची पद्धत

शेतातून व इतर ठिकाणचा उपलब्ध सेंद्रिय पदार्थ, काडीकचरा, पालापाचोळा याचे बारीक तुकडे करावेत व खड्ड्यामध्ये त्याचा २० सें. मी. जाडीचा थर द्यावा. या थरावर १० टक्के शेणकाला करून त्यामध्ये सेंद्रिय पदार्थाचे जलद विघटन करणारे जिवाणू एका टनाला अर्धा किलो या प्रमाणात मिसळावेत व प्रत्येक थरावर शिंपडावे. दुसऱ्या एका ड्रममध्ये पाणी घेऊन त्यात पुरेसे पाणी घ्यावे व त्यामध्ये १ टन काडी कचऱ्यासाठी ८ किलो सुपर फॉस्फेट घेऊन ड्रममधील पाण्यात विरघळावे आणि हे द्रावण खड्डे भरताना प्रत्येक थरावर समप्रमाणात संपूर्ण खड्ड्यास पुरेल अशा बेताने शिंपडावे. सुपर फॉस्फेट न मिळाल्यास हाडाचे खत, रॉक फॉस्फेट किंवा बेसिक स्लॅग टाकावे. सेंद्रिय पदार्थाचे विघटन करणारे जिवाणू यूरिया आणि सुपर फॉस्फेट टच्या द्रावणात मिसळू नयेत. दोन्ही द्रावणे वेगवेगळी करून वापरावीत. त्यासाठी प्रथम यूरिया व सुपर फॉस्फेट टचे द्रावण वापरावे त्यानंतर शेणकाला व जिवाणूंचे मिश्रण प्रत्येक थरावर सारख्या प्रमाणात टाकावे व नंतर आवश्यकतेनुसार जादा पाणी टाकावे. खड्ड्यात पाण्याचे प्रमाण (ओलावा) ६० टक्के राहिल असे पहावे. अशा प्रकारे थरावर थर देवून खड्डा जमिनीच्या वर ३० ते ६० सें. मी. येईल इतका भरावा. संपूर्ण खड्डा १ सें. मी. जाडीच्या मातीच्या थराने अगर शेणमातीने झाकून घ्यावा. म्हणजे खड्ड्यातील पाण्याचे बाष्प होवून उडून जाणार नाही. जरूर भासल्यास खड्ड्यातील सेंद्रिय पदार्थाची दिड महिन्यांच्या अंतराने हलवून चाळणी करावी. अशा पद्धतीने साधारण चार ते साडेचार महिन्यात कंपोस्ट खत तयार होते.

खत तयार झालेले कसे ओळखावे

- १) उत्तम कुजलेले खत पिसासारखे मऊ दिसते.
- २) उत्तम कुजलेल्या सेंद्रिय पदार्थाचे वजन ४० टक्क्यांनी कमी होते तर आकारमान ६० टक्क्यांनी कमी होते.
- ३) खताचा रंग तपकिरी व गर्द काळा असतो.
- ४) खताची विशिष्ट घनता कमी होते.
- ५) खतास मातकट वास येतो.
- ६) खताचे तापमान कमी होते.
- ७) खतामधून कार्बनडायऑक्साईड निघण्याचे प्रमाण कमी होते.
- ८) खतातील कार्बन आणि नायट्रोजन याचे गुणोत्तर २०:१ असे असते व नत्राचे प्रमाण १ ते १.५ टक्के असते.

ब) बेंगलोर पद्धत

भारतात ही पद्धत श्री आचार्य यांनी १९३९ साली बंगलोर येथे सुरु केली. या पद्धतीमध्ये सेंद्रिय टाकाऊ पदार्थ व मैला यांचा कंपोस्ट खत तयार करण्यासाठी उपयोग करतात. गावाच्या बाहेर जमिनीमध्ये १ मीटर खोलीचे चर खणतात. लांबी व रुंदी सोईनुसार ठेवतात. चरामध्ये सेंद्रिय कचरा व मैला यांचे एकावर एक असे थर देवून चर भरून घेतात. चर पूर्ण भरल्यानंतर १५ सें. मी. जाडीचा कचऱ्याचा थर देतात. चरातील सर्व सेंद्रिय पदार्थ खालीवर न करता किंवा पाण्याचा वापर न करता ३ महिन्यांपर्यंत तसेच राहू देतात. या काळात सर्व पदार्थ दाबले जावून वर पुन्हा जागा मोकळी राहते. ही जागा पुन्हा मैला व सेंद्रिय कचऱ्याच्या एक आड एक थराने भरून घेतात. सर्वात वरचा भाग मातीच्या थराने लिपून घेतात त्यामुळे आर्द्रता कमी होत नाही तसेच माशांचा त्रास कमी होतो. अशा पद्धतीने भरलेल्या चरामध्ये सहा महिन्यात खत तयार होते.

क) नाडेप पद्धत

नाडेप कंपोस्ट खत तयार करण्याची पद्धत श्री. ना. दे. पंढरीपांडे यांनी पुसद (यवतमाळ) येथे शोधून काढली. या पद्धतीत एक चौकोनी विटांची टाकी बांधून घ्यावे लागते. त्याच्या भिंती ९ इंच जाडीच्या असतात व आतील मापे लांबी १० फूट, रुंदी ६ फूट व उंची ३ फूट असते. विटांचे बांधकाम मातीत करतात व अधूनमधून हवेसाठी मोकळी जागा सोडतात. टाकीच्या बांधकामाचा शेवटचा थर सिमेंटमध्ये बांधतात तसेच तळही विटामध्ये बांधून घेतात. यानंतर सर्व भिंती शेणमातीने सारवून घेतात व वाळल्यानंतर कंपोस्ट खत तयार करण्यासाठी वापरतात. यामध्ये पिकांचे आवशेष, काडीकचरा, शेणाचा काला व बारीक माती यांचा वापर करतात. ढिग पद्धतीप्रमाणेच यामध्ये सेंद्रिय पदार्थ थरावर थर भरतात व साधारण चार महिन्यांत खत तयार होते.

ड) सिंथेटिक कंपोस्ट

नेहमीच्या पद्धतीने कंपोस्ट तयार करताना सेंद्रिय पदार्थ व शेणाचा वापर करतात. शेणातून सुक्ष्मजिवाला लागणारा नत्राचा पुरवठा होतो. सिंथेटिक कंपोस्ट पद्धतीत शेणाऐवजी रासायनिक खताद्वारे म्हणजे यूरिया किंवा अमोनिया सल्फेटमधून नत्राचा पुरवठा केला जातो. त्यामुळे सेंद्रिय पदार्थाचे विघटन होवून कंपोस्ट खत तयार होते. कंपोस्ट खत तयार करताना कार्बन/नत्राचे प्रमाण ३०:१ ते ४०:१ इतके खाली आल्यानंतर सेंद्रिय पदार्थाचे विघटन होवू लागते. त्यासाठी सेंद्रिय पदार्थाचा थर भिजवून त्यावर रासायनिक नत्र खताचे द्रावण व नंतर चुण्याचे द्रावण टाकतात. काही वेळा सिंगल सुपर फॉस्फेट सुद्धा त्यामध्ये टाकतात. अशा तऱ्हेने थर देवून सर्व खड्डा भरून घेतात. अशा रीतीने या पद्धतीत सहा महिन्यात कंपोस्ट खत तयार होते.

इ) कंपोस्टचे औद्योगिक उत्पादन (यांत्रिकी पद्धतीने)

आतापर्यंत कंपोस्ट खताचे उत्पादन हे छोट्या प्रमाणावर व शेतकऱ्यांच्या शेतावर सहजासहजी व कमी खर्चात करता येणारे पाहिले. परंतु हेच कंपोस्ट खत मोठ्या प्रमाणात व्यावसायिक दृष्टीकोन ठेवून करावयाचे असेल तर ते औद्योगिक उत्पादन म्हणून करावे लागते.

३) ऊसाच्या पाचटापासून कंपोस्ट खत तयार करणे

ऊस पाचट खत :- ऊस हे महाराष्ट्राचे महत्त्वाचे नगदी पीक आहे. ऊसाच्या तोडीनंतर दर हेक्टरी ८ ते १० टन पाचट उपलब्ध होते. महाराष्ट्रात अशा ऊस क्षेत्रातून दरवर्षी जवळपास ३० लाख टन पाचट मिळू शकते व त्यापासून १२ लाख टन कंपोस्ट खत तयार करता येईल असे असले तरी ऊसाचे पाचट जाळून टाकण्याकडे शेतकऱ्यांचा कल जास्त आहे. त्यामुळे त्यामधील नायट्रोजन, कार्बन, गंधक हे अन्नघटक वाया जातात शिवाय जमीन भाजून निघाल्याने त्यातील नत्र, जिवाणू इतर अन्नघटकांचाही न्हास होतो. ही मानसिकता बदलावयाची असेल तर पाचटापासून सेंद्रिय खत तयार करणे हा पर्याय निवडणे अधिक सोयीचे आहे.

अलीकडे जमिनीस शेणखताचा पुरवठा अपुरा होतो. त्यास पर्याय म्हणून ऊसाचे पाचटापासून तयार केलेले कंपोस्ट खत वापरावे. सर्वसाधारणपणे हेक्टरी ८ ते १० टन पाचट मिळते. पाचट गोळा करण्यास खर्चिक असल्याने बरेचसे शेतकरी ते जाळतात त्यामुळे सेंद्रिय कर्ब व नत्र या अन्नद्रव्यांचा नाश होतो. यास्तव पाचटाचे खत करणे फायद्याचे ठरते. अलीकडे पाचटाचे उत्तम कंपोस्ट खत तयार करण्याचे तंत्र विकसित झाले असून, त्याचा शेतकऱ्यांनी अवलंब करावा.

ऊस पाचटाचे कंपोस्ट ढीग किंवा खड्डा पद्धतीने करतात. पाचट चिवट असल्याने ते लवकर कुजत नाही. त्यासाठी त्याचे लहान तुकडे करावेत. तसेच त्याचे विघटन करण्यासाठी जिवाणूंचा वापर करावा लागतो. पाचटात सेंद्रिय कर्बप्रमाण जास्त (४५ टक्के) व नत्र कमी (०.३५ टक्के) असल्याने कर्ब : नत्र प्रमाण १२ : १ असे राहते. त्यामुळे पाचटाचे जिवाणूमाफ त सहज विघटन होत नाही. पाचटाचे लवकर विघटन होण्यासाठी नत्र पुरवठा युरीया माफ त करावा लागतो. पाचट खतामधील नत्रप्रमाण कमी होवू नये म्हणून सुपर फॉस्फेट वापरावे. अशा कंपोस्टमधील स्फुरदाची पिकास उपलब्धता वाढते. पाचटाचे लवकर विघटन होण्यासाठी शेण, माती व पाणी यांचा वापर करावा लागतो.

एक टन ऊस पाचटापासून कंपोस्ट करण्यासाठी ४ मीटर लांब लांब, २ मीटर रुंद व १ मीटर खोल खड्डा तयार करावा. त्यात तुकडे केलेले पाचट २५ ते ३० सें. मी. जाडीच्या थराने भरावे. प्रत्येक थरावर पाचट ओले करून त्यावर जिवाणूमिश्रित शेणकाला शिंपडावा. तसेच युरीया व सुपरफॉस्फेट विस्फरावे. एक टन पाचटास १०० किलो शेण, ५०० ग्रॅम जिवाणूखत, ८ किलो युरीया व १० किलो सुपरफॉस्फेट लागते. शेणकाला करताना शेण व पाणी १: ५ प्रमाणात वापरावे. सर्व थर भरून झाल्यावर पाचटाची वरील बाजू चिखलमातीने बंद करावी. साधारणपणे दीड ते दोन महिन्यांनी खड्डा उघडावा व थरामधील पाचट चांगले मिसळून परत खड्ड्यात भरावे. त्यावेळी थोडे पाणी मारावे व खड्डा पुन्हा चिखलमातीने बंद करावा. खड्ड्यामधील पाण्याचे प्रमाण ५० ते ६० टक्के व उष्णतामान ५० अंश ते ६० अंश सें. ग्रे. असावे. या पद्धतीने ऊस पाचटापासून ४ ते ५ महिन्यांत अर्धा टन उत्तम कंपोस्ट तयार होते. त्यात नत्र १.२५ टक्के, स्फुरद ०.८५ टक्के व कर्ब नत्र प्रमाण २०:१ असे राहते. कंपोस्ट खतास तपकिरी-काळसर रंग येतो व ते सहज कुस्करले जाते. ऊस पाचट खतामुळे शेणखताप्रमाणेच जमिनीची सुपिकता व पीक उत्पादकता वाढते.

शेतात पाचट गाडणे

पाचटाचे रोम मशिनच्या सहाय्याने ५ ते १० मि. मी. आकाराचे लहान-लहान तुकडे करावेत. ऊसाच्या लागवडीसाठी जमिनीत सऱ्या पाडून सरींमध्ये हेक्टरी ५ ते १० टन पाचट टाकावे. या पाचटावर दर टनास ८ किलो यूरिया, १० किलो सिंगल सुपर फॉस्फेट आणि १ किलो जिवाणू संवर्धक टाकावे. नंतर रिजरच्या सहाय्याने वरंब्याचे सरींमध्ये व सरीचे वरब्यामध्ये रुपांतर करावे. त्यामुळे सरीमध्ये टाकलेले पाचट पूर्णपणे गाडले जाते. नंतर हलकेसे पाणी द्यावे. एक महिन्यांनंतर सरींमध्ये ऊसाची लागण करावी. ऊस लागवडीच्यावेळी व नंतर खताच्या मात्रा द्याव्यात.

खोडवा ऊसात पाचट कुजवणे

सॅद्रिय पदार्थांच्या स्वरूपात खोडवा ऊसातही भरपूर पाचट उपलब्ध असते. ऊसाच्या तोडणीनंतर राहिलेले पाचट जाळण्याऐवजी जागेवरच कुजविल्यास खोडवा पिकास उपयुक्त ठरते. यासाठी ऊस तोडणी झाल्यावर राहिलेले पाचट एक सरी आड दाबून घ्यावे. साधारणतः एक एकर क्षेत्रासाठी १६ किलो युरिया व २० किलो सिंगल सुपर फॉस्फेटचे २०० लिटर पाण्यामध्ये केलेले द्रावण किटकनाशक पंपाची नोजल काढून सरीमधील पाचटावर फ वारावे. यावर दोन किलो कंपोस्ट जीवाणू संवर्धन शोणकाल्यामधून एक एकर क्षेत्रावरील पाचटावर शिंपडून हलकेसे पाणी द्यावे. पाचट थोडेसे दबल्यानंतर रिजरच्या सहाय्याने बगला फोडून माती पाचटावर टाकल्यास पाचट जागेवर कुजते. दिवसेंदिवस रासायनिक खतांच्या किमती वाढत आहेत. तसेच लाभक्षेत्रामध्ये पाणी आणि रासायनिक खतांच्या अमर्याद व असंतुलीत वापरामुळे जमिनीची उत्पादकता पर्यायाने ऊस पिकाचे उत्पादन कमी होत आहे. रासायनिक खतांचा मर्यादित व कार्यक्षम वापर करून ऊसाचे उत्पादन वाढवण्याबरोबरच जमिनीची उत्पादकता कायम टिकविण्यासाठी जिवाणू खते व पिक फे रपालटीचा अवलंब करण्याबरोबर सॅद्रिय खतांचा वापर करणे अत्यंत गरजेचे आहे.

४) हिरवळीचे खत

जलद वाढणाऱ्या पिकाची लागवड करून काही दिवासांनी उभे पीक जमिनीत गाडतात त्यामुळे जमिनीतील नत्राची उपलब्धता वाढून जमिनीची भौतिक व रासायनिक सुपिकता सुधारली जाते अशा खतास हिरवळीचे खत असे म्हणतात.

हिरवळीच्या खताचे महत्व

- १) हिरवळीच्या खतामुळे जमिनीतील सॅद्रिय पदार्थांमध्ये वाढ होते. त्यामुळे जमिनीतील उपयुक्त जिवाणूंची संख्या वाढते.
- २) जमीनीची घडण सुधारते आणि घनता कमी होते. त्यामुळे पाणी धरण्याची क्षमता वाढते.
- ३) पावसाचे पाणी जमिनीत शोषून घेतल्यामुळे व जमिनीची धूप कमी होते आणि पाण्याबरोबर वाहून जाणारी अन्नद्रव्ये अडवली जातात.
- ४) क्षारयुक्त किंवा चोपण जमिनीत सुधारणा घडून आणणेस उपयोगी.
- ५) हिरवळीच्या खताचा अच्छादनासारखा उपयोग होतो त्यामुळे तणांचा प्रादुर्भाव कमी होतो व जमिनीत ओलावा टिकून राहतो.
- ६) हिरवळीची खते म्हणून द्विदल पिके जमिनीत गाडल्यास जमिनीतील नत्राचे प्रमाण वाढते.
- ७) हिरवळीची पिके जमिनीतील खोलवरची अन्नद्रव्ये शोषून घेतात व तो पिकाला उपलब्ध करून देतात.
- ८) हिरवळीची पिके हवेतील नत्र पिकास उपलब्ध करून देतात. शिवाय स्फु रद, चुना, लोह यासारखी अन्नद्रव्यांची उपलब्धता वाढणेस मदत करतात.

जमिनीत गाडावयाच्या हिरवळीच्या पिकांचे गुणधर्म

- १) हिरवळीची पिके शक्यतो द्विदल वर्गातील असावीत आणि अयोग्य हवामानात त्याच्याच नत्राचे स्थिरीकरण करण्याची क्षमता असावी.
- २) जलद वाढणारी तसेच त्याची पाण्याची गरज कमीत कमी असावी.
- ३) हलक्या किंवा कमी सुपिक जमिनीत वाढण्याची क्षमता असावी.
- ४) जमिनीच्या खालच्या भागातील अन्नांश शोषून घेण्यासाठी त्यांची मुळे खोल जाणारी असावीत.
- ५) हिरवळीचे पिक ठिसूळ, लवचिक अधिक पाने असलेले असावे. त्यामुळे पिक जमिनीत गाडल्यानंतर कुजण्याची क्रिया लवकर होते व नत्र दुसऱ्या पिकास उपलब्ध होतो.
- ६) पिकाच्या विघटनाची क्रिया लवकर व्हावी यासाठी त्यामध्ये तंतूमय भागाचे प्रमाण कमी असावे.

हिरवळीची खते घेण्याच्या पद्धती

हिरवळीची खते दोन प्रकारे घेता येतात.

- १) पेरलेल्या ठिकाणी उभे पीक जमिनीत गाडणे उदा. ताग, धैचा, गवार इ.
- २) बांधावरील, पडीक जमिनीतील वनस्पतीची हिरवी पाने व फांद्या तोडून आणून जमिनीत गाडणे. उदा. ग्लिरिसिडिया, शेवरी, करंज, सुबाभूळ इ.

हिरवळीचे पीक शेतात कसे गाडावे

निरनिराळ्या हंगामातील पिकाच्या पेरणीपूर्वी दोन महिने अगोदर जमिन नांगरून झाल्यावर हिरवळीच्या पिकांचे आवश्यक बियाणे शेतात समप्रमाणात पेटावे. योग्य वेळी सिंचनाचे पाणी दिल्यावर ५० ते ६० दिवसांनी पिक फुलोऱ्यात येते व फुलोऱ्यात आलेल्या हिरवळीच्या पिकाची जमिनीलगत कापणी करावी. लोखंडी नांगरणे तास घेवून नांगराच्या प्रत्येक सरीमध्ये कापलेले हिरवळीचे पिक समप्रमाणात टाकावे. नांगराच्या दुसऱ्या तासाच्यावेळी पिक संपूर्ण गाडले जाईल याची काळजी घ्यावी. पिक जमिनीत गाडून झाल्यावर वरून फाळी अथवा मैद फिरवावा. त्यामुळे गाडलेले सेंद्रिय पदार्थ पूर्णपणे गाडले जावून हिरवा पाला कुजण्याची प्रक्रिया जलद होते. कदाचित पाऊस पडला नाही किंवा जमिनीत ओलावा कमी असल्यास वरून एक मोकाट पाणी द्यावे त्यामुळे हिरवळीचे खत लवकर कुजण्यास मदत होते योग्य हाताळणी केल्यास हिरवळीची पिके जमिनीत गाडल्यानंतर जमिनीत साधारणपणे एक ते दीड महिन्यात कुजली जावून पिकांच्या गरजेनुसार त्यातील अन्नद्रव्ये पिकांना उपलब्ध होतात. हिरवळीच्या पिकांचा हंगाम, कालावधी, उत्पादन, याविषयी माहिती पुढील तक्त्यात दिली आहे.

तक्ता क्र.६- हिरवळीच्या पिकांची माहिती

अ. क्र.	पिकाचे नाव	हंगाम	कालावधी (दिवस)	हिरवळीच्या वनस्पतीचे उत्पादन (टन/हे)	नत्राचे प्रमाण (टक्के)	मिळणारा नत्र (कि. ग्रॅ./हे.)
१	ताग	खरीप, रब्बी	६०	३१	०.४५	८५
२	धैचा	खरीप, रब्बी	६०	२३	०.४२	८०

३	सेसबानिया रोस्ट्रॅटा (धेंचा)	खरीप, रब्बी	५०	२५	३.५०	२००-२२०
४	सेंजी	रब्बी	६०-८०	२८	०.५३	१४०
५	बरसीम	रब्बी	६०	१६	०.५१	८५
६	लसूणघास	रब्बी	६०	२०	०.५१	१००
७	गवार	खरीप	५०	२०	०.३४	५०
८	चवळी	खरीप	५०	२३	०.४९	५०
९	मूग	खरीप	६०-७०	८	०.४९	४०
१०	मटकी	खरीप	६०-७०	६	०.८०	४०

पाच वर्षांच्या गिरीपुष्पाच्या रोपापासून वर्षाला २० कि. ग्रॅ. हिरव्या पाल्याचे उत्पादन मिळते. १० गुंठे क्षेत्रामध्ये लावलेल्या गिरीपुष्पाच्या रोपापासून दरवर्षी २.० ते २.५ टन हिरव्या पाल्याचे उत्पादन मिळते. या पाल्यामध्ये सेंद्रिय कर्बाचे प्रमाण ३६ टक्के असून नत्र, स्फु रद व पालाश या अन्नद्रव्यांचे प्रमाण अनुक्रमे २.७०, ०.५० व १.१५ टक्के असते. भात शेतीसाठी नत्र, स्फु रद व पालाशयुक्त खतांच्या शिफास केलेल्या मात्रेबरोबर प्रती हेक्टरी ५ टन गिरीपुष्पाच्या पाल्याचा वापर करावा. भात पिकास शिफास केलेल्या हेक्टरी १०० कि. ग्रॅ. नत्राच्या मात्रेऐवजी १० टन गिरीपुष्पाच्या पाल्याचा वापर केल्यास नत्रयुक्त खताची १०० टक्के बचत साधता येते. गिरीपुष्पाप्रमाणे झुडूपवर्गीय सुबाभूळ हे दुसरे महत्वाचे हिरवळीचे महत्वाचे पिक असून, पिकाच्या पाल्यामध्ये नत्र, स्फु रद व पालाशाचे प्रमाण अनुक्रमे ३.१, ०.२० व १.७३ टक्के असते.

५) गांडूळ खत

गांडूळ हा जमिनीत राहणारा प्राणी आहे. तो जमिनीतील सेंद्रिय पदार्थ खातो आणि खाल्ल्यानंतर त्याच्या शरीराला आवश्यक असा भाग सोडून उर्वरित भाग "विष्ठा" म्हणून शरीरातून बाहेर टाकतो. त्यालाच गांडूळ खत म्हणतात. किंवा इंग्रजीमध्ये 'व्हर्मिकोपोस्ट' असे म्हटले जाते.

जगामध्ये गांडूळाच्या ३००० जाती आहेत, तर भारतामध्ये ३०० जातीची गांडूळे आढळून येतात. गांडूळाची लांबी कमीत कमी ३ सें. मी. पासून जास्तीत जास्त चार मीटरपर्यंत असते. जमिनीच्या वेगवेगळ्या थरात निरनिराळ्या लांबी-जाडीचे गांडूळे आढळून येतात. आकाराने लहान असलेल्या जातीची गांडूळे साधारणतः जमिनीच्या १० ते २० सें. मी. थरात सापडतात. जमिनीच्या १० ते २० सें. मी. वरील थरात सापडतात. त्यांना सेंद्रिय पदार्थांचे खाद्य आवश्यक असते. या प्रकारच्या गांडूळाची प्रजनन शक्ती जास्त असते. मोठ्या प्रकारची गांडूळे जमिनीत ३ मीटर खोली पर्यंत जातात आणि माती हे खाद्य म्हणून वापरतात. गांडूळ खत निर्मितीसाठी इसिनीया फे टीडा ही परदेशी जात जगामध्ये सखोल संशोधनाअंती सर्व प्रकारे सर्वोत्तम अशी आढळून आली आहे. पेरीओनक्स एक्सकॅव्हेटस ही गांडूळाची स्थानिक जात सुद्धा गांडूळ खत तयार करण्यास चांगली असल्याने सिद्ध झाले आहे. सध्या इसिनीया फे टीडा ही जात सगळीकडेच गांडूळखत निर्मितीसाठी मोठ्या प्रमाणात वापरत असल्याने या जाती विषयीची ओळख, जीवनक्रम व गांडूळखत निर्मिती याची माहिती पुढे दिली आहे.

गांडूळाची ओळख

गांडूळ हा प्राणी शेतकऱ्याला नवीन नाही. मराठीत त्याला गांडूळ, दानवे, वाळे, केचवे, शिदीड, काडू अथवा भूनाग असे म्हणतात. कंपोस्ट खड्ड्यात, उकिरड्यात किंवा शेतात सर्वत्र हा प्राणी आढळून येतो. परंतु हल्ली शेतातून त्याचे अस्तित्व नष्ट झालेले आहे. त्याची प्रमुख कारणे बेसुमार रासायनिक खतांचा वापर, मोठ्या प्रमाणावर किटकनाशकांचा वापर आणि सेंद्रिय खताचा कमी वापर ही होत. गांडूळाचा रंग तांबूस, तपकिरी, लालसर असतो. गांडूळ दंडगोलाकार असून, दोन्ही टोकाकडे विशेषतः अग्र टोकाकडे निमूळते होत जाते. शरीराचे खंडीभवन झालेले असून, १०० ते १२० समखंड असतात. १४, १५ आणि १६ खंडाभोवती ग्रंथीमय उत्तकाची झालेली पार्यायीका असते. ती असल्यास गांडूळ वयात आला असे समजावे. गांडूळांना हाडे नसतात. त्याचप्रमाणे डोळेही नसतात. परंतु प्रकाशाची संवेदना देणारे अवयव असतात. तोंड व गुदद्वार याशिवाय शरीरावर एक स्त्री जनन रंध्र, एक पूंजनन रंध्र व चार शुक्रग्राहीका रंध्र असतात. गांडूळाचे श्वसन त्वचेमार्फत होते. त्यासाठी त्वचा ओलसर असावी लागते.

जीवनक्रम

गांडूळांच्या जीवनामध्ये अंडी, बाल्ल्यावस्था आणि पूर्णावस्था अशा तीन अवस्था असतात. या सर्व अवस्थांसाठी ओलसर जमीन आवश्यक असते. गांडूळाचा जीवनक्रम प्रामुख्याने स्त्री आणि पुरुष जनन असे दोन्हीही अवयव असतात. गांडूळ प्रत्येक सहा ते सात दिवसांनी अंडी टाकते. या अंड्यामध्ये दोन ते वीस गर्भ असतात. अंडी अवस्था हवामानाचे अनुकूलतेनुसार ७ ते २० दिवसांची असते. गांडूळांची पूर्णावस्था दोन ते तीन महिन्यांची असते. त्यानंतर तो जेव्हा पूर्णावस्थेत येतो तेव्हा तोंडाकडील २ ते ३ सें. मी. अंतरावरील अर्धा सें. मी. आकाराचा भाग जाड होतो. हे वयात आलेल्या गांडूळाचे लक्षण होय. सर्वसाधारणपणे गांडूळाचे आयुष्य दोन ते तीन वर्षांचे असते. इसिनीया फे टीडा या जातीच्या पूर्ण वाढ केल्यास एका वर्षात त्यांची संख्या आठ लक्ष त्र्याऐंशी हजार होते. पिले व प्रौढ गांडूळे एका किलोमध्ये दोन हजार बसतात. शंभर किलो प्रौढ गांडूळे महिन्याला एक टन गांडूळखत तयार करतात.

गांडूळ संवर्धन आणि गांडूळखत निर्मिती

१) जागेची निवड व बांधणी

गांडूळ पैदास करण्याच्या जागेची निवड करताना जमीन पाण्याचा निचरा होणारी असावी. तसेच खड्ड्याच्या जवळपास मोठी झाडे असू नयेत. कारण या झाडाची मुळे गांडूळखतामधील पोषक घटक शोषून घेतात. गांडूळखत तयार करण्यासाठी सावलीची आवश्यकता असल्याने त्यासाठी छप्पर तयार करून घ्यावे. ते तयार करताना रुंदी साडेपाच मीटर, मधील उंची ३ मीटर, बाजूची उंची १ मीटर आणि लांबी गरजेनुसार म्हणजे उपलब्ध होणारे शेणखत व छप्परासाठी लागणारे साहित्य यानुसार ५ ते २५ मीटर पर्यंत असावी. छप्परामध्ये १ मीटर रुंद व २० सें. मी. खोलीचे दोन समांतर चर खोदावेत.

२) गांडूळ खाद्य

चराच्या तळाशी ८ ते ९ सें. मी. उंचीचा किंवा जाडीचा थर काडीकचरा, पालापाचोळा, वाळलेले गवत, ऊसाचे पाचरट यांनी भरावा. त्यावर पाणी मारावे. या थरावर ८ ते ९ सें. मी. जाडीचा दुसरा थर कुजलेले शेणखत, लेंडीखत, सेंद्रियखत यांचा द्यावा. त्यावर ओले होईपर्यंत पाणी शिंपडावे. त्यानंतर या थरावर गांडूळे सोडावीत. यावर ५ ते ६ सें. मी. जाडीचा थर कुजलेले सेंद्रियखत, शेणखत यांचा थर द्यावा. या थरावर २० ते ३० सें. मी. उंचीपर्यंत शेणखत, लेंडीखत, सेंद्रियखत टाकावे. यावर ओले होईपर्यंत पाणी शिंपडावे. हा गादीवाफा गोणपाटाने झाकावा. दररोज या गादीवाफ्यावर पाणी शिंपडावे म्हणजे गादी वाफ्यात

ओलसरपणा टिकून राहिल आणि गांडूळांची चांगली वाढ होऊन गांडूळखत तयार होईल. या पद्धतीने १५ ते २० दिवसात गांडूळखत तयार होते.

शेणखतामध्ये गांडूळांची वाढ उत्तम होते. त्यांची संख्या जोमाने वाढून गांडूळखत उत्तम प्रतीचे तयार होते. त्याचप्रमाणे लेंडीखत, घोड्याची लिद यापासून सुद्धा गांडूळ निर्मिती व उत्तम खत तयार होते. गांडूळासाठी लागणारे खाद्य कमीतकमी अर्धवट कुजलेले असावे. शेणखत आणि सेंद्रियखत यांचे मिश्रण अर्धे अर्धे वापरून गांडूळखत करता येते. गांडूळखाद्यामध्ये शेतातील ओला पाला-पाचोळा, भाजी पाल्याचे अवशेष, अर्धवट कुजलेले पिकांचे अवशेष, साखर कारखान्यातील प्रेसमड याचा वापर होऊ शकतो. मात्र हे खाद्य गांडूळांसाठी वापरताना काही प्रमाणात (१/३) शेणखत मिसळणे आवश्यक आहे. गांडूळखाद्य नेहमी बारीक करून टाकावे. बायोगॅस प्लॅन्टमधून निघालेली स्लरी सुद्धा गांडूळखाद्य म्हणून उपयोगात आणता येते. खड्ड्यामध्ये गांडूळे टाकण्या अगोदर गांडूळखाद्यावर चार- पाच दिवस सारखे पाणी मारावे म्हणजे त्यातील गरमपणा नष्ट होईल. सुक्ष्म जीवाणू संवर्धक (बॅक्टेरीअल कल्चर) वापरून खत कुजविण्याच्या प्रक्रियेस वेग देता येतो. त्यासाठी १ टन खतास अर्धा किलो जीवाणू संवर्धक वापरावे. वरील संवर्धक प्राध्यापक, वनस्पती रोगशास्त्र विभाग, कृषि महाविद्यालय पुणे- ५ यांच्याकडे उपलब्ध होऊ शकेल. या व्यतिरिक्त गांडूळ खाद्यात एक किलो युरिया व एक किलो सुपरफॉस्फेट प्रति टन या प्रमाणात मिसळले असता कुजण्याची क्रिया लवकर होवून गांडूळखत लवकर तयार होईल.

३) गांडूळखत वेगळे करणे

गांडूळखत आणि गांडूळे वेगळे करताना उन्हामध्ये ताडपत्री अथवा गोणपाट अंथरून त्यावर या गांडूळ खताचे ढिग तयार करावेत. म्हणजे उन्हामुळे गांडूळे ढिगाच्या तळाशी जातील व गांडूळे आणि गांडूळखत वेगळे करता येईल. शक्यतो खत वेगळे करताना टिकाव, खुरपे यांचा वापर करू नये म्हणजे गांडूळांना इजा पोहोचणार नाही. या व्यतिरिक्त दुसऱ्या पद्धतीप्रमाणे गादीवाफ्यावर तयार झालेला गांडूळखताचा थर हलक्या हाताने गोळा करून घ्यावा व वाफ्यावर पुन्हा नवीन खाद्य टाकावे. या गांडूळखतामध्ये गांडूळाची अंडी, त्यांची विष्ठा आणि कुजलेले खत यांचे मिश्रण असते. असे गांडूळाचे खत शेतामध्ये वापरता येते. निरनिराळ्या पिकासाठी हे खत हेक्टरी पाच टन प्रती वर्ष या प्रमाणात टाकावे.

४) घरात व परसबागेत गांडूळखत निर्मिती

घरातील दररोज निघणारे भाजीपाल्याचे अवशेष एका कुंडीत किंवा खोक्यात टाकून त्यात गांडूळे सोडावीत. त्याचप्रमाणे परसबागेत लहान खड्डा घेवून त्यात बागेतील पालापाचोळा, गवत टाकून गांडूळे सोडावीत. त्याला रोज पाणी शिंपडावे. अशाप्रकारे तयार झालेले खत कुंड्यातील फुलझाडांना तसेच परसबागेतील झाडांना टाकता येते. त्यामुळे झाडाची वाढ उत्तम होते.

गांडूळ व गांडूळ खताचा वापर

महाराष्ट्र राज्यातील पिकपद्धती पिके, हवामान यांची पाहणी केली असता असे दिसून येते, की ज्या पिकामध्ये कमी प्रमाणात आंतर मशागत, वर्षभर ओलावा व सावली राहिल अशा पिकांमध्ये गांडूळ अथवा गांडूळखताचा वापर केल्यास निरोगी आणि भरपूर उत्पन्न शेतकऱ्यास मिळेल. उदा. काही शेतकरी ऊसाचा खोडवा १०-१५ वेळा घेतात. यामध्ये पाचरट जाळत नाहीत तर ते त्या शेतातच कुजवतात. अशा ठिकाणी गांडूळ उत्तम वाढतात व ते खत तयार करतात. चिक्कू, डाळिंब, केळी, मोसंबी, नारळ, बोर इत्यादी फुलझाडांना गांडूळे टाकल्यास त्यांचा झाडांना उपयोग होतो. त्यासाठी प्रत्येक झाडाच्या वाफ्यात कुजलेले शेणखत आणि १०-१५ गांडूळे टाकावीत. त्यावर पालापाचोळा टाकावा. या पद्धतीने स्थानिक जातीची गांडूळेही जोमाने वाढीस लागतात. ठिबक

सिंचन पद्धतीमध्ये गांडुळे उत्तम वाढतात. गांडुळखत भाजीपाला वर्गीय पिकांनाही वापरता येते. गांडुळे शेतात सोडल्यावर मशागत करू नये. जमिनीत ओलावा ठेवावा. पालापाचोळा, गवत, तण इत्यादींनी जमिन आच्छादून घ्यावी. तसेच किटकनाशकांचा जमिनीत वापर करू नये.

गांडुळखताची तुलना शेणखताबरोबर केली असता असे दिसून येते, की गांडुळखतात शेणखतापेक्षा पोषक घटकांचे प्रमाण थोडे जास्त असते. त्याचबरोबर सुक्ष्मद्रव्ये, उपयुक्त सुक्ष्म जिवाणू, संप्रेरके, एन्झाईमस (वितरक) इ. मोठ्या प्रमाणात असतात. गांडुळखतातील वेगवेगळ्या घटकांची मात्रा गांडुळखाद्याच्या प्रकारावर अवलंबून असते. गांडुळखतामध्ये सरासरी नत्र १ ते १.५ टक्के, स्फु रद ०.९ टक्के व पालाश ०.४ टक्के असते.

गांडुळखताचे उपयोग

- १) जमिनीचा पोत सुधारतो.
- २) मातीच्या कणांच्या रचनेत योग्य असा बदल घडविला जातो.
- ३) गांडुळाच्या बिळांमुळे झाडाच्या मुळांना इजा न होता उत्तम मशागत केली जाते.
- ४) जमिनीत पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता वाढते.
- ५) जमिनीची धूप कमी होते.
- ६) बाष्पीभवनाचे प्रमाण कमी होते.
- ७) जमिनीच्या सामूची (पी. एच. ची) योग्य पातळी राखली जाते.
- ८) गांडुळ खालच्या थरातील माती वर आणतात व तिला उत्तम प्रतीची बनवतात.
- ९) गांडुळखतामध्ये ह्यूमसचे प्रमाण भरपूर असल्याने नत्र, स्फु रद, पालाश व इतर सुक्ष्मद्रव्ये झाडांना भरपूर व लगेच उपलब्ध होतात.
- १०) जमिनीतील उपयुक्त जिवाणूंच्या संख्येत भरमसाठ वाढ होते.

या उपयोगाखेरीज गांडुळ व गांडुळखताची शेतकऱ्यांना पुढीलप्रमाणे मदत होते.

