



# सुफलाम्

वार्षिक हिन्दी पत्रिका  
(अंक-५, २०२३)



भाकृअनुप - राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान  
बारामती, पुणे, महाराष्ट्र

# सुफलाम्

वार्षिक हिन्दी पत्रिका

(अंक ५, २०२३)

अजैविक तनाव से मुक्ति, समृद्ध एवं संतुलित खेती



भाकृअनुप - राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद

बारामती, पुणे, महाराष्ट्र ४१३ ११५



## भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद गीत

जय जय कृषि परिषद भारत की,  
सुखद प्रतीक हरित भारत की,  
कृषिधन, पशुधन मानव जीवन,  
दुग्ध, मत्स्य, फल, यंत्र सुवर्धन,  
वैज्ञानिक विधि नव तकनीकी,  
पारिस्थितिकी का संरक्षण,  
सस्य-श्यामला छवि भारत की,  
जय जय कृषि परिषद भारत की।  
हिम प्रदेश से सागर तट तक,  
मरु धरती से पूर्वोत्तर तक,  
हर पाठ पर है, मित्र कृषक की,  
शिक्षा, शोध, प्रसार सकल तक,  
आशा स्वावलंबित भारत की,  
जय जय कृषि परिषद भारत की।  
जय जय कृषि परिषद भारत की।





## नियासम गीत

यहाँ खोज खोज पर,  
तनाव मुक्ति का नारा है ।  
अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान हमारा है ।।  
यहाँ सोच नयी, पर ध्यास वही,  
किसान कल्याण की, आंस वही ।  
उन्नत खेती की, जब प्यास बढ़ी,  
बुनियाद नियासम की, हुई खड़ी ।  
कृषि परिषद का विश्वास है,  
विज्ञान जगत का कौशल भी ।  
बारामती से ऋत बदलाव में सहारा है ।  
अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान हमारा है ।।  
उपज क्रांति के, रंग खिलेंगे,  
अन्नसुरक्षा, है लक्ष्य यही ।  
पशु-पक्षी मत्स्य उत्पादन,  
बागवानी से आय दुगनी ।  
हवा पानी मिट्टी से यहाँ,  
समस्त तनाव मिटाना है ।  
संकल्प सिद्धि का झंडा,  
गौरव से लहराना है ।  
अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान हमारा है ।।

-- प्रविण तावरे

भाकृअनुप-राअस्ट्रैप्रसं, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र





भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान  
बारामती, पुणे, महाराष्ट्र- ४१३ ११५



सुफलाम्

वार्षिक हिन्दी पत्रिका

(अंक ५, २०२३)

अजैविक तनाव से मुक्ति, समृद्ध एवं संतुलित खेती

सम्पादक मण्डल

संरक्षक एवं मार्गदर्शक

: डॉ. के सम्मि रेड्डी  
निदेशक

प्रधान सम्पादक

: अजय कुमार सिंह  
प्रधान वैज्ञानिक एवं विभागाध्यक्ष, वायुमण्डलीय स्ट्रेस प्रबंधन स्कूल

सम्पादक सदस्य

: गोरक्ष सी वाकचौरे  
नीरज कुमार  
परितोष कुमार  
राम नरायन सिंह

उधरण

: सुफलाम्, अंक ५, २०२३  
भाकृअनुप- राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान  
बारामती, पुणे, महाराष्ट्र ४१३ ११५

छायाचित्र एवं रेखांकन

: प्रविण मोरे

प्रकाशक एवं संपर्क सूत्र

: निदेशक  
भाकृअनुप- राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान बारामती, पुणे, महाराष्ट्र ४१३ ११५  
फोन: (०२११२) २५४०५७, २५४०५८, फैक्स: (०२११२) २५४०५६  
ईमेल: [director.niasm@icar.gov.in](mailto:director.niasm@icar.gov.in)  
वेबसाइट: [niasm.icar.gov.in](http://niasm.icar.gov.in)

डिस्क्लेमर

: पत्रिका में प्रकाशित लेख संबंधित लेखकों के व्यक्तिगत विचार हैं। प्रकाशन का उनसे सहमत होना आवश्यक नहीं है।

©सर्वाधिकार सुरक्षित



डॉ. के सम्मि रेड्डी  
निदेशक

## निदेशक की कलम से

अजैविक तनाव जैसे सूखा, जल जमाव, लवणता और उच्च एवं निम्न तापमान कृषि उत्पादकता को सीमित करते हैं और खाद्य सुरक्षा के लिए भी खतरा साबित होते हैं। भाकृअनुप- राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती का उद्देश्य राष्ट्रीय खाद्य उत्पादन प्रणालियों को प्रभावित करने वाले विभिन्न अजैविक तनावों के प्रबंधन के लिए बुनियादी और रणनीतिक अनुसंधान करना है। इस दिशा में, भाकृअनुप – राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान (ICAR-NIASM) द्वारा फसलों, पशुधन तथा मात्स्यिकी क्षेत्र में उत्कृष्ट अनुसंधान करते हुए किसान समुदाय के आमदनी बढ़ाने हेतु आधुनिक प्रौद्योगिकियों को उन तक पहुंचाने का प्रयास किया जा रहा है। संस्थान में उच्च कोटी की प्रयोगशालाएं, ग्रीनहाउस, फिनोमिक्स सुविधा, प्रयोगात्मक अनुसंधान फार्म, पशु एवं मात्स्यिकी प्रयोगात्मक अनुसंधान इकाइयां उपलब्ध हैं।

भाकृअनुप-राअस्ट्रेप्रसं, बारामती द्वारा “सुफलाम्” वार्षिक हिन्दी पत्रिका के पंचम संस्करण आपके समक्ष प्रस्तुत करते हुए मुझे अत्यधिक प्रसन्नता हो रही है। इस पत्रिका में वैज्ञानिक लेखों का समावेश किया गया है। इस पत्रिका में कृषि से संबंधित विभिन्न आधुनिक कृषि तकनीकों, सूखा, मृदा एवं जल प्रबंधन और वायुमंडल के बदलते स्वरूप का विश्लेषण किया गया है। इस पत्रिका में संग्रहीत सभी कृतियाँ लेखकों की अपनी निजी रचना है। इस पत्रिका का मुख्य उद्देश्य सहज और सरल भाषा में कृषि विषय पर तकनीकी जानकारी किसानों को उपलब्ध कराना है जिससे किसानों की आय में उल्लेखनीय वृद्धि हो सके।

मैं, इस पत्रिका के संपादक मण्डल को संकलन के लिए सराहना करता हूँ एवं संस्थान की तरफ से सुफलाम् पत्रिका के प्रकाशन के लिए शुभकामनाएं देता हूँ।

दिनांक: ३१ दिसम्बर २०२३

के. सम्मि रेड्डी  
(के सम्मि रेड्डी)

## सम्पादकीय....

भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती द्वारा “सुफलाम्” वार्षिक हिन्दी पत्रिका के पंचम संस्करण को आपके समक्ष प्रस्तुत करते हुए हमें अत्यंत हर्ष कि अनुभूति हो रही है। हम संस्थान की ओर से सभी लेखकों का धन्यवाद देते हैं जिन्होंने अपने उत्कृष्ट कृतियों के माध्यम से इस पत्रिका को ज्ञानवर्धक बनाने में अपना महत्वपूर्ण योगदान दिया है। इस पत्रिका में किसानों के लिए उपयुक्त विभिन्न आधुनिक तकनीकों की जानकारी का संकलन किया गया है।

कोई भी ज्ञान अर्जित करना हो तो उस ज्ञान का रूपान्तरण अपनी मातृभाषा में होना अत्यंत आवश्यक है। राजभाषा हिन्दी एक सरल और सहज भाषा है जिससे विज्ञान जैसे कठिन विषय को भी सामान्य जन-समुदाय तक पहुंचाया जा सकता है। इन सभी पहलुओं को ध्यान में रखते हुए “सुफलाम्” पत्रिका का प्रकाशन राजभाषा हिन्दी में किया जा रहा है। इस पत्रिका में विशेष रूप से वैज्ञानिकों के लेख कृषि एवं संबन्धित क्षेत्रों जैसे फसल, बागवानी, पशुपालन, मात्स्यिकी, डेयरी, मुर्गी पालन आदि विषयों पर आधारित हैं। साथ ही संस्थान के कर्मचारियों द्वारा स्वयं रचित काव्य रचनाओं का भी संकलन इस पत्रिका में किया गया है जो सामान्य जन मानस को भी आकर्षित करने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करेगी।

हम संस्थान के निदेशक डॉ. हिमांशु पाठक का हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं जिन्होंने इस पत्रिका के संकलन के लिए हमारा मार्गदर्शन तथा उत्साहवर्धन किया। हम संस्थान व अन्य संस्थानों के सभी रचनाकारों का हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं जिन्होंने अपनी मौलिक व उपयोगी लेखों के माध्यम से इस पत्रिका को रोचक बनाने में अपना बहुमूल्य योगदान दिया।

हमें विश्वास है कि “सुफलाम्” पत्रिका का यह अंक किसान भाइयों, बहनों, वैज्ञानिकों, छात्रों एवं जन-मानस के लिये उपयोगी साबित होगा। इसी आशा के साथ “सुफलाम्” वार्षिक हिन्दी पत्रिका का पंचम संस्करण, आपके समक्ष प्रस्तुत है। इस पत्रिका को ज्ञानवर्धक, उपयोगी एवं रोचक बनाने के लिए आपकी रचनाओं व सुझावों की सदैव प्रतीक्षा रहेगी।

- संपादक मंडल



## अनुक्रमणिका

क्र. सं.	शीर्षक	लेखक	पृ. सं.
१.	बायोपेस्टाइड्स- आधुनिक कृषि की आवश्यकता	किरण देशमुख, सुप्रिया ठोरात, समीक्षा चव्हाण, मेघना गुणवारे, परितोष कुमार, नीरज कुमार	१-६
२.	हाइपोक्सिया- मछलियों के लिए एक प्रमुख खतरा	मेघना गुणवारे, सुप्रिया थोरात, समीक्षा चव्हाण, किरण देशमुख, परितोष कुमार, नीरज कुमार	७-१४
३.	बीज प्राइमिंग- फसलों में अजैविक तनाव सहनशीलता में सुधार करने की रणनीति	सुषमा. एम. अवाजी, प्रशांतकुमार. एस. हंजागी, अजय कुमार सिंह	१५-१८
४.	श्री अन्न (मिलेड)- सूखा प्रवण क्षेत्रों में पशुधन पोषण का उत्तम विकल्प	सचिन पवार, नितिन कुराडे, अविनाश निर्मले, भास्कर गायकवाड, संजीव कोचेवाड, ऋतुजा पवार, रोहित कदम, प्रियंका सोनवणे, अजय कुमार सिंह, के सम्मी रेड्डी	१९-२१
५.	अजैविक तनाव प्रबंधन के लिए एंडोफाइट्स	समीक्षा चव्हाण, किरण देशमुख, सुप्रिया थोरात, मेघना गुणवारे, परितोष कुमार, नीरज कुमार	२२-२७
६.	अर्जुन (टर्मिनेलिया अर्जुना ) के लाभकारी गुण	माखन सिंह कराडा, धीर अग्निहोत्री, देवेन्द्र कुमार, रेवती रमन मौर्य संग्राम चव्हाण	२८-३३
७.	चीकू की कटाई उपरांत प्रबंधन	निकिता होलीकट्टी, जया चौधरी, गोरक्ष वाकचौरै	३४-३९
८.	जलीय कृषि में तांबे धातु की भूमिका पर अवलोकन	प्राणिता कृष्णात गणेशकर, अनुपमा शिंदे, समीक्षा चव्हाण, सुप्रिया ठोरात, मेघना गुणवारे, किरण देशमुख, परितोष कुमार, नीरज कुमार	४०-४५
९.	पर्यावरण पर पारा धातु का प्रभाव	अनुपमा शिंदे, प्राणिता कृष्णात गणेशकर, समीक्षा चव्हाण, सुप्रिया ठोरात, मेघना गुणवारे, किरण देशमुख, परितोष कुमार, नीरज कुमार	४६-५०
१०.	मेलिया दुबिया (मालाबार नीम)- तेजी से बढ़ने वाला एक बहुउद्देशीय वृक्ष प्रजाति	आलोक कुमार सिंह, बिपिन कुमार सिंह, माखन सिंह, कराडा धीर, अग्निहोत्री, संग्राम चव्हाण	५१-५४
११.	पशुआहार में गन्ने के टॉप्स के मिश्र साइलेज का उपयोग: सूखाग्रस्त क्षेत्रों के किसानोंके लिए वरदान	नितिन कुराडे, सचिन पवार, अविनाश निर्मले, भास्कर गायकवाड, गोपालकृष्णन, अजय के. सिंग, के सम्मी रेड्डी	५५-६१
१२.	गन्ना फसल प्रणालियों में नाइट्रोजन उपयोग दक्षता में सुधार के विकल्प	एलीजा प्रधान, रोहित करडे, धनश्री शिद	६२-६६





## बायो-पेस्टिसाइड्स - आधुनिक कृषि की आवश्यकता

१सुप्रिया थोरात, २समीक्षा चव्हाण, ३मेघना गुणवारे, ४परितोष कुमार, ५नीरज कुमार

१भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र-४१३ ११५

२कृषी वनस्पतिशास्त्र विभाग (पादप प्रजनन और अनुवांशिकी), डॉ.बाळासाहेब सावंत कोकण कृषी विद्यापीठ,

दापोली, जि. रत्नागिरी - ४१५ ७१२ (महाराष्ट्र)

### परिचय

विकसित और विकाशशील देशों में कीटों के कारण फसलों में होने वाली क्षति बहुत अधिक है। कीटनाशक (प्राकृतिक या मानव निर्मित) कीटों, खरपतवार और रोगों को नियंत्रित करने के लिए इस्तेमाल होती हैं। कीटनाशक का व्यवहार पर्यावरण में इसकी स्थिरता, भौतिक-रासायनिक विशेषताएँ, अनुप्रयोग विधि, मृदा जीवों की उपस्थिति और विद्यमान जलवायु जैसे कई कारकों द्वारा निर्धारित होता है। कीटनाशक के दुरुपयोग के कुछ नकारात्मक प्रभावों में कम फसल उत्पादन, मृदा माइक्रो-जीवों और वन्य-वनस्पति की समरूपता का नाश, और भो फसलों में अनवांछित अवशेष संचिति शामिल हैं। सिंथेटिक कीटनाशकों के सामान्य प्रभावों में खुरदरा मृदा, मृदा श्वास कमी, और कुछ मृदा मैक्रो-जीवों के गतिविधि में कमी, जैसे कि कीटनाशक, पैदा हो सकती है। कीटनाशकों के उपयोग से पशु की शक्ति, रोग से बचाव और स्वस्थ जीवनुत्तरण की क्षमता में भी कम हो सकती है (धालीवाल आदि, २०१५)। सामान्यतः कीटनाशक कीटों को रेजिस्टेंट बनाने के परिणामस्वरूप नए कीटनाशकों के स्थायी विकास की आवश्यकता को बनाए रखता है। पारंपरिक कीटनाशक सृजन करने वाली सामान्यता में अच्छे से बिखरे हुए जैविक उपाद्रवों के साथ भूमि में लंबे समय तक रहने वाले, पारिस्थितिक सूचि को धारित करने वाले आर्गेनिक अंतर बहुलकों की अधिक संघटित उच्च एकाग्रता शामिल होती हैं। सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले कीटनाशक ऑर्गनोफॉस्फेट, कार्बमेट, और पायरेथ्रॉयड कीटनाशक होते हैं, (गिल्बर्ट २०१२)। कीटनाशकों जो क्लोरिनेटेड हाइड्रोकार्बन में अद्राश्य होते हैं, वे भूमि में दीर्घकालिक रूप से रह सकते हैं। इस परिणामस्वरूप, डायाजिनॉन और मैलैथियन जैसे ऑर्गनोफॉस्फोरस (मोनोक्रोटोफोस) रासायनिक पदार्थों का उपयोग किया गया। इस परिणामस्वरूप, अधिक, कम हानिकारक और अधिक चयनशील कीटनाशक विकसित हो रहे हैं, और प्रचलित वाले कीटनाशकों को बढ़ते हुए बदल रहे हैं। हालांकि, सिंथेटिक कीटनाशकों के दुष्परिणामों के कारण, बायोकीटनाशक उत्पन्न हो रहे हैं और इनमें कई गुण हैं, जिनसे कीटों को नियंत्रित करने में बहुत सहायक साबित हो रहे हैं। बायोकीटनाशक अर्थशास्त्रीय, पर्यावरण के लिए सुरक्षित, एक लक्षित क्रिया तरीका रखते हैं, सतत हैं, अवशेष नहीं छोड़ते हैं, और ग्रीनहाउस गैस के उत्सर्जन में सहायक नहीं होते हैं (बोर्जेस आदि, २०२१)।

### बायो-पेस्टिसाइड्स

"संयुक्त राज्य जलवायु संरक्षण एजेंसी बताती है कि बायो-पेस्टिसाइड्स एक कीटनाशक है जिसमें "एक पौधिक स्रोत से प्राप्त किया गया प्राकृतिक उत्पाद, या एक वायरस, कवक, या बैक्टीरिया, सक्रिय घटक होता है।" बायो-पेस्टिसाइड्स का कार्रवाई विधि रासायनिक पैसूनिंग पर नहीं, बल्कि विशिष्ट जैविक प्रभावों पर आधारित है। क्योंकि बायोपेस्टाइड्स विशिष्ट कीटों को लक्षित करते हैं और जैवसंचयन को रोकते हैं, इनमें सिंथेटिक कीटनाशकों की तुलना में अधिक

सुरक्षित, प्रभावी, और पर्यावरण पर कम प्रभाव होता है। (साबेरी, २०२०) वर्तमान में, २९९ पंजीकृत बायो-पेस्टिसाइड्स सक्रिय घटक और १४०१ सक्रिय बायो-पेस्टिसाइड्स उत्पाद पंजीकृत हैं।

### बायो-पेस्टिसाइड्स क्रियातंत्र

बायोपेस्टाइट्स के विभिन्न क्रियावली तंत्र, जैसे कि पाचन विकटता, कीट विकास, और कीट मेटाबॉलिज्म को नियंत्रित करने वाले, इनके कीट प्रबंधन में उनकी प्रभावकारिता में योगदान करते हैं। बायोपेस्टाइट्स न्यूरोमस्क्यूलर टॉक्सिन्स और बायोएक्टिव सबस्टेंसेस मुक्त करके, प्रोटीन को बिगाड़कर, उत्पन्न करके विकटता, लक्षित-जहरी मेकेनिज़म को सक्रिय करके, और बहुस्थानीय निरोधक प्रभावों को दिखाकर कार्य करते हैं (स्पार्क्स और नौएन, २०१५)। रसायनिक कीटनाशकों के समान, बायोपेस्टाइट्स को इन विभिन्न प्रभावों के कारण कीट प्रतिरोध के मार्ग को बदलने की क्षमता है।



चित्र: बायो-पेस्टिसाइड्स क्रिया का तंत्र

### बायो-पेस्टिसाइड्स की श्रेणियाँ

#### जैवरासायनिक कीटनाशक

जैवरासायनिक कीटनाशक के रूप में जाने वाले स्वाभाविक यौगिक पौधिक कीटनाशक हैं जो कीटनाशकों को प्रबंधित करने के लिए अस्वास्थ्यकर तरीकों का उपयोग करते हैं। जैवरासायनिक कीटनाशक में शामिल हैं सुगंधित पौधिक अरक, जो कीटनाशकों को झपटे में खींचते हैं, और सामग्रियां जो यौन संगम को बाधित करती हैं, जैसे कि कीट सेक्स फेरोमोंस। यह कठिन हो सकता है कि कोई वस्तु या जैवरासायनिक कीटनाशक के रूप में मानी जाए, इसलिए इस सम्बंध में एक विशेष समिति को बनाया गया है ताकि यह निर्धारित कर सके कि कोई उत्पाद जैवरासायनिक कीटनाशक के रूप में पात्र है या नहीं।

### माइक्रोबायोलॉजिकल कीटनाशक

माइक्रोबायोलॉजिकल कीटनाशक का सक्रिय घटक एक माइक्रोब, जैसे कि बैक्टीरिया, कवक, वायरस, या प्रोटोजोआन होता है। यद्यपि माइक्रोबायोलॉजिकल कीटनाशक के प्रत्येक सक्रिय घटक को सामान्यतः वह कीटनाशक का लक्ष्य होता है, यह सामान्यतः एक विभिन्न प्रकार की कीटों के खिलाफ प्रभावी है। उदाहरण के लिए, कुछ कवक किसी विशिष्ट वनस्पति को रोकते हैं, जबकि अन्य किसी विशिष्ट कीटलवों को नष्ट करते हैं। बेसिलस थ्यूरिंगीसिस, या बीटी, उपप्रजातियों और जबड़े सबसे आम तौर पर प्रयुक्त माइक्रोबायोलॉजिकल कीटनाशक हैं। यह बैक्टीरियम प्रत्येक प्रजाति में एक विशिष्ट प्रकार के प्रोटीन का विशिष्ट मिश्रण बनाता है, और यह किसी एक या कुछ संबंधित कीटों के कीट लार्वा को विशिष्टता से नष्ट करता है। कुछ बीटी के घटक संबंधित मच्छर और मक्खी के लार्वा को नियंत्रित करने के लिए विशिष्ट हैं, जबकि अन्य पौधों पर सामान्य होने वाले मोथ लार्वा के खिलाफ प्रभावी हैं। यह निर्धारित करता है कि कौन सा प्रकार का कीट परिसर आक्रमण कर रहा है कि कोई विशिष्ट बीटी एक प्रोटीन विकसित करता है जो कीट लार्वा की जीवनुष्य में जाकर उसे भूखा मराता है।

### प्लांट-इंकाॅर्पोरेटेड-प्रोटेक्टेंट्स

माइक्रोबायल कीटनाशकों का सक्रिय घटक एक सूक्ष्मजीव होता है, जैसे कि बैक्टीरिया, कवक, वायरस, या प्रोटोजोआन। हालांकि, माइक्रोबायल कीटनाशकों में प्रत्येक सक्रिय घटक विशेषता से जैव-जीवों का निर्देश करता है, ये सामान्यतः विभिन्न प्रकार के कीटनाशकों के खिलाफ प्रभावी होते हैं। एक उदाहरण के रूप में, कुछ कवक विशेष वनस्पतियों को नियंत्रित करते हैं, जबकि दूसरे विशेष कीटनाशकों को नाश करते हैं। बेसिलस थ्यूरिंगीसिस, या बीटी, उपजातियों और स्ट्रेन्सेस विश्वभर में सबसे आमतौर पर प्रयुक्त माइक्रोबायल कीटनाशक हैं। यह बैक्टीरियम प्रत्येक स्ट्रेन में विशिष्ट प्रकार के प्रोटीन का एक विशेष मिश्रण बनाता है, और यह एक या कुछ संबंधित प्रजातियों के कीट लार्वा को चयन से नष्ट करता है। कुछ बीटी घटक संतवनी और मक्खी लार्वा को नियंत्रित करने के लिए विशेष हैं, जबकि दूसरे पौधों पर सामान्य लार्वा के खिलाफ प्रभावी हैं। कौन सा बीटी एक ऐसा प्रोटीन विकसित करता है जो लार्वल गठ में बाइंड हो सकता है और कीटनाशक की भूख को बढ़ावा देने का कारण बन सकता है, यह निर्धारित करता है कि वह किस प्रकार के कीट का लक्ष्य बन रहा है।

### बायोपेस्टाइड्स का उपयोग करने के लाभ

#### पर्यावरण के प्रति सान्निध्य

बायोपेस्टाइड्स का उपयोग करने से पर्यावरण को कम नुकसान होता है, क्योंकि ये अक्सर प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त होते हैं और सिंथेटिक कीटनाशकों की तुलना में सुरक्षित होते हैं।

#### बायोडायवर्सिटी का संरक्षक

बायोपेस्टाइड्स विशिष्ट कीटों को नियंत्रित करने में सक्षम होते हैं, जिससे बायोडायवर्सिटी को संरक्षित रखा जा सकता है।

**स्वास्थ्य और सुरक्षा**

बायोपेस्टाइड्स सामान्यतः अधिक सुरक्षित होते हैं, क्योंकि ये अक्सर जीवाणु, कवक, या पौधिक स्रोतों से बने होते हैं, जो मनुष्यों और पशुओं के लिए आम रूप से कहर नहीं होते हैं।

**कम अवशेष एंड लेफ्टोवर्स**

बायोपेस्टाइड्स आमतौर पर कम अवशेष छोड़ते हैं और भूमि और जलवायु पर कम प्रभाव डालते हैं, जिससे उपयोगकर्ताओं और अन्य जीवों के लिए कम जोखिम होता है।

**पेस्टिसाइड की पुनरावृत्ति को रोकना**

बायोपेस्टाइड्स का अधिक उपयोग से कीटनाशक प्रतिरोध की प्रक्रिया को धीमी कर सकता है, क्योंकि ये विभिन्न मेकेनिज्मों का उपयोग करते हैं और कीटों को पहचानने में कुशल होते हैं।

**कृत्रिम कीटनाशकों के अनावश्यक प्रभाव****प्रदूषण और जलवायु पर प्रभाव**

कृत्रिम कीटनाशकों का अधिक उपयोग प्रदूषण को बढ़ा सकता है और जलवायु पर नकारात्मक प्रभाव डाल सकता है। इनमें से कई यह भूमि, जल, और हवा में विभिन्न तरीकों से पहुंच सकते हैं।

**बायोडाइवर्सिटी की हानि**

कृत्रिम कीटनाशकों का उपयोग बायोडाइवर्सिटी को कम कर सकता है, क्योंकि इनमें से कई कीटनाशक विभिन्न प्रजातियों को प्रभावित कर सकते हैं और उन्हें मार सकते हैं, जिससे जैव विविधता में कमी हो सकती है।

**सिडबीएस्टर परिणाम**

कृत्रिम कीटनाशकों का अधिक उपयोग करने से कीटों में परिणाम सिडबीएस्टर विकसित हो सकता है, जिससे वे उन कीटनाशकों के प्रति प्रतिरोधी बन सकते हैं।

**मानव स्वास्थ्य पर प्रभाव**

कृत्रिम कीटनाशकों का उचित उपयोग न किया जाए तो इनका मानव स्वास्थ्य पर भी नकारात्मक प्रभाव हो सकता है। ये स्किन, आंतरिक ऑर्गन्स, और श्वसन प्रणाली को प्रभावित कर सकते हैं।

**सामाजिक और आर्थिक प्रभाव**

कृत्रिम कीटनाशकों का अधिक उपयोग करने से किसानों की आर्थिक दृष्टि से भी नकारात्मक प्रभाव हो सकता है, क्योंकि इन्हें प्राप्त करने में खर्चला और सामाजिक समस्याएं हो सकती हैं।

### कृत्रिम कीटनाशकों का भूमि पर प्रभाव

कृत्रिम कीटनाशकों का उपयोग भूमि की पूरी जैवविविधता को कम कर देता है। कीटनाशक जल में सोर्षन और संपलय के द्वारा प्रभावित होता है। इन प्रक्रियाओं का सीधा नियंत्रण होता है कि यह सामग्री कैसे भूमि से पानी में, और फिर वायु और हमारे खाद्य तक जाती है। संपलय, या जैविक सामग्रियों का टूटना, भूमि की जीवाणुओं के बीच क्रियाओं के परिणामस्वरूप होता है। कीटनाशक बायोएक्यूमुलेशन सोर्षन पर प्रभावित होता है और यह भूमि में जैविक सामग्रियों पर निर्भर करता है।

### कृत्रिम कीटनाशकों का जलजीवन पर प्रभाव

पेस्टिसाइड से प्रदूषित जल मछलियों और अन्य जलजीवों के लिए हानिकारक हो सकता है। (हेल्फ्रिच इत एल., १९९६)। नदियों और धाराओं में पेस्टिसाइड सतह का अपशिष्ट पदार्थ, जो कभी-कभी किसी नदी में सभी मछलियों को मार सकता है, से जलजीवन को गंभीर रूप से क्षति हो सकती है। (टफिल इत एल., १९९९)। जल शरीरों पर हरबाइसाइड का प्रयोग मछलियों की मौत का कारण हो सकता है क्योंकि मृत पौधों का कारण जल से ऑक्सीजन अवशोषित होता है, जिससे मछलियाँ सुस्त हो जाती हैं। सामान्यतः पेस्टिसाइड्स जलजीवन के लिए फंगाइसाइड्स और हर्बाइसाइड्स के मुकाबले अधिक हानिकारक होते हैं।

### निष्कर्ष

पूरे विश्व में, बायोपेस्टिसाइड्स का उपयोग बीमारियों और कीटाणुओं को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। स्पष्ट है कि आईपीएम विधियों के विकास में बायोपेस्टिसाइड्स के उपयोग से लाभ हो सकता है। बायोपेस्टिसाइड्स को सुरक्षित और सुरक्षित सतत खेती प्रथाओं के एक महत्वपूर्ण कारक के रूप में प्रोत्साहित करने के लिए और भी तर्कसंगत विधियाँ अपनानी चाहिए। ग्राहकों की बढ़ती जागरूकता और सरकार की चिंता के कारण, सिंथेटिक पेस्टिसाइड्स से संबंधित मुद्दों पर किसानों की समस्याएं नए पर्यावरण-सहायक तकनीकों के विकास से हल हो गई हैं, जो वर्तमान केमिकल-आधारित कीटनाशक प्रक्रियाओं को बदलने के लिए हैं। रसायनिक पेस्टिसाइड्स के स्थान पर, बायोपेस्टिसाइड्स का उपयोग सापेक्षता के रूप में दिखा है, और इनकी मांग दुनियाभर में तेजी से बढ़ रही है। इस प्रकार यह निष्कर्षित होता है कि "कीटनाशक के लिए बायोपेस्टिसाइड्स" की क्षमता, यदि पूरी तरह से उपयोग की जाए, एक समृद्धि का अच्छा हिस्सा बन सकती है, और कीटों को नियंत्रित करने के लिए एक बहुमुख पीड़ा प्रबंधन का एक बहुत ही प्रभावी विकल्प हो सकता है।

### सन्दर्भ

1. बोरेंस, एस, अल्कासाब, ए. टी., कॉलिज़न, ई., हिनेरेजोस, एस., जोन्स, बी, मैकवे, ई. और वासेनबर्ग, जे. (2021)। मधुमक्खियों पर माइक्रोबियल कीटनाशकों के प्रभावों के परीक्षण और आकलन का अवलोकन: ताकत, चुनौतियां और दृष्टिकोण। अपिडोलोजी, 1-22।
2. धालीवाल, जी.एस., जिंदल, वी., और मोहिन्द्रू, बी. (2015)। कीटों के कारण फसल हानि: वैश्विक और भारतीय परिदृश्य। इंडियन जर्नल ऑफ एंटोमोलॉजी, 77(2), 165-165।

3. पर्यावरण कनाडा, 2001। कृषि कीटनाशक और वातावरण। 2007, 10-12, पृष्ठ 12-15 को पुनःप्राप्त।
4. फेनिबो, ई.ओ., इजोमा, जी.एन., और माटाम्बो, टी. (2021)। जैव कीटनाशक टिकाऊ कृषि: हरित रसायन सिद्धांतों द्वारा शासित एक महत्वपूर्ण टिकाऊ विकास चालक। सतत खाद्य प्रणालियों में फ्रंटियर्स, 5, 619058।
5. गिल्बर्ट, एस. (2012)। विष विज्ञान की एक छोटी खुराक: सामान्य रसायनों के स्वास्थ्य प्रभाव। बोका रैटन, FL, यूएसए: हेल्दी वर्ल्ड प्रेस
6. हेलफ्रिच एलए, वीगमैन डीएल, हिपकिंस पी और स्टिन्सन ईआर, 1996। कीटनाशक और जलीय जानवर: जलीय प्रणालियों पर प्रभाव को कम करने के लिए एक गाइड। वर्जीनिया सहकारी विस्तार, 10
7. आईपीएम, 2006। शायद कम वायु प्रदूषण, राज्यव्यापी आईपीएम कार्यक्रम। कृषि और प्राकृतिक संसाधन, कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय, पीपी. 500-501।
8. कुमार, जे., रामलाल, ए., मलिक, डी., और मिश्रा, वी. (2021)। कुछ जैव कीटनाशकों का अवलोकन और व्यावसायिक स्वीकृति के लिए पौधों की सुरक्षा में उनका महत्व। पौधे, 10(6), 1185
9. पेडर्सन टी एल, 1997. पीने के पानी में कीटनाशक अवशेष। extoxnet.orst.edu
10. सबेरी, एफ., मार्ज़बान, आर., अर्दजमंद, एम., शरियाती, एफ.पी., और तवाकोली, ओ. (2020)। स्थानीय बैसिलस थुरिंगिएन्सिस संस्करण की क्षमता बढ़ाने के लिए संस्कृति मीडिया का अनुकूलन। टेनेब्रियोनिस्. जर्नल ऑफ़ द सऊदी सोसाइटी ऑफ़ एग्रीकल्चरल साइंसेज, 19(7), 468-475
11. स्पाक्स, टी.सी., और नौएन, आर. (2015)। आईआरएसी: क्रिया वर्गीकरण और कीटनाशक प्रतिरोध प्रबंधन का तरीका। कीटनाशक जैव रसायन और शरीर विज्ञान, 121, 122-128।
12. टघिल के, 1999। गर्मियों में नदियाँ मर गईं: आलू के खेतों से विषाक्त अपवाह जहर है। मूल रूप से टोरंटो स्टार अटलांटिक कनाडा ब्यूरो 3 में प्रकाशित



