



मरुमेघ

किसान ई – पत्रिका

www.marumegh.com पर ऑनलाइन उपलब्ध
©2021 marumegh ISSN:2456-2904



कृषि की एक आधुनिक तकनीक: हाइड्रोपोनिक्स एवं इसकी प्रणालियाँ

पूनम¹, ओम प्रकाश कुमावत¹, डॉ सुभिता कुमावत², व प्रियंका³

¹ रिसर्च स्कॉलर, महाराणा प्रताप कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, उदयपुर

² सहायक आचार्य, श्री कर्ण नरेंद्र कृषि विश्वविद्यालय, जोबनेर

³ रिसर्च स्कॉलर, मोहनलाल सुखाडिया यूनिवर्सिटी, उदयपुर

सामान्यतया पेड़-पौधे जमीन पर उगाए जाते हैं, पेड़-पौधे उगाने और उनके बड़े होने के लिये खाद, मिट्टी, पानी और सूर्य का प्रकाश जरूरी होता है। लेकिन यह सच है कि पौधे या फसल उत्पादन के लिये सिर्फ तीन चीजों – पानी, पोषक तत्व और सूर्य के प्रकाश की आवश्यकता होती है। यदि हम बिना मिट्टी के पेड़-पौधों को किसी और तरीके से पोषक तत्व उपलब्ध करा दें तो बिना मिट्टी के भी पानी और सूरज के प्रकाश की उपस्थिति में पेड़-पौधे उग सकते हैं। बढ़ते शहरीकरण और बढ़ती आबादी के कारण फसल और पौधों के लिये जमीन की कमी होती जा रही है वहा पर बिना मिट्टी के पौधे उगाने वाली यह तकनीक काफी उपयोगी एवम लाभदायक है।

हाइड्रोपोनिक्स : हाइड्रोपोनिक्स शब्द की उत्पत्ति दो शब्दों 'हाइड्रो' तथा 'पोनोस' से मिलकर हुई है हाइड्रो का मतलब है पानी, जबकि पोनोस का अर्थ है कार्य। केवल पानी में या बजरी, लकड़ी का बुरादा, नारियल का रेशा, कंकड़ व रॉकवुड के बीच नियंत्रित जलवायु में बिना मिट्टी के पौधे उगाने की तकनीक को हाइड्रोपोनिक्स कहते हैं।

इसमें हम पौधे की आवश्यकता के अनुसार सीधे पोषक तत्व प्रदान करते हैं ताकि वे अपनी वृद्धि कर सकें। इस तकनीक का प्रयोग हम फलों में जैसे – स्ट्रॉबेरी, सब्जियों में जैसे- टमाटर, ककड़ी, खीरा, मिर्च, पत्तेदार सब्जियाँ – पालक, लैट्यूस, जड़ी बूटियाँ, फूल – ऑर्किड, एंथुरियम, गुलाब व सजावटी पौधों की खेती में करते हैं।

हाइड्रोपोनिक्स तकनीक द्वारा बिना मिट्टी पौधे लगाने के लिए कई अलग-अलग प्रकार की प्रणालिया है।

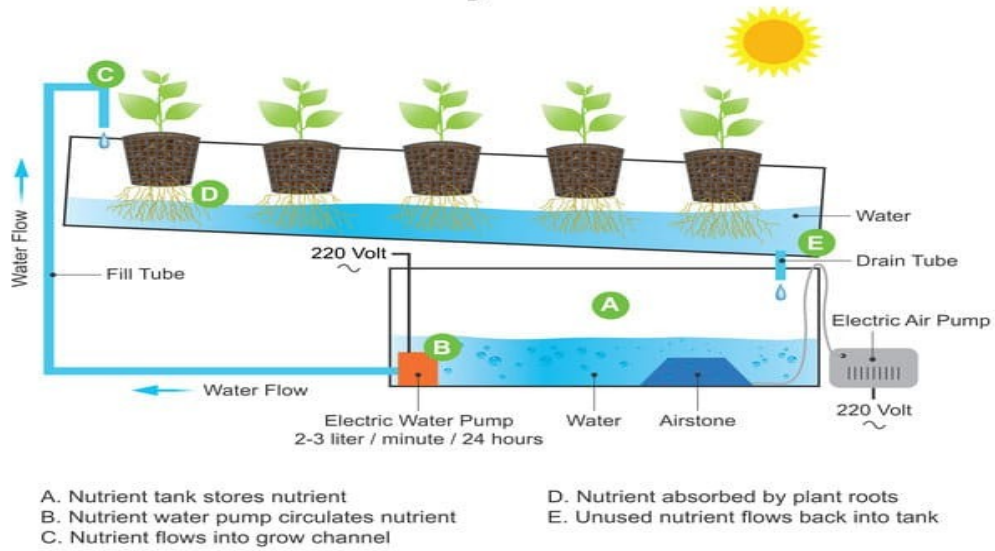
1. तरल हाइड्रोपोनिक्स : इसमें दो प्रणालिया आती है।