- १) इतर रासायनिक खतांवर पूर्णतः अवलंबून न राहता स्वयंपूर्ण होण्याच्या दिशेने वाटचाल करता येईल.
- २) जमिनीची उत्पादन क्षमता वाढविणे.
- ३) पाणी देण्याचा कालावधी कमी करणे.
- ४) उत्तम प्रतीचे व विक्रमी उत्पादन करून मालाला योग्य भाव मिळविणे.
- ५) रासायनिक खतांचा खर्च कमी आणि पिकांच्या निरोगी वाढीमुळे किटकनाशकांच्या खर्चात बचत, त्याचबरोबर मजुरांचा खर्च कमी.
- ६) गांडुळखत निर्मितीमुळे ग्रामीण भागात बेरोजगारांना रोजगाराची संधी.

पर्यावरणाच्या संदर्भात विचार करावयाचा म्हटलंतर गांडुळानपासून खालील प्रकारे फायदेही होतात.

- १) हवा, पाणी, जमिन प्रदुषण मुक्त करते.
- २) जमिनीची धूप व क्षारांचे प्रमाण कमी करते.
- ३) पडीक जमिनीची धूप व क्षारांचे प्रमाण कमी करते.

४) कचऱ्याच्या विल्हेवाटीने आरोग्यसंदर्भाचे प्रश्न कमी करते.

इतर उपयोग

१) पक्षी, कोंबड्या, पाळीव जनावरे आणि मासे यांना उत्तम प्रतीचे खाद्य म्हणून गांडूळ वापरता येतात.

२) गांडूळपासून अॅमिनोअॅसिड, इन्झाइमस आणि मानवासाठी औषधे तयार करता येतात.

३) पावडर, लिपस्टिक, मलमे यासारखी किंमती प्रसादने तयार करण्यासाठी गांडूळाचा वापर केला जातो.

४) परदेशात पिझ्जा, ऑम्लेट, सॅलड यासारख्या खाद्य वस्तूमध्ये प्रथिनांची कमतरता भरून काढण्यासाठी गांडूळाचा उपयोग करतात.

५) गांडूळाच्या कोरड्या पावडरमध्ये ६० ते ६५ टक्के प्रथिने असतात. तिचा अन्नात वापर करता येतो.

६) व्हर्मीवॉश

गांडूळ खत निर्मिती करत असताना गांडूळ खत खड्ड्यामध्ये ओलावा टिकवण्यासाठी पाण्याचा वापर करावा लागतो. हे पाणी वापरत असताना ज्यादा झालेले पाणी खड्यातून खाली झिरपणे आवश्यक असते. अन्यथा तळाशी पाणी सातून गांडूळे गुदमरली जातात व त्यांची वाढण्याची क्रिया मंदावते हे झिरपणारे पाणी पिवळे धमक असते यालाच व्हर्मीवॉश असे म्हणतात.

व्हर्मीवॉश बनविण्याची पद्धत.

साधारण ५० किंवा ६० लिटरचे प्लॅस्टिकचे ड्रम घेऊन ड्रमच्या बुडाशी दाभनाएवढे लहान छिद्र पाडावे. ड्रमच्या बुडाला चार इंचाच्या विटांचा तुकड्याचा व जाड वाळूचा थर देऊन त्यावर जाळी ठेवावी. त्यावर कुजलेले शेणखत टाकून ड्रम भरून त्यावर एक किलो गांडूळे सोडावीत. ड्रमच्या तळाशी व्हर्मीवॉश गोळा करण्यासाठी हंडी ठेवावी.

दहा दिवसांनी गांडूळांची पूर्ण वाढ झाल्यावर दररोज सकाळी एक लिटर पाणी घालावे. हे पाणी २४ तास पाझरून खालच्या हंडीत जमा होते. एका ड्रममधून ८०० ते ९०० मिली. या प्रमाणात द्रव गोळा होतो. त्याचा रंग पिवळा असतो. यालाच व्हर्मीवॉश म्हणतात. सदर द्रावणात नत्र १.३२ टक्के, स्फु रद ०.७२ टक्के व पालाश ०.६५ टक्के असते. शिवाय पिकवाढीस लागणारी इतर सुक्ष्म अन्नद्रव्ये सुद्धा असतात. असे द्रावण वापरून बुरशीनाशक व पोषक अन्नद्रव्ये करण्यासाठी वापरतात. फ वारणी करावयाची असेल तर २०० लिटर पाण्यात ४ लिटर व्हर्मीवॉश द्रावण मिसळून वापरता येते.

व्हर्मीवॉश वापरण्याचे फायदे

१) पिकावरील बुरशीचा नाश होतो.

२) नत्र, स्फु रद, पालाश व सुक्ष्म अन्नद्रव्ये उपलब्ध स्वरूपात असल्यामुळे पिक जोमदार वाढते.

३) कितकनाशकावरील व खताचा खर्च कमी होतो.

४) घरगुती द्रव्य बाजारभावापेक्षा ९० टक्क्यांनी स्वस्त पडते.

व्हर्मीवॉश सर्वत्र वापरता येते. सर्वसाधारणपणे पिकाच्या वाढीच्या कालावधीत व्हर्मीवॉशच्या दोन फ वारण्यामधील अंतर १० ते १५ दिवसाचे असावे. हंगामी पिकासाठी ३ ते ४ फ वारण्या तर वार्षिक पिकासाठी ५ ते ६ फ वारण्या कराव्यात. व्हर्मीवॉशच्या फ वारणीमुळे कोणतेही दुष्परिणाम होत नसल्याने त्याचा वापर वरचेवर केला तरी चालतो.

ब) जोरखते किंवा प्रभावी सेंद्रिय खते

सॅद्रिय स्वरूपात असणाऱ्या आणि स्थूल सॅद्रिय खतांपेक्षा नत्र, स्फु रद व पालाश यांचे प्रमाण अधिक असणाऱ्या खतांना जोरखते किंवा प्रभावी सॅद्रिय खते असे म्हणतात. ही खते वनस्पती किंवा प्राणी यांच्या कच्च्या किंवा टाकाऊ पदार्थापासून बनवितात. यामध्ये प्रामुख्याने पेंड, रक्त, मासळी, हाडे यांपासून बनवलेली खते यांचा समावेश होतो. विविध प्रकारच्या पेंडी भुईमूग, करडई, एरंडी, करंज, महुआ, सरकी, निंबोळी, तीळ, जवस यांच्यापासून तयार करतात.

तक्त क्र. ७- जोरखते (प्रभावी सॅद्रिय खते) अन्नांशांचे प्रमाण

अ. नं.	जोरखते	नत्र (%)	स्फु रद (%)	पालाश (%)
१	एरंडी पेंड	४.५०	१.७०	०.७०
२	करंज पेंड	३.९०	०.९०	१.२०
३	निंबोळी पेंड	५.००	१.००	१.५०
४	करडई पेंड	४.९०	१.४०	१.२०
५	सरकी पेंड	६.४०	२.८०	२.५०
६	भुईमूग पेंड	७.१०	१.४०	१.३०
७	मांसाचे खत (मिटमिल)	१०.००	२.५०	०.५०
८	मासळी खत	४.१०	०.९०	३.१०
९	हाडाचे खत (बोनमिल)	३.५०	२१.५०	०.००
१०	रक्ताचे खत	१०.००	२.००	१.००

१) पेंडीची खते

गळीत धान्यापासून तेल काढून घेतल्यानंतर उरलेल्या चोथ्यास 'पेंड' असे म्हणतात. पेंडीचे 'खाद्य पेंडी' आणि 'अखाद्य पेंडी' असे दोन प्रकार पडतात. खाद्य पेंडी या खतांच्या उपयोगाशिवाय जनावरांना खाऊ घालण्यासाठी सकस अन्न म्हणून उपयोगी पडतात. एकंद पेंडीपैकी ८५ टक्के खाद्य पेंडी आहेत व १५ टक्के अखाद्य पेंडी आहेत. एरंडी, करंज, निंबोळी पेंडी त्याच्या कडवट व उग्र वासामुळे त्यांचा वाळवीचा प्रादुर्भाव कमी करण्यास उपयोग होतो. भुईमूग व करडईच्या पेंडीत नायट्रोजनचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे त्या लवकर कुजतात व त्यातील अन्नांश पिकांना लवकर उपलब्ध होतात. भुईमूगाची पेंड पिकांना फारच उपयुक्त आहे. पेंडीची पावडर करून ती ओलसर जमिनीत पेरणीपूर्वी घालतात. ही पेंड दीड ते दोन महिन्यात पिकांना लागू पडतात. एकंदर नायट्रोजन पैकी २० ते २५ टक्के कापूस २ ते ३ किलो नायट्रोजन पेंडीतून पिकाना देणे चांगले असते. भारतामध्ये दरवर्षी अंदाजे ३० लाख टन पेंडीचे उत्पादन होते. बऱ्याचशा पेंडीमध्ये नत्राचे प्रमाण अधिक असून, त्या खालोखाल स्फु रद व पालाश यांचे प्रमाण आढळते. याशिवाय त्यांच्यामध्ये सॅद्रिय पदार्थांचे प्रमाण जास्त असते. नत्राच्या जास्त प्रमाणामुळे अशा खतांना नत्रयुक्त सॅद्रिय खते असेही म्हणतात. निरनिराळ्या सॅद्रिय खतांमधील अन्नद्रव्यांचे सरासरी प्रमाण तक्ता ७ मध्ये दिले आहे. पेंडीच्या प्रकारानुसार पेंडीमध्ये सर्वसाधारणपणे ३.९० ते ७.१० टक्के नत्र, ०.९० ते २.८ टक्के स्फु रद आणि ०.७० ते २.५० टक्के पालाश असते.

पिकावर एक ते दोन आठवड्यांनंतर पेंडीचा परिणाम दिसतो. महुआ पेंड मात्र यास अपवाद आहे. कारण यामधील नत्र जमिनीत टाकल्यानंतर दोन महिन्यांनंतर पिकांना उपलब्ध होतो.

पारंपारिक पद्धतीने तेल काढल्यास पेंडीमध्ये तेलाचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे त्यांचे विघटन होत नाही व त्यातील अन्नद्रव्ये पिकांना सावकाश उपलब्ध होतात. परंतु सुधारीत पद्धतीने तेल काढल्यानंतर पेंडीमध्ये फक्त १ ते २ टक्के तेल शिल्लक राहते. पेंडीचे विघटन लवकर होण्यासाठी ओलाव्याची जरूरी असल्याने जेथे जास्त पाऊस पडतो किंवा पाण्याची उपलब्धता असते तेथे पेंडीचा चांगला उपयोग होतो. पेरणी किंवा लागणीच्या वेळी काही दिवस अगोदर पेंडीचा पिकासाठी वापर करतात. शेंगदाणा पेंडीचा उपयोग लागणीनंतर उभ्या पिकांना करता येतो. पिकांच्या प्रकाराप्रमाणे पेंडीची खते विस्कटून, पेरून किंवा मुळांच्या सान्निध्यात टाकावीत. या खतांचा उपयोग फळबागांसाठी खूपच चांगला होतो.

२) रक्ताचे खत

भारतामध्ये कत्तलखान्यांत कापलेल्या जनावरांपासून दरवर्षी ५५,००० टन रक्त मिळते. १०० किलो रक्तापासून २० ते २५ किलो वाळलेले रक्ताचे खत मिळते. वाळलेल्या रक्ताचा सेंद्रिय खत म्हणून फार वर्षांपासून वापर केला जात आहे. कत्तलखान्यातील सुकलेल्या रक्ताच्या भुकटीमध्ये १० ते १२ टक्के नत्र, १ ते २ टक्के स्फुरद आणि ०.५ ते १.० टक्के पालाश असते. रक्ताच्या खतामधील कार्बन आणि नायट्रोजन यांचे गुणोत्तर ३:१ ते ४:१ असते. रक्ताच्या खताचा उपयोग पेंडीसारखा जमिनीस किंवा पिकांना टाकून करतात. रक्ताच्या खताचे ताबडतोब विघटन होत असल्याने सर्व पिकांना उपयोग होतो.

३) मांसाचे खत (मीटमिल)

कत्तलखान्यातील टाकाऊ पदार्थांच्या आणि वाळलेल्या मांसाच्या सेंद्रिय खतामध्ये ८ ते १० टक्के नत्र, २.५ टक्के स्फुरद आणि ०.५ टक्के पालाश असते. एका पोसलेल्या जनावरापासून ४० ते ५० किलो मांस मिळते. त्याचप्रमाणे कत्तलखान्यातील आतडी, गाळसाळ आणि मांसल तुकडे यांपासूनही सेंद्रिय खत मिळते. भारतामधील कत्तलखान्यांत एका वर्षाला १२,००० टन मांसाचे तुकडे यांपासूनही सेंद्रिय खत मिळू शकते. सध्या मांसाचे खत छोट्या प्रमाणात तयार करून ते निरनिराळ्या व्यापारी नावांनी बाजारात विकले जाते. मांसाचे खत करताना मेलेल्या जनावरांचे मांस व हाडे दोन तीन तास पाण्यात शिजवतात. नंतर हाडे मांसापासून वेगळी करतात. ओल्या मांसांमधील पाणी वेगळे काढतात. मांस वाळवून त्याची पावडर करतात आणि ही पावडर खत म्हणून विकतात. या खताचे विघटन ताबडतोब होत असल्यामुळे अन्नद्रव्यांची उपलब्धता लवकर होते.

४) मासळी खत

मासळीपासून तेल काढल्यानंतर उरलेला भाग म्हणजे मासळीचे खत होय. याशिवाय खान्यास अयोग्य असणारी मासळी, मेलेले मासे, माशांचा टाकाऊ भाग यांपासूनही मासळीचे खत तयार करतात. भारतात वर्षभरामध्ये ४०,००० टन मासळीचे खत मिळते. मासळी वाळवून लहान लहान तुकडे करून पावडर करतात. आपल्या देशाला बराच मोठा समुद्रकिनारा लाभल्यामुळे जास्त प्रमाणात मासळीचे खत मिळू शकते. या खतामध्ये ४ ते १० टक्के नत्र, ३ ते ९ टक्के स्फुरद आणि ०.३ ते १.५ टक्के पालाश असते. मासळीच्या खतात कार्बन आणि नायट्रोजन यांचे गुणोत्तर सुमारे ४.४:१ पर्यंत असते. मासळी खतातील अन्नघटकांचे प्रमाण माशांच्या जातीप्रमाणे बदलते. मासळीचे खत हे वाळलेले मासे किंवा त्यांची पावडर या प्रकारात उपलब्ध असते. या खतास घाण वास येतो. मात्र टनास २ लिटर पाईन तेल वापरल्यास हा वास कमी होतो. मासळीच्या खताचे विघटन लवकर होते. त्यामुळे त्यातील अन्नद्रव्ये पिकांना ताबडतोब उपलब्ध होतात. मासळी खताचा उपयोग सर्व प्रकारच्या जमिनी व पिके यांना होतो.

५) प्रेसमड केक

साखर कारखान्यामध्ये साखर तयार करताना रस गाळल्यानंतर चिकलासारखा साका शिल्लक राहतो. त्यावर दाब देऊन त्यातील सर्वरस काढून घेतला जातो. त्यानंतर जो घन पदार्थ शिल्लक राहतो त्याला 'प्रेसमड केक' असे म्हणतात. दर १,००० टन ऊस गळीतामागे ४० टन प्रेसमड केक तयार होतो. महाराष्ट्रात दरवर्षी अंदाजे ३०० लाख टन ऊसापासून १२ लाख टनापेक्षा अधिक प्रेसमड केक तयार होतो. वाळलेल्या प्रेसमड केकमधील घटकद्रव्यांचे सरासरी प्रमाण खालील तक्त्यामध्ये दिले आहे. याशिवाय त्यामध्ये मॉलिब्डेनम, अॅल्युमिनियम, क्रोमियम, इत्यादी घटक अल्प प्रमाणात असतात.

तक्ता क्र. ८ - वाळलेल्या केकमध्ये घटकद्रव्यांचे प्रमाण

घटक	प्रमाण	घटक	प्रमाण
सामू	६.५-७.०	मॅग्नेशियम	०.०५-०.२५ टक्के
विद्युत वाहकता (डेसिसायमन/मीटर)	४.८-७.२	गंधक	०.२२-०.३९ टक्के
नत्र	१.०५-१.४७ टक्के	लोह	२२५०-९५०० पीपीएम
स्फु रद	२.२१-३.०९ टक्के	मंगल	१६३-६२५ पीपीएम

जमिनीचा सामू ८.५ पेक्षा जास्त, सेंद्रिय कार्बन ०.५ टक्के पेक्षा कमी, उपलब्ध स्फु रद हेक्टरी ३० किलो ग्रॅमपेक्षा कमी आणि कॅल्शियम ५ टक्केपेक्षा कमी असणाऱ्या जमिनीत प्रेसमड केक वापरावा. तसेच जमिनीचा सामू ६.५ ते ७.५ पर्यंत किंवा चोपण मध्यम ते चुनखडीयुक्त असणाऱ्या जमिनीतसुद्धा प्रेसमड केक वापरण्यास हरकत नाही.

प्रेसमड केकचा वापर करताना ते ओले असावे. हेक्टरी १५ टनापेक्षा अधिक वापरावे. पाण्याचा तुटवडा असणाऱ्या आणि पाण्याचा निचरा होत नसल्यास प्रेसमड केकचा वापर करू नये. प्रत्येक वर्षी एकाच शेतात प्रेसमड केक वापरू नये. प्रेसमड केक वापरावे. पाण्याचा हमखास पुरवठा आणि जमिनीची सुपिकता टिकवायची असेल तर तीन वर्षांतून एकदा हेक्टरी १५ टनापर्यंत प्रेसमड केक वापरण्यास हरकत नाही.

प्रेसमड केक व्यतिरिक्त साखर कारखान्यातून बगॅस व स्पेंट वॉश आणि पेनिसिलीन कारखान्यामधून पेनिसिलीनयुक्त खत मिळते. कच्च्या बगॅसमधून ०.२५ % नत्र आणि ०.१२ टक्के स्फु रद असते. त्याचप्रमाणे गोबरगॅस संयंत्रापासून निघणाऱ्या स्लरीमध्ये १.५ टक्के नत्र, ०.४ टक्के फॉस्फो ट आणि २.२ टक्के पालाश असते.

प्रकरण- ४

सेंद्रिय शेतीत पिक पध्दतीचा अंतर्भाव

जमीनीमध्ये जेवढे सेंद्रिय कर्बाचे प्रमाण जास्त तेवढी जमिनीची सुपिकता जास्त असते. सेंद्रिय कर्बामुळे मातीचा भुसभुशीतपणा वाढतो. तसेच मातीमधील विद्राव्य क्षाराचे प्रमाण जास्त असल्यास सेंद्रिय खतांचा वापर नीट होत नाही. मातीचा सामू (पी. एच.) उदासीन म्हणजे ६.५ ते ७.५ च्या दरम्यान असावा. परंतु उगवणाऱ्या प्रत्येक वनस्पतीच्या पेशीत सामू आम्लधर्मी असतो आणि असे पिक जमीन अल्कधर्मी (जास्त सामूची) करणेस मदत करते. यावर हिरवळीचे खत व विविध प्रकारचे जिवाणू हा उपाय आहे. उष्ण हवामानाच्या प्रदेशात जमिनीचे पूर्वमशागत जास्त केल्यास जमिनीतील सेंद्रिय कार्बनचे प्रमाण हे त्या भागातील वार्षिक सरासरी तापमान, सरासरी पाऊस, समुद्रसपाटीपासूनची उंची आणि ज्या खडकापासून जमिनी तयार झाल्या त्या खडकाचे प्रकार इत्यादी घटकावर अवलंबून असते.

आपल्या जमिनीत मुळचे सेंद्रिय कार्बनचे प्रमाण कमी आहे. त्यात वाढ करण्यासाठी शेणखत, कंपोस्टखत, हिरवळीचे खत त्याचप्रमाणे सेंद्रिय जोरखते यांचा वापर केला पाहिजेत. यामध्ये प्रामुख्याने पेंडी, मासळीचे खत, हाडाची खते त्याचबरोबर शेतातील

काडीकचरा, भुसा, ताटे, पाने यांचाही उपयोग केला पाहिजे. जमिनीची सुपिकता व उत्पादकता टिकवून ठेवण्यासाठी रासायनिक खताबरोबर सेंद्रिय खते वापरणे गरजेचे आहे. सेंद्रिय खतांत अन्नद्रव्यांचे प्रमाण कमी असलेले ती मोठ्या प्रमाणात वापरावी लागतात. सेंद्रिय पद्धतीने जमिनीची सुपिकता टिकवणेसाठी खालील मुद्दे लक्षात ठेवले पाहिजेत.

- १) सेंद्रिय खते भरखते व जोरखते माध्यमातून वापरणे.
- २) जिवाणू संवर्धकाचा योग्य पद्धतीने वापर
- ३) हिरवळीच्या खतांचा वापर.
- ४) गांडूळ खताचा वापर
- ५) भुसुधारकांचा वापर.
- ६) पिक अवशेषांचा वापर.
- ७) सेंद्रिय पदार्थांचा भर व जोरखतामधून वापर.

वरील सर्व पदार्थांचा वापर कसा करावयाचा याचा उवापोह जिवाणू खते यामध्ये या प्रकरणामध्ये करण्यात आला आहे.

विविध पिकपद्धती व सेंद्रिय शेती

बहुवार पीक पद्धतीत एकापेक्षा अधिक पिके घेतली जात असल्यामुळे कालांतराने जमिनीचा कस कमी होतो. तसेच एखादी विशिष्ट पिकपद्धती वर्षानुवर्षे एकाच जमिनीत घेतल्यास कालांतराने अन्नद्रव्यांची कमतरता भासते. त्याचबरोबर विशिष्ट तणांचा, किडीचा व रोगराईचा प्रारुभाव वाढतो. म्हणूनच सेंद्रिय शेतीमध्ये पिकपद्धती आणि पिकांची फे रपालट या गोष्टींना अनन्यसाधारण महत्त्व आहे.

सेंद्रिय शेतीत काही महत्वाच्या पिकपद्धती आहेत. त्यांची आपण माहिती घेवू या.

१) आंतरपिक पद्धती

आंतरपिक पद्धतीत एकाच शेतात, एकाच हंगामात दोन पिके घेण्यात येतात. त्यात एक प्रमुख पिक असते तर दुसे दुय्यम पिक असते. पिकांची पेरणी ओळीच्या ठराविक प्रमाणात केली जाते. आंतरपिक पद्धतीत प्रमुख पिकांमध्ये द्विदलवर्गीय पिक दुय्यम पिक म्हणून घेतले असता द्विदलवर्गीय पिकाकडून मोठ्या प्रमाणावर हवेतील नत्र जमिनीत स्थिर केला जातो व पिकाची नत्राची गरज भागवली जाते. विविध द्विदलवर्गीय पिकापासून नत्र स्थिर करण्याची क्षमता खालील तक्त्यात दिली आहे.

तक्ता क्र. १ – विविध द्विदलवर्गीय पिकापासून नत्र स्थिर करण्याची क्षमता

अ. क्र.	पिके	नत्र स्थिर करण्याची क्षमता किलो/हेक्टर
१	अल्फ I अल्फ I	१००-३००
२	हरभरा	२३-९७
३	गवार	३७-१९६
४	चवळी	९-१२५
५	भुईमूग	२७-२०६

६	जवस	२५-१००
७	मूग	५०-६६
८	तूर	४-२००
९	सोयाबीन	४९-४५०
१०	वाटाणा	४६

आंतरपिक घेतांना खालील मुद्दे लक्षात घ्यावे

- १) आंतरपिक पद्धती मुख्यतः मध्यम खोल ते खोल जमिनीत (४५ ते ९० सें. मी.) घ्यावी.
- २) दोनपैकी एक पिक लवकर परीपक्व होणारे तर दुसरे उशीरा परीपक्व होणारे असावे. म्हणजे वाढीच्या वेळेस त्यांच्यात स्पर्धा होणार नाही.
- ३) एका पिकाची मुळे खोल जाणारी तर दुसऱ्या पिकाची मुळे जमिनीच्या वरच्या थरात (३० सें. मी.) पसरणारी असावीत. जेणे करून अन्नद्रव्ये व ओलावा यांचा कार्यक्षम वापर होईल.
- ४) दोनपैकी एक पिक द्विदल धान्याचे असावे ज्यामुळे जमिनीचा पोत सुधारणेस मदत होईल.
- ५) आंतर पिक पद्धतीचा वापर केल्याने संकरीत ज्वारीतील टारफु ला गवताला आळा बसतो.

काही शिफारस केलेल्या आंतरपिक पद्धती :

$$१) \text{ बाजरी} + \text{तूर} - (२:१)$$

किंवा

$$\text{सूर्यफुल} + \text{तूर} - (२:१)$$

- २) तूर + गवार - (१:२)
- ३) एरंडी + गवार - (१:२)
- ४) ज्वारी + भुईमूग - (२:१)

आंतरपिक पद्धतीचे फायदे

- १) मुख्य पिकाच्या पूर्ण वाढीच्या पूर्वीच आंतरपिक येत असल्याने दोन्ही पिकांची वाढीसाठी स्पर्धा होत नाही.
- २) पाण्याची गरज वेगवेगळी व वेगवेगळ्या वेळेत असते त्यामुळे पाण्याचा ताण पडत नाही.
- ३) मुळांची वाढ जमिनीच्या वेगवेगळ्या थरातून होत असल्याने जमिनीत खोल पासून वरपर्यंत मुळांना पाणी उपलब्ध होते.
- ४) द्विदल पिकांच्या आंतरपिक असल्याने नत्राचे स्थिरीकरण होवून जमिनीची सुपिकता वाढते.
- ५) सूर्यप्रकाश ऊर्जेचा कार्यक्षम वापर होतो.
- ६) एकाच शेतात एकापेक्षा जास्त पिके एकाचवेळी काढल्याने उत्पन्नात वाढ होते.
- ७) पावसात खंड पडल्यास निदान एक तरी पिक पदरात पडते व अवर्षण परिस्थितीवर मात करणेस मदत होते. म्हणून आंतरपिक पद्धती घेणे फायदेशीर ठरते.

८) द्विदलवर्गीय आंतरपिकामुळे जमिनीवर पालापाचोळा जास्त पडतो त्यामुळे त्याचा आच्छादनासारखा उपयोग होवून ओल टिकविण्यास मदत होते. शिवाय जमिनीतील सेंद्रिय पदार्थांचा पुरवठा होतो.

आंतरपिक पद्धतीचे तोटे

- १) पेरणीत अतिशय अडचणी निर्माण होतात.
- २) यांत्रिकरीत्या किंवा अवजाराने काढणी करणे शक्य होत नाही.
- ३) रासायनिक तण नियंत्रण करणे अशक्य असते.

२) मिश्र पिक पद्धती

दोन किंवा अधिक पिकांचे बीयाणे एकत्र करून कोणत्याही विशिष्ट लागवडीच्या अंतराचा उपयोग न करता पेरणी केलेल्या पिक पद्धतीला मिश्रपिक पद्धती असे म्हणतात. यामध्ये पिकाची पेरणी केली जाते किंवा शेतात बी फोकून पेरणी करतात.

उदा. बार्ली + हरभरा	बाजरी + मूग, उडीद
बाजरी + कुळथी	कापूस + तूर किंवा ज्वारी
भूर्डमूग + सूर्यफूल	गहू + वाटाणा, हरभरा, मोहरी

सेंद्रिय शेतीपद्धतीत मिश्रपिक पद्धतीही जवळपास आंतरपिक पद्धती इतकीच महत्वाची आहे. मिश्रपिक पद्धती ही फार जुनी पद्धत असून, कोरडवाहू तसेच बागायती या दोनही प्रकारच्या शेतीत वापरतात. यामध्ये तृणधान्याबरोबर कडधान्ये मिसळून पेरतात. साधारणपणे मिश्रण केवळ दोनच पिकांचे करतात. त्यापैकी एक मुख्य पिक तर दुसरी दुय्यम पिक असते परंतु कधीकधी तीन किंवा चार पिकांचे मिश्रणही करतात. या पद्धतीत तृणवर्गीय आणि द्विदल वर्गीय यांच्या पिकांचा समावेश असल्याने नत्राचे स्थिरीकरण होते त्याचबरोबर सेंद्रिय पदार्थांचाही जमिनीला पालापाचोळ्याच्या माध्यमातून पुरवठा होतो. त्यामुळे उत्पन्नाबरोबर जमिनीची सुपिकताही टिकवली जाते.

मिश्र पिक पद्धतीचे फायदे

- १) शेतीतून विशेषतः बागायती शेतीतून सोईस्कर हप्त्यात नगदी पैसे मिळतात.
- २) मजुरांना वर्षभर काम मिळते.
- ३) मिश्र पिकातील पिकांच्या वाढीच्या गरजा निरनिराळ्या असल्यामुळे जमिनीचा आणि अन्नावंशाचा जास्तीत जास्त उपयोग करून घेता येतो.
- ४) हवामान, किडी व रोग यांच्या धोक्यापासून बचाव होतो.
- ५) शेतकऱ्यांच्या विविध गरजा उदा. कडधान्ये, तेलबीया, धान्ये भागविल्या जातात.
- ६) गुरांसाठी समतोल आहार व वैरण उपलब्ध होते.

३) पिकांची फेरपालट

एकाच जमिनीत एका पाठीमागून एक अशा विशिष्ट क्रमाने पिके घेण्याची व्यवस्थित पद्धत म्हणजे पिकांची फेरपालट होय. पिकांच्या चांगल्या फेरपालटीच्या योजनेत प्रत्येक पिकांचे दरवर्षी तेवढेच क्षेत्र ठेवले पाहिजे असे नाही. तथापी जमिन, हवामान व आर्थिक परिस्थितीत परवडेल अशा व जमिन सुधारविणाऱ्या पिकांचा व पिकपद्धतीचा योग्य क्रमाने फेरपालटीसाठी वापर केला जातो.

सॅद्रिय शेतीमध्ये अशा फे रपालटीच्या पिकांना महत्वाचे स्थान आहे. फेरपालट करताना तृणवर्गीय पिकानंतर द्विदलवर्गीय पिके हंगामानुसार निवडतांना त्यामुळे द्विदलवर्गीय पिके जमिनीची नत्राची गरज नत्र स्थिरीकरणाने भरून काढून जमिन पुर्वपदाला आणणेस मदत करतात. त्याचबरोबर त्याचा उपयोग पुढच्या पिकाला चांगला होतो.

काही महत्वाच्या पिकांच्या फे रपालटीच्या शिफ रशी खालील आहेत.

कापूस- ज्वारी

कापूस- भुईमूग

कापूस- ज्वारी-भुईमूग

कापूस- ज्वारी किंवा बाजरी- भुईमूग

डाळमिश्रित ज्वारी किंवा बाजरी- भुईमूग

बाजरी- कुळीथ किंवा इतर कडधान्ये

ऊस-भात (खरीप)- गहू (रब्बी)

ऊस- रब्बी ज्वारी- ताग

ऊस- हळद-ज्वारी

ज्वारी- तंबाखू

भात (खरीप)- वाल किंवा हरभरा किंवा उडीद (रब्बी)

कापूस- ज्वारी- गहू

मूग (खरीप)- गहू (रब्बी)

भुईमूग- बाजरी

भुईमूग- कापूस- ज्वारी

पिकांच्या फेरपालटीमुळे होणारे फायदे

- १) जमिनीच्या फु ल जमिनीतील सॅद्रिय पदार्थ टिकवून ठेवल्यामुळे टिकून राहते व पिकांच्या उत्पन्नात वाढ होते.
- २) जमिनीच्या निरनिराळ्या थरातील अन्नांशावर वाढणाऱ्या पिकांचा तसेच अन्नांशाची वेगवेगळ्या प्रमाणात गरज असलेल्या पिकांचा समावेश केल्यामुळे जमिनीत अन्नांशाचे संतुलन राखणेस मदत होते.
- ३) पिकांच्या विविधतेमुळे बाजारातील प्रतिकूलभाव, प्रतिकूल हवामान आणि किडी व रोगांमुळे होणारे नुकसान यांच्यामुळे आर्थिक तोटा होण्याचा जो धोका असतो तो कमी होतो.
- ४) पिके वेगवेगळ्या हंगामात तयार होत असल्यामुळे मजुरांचा तुटवडा भासत नाही व त्यांना एकसारखे काम मिळते.
- ५) वर्षभर काही ना काही उत्पन्न मिळत राहते.
- ६) तणे, किडी व रोगांचे आक्रमणास आळा बसतो.
- ७) जमिनीची धूप थांबविण्यास मदत होते.
- ८) फे रपालटीमुळे शेतकरी व त्यांच्या जनावरांच्या गरजा भागवता येतात.

सॅद्रिय शेती व वनीकरण

हलक्या व उथळ जमिनीत चारा देणारे वृक्ष व कुरण उपयोगी गवताची लागवड केलेली असते. चारा देणाऱ्या वृक्षांमध्ये अंजन , सुबाभुळ बरोबर मद्रास अंजन , मारवेल, डोंगरी गवत तसेच स्टायलोसारख्या द्विदलवर्गीय गवताचा समावेश केलेला असतो. गवतामुळे जमिनीची धूप थांबविली जाते, सेंद्रिय पदार्थांची उपलब्धता वाढते, आच्छादनामुळे ओलावा टिकतो व जैव विविधता टिकवली जाते.

३) कृषि वनीयकुरण पद्धत (Agri Silvi - pastoral system)

हलक्या व मध्यम प्रकारच्या जमिनीत पिके, वृक्ष व पिकांची लागवड केली जाते. यामध्ये वृक्षारोपन पद्धत आणि वनीयकुरण पद्धत यांचे मिश्रण असते. यामध्ये विशेषतः कोरडवाहू प्रदेशात पिके आणि झाडेझुडपे ही पहिल्यांदा काही काळ व ठराविक वाढीपर्यंत घेतली जातात. त्यानंतर पिके कमी करून त्या ठिकाणी गवताची लागवड केली जाते. त्यामुळे चारा, गवत, जळाऊ लाकूड इतर कृषि उत्पन्न या पद्धतीत मिळते.

४) उद्यान कुरण पद्धत (Horti pastoral system)

हलक्या जमिनीत सिताफ ळ, बोर, आवळा आणि कवठ यासारख्या कोरडवाहू फ ळझाडांची लागवड करून मधल्या जागेत सुधारीत गवतांची लागवड करतात.

५) उद्यान कृषि पद्धत (Agri - Horticulture system)

यामध्ये फ ळझाडांच्या पिकाबरोबर धान्याची पिके घेतली जातात. कोरडवाहू क्षेत्रात पेरू , सिताफ ळ, बोर, फ लसा, जांभूळ , कवठ यासारखी फ ळझाडे ५ ते ७ मी. अंतरावर घेतात. उथळ व हलक्या तसेच पडिक जमिनीत बोर, सिताफ ळ , लिंबु यासारखी फ ळझाडे घेतली जातात. मोकळ्या जागेत दोन ओळींमध्ये तृणवर्गीय कडधान्ये किंवा तेलबियांची पिके घेतली जातात.

६) कृषि उद्यान कुरण पद्धत (Agri - Horti pastoral system)

यामध्ये मध्यम प्रतीच्या जमिनीत पिके, फ ळझाडे व सुधारीत गवताची लागवड केली जाते.

७) वृक्ष शेतीपद्धत (Tree Farming)

यामध्ये फ ळ वृक्षांची लागवड केली जाते व त्यापासून उत्पादन घेतले जाते. उदा. साग, निलगिरी.

वनशेतीचे फायदे

- १) वनशेतीमुळे एकाच जमिनीच्या तुकड्यातून पिक उत्पादनाबरोबर वृक्षापासून चारा, लाकूड असा दुहेरी फायदा मिळतो व त्यामुळे वाढीव उत्पन्न मिळविणे शक्य होते.
- २) वृक्षामुळे शेतात आर्द्रता टिकवली जाते. त्यामुळे सेंद्रिय पदार्थ कुजण्यास मदत होते व त्यामुळे जमिनीची जैविक जडण घडण सुधारते.
- ३) वादळापासून पिकांचे संरक्षण होते. तसेच जमिनीची धूप कमी होते.
- ४) पर्यावरण संतुलन राखणेस मदत होते.
- ५) हलक्या, मूरमाड, नापिक, पडिक जमिनीत नेहमीच्या पिक पद्धती ऐवजी वनशेती फायद्याची ठरते. तसेच जमिनीचा मगदूर सुधारणेस मदत होते.
- ६) वनशेतीमध्ये मशागत, देखभाल यावर खर्च कमी होतो. मजूर कमी लागतात. उलट दिर्घकाळ उत्पन्न मिळत राहते.

प्रकरण- ५

सॅद्रिय शेतीत मशागतीच्या पद्धती

सॅद्रिय शेतीची संकल्पना सॅद्रिय शेतीतज्ज्ञ मसानोबा फु कुओका यांच्या तत्वाप्रमाणे जमिनीत मशागत करावयाची नाही, रासायनिक किंवा असेंद्रिय पदार्थांचा वापर करावयाचा नाही तणांचानाश करावयाचा नाही. जे जमिनीतून किंवा मातीतून निघते ते पुन्हा मातीत टाकल्यास बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात उत्पादनातील सातत्य टिकून राहते. अशा प्रकारच्या शेतीस सॅद्रिय शेती किंवा निसर्ग शेती असे म्हणतात.

याच संकल्पनेतून निसर्गशेती किंवा सेंद्रिय शेतीचा पाया भक्कम करावयाचा असेल तर जमिनीची भौतिक, रासायनिक, जैविक तसेच पर्यावरणाशी निगडित अशी जडण-घडण आबाधित ठेवावी लागते.

सेंद्रिय शेतीमध्ये मशागतीला वाव नाही किंवा ते मान्य नाही. मशागत करावयाची असेल तर ती अजिबात न करता किंवा कमीत कमी करून जैवविविधता जपण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे. अशा संकल्पना राबविण्यासाठी सेंद्रिय शेतीमध्ये शून्य मशागत आणि कमीत कमी मशागत ही तत्वे राबवावी लागतात.

१) शून्य मशागत

शून्य मशागत पद्धत ही कमीत कमी मशागतीचा एक छोटासा भाग आहे. कमीत कमी मशागत पद्धतीत पूर्वमशागत वगळून फक्त लागवडीच्या मशागतीचा अवलंब करतात आणि दोन ओळीतील जागा बियाणे पेरणीसाठी तयार करतात तर शून्य मशागत पद्धतीमध्ये फक्त बियाणे पेरणीसाठी मशागत केली जाते. ही संकल्पना विकसित देशामध्ये उदा. अमेरिका आणि पश्चिम युरोपमध्ये जास्त पहावयास मिळते. यामध्ये प्रामुख्याने रासायनिक तणनाशकांचा वापर करून तणांचा बंदोबस्त केला जातो.

