

कृषि कुंभ  
हिंदी मासिक पत्रिका

खण्ड 04 भाग 03, (अगस्त, 2024)  
पृष्ठ संख्या 24-29



बागवानी फसलों में नवीन प्रौद्योगिकियों  
में अवसर और चुनौतियाँ

शिव कुमार शिवंदु, निश्चला, ईशानी शर्मा एवं दीक्षा  
फल विभाग, बागवानी महाविद्यालय  
डॉ. यशवन्त सिंह परमार बागवानी  
एवं वानिकी विश्वविद्यालय नौनी सोलन, भारत।

Email Id: marginshiv05@gmail.com

सारांश

बागवानी फसलों में नवीन प्रौद्योगिकियों का उपयोग कृषि क्षेत्र में क्रांति ला सकता है। यह अध्ययन बागवानी में अपनाई जा रही आधुनिक तकनीकों और उनके प्रभावों की व्यापक समीक्षा प्रस्तुत करता है। प्रमुख प्रौद्योगिकियों में सटीक कृषि, स्वचालन, जैव प्रौद्योगिकी, और डिजिटल कृषि शामिल हैं। ये तकनीकें न केवल उत्पादन क्षमता बढ़ाने में सहायक हैं, बल्कि पर्यावरणीय प्रभावों को भी कम करती हैं। हालांकि, इन तकनीकों को अपनाने में कुछ चुनौतियाँ भी हैं, जैसे उच्च प्रारंभिक लागत, तकनीकी ज्ञान की कमी, और छोटे किसानों के लिए पहुंच की कठिनाइयाँ। यह अध्ययन अवसरों और चुनौतियों का विश्लेषण कर यह निष्कर्ष निकालता है कि इन प्रौद्योगिकियों का सही और संतुलित उपयोग बागवानी क्षेत्र में स्थिरता और समृद्धि ला सकता है।

भारत अपने विविध कृषि-जलवायु क्षेत्रों से लाभान्वित होकर फल और सब्जी उत्पादन में विश्व स्तर पर दूसरा स्थान रखता है। 2022-23 में, भारत ने 108.34 मिलियन टन का फल उत्पादन और 212.91 मिलियन टन से अधिक का सब्जी उत्पादन हासिल किया, जो दोनों श्रेणियों में वैश्विक उत्पादन में लगभग 10% का योगदान देता है (एफएओ सांख्यिकी,

2023)। फलों की फसल की खेती में जलवायु परिवर्तनशीलता, श्रम की कमी और उच्च गुणवत्ता वाली आपूर्ति के लिए बाजार की अपेक्षाओं सहित कई समस्याओं का सामना करना पड़ता है। नई रचनात्मक प्रौद्योगिकियाँ इन कठिनाइयों के आशाजनक उत्तर के रूप में उभर रही हैं और उत्पादकों के लिए नए अवसर खोल रही हैं। ये प्रौद्योगिकियाँ फल फसल उत्पादन में उत्पादकता, स्थिरता और लाभप्रदता बढ़ाने के लिए उन्नत उपकरण और दृष्टिकोण प्रदान करती हैं। हालांकि, उनके द्वारा प्रदान किए जाने वाले अवसरों के अलावा, ये सफल प्रौद्योगिकियाँ समस्याएँ भी पैदा करती हैं जिन्हें अपने वादे को पूरी तरह से साकार करने के लिए दूर किया जाना चाहिए। यह परिचय फल फसलों में नई नवीन प्रौद्योगिकियों से जुड़े अवसरों और समस्याओं पर गौर करेगा, फल उत्पादन के भविष्य को निर्धारित करने में उनके महत्व पर जोर देगा।

बागवानी फसलों में नवीन प्रौद्योगिकियाँ

1. नैनोटेक्नोली
2. आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस
3. बायोफोर्टिफिकेशन
4. CRISPR & Cas9 जीन संपादन तकनीक
5. एरोपोनिक्स