**“सदियों की ठण्डी-बुड़ी राख सुगबुगा उठी,  
मिट्टी सोने का ताज पहन इठलाती है  
दो राह, समय के रथ का घर्घर-नाद सुनो,  
सिंहासन खाली करो कि जनता आती है।”**

**- रामधारी सिंह दिनकर**

## हाइपोक्सिया - मछलियों के लिए एक प्रमुख खतरा

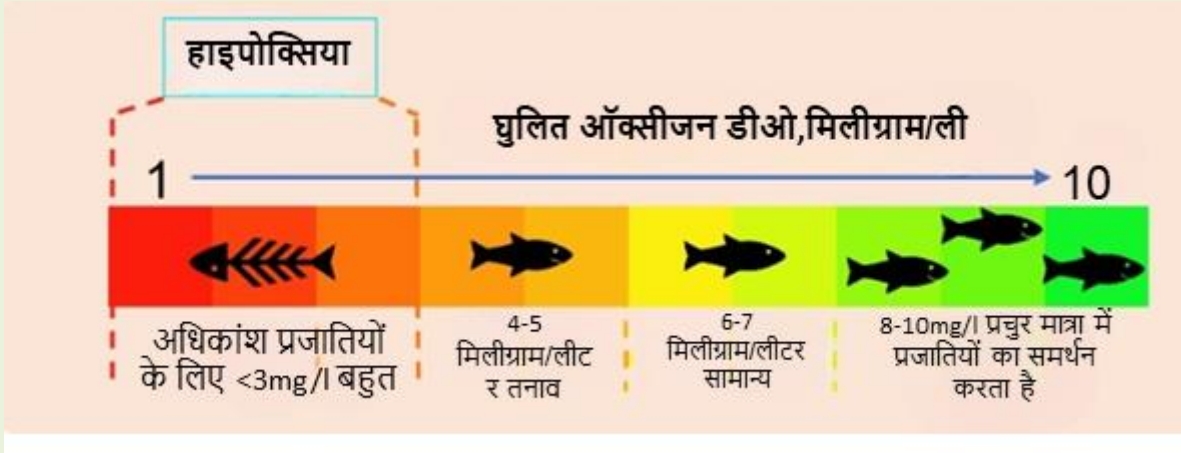
मेघना गुणवारे, सुप्रिया थोरात, समीक्षा चव्हाण, किरण देशमुख, परितोष कुमार, नीरज कुमार

भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र-४१३ ११५

### परिचय

विश्वभर में प्रदूषित तटीय जल स्थितियाँ जीवन के लिए आवश्यक ऑक्सीजन की कमी का कारण बन रही हैं। इस स्थिति को "हाइपोक्सिया" कहा जाता है। उच्च मात्रा में पोषण, विशेषकर नाइट्रोजन, नदी-मुख और तटीय जलमार्गों में शारीरिक गतिशीलता के साथ जा सकता है, जिससे अलगल ब्लूम का उत्पन्न हो सकता है, जो उनके विघटन के समय पानी से ऑक्सीजन को खत्म कर सकते हैं। हाइपोक्सिया मछली की मौत और शैलफिश के कई प्रजातियों को हानि कर सकता है। यह हानिकारकता तटीय क्षेत्रों की पारिस्थितिकी और आर्थिक स्वास्थ्य और स्थिरता पर नकारात्मक प्रभाव डाल सकती है। "हाइपोक्सिया" में "कम ऑक्सीजन" शामिल है। जलसाध्य स्थानों में आपातकालीन जीवों के लिए 2-3 मि.ग्रा./ली. जलसाध्य स्थानों में कम ऑक्सीजन की धाराएँ सामान्यतः होती हैं। एनाक्सिया तात्कालिक ऑक्सीजन के पूर्ण अभाव (0 मि.ग्रा./ली.) को कहा जाता है। इन स्थानों को "मरे हुए क्षेत्र" कहा जाता है क्योंकि उनमें केवल वे प्रजातियाँ होती हैं जो बिना ऑक्सीजन के जीवित रह सकती हैं, जैसे कि जीवाणु। हाइपोक्सिया मुख्यतः नदी-मुख और तटीय जलों को प्रभावित करती है सकती है। समुद्री जीवन का बड़ा हिस्सा ऑक्सीजन पर बहुत अधीन है। हालांकि, पिछले सदी में समुद्र से लगभग 2% ऑक्सीजन खत्म हो चुका है, जिससे समुद्री जीव और पारिस्थितिकियों के लिए नकारात्मक परिणाम हो रहे हैं। विघटन की मांग-पूर्ति अंतर में परिवर्तन मुख्यतः जलचर हबिटेट और खाद्य जालों, साथ ही साथ पारिस्थितिक सेवाओं को बदल देते हैं। मछली कुंज डीओ धाराएँ सामान्यतः विभिन्न प्रक्रियाओं से प्रभावित होती हैं, जैसे कि फाइटोप्लैंकटन का फोटोसिंथेसिस, जलजीव श्वास, और/या वायुमंडल ऑक्सीजन विसर्जन। जल मौसम (कैम्पबेल 1990; विदर्स 1992) की तरह के पर्यावरणीय कारक जल पानी में ओटी कितना उच्च योज्य है (वाटर्स 1992)। यूट्रोफिकेशन-उत्पन्न हाइपोक्सिया वर्तमान में विश्व की सबसे महत्वपूर्ण जोखिमों में से एक के रूप में मानी जाती है। पिछले वर्षों में, हाइपोक्सिया न केवल अधिक सामान्य, कठोर, और बड़े पैमाने पर हो रही है, बल्कि इसे आगामी वर्ष में भी और बिगड़ने की संभावना है। मछली की घातक होने के साथ, हाइपोक्सिया उनकी वृद्धि को भी रोक सकती है, उनके खाने के आदतें बदल सकती हैं, और उनके व्यवहार को प्रभावित कर सकती है, जिससे मछली की विविधता और प्रचुरता कम हो जाती है (ब्रेटबर्ग, 2002)। कई हाइपोक्सिक स्थानों में मछली की लैडिंग और बायोमास में कमी की रिपोर्टें हैं (पिहल इट एल, 1991)। साबित हो चुका है कि हाइपोक्सिया मछली को प्राथमिक, सेकंडरी, और तृतीयक तनाव प्रतिक्रियाएं दिखाती है। कैप्टिविटी में रखी गई मछली को स्थिर, लगातार तंतू, भीड़, सीमिति, और परिस्थितिकि जल की परिस्थितियों जैसे स्थायी तनावों का सामना करना पड़ता है, जिसमें हाइपोक्सिया भी शामिल है। इस प्रकार, मछली के विकास और चारा सेवन को सुधारने के लिए

सीधे ऑक्सीजन सतत रखा जाना चाहिए। इस समीक्षा में हाइपोक्सिया, इसके कारण और प्रभाव, मॉनिटरिंग और पहचान का अवलोकन किया जाता है।



चित्र: जल स्रोतों में विघटित ऑक्सीजन (डीओ) का पैटर्न

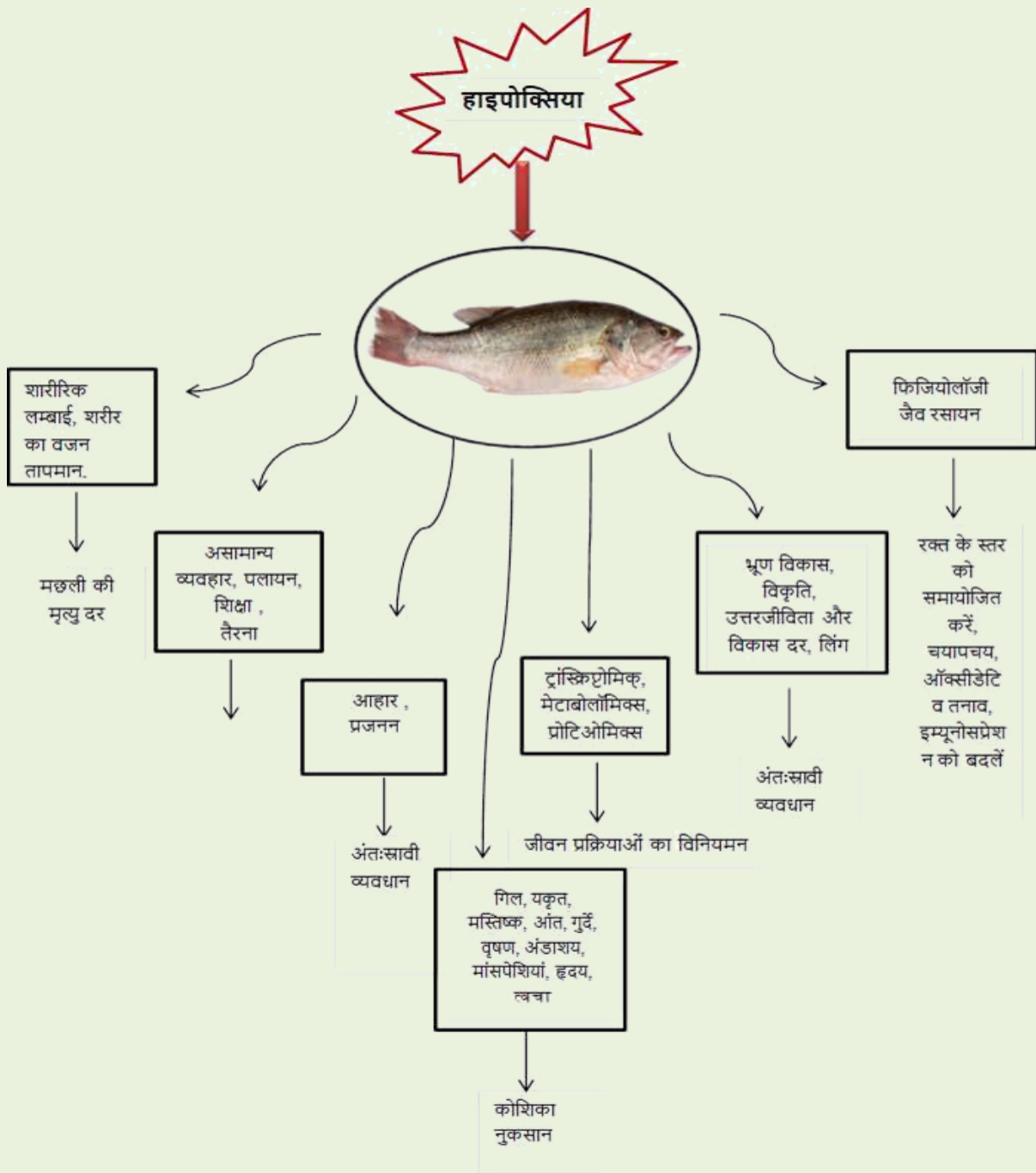
### हाइपोक्सिया के कारण और कारक

एक जटिल पारिस्थितिकी घटना जिसे हाइपोक्सिया के रूप में जाना जाता है, यह कई परिवर्तनों के संघटन से होता है, जिनमें से कुछ मानव गतिविधि से प्रभावित होते हैं। भौतिक पर्यावरण, जैसे कि जल के मिश्रण का मात्रा और एक झील, खाड़ी, या एस्टुएरी में इसके जलधारा की अवधि, जल के रूप और जल की दिशा, ताकत, और प्रवाह द्वारा निर्धारित होता है। मिश्रण की दर को मुख्यतः तूफान गतिविधि, हवा की दिशा, और गति भी प्रभावित करती है। मिश्रण की मात्रा को मानव गतिविधि द्वारा कम किया जा सकता है, जैसे कि एक एस्टुएरी में प्रवेश करने वाले मीठे पानी की मात्रा को बदलकर। पौधों के विकास के लिए आवश्यक पोषण तत्वों में मुख्य रूप से नाइट्रोजन और फॉस्फेट शामिल हैं, लेकिन कभी-कभी सिलिका, लोहा, जिंक, और मैग्नीशियम भी एक महत्वपूर्ण कारक हो सकते हैं। इससे शुरू होने वाली घटनाओं का एक सिलसिला के परिणाम से हाइपोक्सिया हो सकता है। ये अतिशय पोषणतत्व गैर-बिंदु स्रोतों से उत्पन्न हो सकते हैं जैसे कि कृषि प्रथाएँ, शहरी रनऑफ, भूजल, और वायुमंडल डिपोजिशन, साथ ही सीधे स्रोतों से जैसे कि वेस्ट वॉटर ट्रीटमेंट प्लांट के डिस्चार्ज का। मानव गतिविधियों में वेटलैंड, चारागाह, और वनस्पतियों को साफ करने के लिए या नगरीय या उपनगरीय दृष्टिकोण के लिए जगह बनाने के लिए जलवायुशास्त्र और विभिन्न कृषि विधियाँ भी प्रदूषण की मात्रा बढ़ा सकती हैं और उसे नदियों, एस्टुएरीज, और तटीय जलमार्गों तक पहुँचने की गति को तेज कर सकती हैं।

### कम ऑक्सीजन स्तर के कारण मछलियों में व्यावहारिक परिवर्तन

हाइपोक्सिया, मछलियों के सामान्य व्यवहार को परिवर्तित कर सकती है, जो सरफेसिंग रिफ्लेक्स की प्रतिक्रिया बढ़ाते हैं, जिसे जलीय सतह श्वास प्रतिक्रिया कहा जाता है। हाइपोक्सिया के दौरान, जलीय सतह श्वास प्रतिक्रिया को  $O_2$  केमोरिसेप्टर्स द्वारा प्रेरित किया जाता है जो गिल्स में होते हैं और जो रक्त और जल के ऑक्सीजन स्तरों का प्रतिसाद देते हैं। जलीय सतह श्वास प्रतिक्रिया के समय, मछली की नाक और ऊपर की होंठ पानी की सतह से ऊपर उठती हैं और अक्सर ऑरल कैविटी में हवा की बूँदें पकड़ती हैं। इसका उद्देश्य है कि बुलबुले के ऊपर से गुजरने वाले पानी

और गिल्स के माध्यम से ऑक्सीजन की धारा को बढ़ावा दिया जाए। जलीय सतह श्वास प्रतिक्रिया हाइपोक्सिया स्थितियों में जीवन बचाने की अनुमति देता है जो अन्यथा घातक हो सकती हैं, और हाइपोक्सिया के कारण प्रजनन के लिए कई व्यावहारिक अनुकूलन होते हैं, जैसे कि पंखों की फैनिंग और छोटे बच्चों की सतह पर आना। हालांकि, व्यावहारिक अनुकूलन से पूर्वानुमान खतरे को बढ़ा सकता है, खासकर जलीय सतह श्वास प्रतिक्रिया के दौरान। गिल्स से जलीय सतह श्वास प्रतिक्रिया एक सतत दृष्टिकोण है गैर-हवा-साँस वाली मछलियों के लिए क्योंकि इसमें रक्त में ज्यादा ऑक्सीजन संग्रहित किया जा सकता है। हाइपोक्सिया से सतह और गिल्स वेंटिलेशन में सुधार होता है।



चित्र - हाइपोक्सिया के प्रभाव

### कम ऑक्सीजन स्तर के कारण मछलियों में भौतिकीय परिवर्तन

कम ऑक्सीजन के अंतर्गत भौतिकीय पारामेटर्स में परिवर्तन होता है, जैसी की वेंटिलेशन दर की वृद्धि, खुराक शुरू करने में देरी के कारण वृद्धि में कमी, रक्त कार्बन डाइऑक्साइड में बद्धतरी और रक्त का pH में कमी, रक्त कोर्टिसोल, मुक्त कोलेस्ट्रॉल और लैक्टेट में वृद्धि, और सीरम ग्लूकोज स्तर में कमी जैसे प्रभाव दिखते हैं।

### रक्तंतु प्रतिक्रियाएँ

जब जल संरचना हाइपोक्सिक होती है, मछलियाँ अपने रक्त स्तरों को समायोजित कर सकती हैं, अपने श्वास पैटर्न्स को बदलकर ऊतकों में ऑक्सीजन उपभोग और ग्लूकोज परिवहन को सुधारने के लिए। रक्तंतु पैरामीटर्स वातावरणीय तनावों के प्रति मछलियों के मेटाबोलिज्म और अंग संचालन की परिवर्तन को प्रतिभन्दिता करते हैं। इसलिए, हाइपोक्सिया मछलियों में एंजाइम गतिविधि, हार्मोन, विभिन्न पोषण तत्व, और रक्त कोशिकाओं के प्रकार और संख्या में परिवर्तन पैदा करता है। हाइपोक्सिया के कारण मछलियों के सीरम एस्पार्टेट एमिनोट्रांसफरेस, एलानाइन एमिनोट्रांसफरेस, एलकलाइन फॉस्फेटेस, और एसिड फॉस्फेटेस के स्तरों में कमी, सफेद रक्त कोशिकाओं की संख्या में कमी, और मछलियों में लाल रक्त कोशिका के वॉल्यूम में वृद्धि को देखा गया है। कुल प्लाज्मा प्रोटीन, ऑक्सीजन की आंशिक दबाव, और मछलियों का ऑक्सीजन संतृप्ति में कमी हो गई। इसके अलावा, हेमटोक्रिट गिनती और सीरम ग्लूकोज, लैक्टेट, एड्रेनालिन, नॉरएड्रेनालाइन, और कोर्टिसोल के स्तर मछलियों में बढ़ती पाई गई। अध्ययन दिखाते हैं कि मछलियाँ वातावरणीय कारकों से होने वाले क्षति से बचने के लिए अपने हेमटोलॉजिकल पैरामीटर्स को समायोजित कर सकती हैं।

### ऊर्जा उपादानिक प्रतिक्रियाएँ

मछलियाँ हाइपोक्सिक स्थितियों के तहत मेटाबोलिक पथों और तरीकों को बदलकर ऊर्जा खपत को कम कर सकती हैं। इस अनुकरण में मुख्य रूप से बुनियादी मेटाबोलिज्म, प्रोटीन सिंथेसिस, और एयरोबिक और एनैरोबिक श्वसन में शामिल एंजाइमों के क्रियाओं की नियंत्रण को कम करना शामिल है। ग्लाइकोलाइसिस, जिससे एयरोबिक जीव सूसमाचारी वातावरण में अनुकूलित होते हैं, एक महत्वपूर्ण भौतिकीय प्रक्रिया है, और यह हाइपोक्सिया-इंड्यूस्ड फैक्टर 1अ (HIF-1अ) के नियंत्रण में सीमित ऊर्जा मांगों को आंशिक रूप से पूरा कर सकता है। कोशिका मेटाबोलिज्म में परिवर्तन से HIF-1अ की अभिव्यक्ति को भी नियंत्रित किया जा सकता है, जो ऑक्सीजन और ग्लूकोज की मौजूदगी पर निर्भर करता है, जिससे ग्लाइकोलाइसिस के माध्यम से एटीपी उत्पाद को बढ़ावा मिलता है। मछलियों के विभिन्न ऊतकों में फॉस्फोग्लिसरेट किनेस, फॉस्फोग्लिसरेट म्यूटेस, लैक्टेट डीहाइड्रोजनेज ए, फॉस्फोग्लिसरेट किनेस 1, फ्रक्टोज-1,6-बिसफेट एल्डोलेज बी, और हेक्सोकिनेस के परिवर्तन देखे गए हैं। जब ऑक्सीजन पूर्ति पर्याप्त नहीं होती है, कोशिकाएं ग्लाइकोलाइटिक एंजाइमों का उपयोग करके ग्लूकोज को पायरेट में ब्रेकडाउन करती हैं, जो फिर लैक्टेट डीहाइड्रोजनेज द्वारा लैक्टेट में परिवर्तित होता है। इसलिए, हाइपोक्सिक स्थितियों के तहत, मछलियों की भौतिकीय ऊर्जा एनैरोबिक श्वसन द्वारा प्रदान की जाती है, जिसमें लैक्टेट एकत्र होता है, और अंत में मछलियों की मौत हो जाती है। इसके चारों ओर वैकल्पिक ई1 पायरेट डीहाइड्रोजनेज एंजाइम की मौजूदगी के चारों ओर घूमता है, जो पायरेट डीहाइड्रोजनेज कॉम्प्लेक्स (PDHC) के कैटलिटिक कॉम्पोनेंट्स में से एक है। इस एंजाइम से पायरेट को ऐसी स्थितियों

में एसीटलडिहाइड में परिवर्तित होता है। इसके बाद मसल्स-स्पेसिफिक एल्कोहॉल डीहाइड्रोजनेज एसीटलडिहाइड को इथेनॉल में परिवर्तित होता है, जो गील्स के माध्यम से त्वरित रूप से निकाल दिया जाता है।

### आक्सीकरण तंतु (ओक्सिडेटिव तनाव)

मिटोकंड्रिया सामान्य जल पर्यावरण में कमतरता ओक्सिडेटिव तनाव को उत्पन्न करती हैं, लेकिन हाइपोक्सिक स्थितियों में वे अधिक संख्या में रिएक्टिव ऑक्सीजन स्पीशीज (ROS) उत्पन्न करती हैं। अधिशेष ROS का संचय डीएनए क्षति, लिपिड पेरोक्साइडेशन, और एंजाइम निष्क्रियकरण का कारण बन सकता है। इसलिए, हाइपोक्सिक तनाव का सकारात्मक रूप से उत्तर देने के लिए, मछलियों ने अत्यधिक कोशिका ऑक्सीजन-मुक्त रेडिकल्स को समाप्त करने और कोशिकाओं को ऑक्सिडेटिव तनाव से बचाने के लिए एक समर्थनशील और सुरक्षात्मक एंटीऑक्सीडेंट सिस्टम का विकसन किया है। अध्ययनों ने बताया है कि पर्यावरणीय हाइपोक्सिया मछलियों में एंजाइमेटिक और गैर-एंजाइमेटिक एंटीऑक्सीडेंट प्रतिक्रियाओं को प्रभावित कर सकती है। मछलियों के पित्ताशय की एपिथीलियल कोशिकाओं में सुपरऑक्साइड डिस्म्यूटेज (SOD) और कैटलेस (CAT) की गतिविधियाँ हाइपोक्सिक तनाव के समय उत्तेजित होती हैं। इसके अलावा, मछलियों के हृदय के मिटोकंड्रिया में SOD गतिविधि और मैलॉन्डाइएलडिहाइड (MDA) सामग्री कम हो गई। मछलियों के आंतों के ऊतक में भी SOD, CAT, और GSH-PX की गतिविधियों के साथ-साथ MDA सामग्री में भी सार्थक रूप से वृद्धि हुई। हालांकि, जब अधिशेष ROS को साफ किया नहीं जा सकता, तो लिपिड पेरोक्साइडेशन को तेजी से बढ़ावा मिलता है, जिससे अधिशेष MDA का उत्पाद होता है और मछलियों में ऑक्सिडेटिव क्षति होती है। इसी समय, मछलियों की एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम गतिविधि पर हाइपोक्सिया का प्रभाव विविध है, जो मछलियों के प्रजातियों, विभिन्न अंगों, और हाइपोक्सिया स्तरों से संबंधित हो सकता है।

### मछली की गिल्ल पर हाइपोक्सिया का प्रभाव

तुलनात्मक रूप से, लैमेल्ला सतह क्षेत्र और लैमेल्ला संख्या न केवल मछली की प्रजातियों के बीच बल्कि एक ही प्रजाति के अंतर्गत लैमेल्ला के आकार के आधार पर भी भिन्न होती है। मछलियों की लैमेल्ला में RSA, FSA, और GDD सभी को जल में PO<sub>2</sub> और DO मांग के परिवर्तन को संवेदनशील करने के लिए संशोधित किया जा सकता है। जब मछलियाँ एक हाइपरटोनिक पर्यावरण में होती हैं, जैसे कि लवण से भरी हुई जल, तो FSA (कार्यात्मक सतह क्षेत्र) में वृद्धि से कारण पानी की हानि और कोंची के माध्यम से आयनिक अभ्यंतर होती है। प्रतिक्रिया के रूप में, मछलियाँ अधिक पानी लेती हैं, जिसका मतलब है कि उन्हें अधिशेष आयन को बाहर निकालने के लिए अधिक ऊर्जा खर्च करनी पड़ती है। विपरीत, जब मछलियाँ एक हाइपोटोनिक पर्यावरण, जैसे कि शुद्ध जल, का सामर्थ्यक हो जाती हैं, तो वे अपने किडनी के माध्यम से अधिक आयनों को खोती हैं, जो अतिरिक्त पानी और आयनों को बढ़ाये गए पानी की अधिग्रहण के माध्यम से बाहर निकालती हैं। प्रत्येक मछली प्रजाति के लिए और कम हद तक मछली के सहानुभूति के गति के आधार पर, हाइपोक्सिया में अस्फक्सिएशन और मछली की मौत का परिणाम हो सकता है। मछलियों की लैमेल्ला में प्रमुख रोगात्मक-रूपानुत्तान, लैमेल्ला में रक्त संघटन, लैमेल्ला की लेमेला संधारण, और लैमेल्ला के कवर और ऑक्युलर चैम्बर के सामने की त्वचा में छोटे हेमरेजेस होती हैं। लैमेल्ला की सामान्य संरचना, सारियों के पंघटों से मिलकर बनी रहती है, जो नॉर्मोक्सिया और हल्के हाइपोक्सिया में देखी गई थी।

हालांकि, हाइपॉक्सिया स्थिति ने पिलर सेल्स के आकार को बदल दिया, जिससे वास्कुलर ल्यूमेन का विस्तार हो गया। हाइपॉक्सिक स्थितियों में, कोंची ने अपनी सभी सामान्य संरचना को खो दिया और अव्यवस्थित हो गई।

### मछली की प्रतिरक्षा पर हाइपॉक्सिया का प्रभाव

अपकृत्य पर्यावरणीय कारकों, जैसे कि हाइपॉक्सिया, या मानव गतिविधियों के संबंध में खराब जल गुणवत्ता, भंग कर सकते हैं रोग प्रतिरक्षा तंत्र और पैथोजन संक्रमण के प्रति रक्षा कम कर सकते हैं। इसका प्रदर्शन किया गया है कि हाइपॉक्सिया मछलियों की स्वाभाविक और अनुकूल प्रतिरक्षा प्रतिक्रियाओं को परिवर्तित कर सकती है। उच्चतम वायुप्रदूषण के कारण हाइपॉक्सिया से शिरा और किडनी में श्वासा बर्स्ट और साइटोटॉक्सिक सेल की गतिविधि को कम कर दिया गया। दीर्घकालिक तनाव प्रतिक्रियाएँ हाइपॉक्सियासिस मछलियों की रक्त में लाइजोजाइम गतिविधि में कमी और C3 घटकों की प्रचुरता को घटाया हो सकता है। मछलियों को तनावपूर्ण परिस्थितियों का सामना करने के लिए उन्हें अपने ऊर्जा बजट का एक हिस्सा चाहिए होता है, जिससे कि प्रतिरक्षा जैसे अन्य जीवात्मक कार्यों के लिए ऊर्जा उपलब्धता कम हो सकती है। हालांकि, तनावपूर्ण परिस्थितियों के प्रभाव के आधार पर भिन्न हो सकते हैं, रक्षण यंत्रों के साथ-साथ रक्त प्रतिरक्षा खिलाड़ियों के साथ। हाइपॉक्सिया के इम्यूनोलॉजिकल प्रभावों की जांच के लिए, यह आवश्यक है कि आंतरिक अंगों की जाँच की जाए (जैसे कि सिर, किडनी, तिल, और थाइमस) साथ ही मुख्य बैरियर (जैसे कि पेट, कंची, म्यूकस, और त्वचा) की भी जाँच की जानी चाहिए।

### मछली प्रजनन और विकास पर हाइपॉक्सिया का प्रभाव

हाइपॉक्सिया प्रजनन को बाधित कर सकता है, प्रजनन व्यवहार को बदल सकता है, शुक्राणु और अंडे की गुणवत्ता को प्रभावित कर सकता है, निषेचन की सफलता को कम कर सकता है, विकास में देरी कर सकता है, अंडे से निकलने की सफलता को कम कर सकता है और मछली में विकृति की घटनाओं को बढ़ा सकता है। शोध से पता चला कि हाइपॉक्सिया लिंग भेद और लिंग निर्धारण को बदल सकता है। हालांकि, हाइपॉक्सिक प्रभावों की गंभीरता, विकासात्मक चरण और ऑक्सीजन के स्तर के साथसाथ हाइपॉक्सिक जोखिम की अवधि और स्तर पर निर्भर करती- है।

### हाइपॉक्सिया कम करने की रणनीतियाँ

सरकारों द्वारा जल निकायों में प्रवेश करने वाले उर्वरकों की मात्रा को कम करने के लिए कार्यक्रम शुरू किए गए हैं। तटीय जल में प्रवेश करने वाले पोषक तत्वों की मात्रा को कम करने के उद्देश्य से रणनीतियों को बनाने और लागू करने के लिए, व्यवसायों, उद्योग और संघीय, राज्य और स्थानीय सरकारी संस्थाओं सहित कई अन्य गठबंधन स्थापित किए गए हैं। उर्वरकों का उपयोग सावधानीपूर्वक और उचित प्रबंधन के साथ करें। ऊपर से उर्वरक लॉन और खेतों से नदियों और धाराओं में बहता है, जो अंततः समुद्र की ओर ले जाता है। इसके अतिरिक्त, यह खाद के लैगून या खेतों से वायुमंडल में वाष्पशील हो सकता है, जहाँ इसे फिर से जमा किया जा सकता है और धाराओं में धोया जा सकता है। छोड़ने से पहले, शहरी अपवाह और अपशिष्ट जल से सभी पोषक तत्वों को हटा दें। ये स्रोत महत्वपूर्ण मात्रा में पोषक तत्वों के साथ हाइपॉक्सिया के लिए जोखिम वाले क्षेत्रों को प्रदान करते हैं। एक स्वच्छ नौकायन वातावरण बनाए रखें। नदियों और धाराओं के पास की भूमि की रक्षा करें। इसमें सबसे कम नाइट्रोजन ऑक्साइड

उत्सर्जन वाले नाव इंजनों का चयन करना और कच्चे सीवेज को पानी में फेंकने के बजाय मरीना पंप आउट स्टेशनों का उपयोग करना शामिल है। भूमि का यह क्षेत्र जिसे कभीक-भी रिपेरियन बफर के रूप में संदर्भित किया जाता है, उन पोषक तत्वों को रखने में बेहद सहायक हो सकता है जो सड़कों और खेतों से नदियों और तटरेखाओं से दूर बहते हैं। इसके अतिरिक्त, यह धारा या नदी के सामान्य स्वास्थ्य और सुंदरता को बढ़ाता है, वन्यजीवों और प्रवासी पक्षियों के लिए आवास प्रदान करता है, और महत्वपूर्ण बाढ़ सुरक्षा प्रदान करता है। इसके अतिरिक्त, आर्द्रभूमि को बनाए रखने से पोषक तत्वों को नदियों, ज्वारनदमुखों और तटीय जलमार्गों में प्रवेश करने से रोकने में मदद मिलती है। प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से उत्पादन बढ़ाने के लिए जलीय कृषि तालाब में ऑक्सीजन पैदा करने वाले पौधों जैसे जल लिली, जलकुंभी या बतख खरपतवार का उपयोग। इसके अलावा, हम शैवाल की खेती कर सकते हैं जो ऑक्सीजन उत्पादन और पोषक तत्वों के सेवन में योगदान कर सकते हैं जिससे हाइपोक्सिया के खतरे को कम किया जा सकता है। लेकिन इसके लिए प्रकाश की आवश्यकता होती है या दिन के दौरान प्रकाश की अवधि में वृद्धि तालाब में ऑक्सीजन के स्तर को बढ़ाने में मदद करेगी। जलीय कृषिविदों को शिक्षा और प्रशिक्षण प्रदान करने से हाइपोक्सिक स्थिति को नियंत्रित करने में भी लाभ होगा। पोषक तत्वों के प्रदूषण को कम करने, ऑक्सीजन में सुधार और स्वस्थ जलीय प्रणाली को बनाए रखने के लिए सर्वोत्तम प्रबंधन प्रथाओं के बारे में जागरूकता को बढ़ावा देना।

कोवीक और काल्डेरा के नेतृत्व में एक टीम ने डाउनवेलिंग पर ध्यान दिया है। ऐसा करने के लिए, प्राकृतिक रूप से अधिक ऑक्सीजन युक्त पानी को सतह से पानी की गहराई के प्रभावित शरीर में पंप किया जाना चाहिए। सैद्धांतिक रूप से, डाउनवेलिंग पानी में ऊर्ध्वाधर मिश्रण का कारण बनता है, ऑक्सीजन को फैलाता है और हाइपोक्सिया की शुरुआत को रोकता है।

## निष्कर्ष

यह लेख मछली पर हाइपोक्सिया के प्रभाव, शमन रणनीतियों और हाइपोक्सिया की निगरानी पर शोध का सारांश प्रस्तुत करती है। यह स्पष्ट है कि हाइपोक्सिया एक जटिल प्रक्रिया है जिसका मछलियों पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। हालाँकि, जलीय कृषि पर हाइपोक्सिया के परिणामों की अभी भी सीमित समझ है।

## संदर्भ

- अब्देलतौवाब-, एम., हाग्रास, ए.ई., एल्बाघदादी, एच.एम.ए., और मोनियर, एम। नील तिलापिया(2015) .एन., ओरियोक्रोमिस निलोटिकस पर घुलित ऑक्सीज (.एल)न और मछली के आकार का प्रभावविकास प्रदर्शन :, पूरे शरीर की संरचना और जन्मजात प्रतिरक्षा। एक्वाकल्चर इंटरनेशनल, 23, 1274 I-1261
- अब्देलतौवाब-, एम., मोनियर, एम.एन., होसेनिफर, एस.एच., और फागियो, सी। हाइपोक्सिया तनाव (2019) . वृद्धि :के प्रति मछली की प्रतिक्रिया, शारीरिक और प्रतिरक्षाविज्ञानी बायोमार्कर। मछली शरीर विज्ञान और जैव रसायन, 45, 1013 I-997
- ब्रेइटबर्ग, डी। तटीय मछलियों और मत्स्य पालन पर हाइपोक्सिया के प्रभाव(2002) ., और हाइपोक्सिया और संवर्धन के बीच संतुलन। मुहाना, (4)25, 781 I-767
- कैम्बेल, एन।(1990) .ए.जीवविज्ञान। परिसंचरण और गैस विनिमय.38 अध्याय .