शून्य मशागत पद्धतीस विनामशागत लागवड पद्धत असेही म्हणतात. ज्या जमिनीची पाणी व वाऱ्यामुळे धूप होते आणि ज्या ठिकाणी मशागतीची कामे करणे अवघड असून मशागतीच्या कामासाठी जास्त ऊर्जा व मजूर लागतात आणि म्हणूनच ही पद्धत डोंगर उतारावर जास्त परिणामकारकरित्या वापरता येते. शून्य मशागत केलेल्या जमिनीची घडण समान असते. अशा जमिनीत सेंद्रिय पदार्थांच्या उष्णतेमुळे जमिनीतील जैविक जडण-घडण सुधारते. त्यामुळे जमिनीत उपयोगी जिवाणू, गांडुळे यांची वाढ चांगली होते. जमिनीच्या पृष्ठभागावर आच्छादन असल्यामुळे बाष्पीभवनाने होणारा पाण्याचा न्हास कमी होतो. दोन वर्षे शून्य मशागत पद्धत राबविल्यानंतर जमिनीच्या भौतिक गुणधर्मावर अनुकूल परिणाम दिसून येतात. नांगरणीबरोबर पेरणी हा एक शून्य मशागतीचा प्रकार आहे. यासाठी वापरले जाणारे औजाराने एकाचवेळी चार कामे एकापाठोपाठ केली जातात. पिकांच्या दोन ओळीमधील जागा स्वच्छ करणे. त्याचजागेवर बियाणे पेरणीसाठी जागा उकरली जाणे. बियाणे पेरून ते झाकले जाणे अशी सर्व कामे एकाचवेळी केली जातात. शून्य मशागतीत तणनाशकांचा वापर केला जातो. परंतु रासायनिक तणनाशके वापरणे हे सेंद्रिय शेती पद्धतीत बसत नाही म्हणून त्या ठिकाणी जैविक पद्धतीने तण नियंत्रण करणे जरूरीचे असते. ठराविक बुरशी, जीवाणू तसेच विषाणू यांचा वापर तण नियंत्रणासाठी केला जातो. किटकनाशकामध्ये कोचिनेल किटक निवडुंगासाठी उपयुक्त ठरतो.

तसेच मेक्सीकन भुंगे व झायगोग्रामा बायवलोराटा या किडी गाजरगवताचे निर्मूलनासाठी फारच उपयुक्त आहेत. या किडी गाजरगवताची पाने, फुले खावून फस्त करतात व गाजरगवताचे नियंत्रण करता येते.

शून्य मशागत पद्धतीत नियमित मशागत पद्धतीपेक्षा २० टक्के कमी झाडे असतात. शून्य मशागत पद्धतीत नत्र खताची मात्रा जास्त लागते. कारण विघटनाची क्रिया संथ चालते. शून्य मशागतीत बहुवार्षिक तणे जास्त वाढतात त्यामध्ये अनावश्यक वनस्पतींचाही समावेश असतो. किडी-रोगांचा प्रादुर्भाव वाढतो.

शून्य मशागत पद्धतीने दक्षिण ऑस्ट्रेलियामधील भातशेती करणाऱ्या शेतकऱ्यांमध्ये पहावयास मिळते. या पद्धतीत शेळ्या मेंढ्यांना कुरणात मुक्तपणे चराई करू देतात. चराई पूर्णपणे झाल्यानंतर अशा कुरणात भाताचे बी फोकून देतात. जरूर भासल्यास त्यामध्ये पाणी सोडतात. थोडीशी वाढ झाल्यानंतर मेंढ्यांना त्यामध्ये मुक्तपणे चरू देतात. मेंढ्यांकडून शेंडे खाल्ले जातात व त्यानंतर खुडलेल्या शेंड्याची वाढ पुन्हा जलद होते. या पद्धतीत कमीत कमी मशागतीचा खर्च असतो.

२) कमीत कमी मशागत

जमिनीत बियाणे पेरणीसाठी चांगली मशागत करून जलद बिजांकुरण व्हावे पिकाला समाधानकारक आधार प्राप्त व्हावा व पिक वाढीसाठी अनुकूल परिस्थिती निर्माण करण्यासाठी नियमित मशागतीच्या संख्येत कपात करून केलेली मशागत म्हणजे कमीत कमी मशागत होय.

कमीत कमी मशागत पद्धत राबविताना खालीलप्रमाणे दोन प्रकारात मशागतीच्या कामात कपात करता येते.

१) ज्या मशागतीच्या कामाचा खर्च तुलनात्मकदृष्ट्या फायद्यापेक्षा जास्त आहे अशी मशागतीची कामे वगळण्यात येतात. उदा. सतत खुरपणी करणे,

२) दोन वेगवेगळ्या मशागती एकाचवेळी केल्यास मशागतीचा खर्च कमीत कमी केला जातो. उदा. पेरणी व खतांचा वापर.

कमीत कमी मशागतीचे फायदे

१) जमिनीत कमीत कमी मशागत केल्यामुळे पिकांचे अवशेष जमिनीत जागच्या जागी कुजत असल्यामुळे जमिनीची प्रत सुधारते.

२) जमिनीवरील जमिनीच्या आच्छादनामुळे व वनस्तीची मुळे कुजल्यामुळे तयार होणाऱ्या सच्छिद्रामुळे जमिनीत पाणी मुरण्याचे प्रमाण वाढते.

३) जमिनीची घडण सुधारल्याने पिकांच्या मुळांची वाढ चांगली होते.

४) अवजड मशागतीच्या कामात कपात केल्यामुळे जमीन घट्ट होत नाही.

५) नियमित मशागतीपेक्षा कमीत कमी मशागत पद्धतीत जमिनीची धूप कमी होते.

६) कमीत कमी खर्चात जास्तीत जास्त नफा मिळविता येतो.

तोटे

१) साध्या प्रकारच्या औजाराने मशागत करणे अवघड जाते.

२) बहुवार्षिक तणांचा व त्याचबरोबर रोग, किडींचा प्रादुर्भाव वाढतो.

कमीत कमी मशागत राबविण्याचे प्रकार

१) दोन ओळीतील मशागत

या पद्धतीत पूर्वमशागत करताना लोखंडी नांगराने जमिन नांगरणे, थाळी फि रवणे, कुळवणी इत्यादी कामे वगळली जातात. आंतरमशागतीची कामे फक्त दोन ओळीमध्ये केली जातात.

२) नांगणे व लागवड मशागत

जमिनीची नांगरणी केल्यानंतर खास पेरणी यंत्राचा वापर केला जातो आणि त्याद्वारे पेरणीबरोबर दोन ओळीतील रिकामी जागा भुसभुशीत केली जाते.

३) ट्रॅक्टरच्या चाकाने मशागत

नियमित स्वरूपात जमिनीची नांगरणी करतात व पेरणीसाठी ट्रॅक्टरचा उपयोग केला जातो. पेरणीबरोबर ट्रॅक्टरच्या चाकाच्या साहाय्याने जमिनीची उलथा पालथ केली जाते.

सॅन्ड्रिय शेतीत तण नियंत्रण करण्याच्या पद्धती

सॅद्रिय शेती पद्धतीमध्ये तणांचा नाश करावयाचा नाही हे एक तत्व आहे. त्याचा सॅद्रिय पदार्थ म्हणून उपयोग करणे हे या ठिकाणी अपेक्षित आहे. असे असले तरी कमीत कमी मशागतीच्या तत्वानुसार आणि आर्थिक दृष्ट्या परवडेल अशा पद्धतीने तणांचा बंदोबस्त सॅद्रिय शेती पद्धतीत करणे क्रमप्राप्त आहे. सॅद्रिय शेती पद्धतीत विशेषतः बहुवार्षिक तणांचा प्रादुर्भाव जास्त होतो अशा तणांचा बंदोबस्त वेळीच व कमी खर्चाच्या पद्धतीने केला तर अपेक्षित उत्पादन मिळू शकते. नको त्या ठिकाणी वाढणारी नको असलेली वनस्पती म्हणजे तण होय. या व्याख्येप्रमाणे कपाशीमध्ये वाढणारे ज्वारीचे रोप देखील तण म्हणून गणले जाते. परंतु खरे तण म्हणजे निरुपयोगी, जोमदार वाढणारी, चिकटून राहणारी, पिकाबरोबर स्पर्धा करणारी हानिकारक वनस्पती होय. यापैकी वनस्पती विषारीसुद्धा आहेत. तणामुळे मशागतीस अडथळ निर्माण होवून मशागतीचा खर्च वाढतो. उत्पादनात घट होते. मजुरीचा खर्च वाढतो. चान्याचे प्रत खालावते.

तणांचे काही गुणधर्म आहेत की ज्यामुळे ते पिकांबरोबर स्पर्धा करू शकतात.

- १) अनावश्यक ठिकाणी उगवतात व वाढतात.
- २) पिकाबरोबर अन्न, ओलावा, सूर्यप्रकाश यांचेशी स्पर्धा करतात.
- ३) तणांची वाढ जलद होते व संख्या जास्त असते.
- ४) बहुतेक तणे निरुपयोगी असतात.
- ५) मानव, जनावरांना, पिकांना घातक असतात.
- ६) मशागत न करता एकदम उगवतात.
- ७) त्यांच्यामध्ये उत्पादनक्षमता जास्त असते.

तणांचे काही गुणधर्म आहेत ते असे

- १) नांगरट करून जमिनीत गाडल्यास त्यापासून ह्यूस व अन्नद्रव्ये मिळतात.
- २) भूपृष्ठ तणांनी आच्छादल्यामुळे जमिनीची धूप थांबवली जाते.
- ३) काही तणांचा जनावरासाठी चारा म्हणून उपयोग होतो. उदा. हरळी, चांदवेल.
- ४) काही तणांचा भाजीपाल्यात उपयोग होतो. उदा. तांदुळजा, पाथरी.
- ५) काही तणांचा औषधी म्हणून उपयोग केला जातो. उदा. आघाड्याचा सर्पदंश झाल्यावर, रुईचा चिक पोट साफ करण्यासाठी, पिवळ्या धोतऱ्याच्या तेलाचा खरजेवर व कातडी रोगावर, भुईआवळ्याचा उपयोग मूत्रपिंड व मुत्राशयाच्या विकारांवर, एकदांडी जखमेवर इत्यादी.
- ६) काही तणांचा उपयोग सुगंधी वेलासाठी केला जातो. उदा. लव्हाळ्याच्या गाठी, अगरबत्ती, सुवासिक तेलासाठी.
- ७) तणे चिवट असून, प्रतिकूल परिस्थितीत टिकून राहण्याचे वैशिष्ट्य त्यांच्याकडे असल्याने त्यांच्याशी संकर करून पिकाच्या नवीन जाती तयार करण्यासाठी त्याचा उपयोग होतो. उदा. खस गवत, चिवट व रोगप्रतिकारक असल्याने उसाच्या जाती तयार करण्यासाठी त्याचा उपयोग केला जातो.
- ८) विम्लयुक्त जमिनी सुधारण्यासाठी पिवळ्या धोतरा या तणांचा उपयोग होतो
- ९) अनेक तणांचा आकर्षक व सुंदर फुले असल्याने या फुलांचा सौंदर्यप्रसाधने तयार करण्यासाठी तसेच बागबगीच्यातही होतो.

तणांचे नियंत्रण

सॅद्रिय शेती पद्धतीत तणांचा बंदोबस्त प्रामुख्याने तीन प्रकारे करतात.

अ) यांत्रिकी पद्धत.

ब) मशागत पद्धत.

क) जैविक पद्धत

रासायनिक पद्धतीने तण नियंत्रण सॅद्रिय शेती पद्धतीत केले जात नाही.

अ) यांत्रिकी पद्धत

सॅद्रिय शेती पद्धतीत यांत्रिक पद्धतीने तणांचा बंदोबस्त पेरणीपूर्वी व पेरणीनंतरही केला जातो. यामध्ये प्रमुख उद्देश हा असतो की नष्ट केलेली किंवा काढलेली तणे शेतातच गाडली जातात किंवा त्यांचा उपयोग सॅद्रिय खते तयार करण्यासाठी करता. त्यानुसार त्या पद्धतीचे तव्याचे नांगर, दातेरी कोळपे किंवा फि रते व दातेरी कोळपे यांचा वापर केला जातो. फळझाडांच्या ओळीमधील तण काढणेसाठी रोटोव्हेटरचा वापर करतात त्यामुळे तण मातीत चांगले मिसळले जाते व जमिनीला सॅद्रिय पदार्थाचा पुरवठा होतो. यामध्ये तणांचे बी, कंद, मुळे वर आल्याने ती सुकतात व मरून जातात.

भारी काळ्या जमिनीत पात्याचे बैल कोळपे पिकांच्या ओळीमधील यांत्रिकी पद्धतीमध्ये कमीत कमी मशागतीच्या तंत्राचा अवलंब करून औजार तयार करण्यात आली आहेत. त्यामध्ये तणे एकाचवेळी कापली जावून ती जमिनीत वरंबा करून गाडली जातात त्यामुळे सॅद्रिय पदार्थाचे कुजून उत्तम प्रकारचे सॅद्रियखत जमिनीस मिळते.

ब) मशागत पद्धत

१) पिके आणि तणे यांच्या वेळेचा समन्वय साधून :- तणांचा वाढीचा वेग रोखण्यासाठी पिकांची पेरणी शक्यतो लवकरात लवकर करावी जेणेकरून पिकाची वाढ अगोदर होईल. उशिरा पेरणीमुळे तणे अगोदर उगवलेली असतात त्यांचा बंदोबस्त कुळवणी करून रान स्वच्छ करता येते व पिकाची वाढ जोरदार होते. साधारणपणे पिक पेरणीपूर्वी कुळवाची हलकी मशागत करून उगवलेली लहान तणे काढणे सोईस्कर असते. त्यानंतर पिक उगवणी झाल्यावर एक दोन कोळपण्या केल्यास तणांचा बंदोबस्त चांगला होतो. यामध्ये पिके आणि तणे यांच्या वाढीमध्ये तफावत निर्माण करणे हा आहे. टसे न झाल्यास तणांचा प्रादुर्भाव कमी होऊ शकत नाही. तणांचे बी जमिनीत कमी पडले जाते. काहीवेळा बहुवार्षिक तणांची वाढ वारंवार कापून रोखली तर त्यांचा अन्नपुरवठा बंद पडतो व जमिनीतील त्यांचे कंद, मुळे मरून जातात.

२) रोपांची संख्या व पिकांच्या जाती :- सॅद्रिय शेतीपद्धतीत मशागतीमध्ये होणारी तूट भरून काढण्यासाठी रोपांची संख्या नेहमीपेक्षा २५ टक्के जास्त ठेवावी लागते. वाढीव रोपांची संख्या, दाट पेरणी आणि जलद वाढणाऱ्या व जास्त फु टवे येणाऱ्या पिकांचे वाण यासारख्या मूलभूत तंत्राचा आंतर्भाव केल्यास पिके तणांपेक्षा वरचढ ठरतात व तणांचा प्रादुर्भाव कमी होतो. पिकांच्या जातीमध्ये उंच वाढणाऱ्या, थोड्या कालावधीत जास्त विस्तार पसरविणाऱ्या उपयुक्त ठरतात. काही वेळा सॅद्रिय पिक पद्धतीत चारा पिके समाविष्ट केली असता. त्यांच्या दाट व जलद वाढण्याच्या गुणधर्माचाही तणांचा बंदोबस्त करण्यात उपयोग होतो. उदा. हराळी गवत

३) पिक पद्धती :- सॅद्रिय शेती पद्धतीमध्ये जास्तीत जास्त विविधता साधून जमिनीवर आच्छादन तयार करणे हा एक महत्वाचा मुद्दा आहे. ठराविक तणे ठराविक पिकात व ठराविक हंगामात येतात. काही तणे एका हंगामातून दुसऱ्या हंगामातही तण धरून असतात. उदा. रब्बी हंगामात एखादे बहुवार्षिक तण जास्त प्रभावी असेल तर अशा परिस्थितीत उन्हाळी हंगामात त्यांची वाढ रोखणारी व मारणारी पिके घेतली जातात. पिक पद्धतीद्वारे तणांचा बंदोबस्त करताना काही मुद्दे लक्षात घेतले पाहिजेत ते असे

१) तणांच्या बरोबर स्पर्धा करणारी व स्पर्धा न करणारी पिके यांची फे रपालट करणे. उदा. विविध गवते किंवा मका स्पर्धा करणारी पिके म्हणून तर कापूस किंवा तूर स्पर्धा न करणारी पिके म्हणून घ्यावीत.

२) पिकांच्या फे रपालटीमध्ये टप्प्याटप्प्याने चाऱ्याची पिके घेऊन त्यावर चक्रिय चराई पद्धतीने जनावरे चरण्यास सोडतात. त्यामुळे बहुवार्षिक तणे नियंत्रित केली जातात.

३) तणांवर मात करणारी व वाढ रोखणारी आच्छादनाची पिके घेणे.

४) बहुवर्गीय पिकांमध्ये द्विदल वर्गातील चाऱ्याची पिके घेणे.

५) तणांचा प्रादुर्भाव जास्त झाल्यास अशा ठिकाणी उन्हाळ्यात जमिनी मोकळ्या ठेवणे.

६) काही परोपजिवी तणे ज्या वनस्पतीवर किंवा पिकावर वाढतात अशा वनस्पती किंवा पिके शेतात पेरतात. परोपजिवी तणे वाढ देतात आणि त्यात बी येणेपूर्वी नांगराच्या सहाय्याने गाडून टाकतात उदा. वीच.

७) एक पिक पद्धतीमध्ये हवामान व व्यवस्थापनाचे सांगड घालून तणांचा प्रादुर्भाव कमी करता येतो. आंतर पिक पद्धतीमध्ये रोपांची संख्या कमी जास्त करून तसेच त्यातील अंतर व पिकाची मांडणी जमिन आणि पिकांचे वाण यांचा मेळ घालून बऱ्याचअंशी तणांचे नियंत्रण करता येते.

४) कोळपणी व खुरपणी :- कोळपणी तसेच खुरपणी करून तणांचा नायनाट करण्याची पारंपारीक पद्धत आहे. यामध्ये सर्व प्रकारची तणे प्रभावीपणे काढली जातात तथापि, मजुरांची कार्यक्षमता तसेच कोळप्याचा प्रकार यावर याचे यश अवलंबून असते.

५) आच्छादन :- उष्ण आणि समशितोष्ण प्रदेशात ज्या ठिकाणी तापमान, जमिनीची विविधता आणि पाऊस जास्त असतो अशा हलक्या जमिनीच्या ठिकाणी आच्छादनाचा वापर जास्त उपयोगी ठरतो. अशा प्रदेशात हिरवळीचे आच्छादन करून किंवा जमिनीत आहे त्या ठिकाणी गाडून, पिकाचे अवशेष आच्छादन म्हणून वापरून किंवा वनस्पती आणि पिके यांच्या वनीय शेती पद्धतीचा अवलंब करून तणांची वाढ रोखली जाते. प्लॅस्टिक कागदाचा आच्छादनासाठी वापर करून ही उत्तम प्रकारे तणांचा बंदोबस्त करता येतो. परंतु ही बाब खर्चीक असून, छोट्या क्षेत्रावर तसेच ज्या पिकापासून हमखास फायदा मिळू शकतो अशा परिस्थितीत राबवणे शक्य होते.

आच्छादनाचे फायदे

१) तणांची उगवण व वाढ थांबवली जाते.

२) जमिनीतील ओलावा टिकून राहतो.

३) जमिनीचे तापमान कमी केले जाते.

४) जमिनीचा पोत सुधारण्यास मदत होते.

५) जास्त पावसात जमिनीचे संरक्षण केले जाते, त्यामुळे जमिनीची सुपिकता टिकवली जाते.

६) पाणी साठवून तणांचा बंदोबस्त :- तथापी भारतासारख्या पिकात पाणी साठवून तणांचा बंदोबस्त केला जातो. या पद्धतीमध्ये पूर्ण तणांचा बंदोबस्त होतोच असे नाही. तसेच ही पद्धत भात सोडून इतर पिकात उपयोगी पडत नाही यामध्ये पाण्याचा भरपूर साठा असावा लागतो. त्यामुळे पाण्याचा अपव्यय होतो. काही वेळा जमिनीत पाणी जास्त झाल्याने पाण्याची पातळी वर येते व अशा जमिनी पिकास योग्य राहत नाहीत.

७) जाळून तणांचा बंदोबस्त करणे :- वनामधील गवत जाळून रान स्वच्छ करणे ही एक पारंपारीक पद्धत आहे. यामध्ये गवताचे बी, खुरटी झुडपे नष्ट होतात व रान स्वच्छ होते. काही ठिकाणी अशा जमिनीमध्ये थोडीशी मशागत करून पेरणीसाठी रान तयार केले जाते. रूंद पेरणीच्या पिकातील ओळीमध्ये फ्लेमवीडच्या साहाय्याने कोवळी

तणे जाळून टाकली जात. उदा. कापूस, ऊस.

८) तणांचा वापर कंपोस्टसाठी करणे :- बहुवार्षिक आणि अति त्रासदायक तणांचे अवशेष बी नष्ट करण्यासाठी त्यांचा वापर कंपोस्ट खत तयार करण्यासाठी करतात. ही एक अप्रत्यक्षरित्या तणे नष्ट करण्याची तसेच त्यापासून कंपोस्ट खत तयार करून जमिनीची सुपिकता वाढवण्यास मदत करणारी अशी दुहेरी पद्धत आहे. यामध्ये जमिनीची भौतिक, रासायनिक, जैविक जडण-घडण सुधारतेच त्याचबरोबर पर्यावरणाचाही त्यामध्ये समतोल राखला जातो.

९) काही कचऱ्याची विल्हेवाट जाळून करणे :- सेंद्रिय शेतीमध्ये कमीत कमी मशागत तत्वानुसार तणे, पिकांचे अवशेष, धसकटे शेतात सुकल्या नंतर ती पेरणीपूर्वी जाळून नष्ट करणे सोपी आणि कमी मेहनतीची पद्धत आहे. यामध्ये तणांचे बी जाळून जाते आणि भाजलेली जमिन पुढील पिकांची उगवण चांगली होण्यास मदत करते.

१०) तणांच्या बंदोबस्तासाठी जनावरांचा उपयोग :- जनावरांच्या खाण्याच्या सवयी वेगवेगळ्या असतात. शेळ्या, मेंढ्या, गायी-बैल, घोडे यांना लागणारा पाला आणि त्यांची चरण्याची पद्धत वेगवेगळी आहे. घोडे बहुवार्षिक जमिनीत घट असलेली तणे उपटून खातात. मेंढ्या जमिनी बरोबर गवत खरडून खातात तर गायी- बैल वरून कुरतडून खातात. शेळ्या बुटकी झाडे-झुडपे यांचे शेंडे आणि पाला खातात अशा सर्व प्राण्यापासून वारंवार चराई केली तर तणांचा प्रादुर्भाव कमी केला जातो व त्यावरील खर्चही नगण्य असतो.

११) तण नियंत्रणात शेतकऱ्याची भूमिका :- बऱ्याच वेळा बियाणात तणांचे बी भेसळ झालेले असते. अशा वेळी काळजीपूर्वक व खात्रीशीर बियाणे वापरले पाहिजे. त्याचबरोबर सेंद्रिय खतामध्ये शेणखत कंपोस्टखतामधून देखील मोठ्या प्रमाणावर तणांचे बियाणे शेतात जाते. काढणी-मळणीच्या वेळी मशीनमधून खळ्यावर एकत्रित मळणी केल्यामुळे तणांचे बी धान्यात मिसळले जाते व त्याचा प्रसार होत राहतो. या सर्व बाबी कायद्याने देखील उत्पादकावर बंधनकारक आहेत त्याचाही उपयोग तण नियंत्रणासाठी होतो.

क) जैविक तण नियंत्रण

जैविक तण नियंत्रण म्हणजे निसर्गातील तणांचे शत्रू यांचे संवर्धन करून त्यांचे करवी किंवा त्यांच्यापासून जैविक तणनाशके तयार करून तणावर नियंत्रण मिळवले जाते किंवा तणांची वाढ रोखली जाते. या जैविक पद्धतीमध्ये मोठ्या प्रमाणावर किटक, आळ्या, रोगजंतू, मासे तसेच पशुपक्षी यांचा उपयोग होतो. सेंद्रिय शेती पद्धतीत तणनियंत्रण रासायनिक पद्धतीने करणे मान्य नाही किंवा सेंद्रिय शेती पद्धतीमध्ये त्याचा वापर वर्ज्य समजला जातो म्हणूनच जैविक पद्धतीने तणनियंत्रण करणे हाच पर्याय वापरावा लागतो.

पृथ्वीतलावर असंख्य वनस्पती वाढत असतात. त्याचबरोबर त्यांचे नैसर्गिक शत्रूही तयार होत असतात. त्याप्रमाणे ज्या वनस्पती तण म्हणून त्रासदायक ठरतात त्यांचे नैसर्गिक शत्रू शोधून त्यांचे संवर्धन करण्याचे उपाय योजले जातात. हे करत असताना काही मुद्दे लक्षात घेणे जरूरीचे असते. त्यामध्ये तणांची वाढण्याची पद्धत ते स्थानिक आहे की नव्यानेच भर पडली आहे. त्याची इतर वनस्पतीबरोबर वाढण्याची पद्धत, त्याची व्याप्ती, त्यांचे प्रकार व नुकसानीचे स्वरूप, त्याचप्रमाणे त्याच्यावर नियंत्रण

करण्यासाठीची परवडणारी पद्धत आणि वेळ इत्यादी गोष्टींची माहिती करून घेणे जरूरीचे असते. अशा प्राथमिक माहितीच्या आधारे त्यावर नियंत्रण करण्याची योग्य दिशा ठरविता येते.

१) शत्रू किटकाचा वापर करून तण नियंत्रण :- कॅक्टस, घाणेरी, गाजरगवत, पर्णफुटी यासारखी तणे अत्यंत त्रासदायक तणांच्या गटात मोडतात. अशा तणावर नियंत्रण मिळवायचे म्हणजे फार खर्चिक असते. अशावेळी शत्रू किटकांचा नैसर्गिक पद्धतीने वापर करून तणनियंत्रण मिळवणे फार यदाचे ठरते. दक्षिण भारतात १८६० च्या दरम्यान कोचीनेल किटक कॅक्टसचा प्रसार रोखण्यास वापरण्यात आला. घाणेरी सारखे झुडूप जरी शोभेचे झाड म्हणून वापरले जाते तथापि त्याचा प्रसार गवतांच्या कुरणातून, नारळाच्या बागातून इतका होतो की त्यामुळे जंगलातील गवत, झाडांना ते वाढू देत नाही. लॅकीबग तसेच काही फुलपाखराच्या जाती घाणेरी नियंत्रणात उपयोगी ठरतात. पर्णफुटी ही सुद्धा सध्या फार मोठी समस्या झालेली आहे. शहराच्या आसपासच्या तलावात, नद्या-नाले यामध्ये यांची प्रचंड वाढ झालेली दिसते. अशा पानवनस्पती वीव्हीलसारख्या किटकाचे भक्ष असलेले त्यांचा उपयोग केला जातो. सर्वात जास्त घातक ठरलेले आणि सर्वत्र पाहण्यास मिळणारे गाजर गवत किंवा पांढरीफुली हे तण नियंत्रण करण्यासाठी मेक्सीकन भुंगे (झायागोग्रामा बायक्लोराटा) उपयोगी ठरले आहे. हे किटक गाजरगवताची पाने, फुले खावून फसत करतात त्यामुळे गाजर गवताची बरीचशी वाढ रोखली जाते.

२) रोगजंतूचा वापर करून :- काही बुरशी अशा आहेत की त्या ठराविक तणावर वाढतात व त्यांना नष्ट करतात यामध्ये दोन प्रकारे बुरशीचा उपयोग करून घेता येतो. पहिल्या प्रकारात नवीन बुरशी सोडतात की जी पूर्वी त्या ठिकाणी अस्तित्वात नसते. अशी बुरशीची थोड्या कालावधीत वाढ होते व नंतर आपोआप नष्ट होते. विशेषतः अशा प्रकारची बुरशीचा शिरकाव करून तण नियंत्रण हे मोठ्या प्रमाणावर क्षारपड क्षेत्रात करतात ज्याच्यापासून फारसे उत्पादन मिळत नाही.

दुसऱ्या प्रकारामध्ये अगोदरच अस्तीत्वात असलेल्या बुरशीची वाढ वृद्धीगत करण्यासाठी नव्याने त्याच्यामध्ये त्याच बुरशीची जीवाणू वर्षातून एकदा सोडतात. याचे वैशिष्ट्ये म्हणजे बुरशी ज्या क्षेत्रात वापरलेली असते किंवा वाढवलेली असते त्या क्षेत्रापुरतीच मर्यादित राहते. उदा. लव्हाळ्यासारख्या तणाचे नियंत्रणासाठी प्यूसिनिया कॅनालीकुलाटा (*Puccinia condiculata*) या बुरशीचा उपयोग केला जातो. पानफुटी वनस्पतीचे बुरशीद्वारे निर्मूलन करण्यासाठी काही बुरशी उपयुक्त आहेत. उदा. अल्टरनारिया इचोरीनाटा, सरकोस्पोरा पियारोपी, रायझोक्टोनिया सोलानी इत्यादी.

२) जैवनाशकाचा वापर करून (Bioherbicides) केले जाते त्याचप्रमाणे जैवनाशकांचा वापर करून जैविक पद्धतीने तण नियंत्रण केले जाते. जैविक पद्धतीमध्ये क्रियाशील घटक हे जिवजंतू स्वरूपात असतात आणि त्यांचा वापर हा सौम्य प्रकारचा असतो. बुरशी, जीवाणू तसेच विषाणूपासून तयार केली जातात. यामध्ये बुरशीजन्य जैवनाशके कृत्रिम पद्धतीने मोठ्या प्रमाणावर तयार करतात. तणांच्या प्रकारानुसार त्यांची निर्मिती आणि क्रियाशील घटक या प्रमाणे केली जाते.

उदा. सुदान गवताचे नियंत्रण करणेसाठी बीपोलॅरीस हेल्पेन्स तर गाजर गवताचे नियंत्रण करणेसाठी प्यूसिनिया पार्थिनीकोला या जीवाणूचा उपयोग केला जातो.

परोपजीवी तणांचे नियंत्रण

परोपजीवी वनस्पतीमध्ये पिकामध्ये वाढणाऱ्या काही तणांचा समावेश आहे. त्यापैकी काही पूर्ण परोपजीवी तर काही अंशिक परोपजीवी आहेत. अशा परोपजीवी तणामुळे पिकांचे ३० ते ५० टक्केपर्यंत नुकसान होते.

उदा. ज्वारीवरील मुळावर वाढणारी स्ट्रायगा, तंबाखूच्या मुळावर वाढणारा बॅको, लसून घासावर वाढणारा कस्कुटा ज्वारीवरील स्ट्रायगा तण नियंत्रण करण्यासाठी बुरशीजन्य जैवनाशक फ्युज्यारीयम पासून तयार करतात. जमिनीमध्ये ५ ते १० ग्रॅम प्रती किलो याप्रमाणे मिसळून वापरतात. त्याचप्रमाणे लसूणघासावरील कस्कुटा नियंत्रणासाठी केलेक्ट्रोटीकम या बुरशीचा जैवनाशक म्हणून उपयोग केला जातो.

प्रकरण- ६

सॅद्रिय शेतीत जिवाणूंचे महत्व

सॅद्रिय जिवाणू खतांचे महत्व

अधिक उत्पादन मिळवण्यासाठी अधिक उत्पन्न देणारी पिके एकाच शेतात घेतली जातात. त्यामुळे जमिनीतील अन्नद्रव्ये कमी होतात आणि पिकांना अन्नद्रव्यांची कमतरता भासते. आपल्याकडील जमिनीत नत्राचे प्रमाण कमी आहे. सेंद्रिय खताद्वारे नत्राचा पुरवठा करणे आवश्यक असते. कारण केवळ रासायनिक खतामधून अशी अन्नद्रव्ये पुरविणे जमिनीच्या प्राकृतिक दृष्टीने योग्य नसते. त्यामुळे जमिनीचे भौतिक गुणधर्म बिघडतात. अशा परिस्थितीत जैविक खतांचा उपयोग करणे महत्वाचे ठरते. नत्र स्थिर करणाऱ्या, स्फु रद विरघळणाऱ्या आणि सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन करणाऱ्या जिवाणूंची वाढ करून नंतर योग्य अशा माध्यमात मिसळून तयार होणाऱ्या खताला जिवाणूखत असे म्हणतात. या खताला जिवाणूसंवर्धन, बॅक्टेरियल इन्फ्यूलंट इत्यादी अनेक नावे आहेत. जिवाणूखते ही जैविक खतांचा एक भाग आहे. जैविक खतांमध्ये जिवाणू, बुरशी, शेवाळयुक्त खतांचा समावेश होतो.

आपल्याकडील हवामानात जमिनीतील अथवा दिलेल्या खतातील नत्राचा अनेक प्रकारांनी नाश होतो आणि दिलेल्या खताची कार्यक्षमता कमी होते. याउलट वातावरणात रेणुस्वरूप नत्रवायुचे प्रमाण भरपूर असते. जमिनीतील काही जिवाणू या वायुरूप नत्राचे अमोनियामध्ये रूपांतर करतात. या स्वरूपातील नत्र पिकांना उपलब्ध होतो. अशा जिवाणूंना नत्र स्थिर करणारे जिवाणू असे म्हणतात. अमोनिया स्वरूपातील या नत्राचे पुढे नायट्रेटमध्ये रूपांतर होते. काही पिके, (उदाहरणार्थ भात) लहान अवस्थेत अमोनियाच्या स्वरूपात नत्र घेतात. काही पिके व वनस्पती नायट्रेटच्या स्वरूपात नत्र घेतात. नत्र स्थिर करणाऱ्या जिवाणूंमध्ये रायझोबियम, अॅझोटोबॅक्टर, बाजरींकिया, अॅझोस्फिरिलम, निळे-हिरवे शेवाळ आणि अॅझोला असे विविध प्रकार पडतात.

यापैकी रायझोबियम, अॅझोटोबॅक्टर, बाजरींकिया आणि अॅझोस्फिरिलम हे बॅक्टेरिया आहेत. निळे-हिरवे शेवाळ हे विशिष्ट प्रकारचे शेवाळ आहे आणि अॅझोला ही नेचे वर्गातील पाणवनस्पती आहे.

जिवाणूखताचे फायदे

- १) जिवाणूखतातील जिवाणू हवेतील नत्राचे स्थिरीकरण करून तो पिकाला उपलब्ध करून देतात व त्यामुळे उत्पादनात वाढ होते. तसेच १५ ते २५ टक्के नत्र खताची बचत होते.
- २) अविद्राव्य स्वरूपातील स्फु रद विरघळण्यास मदत करतात.
- ३) सेंद्रिय पदार्थांचे जलद विघटन करणेस मदत करतात.
- ४) जमिनीतील कर्ब नत्राचे प्रमाण योग्य ठेवून जमिनीचा कस सुधारतो.
- ५) बियाणाची उगवण लवकर व चांगली होते.
- ६) रोगप्रतिकारक शक्ती वाढते.
- ७) उत्पादन खर्चात बचत होते.

जिवाणू खताचे प्रकार

सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन करणारे व स्फु रद विरघळविणारे जिवाणू असे दोन जिवाणू खताचे प्रकार आहेत.

१) **सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन करणारे जिवाणू :-** सेंद्रिय पदार्थ कुजविण्याचे काम जिवाणू करतात. हे जिवाणू जमिनीत किंवा कंपोस्ट खतात मोठ्या प्रमाणावर असतात. प्रयोगशाळेत निवड केलेले जिवाणू सेंद्रिय पदार्थांचे जलद विघटन घडवून आणतात. एक टन सेंद्रिय पदार्थांसाठी अर्धा किलो जिवाणूखत वापरतात. चार ते साडेचार महिन्यांत कंपोस्ट खतातील नत्राचे प्रमाण वाढते.

२) **स्फु रद विरघळविणारे जिवाणू (फॉस्फे ट सोल्युबिलायझर) :-** वनस्पतीच्या महत्वाच्या तीन अन्नद्रव्यांपैकी स्फु रद एक अन्नद्रव्य आहे. स्फु रदयुक्त खतांचे महत्व लक्षात घेऊन आजवर या खताचा वापर जवळजवळ प्रत्येक पिकासाठी केलेला आहे.

परंतु वनस्पतीला लागणारे स्फु रद असेंद्रिय रासायनिक स्वरूपात असावे लागते. पिकांना दिलेला स्फु रद कोणत्या ना कोणत्या रासायनिक स्वरूपात मातीमध्ये स्थिर होतो. त्यामुळे खतरूपाने दिलेल्या स्फु रदाचा उपयोग वनस्पती शोषण्यासाठी करून घेऊ शकत नाही. वापरलेल्या स्फु रदाच्या ४० ते ८० टक्के स्फु रद जमिनीत मातीच्या कणांवर स्थिर होतो. जमीन आम्लयुक्त, खारवट अथवा अल्कधर्मीय असल्यास स्फु रद अविद्राव्य स्थितीत स्थिर होण्याचे प्रमाण जास्त असते. जमिनीमध्ये वेगवेगळ्या प्रकारचे जिवाणू व बुरशी मोठ्या संख्येने असतात. ते वेगवेगळ्या प्रकारचे कार्य करीत असतात. त्यापैकी जमिनीतील अविद्राव्य स्फु रद विरघळण्याचे कार्य विशिष्ट प्रकारचे जिवाणू करीत असतात त्यामुळे मातीतील अविद्राव्य स्वरूपात स्थिर झालेले स्फु रद विरघळून पिकाच्या वाढीसाठी उपलब्ध होते. याव्यतिरिक्त पिकवाढीसाठी उपयुक्त असलेली वाढवर्धक द्रव्ये तयार करण्याचेही कार्य हे जिवाणू करतात. त्यामुळे पिकाची वाढ अधिक चांगल्या प्रकारे होऊन पिकांचा गुणात्मक दर्जा वाढतो. जमिनीतील सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन करून त्याचे असेंद्रिय अशा स्वरूपात रूपांतर करण्याचे कार्य हे जिवाणू मोठ्या प्रमाणावर करीत असतात. त्यामुळे स्फु रदाशिवाय इतर अन्नद्रव्ये वनस्पतींना लागणाऱ्या रासायनिक स्वरूपात मिळू शकतात.