## नैनोटेक्नोली

नैनोटेक्नोलॉजी, एक विज्ञान जो मुख्य रूप से विभिन्न सामग्रियों के नैनो-आकार के कणों (1 से 100 नैनोमीटर या  $1.0 \times 10^{-9}$  मी तक) के संश्लेषण और अनुप्रयोग से संबंधित है, जब सामग्री को नैनो पैमाने पर कम किया जाता है, वे नए गुण और व्यवहार प्रदर्शित करते हैं। नैनोटेक्नोलॉजी के क्षेत्र में दो मुख्य पहलू शामिल हैं: नैनो-आकार की सामग्रियों का संश्लेषण और विशिष्ट उद्देश्यों के लिए उनका प्रयोग। इसमें परमाणु स्तर पर सटीक और सूक्ष्म उपकरणों, मशीनों और रोबोटों का विकास शामिल है। नैनोटेक्नोलॉजी को अपनाने से फल उत्पादन में कई लाभ मिलते हैं, जिसमें लागत हानि को कम करना और लागू इनपुट की साइट-लक्षित डिलीवरी के माध्यम से उत्पादन बढ़ाना शामिल है। फल उत्पादन में आमतौर पर उपयोग किए जाने वाले नैनोमटेरियल में नैनो-पैकेजिंग, नैनो-कीटनाशक, नैनो-उर्वरक, नैनो-कवकनाशी और सटीक फल संस्कृति के साथ-साथ फसल सुधार में अनुप्रयोग और उच्च तकनीक वाले फल उत्पादन के लिए बायोसेंसर शामिल हैं। नैनोटेक्नोलॉजी निम्नलिखित तरीकों से फल उत्पादन और पारिस्थितिक स्थिरता में योगदान देती है:

**सूक्ष्मजीवों की वृद्धि और विकास को नियंत्रित करना:** नैनो-आधारित प्रौद्योगिकियां हानिकारक सूक्ष्मजीवों की वृद्धि और विकास को नियंत्रित करने और फलों के भण्डारण अवधि को बढ़ाने में मदद कर सकती हैं।

**उन्नत पैकेजिंग फिल्मों का परिचय:** नैनोटेक्नोलॉजी हानिकारक गैसों और किरणों को नियंत्रित करने एवं फलों की गुणवत्ता और ताजगी को लंबे समय तक संरक्षित करने की उन्नत क्षमताओं के साथ पैकेजिंग फिल्मों के विकास को सक्षम बनाती है।

**पैकेजिंग की ताकत, गुणवत्ता और सौंदर्यशास्त्र में सुधार:** नैनोमटेरियल्स से

पैकेजिंग करके फलों की गुणवत्ता को बढ़ा सकते हैं, उत्पाद की ताजा को बनाए रखते हुए निर्यात और भंडारण के दौरान बेहतर सुरक्षा सुनिश्चित करते हैं।

## चुनौतियाँ

नैनोटेक्नोलॉजी की वर्तमान समझ अपने प्रारंभिक चरण में है, जिससे नैनोकणों के पर्यावरणीय प्रभावों की सटीक भविष्यवाणी करना चुनौतीपूर्ण हो गया है।

- अनपेक्षित लक्ष्यों के साथ नैनोकणों की परस्पर क्रिया के परिणामस्वरूप पर्यावरण और स्वास्थ्य संबंधी चिंताएँ हो सकती हैं।
- बढ़ा हुआ उत्पादन खर्च इसे अपनाने में बाधा उत्पन्न करता है।
- नैनोटेक्नोलॉजी के विविध अनुप्रयोगों के संबंध में सीमित सार्वजनिक जागरूकता मौजूद है।
- नैनोटेक्नोलॉजी उत्पादों के नियमन और विभिन्न क्षेत्रों में उनकी व्यावसायिक तैनाती के लिए सुरक्षा और प्रभावकारिता सुनिश्चित करने के लिए कड़े निरीक्षण की आवश्यकता होती है।

## आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस

आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस फसल की खेती और प्रबंधन के विभिन्न पहलुओं को बढ़ाकर बागवानी क्षेत्र में तेजी से बदलाव ला रहा है। बागवानी फसलों में, कृषि पद्धतियों को अनुकूलित करने, फसल की उपज में सुधार करने और गुणवत्ता सुनिश्चित करने के लिए मशीन लर्निंग, कंप्यूटर विज्ञान और रोबोटिक्स जैसी 15 तकनीकों का उपयोग किया जा रहा है।

**प्रिसिजन फार्मिंग:** आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस एवं संचालित प्रिसिजन फार्मिंग में फसल के स्वास्थ्य, मिट्टी की स्थिति और मौसम के पैटर्न की निगरानी के लिए डेटा एनालिटिक्स का उपयोग शामिल है। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस एल्गोरिदम इस डेटा का विश्लेषण करके