- डियाज़, आर.जे., न्यूबॉयर, आर.जे., शेफ़नर, एल.सी., पिहल, एल., और बैडेन, एस।(1992) .पी.
- समयसमय पर हाइपोक्सिया का अनुभव करने वाले मुहाने में घुलित ऑक्सीजन की निरंतर निगरानी और - मैक्रोबेन्थोस और मछली पर हाइपोक्सिया का प्रभाव। समुद्री तटीय यूट्रोफिकेशन में । (1068-1055 .पीपी) एल्सेवियर।
- गिलमोर, के.एल., ज़ो, ए., और गिलेंडर्स, बीएक चयापचय :। मछली पर हाइपोक्सिया का प्रभाव(2015) .एम. दृष्टिकोण। आईसीईएस सीएम की कार्यवाही। <https://carnegiescience.edu/news/there-technological-solution-aquatic-dead-zones>
- ह्यूजेस, जी। मछली में हाइपोक्सिया के प्रति श्वसन प्रतिक्रियाएँ। अमेरिकी प्राणीविज्ञानी(1973) .एम., (2)13, 489।-475
- इज़राइली, डी., और किमेल, ईतनावग्रस्त कैरासियस -। कंप्यूटर विज्ञान का उपयोग करके हाइपोक्सिया(1996) . ऑरटस के व्यवहार की निगरानी करना। एक्वाकल्चरल इंजीनियरिंग, (6)15, 440।-423
- मार्टिनेज़ कोर्डेरो, एफ.जे., बेवरिज, एमऔर मुड्र .एम.सी., जे। पिंजरो में वयस्क अटलांटिक (1994) .एफ. हैलिबट हिप्पोग्लोसस हिप्पोग्लोसस .पर एक नोट। एक्वाकल्चर। मछली। मैनेज करें (.एल), 25, .81-475
- न्यूटन, बी। पोइसीलिया वेटिकुलाटा में विकास और वयस्क व्यवहार पर प्रारंभिक तनाव प्रभाव। (1982) .जे. साइकोबायोल .देव, 15, .20-211
- पिहल, एल., बैडेन, एस.पी., और डियाज़, आर.जे.। डेमर्सल मछली और क्रस्टेशियंस के वितरण पर (1991) . आवधिक हाइपोक्सिया का प्रभाव। समुद्री जीव विज्ञान, 108, 360।-349
- रोसेनथल, एचमछली वितरण और पानी की गुणवत्ता पर एक :। गोलाकार टैंकों में मछली का व्यवहार(1989) . वीडियो दस्तावेज़ीकरण। मछली स्वास्थ्य संरक्षणरणनीतियों में, एड। केरोसेनथल .लिलेलुंड और एच ., पीपी . 6-161।
- टिम्स, ए.एम., क्लेरेकोपर, एचऔर मैटिस ., जे। एक खुले मैदान में(1972) .'तांबाप्रदूषित-' पानी के द्रव्यमान पर सुनहरी मछली, चैनल कैटफिश और लार्गेमाउथ बास की लोकोमोटर प्रतिक्रिया। जल संसाधन.रेस ., 8, .1580-1574
- विदर्स, पी., और विदर्स, पी.। तुलनात्मक पशु शरीर क्रिया विज्ञान(1992) .सी .
- वू, आर। मछली के प्रजनन और विकास पर हाइपोक्सिया का प्रभाव। फिश फिजियोलॉजी में(2009) .एस. 27 खंड), पृ.। अकादमिक प्रेस(141-79 .
- ज्ञान, वाई., निंग, बी., सन, जे., और चांग, वाईजलीय कृषि पर :। हाइपोक्सिया दुनिया में रहना(2023) . हाइपोक्सिया के प्रभावों की समीक्षा। समुद्री प्रदूषण बुलेटिन, 194, 115207।

# बीज प्राइमिंग- फसलों में अजैविक तनाव सहनशीलता में सुधार करने की रणनीति

सुषमा. एम. अवाजी, प्रशांतकुमार. एस. हंजागी, अजय कुमार सिंह

भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र-४१३ ११५

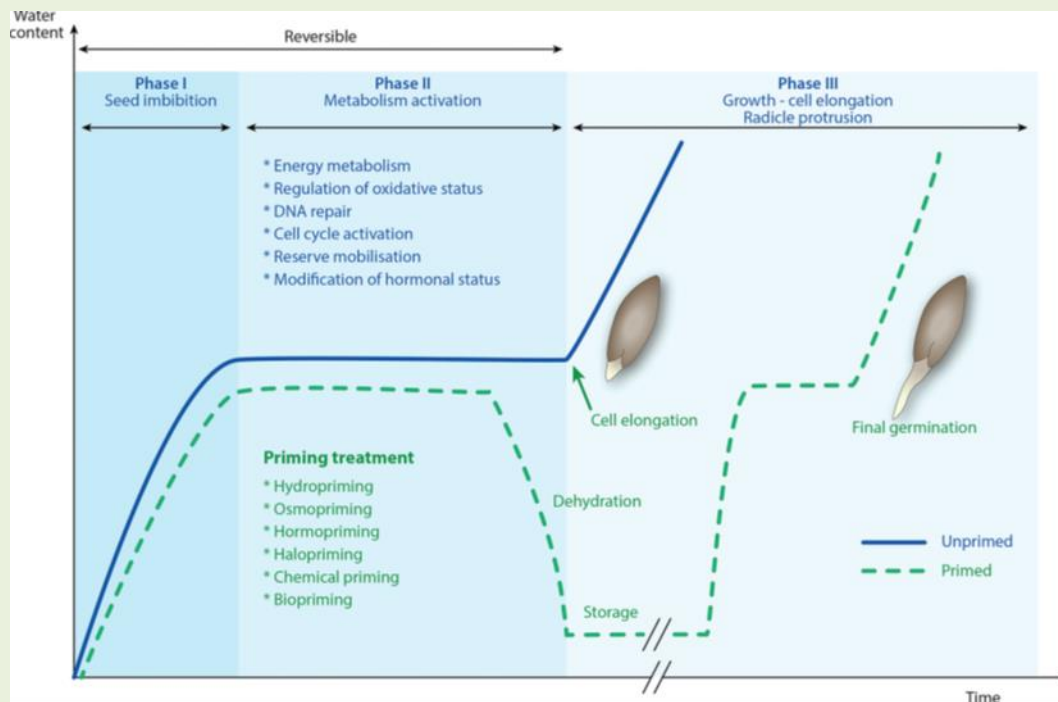
## परिचय

नाजुक पारिस्थितिकी तंत्र जलवायु परिवर्तन के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होते हैं जो हमारी फसल उत्पादकता और खाद्य सुरक्षा पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। ऐसे नाजुक पारिस्थितिकी तंत्र से निपटने के दौरान कृषि शोधकर्ताओं के लिए पुनर्स्थापनात्मक उपाय पेश करना मुश्किल है। इस संदर्भ में, जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने और नाजुक पारिस्थितिकी तंत्र के तहत खेती के तरीकों को जारी रखने के लिए, सीड प्राइमिंग जैसी पर्यावरण अनुकूल और किफायती तकनीकों को अपनाना समय की मांग है। "बीज प्राइमिंग" एक पूर्व-बुवाई प्रक्रिया है जो अंकुरण में सुधार करती है। प्राइमिंग में अक्सर बीज को पानी की पूर्व निर्धारित मात्रा में या एक निर्धारित समय अवधि के लिए उपयुक्त प्राइमिंग समाधान में भिगोना होता है। एक विशेष समय अवधि के लिए बीजों को निर्जलित किया जाता है और बाद के अंकुरण के दौरान, प्राइम किए गए बीज तेजी से और अधिक समकालिक अंकुरण प्रदर्शित करते हैं और युवा अंकुर अक्सर बिना प्राइम किए गए बीजों से प्राप्त अंकुरों की तुलना में जैविक और अजैविक तनावों के प्रति अधिक मजबूत और प्रतिरोधी होते हैं।

विभिन्न प्रकार के खेतों और सब्जियों की फसलों में फसल की वृद्धि, नोड्यूलेशन, बीज अंकुरण, और उत्पादन बढ़ाने के लिए बीज प्राइमिंग के उपयोग पर कई अध्ययन किए गए हैं। सीड प्राइमिंग लिपिड पेरोक्सीडेशन को कम करता है, एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम गतिविधि को बढ़ाता है, और भंडारण प्रोटीन को घुलनशील बनाता है। प्राइमिंग, माइटोकांड्रिया की संख्या बढ़ाती है और कोशिका विभाजन के लिए आवश्यक प्रोटीन ( $\alpha$ - और  $\beta$ -ट्यूबुलिन) के उत्पादन को नियंत्रित करती है। बीजों में प्रमुख सेलुलर परिवर्तन बीज प्राइमिंग के माध्यम से पुनर्जलीकरण द्वारा लाए जाते हैं, जिसमें न्यूक्लिक एसिड और प्रोटीन का डेनोवो संश्लेषण, एटीपी (एडेनोसिन ट्राइफॉस्फेट) का उत्पादन, स्टेरोल्स और फॉस्फोलिपिड्स की सक्रियता और थ्रेसिंग के दौरान क्षतिग्रस्त डीएनए की मरम्मत शामिल है।

सफल कृषि के लिए कुशल बीज अंकुरण बहुत आवश्यक है। प्रारंभिक अंकुर की सफल स्थापना के लिए वास्तव में तीव्र और समान उद्भव और जड़ वृद्धि की आवश्यकता होती है। पारंपरिक बीजों के अंकुरण में आमतौर पर तीन अलग-अलग चरण शामिल होते हैं (चित्र 1) जिसमें (1) चरण I शामिल है: एपोप्लास्टिक स्थानों में शुष्क ऊतकों के निष्क्रिय अवशोषण से संबंधित बीज जलयोजन प्रक्रिया; (2) चरण II: कोशिका स्तर पर चयापचय गतिविधियों और मरम्मत प्रक्रियाओं की पुनः स्थापना से जुड़ा सक्रियण चरण; और (3) चरण III: कोशिका वृद्धि से जुड़ी बढ़ती प्रक्रियाओं की शुरुआत और रेडिकल फलाव की ओर अग्रसर। चरण I और III दोनों में पानी की मात्रा में वृद्धि होती है जबकि चरण II के दौरान जलयोजन स्थिर रहता है। आमतौर पर यह माना जाता है कि चरण II के अंत से पहले,

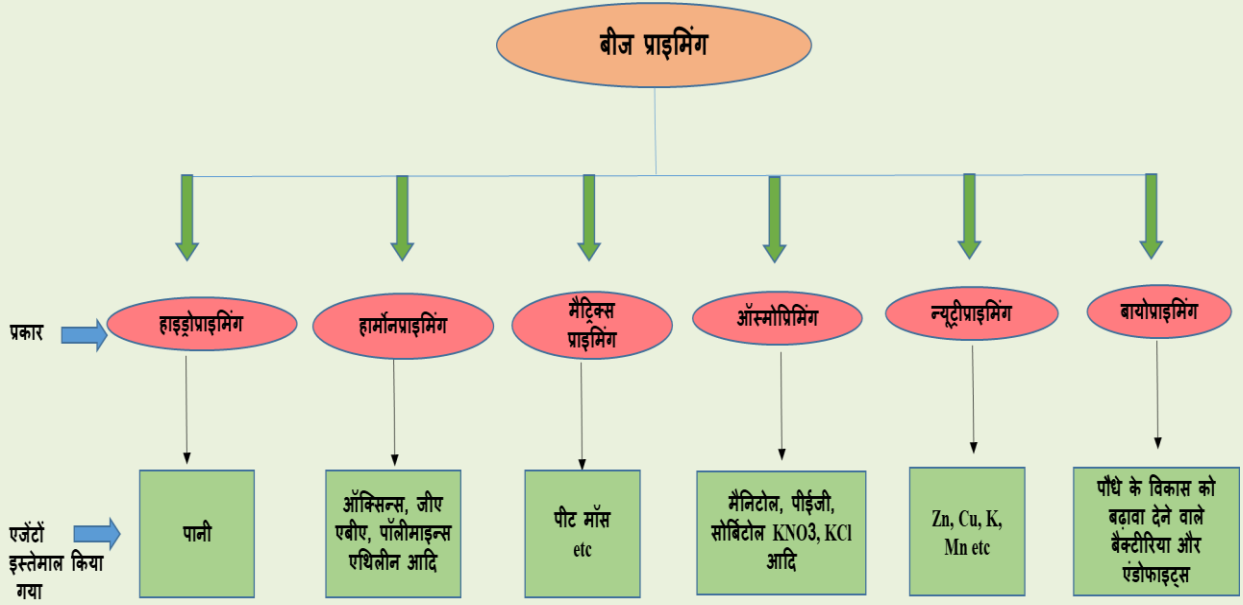
अंकुरण एक प्रतिवर्ती प्रक्रिया बनी हुई है: बीज फिर से सूख सकते हैं और भंडारण के दौरान जीवित रह सकते हैं और बाद में अंकुरण को फिर से शुरू करने में सक्षम हो सकते हैं। पानी आधारित बीज प्राइमिंग एक बुआई पूर्व बीज उपचार है जो आंशिक रूप से होता है रेडिकल उद्भव की अनुमति दिए बिना बीजों को हाइड्रेट करता है (चेन एट अल., 2011)। विभिन्न रसायन अंकुरण के प्रतिवर्ती चरण के दौरान यौगिकों और हार्मोन उपचारों को लागू किया जाता है (बिंदु 3)। कुशल उपचार चयापचय प्रक्रियाओं को गति प्रदान करते हैं अंकुरण के चरण II के दौरान सक्रिय होते हैं, जिन्हें नुकसान से पहले अस्थायी रूप से रोक दिया जाता है (चित्र 1)।



चित्र 1. बीज जलयोजन वक्र और असिंचित और प्राइमड बीजों में अंकुरण चरण। (लुद्ध एट अल., 2016)

## बीज प्राइमिंग की विभिन्न विधियाँ

अजैविक तनाव के नकारात्मक प्रभाव को कम करने के लिए बीज प्राइमिंग की कई तकनीकें तैयार की गई हैं। आंशिक रूप से पूर्व-हाइड्रेटिंग बीजों की उनकी विशेषता के अनुसार अन्य पूर्व-बुवाई उपचार और बीजों में शीघ्र अंकुरण की शुरुआत करना। प्राइमिंग दक्षता विभिन्न कारकों से प्रभावित होती है और उपचारित पौधों की प्रजातियों और चुनी गई प्राइमिंग तकनीक पर टुटता से निर्भर करता है। प्राइमिंग की सफलता विभिन्न भौतिक और रासायनिक कारकों जैसे ऑस्मोटिका और वाटर पोटेन्शियल, प्राइमिंग एजेंट, अवधि, प्रकाश की उपस्थिति या अनुपस्थिति, तापमान, वातन पर निर्भर करता है और जो अंततः अंकुरण दर और समय, अंकुर की शक्ति और पौधे का विकास निर्धारित करता है। विभिन्न प्राइमिंग विधियाँ और प्राइमिंग एजेंटों को चित्र 2 में जानकारी दी गई है।



**चित्र 2:** फसलों में अजैविक तनाव सहनशीलता में सुधार के लिए उपयोग की जाने वाली विभिन्न प्रकार की बीज प्राइमिंग विधियां और प्राइमिंग एजेंट।

### बीज प्राइमिंग और अजैविक तनाव सहनशीलता

हाल के कुछ वर्षों में, आधुनिक तनाव प्रबंधन में सीड प्राइमिंग एक आशाजनक रणनीति के रूप में उभरी है क्योंकि यह पौधों को फिटनेस पर नकारात्मक प्रभाव डाले बिना विभिन्न अजैविक तनावों से बचाता है। इसके अलावा, बीज प्राइमिंग प्रभावी पौधों की सुरक्षा के लिए एक स्मार्ट, प्रभावी और यथार्थवादी विकल्प प्रदान करता है। नमी का तनाव, अत्यधिक तापमान (गर्मी और ठंडा तनाव) लवणता, और ऑक्सीडेटिव तनाव अक्सर एक दूसरे से जुड़े होते हैं, और समान नुकसान पहुंचा सकता है। परिणामस्वरूप, ये विविध पर्यावरणीय तनाव अक्सर समान सेल सिग्नलिंग मार्ग और सेलुलर प्रतिक्रियाओं को सक्रिय करते हैं। यह ज्ञात है कि बीज प्राइमिंग विकास के शुरुआती चरणों में इन सिग्नलिंग मार्गों को सक्रिय कर सकता है और इसके परिणामस्वरूप तेजी से पौधे की रक्षा प्रतिक्रियाएं होती हैं और डाउनस्ट्रीम जीन की अभिव्यक्ति को ट्रिगर किया जाता है जो तनाव तनाव सहनशीलता प्रदान करता है। अजैविक तनाव सहनशीलता में सुधार के लिए विभिन्न फसल प्रजातियों में उपयोग की जाने वाली विभिन्न बीज प्राइमिंग विधियों और प्राइमिंग एजेंटों को नीचे दी गई तालिका में सूचीबद्ध किया गया है। (तालिका 1)

**तालिका 1:** अजैविक तनाव सहनशीलता में सुधार के लिए विभिन्न फसल प्रजातियों में उपयोग की जाने वाली विभिन्न बीज प्राइमिंग विधियां और प्राइमिंग एजेंट

अजैविक तनाव	प्राइमिंग विधि	पौधा	उद्धरण
नमी का तनाव	हाइड्रोप्राइमिंग	चावल	Zheng et al 2016
	ऑस्मोप्राइमिंग	चावल	Zheng et al 2016
	ऑस्मोप्राइमिंग	चावल	Farooq et al 2009
	बायोप्राइमिंग	गेहूँ	Timmusk et al 2014
	ऑस्मोप्राइमिंग	मक्का	Anosheh et al 2011
	ऑस्मोप्राइमिंग	मूंग	Jisha and Puthur 2015
	ऑस्मोप्राइमिंग	गेहूँ	Farooq et al 2013
लवणता तनाव	न्यूट्रीप्राइमिंग	गेहूँ	Ahmed et al 2016
	हार्मोनप्राइमिंग	गेहूँ	Afzal et al.,2006
	ऑस्मोप्राइमिंग	सूरजमुखी	Kaya et al.,2006
	हाइड्रोप्राइमिंग / ऑस्मोप्राइमिंग	सरसों का साग	Srivastava et al.,2010
उच्च तापमान तनाव	बायोप्राइमिंग	मूली	Kaymak et al.,2009
	ऑस्मोप्राइमिंग / हाइड्रोप्राइमिंग	चावल	Maumba et al.,2018
	ऑस्मोप्राइमिंग	चावल	Kata et al.,2014
	हार्मोनप्राइमिंग	चावल	Fu et al.,2019
	हाइड्रोप्राइमिंग	सलाद पत्ता	Schwember et al., 2010
द्रुतशीतन तनाव	ऑस्मोप्राइमिंग	चावल	Yuying Fu et al., 2019
	हार्मोनप्राइमिंग	चावल	Pouramir et al.,2014
	न्यूट्रीप्राइमिंग	मक्का	Imran et al.,2013
	ऑस्मोप्राइमिंग	सोयाबीन	Sun et al.,2011

## निष्कर्ष

बीज प्राइमिंग से बीज की जैव रासायनिक अवस्था में संशोधन के कारण बीज के अंकुरण और अंकुर की में सुधार होता है। बीज प्राइमिंग के लिए विभिन्न प्राइमिंग एजेंटों का उपयोग किया जा रहा है, जो बीजों को सूखा, लवणता, उच्च तापमान और ठंडा तनाव, जलमग्नता, धातु विषाक्तता और यहां तक कि रोग और कीट जैसे जैविक तनावों का सामना करने के लिए अधिक आदी बनाते हैं।



## श्री अन्न (मिलेड)- सूखा प्रवण क्षेत्रों में पशुधन पोषण का उत्तम विकल्प

सचिन पवार, नितिन कुराडे, अविनाश निर्मले, भास्कर गायकवाड, संजीव कोचेवाड, ऋतुजा पवार, रोहित कदम,  
प्रियंका सोनवणे, अजय कुमार सिंह, के सम्मी रेड्डी

भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र-४१३ ११५

### परिचय

मानव और पशुधन पोषण के लिए महत्वपूर्ण फसलों के रूप में श्री अन्न (मिलेड) की खेती का एक लंबा इतिहास रहा है। श्री अन्न (मिलेड) का उपयोग खाद्य पदार्थ के साथ-साथ पशु-चारे के रूप में दोहरे प्रयोजन के लिए भी किया जाता है, जो इसकी खेती को अधिक फायदेमंद बनाता है।

भारत में दो वर्गों के श्री अन्न (मिलेड) उगाए जाते हैं, मोटे मिलेड एवं गौण मिलेड। मोटे मिलेड में बाजरा, ज्वार और रागी शामिल हैं, जबकि गौण मोटे मिलेड में कुटकी, कंगनी, कोदो, वरिगा और साँवा शामिल हैं। श्री अन्न (मिलेड) महत्वपूर्ण पोषण मूल्य प्रदान करता है और कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन/प्रोभूजिन, फाइबर और आवश्यक खनिजों का समृद्ध स्रोत है।

श्री अन्न (मिलेड), अपने तनाव प्रतिरोधी और अनुकूलन क्षमता के लिए जाना जाता है, सूखा प्रवण क्षेत्रों में पशु-चारे का एक आशाजनक विकल्प है, खासकर पानी की कमी वाले क्षेत्रों में। भारत में, पिछले कुछ वर्षों में बेहतर जागरूकता के कारण श्री अन्न (मिलेड) की खेती और खपत में वृद्धि हुई है। भारत एशिया का ८० प्रतिशत और विश्व का २० प्रतिशत श्री अन्न (मिलेड) पैदा करता है। भारत में श्री अन्न (मिलेड) का निर्यात २०२१-२२ में ६३० लाख डॉलर के मुकाबले वर्ष २०२२-२३ में ७५५ लाख डॉलर रहा। श्री अन्न (मिलेड) की खेती कार्बन-फुटप्रिंट को कम करने में सहायता प्रदान करती है।



चित्र: मोटे मिलेड (major millets) एवं गौण मिलेड (minor millets)

(Source: <https://www.millets.res.in/forFarmers.php>)

### श्री अन्न (मिलेड) जलवायु अनुकूल फसल :

श्री अन्न (मिलेड) को उनकी अनुकूलन क्षमता और बेहतर सूखा प्रतिरोध के कारण सूखा प्रवण क्षेत्र के जलवायु के अनुकूल फसल माना जाता है। इनकी खेती प्रतिकूल कृषि-जलवायु क्षेत्रों में, पोषक तत्वों की कमी वाली मिट्टी में और न्यूनतम पानी और उर्वरक लागत के साथ की जा सकती है। श्री अन्न (मिलेड) पारंपरिक पशुपोषण स्रोत जैसे की अनाज और चारा (मक्का, गेहूं, आदि) के लिए उत्कृष्ट विकल्प हैं। यह प्रतिकूल पारिस्थितिक वातावरण में पशुधन की वृद्धि, दूध उत्पादन और प्रजनन क्षमता बढ़ाने में मदद करते हैं। श्री अन्न (मिलेड) को पशु आहार में शामिल करके, किसान स्थायी पशु उत्पादन को बढ़ावा दे सकते हैं और पारंपरिक चारे के स्रोतों पर निर्भरता कम कर सकते हैं। उत्तर प्रदेश, महाराष्ट्र, कर्नाटक, राजस्थान और आंध्र प्रदेश जैसे राज्य अपने दुग्धउत्पादन के साथ-साथ श्री अन्न (मिलेड) उत्पादन में अग्रणी स्थान प्राप्त करने की क्षमता रखते हैं।

### श्री अन्न (मिलेड) का पशुधन चारे के रूप में उपयोग :

रिपोर्ट के अनुसार, पशुओं के लिए हरे चारे, सूखे चारे और सांद्रित चारे की कमी क्रमशः ११ प्रतिशत, २३ प्रतिशत और २८ प्रतिशत है। श्री अन्न (मिलेड) विशेष रूप से शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में जलवायु-लचीले पशुधन खाद्य प्रणालियों का एक महत्वपूर्ण घटक है क्योंकि उनका विकास और विविधीकरण मुख्य रूप से शुष्क वातावरण के जलवायु से प्रभावित रहता है।

### ज्वार

- ज्वार के अनाज का उपयोग ज्यादातर मुर्गीपालन, सूअरपालन और जुगाली करने वालों जानवरों के लिए एक ऊर्जा स्रोत के रूप में किया जाता है।
- ज्वार का पोषक तत्व मकई के समान है, जो पशु आहार और चारे के रूप में उपयोग किया जाने वाला एक प्रमुख घटक है।
- ऐसा बताया गया है कि ज्वार के साइलेज में न्यूट्रल डिटर्जेंट फाइबर (एन डी एफ) की मात्रा लगभग १५ प्रतिशत अधिक होती है। इसलिए मकई साइलेज की तुलना में ज्वार के साइलेज से "जुगाली करने वाले पशुओं का पेट" ज्यादा भरता है, जिससे कुल आहार सेवन कम हो जाता है।
- बकरी के आहार में ज्वार को शामिल करने से वजन ६६ ग्राम प्रतिदिन बढ़ता पाया गया है।
- उत्पादन को प्रभावित किए बिना ब्रॉयलर (मांस उद्देश्य) और लेयर (अंडे उद्देश्य) मुर्गियों के राशन में ज्वार का अनाज लगभग ७० प्रतिशत मकई की जगह ले सकता है।

### बाजरा

- गर्मी के महीनों में बाजरा हरे चारे की आपूर्ति ४०-५० टन प्रति हेक्टर तक कर सकता है।
- शुष्क पदार्थ (डी एम ) के आधार पर, बाजरा साइलेज को ल्यूसर्न साइलेज और कंसन्ट्रेट-आधारित आहार में ५० प्रतिशत दर पर या कंसन्ट्रेट-आधारित आहार में ३६ प्रतिशत की दर से शामिल किया जा सकता है।
- दूध देने वाली गायों में बाजरा २४-२६ किलोग्राम प्रतिदिन दूध की पैदावार बनाए रख सकता है।

- दूध देने वाली गायों में, बाजरा अनाज १०-३० प्रतिशत मकई साइलेज या मक्का अनाज की जगह ले सकता है, जिसका शुष्क पदार्थ सेवन, दूध का उत्पादन या संरचना पर कोई हानिकारक प्रभाव नहीं पड़ता है।
- पूरक प्रोटीन की आवश्यकता को मक्का आधारित आहार की तुलना में बाजरा खिलाने से कम किया जा सकता है।
- ब्रॉयलर (मांस उद्देश्य) मुर्गियों के आहार में मकई को बाजरा के साथ बदलने से पक्षी की वृद्धि और फ्रीड उपयोग क्षमता में महत्वपूर्ण वृद्धि होती है और यह अंडों के अतिरिक्त लाभ दिखाता है, इसमें ओमेगा-३ फैटी एसिड अधिक और ओमेगा-६ में वृद्धि होती है।
- रागी
- रागी उत्कृष्ट घास प्रदान करता है और इसका उपयोग मवेशियों, भेड़ और बकरियों के लिए हरे चारे के रूप में किया जाता है।
- इसमें मेथिओनिन भी होता है, जो डेयरी मवेशियों को चारा पचाने, स्वस्थ बछड़ों की बढ़ोत्तरी में और दूध उत्पादन में मदद करता है।
- संतुलित सांद्र मिश्रण के साथ संकर डेयरी गायों के आहार में भूसे का उपयोग चारे के रूप में किया जा सकता है और यह ८-९ किलोग्राम दूध का उत्पादन बनाए रख सकता है।
- हालाँकि, रागी पुआल (भूसा) का पोषक मूल्य कम है, इसीलिए रखरखाव व उत्पादन को पूरा करने के लिए इसे नाइट्रोजन और ऊर्जा स्रोतों के साथ पूरक किया जाना चाहिए। इसके कम पोषक मूल्य के कारण, रागी का उपयोग तभी किया जाता है जब अन्य अनाज की कीमतें अधिक होती हैं।
- मुर्गियों के आहार में वजन बढ़ाने, मांस उत्पादन और रोगप्रतिरक्षा क्षमता को प्रभावित किए बिना, रागी, मक्के के अनाजके बदले २५ प्रतिशत (आहार का लगभग १५ प्रतिशत) तक उपयोग कर सकते हैं।
- इसके समावेशन से मक्के की तुलना में जांघ की मांसपेशियों, यकृत और पेट के क्षेत्र में वसा का जमाव भी कम पाया गया है।

#### निष्कर्ष :

मांस, दूध और अंडे सहित पशु उत्पादों के पोषण मूल्य में सुधार करने के लिए श्री अन्न (मिलेड) आधारित पशु-चारा एवं खाद्य का प्रदर्शन अच्छा पाया गया है, जिससे पशु स्वास्थ्य और मानव पोषण दोनों में वृद्धि होती है। हालाँकि, कई लाभों के बावजूद, कई कारणोंसे पशु-चारा एवं खाद्य के रूप में श्री अन्न (मिलेड) का व्यापक उपयोग प्रभावित होता है जैसे की गुणवत्ता वाले बीज की सीमित उपलब्धता, अपर्याप्त ज्ञान और प्रसंस्करण प्रौद्योगिकी की कमी। पानी की कमी वाले एवं सूखा प्रवण क्षेत्रों में पशुधन पोषण में श्री अन्न (मिलेड) की पूरी क्षमता का उपयोग करने के लिए इन चुनौतियों का समाधान करना महत्वपूर्ण है। टिकाऊ और पोषक तत्वों से भरपूर पशुधन आहार और चारा संसाधन के रूप में श्री अन्न (मिलेड) के लाभों को बढ़ावा देने के लिए निरंतर अनुसंधान, नीति समर्थन और प्रचार महत्वपूर्ण है। ये प्रयास समग्र रूप से चारे की कमी वाले क्षेत्रों में एक टिकाऊ कृषि प्रणाली बनाने में योगदान देंगे।

## अर्जुन (टर्मिनेलिया अर्जुना) के लाभकारी गुण

१सुप्रिया थोरात, २प्रविण माने, ३मनीषा पाटील, ४अर्चना गीते, ५माखन सिंह कराडा, ६धीर अग्निहोत्री, ७देवेन्द्र कुमार  
८श्रेवती रमन मौर्य, ९संग्राम चव्हाण

१जवाहर लाल नेहरू कृषि विश्वविद्यालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश

२उष्णकटिबंधीय वन अनुसंधान संस्थान, जबलपुर, मध्य प्रदेश

३आचार्य नरेन्द्र देव कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कुमारगंज, आयोध्या, उत्तर प्रदेश

४काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी, उत्तर प्रदेश

५भाकृअनुप - राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, मालेगांव, बारामती, पुणे महाराष्ट्र- ४१३ ११५

### परिचय

अर्जुन एक सदाबहार वृक्ष है, जो ठंडी व नम जलवायु के अधिकांश भागों में पाया जाता है। इसका मूल निवास भारतीय उपमहाद्वीप माना जाता है। यह भारत के अतिरिक्त बांग्लादेश, नेपाल, पाकिस्तान, इंडोनेशिया, थाईलैंड और मलेशिया आदि देशों में भी आसानी से देखने को मिल जाता है। भारत में यह मुख्यतः उत्तर प्रदेश, पंजाब, बिहार, पश्चिमी बंगाल और मध्यप्रदेश के वनों, हिमालयन क्षेत्रों एवं नदियों के किनारे के पास पाया जाता है। इसको जगह-जगह पर कई नामों से जाना जाता है जैसे- बंगाली में अर्जुन, कन्नड़ में नीर मट्टी या मड्डी, तमिल में मधु, तथा संस्कृत में काकुल आदि। यह एक काँम्ब्रेटेसी परिवार का पौधा है, जिसका वानस्पतिक नाम टर्मिनेलिया अर्जुना है। शब्द 'टर्मिनेलिया' का शाब्दिक अर्थ अंत है, अर्थात् अर्जुन के वृक्ष की पत्तियाँ इसकी शाखाओं के अंत में होती हैं और इसी वजह से इसका नाम 'टर्मिनेलिया' रखा गया है। संस्कृत में अर्जुन शब्द का अर्थ सफेद या स्वच्छ होता है। इसके पौधे 20-30 मीटर उंचे, पत्तियाँ 20-25 सेमी लंबी व 5-7 सेमी चौड़ी, जिसके ऊपर कि सिरारें चिकनी तथा सामान आकार के होते हैं। इसका तना सफेद रंग लिए हुये हल्का भूरा एवं चिकना होता है। इसके फल का आकार स्टार जैसा, 3-5 सेमी लम्बा तथा शुरु में हरा धीरे-धीरे पीले रंग तथा अंत में हल्का लाली लिए हुये काले रंग का हो जाता है। इसके फल का प्रकार डूप होता है। आदिकाल से ही अर्जुन के वृक्ष का उपयोग औषधि के रूप में होता चला आ रहा है, लेकिन आधुनिक युग में रासायनिक दवा का प्रयोग लोगों पर गलत प्रभाव के साथ-साथ जेब पर भारी पड़ रही है, जिसे कम करने में आयुर्वेदिक औषधी एक अहम् भूमिका निभा रहा है। पारंपरिक और आधुनिक दोनों प्रकार की दवाओं को बनाने के लिए अर्जुन के कच्चे माल को उपयोग करते हैं। अर्जुन वृक्ष के सभी भागों जैसे- पत्ती, छाल, फल एवं जड़ में औषधीय गुण होते हैं, परंतु अर्जुन के छाल को औषधि के रूप में बहुतायत मात्रा में इस्तेमाल किया जाता है। अर्जुन मुख्य रूप से हृदय, छोटे-मोटे कटने व जलने, रक्त संबंधी, मोटापा, मधुमेह या डायबिटीज़, अल्सर, कफ तथा पित्त संबंधित रोगों में लाभकारी होता है। भारत के ग्रामीण क्षेत्रों में 60 प्रतिशत से अधिक लोग हर्बल दवाओं का उपयोग करते हैं। पिछले कई वर्षों से हर्बल दवाओं का विक्रय दर 2.5 प्रतिशत से बढ़कर 12 प्रतिशत तक हो गया है।