स्फु रद विरघळणाऱ्या जिवाणूंकडून सायट्रिक आम्ल, लॅक्टिक आम्ल, सक्सीनिक आम्ल, मॅलिक आम्ल, प्युमॅरिक आम्ल यासारखी अनेक कार्बनी आम्ले तयार केली जातात. ही आम्ले अविद्राव्य स्वरूपात स्थिर झालेल्या स्फु रदाचे विद्राव्य स्वरूपात रूपांतर करून पिकास उपलब्ध करून देतात.

वनस्पतीची मुळे व जमिनीतील काही जिवाणू आपल्या श्वासोच्छ्वासाबरोबर कार्बनडायऑक्साईड वायु जमिनीत सोडतात या वायुचा पाण्याशी संयोग झाला कि त्यांचे रूपांतर कार्बानिक आम्लात होते. हि आम्ले अविद्राव्य स्थितीतील स्फु रदाचे रूपांतर विद्राव्य स्वरूपात करतात. जमिनीतील काही परोपजीवी जिवाणुंमुळे गंधकयुक्त अॅमिनो अम्लापासून हायड्रोजन सल्फाईड वायू तयार होतो. या वायूमुळे फे रिक फॉस्फे ट या अविद्राव्य स्वरूपात असलेल्या स्फु रदाचे फे रस विरघळविणारे फॉस्फे टेज नावाचे विकर स्रवत असतात. जमिनीतील सेंद्रिय किंवा अविद्राव्य स्थितीतील स्फु रदाचे रूपांतर असेंद्रिय करून दिले जाते.

स्फु रद विरघळविणाऱ्या बुरशीमध्ये व्हीए-मायकोरायझा या बुरशीचा समावेश होतो. या बुरशीचा काही भाग हा मुळालगतच्या जमिनीमध्ये तर काही भाग पिकांच्या मुळामध्ये असतो. ही बुरशी जमिनीतील अविद्राव्य स्थितीतील स्फु रद विरघळविण्याचे आणि जास्तीत जास्त स्फु रद वनस्पतीला मिळवून देण्याचे कार्य करते. मायकोरायझाची वाढ जमिनीत कृत्रिमरित्या करता येते.

जिवाणू खताची कार्यपद्धती

नत्राचे स्थिरीकरण :- जमिनीमध्ये जिवाणू सहजीवी, असहजीवी व सहसहजीवी पद्धतीने राहून नत्राचे स्थिरीकरण करतात.

(अ) सहजीवी पद्धत (सिम्बिऑटिक नायट्रोजन फि क्सेशन) :- सहजीवी पद्धतीमध्ये प्रामुख्याने रायझोबियम व अॅझोला यांचा समावेश होतो. रायझोबियमचे त्यांच्या क्षमतेप्रमाणे निरनिराळे सात प्रकार पडतात. रायझोबियम जिवाणू द्विदल वनस्पतीच्या मुळांवर गाठी तयार करून त्यांमध्ये राहतात. त्यांना लागणारे अन्न वनस्पतीकडून मिळते. हे जिवाणू वनस्पतीबरोबर सहजीवी पद्धतीने राहून नत्राचे स्थिरीकरण करतात. रायझोबियम जिवाणू मुख्य वनस्पतीच्या मुळांवर गाठी तयार करतात. अशा विकसित झालेल्या गाठींमध्ये लक्षावधी जिवाणू असतात.

निरनिराळ्या शेंगवर्गीय पिकांमध्ये निरनिराळ्या आकाराच्या गाठी दिसून येतात आणि त्यांचे मुळावरील स्थानही वेगवेगळे असते. उदाहरणार्थ, भूर्डमूगाच्या गाठी अर्धगोलाकार असून त्यांचा बराच भाग मुळांना चिकटलेला असतो. तुरीवरील गाठी पूर्ण

गोलाकार असून, त्या मुळांना कमी प्रमाणात चिकटलेल्या असतात. गवारीवरीलगाठी सर्वसाधारण लंबगोलाकार आणि पुंजक्याच्या स्वरूपात असतात. बरसीमच्या गाठी पेरूच्या आकाराच्या असतात. पूर्ण वाढलेल्या आणि कार्यक्षम गाठी या त्या गाठीमध्ये असणाऱ्या लेगहीमोग्लोबीन या रंगद्रव्यामुळे गुलाबी दिसतात.

१) रायझोबियम :- या जीवाणूचे कार्य सहजीवी पद्धतीने चालते. हे जिवाणू शेंगवर्गीय पिकांच्या मुळावरील गाठी निमा जीवाणू खत फक्त शेंगवर्गीय द्विदल पिकासाठीच वापरावे, एकच रायझोबियम जीवाणू खत सर्व शेंगवर्गीय पिकांना उपयोगी पडत नाही. त्यामध्ये वेगवेगळे सात गट आहेत. वेगवेगळ्या गटातील पिकांना विशिष्ट प्रकारच्या रायझोबियम गटाचे जीवाणू खत वापरावे. ण करतात. हवेतील नत्रयुक्त (नायट्रोजन) शोषून घेऊन मुळांवाटे पिकास उपलब्ध करून देतात. रायझोबियम

रायझोबियम जीवाणू गट पीके

- १) चवळी गट – चवळी, भुईमूग, तूर, मूग, उडीद, वाल, मटकी, गवार, ताग, धेंचा, कुळीथ
- २) हरभरा गट– हरभरा
- ३) वाटाणा गट – वाटाणा, मसूर
- ४) घेवडा गट– सर्व प्रकारचे घेवडे
- ५) सोयाबीन गट– सोयाबीन
- ६) लसूण घास गट– मेथी, लसूण घास
- ७) बरसीम गट– बरसीम घास

नत्र स्थिरीकरण (नायट्रोजन फिक्सेशन) :- रायझोबियम जिवाणू नायट्रोजिनेज या विकाराच्या मदतीने नत्र स्थिरीकरणाचे कार्य करतात. नायट्रोजिनेजचा संपर्क ऑक्सिजनशी आला तर ते नाश पावते. गाठीमधील लेगहिमोग्लोबिनचे प्रमाण जितके जास्त तितक्या अधिक प्रमाणात हवेतील नत्राचे स्थिरीकरण होते. अशा प्रकारे गाठीमध्ये अमोनियाच्या स्वरूपात स्थिर केलेला नत्र मुळावाटे वनस्पतींना उपलब्ध होतो. रायझोबियम जिवाणू यीस्ट एक्सट्रॅक्ट मॅनिटॉल या द्रवरूप माध्यमामध्ये मोठ्या प्रमाणात वाढवितात. या माध्यमामध्ये जिवाणूंची संख्या १० (८) ते १० (९) इतकी झाल्यावर हे जीवाणू लिग्राईट पावडरमध्ये येतात आणि अशा प्रकारे रायझोबियम खताची निर्मिती करता येते.

२) अँझोला :- अँझोला ही एक पाण्यावर तरंगणारी पानवनस्पती आहे. ही वनस्पती अतिशय थोड्या अन्नावर उत्तम प्रकारे व झपाट्याने वाढते. अँझोला वनस्पतीच्या पेशीत अँनाबिना अँझोली नावाची निळे-हिरवे शेवाळ हवेतील नत्र वायू स्थिर करून अँझोला व शेवाळ सहजीवी पद्धतीने जगतात. शेवाळाने स्थिर केलेला नत्र अँझोलामध्ये साठविला जातो. अँझोलामध्ये नत्र (५ टक्के पर्यंत) आणि पाण्याचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे ते जमिनीत टाकल्यावर लवकर कुजतो आणि त्यापासून उत्तम प्रतीचे सेंद्रिय खत तयार होते. अँझोलाच्या विविध जाती आहेत मात्र भारतामध्ये अँझोला पिनाटा ही जात सर्वत्र आढळते.

अँझोलाच्या वाढीसाठी पाणी आवश्यक असल्यामुळे अँझोलाचे हिरवळीचे खत भातशेतीसाठी फारच उपयुक्त होते. भातखाचरात चिखलणीच्या वेळी तसेच भात लागणीनंतर एक आठवड्यांनी अँझोला टाकतात. अथवा इतर ठिकाणी अँझोला वाढवून तो भात खाचरात टाकतात. अँझोलामुळे दरवर्षी हेक्टरी ८० ते १०० किलो नत्र मिळू शकतो.

३) **निळे हिरवे शेवाळ :-** निळे-हिरवे शेवाळ हे एकपेशीय किंवा फांदासह किंवा फांद्याविरहीत तंतू असतात. शेवाळांमध्ये अॅलोसिरा, टॉलीपोट्रिक्स, नॉस्टॉक व अॅनाबेना यांचा समावेश होतो. भात खाचरामध्ये भरपूर पाणी असते. त्यामुळे शेवाळाची वाढ चांगली होते. म्हणून त्यांचा उपयोग भात शेतामध्ये होऊ शकतो.

ब) असहजीवी पद्धतीने (नॉन सिम्बिअॅटिक नायट्रोजन फिक्सेशन)

१) **अॅझोटोबॅक्टर :-** अॅझोटोबॅक्टर जिवाणू जमिनीत स्वतंत्रपणे राहतात. जमिनीत सेंद्रिय पदार्थांच्याविघटनातून तयार होणाऱ्या ऊर्जेवर हे जिवाणू जगतात आणि हवेतील नत्रवायुचे अमोनियामध्ये रूपांतर करून पिकांना उपलब्ध करून देतात. अशा प्रकारे असहजीवी पद्धतीने नत्र स्थिर करणाऱ्या जिवाणूंना अॅझोटोबॅक्टर असे म्हणतात.

अॅझोटोबॅक्टर जिवाणू सेंद्रिय पदार्थांच्या विघटनातून निर्माण होणाऱ्या ऊर्जेवर जगत असल्यामुळे ज्या जमिनीत सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण जास्त असते. अशा जमिनीत या जिवाणूंचे कार्य जास्त प्रमाणात चालते. अॅझोटोबॅक्टर जीवाणूपासून तयार केलेल्या जीवाणूसंवर्धकाचा उपयोग एकदल व तृणधान्य पिकांसाठी तसेच फुलझाडे आणि फळझाडांसाठी करतात. नत्र स्थिरीकरणव्यतिरिक्त हे जिवाणू जिब्रेलिक अॅसिड व्हिटामीन बी आणि इण्डॉल अॅसेटिक अॅसिड यांसारखी संप्रेरके जमिनीत सोडतात. त्यांचा फायदा उगवण आणि पिकाची वाढ झपाट्याने होण्यासाठी होतो. अॅझोटोबॅक्टर जिवाणू काही बुरशीरोधकद्रव्यही तयार करतात. त्यामुळे अल्टरनेरिया, हेल्मिन्थोस्पोरियम व फ्युजारियम या अपयकारक बुरशींचा नाश होतो. कंपोस्ट खतात मिसळून हे जिवाणू झाडांच्या किंवा मुळांच्या सान्निध्यात टाकता येतात. ही खते तृणवर्गीय पिके, भाजीपाला, फळझाडे या पिकांसाठी प्रामुख्याने वापरतात.

२) **बाजरींकिया :-** जमिनीत हे जिवाणू अॅझोटोबॅक्टरप्रमाणे असहजीवी पद्धतीने कार्य करीत असतात. परंतु हे जिवाणू मुख्यत्वेकरून आम्लधर्मीय जमिनीत आढळून येतात. हे जिवाणू एकदल व तृणधान्य पिकांसाठी उपयोगी पडतात.

३) **अॅसेटोबॅक्टर :-** ऊस व इतर शर्करायुक्त पिकांमध्ये मुळाद्वारे हे जिवाणू प्रवेश करून ऊसामध्ये नत्राचे स्थिरीकरण करतात. हे जिवाणू अंतरप्रवाही असल्याने स्थिर केलेल्या नत्राचा पिक वाढीमध्ये सर्वाधिक वापर होऊ शकतो.

क) सहसहजीवी पद्धत (असोसिएटिव्ह नायट्रोजन फिक्सेशन)

१) **अॅझोस्पीरीलम :-** अॅझोस्पीरील हे सहसहजीवी पद्धतीने नत्र स्थिर करणारे जिवाणू आहेत. हे जिवाणू ऊस, ज्वारी, मका, बाजरी, गहू अशा एकदल वनस्पती तसेच पालेभाज्या, फळझाडे यांच्या मुळांमध्ये, मुळाभोवतीच्या परिसरात तसेच मातीतदेखील असतात. हे जिवाणू अॅझोटोबॅक्टरपेक्षा अधिक कार्यक्षम असतात.

जैविक पुनर्वापराचे चक्र (ऑर्गॅनिक रिसायकल)

सर्वसाधारणपणे उपजाऊ जमिनीत थोड्याफार प्रमाणात जैविक पदार्थ असतात. पिकाची मुळे, पालापाचोळा, भरखते, सुक्ष्म जीवांचे अवशेष, इत्यादींपासून जमिनीत जैविक घटकांची वाढ होत असते. ही वाढ होत असताना सुक्ष्म जीवांचे कार्य फार महत्त्वाचे असते. त्यामुळे जैविक पदार्थांचे विघटन होते. जैविक भागात मुख्यतः कार्बन ५० टक्के, ऑक्सिजन ३५ टक्के, नायट्रोजन

५ टक्के, हायड्रोजन ५ टक्के, राख ५ टक्के असते. रासायनिक दृष्ट्या जैविक भाग हा पिटूळ पदार्थ, तंतुमय पदार्थ, तेलयुक्त पदार्थ, प्रथिने इत्यादींच्या मिश्रणाने बनलेला असतो. उदा. पाणी कार्बन डायऑक्साईड, अमोनिया, मिथेन इत्यादी.

सर्वसाधारणपणे उष्ण कटीबंधात परंतु कमी पावसाळी भागात जैविक घटकांचे प्रमाण कमी असते. ते अंदाजे १ टक्का पर्यंत असू शकते. जास्त पावसाळी भागात जैविक पदार्थांचे प्रमाण २ ते ३ टक्के असते. जमिनीची सुपिकता राखण्यासाठी जमिनीमध्ये जैविक घटकांचे प्रमाण वाढविणे आवश्यक असते.

जमिनीत जैविक घटकांचे संधारण प्रामुख्याने वनस्पतीच्या प्रकाश संश्लेषण क्षमतेवर अवलंबून असते. निसर्गात हे कार्बनचक्र सतत चालू असते, त्यामुळे वनस्पतीच्या प्रकाश संश्लेषण व कर्बग्रहण क्रिया यांमध्ये समतोल राखला जाते. जैविक पुर्नवापराच्या चक्रात प्रामुख्याने नायट्रोजन चक्र व कार्बनचक्र यांचा समावेश होतो.

नायट्रोजन चक्र (नायट्रोजन सायकल) :-

वातावरणामध्ये सुमारे ७८ टक्के नायट्रोजन असतो. परंतु हिरव्या वनस्पतींना त्याचा प्रत्यक्ष उपयोग करता येत नाही. वनस्पतींना हवा असलेला नायट्रोजन नायट्रोजनयुक्त झारांच्या द्रावणरूपात शोषण केला जातो. शरीरातील प्रथिनांचा तो एक प्रमुख घटक आहे. हिरव्या वनस्पतींवर उपजीविका करणाऱ्या अन्य सजीवांना तो वनस्पतींकडून मिळतो. वीज चमकल्यामुळे वातावरणातील नायट्रोजन व ऑक्सिजन यांचा संयोग होऊन नायट्रोजन ऑक्साईड तयार होते. या ऑक्साईडचा पाण्याबरोबर संयोग होऊन नायट्रस तयार होतात. नायट्रेट पाण्यात विरघळत असल्यामुळे त्यांचे वनस्पतींकडून शोषण केले जाते. जिवाणू, निळे- हिरवे शेवाळ यांसारखे सूक्ष्म जीव वातावरणातील नायट्रोजनचे विविध रासायनिक पदार्थांमध्ये स्थिरीकरण करून त्यांचे नायट्रेटमध्ये रूपांतर करतात.

वातावरणातील नायट्रोजन

विजांचे चमकणे

नायट्रोजन स्थिर करणारे सुक्ष्मजीव

विनायट्रीकरण करणारे जीवाणू

अमोनिया

नायट्राईट

नायट्रेट

जीवद्रव्य

मृत्यू व कुजणे

संश्लेषण

ज्वालामुखी

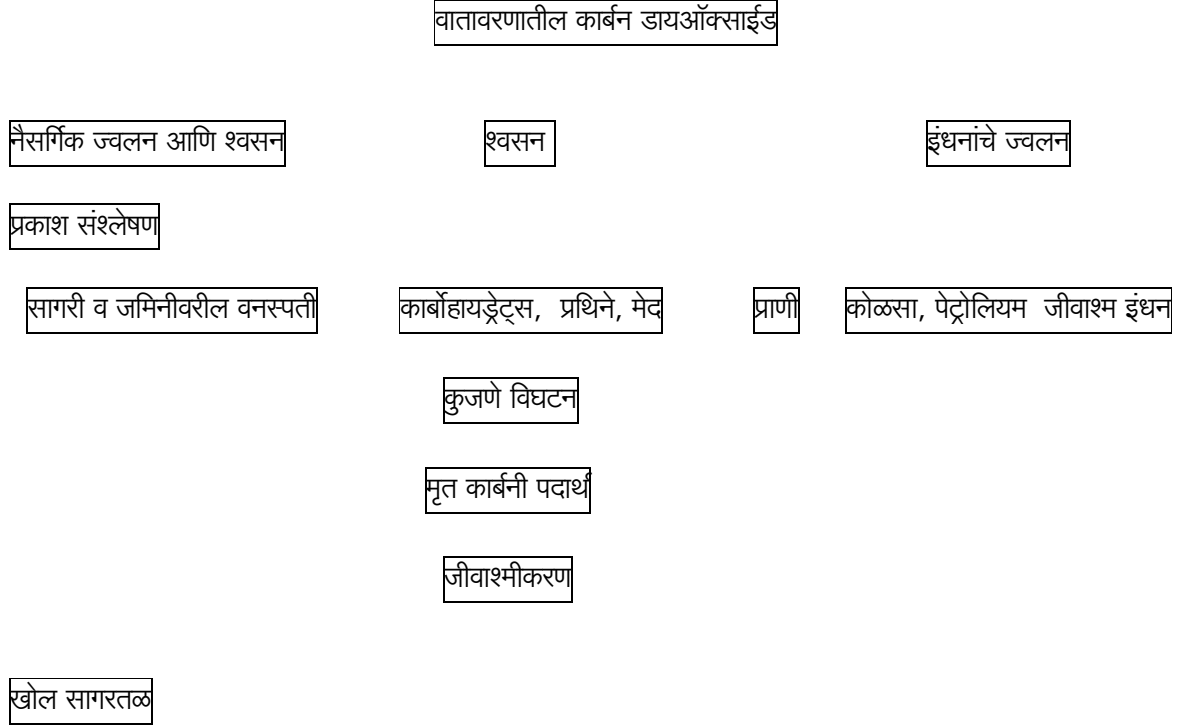
सागरतळ

नायट्रोजन चक्र

सजीवांच्या मृत्यूनंतर त्यांचे शरीर कुजते आणि त्यातून निघणारा अमोनिया वातावरणात मिसळतो. आणि त्याचे नंतर नायट्रेटमध्ये रूपांतर होते. नायट्रेट जरी फार मोठ्या प्रमाणात वनस्पतींकडून शोषण केला जात असला तरी बऱ्याच प्रमाणात त्यांचे विनायट्रीकरण (डीनायट्रीफिकेशन) होऊन त्यापासून नायट्रोजन मुक्त होऊन वातावरणात परत जातो. किंवा काही नायट्रेट पावसाच्या पाण्याबरोबर वाहत जाऊन शेवटी समुद्राच्या तळाशी साठतात.

कार्बन चक्र (कार्बन सायकल)

वातावरणात कार्बन डायऑक्साईडचे प्रमाण अल्प (०.०३ टक्के) असते. तथापि, हिरव्या वनस्पतीसाठी हा कार्बनचा मुख्य स्रोत आहे. वनस्पतींच्या पानांवर असलेल्या सुक्ष्म रंध्रांद्वारे वातावरणातील कार्बन डायऑक्साईड पानात शोषला जातो. प्रकाश संश्लेषणाच्या प्रक्रियेत त्याचा पाण्याबरोबर संयोग होऊन त्यापासून कार्बोहायड्रेट्स तयार होतात त्यातील काही कार्बोहायड्रेट्स प्रथिने व मेद तयार करण्यासाठी वापरली जातात. या प्रक्रियेमध्ये पृथ्वीवरील सर्व हिरव्या वनस्पती दर वर्षी सुमारे २०,००० कोटी टन कार्बोहायड्रेट अन्न तयार करतात असा अंदाज आहे.



कार्बन चक्र

हिरव्या वनस्पती आणि प्राणी हे अन्न आपल्या पोषणासाठी वापरतात. श्वसनक्रियेमध्ये या अन्नाचे पुन्हा कार्बन डायऑक्साईड वातावरणात परत केला जातो.

हिरव्या वनस्पती अन्नाचे उत्पादन करतात आणि त्या अन्नाचा विविध सजीवांकडून वापर होत असताना अन्नाचा काही भाग सजीवांच्या शरिरामध्ये सामावला जातो. सजीव मेल्यानंतर या अन्नाचे विविध सुक्ष्म जीवाणूमाफत विघटन होते. या क्रियेमध्ये काही कार्बन डायऑक्साईड मुक्त होतो. नैसर्गिक ज्वलन, घरगुती ज्वलन किंवा जीवाश्म इंधनांच्या ज्वलनामुळे तयार होणाऱ्या वातावरणातील कार्बन डायऑक्साईडचा बराच मोठा भाग समुद्राकडून शोषण केला जातो. त्यातील काही भाग पाण्यात वाढणाऱ्या वनस्पतींच्या प्रकाश संश्लेषण क्रियेत वापरला जातो.

प्रकरण - ७

जिवाणू खतांचा विविध पिकांसाठी वापर

जिवाणू खताचा विविध पिकासाठी वापर केल्याने रासायनिक खतांची उणीव संपूर्णपणे भरून काढता येत नाही. तेव्हा ती खते रासायनिक खताना पुरक खते म्हणूनच वापरली जातात. जिवाणू खते ही महागडी खते नसून ती वापरणेही सोपे व कमी वेळेत होणारे काम आहे. आर्थिकदृष्ट्या त्याचा विचार करता कमी खर्चाचे उत्पादन तंत्रज्ञान (लो कॉस्ट टेक्नॉलॉजी) असल्यामुळे उत्पादनात साधारणतः १५ ते २० टक्के इतकी वाढ होते. जिवाणू खते वापरताना त्याची पूर्वदक्षता म्हणून काही गोष्टी महत्वाच्या आहेत

- १) जिवाणू संवर्धनाचे पाकिट सावलीत ठेवावे, सूर्यप्रकाश व उष्णता यापासून त्याचे संरक्षण करावे.
- २) जिवाणू खतात किंवा इतर औषधात मिसळू नये. संवर्धन खत नाही आणि म्हणून जिवाणू संवर्धन किंवा जिवाणू संवर्धक लावलेले बियाणे रासायनिक
- ३) बुरशीनाशके किंवा किटकनाशके लावावयाची असल्यास अगोदर अशी प्रक्रिया पूर्ण करून शेवटी जिवाणू खत लावावे.
- ४) ही खते वापरण्यासंबंधी पाकिटावर जी अंतिम तारीख दिलेली असेल त्यापूर्वीच वापरावीत.
- ५) रायझोबियम जिवाणू खत पाकिटावर दिलेल्या विशिष्ट पिकासाठीच वापरावे.

जिवाणूखते वापरण्याच्या पद्धती

क) जिवाणूखते बियांना लावणे : पाकिटातील जिवाणूसंवर्धक पुरेशा पाण्यामध्ये मिसळून बियाण्याला हळूवारपणे लावावे. सर्व बियांवर साखऱ्या प्रमाणात लेप बसेल व बियांचा पृष्ठभाग खराब होणार नाही अशा प्रकारे लावावे. जिवाणूखत लावलेले बियाणे सावलीत स्वच्छ कागदावर किंवा किलतानावर सुकवावे आणि ताबडतोब पेटावे.

ख) जिवाणूखते रोपांना लावणे : रोपाची लावणी करताना एक बादली पाण्यामध्ये जिवाणूसंवर्धक मिसळून मिश्रण चांगले ढवळावे आणि रोपांची मुळे या मिश्रणात बुडवून लावणी करावी. उदा. मिरची, वांगी, टोमॅटो, कोबी, इत्यादी.

ग) जिवाणूखते शेतात टाकणे : काही कारणांमुळे हे खत बियाण्याला अगर रोपांना लावणे शक्य झाले नाही तर पिशवीतील जिवाणूखत शेतातील अंदाजे २० ते २५ किलो बारीक मातीमध्ये मिसळून पिकामध्ये हाताने टाकावे. नंतर खुरप्याने जमीन हलवून पिकास पाणी द्यावे. अशा तऱ्हेने दिलेले जिवाणूखत पिकांच्या मुळापर्यंत पोहचले कि ते पहावे.

जिवाणूखताचे प्रमाण

१० ते १५ किलो बियाण्यासाठी एक पाकिट वापरावे आणि रोपांना चोळावयाचे असल्यास एकरी दोन पाकिट वापरावीत. जिवाणूखताच्या वापरामुळे बियाण्याची उगवण लवकर व जास्त प्रमाणात होते. पिकास नत्राचा सतत पुरवठा होत असल्याने रोपांची जोमदार वाढ होते. जिवाणूंनी जमिनीत सोडलेल्या बुरशीरोधक द्रव्यामुळे पिकांची रोगप्रतिकारक शक्ती वाढते. रासायनिक नत्रखताची १५ ते २० टक्के बचत होते आणि पिकाचे उत्पन्न १० ते १५ टक्के वाढते. जिवाणूखतांशिवाय निळे हिरवे शेवाळही असते. नत्र स्थिर करणाऱ्या शेवाळामध्ये प्रामुख्याने अॅलोसिरा, टॉलीपोथ्रिक्स, नॉस्टॉक व अॅनाबेना यांचा समावेश होतो. याचा उपयोग भात शेतामध्ये होतो. जिवाणूखताच्या वापरामुळे रोपांच्या वाढी व्यतिरिक्त जमिनीची घडण सुधारते. सुपिकता वाढते आणि काही प्रमाणात जमिनीची धूपही थांबते.

अ) भात व भाजीपाला

- १) रोपे तयार करताना १० ते १५ किलो- १ पाकिट (२५० ग्रॅम)
- २) रोपांची पुनर्लागण प्रती हेक्टरी २ पाकिटे (२५० ग्रॅम प्रत्येकी)

तक्ता क्र १०- विविध जिवाणू खते व वापरण्याच्या पद्धती

अ.क.	जिवाणू खत	कोणत्या पिकासाठी वापरावे	वापरण्याची पद्धत
१	रायझोबियम	तूर, मूग, उडीद, हरभरा, भूईमूग, सोयाबीन, चवळी, वाटाणा, घेवडा, बरसीम	१० ते १५ किलो बियाणासाठी १ पाकीट (२५० ग्रॅम) पुरेशा पाण्यामध्ये अंतरक्षीकरण.
२	अझोस्पीरीलम	ज्वारी, बाजरी, मका, गहू, भात, भाजीपाला पिके इ.	१० ते १५ किलो बियाण्यासाठी १ पाकीट (२५० ग्रॅम) पुरेशा पाण्यामध्ये अंतरक्षीकरण. भात व भाजीपाला पुनर्लागणीच्यावेळी हेक्टरी २ पाकिटे (५ ग्रॅम) पुरेशा पाण्यात मुळांना अंतरक्षीकरण करावे.
३	अॅझोटोबॅक्टर/ अॅसिटोबॅक्टर	ज्वारी, बाजरी, गहू, ऊस, कापूस, सूर्यफुल, सर्व भाजीपाला, फ लझाडे, फ लझाडे	१० ते १५ किलो बियाण्यासाठी १ पाकिट (२५० ग्रॅम) पुरेशा पाण्यामध्ये अंतरक्षीकरण भात व भाजीपाला पुनर्लागणीच्या वेळी हेक्टरी २ पाकिटे (५ ग्रॅम) पुरेशा पाण्यात मुळांना अंतरक्षीकरण करावे.
४	निळे-हिरवे शेवाळे	भात पिक	भात रोपे लागणीनंतर शेतात हेक्टरी २० ते ३० किलो टाकावे.
५	अॅझोला	भात पिक	भात लागणीपूर्वी एक महिना अगोदर भात खाचरात टाकावे नंतर नांगराने गाडावे किंवा वाढलेले अॅझोला लागणीनंतर १० दिवसांनी भात खाचरात टाकून कोळप्याने गाडावा.
६	स्फु रद विरघळणारे जिवाणू	सर्व एकदल, द्विदल भाजीपाला पिके	बजप्रक्रिया करून, रोपांच्या मुळावर अंतरक्षीकरण किंवा मातीत टाकून.
७	व्हि. ए. मायकोरायझा	सर्व एकदल, द्विदल व भाजीपाला, लिंबू वर्गीय फ लझाडे	टोकण पद्धतीमध्ये हेक्टरी ५० ते ६० किलो रोपवाटीका/सरीमध्ये हेक्टरी ५ किलो किंवा रोपांच्या मुळावर अंतरक्षीकरण.

- ब) बटाटा : लावणी करताना तुकडे बुडविण्यासाठी ५ पाकिटे ५० लिटर पाण्यामध्ये मिसळावीत. टोकण पद्धतीमध्ये हेक्टरी ५० ते ६० किलो रोपवाटीका/सरीमध्ये हेक्टरी ५ किलो किंवा रोपांच्या मुळावर अंतरक्षीकरण.
- क) ऊस : एक एकर क्षेत्रासाठी लागणाऱ्या बेण्यास ६ ते ८ पाकिटे वापरावीत. (२५० ग्रॅम प्रत्येकी)
- ड) भात खाचरात पुनर्लागण केल्यानंतर निळे हिरवे शेवाळ ३० किलो प्रति हेक्टरी फ टाकून टाकावे.

प्रकरण- ८

जिवाणू खते उत्पादन पद्धती

जिवाणू खते प्रामुख्याने सूक्ष्म जिवाणू (इरलीशीळरश्र इळेषशीळश्रळूशी) व बुरशी जिवाणू (ऋंपसरश्र इळेषशीळश्रळूशी)) या प्रमुख दोन प्रकारात मोडतात. सूक्ष्म जिवाणू गटात रायझोबियम, अँझोटोबॅक्टर, अँझोस्पायरिलम, अँसिटोबॅक्टर, स्फु रद व गंधक इत्यादी सूक्ष्म जिवाणूंचा समावेश होतो. बुरशी जिवाणूमध्ये कपोस्ट, स्फु रद व गंधक सूक्ष्म जिवाणूंचा समावेश होतो.

१) रायझोबियम :- बरेच रायझोबियम जीवाणू वाढीसाठी सिंगल किंवा डबल साखर उपयोगात आणतात. परंतु हळू वाढणारे वाण अरॅबिनोज, मॅनिटॉल किंवा साखर वापरतात. मोठ्या प्रमाणात रायझोबियमची वाढ करण्यासाठी साखर किंवा ग्लुकोज असलेला यीस्ट अर्क मॅनिटॉल द्रव माध्यम सर्वत्र प्रचलित आहे.

२) अँझोल्याचे उत्पादन :- अँझोल्याचे तंत्रज्ञान शेतकऱ्यांनी आत्मसात करण्याच्यादृष्टीने अगदी साधी पद्धत विकसित केली आहे. अँझोला वाढविण्यासाठी निवडलेले शेत चिखलणी केलेले व समपातळीत असावे. बांध घालून २० द २० मी. आकाराचे वाफे तयार करावेत व शेजारी पाण्याचे पाट ठेवावेत. वाफ्यात १० सें. मी. उंचीपर्यंत पाणी साठवून ठेवावे. प्रत्येक वाफ्यात १० कि. जनावरांचे शेण, २० लि. पाण्यात मिसळून सर्वत्र सारख्या प्रमाणात शिंपडावे व नंतर ८ कि. अँझोला त्या वाफ्यात सोडावा. प्रत्येक वाफ्यात १०० ग्रॅम सुपर फॉस्फेट तीन सुलभ हप्त्यात चार दिवसांच्या अंतराने टाकावे. पाण्यातील किटकांचा प्रादुर्भाव टाळण्यासाठी १०० ग्रॅम फ्युरॉडॉन प्रती वाफ्यात अँझोला टाकल्यानंतर सातव्या दिवशी फि सकारून टाकावे. मुख्य भात शेतात टाकण्यासाठी पंधरा दिवसांनी या वाफ्यातील तो अँझोला काढून घ्यावा. एकावेळी प्रत्येक वाफ्यातून ८० ते १०० कि. अँझोला मिळतो. पुन्हा मूळच्या वाफ्यात अँझोला, सुपर फॉस्फेट, शेण व फ्युरॉडॉन टाकावी. एक हेक्टर भात शेताला अँझोला वापरण्यासाठी वरील आकाराचे चार वाफे आवश्यक आहेत. भात शेतात जनावरांची शेण टाकल्यामुळे अँझोल्याची वाढ व नत्र स्थिरीकरण चांगल्या प्रकारे होते हे कनयान (१९७८) यांनी सिद्ध केले आहे. तसेच जनावरांच्या गोठ्यातील विषा व पाणी यामुळे सुद्धा हिवाळी भातात अँझोल्याचे उत्पादन वाढते.

३) अँसिटोबॅक्टर जिवाणू :- हे जिवाणू कावलकांते व अँब्रीनर (१९८८) यांच्या पद्धतीने विलग करतायेतात. त्यासाठी विरल ऊसाचा रस अर्धघन माध्यम, एलजीआयपी अर्धघनमाध्यम अथवा अँसेटिक आम्ल टाकून केलेले एलजीआयपी अर्धघनमाध्यम वापरावे लागते. माध्यमात या जीवाणूंची वाढ झाल्यावर एलजीआयपी अँसेटिक अँसिड माध्यम अथवा बटाटा अर्क अगर घन माध्यमावर रेघोटे ओढून हे जीवाणू शुद्ध स्वरूपात मिळविता येतात.

४) अँझोस्पायरिलम :- हे जिवाणू तृणधान्य व भाजीपाला पिकांच्या मुळांमध्ये व मुळांभोवती राहून नत्र स्थिर करण्याचे कार्य करतात. ज्वारी वाजरी व मका या पिकासाठी उपयुक्त आहे

५) अँझोटोबॅक्टर :- अँझोटोबॅक्टरच्या कार्यक्षम वाणांची वाढ नत्रविरहित घन माध्यमावर परीक्षानळीत केली जाते. ठराविक दिवसांनी जुन्या माध्यमावरील वाढ नवीन माध्यमावर सोडली जाते. अशा प्रकारे हे जिवाणू खूप दिवस चांगल्या स्थितीत ठेवले जातात. तसेच हे जिवाणू निर्वात अतिशीत स्थितीत गोठवून शुष्क करतात व खूप दिवस टिकवून ठेवता येतात.

६) निळे हिरवे शेवाळ :- निळ्या हिरव्या शेवाळापासून मिळणाऱ्या या फायद्यांचा विचार करून त्यांच्या वेगवेगळ्या प्रकारच्या जाती काही विशिष्ट पद्धतीने एकत्र वाढवून त्यांच्यापासून निळ्या हिरव्या शेवाळाचे जीवाणूखत तयार करतात. निळे हिरवे शेवाळ जीवाणूखत तयार करण्यासाठी प्रामुख्याने अँलोसिरा, टॉलपोथ्रिक्स, नॉस्टॉक, अनाबेना इत्यादी नत्र स्थिर करणाऱ्या शेवाळाच्या अतिकार्यक्षम जातींचा उपयोग केला जातो. मिश्रवाण वापरण्याचे एकमेव कारण म्हणजे वेगवेगळ्या हवामानाला व जमिनीच्या परिस्थितीला ठराविक

जात चांगली वाढते. त्यामुळे शेतात हे मिश्र जीवाणू वापरल्यानंतर तेथील वातावरण व जमीन ज्या जातीला अनुकूल असेल ती जात मोठ्या प्रमाणात वाढेल. त्या दृष्टीने हवामान व मातीचे गुणधर्म माहित नसलेल्या ठिकाणी मिश्रवाण वापरणे अत्यंत फायदेशीर ठरते. सर्वसाधारण प्रत्येक शेतकरी स्वतःच्या गरजेपुरते अथवा इतर गरजू शेतकऱ्यांना विकण्यासाठी शेवाळाचे जीवाणू खत तयार करू शकतो.