कार्रवाई योग्य जानकारी प्रदान करते हैं, जिससे किसान सिंचाई, निषेचन और कीट नियंत्रण के बारे में सूचित निर्णय लेने में सक्षम होते हैं, जिससे संसाधन दक्षता और फसल उत्पादकता को अधिकतम किया जा सकता है।

**स्वचालित रोग और कीट पहचान:** आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस एवं संचालित सिस्टम प्रारंभिक अवस्था में रोगों और कीटों का पता लगाने के लिए कंप्यूटर विज्ञान और मशीन लर्निंग का उपयोग करते हैं। लक्षणों की पहचान करने के लिए फसलों की उच्च-रिज़ॉल्यूशन छवियों का वास्तविक समय में विश्लेषण किया जाता है, जिससे त्वरित हस्तक्षेप और फसल के नुकसान को कम करने में मदद मिलती है।

**उपज की भविष्यवाणी:** मशीन लर्निंग मॉडल ऐतिहासिक डेटा, मौसम की स्थिति, मिट्टी के स्वास्थ्य और फसल प्रबंधन प्रथाओं का विश्लेषण करके फसल की पैदावार की भविष्यवाणी करते हैं। सटीक उपज की भविष्यवाणी किसानों को अपनी फसल की योजना बनाने और अपनी उपज को अधिक प्रभावी ढंग से बेचने में मदद करती है।

**रोबोटिक्स और ऑटोमेशन:** आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस एवं संचालित रोबोट का उपयोग रोपण, निराई और कटाई जैसे कार्यों के लिए तेजी से किया जा रहा है। ये रोबोट उच्च परिशुद्धता और दक्षता के साथ काम कर सकते हैं, जिससे श्रम लागत कम हो जाती है।

**स्मार्ट ग्रीनहाउस:** आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस तकनीक स्मार्ट ग्रीनहाउस के निर्माण को सक्षम बनाती है जहाँ तापमान, आर्द्रता और प्रकाश जैसी पर्यावरणीय स्थितियों की दुरुस्त निगरानी और नियंत्रण स्वचालित रूप से किया जाता है। यह इष्टतम बढ़ती परिस्थितियों को सुनिश्चित करता है, जिससे बेहतर फसल की गुणवत्ता और अधिक पैदावार होती है।

**आपूर्ति श्रृंखला अनुकूलन:** आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस पूर्वानुमान लगाकर, इन्वेंट्री का प्रबंधन करके और अपशिष्ट को कम करके बागवानी आपूर्ति श्रृंखला को अनुकूलित करने में मदद करता है। यह सुनिश्चित करता है कि ताजा उपज उपभोक्ताओं तक कुशलतापूर्वक और सही समय पर पहुँचे।

बागवानी फसलों में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (ऐआई) का एकीकरण, आशाजनक होने के साथ-साथ कई चुनौतियों का सामना करता है, जिन्हें इसकी क्षमता को पूरी तरह से साकार करने के लिए संबोधित करने की आवश्यकता है। इन चुनौतियों में शामिल हैं:

**उच्च प्रारंभिक लागत:** आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस तकनीकों को लागू करने के लिए अक्सर उपकरण, सॉफ्टवेयर और बुनियादी ढांचे में काफी जादा निवेश की आवश्यकता होती है, जो छोटे और मध्यम आकार के किसानों के लिए एक मुख्य बाधा हो सकती है।

**तकनीकी विशेषज्ञता:** बागवानी में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस के प्रभावी उपयोग के लिए एक निश्चित स्तर के तकनीकी ज्ञान और विशेषज्ञता की आवश्यकता होती है। किसानों और कृषि श्रमिकों को आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस सिस्टम को संचालित करने और डेटा की सही व्याख्या करने के लिए प्रशिक्षण की जरूरत है।

**डेटा उपलब्धता और गुणवत्ता:** आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस सिस्टम प्रशिक्षण और संचालन के लिए बड़े डेटासेट पर बहुत अधिक निर्भर करते हैं। उच्च गुणवत्ता वाले, सटीक और व्यापक डेटा की उपलब्धता सुनिश्चित करना एक चुनौती हो सकती है, खासकर विविध और परिवर्तनशील कृषि वातावरण में।

**बुनियादी ढांचे की सीमाएँ:** आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस तकनीकों की तैनाती के लिए विश्वसनीय इंटरनेट कनेक्टिविटी और उन्नत हार्डवेयर जैसे प्रयाप्त बुनियादी ढाँचे की आवश्यकता होती है। कई ग्रामीण क्षेत्रों में जहाँ