चित्र: अर्जुन का तना (अप्लाकित छाल के साथ), पत्तियाँ एवं फल

### अर्जुन के लिए आवश्यक मृदा एवं जलवायु

अर्जुन प्राकृतिक रूप से मुख्यतः उष्णकटिबंधीय से उपोष्णकटिबंधीय नमी वाले क्षेत्रों में अच्छी तरह से वृद्धि एवं विकास करता है। यह 100 से 1200 मीटर समुद्र तल से ऊंचाई तथा लगभग 1500-3800 मिलीमीटर वार्षिक वर्षा वाले स्थानों पर आसानी से उगाया जा सकता है। इसे गर्मी में अधिकतम 35-47.5 डिग्री सेल्सियस तथा ठंड में 0-15 डिग्री सेल्सियस तापमान वाले क्षेत्रों में उगाया जा सकता है, परन्तु इसके पौधे पर पाले का विपरीत प्रभाव पड़ता है। इसके अच्छी वृद्धि के लिए वार्षिक तपमान 20-30 डिग्री सेल्सियस के बिच अच्छा माना जाता है। यह बाढ़ तथा जलभराव वाले क्षेत्रों में अच्छी तरह सहनशीलता रखता है। अर्जुन प्रायः सभी प्रकार के मृदा जैसे बलुई, दोमट, जलोढ़-कछारी, काली मिट्टी तथा लाल लेटराइट इत्यादि में आसानी से उगाया जा सकता है, परन्तु यह 5.5-8 पीएच मान तथा दोमट मृदा में अच्छे से वृद्धि एवं विकास करता है। इसके लिए नदी, नहर एवं बीहड़ क्षेत्र की मृदा विकास में सहायक है। यह कुछ दिनों के लिये जलमान भी आसानी से सहन कर सकता है।

### अर्जुन का प्रवर्धन

अर्जुन का प्रवर्धन बीज तथा वानस्पतिक भाग से किया जाता है, लेकिन अच्छे गुणवत्ता वाले पौध तैयार करने के लिए बीज अच्छा माना जाता है। बीज से पौधे तैयार करने के लिए अप्रैल-मई के महीनों में अर्जुन के पके फल को एकत्रित करके फल को सुखा कर एक वर्ष के लिए पालीथिन या टिन में रख लेना चाहिए, जिससे बीज खराब न हो सके। इसके एक किलोग्राम भार में लगभग 300-500 बीज रहते हैं। वनस्पतिक विधि से पौध तैयार करने के लिए एक साल पुराने तने का उपयोग करते हैं। कभी-कभी गूटी विधि द्वारा भी इसके पौधे तैयार किये जाते हैं।

### नर्सरी में पौध तैयार करना

नर्सरी में अर्जुन के पौध तैयार करने के लिए मिट्टी की 3-4 बार जुताई कर लेनी चाहिए, उसके बाद सड़ी हुई गोबर की खाद 10-15 किलोग्राम प्रति वर्ग मीटर छेत्रफल की दर से मिला कर 10-15 सेंटीमीटर ऊँची क्यारी बना लेना

चाहिए। बीज में अच्छी अंकुरण प्राप्त करने के लिए बीज को बुवाई से पहले 3-4 दिन तक पानी में भिगो कर क्यारी में बुवाई करने से 75-90 प्रतिशत तक अंकुरण प्राप्त हो जाते हैं। बीज की बुवाई फ़रवरी-मार्च महीनों में 10 सेमी लाईन से लाईन तथा 5 सेमी बीज से बीज की दूरी पर करना चाहिए। अंकुरण 20-25 दिनों बाद होना प्रारंभ हो जाता है, परन्तु बीज का अंकुरण 45-60 दिनों तक चलता रहता है।

### खेत की तैयारी, रोपाई तथा प्रबंधन

पौधे की रोपाई से पूर्व खेत से सभी अवांछित खरपतवार, कंकड़, पत्थर आदि की अच्छे से साफ-सफाई कर के पुनः 2-3 गहरी जुताई करके 5×5 या 6×6 मीटर दुरी पर 50×50×50 सेंटीमीटर के गड्ढे खोद लेना चाहिए। गड्ढे को 12-15 किलोग्राम की दर से सड़ी गोबर की खाद को उपरी मिट्टी के साथ मिला कर भर लेना चाहिये, यह कार्य मानसून के प्रारंभ में ही कर लेना चाहिए। पेड़ों की रोपाई करते समय 6-8 महीने पुराने पौध का चयन करके सितम्बर-अक्टूबर के महीनों में रोपाई कर लेना चाहिए। रोपाई के तुरंत बाद सिंचाई कर देना चाहिए, जिससे पौधे की मरने की संभावना कम हो जाती है। कभी-कभी बीज को सीधे गड्ढे में बुवाई करते हैं। इससे पौधे में अंकुरण कम प्राप्त होता है। अर्जुन नम जलवायु का पौध होने के कारण प्रारम्भ में इसे ज्यादा सिंचाई की आवश्यकता होती है, गर्मी के समय में 2-3 दिन तथा ठंडे में 8-10 दिनों के अंतराल पर सिंचाई करते रहना चाहिए। अत्यधिक गर्म महीनों में पौध को सुबह व शाम दोनों समय सिंचाई करते रहना चाहिये। अत्यधिक गर्मी वाले क्षेत्र में भूमि पर पत्ती, पालीथीन, पुआल इत्यादी से मल्लिंग कर देने से मृदा में नमी बनी रहती है, जिससे पानी की कम लागत होती है। अर्जुन का पौधा एफिड के लिए अति-संवेदनशील होता है, जो पत्तियों पर गॉल बनाते हैं। इनके रोक-थाम के लिए नीम के तेल या जैव-कीटनाशकों के छिड़काव से अच्छे परिणाम मिलते हैं।

### अर्जुन वृक्ष के उपज तथा उपयोग

अर्जुन के वृक्ष 20-25 सालों में कटाई योग्य हो जाते हैं, जगह-जगह मानसून में विभिन्नता होने के कारण इसके उचाई तथा मोटाई में विभिन्नता पायी जाती है। अर्जुन के लगभग 20-30 मीटर ऊँचाई वाले पौधे से 10-12 मीटर लम्बाई एवं 75-100 सेंटीमीटर व्यास मोटाई के टूठ (बोल) प्राप्त हो जाते हैं। इसके छाल की कटाई अप्रैल-मई के महीनों में करना चाहिए, ऊपर से छाल को हटा कर मोटी छाल की कटाई करनी चाहिए। अर्जुन के सूखी छाल से प्रति हेक्टेयर 45-50 किलोग्राम पाउडर एक बार में प्राप्त होता है। इसकी लकड़ी मध्य से भारी वजन वाली, 640- 850 किलोग्राम प्रति घन मीटर तक होती है, लकड़ी निकालने के लिए चयन प्रबंधन प्रणालियों का उपयोग किया जा सकता है। अर्जुन का मुख्य उपयोग इस प्रकार है:

### औषधीय गुण

अर्जुन का वृक्ष जिसे अर्जुनारिस्ट भी कहा जाता है, इसका पारंपरिक रूप से आयुर्वेदिक चिकित्सा में बड़े पैमाने पर उपयोग किया जाता है। इसमें क्रिस्टलीय यौगिक अर्जुनिन, अर्जुनेतिन, वाष्पीय तेल, टैनिन, अपचायक शुगर आदि उपस्थित होते हैं। हृदय स्वास्थ्य में सुधार के लिये इसका छाल विशेष लाभदाई है। इसके छाल एक बार पेड़ से निकालने पर, यह 2-3 साल में पुनः आ जाते हैं। अर्जुन वृक्ष के सभी भागों को औषधि के रूप में प्रयोग करते हैं, जैसे फल, फूल, पत्ती एवं छाल अधिक महत्त्व रखते हैं।

1. अर्जुन के छाल का प्रयोग मुख्यतः हृदय सम्बंधित रोगों में किया जाता है। अर्जुन की छाल से बने चूर्ण से हृदय की गति को सामान्य बनाए रखने, हृदय में सूजन तथा दर्द और घबराहट जैसी विभिन्न प्रकार के समस्याओं को ठीक करने में भी उपयोगी हैं।
2. अर्जुन के छाल में हाइपोलिपिडेमिक, बीटा-सिटोस्टेरोल, इलेजिक एसिड, ट्राईहाइड्रोक्सी ट्राईटरपीन, मोनो कार्बोक्सिलिक एसिड तथा कैंसर कोशिका वृद्धि निरोधात्मक घटक (ल्यूटोलिन) आदि गुण पाए जाते हैं, यह गुण ब्रेस्ट कैंसर, डायबिटीज़ और मोटापे जैसी गंभीर बीमारियों से लड़ने में मददगार होता हैं।
3. इसका प्रयोग लिवर को मजबूत करने एवं अल्सर का उपचार करने में किया जाता है।
4. अर्जुन छाल के चूर्ण से ब्लड प्रैरीफाई और डायबिटीज को नियंत्रित किया जाता है।
5. इसके चूर्ण का प्रयोग कुष्ठ रोग में भी किया जाता है।
6. चूर्ण का प्रयोग कोलेस्ट्रॉल स्तर को कम करने में भी किया जाता है।
7. इसका चूर्ण टूटी हुई हड्डियों को जोड़ने में भी उपयोग होता है।
8. कील मुंहासे को दूर करने में भी अर्जुन की छाल का प्रयोग करते हैं। अर्जुन की छाल में भरपूर मात्रा में एंटीबायोटिक्स गुण होते हैं जिसके कारण यह पिंपल्स और कील मुंहासों से बचाव करता है।
9. अर्जुन की छाल को एक गिलास पानी के साथ एक चम्मच पाउडर को उबालकर काढ़ा बनाकर रोगी को पिला देने पर बुखार से राहत मिल जाता है।
10. कान दर्द की समस्याओं से अर्जुन के वृक्ष के नई पत्तियों का रस निकाल कर दो-चार बूंद कान में डालने पर दर्द से जल्द निजात मिलता है।
11. पेचिस या दस्त की समस्याओं में पांच से सात ग्राम अर्जुन चूर्ण 250 मिलीलीटर गाय के दूध और इतनी ही पानी में मिलाकर पीने से तुरंत आराम मिल जाता है।
12. अर्जुन की छाल तथा गुड़ को दूध में उबालकर रोगी को पिलाने से दिल में आई चिल्लाहट और सूजन में निजात मिलता है।
13. मोटापे से परेशान लोग अर्जुन छाल का काढ़ा सुबह-शाम पीने से बॉडी के अतिरिक्त वसा को कम कर हाइपरटेंशन को भी नियंत्रित करता है।
14. गेहूं के आटे में अर्जुन की छाल को बकरी के दूध और गाय के घी में उबालकर इसमें मिश्री और शहद मिलाकर चाटने से रोगी को तेज हृदय रोग के निजात मिलता है।
15. इसका उपयोग पीलिया से ग्रसित रोगों के निवारण के लिये भी किया जाता है।
16. इसके टहनी का उपयोग दांतों की सफाई में किया जाता है।
17. इसका उपयोग अलेक्सिटेरिक, स्टिप्टिक, टॉनिक और एंथेलमिंटिक के रूप में भी किया जा सकता है।

### इमारती लकड़ी

सैपवुड गुलाबी-सफेद होता है और हर्टवुड भूरे से गहरे-भूरे रंग का, बहुत कठोर, चमकदार, मजबूत और भारी (विशिष्ट गुरुत्व 0.74) होता है। गंधहीन, मोटे बनावट वाली लकड़ी पर गहरे रंग की रेखाएँ होती हैं, और अनियमित रूप से आपस में जुड़े दाने होते हैं। इमारती लकड़ी का उपयोग स्थानीय रूप से गाड़ियाँ, कृषि उपकरण, पानी के कुंड, जाल, नाव निर्माण, घर बनाने, बिजली के खंभे और उपकरण-हैंडल के लिए किया जाता है। यह अन्य लकड़ियों के साथ मिश्रण में संतोषजनक रेयॉन-ग्रेड पल्प भी प्रदान करता है।

### चारा

अर्जुन के नयी पत्तियों में 9-11 प्रतिशत कच्चा प्रोटीन और 14-20 प्रतिशत कच्चा फाइबर उपलब्ध होता है, जिससे पशुचारा तथा रेशमकट भोजन के लिए भी उपयोग किया जाता है।

### टैनिन या डाईस्टफ

अर्जुन के 22-24 % छाल का मुख्य रूप से चमड़ा उद्योग में चर्मशोधन और 7-20 % फल का रंगाई सामग्री के रूप में किया जाता है। टैनेज का उपयोग लाल टिंट के साथ हल्के भूरे रंग के अच्छे और उत्कृष्ट चमड़े को बनाने के लिए किया जा सकता है। इसके छाल का प्रयोग मेहंदी एवं डाई बनाने में भी किया जाता है।

### अन्य उत्पाद

दक्षिण भारत में अर्जुन को शहद उत्पादन के लिए भी उगाते हैं, क्योंकि इसके फूल काफ़ी अच्छी मात्रा में अमृत उत्पादन करती है जो मधुमक्खियों को आकर्षित करती हैं। इसके छाल जिसमें बड़ी मात्रा में चूना (कैल्शियम कार्बोनेट) पाया जाता है, अक्सर पान के साथ चबाने के लिए चूने का उत्पादन करने के लिए किया जाता है। छाल का उपयोग मैले पानी से कीचड़ को साफ करने में सहायता प्रदान करता है।

### लाभ

#### कटाव नियंत्रण

अर्जुन को आमतौर पर नदियों, नालों, पुराने सिंचाई चैनलों, टैंक बांधों के किनारों और मौसमी शुष्क जल स्रोतों में जलोढ़ सलाखों के किनारे लगाया जाता है, जिससे इसके जड़-द्रव्यमान के माध्यम से मिट्टी के कटाव को कम करने में मदद मिलती है।

#### छाया

इसे रास्तों और उद्यानों में छाया या सजावट के लिए लगाया जाता है।

**अन्तःफसली में उपयोग**

अर्जुन कृषि वानिकी पद्धति के लिए एक उपयुक्त वृक्ष प्रजाति है, जो अक्सर नारियल, साइट्रस, खाद्यान फसल और चारे फसल के साथ इंटरक्रॉपिंग की जाती है। यह विशेष रूप से कॉफी बागानों में एक उत्कृष्ट छायादार वृक्ष भी है।

**सजावटी**

यह पेड़ अक्सर सड़कों के किनारे लगाया जाता है और इसका उपयोग अलंकरण के लिए भी किया जाता है।

**भूमि की उर्वरता में सुधार**

अर्जुन का उपयोग आमतौर पर कृषि और सामाजिक वानिकी में खारा, क्षारीय मिट्टी और गहरी नालों के साथ-साथ कैजुरिना प्रजातियों के साथ रेत के टीलों के वनीकरण कार्यक्रमों में किया जाता है।

**प्रदुषण नियंत्रण**

यह जलवायु से कार्बन डाइ-ऑक्साइड को अवशोषित करके जलवायु को स्वच्छ बनाते हैं तथा अपने भोजन का निर्माण भी करते हैं, इसके साथ ही साथ इसकी जड़ें कुओं में पानी को शुद्ध और ठंडा करती हैं।

**अन्य लाभ**

अर्जुन के पत्तियों और फूलों का भारत में पवित्र महत्व है, ज्योतिषी पौधे को स्वाति नक्षत्र से जोड़ते हैं, जिसके अधिष्ठाता देवता वायु है।

**निष्कर्ष**

अर्जुन का पौधा आसानी से सभी प्रकार के जलवायु में उगाया जा सकता है, आधुनिक युग में अधिकांश लोग अपने रोज़मर्रा के जीवन में औषधीय पौधों का उपयोग करते हैं, जो स्वास्थ्य की देखभाल में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। आयुर्वेद में अर्जुन की छाल को बेहतरीन औषधीय गुणों से परिपूर्ण बताया गया है। अर्जुन की छाल का सबसे अधिक प्रभाव हृदय संबंधित बीमारियों के साथ-साथ खून की सफ़ाई और ब्लड प्रेशर भी कंट्रोल करता है। इसलिए इसके रस को कार्डियो-टॉनिक कहा गया है। इसका प्रतेक भाग किसी न किसी रूप में उपयोगी है। अर्जुन में ज्यादा देख-रेख की आवश्यकता न होने के कारण, यह लोगों के बिच ज्यादा प्रचलित हो रहा है। यह जलवायु को स्वच्छ रखने में भी योगदान निभा रहा है, इसके साथ-साथ लकड़ी के सामान, रंग आदि में भी उपयोग होता है।



## चीकू की कटाई उपरांत प्रबंधन

निकिता होलीकट्टी, जया चौधरी, गोरक्ष वाकचौरे

भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र-४१३ ११५

### परिचय

उष्णकटिबंधीय सपोटा फल (Manilkara achras) एक बारहमासी, सदाबहार फल का पेड़ है और किसानों द्वारा भारत के विभिन्न राज्यों में इसकी खेती की जाती है। सपोटा एक मध्यम से बड़ा पेड़ है जिसमें एक गोल छत्र वृद्धि और कई क्षैतिज या झुकी हुई शाखाएँ होती हैं। फल मांसल बेरी, दीर्घवृत्ताकार, शंकाकार या अंडाकार होते हैं और इनमें एक या दो चमकदार काले बीज होते हैं। इसका वजन लगभग 70 से 300 ग्राम होता है, इसमें हल्के भूरे रंग के साथ पतली त्वचा के साथ पीले, हल्के भूरे या लाल गूदे के साथ होता है। इसमें हल्का स्वाद, फल के अंदर सफेद लेटेक्स, सुपाच्य चीनी का अनोखा मीठा स्वाद 12-20% तक होता है और इसमें आयरन और कैल्शियम जैसे खनिज तत्व होते हैं। फल ऊर्जा, आहार फाइबर का भी एक अच्छा स्रोत है, जो इसे एक उत्कृष्ट रेचक बनाता है।

चीकू के फल अपनी जलवायु प्रकृति के कारण अत्यधिक खराब होने वाले होते हैं। विपणन योग्यता तय करने में फसल की परिपक्वता एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। फलों को आमतौर पर उच्च श्वसन और एथिलीन उत्पादन और द्रुतशीतन संवेदनशीलता की विशेषता होती है। सपोटा में उच्च कैलोरी होती है जो प्रति 100 ग्राम में 83 कैलोरी प्रदान करती है। फाइबर का एक अच्छा स्रोत, इस फल का गूदा एक उत्कृष्ट रेचक के रूप में कार्य करता है। यह विटामिन ए, सी, नियासिन, फोलेट और पैंटोथेनिक एसिड और खनिज लोहा, पोटेशियम और तांबे की एक समृद्ध सरणी से भरा हुआ है। सपोटा में मौजूद पादप यौगिक टैनिन में मजबूत एंटीऑक्सीडेंट, एंटी-इंफ्लेमेटरी, एंटीवायरल, जीवाणुरोधी और एंटीपैरासिटिक प्रभाव होते हैं। चीकू में आवश्यक पोषक तत्वों की अधिकता समग्र स्वास्थ्य और कल्याण को बढ़ावा देती है।

इसलिए इस फसल की पर्याप्त व्यापकता है (रिबेरो एट अल., 2014)। लेकिन कटाई के बाद की समस्याएं जैसे जल्दी पकना और पके फलों का तेजी से वार्धक्य (senescence) आना, चीकू के भंडारण जीवन में बाधा उत्पन्न करता है। फसल के बाद के नुकसान उष्णकटिबंधीय देशों में विशेष रूप से भारत में अधिक हैं और यह 25-30% (सुधा एट अल., 2007) के बीच है। सपोटा प्रकृति में चरमोत्कर्ष है और इसलिए इसके कटाई के बाद के जीवन के दौरान नुकसान को कम करने के लिए सावधानीपूर्वक संचालन की आवश्यकता होती है।

### परिपक्वता सूचकांक

परिपक्वता सूचकांक फसल के लिए कमोडिटी की तैयारी का संकेत हैं। इसलिए, यह फसल कटाई की तारीख निर्धारित करने का आधार है। चीकू की कटाई 80% परिपक्वता पर की जाती है। चीकू फूल आने के लगभग 225 से 270 दिनों में पक जाता है। (राधा, जी., 2014)। दूधिया लेटेक्स कम होने पर वे कटाई के लिए तैयार होते हैं और एक नारंगी या आलू का रंग विकसित हो जाता है। फल के शीर्ष पर सूखे मेरुदंड जैसी शैली छूने पर आसानी से गिर जाती है।

## कटाई

सपोटा में फूल आने के दो मुख्य मौसम अक्टूबर-नवंबर और फरवरी-मार्च हैं और दो संबंधित कटाई के मौसम जनवरी-फरवरी और मई-जून हैं। सपोडिला के पेड़ों में, साल भर कटाई योग्य फल हो सकते हैं, हालांकि प्रत्येक किस्म के लिए एक मुख्य मौसम होता है। फूलों की अनियमित आदत और पेड़ पर विकास के सभी चरणों में फलों की उपस्थिति इष्टतम फसल समय निर्धारित करना मुश्किल बनाती है (लक्ष्मीनारायण एट अल, 1980)। रोपण के बाद तीसरे वर्ष से फल आना शुरू हो जाता है लेकिन सातवें वर्ष से आर्थिक उपज प्राप्त की जा सकती है। 10 से 15 साल की उम्र के चीकू के पेड़, किस्म और प्रबंधन प्रथाओं के आधार पर 1000-3000 फल/पेड़ देते हैं। सही परिपक्वता अवस्था से अनजान होने के कारण लगभग 25-30% अपरिपक्व फलों को विपणन के लिए भेजा जाता है। इसलिए, फसल की परिपक्वता विपणन योग्यता तय करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। यदि फलों की परिपक्वता का समय अज्ञात है, तो आप कुछ फलों के गिरने तक प्रतीक्षा कर सकते हैं और फिर समान आकार के फलों की कटाई शुरू कर सकते हैं। परिपक्व फलों को विशेष हार्वेस्टर के साथ काटा या हाथ से चुना जाता है जिसमें एक लंबे बांस पर जालीदार बैग के साथ एक गोल रिंग होती है। इष्टतम परिपक्वता पर चुने गए फल आमतौर पर भंडारण की स्थिति के आधार पर 4 से 10 दिनों में पक जाते हैं (थिरुपथैया एट अल, 2020)। यदि फलों को शारीरिक परिपक्वता से पहले काटा जाता है तो वे नरम नहीं हो सकते हैं, आमतौर पर मिठास, स्वाद में कम और कसैलेपन में उच्च होते हैं। क्लाइमेक्टेरिक फल होने के कारण, कटाई के बाद इसकी गुणवत्ता में सुधार होता है लेकिन समय से पहले कटाई से गुणवत्ता खराब हो जाती है। दूसरी ओर, देर से काटे गए फल जल्दी नरम हो जाते हैं जिसके परिणामस्वरूप हैंडलिंग और परिवहन के दौरान खराब हो जाते हैं। इसलिए, गुणवत्ता बनाए रखने, शेल्फ जीवन का विस्तार करने और उत्पादन के क्षेत्र के बाहर के बाजारों में परिवहन की अनुमति देने के लिए कटाई के बाद इसे सावधानीपूर्वक संभालने की आवश्यकता होती है।

## कटाई उपरांत प्रबंधन

परिवेश के तापमान पर चीकू के फल की शेल्फ लाइफ बहुत कम (2-3 दिन) होती है। फसल के बाद अनुचित प्रबंधन के कारण, फलों में 30% की हानि होती है (पोलारा, 2013)। चीकू प्रकृति का होने के कारण जल्दी पकने वाला फल है और कोल्ड स्टोरेज के प्रति बहुत संवेदनशील है। इस प्रकार, गुणवत्ता बनाए रखने और फल की कटाई के बाद के जीवन को लम्बा करने के लिए कटाई के बाद की प्रणालियों में सुधार करने की आवश्यकता है।

## प्री-कूलिंग

प्री-कूलिंग गुणवत्ता बनाए रखने और कटाई के बाद के जीवन को लम्बा करने के लिए आवश्यक प्राथमिक कटाई के बाद के कार्यों में से एक है। उचित प्रीकूलिंग वजन को संरक्षित करता है और सपोटा में भंडारण जीवन का विस्तार करता है। उत्पाद के थोक का उपयोग टेबल के उद्देश्य के लिए किया जाता है और इसे परिवेशी जलवायु परिस्थितियों में संभाला जाता है जिससे फसल के बाद काफी नुकसान होता

## ग्रेडिंग और पैकिंग

ग्रेडिंग फलों को बाजार के लिए समान आकार और ग्रेड में वर्गीकृत करती है, और चीकू फल के विपणन में एक महत्वपूर्ण पूर्वाकांक्षित (prerequisite) है। ग्रेडिंग या तो मैनुअल रूप से (वार्षिक एट अल I, 2005) या यांत्रिक रूप से (यूके और अंडर, 2010) आयोजित की जा सकती है, जहां आकार और परिपक्वता को ग्रेडिंग संकेतक के रूप में उपयोग किया जा सकता है। जिन फलों में सड़न या यांत्रिक क्षति होती है, उन्हें छोड़ दिया जाता है (याहिया और गुट्टिरेज़-ओरोज्को, 2011)। फल परिपक्व होना चाहिए, समान किस्म के, स्वच्छ, अच्छी तरह से गठित, समान रंग के, और फल मक्खी, क्षय, एन्थ्रेक्रोज, यांत्रिक और द्रुतशीतन चोट से मुक्त होना चाहिए।

स्थानीय बाजारों के लिए, फलों को पानी में धोया जाता है और टोकरियों, बोरियों या बांस की टोकरियों में ले जाया जाता है, जहां पुआल या केले के पत्ते अस्तर सामग्री के लिए उपयोग किए जाते हैं और जाल से ढके होते हैं। यह चोट को कम करने में मदद करता है और फल के पकने को भी बढ़ावा देता है। दूर के बाजारों के लिए, कटे हुए फलों को एक साफ और छिद्रित प्लास्टिक के बक्से में रखें जिसमें फोम शीट या समाचार पत्र कुशनिंग सामग्री के रूप में हों ताकि चोट के प्रभाव को कम किया जा सके। फलों को गत्ते के बक्से या फाइबरबोर्ड या लकड़ी के फ्लैटों में 25 से 49 फल (4.5 किलो) प्रति फ्लैट के साथ पैक किया जाता है। फलों को पैकिंग सामग्री और एथिलीन अवशोषक के रूप में चावल के भूसे के साथ 10 किलो क्षमता के कार्डबोर्ड बॉक्स में पैक किया जाता है। सापोटा फल के लिए सबसे उपयुक्त पैकेजिंग फिल्म एलडीपीई, पॉलीविनाइल क्लोराइड, पॉलीप्रोपाइलीन और पॉलीस्टायरीन फिल्म निर्धारित की गई है। हालांकि, सभी कंटेनरों को फलों की इष्टतम हैंडलिंग, शिपिंग और संरक्षण सुनिश्चित करने के लिए गुणवत्ता, स्वच्छता, वेंटिलेशन और ताकत विशेषताओं को पूरा करना चाहिए।

## संशोधित वायुमंडल पैकेजिंग

जब कम आयामों (बैग, बक्से, पैलेट) की बंद बहुलक फिल्मों (closed polymeric films) में प्रशीतित उत्पादों की पैकेजिंग करके अनुकूल वातावरण का उत्पादन और स्थिरीकरण प्राप्त किया जाता है, तो तकनीक को एमएपी कहा जाता है। संशोधित वायुमंडलीय पैकेजिंग  $O_2$  और  $CO_2$  के लिए चयनात्मक पारगम्यता (selective permeability) के साथ बहुलक फिल्मों का उपयोग करती है, और  $O_2$  एकाग्रता को कम करके और  $CO_2$  एकाग्रता को बढ़ाकर भंडारण वातावरण को संशोधित करती है।

संशोधित-वायुमंडल पैकेजिंग (एमएपी) का अर्थ है पैकेजिंग के अंदर वातावरण को कम ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड के उच्च स्तर प्रदान करने के लिए समायोजित करना, जो फलों के पकने में देरी कर सकता है, श्वसन दर को कम कर सकता है और फलों की गुणवत्ता बनाए रख सकता है (एंटाला और अन्य, 2014)। पैकेजिंग सामग्री की श्वसन दर और पारगम्यता के आधार पर, कम घनत्व वाले पॉलीइथाइलीन, पॉलीविनाइल क्लोराइड, पॉलीप्रोपाइलीन और पॉलीस्टायरीन फिल्म (डैश एट अल I, 2012) पाए गए सपोटा फल की संशोधित वायुमंडलीय पैकेजिंग के लिए प्राप्त उपयुक्त पैकेजिंग फिल्में थीं। कमरे के तापमान पर चीकू के फलों का भंडारण-आयु 13 से 18 दिनों से बढ़कर 5%  $CO_2$  के साथ 21 दिनों तक 10%  $CO_2$  के साथ और 20%  $CO_2$  के साथ 29 दिनों तक पाया गया।

### भंडारण

कई अन्य उष्णकटिबंधीय फलों की तरह, चीकू के फल का भंडारण और शेल्फ जीवन कम होता है। इष्टतम भंडारण की स्थिति 14 डिग्री सेल्सियस और 90-95% आरएच (कादर, 2009) है, जहां फलों को 14-28 दिनों तक रखा जा सकता है (याहिया 2004)। संशोधित और नियंत्रित वातावरण के उपयोग सहित इष्टतम भंडारण स्थितियों के साथ चीकू के फल के भंडारण जीवन को 2-4 सप्ताह से आगे बढ़ाया जा सकता है। हवा (2005) ने दिखाया कि 30 केपीए के दबाव स्तर के तहत 10 डिग्री सेल्सियस पर चीकू के फल का भंडारण श्वसन दर और वजन घटाने को कम करता है।

### शीतगृह

सपोडिला फल द्रुतशीतन क्षति के लिए अतिसंवेदनशील होते हैं। 6 से 10 डिग्री सेल्सियस पर फलों का भंडारण अपरिवर्तनीय क्षति का कारण बनता है जिसके परिणामस्वरूप फल का स्वाद खराब होता है (सालुंखे एट अल, 1984)। चीकू का भंडारण जीवन 25 डिग्री सेल्सियस पर लगभग 13 दिनों, 20 डिग्री सेल्सियस पर 15 दिनों और 15 डिग्री सेल्सियस पर 22 दिनों तक बनाए रखा जा सकता है (ब्रौटन एट अल, 1979)। सामान्य तौर पर, चीकू फल की सभी किस्मों को खाद्य स्वीकार्य गुणवत्ता (पटेल एट अल, 2010) के साथ लंबी अवधि के लिए 12 डिग्री सेल्सियस तापमान पर संग्रहीत किया जा सकता है।

### नियंत्रित वायुमंडलीय भंडारण (सीएस)

नियंत्रण वायुमंडलीय भंडारण में गैस संरचना का एक स्थायी स्थिर नियंत्रण होता है जो फलों को प्रशीतित भंडारण या परिवहन के दौरान एक वायुरोधी ठंडे कमरे या कंटेनर में इष्टतम तापमान और सापेक्ष आर्द्रता पर घेरता है। एथिलीन शोषक में चीकू के फल के पकने में देरी करने और परिपक्व अवस्था में काटे जाने पर परिवेश के तापमान (25-27 डिग्री सेल्सियस) पर 13 दिनों तक विपणन योग्य जीवन का विस्तार करने की क्षमता होती है। चीकू के फलों को 20 डिग्री सेल्सियस पर 5-10% CO<sub>2</sub> के साथ भंडारण और भंडारण वातावरण से एथिलीन (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) को पूरी तरह से हटाने की सिफारिश की जाती है (ब्रौटन एट अल, 1979)।