उत्पादन पद्धत

अ. लोखंडी पत्र्याचे ट्रे/ सिमेंट काँक्रीटचे उथळ हौद/खड्डा पद्धत :

१. निळे हिरवे शेवाळ जीवाणूखत तयार करण्यासाठी साधारणपणे घराशेजारी, खळ्यावरील अथवा शेत जमिनीची अशी जागा निवडावी की, जेथे दिवसातील जास्तीत जास्त काळ सूर्यप्रकाश व उष्णता मिळू शकेल.
२. अशा जागेवर २ मीटर १ मीटर २३ सेंटीमीटर आकाराचे उथळ खड्डे अथवा वाफे तयार करतात. खड्ड्यांमध्ये पाण्याची पातळी एकसारखी राहण्यासाठी खड्ड्याचा तळ एकसारखा करतात. नंतर पाणी जमिनीत झिरपून मुरू नये यासाठी खड्ड्यामध्ये तेवढ्याच आकाराचा जाड, प्लास्टिकचा कागद टाकतात. खड्ड्याऐवजी लोखंडी ट्रे अथवा सिमेंटचे कायमस्वरूपी हौद याचाही जीवाणू खत तयार करण्यासाठी वापर करता येतो. आवश्यकतेनुसार त्यांचा आकार कमी अगर जास्त ठेवता येतो.
३. वरीलप्रमाणे तयार केलेल्या खड्ड्यामध्ये प्रती चौरस मीटरला ४ ते ५ किलो शेतातील बारीक पोयटा माती टाकतात. तसेच १०० ग्रॅम सुपर फॉस्फेट, २ ग्रॅम सोडियम मॉलिब्डेट टाकून माती एकत्र मिसळतात.
४. खड्ड्यामध्ये स्थानिक परिस्थितीनुसार १० ते १५ सें. मी. उंचीपर्यंत पाणी भरतात व माती पाणी मिश्रण एकत्र ढवळून घेतात.
५. पाण्यात डासांचा अथवा पाण्यातील किटकांचा शेवाळाला उपद्रव येऊ नये म्हणून १० ते १५ ग्रॅम दाणेदार प्युरॉडॉन अथवा मेलॅथिऑन टाकतात.
६. माती व पाण्याचे मिश्रण सुमारे ८ ते १० तासांनी स्वच्छ होऊन मातीचे कण खाली बसतात. यावेळी स्थिर पाण्याच्या पृष्ठभागावर २०० ते २५० ग्रॅम निळे हिरवे शेवाळाच्या मातृवाणाची भुकटी टाकतात. नंतर पाणी स्थिर ठेवतात.
७. जीवाणूखत तयार करण्यासाठी वापरलेली माती शक्यतो उदासीन असावी. ती आम्ल धर्मीय असल्यास चुनकळी टाकून ठीक करावी.
८. भरपूर सूर्यप्रकाश व उष्णता असल्यास साधारणपणे १० ते १५ दिवसात खड्ड्यात पाण्यावर शेवाळाची वाढ साईसारखी तरंगताना दिसून येते. तसेच खड्ड्यातील पाणीही बाष्पीभवनामुळे कमी होते.
९. अशा प्रकारे निळ्या हिरव्या शेवाळाची भरपूर वाढ झाल्यानंतर खड्ड्यातील संपूर्ण पाणी आटू देतात. खड्ड्यातील शेवाळाची वाढ व माती सुकू देतात.
१०. पूर्ण सुकल्यानंतर शेवाळाची वाढ मातीपासून अलग होऊन त्याच्या पापड्या तयार होतात. या पापड्या गोळा करून पिशव्यांमध्ये भरून बंद करतात. अशा प्रकारे एका वेळी एक चौरस मीटर खड्ड्यातून अर्धा ते एक किलो निळे हिरवे शेवाळ जीवाणू खत मिळते.
११. खड्ड्यात पुन्हा वर सांगितल्याप्रमाणे पाणी भरून शिल्लक राहिलेली माती व पाणी ढवळून घेतात. पुन्हा त्यात शेवाळ वाढू देतात. यावेळी मात्र खड्ड्यामध्ये निळे हिरवे शेवाळाचे मातृवाण व सुपर फॉस्फेट टाकण्याची आवश्यकता नसते. अशा प्रकारे एका

खड्ड्यात २-३ वेळा निळे हिरवे शेवाळ जीवाणू खत तयार करता येते. त्यानंतर मात्र खड्ड्यातील माती व सुपर फॉस्फेटचा परिणाम संपलेला असतो.

१२. खड्ड्यांमध्ये पुन्हा नवीन माती, सुपरफॉस्फेट, पाणी, मातृवाण व आवश्यक असल्यास कीटकनाशकांचा वापर करून पुन्हा निळे हिरवे शेवाळ जीवाणू खत तयार करण्यासाठी खड्डे लावतात. अशा प्रकारे तयार झालेले निळे हिरवे शेवाळ जीवाणूखत पापड्याच्या स्वरूपात असते. भात शेतात वापरते वेळी त्याची बारीक भुकटी करून वापरतात.

ब. शेत जमिनीत निळे हिरवे शेवाळ तयार करण्याची पद्धत

निळे हिरवे शेवाळ जीवाणू खत तयार करण्याची ही पद्धत खड्डा पद्धतीचेच मोठे स्वरूप आहे. सदर पद्धतीने मोठ्या प्रमाणात निळे हिरवे शेवाळ जीवाणूखत तयार करता येते. दक्षिण भारतातील काही शेतकरी या पद्धतीचा सर्रास अवलंब करतात.

१. या पद्धतीमध्ये शेवाळ जीवाणू खत तयार करण्यासाठी योग्य अशा शेत जमिनीची निवड करून त्यातील पिकांची धसकटे, पालापाचोळा इत्यादी गोळा करून जमीन स्वच्छ करून घेतात.

२. त्यानंतर या जमिनीमध्ये ४० चौरस मीटर (२०२ मी.) आकाराचे वाफे तयार करून त्याच्या चारी बाजूंनी १५ सें. मी. उंचीचे मजबूत बांध घालतात.

३. प्रत्येक वाफ्यामध्ये १० किलो सुपर फॉस्फेट एकसारखे पसरून मातीत मिसळून घेतात. वाफ्यात ३ ते ५ सें. मी. खोली राहिल एवढे पाणी भरतात. खड्डा पद्धतीमध्ये पाणी फक्त सुरवातीलाच भरतात. परंतु या पद्धतीत पाण्याची पातळी राखण्यासाठी नियमित पाणी भरणे आवश्यक असते.

४. सुरवातीला पाणी वाफ्यात भरल्यानंतर १० ते १२ तासांनी पाणी स्थिर होते. मातीचे कण तळाशी बसतात. अशा वेळी ५ किलो निळे हिरवे शेवाळाच्या मातृवाणाची भुकटी पाण्यावर एक सारखी पसरून टाकतात. मागील २ ते ३ हंगामात भात खाचरात शेवाळ वापरले असल्यास त्या जमिनीत जीवाणूखत तयार करण्यासाठी मातृवाण टाकण्याची गरज पडत नाही.

५. वाफ्यामध्ये डासांचा अगर इतर कीटकांचा प्रारंभ टाळण्यासाठी ४० चौरस मीटरला २५० ग्रॅम कार्बोफ्युरॉन अथवा इकाल्स (५ टक्के दाणे) किंवा फ्युरॉडॉनचा वापर करतात.

६. भरपूर सूर्यप्रकाश व उष्णता असल्यास १५ ते २० दिवसात वाफ्यामध्ये शेवाळाची भरपूर वाढ झालेली दिसते. पाण्यावर साईप्रमाणे थर साचतो. नंतर वाफ्यात पाणी सोडणे बंद करून पाणी आटू देतात व शेवाळाची वाढ सुकू देतात.

७. पूर्ण सुकल्यानंतर जमिनीच्या पृष्ठभागावर शेवाळाच्या पापड्या तयार होतात. त्या गोळा करून पिशवीत भरून साठवतात.

८. शेवाळ पापड्या गोळा केल्यानंतर वाफ्यामध्ये पुन्हा पाणी भरून त्यामध्ये सुपर फॉस्फेट व आवश्यक असल्यास कीटकनाशके टाकून पुन्हा निळे हिरवे शेवाळ जीवाणूखत तयार करतात. पुन्हा शेवाळाचे मातृवाण टाकण्याची गरज नसते. अशा प्रकारे शेतजमिनीतील वाफ्यामध्ये अनेक वेळा निळे हिरवे शेवाळ जीवाणूखत तयार करता येते.

९. भरपूर सूर्यप्रकाश असल्यास उन्हाळ्यात ४० चौरस मीटरला एका वेळी १६ ते ३० किलो निळे हिरवे शेवाळ जीवाणूखत मिळते.

क. भात शेतात निळे हिरवे शेवाळ जीवाणू खताचे उत्पादन :

सर्वसाधारणपणे शेतकरी भात लागवडीसाठी अगोदर रोप वाटिकेमध्ये रोपे तयार करतात. त्याचबरोबर भात लागवडीनंतर टाकण्यासाठी शेवाळ जीवाणू खतही तयार करता येते. रोप वाटिके शेजारील शेतात ४० चौरस मीटर क्षेत्रामध्ये वरील पद्धतीने वाफ

। तयार करून निळे हिरवे शेवाळ जीवाणूखत तयार करतात. त्यामुळे भात पुनर्लागवडीसाठी रोपे तयार झाली की, शेवाळाची ही वाढ भरपूर होवून पुर्नलागण केल्यानंतर मुख्य शेतात टाकण्यास तयार होते. एका वाफ्यातून सुमारे १५ ते २० किलो शेवाळ मिळते व ते एक हेक्टर क्षेत्रासाठी पुरेसे होते.

७) कंपोस्ट जिवाणू

कंपोस्टमधून अथवा मातीतून विलग केलेले, सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन करण्यात कार्यक्षम ठरलेले जिवाणू बटाट्याच्या अर्क माध्यमावरपरीक्षानळीत घनमाध्यमावर शुद्ध स्थितीत साठविलेले असतात. हे जिवाणू लहान शंकुपात्रात बटाट्याच्या निर्जंतुक अर्क द्रव माध्यमावर वाढविले जातात. बुरशीजन्य जिवाणू मोठ्या प्रमाणावर वाढविण्यासाठी कमी प्रतीचे तृणधान्य वापरतात. संकरीत ज्वारी कापणीच्यावेळी पावसात सापडली तर दाणे काळे पडतात व खाण्यास अयोग्य होते. अशी ज्वारी, वरील जिवाणू वाढविण्यासाठी अत्यंत उपयुक्त ठरली आहे. त्यासाठी ज्वारीचे बी रात्रभर पाण्यात भिजवतात. भिजून फु गलेली ज्वारी २ लीटरच्या शंकुपात्रात १ किलो या प्रमाणात घेऊन ती १५ पौंड दाबाला ३० मिनिटे असे दोन वेळा निर्जंतुक करतात. यामुळे ज्वारीच्या पृष्ठभागावरील व आतील सर्व जिवाणू मरतात व दाणे उकलतात. नंतर शंकुपात्रात द्रव माध्यमावर वाढविलेले कार्यक्षम जिवाणू ५ मि. ली. घालतात. कापासचे बुच लावून २८ ते ३० अंश सें. तापमानाला ८ ते १० दिवस वाढीसाठी ठेवतात. या काळात बुरशीचे धागे संपूर्ण दाण्यावर व दाण्यामध्ये वाढत जातात. अशा वेळी ज्वारीचे दाणे स्वच्छ लोखंडी ट्रेमध्ये काढून घेतात व सावलीत वाळवितात. दाणे सुकताना बुरशी जीवाणू बीजकोष तयार करते. असे जीवाणू ५०० ग्रॅम प्रती टन काडीकचऱ्याचे कंपोस्ट करताना वापरण्यास प्रमाणित करण्यात आले आहे. कंपोस्ट खड्ड्यात हे जिवाणू वापरल्यास पाण्याशी संबंध आला की, बिजाणूमधून बुरशी उगवते व वाढू लागते व तिचे कार्य सुरू होते.

८) स्फुरद जिवाणू ९) गंधक जिवाणू

प्रकरण- ९ जमिनीचे प्रदुषण

जमिनीचे प्रदुषण

हवा, पाण्यामध्ये जसे प्रदूषण होवून पर्यावरणाचा समतोल बिघडतो त्याचप्रमाणे जमिन हे माध्यम देखील अनेक घटकामुळे प्रदुषित होते. जमिनीचे प्रदुषण म्हणजे पाणी, रासायनिक खते, किटकनाशके, तणनाशके यांच्या अति वापराने किंवा अयोग्य वापराच्या पद्धतीमुळे जमिनीचे भौतिक, रासायनिक तसेच जैविक संतुलन बिघडले जाणे होय. यामध्ये नैसर्गिक व मानवनिर्मित प्रदुषणाचा भाग आहे. अशा संतुलन बिघडलेल्या जमिनी क्षारयुक्त बनतात, नापीक होतात त्यांची उत्पादकता घटते उत्पादीत मालाचा दर्जा ढासळला जातो, जिवानुंची क्रिया मंदावते, सेंद्रिय कार्बनचे विघटन होत नाही, पिकांची रोगप्रतिकारक शक्ती कमी होणे अशा समस्यांना सामोरे जावे लागते. त्याचबरोबर अशा जमिनी पूर्वपदाला आणणेस फार मोठा खर्च करावा लागतो.

देशात १९६० नंतर झालेल्या हरित क्रांतीमुळे कृषि उत्पादनात वाढ झाली. परंतु पूर्वी जो ३० ते ४० टक्के उत्पादन खर्च होता तो आज ६० ते ७० टक्क्यांपर्यंत पोहचला आहे. संकरीत वाणामुळे मोठ्या प्रमाणात उत्पादन वाढल्याने त्यांची निर्मिती मोठ्या प्रमाणात होवू लागली. संकरीत वाण झटपट वाढणारे आणि रासायनिक खताना प्रतिसाद देण्याच्या गुणधर्मांमुळे ते लोकप्रिय झाले. अशा वाणांना जमिनीतील सेंद्रिय पदार्थ कमी पडू लागल्याने रासायनिक खतांचा वापर सुरू झाला. त्याचबरोबर त्यांना पाण्याचीही मोठ्या प्रमाणात गरज भासू लागली त्यामुळे पाण्याची उपलब्धता वाढविण्यात आली. या सर्व उत्पादन प्रक्रियेत संकरीत वाणांचा वापर, रासायनिक खतांचा वापर, किडनाशके तसेच तणनाशके यांचा वापर मोठ्या प्रमाणावर वाढला. शेती व्यवसाय हा एक हंगामी किंवा दोन हंगामी न राहता तो वार्षिक व्यवसाय झाला. जमिनीला विश्रांती मिळेनाशी झाली. बैल मशागतीने काम न उरकल्याने यांत्रिकी शेतीकडे कल वाढत चालला. बागायती आणि नगदी पिकांमध्ये रासायनिक खते किडनाशके, रोगनाशके, संप्रेरके, तणनाशके या निविष्टांचा वापर जास्त होवू लागला. त्याचबरोबर सेंद्रिय खते, पर्यावरणाशी निगडित जैविक नियंत्रण पद्धतीकडे दुर्लक्ष झाले. किंबहुना रासायनिक निविष्टांच्या अति वापराने जमिनीची सुपिकता, आरोग्य, भूगर्भातील पाण्याची पातळी आणि प्रत त्याचप्रमाणे उत्पादित अन्न पदार्थांची प्रत एकूणच पर्यावरणाचा समतोल बिघडू लागला.

जमिनीत होणारे प्रदुषण हे दोन प्रकारे होते व त्यामुळे जमिनी नापिक बनतात.

अ) नैसर्गिक कारणे

ब) मानव निर्मित कारणे

अ) नैसर्गिक कारणे

नैसर्गिक कारणाने जमिनी खराब होणे किंवा नापिक होणे यांची कारणे आणि प्रकार खालीलप्रमाणे आहेत.

१) आम्लधर्मी जमिन (अॅसिडिक सॉइल्स)

२) क्षारयुक्त जमिनी (सलाईन सॉइल)

३) चोपण जमिनी (अल्कलाईन सॉइल)

४) क्षारयुक्त विम्ल जमिनी (सलाईन अल्कलाईन सॉइल)

५) खार किंवा खाजन जमिनी (सॉल्टी सॉइल्स)

१) आम्लधर्मी जमिन (अॅसिडिक सॉइल्स)

जास्त पाऊस पडणाऱ्या प्रदेशात खडकापासून माती तयार होत असताना अल्कधर्मीय पदार्थ बाहेर पडतात व पाण्याबरोबर वाहून जातात अशा जमिनीत कलील कणांच्या पृष्ठभागावर आयनांचे अधिघोषित स्वरूपातील प्रमाण जास्त असते या अधिघोषित हायड्रोजन त्रणयनांच्या प्रमाणाला राखीव आम्लता असे म्हणतात. त्याचप्रमाणे मृदा विद्रावातील हायड्रोजन आयन आणि कलील कणांच्या पृष्ठभागावर अधिघोषित हायड्रोजन आयन हे एकमेकाशी गतीमान समतोल साधतात. अर्थात आम्ल जमिनी सुधारण्यासाठी तिची क्रियाशील आम्लता कमी करून सामू वाढवा लागतो. या जमिनीचा सामू हा ६ पेक्षा कमी असतो तो ६.५ ते ७ या उदासीन मर्यादित आणावा लागतो. जमिनी आम्लधर्मी बनण्याची कारणे खालीलप्रमाणे आहेत.

- १) जास्त पावसामुळे क्षाराचा निचरा होणे.
- २) मूळ खडक ज्यापासून बनली आहे त्याचे गुणधर्म
- ३) आम्लयुक्त रासायनिक खते सतत जमिनीत घालणे.
- ४) गंधक किंवा गंधकाची यांचा मोठ्या प्रमाणात वापर करणे.
- ५) सूक्ष्म जिवजंतूची क्रिया मंदावणे.

आम्ल जमिनी सुधारण्यासाठी जमिनीतील हायड्रोजन आयनांचे प्रमाण कमी करून कॅल्शियम आयनांचे प्रमाण वाढवावे लागते. त्यासाठी लाइम (कॅल्शियम ऑक्साईड), स्लेकड लाईम (कॅल्शियम हैड्रॉक्साईड), मार्ल लाइमचा दगड (कॅल्शियम कार्बोनेट) डोलोमाईट किंवा डालोमाईटिक लाईमचा दगड (कॅल्शियम मॅग्नेशिय कार्बोनेट) यांचा वापर करणे फायदेशीर ठरते. या सर्वांचे रासायनिक गुणधर्म जरी सारखे नसले तरी त्यांची जमिनीतील क्रिया जवळजवळ सारखीच असते. म्हणून त्या सर्वांना चूना (लाईम) म्हणून संबोधतात. जमिनीचा आम्ल विम्ल निर्देशांक १ अंशाने म्हणजे ५.० पासून ६.० वाढवायला हेक्टरी सुमारे १५०० किलो कॅल्शियम कार्बोनेट लागते.

यामध्ये जमिनीच्या वातावरणातील कार्बन डायऑक्साईड वायू व लाईम (चूना) यांची रासायनिक क्रिया होवून विद्राव्य बायकार्बोनेट्स तयार होतात व नंतर त्यांची मृदाच्या कलील कणाशी क्रिया होते. त्याचप्रमाणे तयार होणाऱ्या कार्बोनिक् आम्लाची चुन्याबरोबर क्रिया होते व मृदाच्या कलील कणावर कॅल्शियमचे प्रमाण वाढते.

२) क्षारयुक्त जमिनी : (सलाईन सॉइल)

जेव्हा बहुतेक पिकांच्या वाढीमध्ये अडथळा येईल इतक्या प्रमाणात जमिनीत विरघळलेल्या क्षाराचे प्रमाण असते तेव्हा त्याला क्षारयुक्त जमिनी म्हणतात. अशा जमिनीचा आम्लविम्ल निर्देशांक हा ८.५ पेक्षा कमी असतो. अशा जमिनीच्या क्षारामध्ये मुख्यता सोडीयम, कॅल्शियम व मॅग्नेशियम यांचे संघटीत कार्बोनेट, बायकार्बोनेट, क्लोईड आणि सल्फेट कमी अपायकारक क्लोराईड मध्यम अपायकारक असतात. विरघळणारे कार्बोनेट जवळजवळ नसतात. क्लोराईड आणि सल्फेटचे प्रमाण सर्वसाधारणपणे बायकार्बोनेट आणि नायट्रेट यांच्यापेक्षा जास्त असते. क्षारयुक्त जमिनीमुळे जमिनीतील प्रसारण दाब वाढतो. त्यामुळे झाडांची मुळे योग्य ते अन्नांश व पाणी शोषण करू शकत नाहीत. तसेच जमिनीतील जीवाणूंची वाढ मंदावते.

क्षारयुक्त जमिनीची सुधारणा खालीलप्रमाणे करावी.

- १) जमिनीचा उतार १ टक्के ठेवावा.
 - २) जमिनीच्या पृष्ठभागावर जमलेले क्षार खरडूनएकत्र गोळा करून शेताबाहेर टाकून घ्यावेत.
 - ३) उन्हाळ्यात जमिनीचेलहान लहान सारखे भाग किंवा वाफे करावेत त्यात पाणी सोडून ते चरावाटे एकदम जमिनीबाहेर काढावे.
 - ४) धेंचा, ताग, शेवरी अशा सारखी हिरवळीची खते जमिनीत गाडावीत.
 - ५) हेक्टरी २५ ते ३० गाड्या शेणखत किंवा कंपोस्ट खत घालून त्यात बरसीम भातसारखी पिके घ्यावीत. तसेच ऊस, कापूस, भात, शूगरबीट, गहू, मका, ज्वारी, कांदा यासारखी पिके घेऊन फे रपालट करावी.
 - ६) माती परिक्षण करून जिप्सम, गरजेनुसार हेक्टरी ५ ते १० टन जिप्सम टाकावे.
- गंधक, आयर्न पायराईट यासारख्या भुसुधारकांचा वापर करावा.
- ७) उन्हाळ्यात जमिनी मोकळ्या ठेवू नयेत. जमिनीचा पृष्ठभाग भाताचेतणीस, पालापाचोळा, ऊसाचे पाचट, भूईमूगाची तरफ लयांच्यासारख्या आच्छादनानी झाकावा.

३) चोपन जमिनी : (अल्कलाईन सॉईल)

जमिनी क्षारयुक्त बनवल्यानंतर त्याची पुढची पायरी म्हणजे चोपण किंवा चिबड जमिनी (अल्कलाईन सॉईल) होय. जमिनीतील मातीच्या कणांना १५ टक्के पेक्षा जास्त सोडियम चिकटला असेल तर त्या चोपण बनतात. मातीचे सूक्ष्म कण क्रियाशील असून, ते रासायनिक विघटनाच्या क्रियेत व विनिमयाच्या क्रियेत भाग घेतात. या विनिमयाच्या क्रियेत भाग घेणाऱ्या अल्कालीन युक्त अल्के (एस्चेंबल बेसेस) असे म्हणतात. पाण्यात क्षार असतात. हे पाणी पाटातून जाते त्यावेळी त्यातील सोडियमचे क्षार मातीच्या क्रियाशील सूक्ष्म कणांना चिकटतात व अशा रीतीने माती सोडीयमयुक्त बनते. मातीच्या कणाभोवती विनिमयात्मक सोडियमचे प्रमाण एकंदर विम्ल घटकांच्या १५ टक्केपेक्षा जास्त व मुक्त सोडीयम कार्बोनेट यांचे प्रमाण वाढल्यास चोपण जमिनी तयार होतात. अशा जमिनीत कार्बोनेट, बायकार्बोनेट, सल्फे ट यांचे प्रमाण वाढून जमिनीची जलधारणाशक्ती कमी होते. जमिनीचे फुल पोत बिघडून जमिनीची घडण घट्ट स्फ टिकाकृती होते. जमिनीची निचऱ्याची क्षमता कमी होते व जमिन कडक झाल्याने तिची मशागत करणे अवघड जाते. जमिनीत असणारे लोह, मँगनीज, जस्त, स्फु रद हे उपलब्ध होवू शकत नाहीत त्यामुळे झाडे खुरटी राहून अशा जमिनीत चांगल्या प्रकारे वाढू शकत नाहीत.

चोपण जमिनी सुधारणा

चोपण जमिन दोन मार्गाने सुधारणा करता येतात.

- १) जमिनीत निचऱ्याची व्यवस्था करणे.
- २) जमिनीत मुक्त सोडियमचे प्रमाण कमी करणे.

अशा जमिनी खालील उपाय करून सुधारणा करणे शक्य होते.

- १) जमीन खोलवर नांगरावी व हेक्टरी ५० गाड्या शेणखत किंवा ५ ते ७.५ टन प्रेसमड केक किंवा ५ ते १० टन जिप्सम जमिनीत १० ते १५ सें. मी. खोलीपर्यंत टाकावे.
- २) योग्य अंतरावर बांध घालावेत. उतारास आडव्या सऱ्या पाडाव्यात. पाचवी किंवा सहावी सरी इतर सऱ्यापेक्षा खोल ठेवावी व तिचे तोंड चराकडे उघडे ठेवावे.
- ३) जमिनीस १-२ वेळा पाणी देवून ती एक महिना तशीच ठेवावी.

४) १ ते १.५ मीटर खोलीचे चर ३० ते ६० मीटर अंतरावर खोदावेत त्यामुळे पाण्यात विरघळणारा सोडियम निघून जाईल. नैसर्गिक चर व नाले यामधील गाळ काढून त्या खोल कराव्यात.

५) शेतातील काडीकचरा, भुसा जमिनीत टाकावा.

६) क्षारास प्रतिकार करणारी पिके उदा. साखरकंद, बोरू, जांभूळ, खजरू, लसूणघास किंवा हिरवळीचे पिके धेंचा, शेवरी, बरसमी इ. घ्यावीत.

७) क्षारास प्रतिकार करणाऱ्या रूट स्टॉकच्या जाती वापराव्यात उदा. आंबा, निलेश्वर, द्राक्ष, डॉगरीज, लिंबूवर्गीय- क्लिओपाना, मंडारीन, रंगपूर लाइम इ.

८) पिकांना योग्य अंतराने पाणी द्यावे. क्षारयुक्त पाणी असल्यास क्षारयुक्त पाण्याची एक पाळी व गोड्या पाण्याची एक पाळी याप्रमाणे पाणी द्यावे.

९) उन्हाळ्यामध्ये भाजीपाल्यासारखी पिके घ्यावीत.

१०) अमोनियम स्फ टिक किंवा अमोनियम सल्फेट नायट्रेट यासारखी आम्लयुक्त खते जमिनीत टाकावीत व त्याची मात्रा २५ टक्क्यांनी वाढवावी.

११) पिके उभी असतांना अधूनमधून आंतरमशागत करावी.

१२) जमिनीत सोडियम टाकून सोडियमयुक्त जमीन चूनायुक्त करून घ्यावी. सोडियम सल्फेट सारखे बाहेर पडणारे क्षार पाण्यात सहज विरघळतात व निचऱ्याची व्यवस्था असल्यास सहज बाहेर काढता येतात.

४) क्षारयुक्त विम्ल जमिनी : (सलाईन अल्कलाईन सॉईल)

क्षारयुक्त आणि विम्ल जमिनी साधारणपणे जेथे पाऊस कमी पडतो व तपमान जास्त असल्यामुळे बाष्पीभवन फार होते अशा शुष्क आणि साधारण शुष्क विभागात दिसतात. जमिनीतील खनीज पदार्थांची झीज होवून जे क्षार तयार होतात ते पाण्यात विरघळून वर पृष्ठभागावर येतात आणि तेथे पापुद्यासारखे पसरलेले दिसतात. पावसाळ्यात असे क्षार पाण्यात विरघळून खालच्या थराकडे जातात परंतु पावसाळा संपल्यानंतर पाण्याच्या तिव्र बाष्पीभवनाने पुन्हा जमिनीच्या पृष्ठभागावर येतात. असे क्षार बहुदा कॅल्शियम, मॅग्नेशियम आणि सोडियम सल्फेट, क्लोराइड किंवा कार्बोनेट असतात. या क्षाराच्या प्रकारावरून जमिनीचे क्षारयुक्त, क्षारयुक्त अल्क, क्षारयुक्त आम्ल जमिनी असे तीन प्रकार आहेत. त्यामधील मुक्त सोडियम व आम्ल विम्ल निर्देशांक खालील तक्त्यात दिलेला आहे.

तक्ता क्र. ११- जमिनीती मुक्त सोडियम व आम्ल विम्ल निर्देशांक

अ. नं.	जमिनीचा प्रकार	आम्ल-विम्ल निर्देशांक	मुक्त सोडियम (टक्के)
१	क्षारयुक्त जमिनी	६.५ पेक्षा कमी	१५ पेक्षा कमी
२	क्षारयुक्तअल्क जमिनी	८.५ किंवा जास्त	१५ पेक्षा जास्त
३	अल्क किंवा विम्ल जमिनी	८.५ ते १०.०	१५ पेक्षा जास्त.

क्षारयुक्त विम्ल जमिनीची सुधारणा

अशा जमिनीत सुधारणा घडवून आणणेसाठी खालील उपाय करणे गरजेचे आहे.

१) चर खोदून जमिनीतील पाणी बाहेर काढणे व जमिनीत पाण्याची पातळी वाढू न देणे.

- २) सोडस्कर जागी सहाय्यक विहिरी खोदणे व पावसाळा संपला की, अशा विहिरीतील पाणी पंपाने काढून शेजारच्या नाल्यात सोडणे.
- ३) जमिनीत ज्या ठिकाणी जास्त क्षार जमा झाले असतील त्या ठिकाणचे क्षार खरवडून काढावेत व फे कून घ्यावेत.
- ४) पावसाने व ओलिताच्या सहाय्याने क्षार बाहेर वाहून जातील असे पाहणे.
- ५) जमिनीत हेक्टरी २.५ ते ५ टन जिप्सम टाकावे.
- ६) हेक्टरी १.२५ ते १.५० टन गंधक आणि ५ ते ७.५ टन सेंद्रिय खत टाकावे.
- ७) हिस्वळीच्या खतांचा वापर करावा.
- ८) आम्लता आणणारी सुपर फॉस्फेट किंवा अमोनियम सल्फेट सारखी खते वापरावीत.
- ९) वारंवार कोळपणी तसेच आच्छादनाचा वापर करावा जेणेकरून ओलावा टिकून राहतो. त्यामुळे पाण्याचे बाष्पीभवन कमी होवून क्षाराचे प्रमाण वाढत नाही.
- १०) क्षारांना सहन करणाऱ्या पिकांचा, पिकांच्या फे रपालटीच्या पद्धतीचा समावेश करावा.

५) खार किंवा खाजन जमिनी

समुद्र किनाऱ्यावरील जमिनीची नापिकता ही त्यातील मिठाच्या क्षारामुळे असते. समुद्राचे पाणी वारंवार शेतात पसरल्याने जमिनी जास्त खार होतात व नापिक बनतात. कोकणात समुद्रकिणारी अशा जमिनी विशेषतः रत्नागिरी, ठाणे, कुलाबा जिल्ह्यात जास्त आहेत. यांच्या आम्लविक्रम निर्देशांक ७.५ ते ८.५ च्या दरम्यान असतो आणि एकूण विरघळणाऱ्या क्षाराचे प्रमाण ३.५ टक्केपेक्षा जास्त असते. अशा जमिनी सुधारण्यासाठी खालील उपाय करावेत.

- १) समुद्राचे पाणी भरतीच्यावेळी आत येवू नये म्हणून ६० ते ७५ सें. मी. उंचीच्या मातीचा बंधारा घालावा.
- २) शेतात चर काढून पाणी काढून घ्यावे.
- ३) बांधावर हिस्वळीची पिके लावून त्याचा खाचरात उपयोग करावा.
- ४) खाचरात पावसाचे किंवा ओलिताचे पाणी भरून सोडून घ्यावे त्यामुळे क्षार धुवून जाणेस मदत होते.
- ५) क्षार प्रतिबंधक भाताच्या जाती घ्याव्यात.

जमिन खराब किंवा नापिक होण्याची मानवनिर्मित कारणे

१) जलसिंचनाचा अतिरिक्त वापर

जलसिंचनाच्या अतिवापराने जमिनीच्या खालच्या थरातील क्षार वर येवून पाण्याची वाफ होते व क्षाराचा थर जमिनीवर पसरतो त्यामुळे जमिनी नापिक होतात. जास्त पाण्यामुळे अस्थिर कणांची रचना तुटते आणि लहान आकाराचे वाळूचे कण पाण्यासोबत वाहत जावून तळातील कणांच्या पोकळीत स्थिरावतात. जमिनीची चूना पाण्याबरोबर वाहत जावून.

रेती (वाळू) कणाबरोबर एकत्र येतात आणि त्यांचे रूपांतर टणक भागात होते. त्यालाच जमिनीची टाळ धरणे किंवा हार्ड पॅन म्हणतात. त्यामुळे पाण्याचा निचरा मंदावतो व जमिनीत क्षाराचे प्रमाण वाढते व जमिनी खारवट तयार होतात अशा जमिनीत पिकांची उत्पादकता घटते व कालांतराने कोणतेही पिक त्यात तग धरू शकत नाही. आपल्याकडे ऊसासारख्या पिकात ही समस्या फार मोठ्या प्रमाणावर पहावयास मिळते. महाराष्ट्रात ऊसाचे क्षेत्र ६.५ लाख हेक्टर आहे. मात्र एकूण उपलब्ध पाण्याच्या ६० टक्के पाणी एकट्या ऊसाला वापरले जाते. ऊसाच्या जरूरीपेक्षा दुप्पट-तिप्पट पाणी ऊसात सोडले जाते. त्यामुळे पाण्याचा अपव्यय

होतोच त्याचबरोबर जमिनीची सुपिकता नष्ट होत जाते. इतर पिकांच्या बाबतीतही पाण्याचा योग्य वापर होत नाही. त्यासाठी योग्य पाणी व्यवस्थापन ही काळाची गरज आहे. अन्यथा भावी पिढीसाठी आपण जमिन म्हणून जमिन हस्तांतर करणार आहोत का याचे विचार करण्याची वेळ आली आहे.

२) रासायनिक खतांचा अतिरिक्त वापर

नको असलेल्या प्रमाणात पिकांना रासायनिक खते दिल्यामुळे त्या खतातील अतिरिक्त धनायन किंवा ऋणायनाचा परिणाम कणांच्या घडणेवर (जमिनीच्या फु लावर) होतो व कणरचना तोडली जाते त्यामुळे भौतिक गुणधर्मात बाधा येते.

३) सेंद्रिय खताचा कमी वापर अगर अजिबात वापर न करणे

जमिनीची भौतिक, रासायनिक तसेच जैविक जडणघडण टिकवणेसाठी सेंद्रिय खतांची नितांत गरज आहे. स्वातंत्र्यप्राप्तीनंतर रासायनिक खतांचा वापर वाढला. उत्पादन घेण्याच्या चढा ओढीत जमिनीची सुपिकता टिकवण्याच्या दृष्टीने दुर्लक्ष झाले. सेंद्रिय खतांचा नग्न किंवा अजिबात वापर न केल्याने जमिनीची भौतिक, रासायनिक आणि जैविक जडणघडण बिघडून गेल्याने उत्पन्नावर त्याचा परिणाम झालाच त्याचबरोबर जमिनीचे फूल नष्ट होत चालले आहे. सेंद्रिय खतामुळे लिग्निन, कॅल्शियम, लोहासारखे उपयुक्त घटक मिळतात व सुपिकता वाढविणेस मोलाची मदत होते.

४) अयोग्य पिक फे रपालट

एकच एक पिक घेतल्याने जमिनीची एकाच प्रकारची मशागत होते. ठराविक खोलीवर ती केली जाते त्यामुळे जमिन टणक होते. नत्राचे स्थिरीकरण होत नाही. काही अन्नद्रव्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरली जातात. पाण्याच्या निचऱ्याची गती कमी होते. जमिनीतील पोकळ्या कमी होतात त्यामुळे हवा खेळती राहत नाही. सहजीवी जिवाणूंची वाढ व उत्पत्ती कमी होते व अद्राव्य क्षारांचे प्रमाण वाढते. म्हणून एकदलनंतर द्विदलवर्गीय पिके हंगामानुसार घेणे अत्यंत जरूरीचे आहे. आपल्याकडे ऊसाचे पिक सतत घेतले जाते. त्यामुळे एकतर पाणी आणि रासायनिक खतांचा बेसुमार वापर होतोच शिवाय पिकाची फे रपालट न केल्याने जमिनीवर त्याचे दुष्परिणाम होतात अशा पिकपद्धतीत पिकांची फे रपालट अगर हिस्वळीच्या खतांचा वापर उपयुक्त ठरतो.

५) कॅनॉलशेजारी जमिनी असणे

बऱ्याचवेळा कॅनॉलमधील पाणी इतरत्र झिरपत असते. कॅनॉल उचीवर गेला असेल तर ही समस्या अधिक तिब्र असते. अशा जमिनीत सतत पाणी राहिल्याने मातीची कणरचना अस्थिर होवून क्षाराचा साठा वाढतो व क्षार संचित होवून खारवट जमिनी तयार होतात.

६) निचऱ्याचे अयोग्य व्यवस्थापन

शेतामध्ये बऱ्याच वेळा पावसाचे अगर ओलिताचे पाणी सातून राहते. अशा शेतातून चराद्वारे पाणी शेतातून बाहेर काढून देणे जरूरीचे असते. ही बाब कृत्रिमदृष्ट्या करणे तसेच खर्चाचे असते तथापी सामुहिक पद्धतीने करणे जरूरीचे आहे. अशा जमिनीत क्षाराचे प्रमाण वाढते व जमिनी नापिक होतात. ही समस्या काळ्या भारी व खोल जमिनीत जास्त आढळते.

७) खारवट पाण्याचा वापर करणे

खारवट पाण्यात प्रामुख्याने कार्बोनेट, बायकार्बोनेट, फॉस्फेट, क्लोराइड महत्वाचे मानले जाते. त्याकरीता जलसिंचनाच्या पाण्याचे परिक्षण करूनच पाणी वापरले पाहिजे. सुपिक जमिनीकडे वेळीच लक्ष न दिल्यास क्षार जमिनी, क्षारयुक्त विम्ल जमिनी, चोपण किंवा विम्ल जमिनी अथवा खारवट जमिनी (सलाईन) तयार होतात. कालांतराने अशा जमिनी नापिक होवून

कोणत्याही प्रकारच्या पिकांना प्रतिसाद देत नाहीत. अशा जमिनी पूर्वपदाला आणणेही मेहनतीचे व खर्चिक असते. म्हणून योग्य पाण्याचा वापर करताना त्याचे परिक्षण करूनच वापरणे हितावह ठरते. पाण्याचे परिक्षण केल्यानंतर त्याची प्रतवारी ठरवली जाते.

पाण्याचा नमुना कसा घ्यावा.

साठलेल्या किंवा उपसा न झालेल्या पाण्यातून जर नमुना घेतला तर पृथःकरणानंतर योग्य अनुमान काढता येत नाही म्हणून पाण्याचा नमुना घेतांना आवश्यक ती काळजी घेणे गरजेचे असते.

नमुना घेण्यापूर्वी आदल्या दिवशी विहिरीच्या पाण्याचा उपसा करावा व दुसऱ्या दिवशी सूर्योदयाच्या सुमारास विहिरीच्या मध्यभागी व पाण्याच्या उंचीच्या निम्मे खोलीपर्यंत बादली सोडून पाण्याचा नमुना घ्यावा. नंतर काचेच्या किंवा प्लास्टीकच्या बाटलीत (१ लिटर क्षमता) पाण्याचा नमुना बाटलीबंद करावा व त्यावर मालकाचे नाव, विहिर, सर्वे नंबर, विहिरीतील पाण्याची पातळी, नमुना घेतल्याची तारीख इ. माहिती नमुद करावी. नदी, ओढे, नाले, यातील पाण्याचा प्रतिनिधीक नमुना घेतांना वाहत्या पाण्यामधून तो घ्यावा व वरीलप्रमाणे माहिती लिहून बाटलीबंद करावा. बाटल्या २ ते ३ तासांच्या आत प्रयोगशाळेत पृथःकरणासाठी पाठवाव्यात. चोवीस तासांपेक्षा जास्त वेळ पृथःकरणासाठी लागल्यास पाण्याचे गुणधर्म बदलतात व पाण्याच्या प्रतीबाबत योग्य अनुमान काढता येत नाही. पाणी परिक्षणाद्वारे पाण्याचा सामु, विद्युतवाहकता एकूण विद्राव्य क्षार, कार्बोनेट्स व बायकार्बोनेट्सचे प्रमाण, क्लोराईड, सल्फेट, कॅल्शियम, पोटॅशियम व सोडीयम तसेच बोरॉनचे प्रमाण याविषयी माहिती मिळते. त्यावरून पाण्याची प्रत ठरवता येते.