फसल	पोषक तत्व	लक्षित देश	अग्रणी संस्थान	वर्ष
केला/प्लेटैन	प्रोविटामिनए कैरोटेनॉयड्स, आयरन	नाइजीरिया, आइवरी कोस्ट, कैमरून बुरुंडी, डीआर कांगो युगांडा	आईआईटीए, जैव विविधता क्वींसलैंड यूनिवर्सिटी ऑफ टेक्नोलॉजी, एनएआरओ	2019
बीन	आयरन (जिंक)	रवांडा, डीआर कांगो	सीआईएटी, आरएबी, इनेरा	2012
कहू	प्रोविटामिनए कैरोटेनॉयड्स	ब्राजील	एम्ब्रापा	2015
शकरकंद	कैरोटेनॉयड्स	युगांडा मोजाम्बिक ब्राजील चीन	सीआईपी, एनएसीसीआरआई एम्ब्रापा स्वीट पोटैटो इंस्टीट्यूट, सीएएस	2007 2002 2009 2010

बागवानी की जाती है, इन महत्वपूर्ण बुनियादी ढाँचे के घटकों की कमी हो सकती है।

बाजार में स्वीकृति: कृषि में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस के उपयोग को लेकर उपभोक्ताओं और हितधारकों की ओर से प्रतिरोध हो सकता है, अक्सर खाद्य सुरक्षा, गोपनीयता और नैतिक निहितार्थों के बारे में चिंताओं के कारण। व्यापक स्वीकृति के लिए विश्वास का निर्माण और एआई के लाभों का प्रदर्शन करना महत्वपूर्ण है।

### बायोफोर्टिफिकेशन

बायोफोर्टिफिकेशन फसल में पोषण के इज्जफे की प्रक्रिया है। यह मनुष्यों में विटामिन और खनिज की कमी के नकारात्मक आर्थिक और स्वास्थ्य परिणामों को संबोधित करने के लिए फसलों के पोषक तत्वों को समृद्ध करने को संदर्भित करता है। सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी या छिपी हुई भूख विकासशील देशों में एक खतरनाक सार्वजनिक स्वास्थ्य समस्या है, जो दुनिया की आधी से अधिक आबादी को प्रभावित करती है, और मानव जाति की गुणवत्ता और मात्रा में भारी नुकसान का कारण बनती है। कुपोषित आबादी में, विटामिन ए, आयरन, जिंक, आयोडीन और सेलेनियम की कमी प्रमुख है। आधुनिक पादप प्रजनन मुख्य रूप से पोषण गुणवत्ता के बजाय उच्च कृषि उपज प्राप्त करने पर केंद्रित रहा है, और पूरकता, आहार विविधीकरण और औद्योगिक सुदृढीकरण जैसे

पारंपरिक प्रयास स्थिति को कम नहीं कर सकते हैं।

### लाभ:

बायोफोर्टिफिकेशन एक लागत प्रभावी, व्यवहार्य साधन है, जिससे उन आबादी तक पहुंचा जा सकता है, जिनके पास विविध आहार, पूरक या व्यावसायिक रूप से फोर्टिफाइड खाद्य पदार्थों की उपलब्धता और पहुंच सीमित हो सकती है। क्योंकि बायोफोर्टिफिकेशन में बड़ी हुई सूक्ष्म पोषक सामग्री को पसंदीदा कृषि विज्ञान, गुणवत्ता और बाजार विशेषताओं के साथ जोड़ा जाता है, बायोफोर्टिफाइड किस्में किसानों द्वारा उगाई और उपभोग की जाने वाली सामान्य किस्मों से मेल खाती हैं या उनसे बेहतर प्रदर्शन करती हैं।

बायोफोर्टिफाइड फसलों का विपणन अधिशेष ग्रामीण और शहरी दोनों क्षेत्रों में खुदरा दुकानों में अपना रास्ता बनाता है। पौधों के प्रजनन में एकमुश्त निवेश से किसानों को आने वाले वर्षों के लिए उगाने के लिए सूक्ष्म पोषक तत्वों से भरपूर किस्में मिलती हैं, और उन्हीं किस्मों का मूल्यांकन समान कृषि संबंधी स्थितियों वाले अन्य लक्षित भूगोल में किया जा सकता है, जिससे शुरुआती निवेश का लाभ कई गुना बढ़ जाता है।