### तापोपचार

भंडारण के दौरान चीकू के फलों की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए विभिन्न तापमानों और धारण समय पर गर्म पानी के साथ कटाई के बाद के उपचार भी आशाजनक पाए गए। गर्म पानी का उपयोग मूल रूप से कवक क्षय नियंत्रण के लिए किया जाता था, लेकिन इसका उपयोग कीट नियंत्रण तक बढ़ा दिया गया है। दो मुख्य वाणिज्यिक गर्म पानी के उपचार गर्म पानी के डुबकी (विसर्जन) और गर्म पानी ब्रशिंग (स्प्रे) हैं। क्षय को नियंत्रित करने के लिए पोस्टहार्वेस्ट डिप्स अक्सर केवल कुछ मिनटों के लिए, कीटाणुशोधन के लिए गर्मी उपचार से अधिक तापमान पर लागू होते हैं, क्योंकि यह केवल वस्तु की सतह है जिसे हीटिंग की आवश्यकता होती है। सपोटा फल की कटाई के बाद का जीवन 14 दिनों तक बढ़ा हुआ पाया गया जब फल को कटाई के बाद 5 मिनट के लिए 50 डिग्री सेल्सियस पर गर्म पानी में

डुबोया गया (विजयलक्ष्मी एट अल, 2004)। गर्म पानी के उपचार ने एसएससी, कुल शर्करा और एसएससी / टीए अनुपात जैसे गुणवत्ता मानकों को बनाए रखा।

#### वैक्सिंग/कोटिंग:

फ्रूट वैक्सिंग फलों को कृत्रिम वैक्सिंग सामग्री से ढकने की प्रक्रिया है। आमतौर पर धोने से पहले प्राकृतिक मोम को हटा दिया जाता है। वैक्सिंग सामग्री या तो प्राकृतिक या पेट्रोलियम आधारित हो सकती है। वैक्सिंग का प्राथमिक कारण फलों से पानी की कमी को रोकना है। उपस्थिति और कभी-कभी कवकनाशी को और बढ़ाने के लिए रंगों को जोड़ा जा सकता है। फलों को 6% मोम इमल्शन से उपचारित किया जाता है और इथाइलीन और CO<sub>2</sub> अवशोषक युक्त 200 गेज पॉलीइथाइलीन कवर में पैक किया जाता है, जिसकी शेल्फ लाइफ 12 डिग्री सेल्सियस (बानिक एट अल, 1988) पर 45 दिनों की होती है। यह बताया गया है कि खाद्य कोटिंग्स फलों की एक विस्तृत श्रृंखला की गुणवत्ता बनाए रखने में एक प्रमुख भूमिका निभाती हैं (डे एट अल, 2014)। विभिन्न खाद्य कोटिंग सामग्री का उपयोग एलोवेरा, चिटोसिन, मिथाइल सेलुलोज और ताड़ के तेल आदि जैसे फलों के शेल्फ जीवन को बेहतर बनाने के लिए किया जाता है। पद्मजा एट अल (2015) ने दिखाया कि एलोवेरा कोटिंग में डुबकी उपचार फलों की गुणवत्ता बनाए रखने में प्रभावी था, जिसमें कटाई के बाद के जीवन को 20 दिनों तक बढ़ाया गया था।

#### विकिरण (Irradiation):

विनाशकारी जीवों, या प्रक्रियाओं, जिन्हें नियंत्रण की आवश्यकता होती है, की तुलना में विकिरणित वस्तु चोट के प्रति बहुत कम संवेदनशील होती है। गामा विकिरण कुछ उद्देश्यों को प्राप्त करने के लिए अत्यधिक नियंत्रित तरीके से किसी भी उत्पाद को आयनीकृत विकिरण के अधीन करने की प्रक्रिया है जैसे: रोगजनकों के उत्पाद में कमी का बंध्याकरण। 0.1 KGy पर गामा विकिरण के लिए सपोडिला फल के एक्सपोजर ने एस्कॉर्बिक एसिड (सलुंखे एट अल, 1984) पर किसी भी नकारात्मक प्रभाव के बिना उनके भंडारण जीवन को 3-5 दिनों तक 26.7 डिग्री सेल्सियस और 10 डिग्री सेल्सियस पर 15 दिनों तक बढ़ा दिया। श्रीनु एट अल, (2015) ने आगे दिखाया कि 200 Gy विकिरण के साथ सपोटा फल का विकिरण, उसके बाद 15 डिग्री सेल्सियस पर भंडारण, अनुपचारित फल के लिए 15 दिनों की तुलना में कटाई के बाद के जीवन को 26 दिनों तक बढ़ा देता है। हालांकि, कम खुराक (200Gy) पर विकिरणित फलों की तुलना में, 400 Gy से अधिक खुराक के साथ इलाज किए गए फल नरम थे और उनकी शेल्फ लाइफ कम थी।

#### सारांश और भविष्य की संभावनाएं:

चीकू के फल बहुत जल्दी खराब होने वाले होते हैं, एक मजबूत क्लाइमेक्टेरिक पकने वाले व्यवहार के साथ, जिसे फसल के बाद सावधानीपूर्वक संभालने की आवश्यकता होती है ताकि इष्टतम गुणवत्ता पर दूर के बाजारों में परिवहन की अनुमति मिल सके। हालांकि, फलों में कटाई के बाद के नुकसान को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करने के लिए और कटाई के बाद की समस्याओं को दूर करने के लिए सही उपचार स्थापित करने के लिए विभिन्न पोस्ट-हार्वेस्ट उपचारों और प्रबंधन प्रथाओं की एक व्यवस्थित जांच की आवश्यकता है। कई परिपक्वता सूचकांकों पर विचार किया गया है, जिसमें रंग और पूर्ण खिलने से लेकर परिपक्वता तक के दिन शामिल हैं, लेकिन अधिक मजबूत तकनीकों को विकसित

करने की आवश्यकता है। शीत भंडारण फसल के बाद के जीवन को बढ़ाने में प्रभावी है, लेकिन विभिन्न किस्मों और विभिन्न बढ़ती परिस्थितियों के लिए आदर्श तापमान की पुष्टि के लिए अधिक व्यवस्थित शोध की आवश्यकता है। संशोधित और नियंत्रित वातावरण का उपयोग, विशेष रूप से प्रशीतन के तहत एमएपी के उपयोग ने, कटाई के बाद के प्रबंधन और भंडारण के लिए आशाजनक परिणाम दिखाए हैं, लेकिन उपयुक्त व्यावसायिक हैंडलिंग स्थितियों को स्थापित करने के लिए और अधिक शोध की आवश्यकता है। व्यावहारिक पोस्टहार्वेस्ट हैंडलिंग और स्टोरेज तकनीकों की स्थापना से विश्व बाजारों में सपोटा फल के वितरण को लाभ होगा, जहां बाजार पहुंच आवश्यकताओं और खुदरा मांगों को पूरा करने के लिए मजबूत निर्यात प्रोटोकॉल और हैंडलिंग तकनीकों की आवश्यकता होती है।



**वे तारों के दीप, नहीं जिनको भाता है बुझ जाना;  
वे नीलम के मेघ, नहीं जिनको है घुल जाने की चाह  
वह अनन्त ऋतुराज, नहीं जिसने देखी जाने की राह।”**

**- महादेवी वर्मा**

## अजैविक तनाव प्रबंधन के लिए एंडोफाइड्स

समीक्षा छव्हाण, किरण देशमुख, सुप्रिया थोरात, मेघना गुणवारे, परितोष कुमार, नीरज कुमार

भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र-४१३ ११५

### परिचय

अजैविक कारक जैसे, सूखा, लवणता, ठंड, गर्मी और मिट्टी के पीएच में उतार-चढ़ाव जो कृषि उपज को सीमित करते हैं, वैश्विक कृषि उत्पादन पर महत्वपूर्ण प्रभाव डालते हैं। अत्यधिक सूखे की स्थिति में, मिट्टी में पानी की मात्रा कम हो जाती है और इसकी लवणता की मात्रा बढ़ जाती है, जिससे उच्च लवणता सांद्रता के संपर्क में आने वाली जड़ों में परासरण तनाव और आयनिक विषाक्तता पैदा होती है। सूखा तनाव एक अपरिहार्य तत्व है जो बिना किसी सीमा या स्पष्ट चेतावनी के विभिन्न स्थितियों में मौजूद होता है, जो पौधे के बायोमास के उत्पादन, गुणवत्ता और ऊर्जा में बाधा डालता है। इसके बावजूद, इसका एक संचयी, सूक्ष्म और विविध प्रभाव है जो पौधों की प्रकाश संश्लेषक क्षमता को उनकी आकृति विज्ञान, शारीरिक, जैव रासायनिक और आणविक विशेषताओं को नकारात्मक रूप से प्रभावित करके, पौधों को नकारात्मक रूप से प्रभावित करता है। ऐसा कहा जा रहा है, एक्सपोजर की लंबाई और डिग्री निर्धारित करती है कि सूखा पौधे प्रणाली को कैसे प्रभावित करता है। अल्पकालिक सूखे के दौरान स्तन्यपटल छिद्र और वाष्पोत्सर्जन दर में कमी पौधों को पानी का अधिक कुशलता से उपयोग करने में मदद करती है। हालांकि, लंबे समय तक सूखे के संपर्क में रहने से क्लोरोप्लास्ट और स्टार्च के दाने क्षतिग्रस्त हो जाते हैं, जो प्रकाश रासायनिक गतिविधि पर नकारात्मक प्रभाव डालते हैं और पौधों के पारगमन की दर को कम करते हैं। (ब्रोडर्सन एवं अन्य, 2019) कृषि फसल उत्पादन और खेती कई पर्यावरणीय दबावों से प्रभावित हुई है, जिसमें तेज हवाएं, अत्यधिक उच्च तापमान, मिट्टी में लवणता, सूखा और बाढ़ शामिल हैं। इनमें से, मिट्टी में लवणता सबसे विनाशकारी पर्यावरणीय तनावों में से एक है, जिससे खेती की भूमि क्षेत्र, फसल उत्पादकता और फसल की गुणवत्ता में महत्वपूर्ण कमी आती है। (यामागुची और ब्लमवालड, 2005) पौधे तनाव सहिष्णुता का निर्माण करने के लिए कई तंत्रों का उपयोग करते हैं, जिनमें सिग्नल ट्रांसडक्शन, तनाव संवेदनशील जीन, कार्यात्मक प्रोटीन का सक्रियण या निष्क्रियता, और विशिष्ट कोशिका ऑर्गेनेल, मुख्य रूप से पेरोक्सीसोम, माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट में प्रतिक्रियाएं शामिल हैं। इसके अतिरिक्त, तनावपूर्ण परिस्थितियों में, पादप प्रणालियाँ तनाव हार्मोन और प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियों (आरओएस) का स्राव करके अपने आणविक व्यवहार को बढ़ाती हैं जो कार्यात्मक रूप से कोशिकीय शरीर विज्ञान को नियंत्रित करने और पौधे के सामान्य कामकाज को बनाए रखने का काम करती हैं। (कुमार एवं अन्य, 2018) आवश्यक जैविक गतिविधियों को अनुकूलित करने और अजैविक और जैविक चुनौतियों की एक श्रृंखला के खिलाफ रक्षा तंत्र विकसित करने के लिए, पौधे विभिन्न प्रकार की सूक्ष्मजीव प्रजातियों के साथ बातचीत करते हैं जो प्रकंदमंडल और फाइलोस्फेयर में प्रचुर मात्रा में हैं। हालांकि, लाभकारी माइक्रोबियल उपभेदों का उपयोग करना पौधे की उत्पादकता और विकास उत्पादन पर अजैविक तनाव के प्रभावों को कम करने का सबसे व्यावहारिक, भरोसेमंद और टिकाऊ तरीका है। यह व्यापक रूप

से स्वीकार किया जाता है कि विभिन्न प्रकार की जैविक और अजैविक तनाव परिस्थितियों में, पौधों के सूक्ष्मजीव समुदाय पौधों के विकास और स्वास्थ्य को बनाए रखने या सुधारने के लिए आवश्यक हैं।

### पौधों पर अजैविक दबाव का प्रभाव

- कोई भी पर्यावरणीय स्थिति जिसमें पौधे के विकास और उत्पादकता को प्रतिबंधित करने की क्षमता होती है, उसे अजैविक तनाव कहा जाता है। जिस तीव्रता, अवधि और दर पर तापमान इष्टतम स्तरों पर बढ़ता है, वह मिलकर एक जटिल प्रक्रिया बनाता है जिसे ऊष्मा तनाव के रूप में जाना जाता है।
- गर्मी दुनिया भर में कृषि उत्पादन के लिए एक गंभीर खतरा है क्योंकि यह सेलुलर होमियोस्टेसिस को बाधित कर सकता है, जिसके परिणामस्वरूप अंततः विकास मंदता या यहां तक कि मृत्यु भी हो सकती है। एक अन्य पर्यावरणीय स्थिति जो कई पौधों की प्रजातियों के बढ़ने के मौसम को प्रतिबंधित करती है, वह है ठंड। सर्दी मुख्य रूप से पौधे को प्रभावित करती है जब यह अंकुरण अवस्था में होता है। सतह के घाव का विकास, मलिनकिरण, सूखापन, प्रेरित बुढ़ापा, शेल्फ जीवन में कमी और एथिलीन उत्पादन सामान्य संकेत हैं।
- सूखा एक महत्वपूर्ण पर्यावरणीय तनाव है जो फसल उत्पादकता को काफी कम करता है। सूखे के कई मुख्य प्रभाव होते हैं, जैसे खराब अंकुरण, पौधों की वृद्धि में कमी, पोषक तत्वों की उपलब्धता में कमी, प्रकाश संश्लेषण, अलग-अलग पत्तियों की मात्रा और आकार, पौधों का ताजा और सूखा वजन आदि।
- एक अन्य अजैविक तत्व जो कृषि उत्पादकता को प्रतिबंधित कर सकता है, विशेष रूप से शुष्क या अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में, पानी या मिट्टी में लवणता है। पौधों पर लवणता के प्रतिकूल प्रभाव कम मृदा परासरण क्षमता, पोषण असंतुलन, विशिष्ट आयन प्रभाव, या इनके संयोजन के अनुरूप होते हैं। इन कारकों का विभिन्न स्तरों पर पौधों की वृद्धि और विकास पर गंभीर प्रभाव पड़ता है। (इमरान एवं अन्य, 2021)।

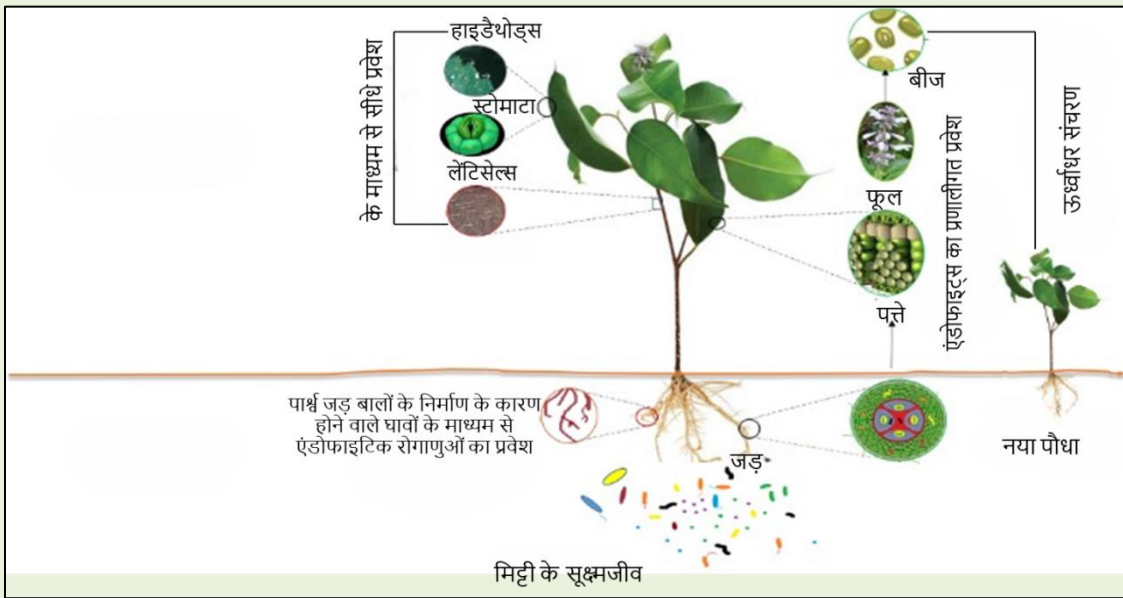
### एंडोफाइड क्या हैं?

डी बैरी (1866) ने एंडोफाइट की पहली परिभाषा प्रदान की "पौधे के ऊतकों के भीतर बढ़ने वाले किसी भी जीव को एंडोफाइट कहा जाता है।" लेकिन अलग-अलग शोधों के अनुसार, परिभाषा बदलती रहती है। एंडोफाइड कोई भी जीव है जो अपने जीवन चक्र के एक चरण में, मेजबान पौधे को नुकसान पहुंचाए बिना पौधों के आंतरिक ऊतकों में बस जाता है। एंडोफाइड की यह परिभाषा पेट्रिनी (1991) द्वारा प्रदान की गई थी।

एंडोफाइटिक समुदायों के भीतर अन्य उपसमूह हैं, जैसे 'ओब्लिगेट' या 'संकाय। ओब्लिगेट एंडोफाइड वे होते हैं जो अपने अस्तित्व के लिए पौधे के चयापचय पर निर्भर होते हैं और या तो ऊर्ध्वाधर रूप से प्रेषित होते हैं या विभिन्न वैक्टरों की गतिविधि के माध्यम से पौधों में सक्रिय रूप से फैल जाते हैं (हरदोइम एवं अन्य, 2008)। दूसरी ओर, संकलक एंडोफाइड वे हैं जो अपने जीवन चक्र के कुछ समय के लिए अपने मेजबान शरीर के बाहर रहते हैं और आम तौर पर आसपास के मिट्टी के वातावरण और वायुमंडल के पौधों से जुड़े होते हैं (अब्रू-तराज़ी एवं अन्य, 2010)। एंडोफाइड कवक या बैक्टीरिया सहित विभिन्न रूपों में पौधों से जुड़े होते हैं (एक्टिनोमाइसेड्स या माइकोप्लाज्मा)।

### पादप ऊतकों में एंडोफाइड का प्रवेश और उनकी स्थापना:

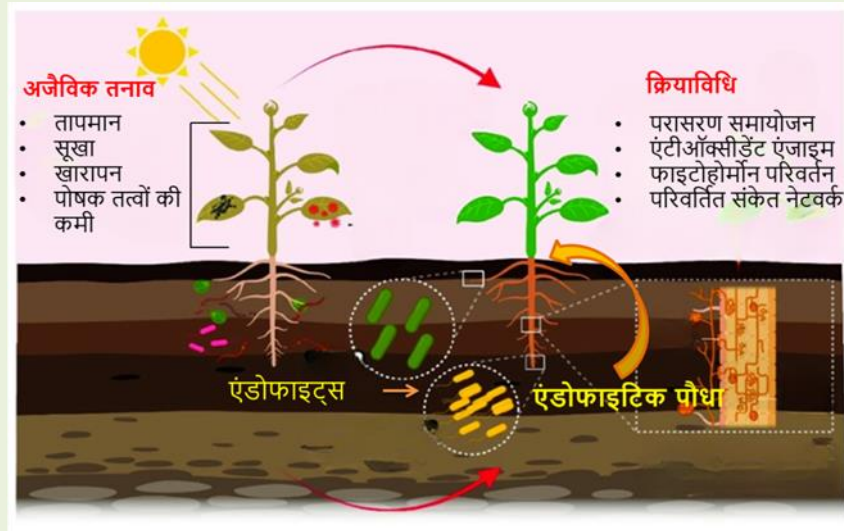
एंडोफाइड्स रोगजनक सूक्ष्मजीवों के समान मार्ग का उपयोग करके पौधों में प्रवेश करते हैं। जब एंडोफाइड्स रोगजनकों की तुलना में मेजबान में प्रवेश करते हैं, तो रक्षा से संबंधित अणुओं की अभिव्यक्ति कम होती है। प्रभावी एंडोफाइटिक उपनिवेशीकरण में कई महत्वपूर्ण चरण शामिल हैं, जैसे कि मेजबान की पहचान करना, उपनिवेशित पौधे की सतह की पहचान करना और आंतरिक पौधे के ऊतकों में प्रवेश करना, कुछ एंडोफाइड्स के अपवाद के साथ जो बीज या वनस्पति सामग्री के माध्यम से प्रचारित होते हैं। पौधों को विभिन्न प्रकार के प्राकृतिक छिद्रों के माध्यम से एंडोफाइटिक बैक्टीरिया के संपर्क में लाया जाता है, जिसमें स्टोमाटा, लेटिसेल्स, हाइडैथोइड्स और मिट्टी के कणों के घर्षण से घाव, रोगजनक क्षति, पार्श्व जड़ों का विकास, माइक्रोपोर्स और अजैविक या यांत्रिक क्षति शामिल हैं।



चित्र: पौधे में एंडोफाइड्स का प्रवेश, स्थापना और संचरण की प्रक्रिया

### एंडोफाइड्स का उपयोग करके अजैविक तनावों का शमन

कई गंभीर परिस्थितियाँ हैं जो पौधों की वृद्धि और विकास को सीमित करती हैं। इन स्थितियों में पर्यावरणीय तनाव और जीवित समुदायों द्वारा प्रेरित तनाव शामिल हैं। दो तरीके हैं जिनसे पौधे अजैविक तनाव का सामना कर सकते हैं (i) पौधे तनाव के संपर्क में आने के बाद प्रतिक्रिया तंत्र को तुरंत सक्रिय करके तनाव के प्रतिकूल प्रभावों को रोक सकते हैं। (मीना एवं अन्य, 2017) और (ii) एंडोफाइड्स द्वारा एंटी-स्ट्रेस बायोकेमिकल्स का जैव संश्लेषण (शुलज़ एवं अन्य, 2002)।



**चित्र:** प्रमुख पर्यावरणीय तनाव और पादप-एंडोफाइट्स अंतःक्रियाओं के तंत्र जो इन तनावों के दौरान पादप की योग्यता को प्रभावित करते हैं

**सूखे की अवधि में पानी के उपयोग की प्रभावशीलता में सुधार:**

ऐसी रिपोर्टें आई हैं कि एंडोफाइट से जुड़े पौधे, जैसे पैनिक घास, चावल, टमाटर और टीले की घास, काफी कम पानी का उपयोग करते हैं और इनमें गैर-जैव पौधों की तुलना में अधिक बायोमास होता है। सूखा सहिष्णुता की घटना को गैर-संक्रमित पौधों के सापेक्ष एंडोफाइट-संक्रमित पौधों के ऊतकों में विलेय संचय में वृद्धि, पत्ते की चालकता में कमी और धीमी वाष्पोत्सर्जन धारा, या मोटे क्यूटिकल्स के निर्माण के कारण समझाया जा सकता है।

**पोषण संबंधी तनाव (पोषक तत्वों का अवशोषण और पुनर्चक्रण):-**

एंडोफाइट्स अपने मेजबान को मैक्रो-और सूक्ष्म पोषक तत्वों दोनों के हस्तांतरण की सुविधा प्रदान करते हैं। नाइट्रोजन-फिक्सिंग बैक्टीरिया पौधों की जड़ों के उत्सर्जन को तोड़ते हैं, जो पौधे को अमीनो एसिड संश्लेषित करने के लिए आवश्यक नाइट्रोजन देते हैं। एंडोफाइट्स विभिन्न प्रकार के तंत्रों द्वारा पौधों के विकास में सहायता करते हैं, जिसमें फॉस्फेट का घुलन, साइडरोफोर्स, गिब्वेरेलिन (जी. ए.) साइटोकिनिन और महत्वपूर्ण विटामिनों का निर्माण शामिल है। (झा एवं अन्य, 2011)। अपने मेजबान पौधों के कूड़े के जैव क्षरण में एंडोफाइट्स के कार्य को अध्ययनों द्वारा प्रदर्शित किया गया है। प्रारंभ में, वे पौधों पर बस जाते हैं और सैप्रोफाइटिक सूक्ष्मजीवों को एक दूसरे के खिलाफ कार्य करने की अनुमति देते हैं, जिससे कचरे के टूटने में तेजी आती है। एंडोफाइट्स सेलूलोज़, हेमिसेल्युलोज़ और लिग्निन जैसे कार्बनिक पदार्थों को तोड़ने में सक्षम होते हैं, जो पोषक तत्वों के चक्रण में मदद करते हैं (टेरेखोवा और सेमेनोवा एवं अन्य, 2005)।

**तापमान तनाव सहिष्णुता**

उच्च तापमान, वर्षा और अक्षांश की अंतःक्रिया और प्रभाव पौधों में एंडोफाइट्स की संरचना को प्रभावित कर सकता है। लिपिड पेरोक्सीडेशन और एस्कॉर्बेट और ग्लुटाथियोन के ऑक्सीकृत-से-कम रूपों के अनुपात में परिवर्तन एंडोफाइट-

उपनिवेशित पौधों के तापमान और नमक तनाव के प्रतिरोध में वृद्धि के कारण हैं। ठंडे तापमान के संपर्क में आने वाले पौधों को एंडोफाइड से लाभ होता है। इससे प्रोलाइन, स्टार्च और फेनोलिक रसायनों सहित विभिन्न कोल्ड स्ट्रेस मेटाबोलाइट्स का संचय होता है, साथ ही सेलुलर क्षति में कमी और प्रकाश संश्लेषक गतिविधि में वृद्धि होती है।

## लवणता और क्षारीयता के लिए सहिष्णुता

एंटीऑक्सीडेंट एंजाइमों की कमी लवड़ तनाव को सहन करने की पौधे की क्षमता से संबंधित है। ग्लूटाथियोन, एस्कॉर्बेट और टोकोफेरॉल आरओएस सफाई करने वालों में से हैं, साथ ही एंजाइम ग्लूटाथियोन रिडक्टेस (जीआर) डिहाइड्रोएस्कोर्बेट रिडक्टेस (डीएचएआर) कैटालेस (सीएटी) एस्कॉर्बेट या थियोल-डिपेंडेंट पेरॉक्सीडेस (एपीएक्स) और मोनो-डिहाइड्रोएस्कोर्बेट रिडक्टेस हैं। ये (एसओडी, सीएटी, एपीएक्स) या उनकी अप्रत्यक्ष गतिविधियाँ (कोशिका में पुनर्जनन एस्कॉर्बेट और ग्लूटाथियोन) आरओएस को हटाने में योगदान करती हैं। एंडोफाइटिक एंटीऑक्सीडेंट के स्तर को बढ़ाता है, जो पौधे में लवड़ता प्रतिरोध विकसित करने में मदद करता है।

## निष्कर्ष

दुनिया भर में लगभग 300,000 पौधों की प्रजातियाँ एक या अधिक एंडोफाइड की मेजबानी करती हैं। प्रत्येक एंडोफाइट की एक अनूठी भूमिका होती है जो पौधे के विकास को बढ़ाती है और इसे विभिन्न जैविक और अजैविक तनावों से बचाती है। हम उतार-चढ़ाव वाली पर्यावरणीय स्थितियों के परिणामस्वरूप अजैविक तनाव को कम करने के लिए इनोक्यूलेंट के रूप में एंडोफाइड का उपयोग करने में सक्षम हैं क्योंकि यह लाभ मेजबान-विशिष्ट नहीं है। टिकाऊ कृषि, खाद्य सुरक्षा और पर्यावरण संरक्षण में बढ़ती रुचि को देखते हुए लाभकारी एंडोफाइड का उपयोग करना महत्वपूर्ण है। एंडोफाइड में पौधों में शारीरिक रोगों को सकारात्मक रूप से नियंत्रित करने की क्षमता रखने वाले नए, शारीरिक रूप से सक्रिय मेटाबोलाइट्स की एक श्रृंखला उत्पन्न करके पौधों के उत्पादों की गुणवत्ता और मात्रा में सुधार करने में एक लाभप्रद उपकरण बनने की क्षमता है। पौधों से हानिकारक कीटनाशक, जड़ी-बूटी और भारी धातु के अवशेषों को हटाने के अलावा, वे उन्हें बीमारी से बचा सकते हैं। इसके अलावा, यह मेजबान की प्रतिरक्षा प्रणाली को बढ़ावा देने के लिए तेजी से प्रतिक्रिया करता है। एंडोफाइड का उपयोग उन पौधों के लिए द्वितीय दृष्टिकोण के रूप में किया जा सकता है जो सूखे, लवणता, तापमान, पोषक तत्वों के तनाव और भारी धातुओं जैसे कई तनावों को अनुकूलित करते हैं।

## सन्दर्भ

1. अब्रेउ-तराज़ी, एम. एफ., नवार्ते, ए. ए., आंद्रेओट, एफ. डी., अल्मेडा, सी. वी., साई, एस. एम., और अल्मेडा, एम. (2010). पी. सी. आर.-डी. जी. जी. ई. द्वारा प्रकट किए गए लंबे समय तक इन विट्रो में संवर्धित "अक्षीय" अनानास माइक्रोप्लांट में एंडोफाइटिक बैक्टीरिया। वर्ल्ड जर्नल ऑफ माइक्रोबायोलॉजी एंड बायोटेक्नोलॉजी, 26,555-560।
2. ब्रोडर्सन सी.आर., रॉडी ए.बी., वासन जे.डब्ल्यू. मैकएलोन ए.जे. (2019) समय के माध्यम से जाइलेम की कार्यात्मक स्थिति। अनु. रेव. बायोल पौधा लगाएं। 70:407-433।

3. हार्डोइम, पी. आर., वैन ओवरबीक, एल. एस., और वैन एल्सास, जे. डी. (2008). जीवाणु एंडोफाइट्स के गुण और पौधों के विकास में उनकी प्रस्तावित भूमिका। माइक्रोबायोलॉजी में रुझान, 16 (10)463-471।
4. इमरान क्यू.एम., फलक एन., हुसैन ए., मुन बी.जी. और यू बी.डब्ल्यू. (2021) पौधों में अजैविक तनाव; आणविक प्रतिक्रिया के लिए तनाव की धारणा और तनाव प्रतिरोध में जैव प्रौद्योगिकी उपकरणों की भूमिका। कृषि विज्ञान 11,1579.
5. झा, वाई, सुब्रमण्यम, आर.बी. और पटेल, एस. (2011)ओरिजा सैटिवा में राइज़ोबैक्टीरिया को बढ़ावा देने वाले एंडोफाइटिक और राइज़ोस्फेरिक पौधों के विकास का संयोजन खारा तनाव के खिलाफ ऑस्मोप्रोटेक्टेंट के उच्च संचय को दर्शाता है। एक्टा फिजियोल प्लांट 33,797-802।
6. कुमार ए. और वर्मा जे.पी. (2018)क्या पादप-सूक्ष्मजीव अंतःक्रिया पादपों में तनाव सहिष्णुता प्रदान करती है: एक समीक्षा माइक्रोबियोल। Res.207,41-52.
7. मीना के. के., सोरटी ए. एम., बिटला यू. एम., चौधरी के., गुप्ता पी., पारीक ए., सिंह डी. पी., प्रभा आर., साहू पी. के., गुप्ता वी. के., सिंह एच. बी., कृष्णानी के. के. और मिन्हास पी.एस. (2017) पौधों में अजैविक तनाव प्रतिक्रियाएं और सूक्ष्मजीव-मध्यस्थ शमन: ओमिक्स रणनीतियाँ। फ्रंट प्लांट विज्ञान 8:17
8. शुल्ज़, बी., बॉयल, सी., ड्रेगर, एस., रोमर्ट, ए.के. (2002) एंडोफाइटिक कवक: उपन्यास जैविक रूप से सक्रिय माध्यमिक चयापचय का एक स्रोत। माइकोल रेस 109:996-1004।
9. तेरेखोवा, वी.ए. और सेमेनोवा, टी.ए. (2005) माइक्रोमाइसेट समुदायों की संरचना और पौधों के मलबे के अपघटन के दौरान बेसिडियोमाइसेट्स के साथ उनकी सिनकोलॉजिक बातचीत। माइक्रोबियोल 74:91-96
10. यामागुची टी., ब्लमवालड ई. (2005) नमक सहिष्णु फसल पौधों का विकास: चुनौतियाँ और अवसर। रुझान पादप विज्ञान। 10 (12) 615-620.