पाण्याची प्रतवारी

१) उत्तम प्रत

या पाण्यात साका तयार होत नाही. पाण्याचा सामु ७ असतो. पाण्यातील क्षारांचे प्रमाण १६० ग्रॅम प्रतिलिटर पेक्षा कमी असते. सोडियमचे प्रमाण ५० टक्केहून कमी असते. सोडिअम स्थिरीकरण गुणोत्तर १० पेक्षा कमी, अवशेषात्मक सोडियम कार्बोनेट १.२५ मिलि इक्विवॅलंट प्रति लिटरपेक्षा कमी असते. तसेच क्लोराईड्स ५ मिली इक्विवॅलंट पेक्षा कमी असतात. अशा प्रकारचे पाणी सर्व प्रकारच्या जमिनीस उत्तम असते.

२) चांगली प्रत

या पाण्यात क्षार अल्प प्रमाणात असतात. पाण्याचा सामु ७.५ ते ८ च्या दरम्यान असतो. क्षारांचे प्रमाण १६१ ते ४८० मि. ग्रॅम. प्रती लिटर इतके असते. सोडियम स्थिरीकरण गुणोत्तर १० ते १८, अवशेषात्मक सोडीयम कार्बोनेट १.२५ ते १.७५ मि. ली. इक्विवॅलंट प्रतिलीटर इतके असते. हे पाणी ओलितासाठी वापरताना जादा पाणी निचरा होवून शेतीबाहेर काढण्याची व्यवस्था असावी. हलक्या व मुरमाड जमिनीत हे पाणी वापरण्यास योग्य असते.

३) मध्यम प्रत

या पाण्याचा सामु ८ पेक्षा जास्त असतो. क्षारांचे प्रमाण ४८१ ते १४४० मि. ग्रॅ. प्रति लिटर असते. सोडियम स्थिरीकरण गुणोत्तर १८ ते २६, अवशेषात्मक सोडीयम कार्बोनेटचे प्रमाण १.७५ ते २.२५ मि. ली. इक्विवॅलंट प्रती लिटर, सोडीयम ६६ ते ९२ टक्के तर क्लोराईड्स १० ते १५ मि. ली. इक्विवॅलंट प्रती लिटर इतके असते. केपाणी चवीस थोडेसे बेचव व मचुळ लागते. या पाण्याचा वापर करताना विशेष उपाययोजना कराव्या लागतात. सेंद्रिय खतांचा भरपूर वापर, निचऱ्याची व्यवस्था, क्षारांचा ताण सहन करणारी पिके उदा. गहू, कापूस, भात, लसूण तसेच सूक्ष्म अन्नद्रव्यांचा वापर करावा.

४) कनिष्ठ प्रत

या पाण्यात क्षार भरपूर प्रमाणात असतात. पाण्याचा सामु ८.५ पेक्षा जास्त असतो. क्षारांचे प्रमाण १४४० मि. ग्रॅ. प्रती लिटरपेक्षा जास्त असते. सोडीयम स्थिरीकरण गुणोत्तर २६ पेक्षा जास्त असते. अवशेषात्मक सोडीयम कार्बोनेट २.२५ पेक्षा जास्त असते. सोडीयम ९२ टक्केपेक्षा जास्त तर क्लोराईड १५ मि. ली. इक्विवॅलेंट पेक्षा जास्त असते. असे पाणी सिंचनासाठी पूर्णतः अयोग्य असते.

क्षारयुक्त/खारवट पाणी सिंचनासाठी वापरताना घ्यावयाची काळजी

क्षारयुक्त पाण्याचे दुष्परिणाम कमी करण्यासाठी पुढील उपाययोजना कराव्यात.

- १) जर पाण्यामध्ये क्षारांचे प्रमाण कमी असेल आणि काही प्रमाणात युक्त कार्बोनेट्स असतील तर अशा पाण्यात अधूनमधून १५० ते २०० ग्रॅम फे रस अमोनियम सल्फेट किंवा फे रस सल्फेट वापरावे.
- २) पाण्यात मध्यम प्रमाणात क्षार असतील व चुनखडी कमी असेल तर पाणी जिप्समच्या पिशवीतून प्रवाहित करावे.
- ३) सेंद्रिय खतांचा वापर करावा.
- ४) पिकाच्या गरजेनुसार व योग्य प्रमाणात ओलित करावे.
- ५) पिकांची फे रपालट करावी.
- ६) आच्छादकांचा वापर करावा उदा. ऊसाचे पाचट, पॉलिथिन पेपर इ.
- ७) पिकांची लागवड सरीच्या बगलेत करावी म्हणजे क्षारयुक्त पाण्याचा पिकाशी थेट संपर्क येणार नाही.
- ८) अतिरिक्त पाण्याच्या निचऱ्यासाठी योग्य अंतरावर चर खणावेत.
- ९) क्षारयुक्त पाण्याबरोबर गोडे पाणी उपलब्ध असल्यास आलटून पालटून दोन्ही प्रकारचे पाणी वापरावे.
- १०) शिफ रशीपेक्षा ३५ टक्के अधिक नत्र पाणी अल्कधर्मी असल्यास द्यावे.
- ११) क्षारांचा ताण सहन करणारी पिके घ्यावीत. उदा. गहू, कापूस, बार्ली (सातू) करडई, सूर्यफु ल इ.
- १२) हेक्टरी बियाण्याचे प्रमाण २५ टक्क्यांनी वाढवावे.

अशा प्रकारे पाणी परिक्षण अहवालानुसार पीक लागवड, मशागत तंत्र व पाणी व्यवस्थापन केल्यास पाण्याचा कार्यक्षमरित्या वापर तर होईलच परंतु जमिनीचे प्राकृतिक गुणधर्मांवर कुठल्याही प्रकारचे विपरित परिणाम न होता जमिनीची सुपिकता व पिकांची उत्पादकता वाढवण्यास नक्कीच मदत होईल.

प्रकरण १०

सॅद्रिय शेतीतील किड नियंत्रण

पीक उत्पादनामध्ये आज शेतकऱ्यांना सर्वात जास्त समस्या पीक संरक्षणाबाबत भेडसावत आहे. म्हणून यशस्वी पीक उत्पादन घेण्यासाठी पिक संरक्षण ही एक महत्वाची बाब आहे. आधुनिक शेती पद्धतीमध्ये रासायनिक किटकनाशकांच्या अति वापरामुळे किडींमध्ये प्रतिकार क्षमता वाढतच गेलेली आहे. शत्रु किडींना मारण्याच्या प्रयत्नात मित्र किडीही मारल्या गेल्या. त्यामुळे शत्रु किडींची संख्या वाढतच गेली आणि मित्र किडींची संख्या कमी झाली आहे. आज आपल्या देशातील ५५ ते ६० टक्के शेती उत्पादनामध्ये रासायनिक किटकनाशकांचा अंश ठरवून दिलेल्या पातळीपेक्षा जास्त आहे. दुधामध्ये सुद्धा रसायनांचा अंश प्रमाणापेक्षा जास्त आहे. तसेच पिण्याच्या पाण्यात आणि वातावरणातही रसायनांचा अंश प्रमाणापेक्षा जास्त आहे. याचा परिणाम मानवाला अनेक व्याधी निर्माण होण्यावर होत आहे. अशा परिस्थितीमध्ये कीड व्यवस्थापनामध्ये रासायनिक किटकनाशकांचा वापर बंद करून इतर पद्धतींचा अवलंब केला पाहिजे. कीड नियंत्रणासाठी निसर्गाने व्यवस्था करून ठेवली आहे. त्यामध्ये मित्र किडींच्या सहाय्याने नुकसानकाक ठरणान्या किडींचे नियंत्रण करता येऊ शकते. याशिवाय वनस्पतीजन्य किटकनाशके वापरून किडींचे नियंत्रण करता येते.

१. जैविक किड नियंत्रण : किडींचे परोपजीवी अथवा परभक्षी किटक किंवा अन्य प्राणी आणि रोगजंतूंचा वापर करून किडीची संख्या आर्थिक नुकसान पातळीच्या खाली नियंत्रित ठेवणे म्हणजेच जैविक किड नियंत्रण होय. परोपजीवी व परभक्षी किटकांचा किड व्यवस्थापनात शतकानुशतके उपयोग होत आहे. परंतु गेल्या शतकात त्यांचा वापर परिणामकारकरित्या वाढला आहे. जैविक नियंत्रण हा शब्द १९१९ मध्ये पहिल्यांदा वापरला गेला. हा शब्द कॅलीफोर्निया विद्यापीठाच्या हॅरी स्मीथ या शास्त्रज्ञाने प्रचलीत केला. त्यांच्या मते जैविक किड नियंत्रण म्हणजे नैसर्गिक शत्रुंमुळे किडींची संख्या नियंत्रित ठेवणे.

जैविक किड नियंत्रणाचे महत्त्व : किड नियंत्रणाच्या विविध पद्धतींपैकी जैविक किड नियंत्रण ही पर्यावरणावर अनिष्ट परिणाम न होऊ देता किडींचे नियंत्रण करणारी एक उत्तम पद्धत आहे. निसर्गातील ९८ टक्के किडींचे नैसर्गिकरित्या नियंत्रण होत असून, फक्त २ टक्के किडींच्या नियंत्रणासाठी मानवास विविध उपाय योजावे लागतात. भारतातील एकूण वार्षिक शेती उत्पन्नापैकी सरासरी १५ ते २० टक्के उत्पन्न हे केवळ किडींमुळे घटले जाते. स्वातंत्र्योत्तर काळात हरितक्रांती मुळे उत्पादन वाढून आपण अन्नधान्याच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण झालो. मात्र रासायनिक खते व किटकनाशके यांच्या सततच्या वापरामुळे जमिनीची उत्पादकता घटली जाऊन किडींमध्ये प्रतिकार क्षमता वाढली आहे. रासायनिक किटकनाशकांमुळे मित्र किटक मारले गेले. पक्षी, बेडूक, साप इ. जीव जे शेतकऱ्यांचे मित्र आहेत आज ते लुप्त होत आहेत. पक्षी पिकावरील अब्या, किडे इत्यादी खात असत. त्यामुळे नैसर्गिक पद्धतीने किडींवर आळा बसत होता. भुंगे, मधमाश्यांमुळे उत्तम प्रकारे परागीकरण होत असे. साप, उंदीर खात त्यामुळे उंदरांवर आळा बसत असे. रासायनिक खत व औषधामधील घातक रसायने पाण्यात मिसळून पाणी विषारी

झाले अन्न विषमय झाले त्याचा अनिष्ट परिणाम मानवी आरोग्यावर होऊ लागला आहे. याचा परिणाम पर्यावरण संतुलन बिघडले जाऊन नैसर्गिक अनियमितता वाढली आहे. याशिवाय रासायनिक घटकांच्या अंशामुळे आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठेत आपला शेतमाल नाकारला जात आहे. खुल्या अर्थव्यवस्थेत मुक्त आयातीच्या पार्श्वभूमीवर देशी तसेच आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठेत टिकून राहण्यासाठी व आपली कृषि अर्थव्यवस्था जगविण्यासाठी रासायनिक शेती पद्धतीपासून फारकत घेण्याची आवश्यकता आहे. जैविक किड नियंत्रण ही चिरस्थायी कृषिची गुरुकिल्लीच नसून पर्यावरणनिष्ठ आणि मानव जातीला सुरक्षित अशी किड व्यवस्थापन प्रणाली आहे.

जैविक किड नियंत्रणाचे तत्व :

किड नियंत्रणाच्या अनेक पद्धतींपैकी जैविक किड नियंत्रण ही पद्धत सोपी, नैसर्गिक, पर्यावरणावर अनिष्ट परिणाम न होऊ देणारी सुरक्षित व कायमस्वरूपी उत्कृष्ट किड नियंत्रण पद्धत आहे. प्रत्येक किडीचे जैविक पद्धतीने नियंत्रण करणे जरी शक्य नसले तरी खालील जैविक किड नियंत्रणाच्या तत्वांचा अवलंब केल्यास निश्चितच किडींचा प्रादुर्भाव कमी करण्यास मदत होईल.

१. पूर्व मशागत वेळेवर करणे : पिकाची काढणी केल्यानंतर खोल नांगरट व इतर मशागती केल्यामुळे जमिनीमध्ये असलेले कितक व त्यांच्या कोषावस्था पृष्ठभागावर उघडे पडतात व सूर्याच्या उष्णतेने मरतात किंवा पक्षी त्यांना वेचून खातात. तसेच पूर्वीच्या पिकाची धसकटे काडी, कचरा, बांधावरील तणे इत्यादी गोळा करून नष्ट केल्यास धसकटे, काडी कचऱ्यावरील किडी अगर त्यांच्या अवस्था नष्ट होण्यास मदत होते.

२. बीजप्रक्रिया : बियाणे पेरणीपूर्वी ट्रायकोडर्मा सारख्या परोपजीवी जिवाणूंची बीजप्रक्रिया बियाण्यास केल्यास पतंग वर्गीय किडींचा प्रादुर्भाव होतो.

३. खताकरिता पेंडीचा वापर करणे : रासायनिक खताऐवजी निंबोळी पेंड, करंज पेंड इ. पेंडीचा खत म्हणून वापर केल्यास जमिनीची उत्पादकता वाढेल त्याच बरोबर जमिनीतील वाळवी, सुत्रकृमी इत्यादींचा प्रादुर्भाव कमी होतो.

४) पिकामध्ये प्रकाश सापळे व कामगंध सापळे उभारावेत : उभ्या पिकामध्ये प्रकाश सापळ्यांची उभारणी ठिकठिकाणी केल्यास किडीचे पतंग सापळ्याकडे आकर्षिते जाऊन सापळ्यामध्ये अडकून मरतात. त्यामुळे किड नियंत्रणास मदत होते. तसेच कितक स्वजातीयांशी लैंगिक सुसंवाद साधण्यासाठी तसेच स्वजातीय विरुद्ध लिंगाच्या किडींना आकर्षित करण्यासाठी आपल्या शरीरातून विशिष्ट गंध असलेल्या रसायनाचे मिश्रण बाहेर सोडतात. ही रसायने त्यांच्यात विशिष्ट प्रतिक्रिया निर्माण करून संदेशवहनाचे कार्य करतात. यांनाच फेरोमोन असे म्हणतात. सध्या कृत्रिमरित्या तयार केलेले फेरोमोन विक्रीसाठी बाजारात उपलब्ध आहेत. याचा परिणाम स्वजातीय पण विरुद्ध लिंगी कितकांवर होऊन ते परस्परांकडे आकर्षिते जातात. याचा उपयोग सापळ्याद्वारे नियंत्रण व कितकांच्या मिलनात अडथळा निर्माण करून किडींचे नियंत्रण करण्यासाठी होतो.

५. सापळा पिक पद्धतीचा अवलंब करणे : पीक पद्धतीमध्ये मिश्र किंवा आंतर पीक पद्धतीचा अवलंब करून त्यामध्ये सापळा पिकाचा आंतर्भाव करण्यात यावा. त्यामुळे मुख्य पिकावरील किडी, सापळा पिकावर आकर्षिते जाऊन मुख्य पिकावर त्यांचा प्रादुर्भाव होणार नाही. उदा. कपाशीवरील बोंड अळीच्या (हेली ओथीस) नियंत्रणासाठी कपाशीच्या दोन ओळींमध्ये चवळीची एक ओळ पेरवी तसेच तुरीवरील प्रादुर्भाव कमी होण्यासाठी तुर अधिक ज्वारी (३:३) या आंतरपीक पद्धतीचा अवलंब करावा.

६. वनस्पतीजन्य पदार्थांचा किड नियंत्रणासाठी उपयोग करणे : पिकावर किडींचा प्रादुर्भाव जास्त दिसून आल्यास निंबोळी अर्क, निंबोळी तेल, तंबाखू अर्क, लसून अर्क, मिरची अर्क, बेशरमी वनस्पतीचा अर्क इत्यादी वनस्पतीजन्य पदार्थांचा वापर करून किड नियंत्रणामध्ये ठेवता येते.

७. पिकांची फेरपालट करणे : पीक उत्पादनामध्ये किड नियंत्रणाकरिता पीक फे रपालटीस अत्यंत महत्त्व आहे. एकाच जमिनीमध्ये पिकांची फे रपालट केल्यास जमिनीची सुपिकता टिकून राहण्यास मदत तर होतेच परंतु सुत्रकृमी (निर्मटोड). नियंत्रणासाठी त्याचा चांगला उपयोग होतो. उदा. जमिनीमध्ये सुत्रकृमी (निर्मटोड) चा प्रादुर्भाव जास्त झाल्यास झेंडू हे पीक फे रपालटीमध्ये त्या जमिनीमध्ये घेतल्यास त्यामुळे सुत्रकृमी नियंत्रणास त्याचा फायदा होतो.

८. सरळ अथवा सुधारीत वाणाचा वापर करणे : संकरित वाण हे वेगवेगळ्या किडीस लवकर बळी पडतात. त्यांच्यामध्ये प्रतिकार शक्ती कमी असते. याउलट सरळ अथवा सुधारीत वाण किडीस लवकर बळी पडत नाही. त्यांच्यामध्ये प्रतिकार शक्ती जास्त असते. उदा. संकरित ज्वारी वाणापेक्षा मालदांडी हा वाण किडीस बळी पडत नाही.

९. मित्र किटकांचा उपयोग करणे : निसर्गामध्ये अनेक किटक असून, त्यांच्या सहाय्याने पिकावरील किटकांचा बंदोबस्त करणे.

१०. एकात्मिक पद्धतीचा अवलंब करणे : किड नियंत्रणाच्या वरील वेगवेगळ्या पद्धतींचा एकात्मिक पद्धतीने वापर करून किड नियंत्रण करणे.

२. जैविक किड नियंत्रणाचे घटक :

अ) परोपजीवी किडी :

परोपजीवी हा किडी शत्रू किडींच्या अंडी, अळी, कोष, पतंग या अवस्थेपैकी एक अवस्था आपले स्वतःचे खाद्य म्हणून निवडतात आणि पर्यायाने शत्रू किडींचा जीवनक्रम संपुष्टात आणतात. या प्रकारात परोपजीवी हा शक्यतोवर आपल्या भक्ष्यापेक्षा लहान असतो. ट्रायकोग्रामा हा गांधीलमाशी गटातला लहानसा किटक असून, कीड नियंत्रणात त्याचा मोलाचा वाटा आहे. ट्रायकोग्रामाचा पतंग हा किटकांची अंडी शोधून ते निर्जीव करतो.

ब) परभक्षी किडी

पिकांना हानीकारक असणाऱ्या किडींचे भक्षण करून परभक्षी किडी आपली उपजिविका करतात. यालाच भक्षक किडे म्हणतात. सध्या क्रायसोपा, क्रिप्टोलिमस (लेडी बर्डबिटल), कोनोबाथरा, ऑपिडिन्व्होरा, मायक्रोमस इत्यादी परभक्षी किडी बाजारात उपलब्ध असून, लोकजागृतीमुळे त्यांचा खप दिवसेंदिवस वाढत आहे.

क्रायसोपा (लेसविग्ज) : हा मित्र किटक निसर्गामध्ये मोठ्या संख्येने उपलब्ध असतो. त्यांचे शरीर पोपटी रंगाचे असून, पंख पारदर्शक असतात आणि शरीर पाचरीच्या आकारासारखे निमुळते असते. क्रायसोपाच्या आयुष्यामध्ये अंडी, अळी, कोष आणि प्रौढ पतंग अशा चार अवस्था असतात. एक पतंग ४०० ते ६०० अंडी घालतो अशा अंड्यातून तीन ते पाच दिवसांत अळ्या बाहेर पडतात. क्रायसोपाच्या अळ्या वेगवेगळ्या पिकांवरील रस शोषणाऱ्या किडींचा (उदा. मावा, तुडतुडे, पांढरी माशी, फुलकिड) उत्कृष्टपणे बंदोबस्त करतात. क्रायसोपाच्या अळ्या किडग्रस्त पिकामध्ये सोडतात. प्रयोगशाळेमध्ये वाढविलेल्या क्रायसोपाच्या एकरी कमीतकमी ५००० अळ्या ब्रशच्या सहाय्याने शेतामध्ये सोडणे आवश्यक असते. फळ पिकांमध्ये ३ ते ४ अळ्या प्रति झाड याप्रमाणे सोडाव्या लागतात.

क्रिप्टोलिमस (लेडी बर्ड बिल) : हा उपयुक्त परभक्षी किटक असून, महत्वाच्या फ ळझाडांवर येणाऱ्या पिठ्या ढेकून (मिली बग) या किडीच्या नियंत्रणासाठी उपयोगी पडतो. या किटकांचे पंख तेजस्वी लाल रंगाचे आणि ढालीप्रमाणे असतात. पाठीवर सात काळे ठिपके असतात अळी मगरीप्रमाणे दिसते. प्रौढ किटक व अळ्या अद्याशीपणे मावा, पिठ्या ढेकून व खवले किड खातात. क्रिप्टोलिमसचे भुंगे पिकांमध्ये सोडतात. मिलीबग व खवले किडी नियंत्रणासाठी प्रति एकरी कमीतकमी ५०० भुंगे शेतात सोडावेत. द्राक्षे, पेरू, डाळींब, सिताफ ळ, यांसारख्या महत्वाच्या पिकांवरील येणाऱ्या मिलीबगचा क्रिप्टोलिमस प्रभावीपणे नियंत्रण करू शकते.

डिफा ऑफि डीव्होरा व मायक्रोमस : या दोन परभक्षी किडी ऊसावरीललोकरा माव्याचे प्रभावीपणे नियंत्रण करतात. कोणत्याही रासायनिक किटकनाशकांना दाद न देणारा लोकरा मावा या परभक्षी किडीमुळे मोठ्या प्रमाणात नियंत्रित झालेला आहे.

क) रोगकारके सूक्ष्मजीव

निसर्गात उपलब्ध असणाऱ्या वेगवेगळ्या जीवजंतूंचा कीड व्यवस्थापनासाठी प्रभावीपणे वापर होत असतो. यामध्ये प्रामुख्याने जीवाणू, विषाणू व बुरशी यांचा किडीमध्ये रोग निर्माण करण्यासाठी आणि त्या रोगाद्वारे किडीच्या नियंत्रणासाठी उपयोग होतो. रोगकारक सूक्ष्मजीवांची प्रयोगशाळेत मोठ्या प्रमाणात वाढ करून किडीच्या नियंत्रणाकरिता वापर म्हणजेच सूक्ष्मजीवजन्य कीड नियंत्रण होय. हे सूक्ष्मजीव मनुष्य व पाळीव प्राण्यांसाठी पूर्णतः सुरक्षित आहेत.

१. जीवाणू : बॅसेलस, सुडोमोनोसी, इन्टोबॅक्टेरीयेसी, स्ट्रेप्टोकोकेसी व मायक्रोकोकेसी या कुळातील जीवाणूंचा जैव नियंत्रणात उपयोग होतो. या प्रकारातील सूक्ष्म जीवाणू अळीच्या पोट्यात गेल्यावर विषकारक होतात. जरी १९४८ साली बॅसिलस पॅपिली व बॅसिलस पॅपिली लेटीमोरस या दोन जीवाणूंची किटकनाशक म्हणून नोंद झाली असली तरी त्यानंतर आलेले बी. टी. (बॅसिलस थुरिजिएन्सिस) हे सर्वात सफ ल सूक्ष्मजीवजन्य किटकनाशक ठरले. या बीटी जीवाणूवरील आधारित किटकनाशके पिकांवर फ वारले असता बीटी आपल्या जीवनकाळात बीजकणांबरोबर एक प्रथिनयुक्त स्फ टिक तयार करतो. हे स्फ टिक म्हणजेच डेल्टा अंतर्विष होय. हे स्फ टिक अळीने खाल्ल्यास तिच्या घशातील आम्लधर्मी वातावरणात ते सक्रिय होते. या विषारी स्फ टिकामुळे सुरवातीला अळीच्या घशाला सूज येते व त्यामुळे अळीचे खाणे बंद होते. पिकांचे नुकसान थांबलेले असते परंतु अळ्या जिवंत दिसतात. त्यामुळे शेतकऱ्यांच्या मनामध्ये बी. टी. च्या क्रियाशिलतेविषयी शंका येतात. परंतु अळ्यांच्या संपूर्ण शरीरामध्ये विष पसरण्यास व अळ्या मरण्यास सर्वसाधारणपणे ४ ते ७ दिवस लागू शकतात. बीटीचे खालीलप्रमाणे तीन गट पडतात.

अळीवर्गीय किड्यांसाठी

अळीवर्गीय किडे उदा. घाटे अळी, डीबीएम आळी, लष्कर अळी यांसारख्या किड्यांच्या नियंत्रणासाठी वापरली जाणारी बीटीची जात या गटामध्ये मोडते. उदा. बीटी ३२०, सेफ र बीटी, बायोडार्ट, बायोलोप इ.

द्विपंखी किड्यांच्या अळीसाठी :-

या प्रकारातील बीटी डास माश्या इत्यादींच्या अळी नियंत्रणासाठी उपयुक्त आहे. अमेरिका व युरोपमध्ये बीटी आयचा (बॅसिलस थुरिजिएन्सिस व्हरायटी ईसरालीएन्सिस) वापर डास नियंत्रणासाठी मोठ्या प्रमाणावर केला जातो. आपल्याकडे मात्र अलिकडील काळात बीटी आयचा वापर करण्यास सुरवात झाली आहे. द्विपंखी किडीच्या नियंत्रणासाठी बाजारामध्ये टेकर, बॅक्टीस, अॅक्राबॅक इत्यादी उत्पादने उपलब्ध आहेत.

भुंगेरे वर्गातील किडींच्या नियंत्रणासाठी कोलोरॅडो, पोटॅटो, बिटल, पाने खाणारे भुंगेरे, कासव भुंगेरा, कापसी भुंगो इ. च्या नियंत्रणासाठी बीटीच्या काही जाती बरोबरच सेराटा इन्टोमोफीला व बॅसिलस पॅमिली हे सुद्धा वापरले जातात. भुंगेरे वर्गातील किडींसाठी बाजारातील उपलब्ध उत्पादने उदा. ट्रायडेन्ट, एमट्रॅक, डीटेरा, इनवेड इत्यादी आहेत.

२. विषाणू : प्राचीन काळी रेशीमच्या किड्यांवर विषाणूजन्य रोगाचा प्रादुर्भाव व्हायचा व त्यामुळे रेशीम उत्पादकांचे मोठे नुकसान होत असे. २० व्या शतकात तो विषाणू म्हणजे एन. पी. व्ही. (न्यूक्लिअर पॉलीहायड्रासीस व्हायरस) आहे हे संशोधकांना स्पष्ट झाले व अशा प्रकारचे विषाणूजन्य रोग शेतातील नुकसानदायी अळ्यांमध्ये पसरवून त्यांचे नियंत्रण करता येईल का? हा विचार जोर धरू लागला. दरम्यान बरगोल्ड या शास्त्रज्ञाने १९३०- ४० मध्ये एनपीव्हीचे दंडगोलाकृती कण वेगळे करण्यात यश मिळविले. शेवटी १९७० मध्ये स्टेईनहॉस व त्याच्या विद्यार्थ्यांनी विषाणूंचा कृषि क्षेत्रातील जैविक नियंत्रणासाठी यशस्वी उपयोग करून संशोधनाचा नवा मार्ग दाखविला. आतापर्यंत एक हजारहून जास्त प्रकारच्या किडींच्या शरीरातून वेगवेगळे विषाणू मिळविण्यास शास्त्रज्ञांना यश आले आहे. उदा. प्रोव्हिरीडी, बिरनाव्हिरीडी, ईरिडोव्हिरीडी, बॅकुलोव्हिरीडी, नाडॅडोव्हिरीडी, अस्कोव्हिरीडी इ. विषाणू सध्या वापरात आहेत. भारतामध्ये तूर, हरभरा, कापूस, सूर्यफूल, टोमॅटो इत्यादी पिकांवर घेण्यात आलेल्या प्रयोगाद्वारे घाटे अळीच्या नियंत्रणासाठी या विषाणूंचा चांगला उपयोग होतो. असे आढळून आले आहे. हे विषाणू अळीच्या अन्नाद्वारे पोटात जावून वाढतात. त्यामुळे अळ्या रोगग्रस्त होऊन ४ ते ६ दिवसांत मरू लागतात.

बाजारात उपलब्ध विषाणूजन्य किटकनाशके		
नाव	विषाणूंची जात	कोणत्या अळीसाठी वापरतात
हेलीओकील	हेलीकवर्पा झी	घाटे अळी
हेलीसोसाईड	हेलीकवर्पा झी	घाटे अळी
स्पोडोएक्स	स्पोडोप्टेरा ईग्झीग्वा	लष्कर अळी

३. बुरशी : जीवाणू व विषाणू यांच्या प्रमाणेच काही बुरशीजन्य रोगामुळेही किटक मरत असतात. सध्या व्हर्टिसिलियम लॅकानी, मेटॅराईझियम अॅनिसोप्ली, बिव्हेरीया बॅझियाना, पॅसीलोमायसिस फ्युमोसोरोसियम व लॅजेनीडीनीयम गीगन्टेयम इत्यादी बुरशींचा उपयोग किडनियंत्रणात केला जातो. त्यापैकी लॅजेनीडीयम गीगन्टेयम या बुरशींचा उपयोग डासांच्या नियंत्रणासाठी केला जातो. या बुरशींच्या परिणामकारकतेवर विविध जैविक व अजैविक घटकांचा सहभाग असतो. त्यामध्ये मुख्यतः अतिनील किरण, कीडींचा स्वभावगुणधर्म, वातावरणातील तापमान, बुरशीच्या बीजकणांची तिब्रता व सापेक्ष आर्द्रता इत्यादी महत्त्वाचे घटक आहेत. त्यामधील आर्द्रता हा प्रमुख घटक आहे. ७५ ते ८० टक्क्यांपेक्षा जास्त आर्द्रतेत या बुरशींची वाढ जोमदार होते. युरोप व अमेरिकेत त्यामुळे त्यांना वातावरण योग्य आहे. परंतु भारतात बोटार मोजता येणाऱ्या राज्यात एवढी आर्द्रता आढळते. म्हणून भारतासारख्या देशात या बुरशींच्या उपयोगावर मर्यादा आल्या होत्या परंतु अतिविकसित सूत्रीकरण तंत्रज्ञानामुळे भारतीय वातावरणात योग्य अशी बुरशींची सूत्रीकरणे बाजारात येवू लागली आहेत.

जगातील पहिल्या बुरशीजन्य किटकनाशकाची नोंदणी अॅबॉट लॅबोरेटरीजने १९८१ मध्ये केली. ती बुरशी हिरसुटेला थॉम्पसोनी होती. ही बुरशी कोळीवर्गीय किड्यांवर प्रभावीपणे कार्य करते. त्यानंतरव्हर्टीसीलीअम लेकानी या बुरशीचे व्हर्टीलॅक व

मायकोटाल या नावाने विक्री सुरु केली. व्हर्टिलॅक हे माव्याच्या नियंत्रणासाठी तर मायकोटाल हे पांढऱ्या माशीच्या नियंत्रणासाठी आहेत. ही दोन्ही उत्पादने युरोपीयन बाजारपेठेत टिकून आहेत. त्यानंतर आलेली बुरशी म्हणजे बिव्हेरिया बॅझियाना ही होय. या बुरशीचे तीन वाण युरोप, अमेरिका व दक्षिण अफ्रिका विकले जातात.

व्हर्टिसिलियम लॅकानीचे उत्पादन व विक्री अजय बायोटेक द्वारा महाराष्ट्रात पहिल्यांदा केली गेली. सुरवातीला द्राक्षाच्या मिलीबगवर तिचा उपयोग केला गेला.

या बुरशीचा किड्यांशी संपर्क झाल्यास त्याचे बीजकण किड्यांच्या शरीरावर चिकटतात व योग्य वातावरणात रुजतात. हळूहळू किड्यांच्या शरीरात बुरशी प्रवेश करते व त्याच्या शरीरावर उपजीविका करते. बुरशीमुळे मेलेले किटक कडक व कोरडे होतात. याउलट विषाणूमुळे मरणाच्या किड्यांच्या शरीरात पूर्णपणे पातळ द्रव तयार होतो व कालांतराने तो फुटतो.

४. सूत्रकृमी (नेमॅटोड) : सूत्रकृमीचे वर्गीकरण सूक्ष्मजीव होत नाही. तरीही सूक्ष्मजैविक कीडनियंत्रणाच्या चर्चा, परिसंवादांमध्ये हे चर्चिते जातात. गॉगलर व काया या शास्त्रज्ञांच्यानुसार त्यांचे स्थान परोपजीवी, परभक्षी व सूक्ष्मजीव यांच्यामध्ये आहे. सूत्रकृमी जैविक नियंत्रणात परिणामकारक ठरू शकतात. कारण तो एकमेव सूक्ष्मजीव आहे की जो आपल्या भक्ष्याला शोधण्यासाठी जमिनीत भटकंती करतो. भक्ष्याची आपल्या जवळ येण्याची वाट न पाहता भक्ष्याजवळ जाऊन त्याला संपवतो. बुरशी, जीवाणू व विषाणूंना हे शक्य नाही. पाश्चिमात्य देशात डझनभर कंपन्या ३६ हून जास्त सूत्रकृमीयुक्त किटकनाशकांची उत्पादन व विक्री करत आहेत. भारतात मात्र आय, सी. ए. आर. (खपवळरूप ॲपलवळरूप असीळर्लीश्रीरश्न ल्शीशरीलह) विभाग सोडण्यास सूत्रकृमीवर पाहिजे तेवढे काम झालेले नाही.

नेमॅटोड म्हटले की पिकांच्या मुळांवर येणारा गाठीचा रोग व त्यामुळे पिकांचे होणारे नुकसान डोळ्यासमोर येते. परंतु याच सूत्रकृमीच्या काही जाती आपल्यासाठी उपयुक्त आहेत हे फारच थोड्या लोकांना माहित आहे. सध्या हेटरोहॅब्टीडीस व स्टायनरनिमा या प्रकारातील सूत्रकृमी जैविक नियंत्रणासाठी वापरले जातात. सूत्रकृमी किटकांच्या शरीरामध्ये प्रवेश करून किटक रोगग्रस्त होऊन मरतो.

आदिजीव (प्राटोझोआ) : प्राटोझोआद्वारे नियंत्रित केल्या जाऊ शकणाऱ्या किड्यांची संख्या जरी विस्तृत असली तरी नियंत्रणाची परिणामकारकता, वेग व अनिश्चितता यामुळे त्याच्या प्रसिद्धीवर बंधने आली आहेत. किटकांचे आरोग्य व प्रजनन क्षमता आदी जिवांमुळे कमजोर होते. अमेरिकेत नोलोबेट या नावाने नोसेमा लोकुस्व हा आदिजीव टोळ धाडीच्या नियंत्रणासाठी वापरला जातो. गव्हाच्या तुकड्यांवर आदिजीवांचे लेपण केले जाते. त्यामुळे टोळधाड आकर्षित होवून आदिजीव टोळधाडीच्या पोटात पोहोचवण्यास मदत होते. जैविक किड नियंत्रणामध्ये वेनमोफ निक्टारिक्स, स्टेनरनाइमा फे लटीयाइआ व रॅबडीटीस या आदी जीवांचा उपयोग केला जातो.

बाजारात उपलब्ध बुरशीजन्यकिटकनाशके		
नाव	बुरशीचा वाण	किड
अॅगो बायो व्हर्टिसिलीयम- ५०	व्हर्टिसिलीयम लॅकानी	हरितगृहातील किड
बायोब्लास्ट	मेटॅरीझीयम ॲनिसोप्ली	वाळवी
बोटॅनीगार्ड	बिव्हेरीया बॅझियाना	पांढरी माशी, मावा, तुडतुडे, मिलीबग

व्हर्टीसेल	व्हर्टिसिलियम लॅकानी	रस शोषणारे किडे
------------	----------------------	-----------------

ड) वनस्पती व वनस्पतीजन्य घटक

सेंद्रिय शेतीत पीक संरक्षणासाठी वनस्पतीजन्य औषधे वापरण्यात येतात. ही औषधे परिणामकारक जरूर आहेत. मात्र त्यापैकी अनेक औषधी वनस्पतीचे वापराचे प्रमाणाबाबत अद्यापही संशोधनाचे निष्कर्ष हाती आलेले नाहीत. खालील वनस्पती व त्यांच्यातील घटकांचा किड नियंत्रणासाठी उपयोग केला जातो.

१. तंबाखू : पिकांवर किटकनाशक, कोळीनाशक, बुरशीनाशक म्हणून या पिकांचा वापर होतो. तंबाखूमध्ये असलेले निकोटीन हे मुख्यतः धुरीजन्य किटकनाशक आहे. किटकाच्या शरीरामध्ये त्याचे शोषण होऊन मज्जातंतूव त्याचा दुष्परिणाम होतो. तंबाखू हे किडीमध्ये स्पर्श, पोट व श्वासजन्य विष पसरवते. त्यामुळे त्याचा उपयोग सर्वसाधारण मावा, अळ्या, खोडकिडा, फुलकिडे, कोबीवरील अळी नियंत्रणासाठी केला जातो. तंबाखूचा वापर करण्याच्या अनेक पद्धती आहेत

अ) १ किलो तंबाखूची पाने काड्या, १५ ते २० लिटर पाण्यात दिवसभर भिजत घालाव्यात व त्यामध्ये १०० ग्रॅम साबणाचा चुरा मिसळावा. हे मिश्रण गाळून लगेच स्प्रे पंपाच्या सहाय्याने फ वारावे.

ब) साधारण ४०० ग्रॅम तंबाखू ६० ग्रॅ साबण, ८ लिटर पाणी घेऊन हे मिश्रण उकळेपर्यंत तापवावे. त्यानंतर वापरासाठी १ भाग मिश्रणात चुन्याचा वापर केल्याने परिणामकारकता वाढते.

क) प्रति एकरी ७५-१२५ किलो तंबाखूचे काड भात खाचरात ५ सेंमी खोलीवर गाडल्यास खोडकिड्याचा बंदोबस्त होतो.