बायोफोर्टिफिकेशन सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी की जटिल समस्या को हल करने के लिए आवश्यक कई समाधानों में से एक है, और

यह मौजूदा हस्तक्षेपों का पूरक है। बायोफोर्टिफाइड फसलों के उपयोग से लाखों लोगों को लाभ होने की संभावना है।

### CRISPR & Cas9 जीन संपादन तकनीक

जीन या जीनोम संपादन से तात्पर्य किसी जीव के डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड (डीएनए) में आनुवंशिक सामग्री को जोड़कर, बदलकर या संशोधित करके किए जाने वाले परिवर्तनों से है। पौधों में, CRISPR & Cas9 जो नियमित रूप से अंतरालित लघु पैलिंड्रोमिक दोहराव और CRISPR & संबंधित प्रोटीन 9 का समूह है, का उपयोग फसल रोग प्रतिरोधक क्षमता को बेहतर बनाने के लिए बड़े पैमाने पर किया गया है, जिसमें संवेदनशीलता जीन को खत्म करना और प्रतिरोधक जीन की अधिक अभिव्यक्ति शामिल है। जीन फंक्शन को समझने और कई लागू प्रजनन उद्देश्यों सहित अनुसंधान उद्देश्यों की एक विविध सरणी को पूरा करने के लिए CRISPR & Cas9 तकनीक का उपयोग करके कई बागवानी फसलों को संपादित किया गया है।

### लाभ

1. सभी उपलब्ध जीनोम संपादन उपकरणों में से, CRISPR & Cas9 पादप समुदाय में लोकप्रिय है।
2. जीन संपादन तीव्र गति से विकसित हो रहा है, लेकिन CRISPR & Cas9 अभी भी एक कुशल, सटीक और नियमित रूप से उपयोग किया जाने वाला जीन-संपादन प्लेटफॉर्म है।
3. CRISPR & Cas9 से संपादित की गई फसलों ने उच्च दक्षता दिखाई है।
4. जीन फंक्शन और कई लागू प्रजनन उद्देश्यों को समझने सहित अनुसंधान उद्देश्यों की एक विविध सरणी को पूरा करने के लिए CRISPR & Cas9 तकनीक का उपयोग करके कई बागवानी फसलों को संपादित किया गया है।

### सीमाएँ

- लक्ष्य से हटकर प्रभाव, जिससे फसलों में अवांछित फेनोटाइपिक परिवर्तन हो सकते हैं।
- बागवानी फसलों में, आणविक और आनुवंशिक अध्ययन मुश्किल होते हैं, जो वांछनीय लक्षणों के लिए जिम्मेदार जीन की पहचान में बाधा डालते हैं।
- एक और महत्वपूर्ण मुद्दा नैतिक चिंता है जो इस तकनीक के उपयोग से उत्पन्न हो सकती है।

### एरोपोनिक्स

एरोपोनिक्स में, पौधों को मिट्टी या किसी समुच्चय या मिट्टी के माध्यम के बिना हवा या धुंध के वातावरण में उगाया जाता है। एरोपोनिक ग्रीनहाउस के पीछे मुख्य विचार पूर्ण स्वचालन, मापनीयता, कभी भी-कहीं भी पहुँच निगरानी और घर या उद्यम खेती के लिए दोष निदान है। एरोपोनिक पौधों को पोषक तत्वों से भरपूर पानी के घोल से पोषक तत्वों की आवश्यकता होती है जिसे उनकी लटकती जड़ों और निचले तने पर एक घंटे में कई बार छिड़का जाता है।

एरोपोनिक्स सिस्टम का उपयोग करके पोषक तत्व वितरण का मुख्य लाभ यह है कि पौधे को अपेक्षाकृत बंद वातावरण में रखा जाता है, इसलिए बीमारियाँ तेजी से नहीं फैलती हैं। एरोपोनिक्स का एक और लाभ यह है कि निलंबित पौधों को जड़ क्षेत्र, तने और पत्तियों को उपलब्ध ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड का सौ प्रतिशत मिलता है, जिससे विकास में तेजी आती है और जड़ें बनने का समय कम होता है।

एरोपोनिक पद्धति से उगाए गए पौधों में जड़ प्रणाली के आसपास अत्यधिक वातित वातावरण के कारण हमेशा उचित जड़ बाल विकास होता है।