## जलीय कृषि में तांबे धातु की भूमिका

प्राणिता कृष्णात गणेशकर\*, अनुपमा शिंदे, समीक्षा छव्हाण, सुप्रिया ठोरात, मेघना गुणवारे, किरण देशमुख, परितोष कुमार, नीरज कुमार

भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र- ४१३ ११५

### परिचय

तांबा एक रासायनिक तत्व है जिसका रासायनिक प्रतीक Cu है। यह आवर्त सारणी परमाणु द्रव्यमान संख्या के समूह 11 (बी) की एक तन्व धातु है, और इसका अटोमिक भार और संख्या क्रमशः ६३.५४९ और २९ है। इसका घनत्व ८.९६ ग्राम/सेमी क्यूब है और यह १०८५ °C (१९८५ °F) पर पिघलता है, जबकि २५६२ °C (४६४४ °F) पर उबलता है। प्रारंभ में एक विशिष्ट लाल-नारंगी रंग का, तांबा हवा के संपर्क में आने पर भूरे रंग में बदल जाता है। रासायनिक रूप से, यह अपेक्षाकृत अप्रतिक्रियाशील है, ऑक्सीजन के संपर्क में आने पर कॉपर ऑक्साइड की एक सुरक्षात्मक परत बनाता है, इसे अत्यधिक संक्षारण प्रतिरोधी बनाता है। इसके विविध अनुप्रयोगों में इसकी उत्कृष्ट चालकता के कारण विद्युत वायरिंग और इलेक्ट्रॉनिक्स शामिल हैं, साथ ही हीट एक्सचेंज, प्लंबिंग, वास्तुकला और कलात्मकता में इसकी उपयोगिता भी शामिल है। इसके अलावा, तांबा मानव स्वास्थ्य के लिए महत्वपूर्ण है, यह आहार पूरक और चिकित्सा उपकरणों में उपयोग किए जाने वाले एक आवश्यक तत्व के रूप में कार्य करता है, जो विभिन्न उद्योगों में इसके महत्व को रेखांकित करता है। कॉपर सल्फेट, आमतौर पर विभिन्न रूपों में उपयोग किया जाता है, यह आमतौर पर क्रिस्टल या पाउडर के रूप में उपलब्ध होता है। इन रूपों का उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों, जैसे जल उपचार, कृषि और जलीय कृषि के लिए किया जाता है। जलीय पारिस्थितिकी तंत्र और मछली के स्वास्थ्य पर संभावित नकारात्मक प्रभावों को कम करने के लिए उचित प्रबंधन, खुराक निर्धारण और निगरानी महत्वपूर्ण है (वाटसन एट अल., 2021)। तांबे के अत्यधिक संपर्क से जलीय जीवन पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है और जलीय पारिस्थितिकी तंत्र का नाजुक संतुलन बाधित हो सकता है। इसलिए स्वस्थ और टिकाऊ जलीय कृषि वातावरण सुनिश्चित करने के लिए तांबे का उचित स्तर को बनाए रखना अनिवार्य है। जलीय कृषि में तांबे के उपयोग को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करने के लिए नियमित निगरानी, उचित खुराक और नियामक दिशानिर्देशों का पालन आवश्यक प्रथाएं हैं। मछली के ऊतकों में आयनिक तांबे का जैवसंचय मुख्य रूप से जोखिम की अवधि और पर्यावरण में मौजूद तांबे की खुराक से प्रभावित होता है। कॉपर सल्फेट की बढ़ी हुई सांद्रता मछली के हेमेटोपोएटिक ऊतकों को नुकसान पहुंचा सकती है और संभावित रूप से उजागर व्यक्तियों में विभिन्न शारीरिक प्रक्रियाओं को बाधित कर सकती है। मछली में भारी धातु ग्रहण करने के स्वीकृत मार्ग में गलफड़ों और शरीर की सतह के माध्यम से अवशोषण, उसके बाद रक्तप्रवाह के माध्यम से यकृत तक परिवहन शामिल है। जहां चयापचय (मेटबॉलिज्म) होता है, और अंततः पित्त के माध्यम से उत्सर्जन होता है (अमापा एट अल, २०२१)। पीएच, लवणता और कार्बनिक पदार्थ सामग्री जैसे पर्यावरणीय कारकों में भिन्नता के कारण मीठे पानी बनाम समुद्री वातावरण में तांबे के उपयोग के लिए विभिन्न गणना और अनुवर्ती प्रक्रियाएं आवश्यक हैं (यानोंग, २०१९)।

### जलीय कृषि में तांबे के लाभ

तांबे का उपयोग इसके बहुमुखी लाभों के लिए जलीय कृषि में किया जाता है। मुख्य रूप से, इसके रोगाणुरोधी गुण जलीय जीवों के बीच रोग नियंत्रण और रोकथाम में सहायता करते हैं, जो मछलियों के स्वास्थ्य को बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण हैं। इसके अलावा, तांबा प्रदूषकों से उत्पन्न तनाव को कम करने के लिए एक प्रभावी साधन के रूप में कार्य करता है, जलीय जीवन पर उनके हानिकारक प्रभावों का प्रतिकार करने के लिए एक विषहरण एजेंट के रूप में कार्य करता है। इसके अलावा तांबा एंजाइम सक्रियण को सुविधाजनक बनाकर जलीय जीवों की प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को बढ़ाने में योगदान देता है जो विभिन्न मेटबॉलिस्म प्रक्रियाओं के लिए महत्वपूर्ण है। इसके अतिरिक्त, यह मछली और अन्य जलीय प्रजातियों में वृद्धि और विकास को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जिससे समग्र जलीय कृषि उत्पादकता का समर्थन होता है। हालाँकि, विषाक्तता को रोकने के लिए तांबे के स्तर की सावधानीपूर्वक निगरानी और विनियमन आवश्यक है।

### रोगाणुरोधी गुण और रोग नियंत्रण

कॉपर सल्फेट (CuSO<sub>4</sub>) का उपयोग आमतौर पर अपने मजबूत रोगाणुरोधी गुणों के कारण विभिन्न रोगजनकों और परजीवियों को नियंत्रित करने के लिए जलीय कृषि में किया जाता है। यह जलीय कृषि प्रणालियों में बैक्टीरिया, परजीवी, वायरस, कवक और शैवाल के विकास और प्रसार को प्रभावी ढंग से रोकता है।

### जीवाणु रोगों का नियंत्रण

जलीय कृषि प्रणालियों में जीवाणु रोगों को नियंत्रित करने में कॉपर सल्फेट के उपयोग का एक लंबा इतिहास है। यह बैक्टीरिया की आबादी को प्रभावी ढंग से कम कर सकता है, जिससे जलीय जीवों के बीच संक्रमण के खतरे को कम करने में मदद मिलती है।

### एक्टोपारासाइट्स पर नियंत्रण

कॉपर सल्फेट विशेष रूप से प्रोटोजोआन और मेटाज़ोआन जैसे एक्टोपारासाइट्स के खिलाफ प्रभावी है, जिसमें हानिकारक "इच" (इचथियोफ्थिरियस मल्टीफिलिस) भी शामिल है, जो मछली में सफेद धब्बे के संक्रमण का कारण बनता है। यह प्रोटोजोआ और मोनोजीनियन दोनों प्रजातियों को नियंत्रित कर सकता है, जो आमतौर पर जलीय कृषि में मछली के स्वास्थ्य और उत्पादन को प्रभावित करते हैं।

### शैवाल पर प्रभाव

कॉपर सल्फेट का उपयोग तालाबों और जलीय कृषि प्रणालियों में शैवाल की वृद्धि को नियंत्रित करने के लिए भी किया जाता है। हालाँकि, इसके उपयोग से पानी में ऑक्सीजन के स्तर में कमी आ सकती है, खासकर जब बड़ी मात्रा में शैवाल नष्ट हो जाते हैं। शैवाल प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से ऑक्सीजन उत्पादन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, इसलिए उनके निष्कासन से ऑक्सीजन का स्तर कम हो सकता है। इसे कम करने के लिए, कॉपर सल्फेट के साथ उपचार समय के साथ छोटी खुराक में किया जाना चाहिए, या पर्याप्त ऑक्सीजन स्तर बनाए रखने के लिए आपातकालीन

वातन प्रणाली उपलब्ध होनी चाहिए। हालांकि कॉपर सल्फेट जलीय कृषि प्रणालियों में रोगजनकों और परजीवियों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित कर सकता है, लेकिन इसके अनुप्रयोग के लिए संभावित पर्यावरणीय प्रभावों पर सावधानीपूर्वक ध्यान देने और जलीय पारिस्थितिक तंत्र पर प्रतिकूल प्रभावों को कम करने के लिए स्थायी प्रबंधन प्रथाओं की आवश्यकता होती है। जलीय कृषि संचालन के दीर्घकालिक स्वास्थ्य और स्थिरता की गारंटी के लिए पर्यावरण के अनुकूल विकल्पों या पूरक रणनीतियों की खोज करना आवश्यक है (वॉटसन एट अल. २०२१)।

### घोंघे, शिकारियों, प्रतिस्पर्धियों पर नियंत्रण रखें

कॉपर सल्फेट (CuSO<sub>4</sub>) का वास्तव में ऐतिहासिक रूप से जलीय कृषि और मीठे पानी प्रणालियों में विभिन्न उद्देश्यों के लिए उपयोग किया गया है। इसके रोगाणुरोधी गुण इसे मछली में कुछ बीमारियों के इलाज और शैवाल और परजीवियों को नियंत्रित करने के लिए प्रभावी बनाते हैं। (बॉयड, २०१५)

### विकास संवर्धन और एंजाइम सक्रियण

तांबा मछली के लिए एक महत्वपूर्ण सूक्ष्म पोषक तत्व के रूप में कार्य करता है, जो उनके विकास, चयापचय और समग्र स्वास्थ्य के लिए महत्वपूर्ण विभिन्न शारीरिक कार्यों को सुविधाजनक बनाता है। यह कई एंजाइमों और ग्लाइकोप्रोटीन की संरचना और कार्य का अभिन्न अंग है, जैसे सुपरऑक्साइड डिसम्यूटेज़, साइटोक्रोम-सी ऑक्सीडेज़, टायरोसिनेज़, मोनोमाइन ऑक्सीडेज़, लाइसिल ऑक्सीडेज़ और फेनिलएलनिन हाइड्रॉक्सिलेज़। ये एंजाइम तंत्रिका तंत्र के कार्यों को बनाए रखने, हीमोग्लोबिन संश्लेषण में सहायता करने और चयापचय प्रक्रियाओं का समर्थन करने के लिए आवश्यक हैं।

### सुपरऑक्साइड डिसम्यूटेज (एसओडी)

कॉपर एसओडी का एक घटक है, एक एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम जो सुपरऑक्साइड रेडिकल्स को कम हानिकारक रूपों में परिवर्तित करके कोशिकाओं को ऑक्सीडेटिव तनाव से बचाता है, जिससे कोशिका स्वास्थ्य और दीर्घायु को बढ़ावा मिलता है।

### साइटोक्रोम-सी ऑक्सीडेज

यह एंजाइम सेलुलर श्वसन की इलेक्ट्रॉन परिवहन श्रृंखला में शामिल है, जहां यह इलेक्ट्रॉनों को ऑक्सीजन अणुओं में स्थानांतरित करने के अंतिम चरण की सुविधा प्रदान करता है, जो एटीपी उत्पादन और सेलुलर ऊर्जा चयापचय के लिए आवश्यक है।

### टायरोसिनेज़

टायरोसिनेज़ मेलैनिन उत्पादन के लिए महत्वपूर्ण है, जो मछली और अन्य जीवों में रंजकता, छलावरण में सहायता और यूवी विकिरण से सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण है।

### मोनोमाइन ऑक्सीडेज

सेरोटोनिन, डोपामाइन और नॉरपेनेफ्रिन जैसे न्यूरोट्रांसमीटर के टूटने में शामिल है, जो मूड, व्यवहार और तनाव प्रतिक्रियाओं सहित विभिन्न शारीरिक कार्यों को नियंत्रित करते हैं।

### लाइसिल ऑक्सीडेज

संयोजी ऊतकों में कोलेजन और इलास्टिन फाइबर के क्रॉस-लिंकिंग के लिए आवश्यक है, जो अंगों और ऊतकों की संरचनात्मक अखंडता में योगदान देता है।

### फेनिलएलनिन हाइड्रॉक्सिलेज़

फेनिलएलनिन को टायरोसिन में बदलने के लिए आवश्यक, न्यूरोट्रांसमीटर और अन्य महत्वपूर्ण अणुओं के लिए एक अग्रदूत।

### जलीय वातावरण में तांबे

तांबा मछली और अन्य जलीय प्रजातियों की वृद्धि, विकास और समग्र कल्याण में योगदान देता है। तांबा मछली में विकास प्रवर्तक, एंटीऑक्सीडेंट और इम्यूनोस्टिमुलेंट के रूप में भी कार्य करता है, जो पर्यावरणीय तनावों और बीमारियों के प्रति उनकी लचीलापन को बढ़ाता है। इसलिए, जलीय पारिस्थितिक तंत्र के स्वास्थ्य और उत्पादकता को सुनिश्चित करने के लिए इष्टतम तांबे के स्तर को बनाए रखना महत्वपूर्ण है (बॉयड, २०१५; डाबी, २०२०)।

### स्थिरता

कॉपर मिश्र धातु मछली जाल को मजबूत बनाता है जो की जलीय वातावरण का सामना करने के लिए डिज़ाइन किया गया है, जो कम से कम पांच साल का न्यूनतम जीवन प्रदान करता है। पारंपरिक पॉलिमर मछली जालों के विपरीत, समय के साथ उनमें बड़े पैमाने पर कम नुकसान होता है, जिससे स्थायित्व और दीर्घायु सुनिश्चित होती है। इसके अतिरिक्त, १००% पुनर्चक्रण योग्य होने के कारण, ये जाल अपशिष्ट को कम करके और चक्रीय अर्थव्यवस्था को बढ़ावा देकर पर्यावरणीय स्थिरता में योगदान करते हैं। कॉपर मिश्र धातु जाल जलीय कृषि पिंजरे उद्योग में एक महत्वपूर्ण प्रगति का प्रतिनिधित्व करते हैं, जो स्थायित्व, पुनर्चक्रण और पर्यावरणीय लाभों का संयोजन प्रदान करते हैं जो अधिक योगदान देते हैं।

### जलकृषि पर तांबे का प्रतिकूल प्रभाव

नाइट्रिफाइंग बैक्टीरिया के लिए विषाक्तता: कॉपर सल्फेट रीसर्कुलेंटिंग एक्वाकल्चर सिस्टम में बायोफिल्टर में मौजूद नाइट्रिफाइंग बैक्टीरिया के लिए जहरीला हो सकता है। ये बैक्टीरिया जहरीले अमोनिया को कम हानिकारक यौगिकों में परिवर्तित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, इसलिए कॉपर सल्फेट द्वारा उनका अवरोध प्रणाली में नाइट्रोजन चक्र और पानी की गुणवत्ता को बाधित कर सकता है।

अत्यधिक तांबे का स्तर मछली के स्वास्थ्य को नुकसान पहुंचा सकता है, जिससे उनके गलफड़ों और अन्य ऊतकों को नुकसान हो सकता है, साथ ही उनकी प्रतिरक्षा प्रणाली भी प्रभावित हो सकती है। किसी भी तांबे के उपचार को प्रशासित करने से पहले, पानी की क्षारीयता का आकलन करना महत्वपूर्ण है, क्योंकि कम क्षारीयता मछली के लिए

तांबे की विषाक्तता को बढ़ाती है। यदि मछली की मृत्यु के बढ़ते जोखिम के कारण कुल क्षारीयता ५० पीपीएम से कम है, तो तांबे के उपचार से बचना चाहिए। शैवाल वाले तालाब में, तांबे के उपचार से ऑक्सीजन की सांद्रता कम हो सकती है, जिसके परिणामस्वरूप मछलियाँ मर सकती हैं।

### तांबा विषाक्तता के लिए उपचारात्मक समाधान

सूक्ष्मजीवों की आनुवंशिक संरचना को संशोधित करने के लिए एकल-जीन संपादन, चयापचय मार्ग संशोधन और जीन अनुक्रम परिवर्तन सहित विभिन्न इंजीनियरिंग तकनीकों का सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है। ये इंजीनियर सूक्ष्मजीव Ni, Hg, Cd, Fe, As और Cu जैसी भारी धातुओं को हटाने में बढ़ी हुई दक्षता प्रदर्शित करते हैं। जीनोमिक्स, मेटाजेनोमिक्स, प्रोटिओमिक्स, मेटाबोलोमिक्स और ट्रांसक्रिप्टोमिक्स जैसे उन्नत इंजीनियरिंग दृष्टिकोण आनुवंशिक रूप से संशोधित रोगाणुओं के निर्माण में सहायक रहे हैं जो जैव उपचार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसके अतिरिक्त, एक महत्वपूर्ण शैवाल प्रजाति, क्लोरेला वल्गारिस की मृत कोशिकाओं को सीडी, सीयू और पीबी को प्रभावी ढंग से हटाने के लिए प्रदर्शित किया गया है। सूक्ष्म शैवाल में उनके छोटे आकार के कारण सतह से मात्रा का अनुपात अधिक होता है, जो उन्हें जैव उपचार के लिए उत्कृष्ट उम्मीदवार बनाता है। उनके पास महत्वपूर्ण सॉर्शन और जैव संचय क्षमताएं हैं, विशेष रूप से तांबे जैसी धातुओं के लिए, जो कम सांद्रता पर उनके विकास और चयापचय के लिए आवश्यक हैं, लेकिन उच्च स्तर पर अवरोधक बन सकते हैं। धातु विषाक्तता को कम करने में स्पिरुलिना की क्षमता, विशेष रूप से ताजे पानी की प्रणालियों में तांबे के संदूषण के संबंध में (एमोन एट अल, २०२१; कैवललेटी एट अल, २०२२; जेम्स एट अल, २००९; सलीम एट अल, २०२०)।

### निष्कर्ष

जलीय कृषि में तांबे का उपयोग कई लाभ प्रदान करता है, जिसमें रोग नियंत्रण के लिए इसके रोगाणुरोधी गुण, विकास और एंजाइम सक्रियण को बढ़ावा देना, पुनर्चक्रण योग्य सामग्री के माध्यम से स्थिरता के लिए समर्थन और सीमित जैव प्रदूषण का रखरखाव शामिल है। कॉपर रोगजनकों और परजीवियों के विकास को प्रभावी ढंग से रोकता है, मछली के स्वास्थ्य को बढ़ावा देता है और प्रतिरक्षा प्रतिक्रियाओं को बढ़ाता है। इसके अतिरिक्त, तांबे के मिश्र धातु अपशिष्ट को कम करके और चक्रीय अर्थव्यवस्था प्रथाओं को बढ़ावा देकर पर्यावरणीय स्थिरता में योगदान करते हैं। हालांकि, प्रतिकूल प्रभावों से बचने के लिए तांबे के उपयोग को सावधानीपूर्वक प्रबंधित करना महत्वपूर्ण है। अत्यधिक तांबे का स्तर जलीय जीवों को नुकसान पहुंचा सकता है, नाइट्रोजन चक्र को बाधित कर सकता है और पानी की गुणवत्ता को कम कर सकता है। पुनर्चक्रणशील जलीय कृषि प्रणालियों में नाइट्राइफिंग बैक्टीरिया के लिए विषाक्तता अमोनिया रूपांतरण को खराब कर सकती है, जिससे समग्र प्रणाली स्वास्थ्य प्रभावित हो सकता है। इसके अतिरिक्त, शैवाल वाले तालाबों में, तांबे के उपचार से ऑक्सीजन का स्तर कम हो सकता है, जिससे मछलियाँ मर जाती हैं। इसलिए, जलीय कृषि में तांबे का उपयोग करने से महत्वपूर्ण लाभ हो सकते हैं, संभावित नकारात्मक प्रभावों को कम करने और एक स्वस्थ और टिकाऊ जलीय कृषि वातावरण सुनिश्चित करने के लिए उचित निगरानी, खुराक निर्धारण और नियामक दिशानिर्देशों का पालन आवश्यक है।

## सन्दर्भ

- बॉयड, सी.ई. (2015)। जलकृषि में तांबे का उपयोग. ग्लोबल एक्वाकल्चर एडवोकेट, सेंट लुइस, 18(1), 38-39।
- कैवेललेटी, ई., रोमानो, जी., पाल्मा एस्पोजिटो, एफ., बर्ना, एल., चियाइसे, पी., बाल्ज़ानो, एस. और सार्डो, ए., (2022)। सूक्ष्म शैवाल पर तांबे का प्रभाव: विषाक्तता और बायोरेमेडिएशन रणनीतियाँ। टॉक्सिक्स, 10(9), पृ.527.
- डाबी, एस.बी. (2020)। ताजे पानी के जलीय कृषि जीवों पर मानवजनित तांबे का प्रभाव और आवश्यकता: एक समीक्षा। जे फिश रेस. 2020; 4 (1): 36-40 जे फिश रेस 2020 वॉल्यूम 4 अंक, 1।
- एल सब्री, एम.आई., स्टिनो, एफ.के.आर. और एल-घानी, डब्ल्यू.ए.ए. (2021)। तांबा: मुर्गीपालन, पशुधन और मछली उत्पादन के लिए लाभ और जोखिम। ट्रॉप एनिम हेल्थ प्रोडक्ट 53, 487।
- जेम्स, आर., संपत, के., नागराजन, आर., वेल्लाइसामी, पी., और मणिकंदन, एम.एम. (2009)। तांबे की विषाक्तता में कमी और कार्प, सिरिनस मृगाला (हैमिल्टन, 1822) में वृद्धि, रक्त मापदंडों और फॉस्फेट गतिविधियों में सुधार पर आहार स्पिरुलिना का प्रभाव।
- जमील इमोन, एफ., रोहानी, एम.एफ., सुमैया, एन., तुज जन्नत, एम.एफ., एक्टर, वाई., शाहजहाँ, एम., और गोह, के.डब्ल्यू. (2023)। मछलियों में भारी धातुओं का जैव संचय और जैव उपचार—एक समीक्षा। विष, 11(6), 510.
- सलीम, एम.एच., अली, एस., कामरान, एम., इकबाल, एन., अज़ीम, एम., तारिक जावेद, एम., और अब्देल-डेम, एम. (2020)। एथिलीनडायमिनेटेट्राएसिटिक एसिड (ईडीटीए) कोरकोरस कैप्सुलरिस एल के विकास, गैसीय विनिमय और क्लोरोप्लास्ट अल्ट्रास्ट्रक्चर पर तांबे की अत्यधिक सांद्रता के विषाक्त प्रभाव को कम करता है और तांबा संचय क्षमताओं में सुधार करता है। पौधे, 9(6), 756.
- तवरेज-डायस, एम. (2021)। मछली जलीय कृषि में कॉपर सल्फेट के विषाक्त, शारीरिक, हिस्टोमॉर्फोलॉजिकल, विकास प्रदर्शन और एंटीपैरासिटिक प्रभाव। एक्वाकल्चर, 535, 736350।
- वाटसन, सी., और यानोंग, आर.पी. (2006)। मीठे पानी की जलीय कृषि और खेत तालाबों में तांबे का उपयोग। 16 जून 2008 को पुनःप्राप्त.
- यानोंग, आर.पी. (2010)। समुद्री एक्वाकल्चर और एक्वेरियम सिस्टम में तांबे का उपयोग: एफए165/एफए165, 12/2009। ईडीआईएस, 2010(2)।



## पर्यावरण पर पारा धातु का प्रभाव

अनुपमा शिंदे, प्राणिता कृष्णात गणेशकर, समीक्षा छव्हाण, सुप्रिया ठोरात, मेघना गुणवारे, किरण देशमुख, परितोष कुमार, नीरज कुमार

भाकृअनुप-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र-४१३ ११५

### परिचय

पारा एक भारी धातु है जो तात्विक, अकार्बनिक और कार्बनिक सहित विभिन्न रूपों में मौजूद है। पारा धातु कमरे के तापमान पर एक तरल है, और इसकी चांदी-सफेद उपस्थिति इसे विशिष्ट बनाती है। यह अन्य तत्वों की तुलना में अपनी खराब तापीय चालकता और उचित विद्युत चालकता के लिए जाना जाता है। विषाक्त पदार्थों और रोग रजिस्ट्री के लिए अमेरिकी सरकारी एजेंसी के अनुसार, विषाक्तता के मामले में, आर्सेनिक और सीसा के बाद पारा अत्यधिक विषैले तत्वों में तीसरे स्थान पर है। वैश्विक प्रदूषक के रूप में पारा (आईसीएमजीपी) पर १५ वें अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में स्वास्थ्य पूर्ण सत्र के दौरान पारा प्रदूषण के वैश्विक प्रभाव को संबोधित करने के लिए विभिन्न दृष्टिकोण प्रस्तुत किए गए। मीठे पानी के पारिस्थितिक तंत्र में अनुसंधान से पता चला है कि पारा जैवसंचय उपभोक्ताओं के आकार और उम्र, उनकी भोजन की आदतों और मौसम के गतिशील प्रभाव जैसे कारकों से जटिल रूप से जुड़ा हुआ है। भौतिक, रासायनिक, भूवैज्ञानिक, पारिस्थितिक और शारीरिक कारकों के संयोजन के माध्यम से पारा भार के मॉड्यूलेशन द्वारा जैव संचय प्रक्रियाओं की जटिलता को और भी रेखांकित किया जाता है। यह बहुआयामी परस्पर क्रिया इन पारिस्थितिक तंत्रों में पारा जैवसंचय को आकार देने वाले विभिन्न तत्वों की व्यापक समझ की आवश्यकता को रेखांकित करती है (जूपो एट अल, २०१९)। पारा सल्फ्यूरिक एसिड और नाइट्रिक एसिड के साथ रासायनिक प्रतिक्रिया प्रदर्शित करता है, जिससे सल्फेट, नाइट्रेट और क्लोराइड यौगिकों का निर्माण होता है। यह सोने और चांदी जैसी धातुओं के साथ भी मिश्रित होता है, और विशेष रूप से, यहां तक कि छोटी मात्रा भी एल्यूमीनियम को संक्षारित कर सकती है, जिसके परिणामस्वरूप पारा-एल्यूमीनियम मिश्रण बनता है। मरक्यूरिक क्लोराइड ( $HgCl_2$ ), मरक्यूरस क्लोराइड ( $HgCl_2$ ) और मरकरी ऑक्साइड ( $HgO$ ) सहित पारा के विभिन्न यौगिकों में अलग-अलग गुण होते हैं। इन यौगिकों का उपयोग किया जाता है, जैसे कीटाणुनाशकों में मरक्यूरिक क्लोराइड और पारंपरिक दवाओं में मरक्यूरस क्लोराइड। हालाँकि, यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि पारा यौगिकों में संभावित स्वास्थ्य जोखिम होते हैं, और उनकी विषाक्त प्रकृति के कारण जोखिम को कम करने की सलाह दी जाती है। (जल और सतत विकास: रासायनिक विज्ञान के लिए अवसर: रासायनिक विज्ञान गोलमेज सम्मेलन के लिए एक कार्यशाला रिपोर्ट, 2004)। मिथाइलमरकरी (meHg), पारे का कार्बनिक रूप, एक शक्तिशाली न्यूरोटॉक्सिन है जो आमतौर पर मछली में पाया जाता है। मछली में मौजूद पारा का लगभग ७० से ८० % मिथाइलेटेड रूप में होता है।

### पारा एक्सपोज़र का स्रोत

मनुष्यों में पारा का संपर्क मुख्य रूप से तीन स्रोतों से होता है, पहला, दंत मिश्रण से पारा वाष्प; दूसरे, पारे से दूषित मछली का सेवन; और तीसरा, व्यावसायिक अनुकरण में जोखिम, जैसा कि विश्व स्वास्थ्य संगठन द्वारा उल्लिखित है दूषित मछली और शेलफिश का सेवन मिथाइलमरकरी के संपर्क का प्राथमिक स्त्रोत्र है, मिथाइलमरकरी के साथ, अकार्बनिक पारा भोजन में जमा हो जाता है। विश्व स्वास्थ्य संगठन (डब्ल्यूएचओ) ने १९९० में यूरोपीय और उत्तरी अमेरिकी सामान्य आबादी में लगभग ४  $\mu\text{g}$  अकार्बनिक पारा के दैनिक सेवन का अनुमान लगाया, जो ६.६.  $\mu\text{g}$  के कुल दैनिक पारा ग्रहण में योगदान देता है। इसमें से ०.६  $\mu\text{g}$  मछली में मिथाइलमेरकरी के कारण होता है।

स्तनधारी मछली से मिथाइलमेरकरी को अकार्बनिक पारा में परिवर्तित कर सकते हैं, जो मांस और पोल्ट्री उत्पाद की खपत के लिए प्रासंगिकता का सुझाव देता है (रीली एट अल, २०११)।

जलीय पारिस्थितिक तंत्र में पारा मुख्य रूप से ज्वालामुखीय गतिविधि और चट्टानों के अपक्षय जैसे प्राकृतिक स्रोतों से उत्पन्न होता है। हालाँकि, मानवीय गतिविधियाँ, जैसे औद्योगिक प्रक्रियाएँ और कोयला दहन, पर्यावरण में पारा जारी करने में महत्वपूर्ण योगदान देती हैं। एक बार छोड़े जाने के बाद, पारा जल निकायों में प्रवेश कर सकता है जहां यह परिवर्तन से गुजरता है, जिससे मिथाइलमरकरी का निर्माण होता है, जो एक अत्यधिक जहरीला रूप है।

मिथाइलमरकरी जलीय जीवों में जमा हो जाता है, जिससे खाद्य श्रृंखला के साथ जैव आवर्धन होता है, जिससे जलीय जीवन और दूषित मछली या समुद्री भोजन खाने वाले मनुष्यों दोनों के लिए जोखिम पैदा होता है। जलीय पारिस्थितिक तंत्र में पारा प्रदूषण को कम करने के लिए औद्योगिक उत्सर्जन की निगरानी और विनियमन महत्वपूर्ण है (ज़ूपो एट अल, २०१९; रेहान एट अल, २०२०)।

### जलीय कृषि में पारे का जैवसंचय

जलीय कृषि में पारे का महत्व इसके संभावित पर्यावरणीय और स्वास्थ्य प्रभावों से रेखांकित होता है। जलीय पारिस्थितिकी तंत्र विभिन्न स्रोतों के माध्यम से पारे से दूषित हो जाते हैं, जिसमें जीवाश्म ईंधन दहन, जंगल की आग, कोयला दहन और ज्वालामुखी विस्फोट जैसी गतिविधियों से वायुमंडल में पारा धातु शामिल है (ज़ूपो एट अल, 2019)।

मिथाइलमेरकरी, अत्यधिक न्यूरोटॉक्सिक होने के कारण, अपनी लिपोफिलिक प्रकृति के कारण रक्त-मस्तिष्क बाधा को पार कर जाता है। इसका प्राथमिक अवशोषण अंतर्ग्रहण पर जठरांत्र संबंधी मार्ग में होता है। तापमान, पीएच और लवणता पारा मिथाइलेशन और जैवउपलब्धता को प्रभावित कर सकते हैं।

उच्च पोषी स्तर की प्रजातियां जैव आवर्धन के कारण अधिक पारा जमा करती हैं। जलीय मिथाइलेशन प्रक्रियाएं, जो एनारोबिक सल्फेट-कम करने वाले बैक्टीरिया, आयरन रिड्यूसर और मिथेनोजेन जैसे जीवों द्वारा सुगम होती हैं, मिथाइलमेरकरी के निर्माण में योगदान करती हैं।

उल्लेखनीय रूप से, मिथाइलमरकरी बायोमोलेक्यूल्स में मौजूद सल्फहाइड्रिल समूहों को आसानी से बांधता है, विशेष रूप से प्रोटीन में सिस्टीन अवशेषों के साथ। यह बंधन रक्तप्रवाह के भीतर मिथाइल मरकरी के प्रवाह को बढ़ाता है, जिससे विभिन्न अंगों और ऊतकों तक इसके वितरण की सुविधा मिलती है।

मिथाइल मरकरी उच्च प्रोटीन सामग्री वाले ऊतकों, जैसे मांसपेशियों और अंगों में जमा हो जाती है। जलीय जीवों में, इससे मछली में मिथाइलमरकरी का जैव संचय हो सकता है, जिससे वे दूषित समुद्री भोजन का सेवन करने वाले मनुष्यों के लिए जोखिम के संभावित स्रोत बन सकते हैं। मिथाइलमरकरी की जैवउपलब्धता और न्यूरोटॉक्सिसिटी जलीय पारिस्थितिक तंत्र में इसकी उपस्थिति की निगरानी और विनियमन के महत्व को रेखांकित करती है।

मिथाइलमरकरी कोशिकाओं के भीतर एंजाइमेटिक प्रक्रियाओं में हस्तक्षेप करता है, विशेष रूप से ऊर्जा चयापचय और एंटीऑक्सीडेंट रक्षा में शामिल प्रक्रियाओं में। यह व्यवधान ऑक्सीडेटिव तनाव में योगदान देता है, जो सेलुलर संरचनाओं और कार्यों को नुकसान पहुंचा सकता है (सुहेन्द्रायला एट अल, 2019)।

### मछली के स्वास्थ्य पर पारा धातु का प्रभाव

पारा विषाक्तता मछली के केंद्रीय तंत्रिका तंत्र पर गहरा प्रभाव डालती है, जिससे व्यवहार संबंधी, तंत्रिका संबंधी और प्रजनन संबंधी समस्याएं पैदा होती हैं। यह वृद्धि, विकास और समग्र स्वास्थ्य को खराब करता है, जिसके परिणामस्वरूप भोजन दक्षता कम हो जाती है, मछली के तैराकी का व्यवहार बदल जाता है। शारीरिक प्रक्रियाएं बाधित हो जाती हैं, जिससे तनाव प्रतिक्रियाएं उत्पन्न होती हैं जो प्रतिरक्षा प्रणाली को कमजोर कर देती हैं, जिससे मछलियां बीमारियों के प्रति अधिक संवेदनशील हो जाती हैं।