२) लिंबारा : कडूनिंबासारखे बहुवर्षायु झाड आहे. आपल्याकडे अनेक ठिकाणी रस्त्याजवळ, बागेत हे झाड आढळते. या झाडाच्या पानात व बियांमध्ये किटकनाशक गुणधर्म असून, किटकावर त्याचा स्पर्शजन्य व पोटविष म्हणून परिणाम होतो. या झाडाच्या फळातील बियांचा उपयोग लष्करी अळी, तपकिरी तुडतुडे, मावा, लालकोळी, भाताची गादमाशी, गवती टोळ्याच्या नियंत्रणासाठी होतो.

अ) लिंबाऱ्याची १५० ग्रॅम ताजी पाने किंवा ५० ग्रॅम वाळलेली पाने एक लिटर थंड पाण्यात रात्रभर भिजत ठेवावी. दुसऱ्या दिवशी हे द्रावण गाळून पिकावर फ वारावे. गवती टोळपासून पिकाचे संरक्षण होते.

ब) लिंबाऱ्याचे बी अर्काची पाण्यातून १-१० या प्रमाणात फ वारणी केल्याने लष्करी अळ्यांचे कोष मरतात व त्यांचे नियंत्रण होते.

क) लिंबाऱ्याच्या पानांची भुकटी गव्हात ४-८ मिसळल्याने किडींपासून साठवलेल्या गव्हाचे संरक्षण होते.

३) लसूण : नियमित आहारात असणाऱ्या व सर्वांच्या परिचयाचा असा हा लसूण किटकनाशक, बुरशीनाशक, सूत्रकृमीनाशक म्हणून वापरण्यात येतो. लसूणाच्या पाकळ्या या किटकनाशक म्हणून वापरता येतात. पिकावरील मावा, लष्करी अळ्या, पतंग, बटाटा व टोमॅटो वरील भुंगेरे, कोबीवरील अळ्यांच्या नियंत्रणासाठी लसूणाचा खालीलप्रमाणे वापर करतात.

२०० ग्रॅम सोललेल्या लसूण पाकळ्या, १ लिटर पाणी, २०० ग्रॅम साबण, ४ चमचे खनिज तेल साहित्य घ्यावे. लसूण बारीक वाटून २४ तास खनिज तेलात भिजवावा आणि १ लिटर पाण्यात साबण चांगला विरघळावा व त्यामध्ये वरील लसूण खनिज तेल मिसळावे व हे मिश्रण गाळून घ्यावे. त्यामध्ये २० पट पाणी टाकून फ वारणी करावी.

४) मिरची : मिरचीमधील कॅप्सॅसिन या द्रव्यामुळे मिरचीला किटकनाशक, बुरशीनाशक गुणधर्म प्राप्त झालेले आहेत. मिरचीच्या पत्र फळात विशेषतः सालीत, बियांत किटकनाशकाचे गुणधर्म आढळतात. मुंग्या, मावा, अळ्या, गोदामातील किडी, आंढळातील सोंडे

त्यांच्या नियंत्रणासाठी खालीलप्रमाणे मिरचीचा वापर करतात.अ) तिखट पक्क हिरव्या मिरच्या बारीक वाटून पाण्यात रात्रभर भिजवून सकाळी पिकावर फ वारणे.

ब)पिकलेली मिरची बारीक वाटून १ लिटर पाण्यात मिसळावी. यानंतर पातळ कापडातून गाळून घेऊन साधारण १ भाग द्रावणात ५ भाग साबणाचे पाणी मिसळून पिकावर फ वारावे.

५) कडुनिंब : कडुनिंबाच्या सर्व भागात अँझाडिराक्टीन हे विषारी द्रव्य असते ते किटकनाशक म्हणून उपयोगी पडते. कडुनिंबाची पाने, फ ले, साल यांच्या रसाचा वापर अमेरिकन बॉडअळी, मावा, तपकिरी तुडतुडे, चौकोनी ठिपक्यांचा पतंग, लष्करी अळ्या, गवती टोळ, फ लमाशी या किडींवर तसेच तांदळातील सोंडे, धान्य पोखरणान्या अळ्या, चवळीवरील भुंगेरे इत्यादी साठवणीतील किडींवर करतात. कडुनिंब वापराच्या अनेक पद्धती आहेत. पाण्यातील अर्क, निंबोळी तेल, बियांची भुकटी, निंबोळी पेंड इत्यादींचा वापर करता येतो.

अ) ५ किलो वाळलेल्या बिया बारीक कुटून पुरचुंडी बांधून बादलीभर पाण्यात रात्रभर भिजत ठेवाव्यात. बारा तासांनी बियांमधील पाणी काढून घ्यावे. त्यात १० ग्रॅम साबण चुरा विरघळावा व १०० लिटर पाण्यातून हे मिश्रण पिकांवर फ वारावे. हरभरा, मका यासाठी हेक्टरी ५०० लिटर पाणी वापरावे.

ब) ४०० लिटर पाण्यात ५०० ग्रॅम कडुनिंबाच्या बियांची भुकटी मिसळावी व हे मिश्रण पिकावर फ वारावे.

क) २ किलो निंबोळी बारीक वाटून ती १५ लिटर पाण्यात रात्रभर भिजवावी. दुसऱ्या दिवशी कापडातून गाळून घ्यावे व फ वारणी करावी.

ड) निंबोळीचे वाळलेले बी घेऊन त्यावरील साल काढावी. आतील बी पुन्हा उखळीत कुटून त्याचा लगदा करावा. लगदा करतांना त्यात थोडे पाणी घालावे. हा घट्ट गोळा एका परातीत तिंबावा. त्यामुळे पृष्ठभागावर तेल दिसू लागेल. हे तेल हा लगदामधून हाताने दाबून काढावे. १ किलो बियापासून १००-१५० मिली तेल मिळते. तेल

काढून उरलेला गोळा उकळत्या पाण्यात टाकल्यास तेल पाण्यावर तरंगते. हे तेल चमच्याने काढावे व त्या तेलाचा उपयोग फ वारणीसाठी करावा.

इ) निंबोळी पेंड हेक्टरी १ ते २ टन जमिनीमध्ये मिसळल्यास वांग्याच्या रोपाचे शेंडे व फ ले पोखरणान्या अळीपासून वांगी पिकाचे संरक्षण होते.

६) सीताफळ : सिताफळाला पाच किलो कुटून अडीच लिटर गोमूत्र आणि अडीच लिटर पाणी या मिश्रणात रात्रभर भिजवावा. दुसऱ्या दिवशी त्याचा अर्क काढून २०० मिली १५ लिटर पाण्यामध्ये मिसळून फ वारावे. यामुळे मावा, तुडतुडे या किडींचा बंदोबस्त होतो.

७) धोतरा : धोतराची ताजी पाने, खोड, फु ले व बी (संपूर्ण झाड) कुटून तयार केलेला १ किलो वजनाचा गोळा १० लिटर पाण्यात भिजवत ठेवा. त्यामध्ये २ मोठे चमचे रॉकेल आणि ५० ग्रॅम निरमा मिसळावा व हे मिश्रण

कमीतकमी रात्रभर तसेच राहू द्यावे. दुसऱ्या दिवशी कापडातून गाळून घेऊन पिकावर फ वारणी करावी. यामुळे अळ्या, मावा व ढेकण्या या किडींचे नियंत्रण होते.

८) **टोमॅटो** : किटक, कोळी, गोचीड व सूक्ष्म जंतू यांच्यावर टोमॅटो परिणामकारक आहे. त्याचा सुलभपणे उपयोग करता येतो. टोमॅटोची ताजी पाने अर्क काढण्यासाठी उत्तम असतात. त्याशिवाय झाडांचे कोवळी शेंडे व फळे यांचे ५ ग्रॅम बारीक तुकडे करून ५ लिटर पाण्यात मिसळावे. रात्रभर भिजत ठेवावे नंतर कापडातून गाळून फवारणी करावी.

९) **पपई** : पपईच्या झाडाचा परिणामकारक उपयोग किटक व सूत्रकृमीकरता होतो. पपईची पाने बारीक करून भिजत ठेवावी व सकाळी कपड्यातून गाळून त्यांची पिकावर फवारणी करावी.

१०) **तुळस** : अंगणामध्ये साधी तुळस किंवा कृष्णतुळस असते. तुळशीचा वास डासांना परावृत्त करतो. तुळशीची वाळलेली पाने, खोड किंवा संपूर्ण झाडाचा ५० मिली अर्क काढून १५ लिटर पाण्यात मिसळून फवारणी करावी. पाने पोखरणान्या अळ्यांचे नियंत्रण होते.

११) **मोह** : मोह हा मध्यम ते मोठा पानझडीचा वृक्ष असून, झाडाचे खोड आखूड असते. मोहांच्या फुलाची दारू करतात. बीमध्ये २० ते ४३ टक्के तेल असते. या झाडाचा परिणामकारक उपयोग वेगवेगळे किटक व उंदराकरिता तसेच साठविलेल्या धान्यांचे संरक्षण करण्यासाठी होतो. झाडाची साल व पाने यांचा अर्क पाण्यात मिसळून फवारणी करावी. तसेच मोहाची पेंड जमिनीत मिसळल्याने पिकाचे सूत्रकृमी पासून संरक्षण होते. १ लिटर पाण्यात १०० ग्रॅम मोहाची पेंड मिसळून काढलेल्या अर्काचा उपयोग किटकनाशक म्हणून होतो. यामुळे भुंगेरे, पतंग, पानावर जाळी करणाऱ्या अळ्या, पाने खाणाऱ्या अळ्या, मावा यांचे नियंत्रण होते.

१२) **ग्लिरीसिडिया** : शेतकरी भातखाचराचे बांधावर हिरवळीच्या खतासाठी आणि वैरणीसाठी ग्लिरीसिडियाच्या झाडे लावतात. या झाडाच्या शास्त्रीय नावाचा अर्थ उंदरांना मारक असा आहे. ग्लिरीसिडियाची फांद्या व पाने यांचा २ भाग रस व गुळवेलीचा १ भाग रस १५ लिटर पाण्यात मिसळावा व भात पिकाच्या ओंब्या धरण्यास सुरवात झाल्यानंतर या द्रावणाची फवारणी करावी. १ लिटर रस १० लीटर पाण्यामध्ये मिसळून फवारणी करावी.

१३) **निरगुडी** : या वनस्पतीचा उपयोग मावा किड नियंत्रणाकरिता होतो. या वनस्पतीची पाने गोळा करून रस काढावा. १ लिटर रस १० लिटर पाण्यामध्ये मिसळून फवारणी करावी.

१४) **झेंडू** : पारंपारिकरित्या ज्या पिकांना सूत्रकृमीपासून उपद्रव होतो. त्या पिकात झेंडूची झाडे लावावीत. पिकाच्या मुळावर हल्ला करणाऱ्या मुक्त सूत्रकृमी झेंडूच्या मुळातून पाझरणाऱ्या रसाने मरतात. जेथे सूत्रकृमीचा अतिशय उपद्रव होतो तेथे झेंडूची रोपे लावावेत. झेंडूची पाने व फुले वाळवून त्यांचे चूर्ण करावे व त्याची धुरळणी पिकावर करावी. यामुळे किडीचे नियंत्रण होते. उदा. मावा, कापसावरील लाल ढेकण्या, ठिपक्याचा पतंग, पानावर जाळी करणाऱ्या अळ्या इत्यादी नियंत्रित होतात.

१५) **हळद** : हळदीचा उपयोग पीक संरक्षणासाठी होतो. लष्करी अळ्या, चवळीतील भुंगेरे, धान्यावरील अळ्या, भुंगेरे, कोळी, तांदळातील सोंडे, तांदळाच्या पिकावरील भुंगेरे इत्यादींचे नियंत्रण करण्यासाठी हळदीचा वापर करतात.

अ) वाळलेली हळदकुंडाची पुड करून त्यातील अर्क अॅसिटोनमध्ये काढून त्या द्रावणामध्ये पाचपट पाणी मिसळून फवारले असता लष्करी अळीचे नियंत्रण होते.

ब) वाळलेल्या हळदीकुंडाची भुकटी २ टक्के प्रमाणात धान्यात मिसळली असता त्या धान्याचे सोंडे व पोखरणान्या अळ्यांपासून संरक्षण होते.

१६) करंज : करंज वृक्षांच्या बियामध्ये ३०-३५ टक्के कडवट तेल असते. त्यामध्ये करंजीव, पोगॅमोल व ग्लॅब्रीन ही किटकनाशक गुणधर्म असलेली द्रव्ये असतात. ही द्रव्ये ॲसिटोनमध्ये विरघळून पाण्यातून पिकावर फ वारली असता सर्व प्रकारच्या किटकांचा उपद्रव कमी होतो. करंज पेंड व पानातील अर्क सूत्रकृमीच्या नियंत्रणासाठी वापरला जातो.

सर्व प्रकारच्या किड व अब्यांच्या नियंत्रणासाठी प्रभावी दसपर्णी उपाय (दहा प्रकारची पाने) १ किलो कडूनिंब, निर्गुडी २ किलो, पपई २ किलो, सिताफळ ३ किलो, करंजपाला २ किलो, कन्हेरी २ किलो, रुई २ किलो, मोगली एरंड २ किलो, तिखट मिरची हिरवी २ किलो, लसूण २०० ग्रॅम इ. २०० लिटर पाण्यामध्ये मिसळून २० दिवस आंबवून द्रावण तयार करावे. यामधील अडीच लिटर द्रावण २०० लिटर पाण्यात टाकून फ वारावे.

३. पिक निहाय व किड निहाय किड नियंत्रणासाठी वापरावयाचे जैविक घटक

जैविक घटकांचा वापर करून विविध पिकांवरील किड व्यवस्थापन उत्तम प्रकारे करता येते. विविध पिकांवरील किडनिहाय व्यवस्थापनासाठी परिणामकाक जैविक घटक खालील तक्त्यात दिलेले आहेत. हे सर्व जैविक घटक प्रयोग शाळेत मोठ्या प्रमाणात उत्पादन करून त्यांचा वापर करता येतो.

अ. नं.	पिके	किडी	जैविक घटक	प्रमाण/हेक्टर
१	ऊस, ज्वारी, मका, भात, कापूस, भेंडी	खोडकिडी, बोंड अब्या, फळ पोखरणान्या अब्या, फुल पोखरणारी अबी	ट्रायकोग्रामा स्पे. (फु लेट्रायकोकार्ड) एकाकार्डवर सुमारे २०००० परोपजीवी अंडी असतात	१ लाख किटक, १.५ लाख किटक, १ लाख किटक १ लाख किटक
२	ऊस	पायरिला	इपिरिकॅनिया मेलॅनोल्थुका	५०,००० अंजीपुंज किंवा ५,००० कोष
३	ऊस	लोकरी मावा	डिपा ओफि डीव्होरा	५० कोष/गुंठा मावा ग्रासिल क्षेत्र
४	सर्व पिकांवर	मावा, तुडतुडे, फुलकिडे, किडींची अंडी व लहान अब्या, पिल्ले	क्रायसोपर्ला कार्निया	१० ते १५ हजार अब्या
५	बटाटा	बटाटा पोखरणारीअबी	कोपिडोसोमा कोहलेरी	पिकावर परोपजीवीयुक्त ५००० अब्या साठवणीत अशा २० अब्या/क्विंटल बटाटे.
६	हरभरा तूर टोमॅटो सूर्यफुल	घाटे अबी शेंगा पोखरणारी अबी	एन. पी. व्ही. (विषाणू) एच. ए. एन. पी. व्ही. (हेलीओकिल)	५०० मि. ली. २५० मि. ली. २५० मि. ली.

		फळ पोररणारी अळी फुल व बी खाणारी अळी अमेरिकन बॉड अळी		२५० मि. ली. ५०० मि. ली
७	सोयाबीन, बटाटा भाजीपाला व इतर पिके	पाने खाणारी अळी	स्पोडोप्टेरा एस. एल. एन. पी. व्ही. (मॅजीक)	२५०-५०० मि. ली.
८	सूर्यफुल, सोयाबीन	केसाळ अळी	एस. ओ. एन. पी. व्ही. (स्पिलोसाईड)	५०० मि. ली.
९	कोबी, टोमॅटो, वांगी, कापूस, सोयाबीन, भेंडी, सूर्यफुल इ.	पतंगवर्गीय किडींच्या अळ्या	बॅसिलस थुरिनजिएन्सीस	०.५ ते १ कि. ग्रॅ (लिटर)
१०	द्राक्षे, डाळिंब, पेरू, ऊस	पित्या डेकून, मावा	व्हर्टिसिलीअम	१ ते २ कि. ग्रॅ.
११	सिताफळ, मोसंबी, इतर फ ळझाडे, फुलझाडे व ऊस	मावा, पांढरी माशी, लोकरी मावा, खवले किड, लाल कोळी, फ ुलकिडे इ.	लिकॅनी (फुले बगीसाईड)	
१२	द्राक्षे, डाळिंब, मोसंबी, पेरू, सिताफळ, आंबा	पित्या डेकून	क्रिप्टोलीमस मॉन्ट्रोझीयरी	१५०० अळ्या किंवा भुंगेरे
१३	कडधान्ये, फळझाडे, फुलझाडे	मुळावंर गाठी करणारे सूत्रकृमी	पॅसिलोमायसिस लिलॉसिनस	५ ग्रॅम/कि. ग्रॅ. बिजप्रक्रिया ५ कि. ग्रॅ./हे जमिनीत
१४	सूत्रकृमीस बळी पडणारी पिके	सूत्रकृमी	ट्रायकोडर्मा व पॅसिलोमायसिस	५ कि. ग्रॅ./हे. जमिनीत

प्रकरण ११ जैविक रोग नियंत्रण

पिकामध्ये रोगांच्या निर्मितीस बुरशी, जीवाणू, मायकोप्लाझमा, रिकेटशिया, स्पायरोप्लाजमा व सूत्रकृमी असे विविध सूक्ष्मजीव कारणीभूत असतात. हे सूक्ष्मजीव स्वतःचे अन्न तयार करण्यास असमर्थ असतात. अन्नासाठी ते विविध पिकावर हल्ला करतात व त्यांना त्यांच्या वाढीसाठी आवश्यक असणारे अन्न पिकामधून शोषून घेतात. परिणामी पीक विविध रोगांना बळी पडते. यापासून पिकांचे सर्वसाधारणपणे २० ते ५० टक्क्यांपर्यंत नुकसान होते. जमिनीमध्ये अनेक प्रकारच्या उपयुक्त जीवजंतूंचे वास्तव्य आहे. पिकावरील रोगांचे रासायनिक घटकांद्वारे नियंत्रणासोबतच पिकांना उपयुक्त असणाऱ्या सूक्ष्म जीवजंतूंचा सुद्धा नाश होतो. त्याचा विचार करून संशोधनाअंती शास्त्रज्ञांनी पर्यावरणाचे संतुलन कायम ठेवून सर्व रोगावर नैसर्गिक नियंत्रण ठेवण्याकरिता निसर्गातच उपलब्ध असलेल्या बुरशी, वनस्पती, वनस्पतीजन्य पदार्थ शोधून काढले आहे.

१) जैविक रोग नियंत्रण व्याख्या, महत्त्व, तत्त्वे, फायदे इ.

अ. जैविक रोग नियंत्रणाची व्याख्या : पिकावरील रोगाचे नियंत्रण जैविक घटकांद्वारे करून रोगामुळे पिकांचे नुकसान आर्थिक नुकसान पातळीच्या खाली नियंत्रित ठेवणे म्हणजेच जैविक रोग नियंत्रण होय.

किंवा

विविध जैविक घटकांचा उपयोग करून पिकावरील रोगांचे नियंत्रण आर्थिक नुकसान पातळीच्या खाली ठेवणे म्हणजेच जैविक रोग नियंत्रण होय.

किंवा

एक अथवा अनेक जीव वापरून नैसर्गिकरित्या किंवा वातावरणात बदल घडवून किंवा प्रतिस्पर्धी जीव यांच्यात बदल घडवून किंवा प्रतिस्पर्धी जीव मोठ्या प्रमाणावर प्रसार करून रोगकारक जीवांची संख्या अथवा त्यांची रोग निर्मिती क्षमता किंवा वनस्पतींच्या परोपजीवांचे प्रमाण कमी करणे.

ब. जैविक रोगनियंत्रणाचे महत्त्व

सर्वानाच माहित आहे की, पीक संरक्षणात प्रचलीत पद्धतीमध्ये वापरण्यात येणारी रासायनिक औषधे ही जहाल विष गटातील असल्याने त्याचे विपरित परिणाम पिकावर तर होतातच परंतु त्यापासून मिळणाऱ्या पदार्थांमध्ये विषाचे अंश राहतात. ही विष हाताळणाऱ्या किंवा वापरणाऱ्या व्यक्तींवर त्यांचे परिणाम तर होतातच परंतु त्याच्या वापराने पर्यावरणाचे प्रदुषण होते. कालानुपरत्वे या रसायनाच्या विरोधात पिकांच्या रोगजंतूमध्ये प्रतिकार क्षमतेची वाढ झाल्याने आढळून आले आहे. त्यामुळे रोगप्रतिकारक अशा पिकांच्या जाती शोधून काढण्यावर भर दिला गेला. परंतु फार थोड्या रोगांना प्रतिकारक अशा जाती निर्माण करण्यात आलेल्या आहेत.

क. जैविक रोग नियंत्रणाचे तत्वे :

पिकांवरील रोगांचे जैविक नियंत्रण अर्थपूर्ण होण्यासाठी खालील जैविक रोग नियंत्रणाच्या तत्वांचा अवलंब केल्यास निश्चितपणे रोगांचा प्रादुर्भाव कमी होईल.

१. प्रतीस्पर्धी जीवांच्या वाढीसाठी जमिनीमध्ये पुरेशा प्रमाणात सेंद्रिय पदार्थ असणे आवश्यक आहे.
२. प्रभावी प्रतीस्पर्धी जीवांची रोगनियंत्रणासाठी निवड करणे आवश्यक आहे.
३. कोणत्याही माध्यमात वाढू शकणाऱ्या प्रतिस्पर्धी जीवांची रोग नियंत्रणासाठी निवड करणे.
४. प्रतीस्पर्धी जीव हाताळणी उत्पादन आणि साठवणुकीच्या सोप्या व स्वस्त पद्धती असाव्यात.
५. प्रतिस्पर्धी जीवांच्या वाढीसाठी जमिनीचे तापमान व हवेतील आर्द्रता पुरेशी असली पाहिजे.
६. उन्हाळी हंगामामध्ये जमीन नांगरून ठेवल्यास उन्हामुळे जमिनीतील रोगकारक बुरशी मरतात.
७. पेरणीपूर्वी बियाण्यास प्रतिस्पर्धी जीवांची बीजप्रक्रिया केल्यास मृदाजन्य रोगांचे नियंत्रण होते.
८. जैविक नियंत्रणाबरोबरच पिकांचे प्रतिकारक वाण वापरणे अधिक प्रभावी आहे.

ड) जैविक नियंत्रणाचे फायदे

१. रासायनिक घटकांचा वापर करून रोग नियंत्रण करण्याच्या तुलनेत ही पद्धत कमी खर्चिक आहे.
२. पीक उत्पादनामध्ये रासायनिक अंश राहत नाही.
३. पिकांवरील व जमिनीमधील उपयुक्त जिवजंतूंची हानी होत नाही.
४. रासायनिक रोगनाशकांचा वापर वारंवार करावा लागतो परंतु जैविक साधने एकदाच वापरावी लागतात.
५. बुरशीनाशक रसायनापेक्षा जैविक साधने ही मृदाजन्य रोगांसाठी जास्त परिणामकारक आहेत.
६. जैविक साधने सातत्याने वापरल्यास त्यांची रोगजंतूमध्ये प्रतिकार क्षमता निर्माण होत नाही.
७. रासायनिक नियंत्रणामुळे होणारे हवा, पाणी व जमीन यांचे प्रदुषण जैविक नियंत्रणामध्ये टाळले जातात.
८. रासायनिक नियंत्रणामध्ये असलेले सर्व धोके जैविक नियंत्रणामध्ये टाळले जातात.
९. विषाणूजन्य रोगांच्या नियंत्रणासाठी जैविक नियंत्रण पद्धत कार्यक्षम आहे.
१०. रोग नियंत्रणाबरोबर पर्यावरणामधील जैविक समतोल टिकविला जातो.

२. जैविक रोगनाशकांचे घटक

वनस्पती रोगांच्या जैविक नियंत्रणासाठी वापरल्या जाणाऱ्या सूक्ष्म जीवांना प्रतिस्पर्धी जीव असे म्हटले जाते. हे प्रतिस्पर्धी जीवबुरशी अथवा कवक जीवाणू अशा विविध गटात मोडतात. हे प्रतिस्पर्धी जीव प्रतिजैविक निर्माण करून अथवा अन्न आणि

हवेसाठी स्पर्धा करून तसेच रोगकारक बुरशीवर उपजिविका करून पिकांवरील रोगांचे नियंत्रण करतात. प्रतिस्पर्धक जीव प्रतिजैविक निर्माण करतात. हे प्रतिजैविक पेशीच्या अंतर्गत भागात शिरून रासायनिक विष रोगजंतूंच्या पेशीद्रव्याचे विघटन करून रोगजंतूंचा विनाश करतात.

अ. बुरशी अथवा कावक :

बुरशी वर्गातील काही प्रतिस्पर्धी जीव वनस्पतीवरील रोग नियंत्रण करणाऱ्या बुरशीवर जगतात. हे प्रतिस्पर्धी जीव सूक्ष्म तंतूंचे जाळे विणतात. पेशीद्रव्यात जाण्यासाठी आपल्या शरीरातून टोकदार सूक्ष्म तंतु निर्माण करतात तसेच रोगजंतूंचे तंतूंचे विघटन करतात. अशाप्रकारे तंबाखू रोपावरील मर रोगाचा नियंत्रण करण्यासाठी ट्रायकोडर्मा हारझियानम या प्रतिजीवांचा उपयोग करतात.

काही प्रकारच्या बुरशी पिकांच्या मुळावर बाहेर वाढून आच्छादन करून रोगजंतूंना मुळामध्ये प्रवेशास प्रतिबंध करतात. तर काही बुरशी मुळाच्या आत वाढून पेशीद्रव्यात रासायनिक संयुगे निर्माण करून रोगजंतूंच्या वाढीस प्रतिबंध करतात. अशा प्रकारची बुरशी मृदाजन्म वनस्पती रोगांचे प्रमाण कमी नियंत्रण करण्यास मदत करते. घेवडा रोपावरील मर तसेच हरभऱ्यावरील मुळ कुजवा रोग या बुरशीमुळे नियंत्रित होतो.

रोगांचे जैविक नियंत्रणाद्वारे निसर्गातील मित्र बुरशीचा वापर करून इतर अपायकारक ठरणाऱ्या बुरशींना सहजगत्या मात करता येते. जैविक रोग नियंत्रणात महत्वपूर्ण ठरलेली बुरशी म्हणजे ट्रायकोडर्मा.

सर्व महत्वाचे पिके उदा. कापूस, तूर, भुईमूग, ऊस, वांगी, टोमॅटो, मिरची, कोबी इत्यादी वेगवेगळ्या रोगांना बळी पडतात. त्यात प्रामुख्याने मुळ कुजणे, खोड सडणे, पानगळ, झाडे वाळणे इत्यादी अनेक प्रकारच्या रोगामुळे पिकाची उत्पादनशक्ती कमी होऊन पिके कोलमडतात. या अनेक रोगांना जमिनीत असणाऱ्या हानिकारक बुरशी उदा. पिथीयम फायटोपथोरा रायझोक्टोनिया फुजरियम मॅकोफि मीना स्कलेरोशियम व्हर्टिसिलीयम इ. अनेक बुरशी कारणीभूत असतात. या सर्व हानिकारक बुरशींना आटोक्यात आणण्यासाठी रामबाण उपाय म्हणजे ट्रायकोडर्मा.

१. ट्रायकोडर्मा ही मातीमध्ये वाढणारी परोपजीवी बुरशी असून, ती फार जलदरित्या वाढते. काट्याने काटा काढणे या म्हणी प्रमाणे ट्रायकोडर्मा ही बुरशी इतर अपायकारक ठरणाऱ्या बुरशीवर आपले जीवनक्रम पूर्ण करून अपायकारक बुरशींना नियंत्रणात ठेवते.

२. ट्रायकोडर्मा या बुरशीच्या अनेक वेगवेगळ्या जाती आहेत. त्यातील महत्वाच्या मानल्या जाणाऱ्या जाती म्हणजे ट्रायकोडर्मा व्हीरीडी, ट्रायकोडर्मा व्हर्जियॅनम, ट्रायकोडर्मा टॅमटम, ट्रायकोडर्मा कोनिंगी, ट्रायकोडर्मा लिग्रोरम इत्यादी सर्व जाती वेगवेगळ्या हानिकारक ठरणाऱ्या बुरशींना नियंत्रणात ठेवतात.

३. ट्रायकोडर्मा ही बुरशी ट्रायकोडर्मीन ग्लियोटोक्सीन व्हीरीडीन यासारखी प्रतिजैविके निर्माण करते. या विषारी द्रव्यामुळे हानिकारक बुरशी नष्ट होण्यास मदत होते.

४. या बुरशीला अधिक महत्व देता येईल.

ट्रायकोडर्मा ही बुरशी मानवाला तसेच जनावरांना अपायकारक नसल्याने रासायनिक द्रव्यापेक्षे साहजिकच

५. या बुरशीमुळे मर मुळकुज कोंब कुजणे, बेणे कुजणे, खोड सडणे, पानगळ, फुल गळ इत्यादी सारख्या रोगापासून संरक्षण होते.

६. ही बुरशी परोपजीवी असल्यामुळे तिचा जीवनक्रम किंवा उपजिविका ही दुसऱ्या हानिकारक बुरशीवर पूर्ण करते व हानिकारक बुरशीचा नायनाट करण्यास मदत करते.

७. ट्रायकोडर्मा बुरशीचे कवकतंतू रोपांच्या मुळावर पातळ थरात वाढतात. त्यामुळे हानिकारक बुरशीचे कवकतंतू मुळामध्ये प्रवेश करू शकत नाहीत. आणि साहजिकच पिकांच्या मुळांची सशक्त वाढ होण्यास मदत होते.

८) ट्रायकोडर्मा बीजप्रक्रियामुळे उगवणशक्ती वाढून वीज अंकुरण जास्त प्रमाणात होते.

९. ही बुरशी मुळांच्या परिक्षेत्रात वाढवर्धक द्रव्य निर्माण करतात. त्यामुळे अन्नद्रव्य जास्त प्रमाणात शोषले जाते व मुळांच्या संख्येत आणि लांबीत वाढ होते.

१०. जमिनीतील स्फुरद विरघळण्याची प्रक्रिया ट्रायकोडर्मामुळे जलद होते.

११. ही बुरशी मालीचा पोत सुधारण्यास मदत करते.

१२. ट्रायकोडर्मा जमिनीतील सुप्रकृमीवर नियंत्रण मिळविण्यास मदत करते.

१३. या बुरशीमुळे सेंद्रीय पदार्थ कुजविण्याची क्रिया जलद होते व त्यामुळे सेंद्रीय खत लवकर तयार होते.

१४. उसाचे पाचट शेणखताच्या खड्ड्यातील पालापाचोळा इत्यादी कुजविण्यासाठी या बुरशीचा वापर करण्यात येतो.

ब) जीवाणू :

काही प्रतिस्पर्धी जीवाणू वनस्पतीच्या मुळांच्या पृष्ठभागावर वाढून आपली वसाहत निर्माण करतात व मुळांवर वाढणाऱ्या बुरशीला विरोध करतात. सुडोमोनास व बॅसिलस जातींच्या काही जीवाणूंचा या वर्गात समावेश होतो. पायोसोलीथस टिक्टोरिअस पफफ बॉल हे मुळांच्या बाहेर वाढणारे कार्यक्षम जैविक जंतुनाशक आहे.

वनस्पतीमध्ये रोग निर्माण होण्यापूर्वी त्या रोगास विरोध निर्माण करण्यासाठी काही प्रतिस्पर्धी जीवाणूंचा उपयोग केला जातो. केम्पे आणि सेक्युरीश (१९८३) यांच्या मते सुडोमोनास सोलॅनासिआरम या रोगकारक जीवाणूपासून बटाट्याला होणाऱ्या रोगांचे संरक्षण करण्यासाठी दुसऱ्या त्याच जातीच्या रोग निर्माण न करणाऱ्या प्रति जीवाणूंचा वापर करतात.

अॅग्रोबॅक्टेरीयम जीवाणूंच्या के- ८४ आणि के १०२६ प्रजाती या जैविक जंतुनाशकांचा उपयोग पिकांच्या शेंड्यावरील फुगवटा रोगाचे नियंत्रणासाठी करतात.

क) विषाणू :

पिकांवरील विषाणूजन्य रोग हे विषाणू वाहून नेणाऱ्या किटकांना नियंत्रित करून कमी करतात. तसेच काही विषाणूपासून पिकांचे संरक्षण करण्यासाठी त्याच जातीच्या सौम्य विषाणूंचा वापर केला जातो. म्हणजेच प्रति विषाणू वापरून रोग नियंत्रण केले जाते. भुईमूगाच्या डोळ्यांचा नेकरॉसिस हा ज्वारी व नारळाच्या प्रति विषाणूंचा वापर करून नियंत्रित केला जातो.

जैविक रोग नियंत्रण पद्धतीमध्ये वनस्पतीचे रोग नियंत्रण करण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या खालील प्रति जैविक जीवांचा समावेश होतो. ट्रायकोडर्मा ग्लायोकलडियम, सुडोमोनास फ्ल्युओरेन्स, पायसिलोमासिज लिलासीनस, बॅसिलस सब्टिलीस, ग्लोमस फॅसिक्युलॅटम, अॅग्रोबॅक्टेरीयम रेडिओबॅक्टर, विषाणूंच्या सौम्य जाती

ड) वनस्पती व वनस्पतीजन्य घटक :

निसर्गातील अनेक वनस्पतीमध्ये विषारी द्रव्यांचे प्रमाण असल्यामुळे त्यांच्यातील रोगनाशक गुणधर्मांचा उपयोग करून पिकावरील रोग नियंत्रण करणे सोपे झाले आहे. बऱ्याच वनस्पतींचा व वनस्पतीजन्य पदार्थांचा उपयोग बुरशीनाशके म्हणून केला जातो. रासायनिक बुरशीनाशके/रोगनाशके पिकावर फवारण्यामुळे त्यांचे अंश पिकामध्ये शिल्लक राहतात. उलट वनस्पतीजन्य बुरशीनाशकांचे अंश पिकामध्ये राहत नाहीत. त्यामुळे अशा पिकांचा मानवी आरोग्यावर कोणताच अनिष्ट परिणाम होत नाही. तसेच

बुरशीनाशक गुणधर्म असलेल्या बऱ्याचशा वनस्पती सर्व प्रकारच्या हवामानामध्ये वाढणाऱ्या असल्यामुळे आपल्याकडे सहज उपलब्ध होतात. बुरशीनाशक/रोगनाशक गुणधर्म असलेल्या वनस्पतींची नावे, त्यांचा रोगनाशकाकरिता उपयुक्त भाग, त्यापासून नियंत्रित होणारे रोग, त्यांच्या वापर पद्धती यासंबंधी सविस्तर माहिती खालील प्रमाणे आहे.

१. कडुनिंब : बुरशीजन्य रोगांपासून पिकांचे संरक्षण करण्यासाठी बियाण्यास निंबोळी तेलाची पेरणीपूर्वी बिजप्रक्रिया करावी.
२. मिरची : मिरचीमध्ये कॅप्सॉसिन हे तिखट द्रव्य असते. या द्रव्याचा उपयोग बुरशीनाशक म्हणून होतो. काकडी व तंबाखूवरील विषाणूजन्य रोग नियंत्रणाकरिता मिरचीचा उपयोग करतात. पिकाला विषाणू रोगाची बाधा होण्यापूर्वी मिरचीच्या पानांचा रस फ वारल्यास विषाणू रोगांचे पूर्ण नियंत्रण होते.
३. लसूण : लसूणामध्ये अलासिसीन गंधकाचे रसायन असून, त्याचा बुरशीनाशक म्हणून उपयोग होतो. भातावरील करपा, पानावरील ठिपके, भुरी व वालावरील तांबेरा रोगांवर लसूणाचा उपयोग होतो. लसूणाच्या पाकळ्या वाटून केरोसिनमध्ये भिजत ठेवून पिकावर फ वारणी करावी.
४. तंबाखू : तंबाखू मधील निकोटीन द्रव्य वाल व गव्हावरील तांबेरा बटाट्याचा कासाहुई पाने मुरडणारा विषाणू रोग इ. रोगांकरिता परिणामकारक बुरशीनाशक म्हणून उपयोगी आहे. विषाणूजन्य रोगांसाठी तंबाखूची भुकटी मातीत मिसळावी.
५. धोतरा : धोतराची पाने किंवा मुळ्यांचा अर्क काढून पाण्यातून फ वारल्यास पानावरील अल्टरनेरिया ठिपके, बटाट्यावरील करपा, भाताच्या पानावरील तपकिरी ठिपके इत्यादी रोगांचा प्रारंभ कमी होतो.
६. एरंडी : जमिनीत बुरशीपासून पिकांना होणारे बुरशीजन्य रोग नियंत्रणासाठी पिकाच्या पेरणीपूर्वी एरंडीचे पेंड जमिनीत मिसळावी.
७. तुळस : तुळशीची पाने वाटून रस पाण्यात मिसळून फ वारणी केल्यास पिकावरील बुरशी व विषाणूजन्य रोगांचा बंदोबस्त होतो.
८. निलगिरी : निलगिरीची पाने एक भाग व दोन भाग पाणी वाटून रस काढून त्याचा १० टक्के भाग पाण्यात मिसळून भाजीपाल्याच्या रोपवाटीकेतील रोपांवरील मर रोगावर फ वारणी केल्यास नियंत्रण होते.

३) जैविक रोगनाशकांचा पिकनिहाय व रोगनिहाय वापर :

किडींच्या नियंत्रणासाठी जैविक पद्धतीचा मोठ्या प्रमाणात वापर केला जातो. तसेच काही रोगांचाही बंदोबस्त जैविक घटकांचा वापर करून करण्यात येतो. विविध पिकांवरील जैविक रोगनाशकांचा रोगनिहाय व पिकनिहाय वापर खालीलप्रमाणे केला जातो.