## लाभ

- पौधे तेजी से बढ़ते हैं क्योंकि उनकी जड़ों को 24/7 भरपूर ऑक्सीजन मिलती रहती है।
- **आसान सिस्टम रखरखाव:** एरोपोनिक्स में, आपको केवल रूट चौंबर (जड़ों को रखने वाला कंटेनर) को बनाए रखने की आवश्यकता होती है, जिसे नियमित रूप से कीटाणुरहित करने की आवश्यकता होती है, और समय-समय पर जलाशय और सिंचाई चौंबरों को भी। रूट चौंबर का निरंतर अर्ध-नम वातावरण जो बैक्टीरिया के विकास को आमंत्रित करता है, एरोपोनिक्स सिस्टम रखरखाव का एकमात्र मुख्य दोष है।
- **पोषक तत्वों और पानी की कम आवश्यकता:** एरोपोनिक्स पौधों को औसतन कम पोषक तत्वों और पानी की आवश्यकता होती है, क्योंकि पोषक तत्वों के अवशोषण की दर अधिक होती है, और पौधे आमतौर पर अधिक जड़ें विकसित करके एरोपोनिक्स सिस्टम पर प्रतिक्रिया करते हैं।
- **गतिशीलता:** पौधों, यहाँ तक कि पूरी नर्सरी को भी बहुत अधिक प्रयास के बिना इधर-उधर ले जाया जा सकता है, क्योंकि बस पौधों को एक कॉलर से दूसरे कॉलर में ले जाने की आवश्यकता होती है।
- **कम जगह की आवश्यकता होती है :** एरोपोनिक्स गार्डन शुरू करने के लिए आपको अधिक जगह की आवश्यकता नहीं होती है। सिस्टम के आधार पर, पौधों को एक के ऊपर एक करके रखा जा सकता है। एरोपोनिक्स मूल रूप से एक मॉड्यूलर सिस्टम है, जो सीमित स्थान का अधिकतम उपयोग करने के लिए एकदम सही है।
- **बढ़िया शैक्षणिक मूल्य:** आप एरोपोनिक्स से पौधों के बारे में बहुत कुछ सीख सकते हैं। बच्चों को विशेष रूप से पालतू पौधे उगाने के लिए एक छोटा एरोपोनिक्स

सिस्टम पसंद आएगा, बिना अपने हाथ गंदे किए।

## सीमाएँ

**सिस्टम पर निर्भरता:** एक सामान्य एरोपोनिक्स सिस्टम उच्च दबाव वाले पंप, स्प्रिंकलर और टाइमर से बना होता है। यदि इनमें से कोई भी टूट जाता है, तो पौधे आसानी से क्षतिग्रस्त या मर सकते हैं।

**तकनीकी ज्ञान की आवश्यकता:** एरोपोनिक्स सिस्टम चलाने में एक निश्चित स्तर की योग्यता की आवश्यकता होती है। आपके पौधे द्वारा आवश्यक पोषक तत्वों की मात्रा का ज्ञान आवश्यक है, क्योंकि आपके पास आपूर्ति की गई अतिरिक्तधूलत पोषक तत्वों को अवशोषित करने के लिए कोई मिट्टी नहीं है।

**रूट चौंबर की नियमित सफाई:** रूट चौंबर दूषित नहीं होना चाहिए, अन्यथा रोग जड़ों पर हमला कर सकते हैं, इसलिए हमें रूट चौंबर को समय-समय पर कीटाणुरहित करने की आवश्यकता होती है।

**उच्च लागत:** अधिकांश एरोपोनिक्स सिस्टम बिल्कुल सस्ते नहीं हैं। एरोपोनिक्स सिस्टम की कीमत कई सैकड़ों डॉलर हो सकती है।

## निष्कर्ष

नई प्रौद्योगिकियों ने बागवानी फसलों में उत्पादकता, स्थिरता और लाभप्रदता बढ़ाने के लिए उल्लेखनीय अवसर प्रदान किए हैं। हालांकि, इनके व्यापक अपनाने में कई चुनौतियाँ भी हैं, जैसे उच्च प्रारंभिक लागत, तकनीकी ज्ञान की आवश्यकता, और पर्यावरणीय और नैतिक चिंताएँ।

इन चुनौतियों का समाधान करने के लिए नीतिगत समर्थन, जागरूकता अभियान, और अनुसंधान में निवेश आवश्यक है। यह संतुलित दृष्टिकोण बागवानी फसलों के उत्पादन के भविष्य को और भी समृद्ध और स्थायी बना सकता है।