गलफड़ों में पारा जमा होने से श्वसन क्रिया पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है, जिससे ऑक्सीजन ग्रहण कम हो जाता है, श्वसन संबंधी परेशानी होती है और स्वास्थ्य खराब हो जाता है। ऊतकों, विशेष रूप से यकृत और गुर्दे, जो चयापचय और विषहरण के लिए महत्वपूर्ण हैं, जिसके मछली के लिए गंभीर परिणाम होते हैं। प्रजनन प्रक्रियाएं बाधित हो जाती हैं, जिससे अंडे का उत्पादन प्रभावित होता है, अंडे निषेचन की विधि प्रभावित होती है और लार्वा में असामान्यताएं उत्पन्न होती हैं, जिससे समग्र प्रजनन सफलता में बाधा आती है। पारा के न्यूरोटॉक्सिक प्रभाव बिगड़ा हुआ संवेदी धारणा, परिवर्तित भोजन व्यवहार और मछली में समग्र फिटनेस में कमी के रूप में प्रकट होते हैं। ये बहुआयामी परिणाम जलीय पारिस्थितिक तंत्र और उनके भीतर मछली आबादी की भलाई की रक्षा के लिए पारा विषाक्तता को संबोधित करने और कम करने की महत्वपूर्ण आवश्यकता पर जोर देते हैं (लिआंग एट अल, २०१७; बर्नहोफ्ट एट अल, २०१२)।

### मानव स्वास्थ्य पर पारे का प्रभाव

मनुष्यों पर पारा धातु का प्रभाव होता है, खुराक और जोखिम की दर के आधार पर भिन्न होता है। साँस द्वारा ली जाने वाली पारा वाष्प मुख्य रूप से मस्तिष्क को लक्षित करती है, जबकि पारा और पारा लवण आंत की परत और गुर्दे को नुकसान पहुंचाते हैं। हालाँकि, मिथाइल मरकरी पूरे शरीर में व्यापक रूप से वितरित होता है। लक्षणों में कंपकंपी, अनिद्रा, स्मृति हानि, न्यूरोमस्क्युलर प्रभाव, सिरदर्द और संज्ञानात्मक और मोटर संबंधी शिथिलता शामिल हैं। मौलिक

पारे के संपर्क में आने वाले श्रमिकों में केंद्रीय तंत्रिका तंत्र विषाक्तता के हल्के, उपनैदानिक लक्षण प्रदर्शित हो सकते हैं। पारा विषाक्तता से संबंधित विशिष्ट स्थितियों में मिनामाटा रोग शामिल है, जो पारा-दूषित समुद्री भोजन, विशेष रूप से मछली और शंख के सेवन से उत्पन्न होता है, जिससे तंत्रिका संबंधी लक्षण उत्पन्न होते हैं। एक्रोडिनिया (गुलाबी रोग) मुख्य रूप से बच्चों को प्रभावित करता है और यह शुरुआती पाउडर या त्वचा क्रीम से पारा के संपर्क से जुड़ा हुआ है।

मिथाइलमरकरी विषाक्तता मुख्य रूप से दूषित मछली के सेवन से होती है, जिससे न्यूरोलॉजिकल क्षति होती है, विशेष रूप से विकासशील भ्रूणों और छोटे बच्चों में। लक्षणों में परिधीय दृष्टि की हानि, आमतौर पर हाथ, पैर और मुंह के आसपास चुभन महसूस होना, गतिविधियों में समन्वय की कमी, बोलने, सुनने, चलने में हानि, मांसपेशियों में कमजोरी, सुन्नता, त्वचा पर चकते, मूड में बदलाव और शामिल हैं। स्मरण शक्ति की क्षति। जब गर्भवती महिलाएं मिथाइलमरकरी युक्त मछली का सेवन करती हैं, तो विकासशील शिशुओं पर संभावित संज्ञानात्मक और विकासात्मक प्रभाव पड़ता है। प्रसव पूर्व विकास के दौरान मिथाइलमरकरी के संपर्क में आने वाले बच्चों को संज्ञानात्मक सोच, स्मृति, ध्यान, भाषा, ठीक मोटर कौशल और पर प्रभाव का अनुभव हो सकता है। यह विशेष रूप से गर्भवती महिलाओं और छोटे बच्चों के लिए मिथाइलमरकरी बहुत हानिकारक होती है (बसु एट अल., 2022; स्मिथ एट अल., 2014; डी बेकर एट अल., 2021)।

### निष्कर्ष

जलीय कृषि में पारे का महत्व समुद्री भोजन के प्रदूषण के माध्यम से मानव स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव डालने की इसकी क्षमता से रेखांकित होता है। इस चिंता के कारण जलीय कृषि उद्योग के भीतर कड़े नियामक अनुपालन की आवश्यकता है। इसके अलावा, जलीय वातावरण में पारा प्रदूषण के व्यापक पारिस्थितिक प्रभाव स्थायी जलीय कृषि प्रथाओं की आवश्यकता पर जोर देते हैं। ये प्रथाएं जलीय पारिस्थितिक तंत्र और मानव उपभोक्ताओं दोनों के दीर्घकालिक स्वास्थ्य को सुनिश्चित करने के लिए व्यापक निगरानी प्रणालियों को लागू करने और सख्त पर्यावरणीय मानकों का पालन करके जोखिमों को कम करने पर ध्यान केंद्रित करती हैं।

### सन्दर्भ

1. बसु, एन., बस्तियांज़, ए., डोरिया, जे.जी., फुजीमुरा, एम., होर्वाट, एम., श्रॉफ, ई., और ज़स्टेन्काया, आई. (2023)। पारा के मानव स्वास्थ्य जोखिमों के बारे में हमारी विकसित समझ। एम्बियो, 52(5), 877-896।
2. बर्नहोफ्ट, आर.ए. (2012)। पारा विषाक्तता और उपचार: साहित्य की समीक्षा। पर्यावरण और सार्वजनिक स्वास्थ्य जर्नल, 2012।
3. बेरी, एम.जे., और राल्स्टन, एन.वी. (2008)। पारा विषाक्तता और सेलेनियम की शमनकारी भूमिका। इकोहेल्थ, 5, 456-459।
4. बोस-ओरेली, एस., मैकार्ती, के.एम., स्टेकलिंग, एन., और लेटमीयर, बी. (2010)। पारा एक्सपोज़र और बच्चों का स्वास्थ्य। बाल चिकित्सा और किशोर स्वास्थ्य देखभाल में वर्तमान समस्याएं, 40(8), 186-215।

5. लिआंग, पी., फेंग, एक्स., यू, क्यू., गाओ, एक्स., जू, जे., वोंग, एम.,
6. और वू, एस.सी. (2017)। जलाशय पारिस्थितिकी तंत्र में पारा वितरण, बदलती प्रजाति और जैवसंचय पर जलीय कृषि का प्रभाव। पर्यावरण विज्ञान एवं प्रदूषण अनुसंधान, 24, 25923-25932।
7. राष्ट्रीय अनुसंधान परिषद. (2004)। जल और सतत विकास: रासायनिक विज्ञान के लिए अवसर: रासायनिक विज्ञान गोलमेज सम्मेलन के लिए एक कार्यशाला रिपोर्ट। राष्ट्रीय अकादमियाँ प्रेस।
8. रेहान, एस.एम., मोनिरुज्जमां, एम., पार्क, वाई., ली, एस., और बाई, एस.सी. (2020)। समुद्री मछली मॉडल में प्रेरित पारा विषाक्तता पर आहार कार्बनिक और अकार्बनिक पारा सीमा स्तर का मूल्यांकन। पशु, 10(3), 405.
9. सुहेन्द्रायत्ता, एस., अरहमान, एन., सिपाहुतार, एल.डब्ल्यू., रिनिदार, आर., और एल्विट्रियाना, ई. (2019)। जल दूषित पारे (HgII) के संपर्क में आने के बाद मीठे पानी की मछली (ओरियोक्रोमिस निलोटिकस) में पारे की विषाक्तता और अंग वितरण। विष, 7(4), 58.
10. जुपो, वी., ग्रैबर, जी., कामेल, एस., प्लिच्चा, वी., ग्रैनित्ज़र, एस., गुंडैकर, सी., और विटमैन, के.जे. (2019)। जंगली और जलीय कृषि तालाबों से मीठे पानी और समुद्री मछलियों में पारा का संचय। पर्यावरण प्रदूषण, 255, 112975।



**“जो भरा नहीं है भावों से  
जिसमें बहती रसधार नहीं  
वह हृदय नहीं है पत्थर है,  
जिसमें स्वदेश का प्यार नहीं”**

**- मैथिलीशरण गुप्त**

## मेलिया दुबिया (मालाबार नीम): तेजी से बढ़ने वाला एक बहुउद्देशीय वृक्ष प्रजाति

१आलोक कुमार सिंह, २बिपिन कुमार सिंह, ३माखन सिंह कराडा ४धीर अग्निहोत्री, ५संग्राम चव्हाण

१डॉ. यशवंत सिंह परमार औधानिकी एवं वानिकी विश्वविद्यालय, सोलन, हिमाचल प्रदेश

२आचार्य नरेन्द्र देव कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कुमारगंज, आयोध्या, उत्तर प्रदेश

३जवाहर लाल नेहरू कृषि विश्वविद्यालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश

४उष्णकटिबंधीय वन अनुसंधान संस्थान, जबलपुर, मध्य प्रदेश

५भाकृअनुप - राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, मालेगांव, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र-४१३ ११५

### परिचय

भारत एक कृषि प्रधान देश है यहाँ की अधिकतम आबादी गाँवों में निवास करती है जिसके जीवन-यापन का श्रोत कृषि या वन है, जिसके कारण वनों के क्षेत्रफल में तेजी से कमी पायी गयी है जो चिंता का विषय है। भारत की जनसंख्या में तेजी से वृद्धि और वनों के क्षेत्रफल में कमी से जलवायु में अनेकों परिवर्तन के साथ-साथ घरेलू और औद्योगिक लकड़ी की मांग और आपूर्ति के बीच असमानता देखने को मिल रहा है। देश में पल्पवुड, प्लायवुड, फर्नीचर और बायोमास ऊर्जा जैसे उद्योगों के लिए कच्चे माल की मौजूदा आपूर्ति मांग से काफी पीछे है। न केवल देश की वन सम्पदा घट रही है बल्कि इसकी उत्पादकता भी विश्व की औसत उत्पादकता की तुलना में काफी कम होती जा रही है। घरेलू और अंतरराष्ट्रीय दोनों मोर्चों पर अपनी आवश्यकता को पूरा करने के लिए भारत को इमारती लकड़ी की आपूर्ति की भारी कमी का सामना करना पड़ सकता है। वनाच्छादित क्षेत्रों के विस्तार की गुंजाइश सीमित है। यह प्रवृत्ति आर्थिक दबाव पैदा करती है जो प्राकृतिक वनों के व्यावसायिक शोषण को प्रोत्साहित करती है। ऐसे में उच्च उपज वाले वृक्षारोपण की स्थापना एक उचित उपाय है जिसके माध्यम से आपूर्ति में वृद्धि की जा सकती है। तेजी से बढ़ने वाले पेड़ों का उपयोग जल्द से लकड़ी देने में सक्षम होता है जो उपज में सुधार करने में मदद करता है। हालांकि उपयुक्त कच्चे माल की भारी कमी को देखते हुए उद्योगों को कम रोटेशन अवधि के भीतर अधिकतम उपज प्राप्त करने के लिए उपयुक्त प्रजातियों के वृक्षारोपण की स्थापना करनी होगी। ऐसे स्थिति में मेलिया दुबिया एक ऐसा विकल्प है जो इमारती लकड़ी, प्लाईवुड, पल्पवुड, और ईंधन की लकड़ी के लिए उपयुक्त है। लकड़ी उद्योग में उपयोग के अलावा मेलिया दुबिया के पेड़ में कई संभावित औषधीय गुण हैं। साथ ही साथ हर्बल दवा की मांग दुनिया भर में प्राकृतिक पेड़-पौधों पर आधारित उत्पादों की बढ़ती मान्यता के कारण बढ़ रही है। गैर विषैले होने के कारण कोई साइड इफेक्ट नहीं है और आसानी से सस्ती कीमत पर उपलब्ध हो जाते हैं। व्यावसायिक महत्व के अलावा यह तापमान वृद्धि को रोकने और वातावरण में गैस उत्सर्जन को रोकने में मदद करता है क्योंकि पेड़ स्वाभाविक रूप से अधिकतम कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित करने के लिए सक्षम होते हैं। इमारती लकड़ी उद्योग में उच्च मूल्य, तेजी से बढ़ने की प्रवृत्ति, उच्च उपज, पर्यावरण में सुधार और संभावित औषधीय गुणों के कारण मेलिया दुबिया वृक्षारोपण के लिए बिलकुल उपयुक्त है।

### आवास एवं स्वभाव

यह दक्षिण-पूर्व एशिया और ऑस्ट्रेलिया की एक स्वदेशी प्रजाति है जो मेलियेसी परिवार से संबंधित है। भारत में यह स्वाभाविक रूप से 600-800 मीटर की ऊंचाई, 1000 मिमी की वर्षा और 50-90% की सापेक्ष आर्द्रता वाले क्षेत्रों में विशेष रूप से सिक्किम हिमालय, उत्तरी बंगाल, असम, खासी पहाड़ियों, ओडिशा के पहाड़ी क्षेत्रों, दक्कन के पठार और पश्चिमी घाटों जैसे स्थानों में मूलतः पाया जाता है। इसकी व्यापक अनुकूलता के कारण इसे भारत के अधिकांश हिस्सों में सफलतापूर्वक उगाया जा सकता है। यह पेड़ प्रकृति में अर्ध-सदाबहार के लिए पर्णपाती है जो सुंदर पर्णसमूह की विस्तृत फैलती शाखाओं के साथ 25 मीटर तक लंबा होता है। छाल गहरे भूरे रंग की रेशेदार होती है जो आयताकार आकार की लंबी पट्टियों में छिल जाती है। युवा शाखाएं स्कर्सी-टोमेंटोज़ होती हैं और शाखाएँ परिपक्व होने पर चमकदार होती हैं। मेलिया दुबिया पौधे पर्णपाती जंगलों में बंजर भूमि और सड़क के किनारों पर उगते हुए पाए जाते हैं। दिसम्बर-जनवरी में पत्तियाँ झड़ जाती हैं तथा फरवरी-मार्च में नई पत्तियाँ फूलों के साथ आ जाती हैं। पुष्पक्रम एक सहायक पुष्पगुच्छ है जो 12-20 सेमी लंबा होता है फूल छोटे, हरे-सफेद, शहद-सुगंधित, गुच्छों में पत्तियों के नए प्रवाह के साथ दिखाई देते हैं। फल एक डूप, अंडाकार या दीर्घवृत्ताभ होता है जिसमें अनुदैर्ध्य लकीरें, गूदेदार और मीठी गंध के साथ पकने पर पीले रंग का होता है। फल ठंडे मौसम (अक्टूबर-फरवरी) में पकते हैं, इसके प्रत्येक फल में 3-4 बीज होते हैं।

### मृदा एवं जलवायु

मेलिया दुबिया की खेती मूलतः सभी प्रकार की जलवायु में की जा सकती है। लेकिन 800 मिमी और उससे अधिक की वार्षिक वर्षा वाली रेतीली दोमट लाल और लैटेराइट मिट्टी तथा तापमान न्यूनतम 0-15 डिग्री सेल्सियस और अधिकतम 30-43 डिग्री सेल्सियस के बीच में अच्छी तरह से उगाया जा सकता है।

### पौध की तैयारी

मालाबार नीम की पौध बीज या तो कलम के द्वारा तैयार किये जाते हैं इसके साफ और सूखे बीज को मार्च-अप्रैल महीने में खुले नर्सरी बेड जो 10-15 सेंटीमीटर ऊँची हो, जिसमें 2:1 अनुपात में मिट्टी और गोबर की खाद मिले हो 5 सेंटीमीटर की दुरी पर लाइनों में बुवाई करना चाहिए। बोए गए बीजों को जहाँ का तापमान अधिक हो वहाँ नियमित रूप से दिन में एक बार पानी देना चाहिए, या जहाँ नर्सरी छाया में हो, नर्सरी बेड को पुआल या तिरपाल शीट से ढक् देना चाहिए ताकि तापमान सामान्य रूप से बना रहे 60-90 दिनों के अन्दर बीज का जमाव हो जाता है। कलम विधि द्वारा पौधे उगाने के लिए पेंसिल जितनी मोटी कटिंग का चयन करना चाहिये, कलम को नर्सरी बेड पर लगाने से पूर्व 1000-2000 आई० बी० ए० के तरल बिलयन से उपचार कर के जहाँ जल निकास की अच्छी प्रबंध हो बुवाई करने पर जड़े आसानी से निकल आती है। इस विधि द्वारा 50-75 प्रतिशत तक पौधे प्राप्त हो जाते हैं।

### पौध की रोपण एवं प्रबंधन

मालाबार नीम की पौध की रोपण 60-90 सेंटीमीटर ऊँचाई के पौधे 5×5 मीटर या 8×8 मीटर की दुरी, वृद्धि और विकास के लिए उचित माना जाता है। पौध में अच्छी विकास के लिए 4-6 दिन गर्म एवं 8-12 दिन ठंड मौसम में नियमित अंतराल पर सिंचाई और छः महीने में एक बार खाद का प्रयोग करनी चाहिए। पौधे में जमीन से 5-8 मीटर

की ऊँचाई पर शाखाएं निकलना प्रारंभ होते हैं, जिसका 6 महीनों के अंतराल पर कंटाई एवं छंटाई करने से टहनिया नियंत्रित रहती है जिससे पौधे का तना सीधा, गोल एवं गांठ रहित होता है।

### बीज एकत्रिकरण

मालाबार नीम के पके फल को जनवरी-फरवरी के महीनों में एकत्र किया जाता है, बीजों को अच्छे से पकने के बाद पानी से धोकर, सुखा कर अंत में पालीथीन या टिन में संग्रहित कर लेना चाहिए। मालाबार नीम के बीज की अंकुरण क्षमता 25 प्रतिशत से भी कम पाई गयी है। नर्सरी बेड में बीज की अच्छी अंकुरण के लिए बीज को गोबर के घोल के साथ उपचारित कर लेना चाहिए।

### मालाबार नीम का इमारती लकड़ी, लकड़ी उद्योग और पर्यावरण सुधार में महत्व

मालाबार नीम की लकड़ी का उपयोग प्लाईवुड उद्योग में प्रमुखता से किया जाता है। इसे पल्पवुड के लिए भी एक वैकल्पिक पेड़ माना गया है। लकड़ी का उपयोग पैकिंग केस, माचिस की तीली, फोटो फ्रेम, पेंसिल स्टूल, बेंच, लकड़ी की मेज, आंतरिक सजावट, खिड़की के दरवाजे, लकड़ी के रैक और पैकिंग उद्योग, संगीत जैसे मिनी फर्नीचर के लिए भी किया जाता है। उपकरण, चाय पाउडर के बक्से, सिगार के बक्से, भवन निर्माण के उद्देश्य, छत के तख्ते कृषि उपकरण आदि। मालाबार नीम 8 से 12 साल के जीवन चक्र के साथ कृषि वानिकी के लिए अत्यधिक उपयुक्त एक आशाजनक पेड़ है जो घरेलू और वैश्विक दोनों में आर्थिक महत्व प्राप्त कर रहा है। मालाबार नीम रोपण के दो साल के भीतर 20 फीट तक बढ़ता है और 10 साल पुराने रोपण के प्रति एकड़ प्रति वर्ष औसतन 40 टन तक बायोमास उपज देने की क्षमता रखता है। न्यूनतम खेती की अवधि छह वर्ष है और अच्छे आर्थिक मूल्य के लिए इसे 8 वर्ष तक की अनुमति दी जा सकती है। तेजी से विकास, शाखाओं के बिना तना सीधा, कम छाया प्रभाव और कीट और कीट के हमलों के लिए सहनशील होने जैसी विशेषताओं के कारण इसकी व्यावसायिक खेती किसानों के बीच लोकप्रिय हो रही है। ऊपर बताए गए विभिन्न कारणों से कृषि वानिकी वृक्षारोपण के लिए व्यावसायिक महत्व बढ़ रहा है और मालाबार नीम जैसी कुछ पेड़ों की किस्में लोकप्रिय हो रही हैं क्योंकि यह बायबैक व्यवस्था के साथ सुनिश्चित आय प्राप्त करती है और कम रखरखाव की आवश्यकता होती है। इसके अलावा, ये पेड़ कार्बन पृथक्करण और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में भी योगदान देते हैं। एक एकड़ में लगभग 400 पेड़ लगाए जा सकते हैं जो 6-8 साल के समय में 10-12 लाख रुपये प्राप्त करते हैं। इसका उच्च कैलोरी मान इसे बायोमास बिजली संयंत्रों के लिए फीडस्टॉक का व्यवहार्य स्रोत बनाता है। विभिन्न व्यावसायिक उद्देश्यों के लिए इमारती लकड़ी की बढ़ती मांग और प्राकृतिक संसाधनों की कमी को देखते हुए तेजी से बढ़ रही मालाबार नीम की अहमियत लगातार बढ़ती जा रही है।

### औषधीय महत्व

एंटीऑक्सिडेंट शरीर द्वारा मुक्त कणों से होने वाले नुकसान से बचाने के लिए उपयोग किए जाने वाले पदार्थ हैं जो लिपिड पेरोक्सीडेशन, डीएनए के ऑक्सीकरण, प्रोटीन आदि का कारण बनते हैं जो कोशिकाओं को नुकसान पहुंचाते हैं। कैंसर, मधुमेह, गठिया, सूजन आदि जैसी कई बीमारियों के लिए ऑक्सीडेटिव तनाव प्रमुख कारकों में से एक है। इसलिए प्राकृतिक रूप से व्युत्पन्न एंटीऑक्सिडेंट पर विशेष जोर देने के साथ एंटीऑक्सिडेंट के उपयोग पर शोध केंद्रित किया गया है। पौधों से प्राप्त फेनोलिक यौगिक जैसे टैनिन, फ्लेवोनोइड्स, अल्कलॉइड्स, टेरपेनोइड्स आदि को शक्तिशाली एंटीऑक्सिडेंट के रूप में जाना जाता है। कई अन्य शोधकर्ताओं द्वारा मालाबार नीम के पत्ते और फलों के

अर्क के एंटीऑक्सीडेंट गुण भी बताए गए थे। मालाबार नीम के फलों के अर्क ने हर्बल दवाओं में व्यापक स्पेक्ट्रम के उपयोग को विकसित करने और मनुष्यों में ऑक्सीडेटिव तनाव संबंधी स्वास्थ्य विकारों के खिलाफ शक्तिशाली दवाओं के विकास के लिए एक आधार के रूप में एक महत्वपूर्ण गुंजाइश स्थापित की गयी है। मालाबार नीम को मानक रोगाणुरोधी परीक्षणों का उपयोग करके मानव विकृति के लिए जिम्मेदार अलग-अलग रोगजनक सूक्ष्मजीवों के खिलाफ उनकी रोगाणुरोधी गतिविधि के लिए परीक्षण किया गया है। मालाबार नीम पत्ती के आवश्यक तेल से क्रमशः स्यूडोमोनास एरुगिनोसा, एस्चेरिचिया कोली, क्लेबसिएला न्यूमोनिया और फुसैरियम ऑक्सीस्योरम और कैंडिडा अल्बिकन्स के खिलाफ बैक्टीरियोस्टेटिक और कवकनाशी गतिविधियों में लाभ पाया गया है साथ ही मधुमेह विरोधी गतिविधि अल्कोहल में मालाबार नीम फलों का अर्क हाइपोग्लाइकेमिक एजेंट के रूप में सबसे प्रभावी पाया गया है। जैव कीटनाशक गतिविधि में महत्वपूर्ण बात यह है कि मालाबार नीम के विभिन्न भागों में कीटनाशक क्षमता वाले कई यौगिक मौजूद हैं। इस पौधे के विभिन्न भागों के कई अर्क कीटनाशक गुण दिखाते हैं। रिफाइंड छाल में 60-70% टोसांडानिन होता है जिसका उपयोग हेलिकोवर्पा आर्मिजेरा को नियंत्रित करने के लिए किया जा सकता है। मेलियेसी के लिमोनोइड्स में पर्यावरण को नुकसान पहुंचाए बिना विभिन्न प्रकार के कीटों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित करने की क्षमता भी पाई जाती है। मालाबार नीम के पत्तों के मेथनॉल के अर्क का उपयोग करके तैयार किया गया जलीय सूत्रीकरण काफी हद तक फसल की खेती में कैटरपिलर से होने वाले नुकसान को रोकने में मदद और उपज को सुरक्षित करता है क्योंकि यह कैटरपिलर की संख्या को कम करके पत्ती क्षेत्र में कमी को रोकता है।

### कृषिवानिकी में महत्व

मालाबार नीम की खेती के साथ साथ हम अन्य फसलें भी आसानी से ले सकते हैं, इसकी फसल अवधि में अन्तःफसली योजना अपनाकर अनेक प्रकार के फसल जैसे- मुंग, उर्द, मूंगफली, हल्दी, बरसीम, मिर्ची, टमाटर, मेंथी, केला, पपीता, चारे वाली फसल आदि फसलों की खेती आसानी से की जा सकती है, मालाबार नीम कृषि वानिकी प्रणालियों के तहत बड़े पैमाने पर इस लिए पसंद किया जा रहा है क्योंकि इस प्रजाति में एलीलोपैथी की सूचना नहीं मिली है जिससे अन्य फसल को किसी प्रकार का नुकसान उठाना पड़े।

### उपसंहार

प्लार्डवुड, लुगदी लकड़ी और इमारती लकड़ी उद्योग में कई उपयोगों के साथ-साथ देश की विभिन्न कृषि-जलवायु परिस्थितियों के लिए इसकी तीव्र वृद्धि और अनुकूलन क्षमता के कारण, मेलिया दुबिया को शॉर्ट रोटेशन के मनी स्पिनिंग ट्री के रूप में भी जाना जाता है। इस स्वदेशी पेड़ की व्यावसायिक खेती को विभिन्न कृषि वानिकी प्रणालियों के तहत बड़े पैमाने पर पसंद किया जा रहा है क्योंकि इस प्रजाति में एलीलोपैथी की सूचना नहीं मिली है। इस पौधे के विभिन्न हिस्सों के औषधीय गुणों की खोज करने वाले शोध कार्य ने लकड़ी उद्योग के अलावा औषधीय पौधे उद्योग में व्यावसायिक उपयोग के लिए इसकी संभावित गुंजाइश दिखाई है। अच्छी गुणवत्ता वाली रोपण सामग्री की आपूर्ति के साथ-साथ इस बहुउद्देशीय वृक्ष की खेती के दायरे और तकनीक के बारे में किसानों को जागरूक करने की भी आवश्यकता है।

## पशु आहार में गन्ने के टॉप्स के मिश्रण साइलेज का उपयोग- सूखाग्रस्त क्षेत्रों के किसानों के लिए वरदान

नितिन कुराडे, सचिन पवार, अविनाश निर्मले, भास्कर गायकवाड, गोपालकृष्णन,  
अजय कुमार सिंह, के सम्मि रेड्डी

भा.कृ.अनु.प.-राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र-४१३ ११५

### परिचय

किसान यह अच्छे से जानते हैं कि दुग्ध-उत्पादन के लिए गाय एवं भैसों को हमेशा संतुलित आहार और हरा चारा उपलब्ध होने चाहिए। परंतु विपरीत जलवायु के चलते हमारे देश में गर्मियों एवं जाड़े के दिनों में हरे चारे की उपलब्धता बहुत ही कम रहती है। अतः पशुपालक प्रारम्भ से ही इस ओर ध्यान देते आए हैं। साइलेज बनाना हरे चारे के दीर्घकालिक संग्रहणका सबसे अच्छा तरीका है। यूरोपीय देशों में साइलेज बनाकर हरे चारे को बड़े पैमाने पर सुरक्षित रखने का प्रयोग गत शताब्दी से प्रचलित है। हमारे देश के पशुपालक साइलेज बनाना ब्रिटिश काल से जानते हैं, लेकिन इस विधि का उतना प्रसार नहीं हो पाया है। जलवायु परिवर्तन और बढ़ती पशुसंख्या के चलते, हमारे देश में साइलेज का प्रयोग बहूतही जरूरी हैं। साइलेज एक ऐसी विधि है, जिसकी सहायता से हरे चारों को कुट्टी करके रसीली अवस्था में दबाकर हवाबंद स्थिति में सुरक्षित रखा जाता है, उसे साइलेज अथवा इनसाइलिंग कहते हैं। साइलेज बनाकर चारे को सुरक्षित रखना, सुखाकर रखने से अधिक फायदेमंद है। किसीभी मौसम में साइलेज बनाई जा सकती है। हरे पौधों से अथवा पौधों के घटकों से, निम्न कोटि की सूखी घास बनती है, उनसेभी अच्छी साइलेज बनाई जा सकती है।

### गन्ने के टॉप्स का पशुआहार में प्रयोग

जानवरों को उनकी पोषण संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए उच्च गुणवत्ता वाले चारे के साथ संतुलित आहार की आवश्यकता होती है। हालाँकि, गन्ना उत्पादक क्षेत्रों में अधिकांश जानवरों को चारे का मुख्य भाग या एकमात्र चारे के रूप में गन्ने के टॉप्स खिलाए जाते हैं। एकमात्र चारे के रूप में गन्ने का उपयोग पशुस्वास्थ्य, उत्पादन और प्रजनन के लिए उपयुक्त नहीं है। सूखेके दौरान चारे की कमी के समय गन्ने की पूरी फसल जानवरों को खिला दी जाती है। यह आमतौर पर सूखे के दौरान चारा-शिविरों में पाया जाता है।



साइलेज बनाने के लिए उपयोगी फसलें: साइलेज बनाने के लिए चारों वाली फसलों की आवश्यकता होती है। साइलेज बनाने वाले चारे में काफी मात्रा में कार्बोहाइड्रेट पथा नमी होना आवश्यक है। हमारे यहां मक्का एवं ज्वार साइलेज बनाने के लिए सर्वोत्तम हैं। फलीदार फसलों से भी साइलेज बनाई जाती है, परन्तु इनमें कार्बोहाइड्रेट की मात्रा कम होती है, अतः ऊपर से शीरा अथवा खनिज अम्ल (Mineral acid) छिड़कना पड़ता है।

कार्बोहाइड्रेट की कमी पूरा करने से, फलीदार फसलों से भी अच्छी किस्म की साइलेज बन जाती है। इसके अतिरिक्त बाजरा, लोबिया, पुआल, लूसर्न, बरसीम, जई, घास-पात, अगौले इत्यादि हरे चारे से भी साइलेज बनाई जाती है। साइलेज बनाने के लिए फसलों को फूल आते समय ही काट लेना चाहिए क्योंकि इस समय इनमें पोषक तत्व अधिक मात्रा में होते हैं।

सुबह धूप निकालने के समय चारे को काटकर, दोपहर तक के लिये खेत पर फैलाकर छोड़ देते हैं, जिससे कि कुछ नमी इसमें से सूख जाती है। दोपहर के बाद इस चारे की चारा कुट्टी मशीन से कुट्टी बनाई जाती है।

मिश्र साइलेज बनाने की विधि:

अल्पभूधारक किसानों के लिए साइलेज तकनीक बहुत उपयोगी है। चारे की फसल की कटाई सही समय पर करनी चाहिए। फसल की कटाई तब करनी चाहिए जब अनाज दूध में हो या जब अनाज भरने लगे। महाराष्ट्र में गन्ने की उपलब्धता अक्टूबर से मार्च तक होती है। उपलब्ध चारे एवं गन्ने के टॉप्स की कुट्टी को एक साथ पाव से दबाकर गड्डे या थैले को पूरी तरह भरने के बाद उसे वायुरोधी एवं अच्छी तरह ढककर रखें।

आजकल बहुतसारे सूक्ष्म जीवों के कल्चर बाजार में उपलब्ध हैं। अवायवीय सूक्ष्म जीवों के १०० मिलीलीटर कल्चर को एक लीटर पानी और एक टन कुचली हुई कुट्टी के साथ मिलाया जाना चाहिए जैसा कि चित्र २ में दिखाया गया है।

साइलेज गड्डों में बनाया जाता है उन्हें साइलो कहते हैं। जमीन के नीचे बनाए गये साइलो अच्छे रहते हैं और आसानी से बन जाते हैं।



साइलेज बनाने के लिए एक अच्छा व सूखा स्थान चुन ले जो पशुशाला के पास हो। शुरू में जमीन के तल में कुछ घासफूस बिछा दें और कुछ आसपास लगा दें। जिससे चारे में मिट्टी नहीं लगेगी। पॉलिथीन भी बिछा सकते हैं। एक गोला गड्ढा खोदें जो ८ फुट से ज्यादा गहरा न हो, उसका घेरा इस पर निर्भर करता है कि आप कितना साइलेज बनाते हैं। गड्ढे में भरने से पहले चारेकी कुटी बना ले।

कुटी को परतों में एक के ऊपर एक करके बिछाते जाएं। हर परत को कूदकर अच्छी तरह दबा दें ताकि बीच में हवा न रहे। उसे तब तक भरें जब तक गड्ढे के मुंह से दो-तीन फुट ऊंची परतें न चली जाएं। ढेर को भूसे से ढक दें और बाद में मिट्टी पोत दें। चारा जैसे-जैसे बैठता जाएगा परतों में दरार पड़ती जाएगी, इन दरारों को मिट्टी से बंद करते जाएं। अगर चारा गड्ढा के मुंह के नीचे तक बैठ जाए तो गड्ढे के मुंह से कुछ ऊंचाई तक मिट्टी भर देनी चाहिए तथा इसे पलस्तर करके ढक दें। साइलेज ३ महीने में मवेशियों को खिलाने लायक तैयार हो जाता है तो उसके बाद गड्ढे को कभी भी खोल सकते हैं। अपने मवेशियों को खिलाने के लिए आपको जितने साइलेजकी जरूरत पड़े उतना ही गड्ढे में से बाहर निकालें। अगर साइलेज अच्छा तैयार हुआ है तो उसका रंग चमकदार हरा होगा। अगर साइलेज बिगड़ गया होगा तो उसका रंग भूरा और मटमैला हो जाएगा। अच्छा बना साइलेज प्रति घन फुट १५ से १८ किलो तक वजन का होगा।