जैविक रोग नाशकांचा पिकनिहाय व रोगनिहाय वापर दर्शविणारा तक्ता

अ. नं.	जैविक रोगनाशक	पिकाचे नाव	पिकावरील रोग	वारण्याची पद्धत
१	ट्रायकोडर्मा	कापूस, तूर, भूईमूग, ऊस, वांगी, टोमॅटो, मिरची, कोबी व इतर सर्व पिके व फ ळझाडे	मुळ कुजणे, खोडसडणे, पानगळहोणे, झाडे वाळणे, करपा, फ ळकुज, केवडा, रोपमर	होणे, झाडे वाळणे, करपा, फ ळकुज, केवडा, रोपमर
वनस्पती व वनस्पतीजन्य घटक				
२	कडुनिंब	वांगी	वांग्याचा रोपवाटीकेतील मर	पानाचा अर्क फ वारणे
३	बिहाडा व कडुनिंब	बोर	भुरी रोग	बिहाडा व कडुनिंब पानाच्या ५ टक्के अर्काच्या चार फ वारण्या १५ दिवसांच्या अंतराने

				द्याव्यात
४	तुळस	मिरची भात	फ ळकूज ठिपके व करपा	पानांचा अर्क फ वारणे पानांचा अर्क फ वारणे
५	बेल	मिरची	फ ळकूज	पानांचा अर्क फ वारणे
६	बोगन व्हेलीया	मिरची	फ ळकूज	पानांचा अर्क फ वारणे
७	तंबाखू	गहू, वाल	तांबेरा	पानांचा अर्क फ वारणे
८	लसूण	वाल	भुरी व तांबेरा	लसणाचा अर्क फ वारणे
९	शेवगा	गादी वाफ्यावरील रोपे	रोपावरील बुरशी	पेरणीपूर्वी ८ दिवस शेवग्याची पाने जमिनीत मिसळवीत

प्रकरण १२

सॅद्रिय शेती व पर्यावरण

आज हरितक्रांतीमुळे कृषि उत्पादनामध्ये निश्चित वाढ झाली. त्याचबरोबर पूर्वी जो ३० ते ४० टक्क्यांपर्यंत उत्पादन खर्च होता तो आज ६० ते ७० टक्क्यांपर्यंत पोहोचला आहे. आज निसर्गाच्या विरोधात जाऊन शेतकरी शेती व्यवसायाचा प्रयत्न करत आहे. पिकास योग्य हवामान नसताना त्याची लागवड केली जाते. वेगवेगळे संकरित वाण वापरून उत्पादन वाढविण्याचा प्रयत्न केला जातो. या वाणांच्या झटपट वाढीसाठी जमिनीतील सॅद्रिय पदार्थ कमी पडू लागल्यामुळे रासायनिक खतांचा वापर सुरु झाला. रासायनिक खतांबरोबर या पिकांना पाण्याचीही मोठ्या प्रमाणात आवश्यकता वाटू लागली आणि त्यामुळे मोठमोठे पाटबंधारे प्रकल्प उभे राहिले आणि शेतीसाठी पाण्याची सोय केली. हरितक्रांतीमुळे संकरित वाण, रासायनिक खतांचा व पाण्याचा मुबलक वापर यामुळे पिकांवर रोग आणि किडींचे प्रमाण वाढले. रोग आणि किडींपासून पिकांचे संरक्षण करण्यासाठी मोठ्या प्रमाणात रासायनिक किटकनाशकांची गरज भासू लागली. शेती व्यवसाय हा एक हंगामी किंवा दोन हंगामी न राहता तो वार्षिक व्यवसाय झाला. एकाच जमिनीतून वर्षातून जास्तीत जास्त पिके घेण्याचा प्रयत्न होऊ लागला. त्यामुळे जमिनीची सुपिकता कमी होऊ लागली. जमिनीची जलधारणशक्ती घटली. जमिनीतील जीवाणूंची संख्या रासायनिक पदार्थांच्या वापरामुळे घटली गेली. पर्यायाने उत्पादकता कमी होत चालली. हरितक्रांतीमुळे संकरित, सुधारीत बियाणे, रासायनिक खते व किडनाशकांचा वापर वाढवावा लागला. परंतु यांच्या अतिरेकी व अविवेकी वापरामुळे अन्न विषयुक्त झाले. या विषाच्या परिणामांतून निसर्गाचा एकही जीव सुटलेला नाही.

१. रासायनिक घटकांचे पर्यावरणावर होणारे दुष्परिणाम

पर्यावरणाच्या विविध घटकांचे अज्ञान, निसर्ग संवर्धनाचा अभाव आणि अधिक उत्पादन मिळविण्यासाठी केलेले प्रयत्न या तीन समस्या सध्याच्या पर्यावरणाची दुर्दशा होण्यामागे आहेत. यामुळे निसर्गातील काही उपयुक्त वनस्पती नामशेष होत आहेत. अधिक उत्पादनासाठी शेती व्यवसायामध्ये रासायनिक खते, किटकनाशके, बुरशीनाशके, तणनाशके इत्यादी रासायनिक घटकांचा वापर वाढल्याने नैसर्गिक सॅद्रिय द्रव्ये, सुक्ष्म जिवाणू, गांडुळे, उपयुक्त किटक, फु लपाखरे, मधमाशा इत्यादींचे पर्यावरणातील संतुलन बिघडले आहे. त्यांची संख्या घटली आहे. काही उपयुक्त किटक व वनस्पती नामशेष होत आहेत. त्यामुळे पर्यावरणाचा समतोल बिघडला आहे. रासायनिक घटकांचे अंश जमिनीत, पाण्यात, फ ळफु लात, भाजीपाल्यात, अन्नधान्यात, चान्यामध्ये दुधात आणि

त्यांच्या सेवनाने मानवाच्या शरीरातही ते आढळतात. हवा, पाणी, माती दूषित होऊन सजिवांना हानी पोहचून संपूर्ण पर्यावरण दुषित होत आहे.

- रासायनिक खतांच्या वापराने जमिनीतील क्षारांचे प्रमाण वाढून वनस्पती वाढीवर अनिष्ट परिणाम होतो.
- वनस्पतींना उपयुक्त पोषकद्रव्ये देणे ही क्रिया जीवाणूमाफ त नैसर्गिकरित्या होत असते. परंतु रासायनिक खतामुळे हे जीवाणू नाश पावतात.
- रासायनिक खतांच्या वापराने निरुपयोगी क्षारांची निर्मिती होऊन सूक्ष्म अन्नघटकांची वनस्पतीसाठीची
- उपलब्धता कमी होते त्यामुळे वनस्पतींची वाढ खुंटते.
- रासायनिक खतांचा सतत वापर केल्याने जमिनीमध्ये क्षारांचे प्रमाण वाढते आणि त्यामुळे मातीची रचना बदलून जाते व जमिनीची पाणी धारण क्षमता कमी होते.
- रासायनिक किटकनाशके शेतीमध्ये किड नियंत्रणासाठी वापरल्याने उपयुक्त किटक (मित्र किडी) मारल्या जातात त्यामुळे निसर्गातील अन्नसाखळी खंडीत होऊन पर्यावरण बिघते.
- सततच्या किटकनाशकांच्या वापरामुळे किडींमध्ये प्रतिकार क्षमता वाढली असून, त्यामुळे किड नियंत्रण होत नाही.
- रासायनिक खते, किटकनाशके यांचे अंश निचऱ्याद्वारे पाण्यात जाऊन पिण्याचे पाणी दुषित होऊ लागले आहे. तसेच पाण्यातील रासायनिक घटकांच्या अंशामुळे मासे, बेडूक, खेकडे इत्यादींवर अनिष्ट परिणाम होत आहे.

रासायनिक किटकनाशके वापरल्याने किटकनाशकाचे काही अंश अन्नधान्य, भाजीपाला, फळे, दुध इत्यादींमध्ये उतरतात व ते मनुष्य प्राणी व इतर सजिवांमध्ये प्रवेश करतात. त्यामुळे कर्करोग, हृदयरोग, मधुमेह इत्यादी रोगांना मानवाला सामोरे जावे लागत आहे.

जमिनीमध्ये राहिलेले रासायनिक खतांचे घातक संयुके निर्माण होऊन जमिनी ओसाड आणि नापीक होत आहेत.

२. सेंद्रिय शेतीचे पर्यावरण टिकविण्यासाठी मिळणारे फायदे

सेंद्रिय शेतीमध्ये जमिनीची सुपिकता टिकविण्यासाठी सेंद्रिय खतांचा वापर केला जातो तर किड व रोग नियंत्रणासाठी जैविक घटकांचा, वनस्पती व वनस्पतीजन्य पदार्थांचा उपयोग केला जातो. त्यामुळे निसर्गातील सर्व घटकांचे म्हणजेच जमीन, पाणी, हवा व सजिव यांचे संतुलन साधले जाते.

सेंद्रिय शेतीमुळे खालीलप्रमाणे पर्यावरणाचे संवर्धन होते.

- सेंद्रिय खतांच्या वापरामुळे जमिनीची व पाण्याची धूप थांबते.
- जमिनी क्षारयुक्त ओसाड व नापीक होत नाही.
- जमिनीतील माती कंपाची रचना बदलत नाही.
- सेंद्रिय शेतीमुळे पाण्याची प्रत बिघडत नाही.
- किडींचे नैसर्गिक शत्रु नष्ट होण्याचा संभव नसतो.
- वनस्पती व वनस्पतीजन्य पदार्थांचा उपयोग किडी व रोग नियंत्रणासाठी केला जात असल्यामुळे किडीमध्ये प्रतिकार क्षमता निर्माण होण्याचा धोका फार कमी असतो.

- मानवास उच्च व पौष्टिक दर्जाचे अन्नधान्य मिळते त्यामुळे त्याचा आरोग्याला धोका नसतो.
- निसर्गातील जीव जंतूंची वाढ ही सेंद्रिय पदार्थावर होत असते. सेंद्रिय शेतीमध्ये जीवजंतूंच्या वाढीस चालना दिली जाते. अशा जीव जंतूंकडून सेंद्रिय पदार्थाचे विघटन होऊन वनस्पतींच्या वाढीसाठी अन्नद्रव्ये पुरविले जातात.
- सेंद्रिय शेतीमुळे जमिनीची सुपिकता वाढली जाते व नैसर्गिक समोतल राखला जातो.
- सेंद्रिय शेतीमध्ये कोणत्याच प्रकारच्या रासायनिक घटकांचा पीक उत्पादनासाठी वापर केला जात नसल्यामुळे जमीन, हवा, पाणी, अन्नधान्य दूषित होत नाही. त्यामुळे त्याचा पर्यावरणावर विपरित परिणाम होत नाही. सजिव सृष्टितील साखळी बिघडली जात नाही. एकंदरीत वरील सर्व बाबींचा विचार करता सेंद्रिय शेतीमुळे प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष पर्यावरण टिकविण्यासाठी उपयोग होतो.

३, सेंद्रिय शेती-मानव व प्राणी यांचे आरोग्य

हरित क्रांतीमुळे उत्पादन वाढून आपण अन्नधान्याच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण झालो. मात्र संकरीत बियाणे व त्या सोबत अत्यावश्यक असणारी रासायनिक खते व किटकनाशके, मुबलक पाणी यांच्या सततच्या वापरामुळे जमिनी नापीक बनल्या. रासायनिक खतातील व औषधामधील घातक रसायने पाण्यात मिसळून पाणी विषारी झाले आहे. अशा अपायकारक रसायनांचे अंश अन्नधान्य, फळे, भाजीपाला, दुधातही आढळले आहेत. निसर्गचक्रात इतका विषारी हस्तक्षेप या प्रचलित रासायनिक घटकांनी केला आहे. त्याचा सजिवांच्या आरोग्यावर परिणाम दिसून येत आहे. रासायनिक घटकांचा उपयोग करून उत्पादीत केलेल्या पीक उत्पादनाच्या सेवनाने मानवास हृदयरोग, मधुमेह, रक्तदाब इत्यादी रोगांनी ग्रसले आहे तर सजिव सृष्टितील पशु पक्षी, मासे, जीवजंतू इत्यादींची संख्या घटत चालली आहे. मानवाची प्रतिकार शक्ती निरृक्त दर्जाचे अन्नधान्य सेवनाने कमी होऊन अधिकाधिक रोगांना बळी पडत आहे. थोडक्यात प्रचलित रासायनिक शेती, मानव व सजीव सृष्टीस धोकादायक बनली आहे. रासायनिक खते, रोगनाशके, तणनाशके यांचा जास्तीत जास्त वापर यापुढे विनाशकारी ठरणार आहे. म्हणून नवीन मार्गाने, नवीन पद्धतीने पर्यावरणीय शेती करावी लागणार आहे. त्यातील एक प्रभावी मार्ग म्हणजे सेंद्रिय शेती आज भारतीय शेती समोर अनेक समस्या व आव्हाने आहेत. त्यातील बहुतेक मानव निर्मित असून, कृत्रिम निविष्टांच्या भ्रमसाठ वापरामुळे जमिनीच्या सकस व चिरस्थायी उत्पादन क्षमतेकडे नकळत दुर्लक्ष झाले. त्यामुळे जमिनीची धुप, उत्पादकता, माती आणि पाण्याचे प्रदुषण, किटकांची वाढती प्रतिकारशक्ती, मुलद्रव्यांचा असंतुलीतपणा, क्षारयुक्त व पाणथळ जमिनीचे वाढते प्रमाण, निसर्गाचा असमतोल आणि पर्यावरण प्रदुषण अशा अनेक समस्या निर्माण झाल्या आहेत. जागतिक आरोग्य संघटनेच्या अहवालानुसार जगात दरवर्षी शेतीमध्ये काम करणाऱ्या २.५ कोटी लोकांना किटकनाशकांची बाधा होते तर यापैकी ३० लाख लोक मृत्युमुखी पडतात. भारतात दरवर्षी २० लाख लोक किटकनाशकाच्या वापरा दरम्यान योग्य काळजी न घेतल्याने विष बाधित होतात. त्यापैकी २२ हजार लोक मृत्युमुखी पडतात.

भारतीय शेतीची स्थिती सुधारून तिचे भवितव्य पर्यायाने मानव व प्राण्यांचे भवितव्य सुरक्षित ठेवायचे असेल तर सेंद्रिय शेती हा पर्याय आहे. सेंद्रिय शेती म्हणजे निसर्गावर विजय मिळवून नव्हे तर निसर्ग चक्राच्या सहाय्याने करावयाची शेती पद्धती होय. या पद्धतीमध्ये प्रथम सजिव सृष्टितील मानव, प्राणी, जीवजंतू यांच्या जिवनास हानी पोहोचणार नाही याची काळजी घेतली जाते. सजिवांच्या वाढीसाठी पुरक वातावरण निर्माण केले जाते. सजिवांना हानी पोहोचविणारा कोणताही रासायनिक घटक वापरला जात नाही. नैसर्गिक निविष्टांचा अधिक पुर्नवापर केला जाऊन उत्तम प्रतिये पोष्टिक अन्नधान्य, फळे, भाजीपाला पिकविला जातो. अशा प्रकारे उत्पादन केलेल्या कृषि मालाचा मानवी व प्राणी मात्रांवर कोणताही अनिष्ट परिणाम होत नाही.

प्रकरण १३

सेंद्रिय शेती-प्रमाणीकरण व निर्यात

रासायनिक शेती पद्धतीने होत असलेला उत्पादित माल हा निकृष्ट दर्जाचा व विषारी द्रव्याने प्रदुषित असल्याने आज जगभर सेंद्रिय पद्धतीने उत्पादित केलेल्या शेतमालाला मागणी वाढत आहे. सेंद्रिय शेतीमधील उत्पादित माल हा सकस व विषमुक्त असतो. ग्राहक हानीकारक रसायन विरहित उत्पादन मालाची मागणी करीत आहे. त्यामुळे अशी उत्पादने खरेदी करताना तो दर्जाशी तडजोड न करता प्रमाणित असलेलाच माल खरेदी करतो. यासाठी उत्पादकांनी प्रमाणीकरण करणे गरजेचे आहे. प्रमाणिकरणामुळे आपल्या शेतमालाचा दर्जा, प्रत आपणास माहिती होते व अशा मालास सुरक्षिततेमुळे जागृक ग्राहक सुद्धा जास्त दर देण्यास तयार होतात. अशा मालाला बाजारपेठेत मोठी मागणी आहे. प्रमाणिकरणामुळे उत्पादनाचे ब्रॅण्डनेम ग्राहकांमध्ये तयार होते. तसेच उत्पादकांवरही गुणवत्तापूर्ण उत्पादन घेण्याची जबाबदारी राहते.

प्रमाणिकरण : सेंद्रिय शेत माल खरेदी करणाऱ्या ग्राहकांची फ सवणूक होवू नये यासाठी प्रमाणिकरण करणे आवश्यक आहे. सेंद्रिय शेतीचे प्रमाणिकरण करण्यासाठी सेंद्रिय शेती पद्धतीने सलग तीन वर्षे पिके घेणे आवश्यक आहे. परंतु संबंधित शेतकऱ्यांचा अर्ज प्रमाणिकरणासाठी घेण्याचा निर्णय प्रमाणिकरण संस्थेने घेतल्यानंतर हा तीन वर्षांचा कालावधी सुरु होतो. साधारणपणे ज्यावर्षी सेंद्रिय शेती पद्धत अवलंब केली जाते, त्याच वर्षापासून संस्थेकडे अर्ज पाठविणे आवश्यक आहे. सेंद्रिय शेती पद्धतीमुळे प्रत्येक उत्पादन पद्धती आणि कृती किंवा त्यांचा भाग त्यापासून तयार होणारे पीक, पशुधन आणि त्यांची उत्पादने आणि इतरही उत्पादने की, ज्यांना शंभर टक्के सेंद्रिय किंवा सेंद्रिय पदार्थापासून निर्मिती असे लेबल लावले जाते आणि त्यांची विक्री केलीजाते. त्या सर्वांचे प्रमाणिकरण करणे आवश्यक असते. फ क शेती उत्पादनाचे प्रमाणिकरण करता येत नाही. तरी त्या संपूर्ण उत्पादन पद्धतीचेच प्रमाणिकरण करावे लागते. यासाठी ही संपूर्ण उत्पादन पद्धती योग्य त्या मानकांप्रमाणे नियम व अटीचे पालन करणारी असावी लागते. सेंद्रिय शेती पद्धतीचे प्रमाणिकरण व सेंद्रिय शेतीमालाचे प्रमाणिकरण या दोन बाबी महत्वाच्या असून, पहिल्या प्रकारात जमिनीची मशागत, खते, बियाणे, पिकांची फे रपालट, तणांचे नियंत्रण, किड व रोग नियंत्रण, वाहतूक व साठवणूक या सर्व बाबी अखिल भारतीय शेती संघटनेने ठरवून दिलेल्या मानकांनुसार होत असतील व क्षेत्रिय भेटी दरम्यान तसे आढळून आल्यानंतरच सदर शेतीस सेंद्रिय शेती म्हणून संबोधित करण्यात येते. दुसऱ्या प्रकारामध्ये सेंद्रिय शेतीमध्ये वापरलेल्या निविष्टा व त्यापासून तयार झालेला शेतमाल व त्यामध्ये असणारे विषारी घटकांचे प्रमाण ठरविण्यासाठी सेंद्रिय शेती मालाचे प्रमाणिकरण करणे आवश्यक आहे.

प्रमाणिकरणाचे प्रकार :

आज जागतिक बाजारपेठेत प्रत्येक देशानुसार प्रमाणिकरणाचे निकष, वेगवेगळे आहेत. हे सर्व निकष आय. एफ . ओ. ए. एम. इसी नंबर २०१२/११. आय. एस. ओ.- ६५ या आंतरराष्ट्रीय निकषावरून ठरविण्यात आलेले आहे. या संस्थेच्या निकषांचा अमेरिकेत एन. ओ. पी. यु. एस. डी. ए. जपानमध्ये जे अे एस. युरोपीय देशामध्ये ए. यु. २०१२/११ यानावाने प्रमाणिकरण केले जाते. या प्रमाण पत्रांना जागतिक मान्यता आहे.

भारतामध्ये सेंद्रिय शेती प्रमाणिकरणाच्या अधिकार अपेडा या केंद्र सरकारच्या संस्थेकडून दिला जातो. आपल्या देशात सेंद्रिय उत्पादन कार्यक्रम राबविला जात आहे. या कार्यक्रमाच्या माध्यमातून राष्ट्रीय सेंद्रिय उत्पादन मानके या नावाने सेंद्रिय शेती व उत्पादनांना प्रमाणपत्र दिले जाते. हे प्रमाणपत्र भारतापुरतेच ग्राह्य धरले जाते. जर आपणास परदेशात माल पाठवायचा असेल तर त्या देशांच्या निकषानुसार आपल्या उत्पादनाचे प्रमाणिकरण करून घेणे गरजेचे आहे. परंतु राष्ट्रीय सेंद्रिय उत्पादन मानके या प्रमाणपत्राचा फायदा नवीन प्रमाणिकरणासाठी होतो. हे प्रमाणिकरण केल्यावर प्रमाणिकरण करणाऱ्या संस्थेचे चिन्ह (लोगो) तसेच अपेंडाचेही चिन्ह (लोगो) उत्पादकांना मिळते. त्यामुळे आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठेत सेंद्रिय मालाच्या विक्रीस अडचण येत नाही.

प्रमाणिकरण संस्थांना मान्यता देणाऱ्या भारतातील शिखर संस्था : केंद्रसरकारच्या खालील संस्थेकडून भारतामध्ये सेंद्रिय शेती प्रमाणिकरण संस्थांना मान्यता दिली जाते.

१. अपेडा २. कॉफी बोर्ड ३. मसाला पिके बोर्ड ४. चहाबोर्ड ५. नारळ विकास बोर्ड ६. कोको आणि काजू बोर्ड

प्रमाणिकरण संस्था :

सेंद्रिय शेतीच्या राष्ट्रीय मानकांची कसून तपासणी व पूर्तता करणे हे प्रमाणिकरण संस्थेची मुख्य जबाबदारी आहे. तसेच त्यांना सेंद्रिय मालाच्या उत्पादनाला शेतकऱ्याला द्यावयाचे आवश्यक प्रमाणपत्र देण्याचे अधिकार आहेत.

सेंद्रिय शेतीची राष्ट्रीय मानके :

वाणिज्य मंत्रालयाने ठरविलेले राष्ट्रीय मानकेच देशांतर्गत व बाजारपेठेसाठी वापरावयाचे आहेत. मे २००० मध्ये भारत सरकारच्या वाणिज्य मंत्रालयाने सेंद्रिय शेतीचे नियम व पद्धतींचा उल्लेख करून सेंद्रिय उत्पादनासाठी राष्ट्रीय कार्यक्रम (छ्मजझ-छ्मळ्ळेश्र झीसीराश षी जीसरपळ्ळ झीर्वीळ्ळेष) जाहीर केला.

अखिल भारतीय शेती संघटनेने सन १९९५ मध्ये सेंद्रिय शेती व सेंद्रिय शेती माल प्रमाणिकरण करण्यासाठी खालीलप्रमाणे मानके निर्धारित केली आहेत. त्यासाठी एकूण चार वर्ग करण्यात आले आहे.

पहिला वर्ग- शिफारस (Recommended)

दुसरा वर्ग- अनुज्ञेय (Allowed)

तिसरा वर्ग- मर्यादित वापर (Limited)

चौथा वर्ग-प्रतिबंधित (Prohibited)

सेंद्रिय शेतीच्या प्रमाणिकरणासाठी विहित मानके निर्धारित केली आहेत. त्यांचा सविस्तर तपशिल खालीलप्रमाणे आहेत.

१. पीक उत्पादन : सेंद्रिय शेती पीक उत्पादनामध्ये प्रामुख्याने सर्व प्रकारच्या बियाणे व अभिवृद्धीसाठी आवश्यक वनस्पतींचे भाग त्याच शेतात उत्पादित केलेले असावे. जेणेकरून स्थानिक जमिन व हवामानाची अडचण भासणार नाही. या पद्धतीत गुणसुत्र अभियांत्रिकी (ऋषापशीळ्ळरश्रू शपसळ्ळपशशीशव) पद्धतीने तयार केलेले बियाणे व रोपे यांचा वापर कटाक्षाने टाळावा.

२. सेंद्रिय खते : सर्वसाधारणपणे सेंद्रिय खते शक्यतो शेतावरील पिकांचे शिल्लक अवशेषांपासून शेतावरच तयार करावे.

सेंद्रिय खतांमध्ये जैविक शेतातील उत्पादित खालील पदार्थांच्या वापराबाबत मान्यता देण्यात आलेली आहे.

१. फार्म यार्ड मॅन्युअर (शेणखत), २. कोंबडी खत, ३. वनस्पतीचे अवशेष. ४. हरितद्रव्य, ५. भुसार, गवत इत्यादी जैविक शेतीच्या बाहेरील पुढील उत्पादित पदार्थांचा वापर करण्यास मर्यादित स्वरूपाची परवानगी देण्यात आलेली आहे. अर्थात ही मर्यादा प्रमाणिकरण यंत्रणेने ठरवून घायला हवी.

१. जनावरे, पशुपक्षी यांच्या मलमुत्रापासून निर्मित कंपोष्ट, २. भुसा, ३. वर्मीकास्ट, गांडूळखत, ४. जनावरांच्या कत्तलखान्यातील रक्त, मांस, हाडे व हाडांचा चुरा, ५. वनस्पती व प्राणिजन्य घटक जसे- हिरवळीची खते, लाकडाची राख, तण इ.

खनिजजन्य पदार्थ :

१. मुलभूत खनिजे (बेसिक रॉक) यांचा मर्यादित वापर.
२. भुसुधारे उदा. चुना, चुनखडक, जिप्सम, यांचा मर्यादित वापर.

सुक्ष्म जैविक उर्वरके.

१. जैव उर्वरके.
२. बायोडायनामिक खते.
३. वनस्पती मुलअर्क.
४. कृमीरूपी

सेंद्रिय खतांमध्ये मलाचा वापर मान्य नाही. त्याचप्रमाणे रासायनिक खते, ताजे रक्त, युरिया, सुपर फॉस्फेट, म्युरेट ऑटपोटॅश इ. चा वापर प्रतिबंधित आहे.

पीक संरक्षके :

पीक संरक्षणासाठी सेंद्रिय शेतीत खालील गोष्टीची शिफारस करण्यात आलेली आहे. संतुलित पिकांची फे रपालट, किडींच्याभक्षकास सुयोग्य परिस्थिती निर्माण करणे. तुलनात्मक फे र पद्धत, रोग प्रतिकारक्षम बियाणांची निवड, मिश्र पिक पद्धती, सापळापीक पद्धती, पेरणीच्या तारखांमधील अंतर, योग्य पोषण द्रव्यांचा पुरवठा, परभक्षी-परजिवी किडींची निर्मिती.

पीक संरक्षणात खालील गोष्टींचा वापर मान्य आहे.

१. यांत्रिकी सापळे, नैसर्गिक व जैविक रसायनांचा वापर, खाण्याचा सोडा, जैविक साधनांद्वारे नियंत्रण.
२. मर्यादित वापर- निमतेल, जिलिटीन, प्रपोलिस, पायरथ्रम, डेरीस, वासिया, सल्फर, नैसर्गिक आम्ल इत्यादी.

प्रतिबंधित

सर्व प्रकारची रसायने ज्यांचा वापर मातीच्या निर्जंतुकीकरणासाठी केला जातो. उदा. मिथिल ब्रोमाईड व तत्सम रासायनिक पदार्थ, त्याचप्रमाणे बिज प्रक्रियेमध्ये वापरली जाणारी मिथिल डिहायड्राईड किंवा पारायुक्त रसायने व सर्व प्रकारची रासायनिक किटकनाशके.

सुक्ष्मजीव (मायक्रोऑर्गॅनिझम्स)

बुरशीपासून तयार केलेले पदार्थ, परजीवी भक्षक व नपुंसक कीटक सोडणे इत्यादींचा वापर मर्यादित स्वरूपात मान्य आहे.

सापळे, रोधके

भौतिक पद्धतीचे (क्रोमॅटिक ट्रॅप्स), अस्तरीकरण जाळी, नपुंसकीकरण इत्यादी.

सॅद्रिय शेती पद्धतीचे प्रमाणिकरण प्रमाणेच दुध डेअरी, पोल्ट्री, मधुमक्षिका पालन, इत्यादींसाठी सुद्धा स्वतंत्र मानके तयार करण्यात आली आहे. ही मानके प्रमाणिकरण संस्थेकडून उपलब्ध होऊ शकतात.

तरी एनपीओपी मानकानुसार सॅद्रिय शेती पद्धतीचा अवलंब करणे अत्यंत गरजेचे आहे.

आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठेत सॅद्रिय उत्पादनाची मागणी मोठ्या प्रमाणावर वाढत आहे. सन २००४ मध्ये सॅद्रिय उत्पादनाची जागतिक बाजारपेठ २७८ कोटी अमेरिकन डॉलर एवढी होती. जगातील सर्वच देशांमध्ये सॅद्रिय उत्पादनास मोठ्या प्रमाणावर मागणी असून, या मालाच्या जागतिक व्यापार वृद्धीचा दर हा २० ते २५ टक्के एवढा आहे.

जागतिक व्यापार संघटनेच्या आंतरराष्ट्रीय व्यापार केंद्राने १९९७ मध्ये घेतलेल्या अभ्यासामध्ये असे आढळले की, जगात कमीत कमी १०० देशात सॅद्रिय शेतीचा व्यापार चालतो. यामध्ये आफ्रिका खंडातील २७ देश, आशिया खंडातील १५ देश, अमेरिका, कॅनडा देशांचा समावेश होतो.

जागतिक स्तरावर व्यापारातील प्रमुख सॅद्रिय उत्पादने

- ताजी फळे आणि भाजीपाला.
- सुकी फळे, मेवा.
- प्रक्रियायुक्त फळे आणि भाजीपाला.
- कॉफी, चहा, कोको.
- मसाला पिके.
- तेलबिया पिके आणि त्याचे उपपदार्थ.
- अन्नधान्य पिके, डाळी.
- मांस. अंडी आणि दुग्धजन्य पदार्थ.

जगामध्ये सॅद्रिय उत्पादनाचा व्यापार सर्वात जास्त युरोपीयन युनियन, अमेरिका आणि जपान येथे चालतो. त्याखालोखाल ब्राझील आणि मध्य पूर्वेकडील देशांचा नंबर लागतो. युरोपमध्ये सर्वात जास्त व्यापार जर्मनी येथे (युरोपच्या १/३) चालतो. त्याखालोखाल फ्रान्स, इंग्लंड, नेदरलँड, ईटली, स्पेन या देशांमध्ये सॅद्रिय उत्पादनाचा व्यापार गेल्या १० वर्षात १० पटीने वाढला आहे.

आशिया खंडात सर्वात जास्त सॅद्रिय शेतीचा व्यापार जपानमध्ये (वार्षिक ३० कोटी डॉलर) चालतो.

युरोप, अमेरिका, जपान, ब्राझील इ. प्रमुख देशांमध्ये सॅद्रिय उत्पादनाचा व्यापार चालत असला तरी कमी प्रमाणात का होईना जगातील सर्वच देशांमध्ये सॅद्रिय उत्पादनाचा व्यापार चालतो. जगामध्ये सॅद्रिय उत्पादनास मागणी मोठ्या प्रमाणावर आहे. परंतु त्या प्रमाणात पुरवठा होत नाही. विकसनशील देशांमध्ये अनेक प्रकारची सॅद्रिय उत्पादने घेतली जातात. काही देशांमध्ये चांगल्या प्रतीचा माल तयार होतो. परंतु काही देशांमध्ये अडचणी आहेत. उदा. तांत्रिक ज्ञान, पीक पद्धती, विक्री व्यवस्था, बाजारभाव इ. माहितीचा अभाव आहे. सर्व देशांमध्ये एकच महत्वाचा प्रश्न म्हणजे सॅद्रिय उत्पादनाचे प्रमाणिकरण होय. यामुळे काही प्रमाणात उत्पादन खर्च वाढत असला तरी सॅद्रिय उत्पादनासाठी प्रमाणिकरण आवश्यक आहे.

सॅद्रिय शेतीची जागतिक बाजारपेठ चांगली आहे. मात्र त्यात भारताचा वाटा किरकोळ आहे. भारतातून सॅद्रिय उत्पादनाची निर्यात फक्त १ ते २ कोटी रुपयांपर्यंत आहे.

सामान्यपणे जागतिक बाजारपेठेत सेंद्रिय मालाला १० ते ५० टक्के जास्त भाव मिळतो. सेंद्रिय शेती सध्या सुमारे ११० देशांमध्ये केली जात असून, त्याची व्याप्ती वाढत आहे. सेंद्रिय शेतमालाला असलेली निर्यात बाजारपेठ ही भारतातील सेंद्रिय शेतीची मुख्य प्रेरणा आहे. भारतातून ३१ सेंद्रिय उत्पादने निर्यात होतात. भारत सेंद्रिय चहाचा निर्यातदार म्हणून प्रसिद्ध आहे. सेंद्रिय बासमती भात, भाज्या, कॉफी, तेलबिया, बन्सी गहू आणि कडधान्य यांनाही चांगला प्रतिसाद आहे. फळांपैकी केळी, आंबा आणि संत्रा ही सर्वाधिक पसंतीची सेंद्रिय उत्पादने आहेत.

भारतातून निर्यात होणारे सेंद्रिय पदार्थ

अ. क्र.	पिके	टक्केवारी
१	चहा	२४
२	भात	२४
३	फळे व भाजीपाला	१७
४	गहू	१०
५	कापूस	८
६	मसाले	५
७	कॉफी	४
८	कडधान्य	३
९	इतर	५

सेंद्रिय बाजारपेठ स्थिर गतीने वाढत असताना त्यासंबंधी सेंद्रिय प्रमाणिकरण आणि नियमावली अधिकाधिक कठोर आणि अनिवार्य होत आहे. सेंद्रिय प्रमाणिकरण ही सेंद्रिय अन्नाच्या आणि इतर सेंद्रिय कृषि उत्पादनाच्या उत्पादकांसाठी एक प्रमाणिकरण प्रक्रिया आहे. याबाबतची माहिती सेंद्रिय पद्धतीने शेती करण्याच्या शेतकऱ्यांना तसेच संस्थांना माहिती असणे आता अनिवार्य झालेले आहे.

सेंद्रिय उत्पादने निर्यातीसाठी संभवित देश :

अमेरिका	युएसए, कॅनडा
युरोप	फ्रान्स, इटली आणि स्पेन नेदरलँड, इंग्लंड, जर्मनी, बेल्जियम, स्वित्झर्लंड, स्वित्झर्लंड,
मध्यपूर्व	सौदी अरेबिया, यु. अ. ई.
आशिया	जपान, सिंगापूर
आफ्रिका आणि ऑस्ट्रेलिया	

संदर्भिय ग्रंथ सुची

अ. नं.	संदर्भ ग्रंथ
१.	वि. गो. वैद्य- कृषि शास्त्र प्रवेश आणि जमिन व पाण्याची व्यवस्था (१९७८), कॉन्टिनेन्टल प्रकाशन, पुणे- ३०
२.	प्रा. प्रभाकर रसाळ व पी. एल. पाटील, जिवाणू खते (२००१), कॉन्टिनेन्टल प्रकाश, पुणे- ३०
३.	एन. डी. पाटील व ज. रा. कदम, पिक वाढीसाठी खते (१९९९), कॉन्टिनेन्टल प्रकाशन पुणे- ३०
४.	डॉ. अजित कुमार देशपांडे, डॉ. दिलीप कठमाळे व डॉ. योगेश चर्जन, सेंद्रिय शेती, संधी आणि आव्हाने (२००७), विभागीय कृषि संशोधन केंद्र (म. फु. कृ. वि.) सोलापूर.
५.	अशोक कोठारे, सेंद्रिय खत- निर्मिती उद्योग (१९९८), कॉन्टिनेन्टल प्रकाशन, पुणे- ३०
६.	सुभाष पाळेकर, सेंद्रिय शेतीतून समृद्धीकडे (२०००), महाराष्ट्र कृषि शिक्षण व संशोधन परिषद पुणे.
७.	T. Yellamonda Reddy & G.Sankara Reddi, Principles of Agronomy (1977), Lalyani Publishers, Ludhiana- 08
८.	P. Valasubramanian & SP. Palaniappan, Principles and Practices of Agronomy, (II) (2004), Agrobios (India), Jodhpur.
९.	SP. Planiappan, & K Annadurai, Organic Farming-Theory and Pracice, (1999), Scientifc Publishers, (India), Jodhpur.
१०.	Proceddings of National Symposium on Recent trends in Organic Farming organised by MPKV, Rahuri and Indian Agril. Universities Association, New Delhi at A. C. Pune during 11, 12, Sept. 2007
११.	यशवंतराव चव्हाण महाराष्ट्र मुक्त विद्यापीठ, नाशिक- पिक उत्पादनाची मुलतत्वे आणि कार्यपद्धती पाठ्यपुस्तिका, १ (२००६)
१२.	यशवंतराव चव्हाण महाराष्ट्र मुक्त विद्यापीठ, नाशिक - मृदशास्त्राची मुलतत्वे आणि कार्यपद्धती पाठ्यपुस्तिका १ व २

१३.	म. फु. कृ. वि. राहुरी, कृषिदर्शनी, (२००७)
१४.	गोडवा ऊसाचा- ऊस शेती विशेषांक- जुलै (२०००)
१५.	श्रीसुगी-रब्बी (२००६), म. फु. कृ. वि. राहुरी.
१६.	किसान शक्ती- जानेवारी (२००४)
१७.	धान्य लक्ष्मी-ऑगस्ट (२००५), राजलक्ष्मी प्रकाशन
१८.	एस. एन. साकोरे आणि ई. एन. सस्ते (१९९९), शाश्वत शेती, अफार्म प्रकाशन, पुणे.
१९.	गोडवाऊसाचा, सेंद्रिय शेती विशेषांक. (जुलै २००३), गोडवा कृषी प्रकाशन, पुणे.
२०.	एस. एन. साकोरे आणि एस. रोकडे, (२००४), सेंद्रिय शेती (दुसरी आवृत्ती), अफार्म प्रकाशन पुणे.
२१.	एस. तळाशीकर, (२००४), शाश्वत शेतीच्या दिशेने कॉन्टिनेन्टल प्रकाशन, पुणे.
२२.	गोडवा ऊसाचा, सेंद्रिय शेती विशेषांक, (जुलै, २००५), गोडवा कृषी प्रकाशन, पुणे.
२३.	यु. डी. ठाकरे, (जुलै, २००५), सेंद्रिय शेती प्रमाणीकरण करणाऱ्या संस्था व पद्धती, शेतकरी सेंद्रिय शेती विशेषांक.
२४.	कृषिदर्शनी, (२००८), महात्मा फुले कृषि विद्यापीठ, राहुरी.
२५.	कृषिदर्शनी, (२०१२), महात्मा फुले कृषि विद्यापीठ, राहुरी.