#### साइलेज बनाने के साधन-

**कुट्टी मशीन:** विविध प्रकारकी कुट्टी मशीन बाजार में उपलब्ध है। अपने बजट के अनुसार कुट्टी मशीन ले सकते हैं। कटा हुआ चारा खेत से कुट्टी करके ट्रॉली भर देने वाली मशीन जादा उपयुक्त है।

**गड्ढे:** गड्ढे की दीवारें हर तरफ से हवा बंद होनी चाहिए, जिससे कि चारे में हवा न पहुंचकर साइलेज को खराब न कर पाए। दीवारें छेदविरहित तथा चिकनी होनी चाहिए। दीवारें काफी सुदृढ़ होनी चाहिए, ताकि वे किण्वन (Fermentation) के समय पैदा हुए दबाव को भली-भांति सहन कर सकें। गड्ढे की ऊंचाई उसके व्यास से दुगुनी होनी चाहिए, जिससे साइलेजके ऊपर से हवा निकलने के लिए काफी दबाव पड सकें।

**बैग:** एक से तीन टन के पॉलिथीन बैग बाजार में उपलब्ध होते हैं। अपनी आवश्यकता नुसार किसान बैग खरीद सकते हैं। कल्चर: बहुत सारे कल्चर बाजार में उपलब्ध हैं। इनका आवश्यक मात्रा में उपयोग करना जरूरी है।



### गड्डे/बैग को भरना

गड्डे/बैग को चारे से भरते समय इस बात का विशेष ध्यान रखना चाहिए कि चारा अच्छी तरह से दबाकर भरा जाए, जिससे गड्डे में हवा न रहने पाए। अतः जो चारा भरना हो उसको गड्डे में सतह में लगाकर पैरों से खूब दबाते जाते हैं। इस प्रकार चारे की सतह लगाकर तथा खूब दबाकर कई बार में गड्डे को पूरा भर लेते हैं। जब काफी मात्रा में चारा काटकर साइलेज बनाना होता है, तो कुट्टी काटने वाली मशीन को गड्डे के ऊपर एक किनारे पर लगा देते हैं ताकि चारा कट-कट कर स्वयं ही गड्डे में गिर जाए।

ऐसे गड्डे एक दिन में नहीं भरे जा सकते, बल्कि इनको भरने में कई दिन लग जाते हैं। नित्य भरे हुए चारे की सतह को तिरपाल से ढक देते हैं, ताकि यह सूख न जाए। ऐसे गड्डे को विशेषकर धूप तथा वर्षा से बचाना पड़ता है। अतः गड्डा भरते समय यदि मौसम खराब जान पड़े तो उस समय उस पर अस्थायी छप्पर या टीन डालकर छाया कर लेनी चाहिए। कभी-कभी वर्षा का पानी गड्डा भरने में रुकावट डालता है, जैसा कि अधिक वर्षा वाले क्षेत्रों में देखा गया है। ऐसे समय में पानी से भीगा हुआ चारा भूसे की एक के बाद एक तह लगाकर भरते हैं, जब तक कि मौसम साफ न हो जाए।

गड्डे का बहुत धीरे-धीरे भरना बहुत हानिकारक है। यदि गड्डा शीघ्र भरा जाता है तो, चारा भली-भांति दब नहीं पाता और उसमें हवा रह जाती है, जो साइलेज को खराब कर देती है। गड्डे को अधिक धीरे-धीरे भरने से चारा सूखने का भय रहता है, जिसके कारण अच्छी साइलेज नहीं बन पाती। गड्डे को इतना भरना चाहिए कि उसमें दबने के बाद चारा पृथ्वी के धरातल से कम से कम आधा मीटर ऊंचा रहे। इसे अच्छी तरहसे बंद कर देना चाहिए।



### गड्डे/बैग को खोलना

लगभग ५० से ८० दिन गड्डे में बंद रखने के पश्चात यह चारा अचार का रूप धारण कर लेता है, जो हरे चारे से बिल्कुल भिन्न होता है। इसी को साइलेज कहते हैं। इसकी हल्कीसी मीठी खुशबू होती है। जब साइलेज बनकर तैयार हो जाए तो इस गड्डे से आवश्यकतानुसार नित्य निकालकर पशुओं को खिलाना चाहिए। पूरा गड्डा/बैग न खोलकर, उससे एक किनारे से ही साइलेज निकालनी चाहिए। ऐसा न करने से साइलेज के सड़ने-गलने का भय रहता है।

### साइलेज का वर्गीकरण अथवा साइलेज की किस्में ( Classification of silage )

अमेरिकन डेयरी एसोसियेशन द्वारा साइलेज का निम्न प्रकार से वर्गीकरण किया गया है –

बहुत अच्छी साइलेज (very good silage) –वह साइलेज जिसमें स्पष्ट अम्ल की गंध तथा स्वाद हो। फफूंदी व ब्युटायरिक अम्ल बिल्कुल न हो, इसका पी.एच. ३.४ से ४.२ हो। अच्छी साइलेज (good silage) – अम्लत्व का स्वाद तथा महक मामूली पी.एच. ४.२ से 4.5, अमोनिया नाइट्रोजन १० से १५ %। कुछ अच्छी साइलेज (Fair silage) –थोड़ा ब्युटायरिक अम्ल, पी.एच. ४.५ से ४.८, अमोनिया नाइट्रोजन १५ से २० %। खराब साइलेज (bad silage) –अधिक ब्युटायरिक अम्ल के कारण बुरी महक, पी. एच. ४.८ से अधिक तथा अमोनिया नाइट्रोजन २० % से ऊपर।

स्वाद के आधार पर साइलेज का वर्गीकरण निम्न प्रकार किया होता है –

मीठी साइलेज –इसमें दुग्धाम्ल की मात्रा अधिक तथा ऐसिटिक अम्ल की मात्रा कम होती है।

अम्लीय साइलेज –इसमें ऐसिटिक अम्ल की मात्रा अधिक एवं दुग्धाम्ल की मात्रा कम होती है।

### साइलेज बनाने के लिए सावधानिया

साइलेज बनाने के लिए तकनीकी ज्ञान की आवश्यकता होती है। साइलेज खराब हो जाने से धन और श्रम की हानि होती है, इसलिए पूरी जानकारी के साथ साइलेज बनाना जरूरी है। साइलेज बनाते समय उसमें कोई कमी आ जाने से खराब हो जाता है और उसमें दुर्गंध आने लगती है। साइलेज बनाने के लिए आवश्यक उपकरणों जैसे की कडबा

कुट्टी मशीन की व्यवस्था करनी पडती है। साइलो-पिट के लिए उपयुक्त स्थान की आवश्यकता होती है जहाँ बरसात में पानीसे बचाव हो सके। साइलेज में पानी की अधिकता (>७०%) रह जाने पर इसका भार अधिक हो जाता है तथा खराब होने की संभावना बढ़ जाती है।

### भारत में साइलेज के कम प्रचलन के कारण

अनेक ग्रामीण क्षेत्रों में किसान साइलेज नहीं जानते हैं तो साइलेज बनाएंगे कैसे। जो किसान साइलेज के बारे में जानते हैं तो वे किसान सीमित साधनों के चलते साइलेज नहीं बना पाते हैं। कई किसान अशिक्षित होते हैं, अतः उन्हें साइलेज बनाने का ज्ञान नहीं है। किसान चारे को खराब होने का जोखिम नहीं उठाना चाहता है। मौसम की आवश्यकता के कारण भी किसान साइलेज नहीं बनाता है। हमारे देश में अतिरिक्त हरे चारों की उपलब्धता भी सीमित मात्रा में ही होती है।

### गन्ने की टॉप्स का मिश्र साइलेज:

राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान में दुधारू भैंसों में २५, ५०, ७५ और १०० % स्तर पर ज्वार के चारे के साथ गन्ने के टॉप्स के मिश्र साइलेज का मूल्यांकन किया गया। भौतिक मूल्यांकन और आहार परीक्षण के आधार पर, यह पाया गया कि चारे की कमी के दौरान डेयरी मवेशियों में दूध उत्पादन बनाए रखने के लिए ५० % तक गन्ने के टॉप्स और ज्वार का मिश्र साइलेज का उपयोग किया जा सकता है। इससे चारे की उपलब्धता और पशु पोषण में सुधार करने में मदद मिलती है।

### साइलेज बनाने से लाभ

सूखे चारे की तुलना में कम जगह में अधिक चारा जमा किया जा सकता है। उपलब्ध भूमि का उपयोग चारा उत्पादन के लिए प्रचुर मात्रा में किया जा सकता है। साइलेज पचाने में आसान होता है और सूखे चारे की तुलना में अधिक पौष्टिक होता है। चारे को संरक्षित करके अभाव के समय में उपयोग किया जा सकता है तथा खर्चा भी कम होता है। वर्षा ऋतु में जब सूखा चारा बनाना कठिन होता है, तो साइलेज आसानी से बनाई जा सकती है। साइलेज के लिए फसल को फूल आने से पहले काट लेने के कारण अगली फसल की तैयारी के लिए समय मिल जाता है।

फसल पकने से पहले काट लेने से उसमें लगने वाले रोग व कीड़ों से सुरक्षा हो जाती है। साइलेज पशुओं को सालभर खिलाया जा सकता है। साइलेज अन्य चारों की अपेक्षा अधिक पाचक और पौष्टिक होने के कारण पशुओं की दुग्ध उत्पादन क्षमता बढ़ाता है। इसके साथ ही पशुओं को स्वस्थ भी रखता है। किसानों के स्वयं सहायता समूह बाजार में उपलब्ध उपयुक्त मशीनरी का उपयोग करके आय बढ़ाने के लिए इस पद्धति का उपयोग कर सकते हैं। महाराष्ट्र में गन्ने के टॉप्स अक्तुबर से लेकर मार्च तक मिलते हैं। इस दौरान कम लागत में किसान भाई मिश्र साइलेज बनाकर आनेवाले गर्मियों के दिनों के लिए चारे की उपलब्धता बढ़ा सकते हैं। सूखे प्रभावित क्षेत्रों में हर गाव में अथवा तहसील में साइलेज खरेदी विक्री संघ बनाकर साइलेज बनानेवाले समूहों को बढ़ावा देने की जरूरत है। इससे सूखेप्रभावित क्षेत्रों के पशुपालकोंको लाभ होगा और चारा छावनियोंकी आवश्यकता कम हो जाएगी। और चारे के दाम नियंत्रण में रख पाना संभव होगा।

## गन्ना फसल प्रणालियों में नाइट्रोजन उपयोग दक्षता में सुधार के विकल्प

एलीजा प्रधान, रोहित करडे, धनश्री शिंदे

भा.क्र.अनु.प. - राष्ट्रीय अजैविक प्रबंधन संस्थान, बारामती, पुणे, महाराष्ट्र - 413115

### सारांश

गन्ना फसल प्रणाली भारत में प्रमुख फसल प्रणालियों में से एक है और भारतीय अर्थव्यवस्था में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। गन्ने के उत्पादन में नाइट्रोजन प्रबंधन बहुत महत्वपूर्ण कारक है, क्योंकि यह सुक्रोज उत्पादन, रस की गुणवत्ता, आवास, गन्ने की गुणवत्ता, कीट और रोग के संक्रमण पर प्रभाव डालता है। यूरिया नाइट्रोजन उर्वरक का प्रमुख स्रोत है लेकिन बहुत कम उर्वरक उपयोग दक्षता (केवल 20-40 प्रति शत) के लिये खेतों में इसके भारी उपयोग करना पड़ता है। इसलिए, चुनौतियों का सामना करने के लिए, गन्ना फसल उत्पादन में नाइट्रोजन उपयोग दक्षता में सुधार के लिए उपयुक्त कृषि नाइट्रोजन प्रबंधन प्रथाओं की आवश्यकता है।

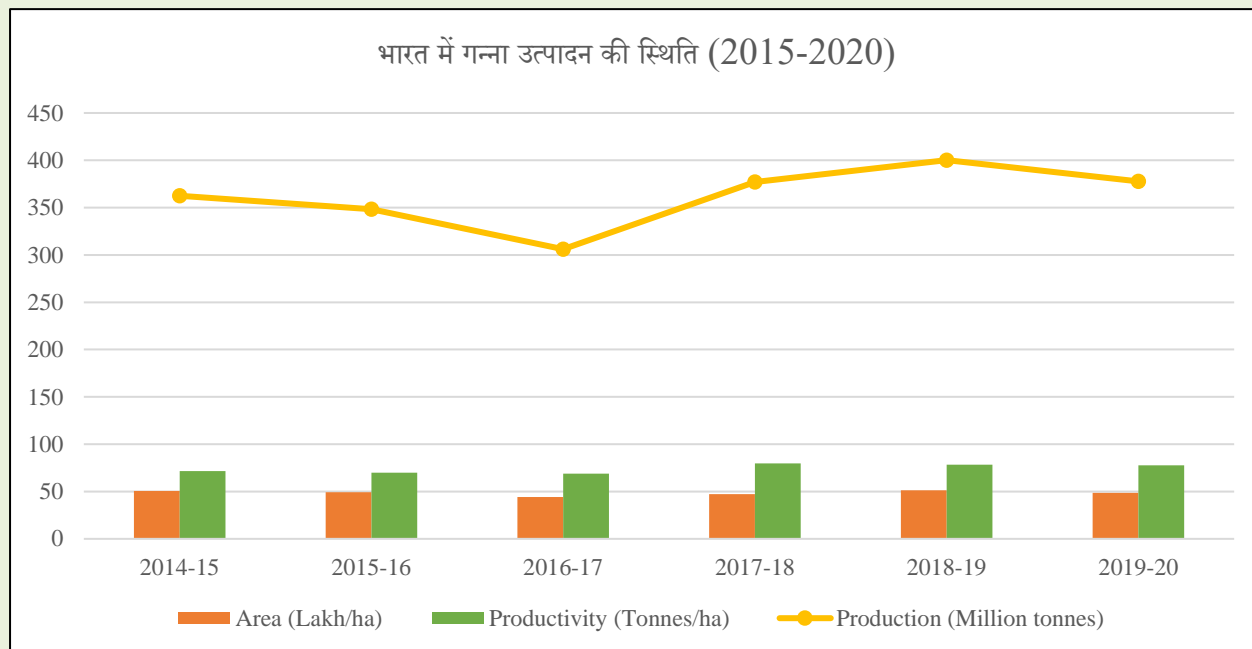
### परिचय

2050 तक विश्व की जनसंख्या 9.7 बिलियन तक पहुंचने का अनुमान है, जिसमें भारत की अनुमानित 1.64 बिलियन आबादी शामिल है। विश्व जनसंख्या की तीव्र वृद्धि के कारण खाद्य और कृषि-खाद्य उत्पादों का उच्च उत्पादन के मांग में वृद्धि होती है और साथ में यह खेतों में उर्वरकों विशेष रूप से नाइट्रोजन उर्वरकों के बढ़ते उपयोग का कारण बनता है। नाइट्रोजन पौधों की वृद्धि और विकास के लिए एक आवश्यक तत्व है क्योंकि यह क्लोरोफिल, प्रोटीन, डीएनए, आरएनए, एटीपी, ऑक्सिन, साइटोकिनिन, एल्कलॉइड और ग्लूकोसाइनोलेट्स सहित प्रमुख यौगिकों का एक आवश्यक घटक है। पौधों के चयापचय में नाइट्रोजन के महत्व के बावजूद, यह पौधों द्वारा आत्मसात किए जा सकने वाले रूपों में कम आपूर्ति में मौजूद है, और इसके परिणामस्वरूप, मिट्टी में कम नाइट्रोजन की उपलब्धता अक्सर फसलों की वृद्धि और उपज को सीमित करने वाला प्रमुख पोषक तत्व बन जाता है। इसके अलावा, फसल के नाइट्रोजन अवशोषण की दर कुल प्रयुक्त नाइट्रोजन के 50% से कम रहती है, और नाइट्रोजन स्रोत का आधे से अधिक गैसीय और जलीय मार्गों में पर्यावरण में बर्बाद हो जाता है। विशेष रूप से कम नाइट्रोजन उपयोग दक्षता (NUE) के कारण खेतों में डाला गया अतिरिक्त नाइट्रोजन ने कई मुद्दों को जन्म दिया है, जैसे कि मिट्टी का क्षरण, जल प्रदूषण और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन। भारत में प्रमुख फसल प्रणालियों में, गन्ना महत्वपूर्ण व्यावसायिक फसल प्रणालियों में से एक है और इसके उत्पादन में नाइट्रोजन उपयोग दक्षता में सुधार एक प्रमुख महत्व रखता है।

### भारत में गन्ना फसल प्रणाली का महत्व

गन्ना सबसे महत्वपूर्ण नकदी फसलों में से एक के रूप में जाना जाता है जो भारतीय अर्थव्यवस्था में एक प्रमुख भूमिका निभाता है। देश गन्ना उत्पादन में ब्राजील के बाद दूसरे स्थान पर है और देश की लगभग 7.5% ग्रामीण आबादी गन्ने

की खेती कर रही है। अकेले चीनी उद्योग ने 60 लाख किसानों की मदद की है। गन्ना भविष्य की फसल है, क्योंकि यह चीनी, गुड़, खांडसारी और कई उत्पादों जैसे शीरा, खोई और प्रेस मिट्टी के साथ-साथ बायोएथेनॉल और कई जैव-आधारित उत्पादों के रूप में हरित ऊर्जा के कुछ नवीकरणीय स्रोतों के उत्पादन में योगदान देता है।



चित्र: भारत में गन्ना उत्पादन की स्थिति (2015-2020) (Source: SBI, 2021)

### गन्ने में नाइट्रोजन प्रबंधन

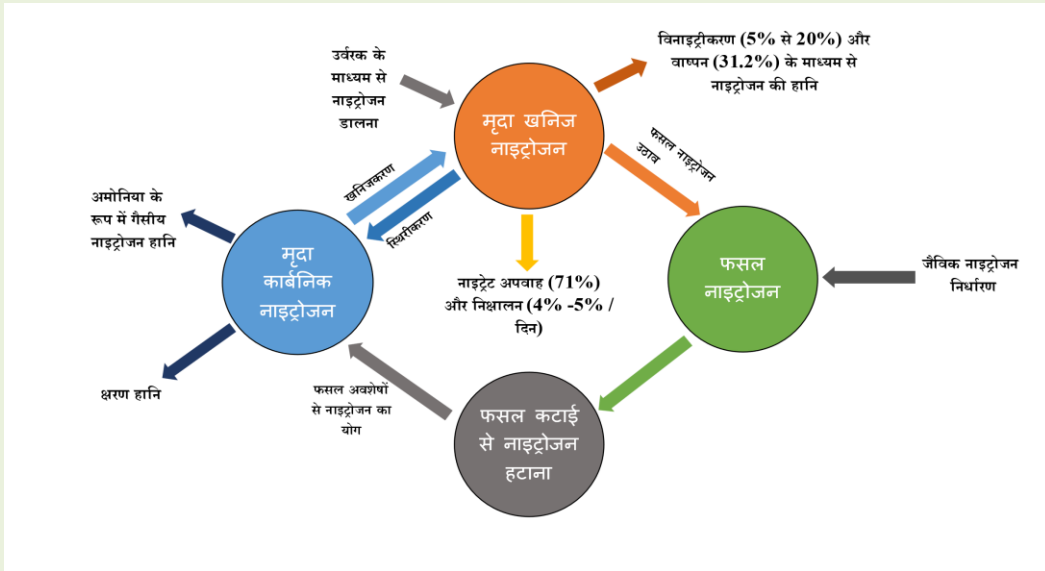
गन्ना उत्पादन में नाइट्रोजन प्रबंधन महत्वपूर्ण पहलुओं में से एक है, क्योंकि बहुत कम नाइट्रोजन सुक्रोज उत्पादन, रस की गुणवत्ता पर नकारात्मक प्रभाव डाल सकता है। बहुत अधिक नाइट्रोजन, गन्ने की गुणवत्ता में कमी और कीट और रोग के संक्रमण के बढ़ते जोखिम का कारण बन सकता है। सामान्य तौर पर, 100 टन प्रति हेक्टेयर की उपज वाली गन्ने की फसल मिट्टी से 207 किलोग्राम नाइट्रोजन निकालती है (Jagtap et al., 2006) जबकि महाराष्ट्र के लिए, स्थानीय कृषि अनुसंधान संस्थानों यानी MPKV, राहुरी द्वारा प्रति हेक्टेयर लगभग 400 किलोग्राम नाइट्रोजन की सिफारिश की है। हालांकि, यूरिया नाइट्रोजन उर्वरक का प्रमुख स्रोत है, इसमें बहुत कम उर्वरक उपयोग क्षमता (20-40 प्रतिशत) है जो बदले में इसकी बड़ी मात्रा में खेतों में डालने का कारण बनती है। इसलिए, इन चुनौतियों का सामना करने के लिए, गन्ना फसल उत्पादन में नाइट्रोजन उर्वरक उपयोग क्षमता में सुधार और साथ ही उत्पादकता को बनाए रखने के लिए उपयुक्त कृषि नाइट्रोजन प्रबंधन प्रथाओं का प्रस्ताव दिया गया है।

### पर्यावरण में नाइट्रोजन हानि के प्रकार

मिट्टी का कटाव (Soil erosion) - हवा या पानी द्वारा खेत से बाहर ले जाने वाले मिट्टी के कणों से जुड़े होने पर नाइट्रोजन को मिट्टी की सतह से खो जाने के लिए जाना जाता है। हालांकि सभी क्षेत्रों में हवा और पानी का क्षरण बहुत आम है, शुष्क क्षेत्रों में हवा का कटाव अधिक गंभीर है और आर्द्र क्षेत्रों में पानी का क्षरण (ISA, 2008)।

**अपवाह (Runoff)** - जब नाइट्रोजन उर्वरक को सतह पर रखा जाता है और नाइट्रोजन के मिट्टी में प्रवेश करने और पौधों द्वारा अवशोषण से पहले भारी वर्षा होती है, तो घुलित नाइट्रोजन (आमतौर पर नाइट्रेट के रूप में) का सतही अपवाह होने की संभावना होती है ।

**अमोनिया वाष्पीकरण (Ammonia volatilization)** - यदि खाद या यूरिया को सतह पर लागू किया जाता है और तुरंत मिट्टी में शामिल नहीं किया जाता है, तो अमोनिया के रूप में नाइट्रोजन की बड़ी मात्रा को वातावरण में खो दिया जा सकता है । गर्म मौसम की स्थिति, क्षारीय मिट्टी (pH > 7.0) अमोनिया वाष्पीकरण के लिए अधिक संवेदनशील होती है, जबकि अम्लीय मिट्टी (pH 5.0-7.0) के लिए तटस्थ होने के परिणामस्वरूप अमोनिया वाष्पीकरण हानि कम हो जाती है। यूरिया जलीय विश्लेषण के दौरान, उर्वरक के आसपास प्रारंभिक मिट्टी का pH बढ़ जाता है। अमोनिया से नाइट्रेट का अनुपात काफी हद तक pH पर निर्भर है, इस प्रकार 7.0 से ऊपर बढ़ा हुआ pH अमोनिया वाष्पीकरण को बढ़ावा देता है ।



चित्र: नाइट्रोजन हानि का योजनाबद्ध आरेख

**विनाइट्रीकरण (Denitrification) और नाइट्रिफिकेशन (Nitrification)** - जब मिट्टी में ऑक्सीजन के स्तर की कमी होती है, तो कुछ सूक्ष्मजीव जिन्हें डेनिट्रिफायर (Denitrifier) के रूप में जाना जाता है, नाइट्रेट को नाइट्रोजन और नाइट्रस ऑक्साइड (N<sub>2</sub>O) में बदल देंगे, और दोनों गैसों वायुमंडल में खो जाएंगी। विनाइट्रीकरण (Denitrification) आमतौर पर तब देखा जाता है जब मिट्टी में नाइट्रेट मौजूद होता है, मिट्टी में नमी अधिक होती है या पानी खड़ा होता है, और मिट्टी गर्म होती है ।

**लीचिंग (Leaching)** - लीचिंग तब होती है जब पर्याप्त बारिश या सिंचाई या दोनों होती है, जब पर्याप्त पानी होता है तो नाइट्रोजन मिट्टी से नाइट्रेट के रूप में आसानी से खो जाती है। नाइट्रेट अंततः भूजल प्रवाह के माध्यम से भूमिगत जलभृतों या सतही जल में बस जाता है ।

### नाइट्रोजन उपयोग दक्षता में सुधार के लिए रणनीतियाँ

सामान्य तौर पर, गन्ना फसल उत्पादन में बेहतर नाइट्रोजन उपयोग दक्षता के लिए एक '4R दृष्टिकोण' (4R approach) अर्थात् सही दर, सही समय, सही विधि और सही रूप (right rate, right time, right method and right form) की सिफारिश की जाती है।

**सही दर (Right rate)** - उर्वरकों के अधिक या कम उपयोग से पोषक तत्वों की उपयोग क्षमता में कमी आएगी या उपज और फसल की गुणवत्ता में कमी आएगी। मृदा परीक्षण अभी भी पोषक तत्वों की उपलब्धता और मिट्टी की आपूर्ति क्षमता का निर्धारण करने के लिए उपलब्ध सबसे शक्तिशाली उपकरणों में से एक है, लेकिन उपयुक्त उर्वरक सिफारिशें करने के लिए उपयोगी होने के लिए, अच्छी अंशांकन जानकारी भी आवश्यक है (Singh et al., 2018)।

**सही समय (Right time)** - विशेष रूप से नाइट्रोजन के लिए पोषक तत्व उपयोग दक्षता में सुधार के लिए फसल की मांग और पोषक तत्वों की आपूर्ति के बीच पूर्ण संगतता आवश्यक है। फसल उगाने के मौसम के दौरान नाइट्रोजन के विभाजित अनुप्रयोग, रोपण के दौरान एक बड़े उपयोग के बजाय, नाइट्रोजन के उपयोग को बढ़ाने में प्रभावी पाए गए हैं। MPKV, राहुरी (कृषि दर्शिनी 2021) ने रोपण के दौरान 40 किलोग्राम नाइट्रोजन प्रति हेक्टेयर, रोपण के 6-8 सप्ताह बाद 160 किलोग्राम नाइट्रोजन प्रति हेक्टेयर, रोपण के 12-16 सप्ताह बाद 40 किलोग्राम नाइट्रोजन प्रति हेक्टेयर और 160 किलोग्राम नाइट्रोजन प्रति हेक्टेयर भव्य विकास चरण के दौरान देने की सिफारिश की है।

**सही विधि** - नाइट्रोजन के अनुप्रयोग की विभिन्न विधियाँ हैं जैसे डीप प्लेसमेंट, सुपर ग्रेन्यूल्स का उपयोग और नाइट्रोजन उर्वरक का पर्ण स्प्रे जो लागू नाइट्रोजन उर्वरक की वसूली को बढ़ाने के लिए उपयोगी हैं। नाइट्रोजन उर्वरकों का प्रसार बहुत आम बात है और इससे नाइट्रोजन की बड़ी हानि होती है, उदाहरण के लिए, अमोनिया के वाष्पीकरण के परिणामस्वरूप कम नाइट्रोजन की वसूली होती है। नाइट्रोजन उर्वरक (Urea super-granules) के संशोधित रूप का उपयोग और यूरिया आधारित उर्वरकों के गहरे स्थान पर नाइट्रोजन उपयोग दक्षता को बढ़ाने के लिए सूचित किया गया है।

यूरोप भर के शोधकर्ताओं ने अमोनिया उत्सर्जन को कम करने के लिए “Closed-Slot Injection Method” नामक एक नई विधि की सिफारिश की है और यह तकनीक यूरोपीय किसानों (Mencaroni et al., 2021) के व्यापक प्रसार के कारण प्रभावी साबित हुई है।

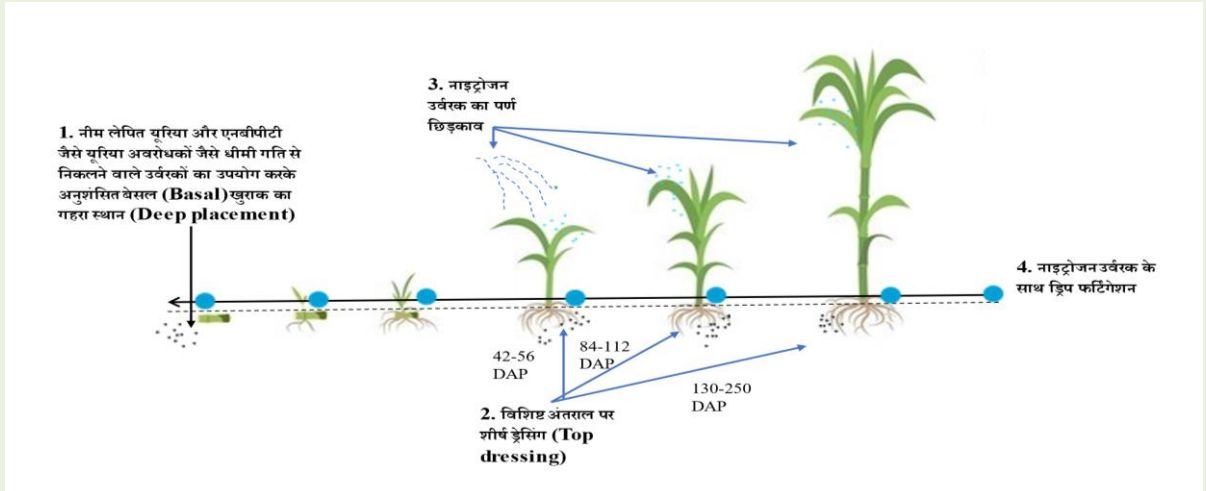
**सही रूप** - नाइट्रोजन की उपलब्धता और वसूली को प्रभावित करके विभिन्न नाइट्रोजन हानियों को नियंत्रित करने में नाइट्रोजन उर्वरकों का रूप महत्वपूर्ण पाया जा सकता है। नाइट्रेट युक्त उर्वरकों की तुलना में नाइट्रोजन उर्वरकों वाले एमाइड और अमोनियम में लीचिंग की संभावना कम होती है। लेकिन इसके विपरीत, नाइट्रोजन युक्त उर्वरकों की तुलना में अमोनियम और एमाइड युक्त उर्वरक वाष्पीकरण हानि के प्रति अधिक संवेदनशील होते हैं।

कई धीमी गति (Slow release) से काम करने वाले उर्वरकों का अब विपणन किया जाता है जिसमें विभिन्न नाइट्रोजन हानियों को कम करने और नाइट्रोजन उपयोग दक्षता में सुधार करने की क्षमता होती है। नीम लेपित यूरिया

का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है और भारत में धीमी गति से काम करने वाले नाइट्रोजन उर्वरक का प्रदर्शन किया जाता है (Singh *et al.*, 2018)।

नाइट्रिफिकेशन इनहिबिटर्स (Nitrification inhibitors) का मिश्रण अमोनियम-एन के नाइट्रेट-एन में रूपांतरण को धीमा कर सकता है और मिट्टी के माध्यम में नाइट्रोजन के अमोनिकल रूप की उच्च सांद्रता सुनिश्चित कर सकता है, जो नाइट्रोजन उपयोग दक्षता एनयूई और फसल उपज (Shivay *et al.*, 2001) को बढ़ाने में मदद करता है। नाइट्रोजन स्टेबलाइजर्स (e.g., nitrapyrin, DCD [dicyandiamide], NBPT [n-butylthiophosphoric triamide]) नाइट्रिफिकेशन या यूरिया गतिविधि को रोकते हैं, इसलिए वे उर्वरक के नाइट्रेट में रूपांतरण को धीमा कर देते हैं।

**ड्रिप फर्टिगेशन** - ड्रिप फर्टिगेशन को उच्च जल उपयोग दक्षता के साथ सटीक मात्रा में पानी की आपूर्ति करने के लिए जाना जाता है, इसलिए इसका उपयोग पानी के साथ उर्वरकों की आपूर्ति के लिए भी किया जाता है, जिसे फर्टिगेशन के रूप में जाना जाता है। ड्रिप फर्टिगेशन के माध्यम से पोषक तत्व और जल उपयोग दक्षता दोनों में सुधार किया जा सकता है जो निश्चित रूप से पोषक तत्वों और पानी की प्रत्येक इकाई के लिए फसल उत्पादन को बढ़ावा देता है। इसमें घुलनशील उर्वरकों का अधिक लाभ होता है, जिसे जड़ क्षेत्र में बनाए रखने के कारण अच्छे फसल स्वास्थ्य और संभावित उपज के साथ विशिष्ट मात्रा में डाला जा सकता है। कई अध्ययनों से पता चला है कि फर्टिगेशन बिना फसल की उपज को खोए आवेदन दरों को कम करके उर्वरक उपयोग दक्षता में सुधार कर सकता है (Yan *et al.*, 2015)।



चित्र 3. गन्ने में नाइट्रोजन उपयोग दक्षता में सुधार के लिए प्रबंधन प्रथाओं का योजनाबद्ध आरेख

### निष्कर्ष

नई विकसित प्रौद्योगिकियों के साथ सावधानीपूर्वक प्रबंधन प्रथाओं से पर्यावरण पर इसके नाइट्रोजन पदचिह्न को कम करते हुए गन्ना उत्पादन प्रणाली की स्थिरता में वृद्धि हो सकती है।