1. संचार विधियां या बंद प्रणाली
2. गैर परिसंचारी तरीके (ओपन सिस्टम)

1.संचार विधियां या बंद प्रणाली: इसके निम्नलिखित प्रकार है।

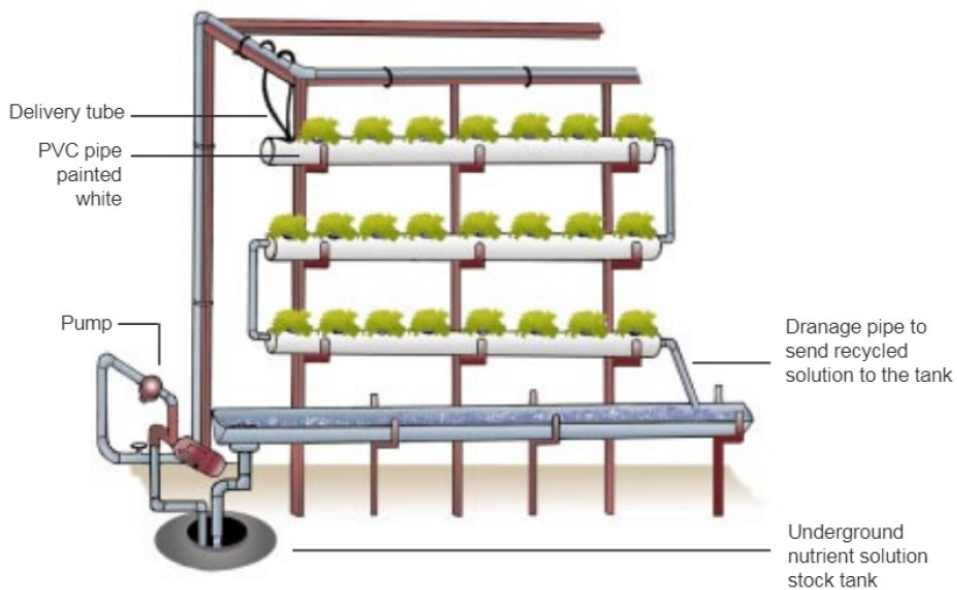
- **पोषक तत्व परत तकनीक** : यह सिस्टम एक सक्रिय वसूली प्रकार का सिस्टम है जिसमें फिर से पनडुब्बी पम्पों और पोषक तत्वों के घोल का पुनः उपयोग कर सकते हैं। यह एक पनडुब्बी पम्प के साथ एक जलाशय का उपयोग करता है जो पोषक तत्वों के घोल को एक विकसित ट्यूब में पम्प करता है जहाँ जड़े स्थापित होती है। ग्रो ट्यूब थोड़ा नीचे के कोण पर होती है इसलिए पोषक तत्व का घोल जड़ों में रहता है और वापस जलाशय में आ जाता है। प्रतिदिन चौबीस घंटे तक जड़ों में पोषक तत्व घोल का प्रवाह होता है। पोषक तत्वों के घोल की एक पतली परत हमेशा जड़ों के संपर्क में रहती है जबकि पोषक तत्वों का घोल बहती हुई जड़ों की सतह के संपर्क में आता है। यह जड़ों को श्वसन में मदद करता है। यह विधि फल और सब्जियों के उत्पादन के लिए अच्छी है।

Nutrient Film Technique (NFT) NFT system



चित्र 1: पोषक तत्व परत तकनीक

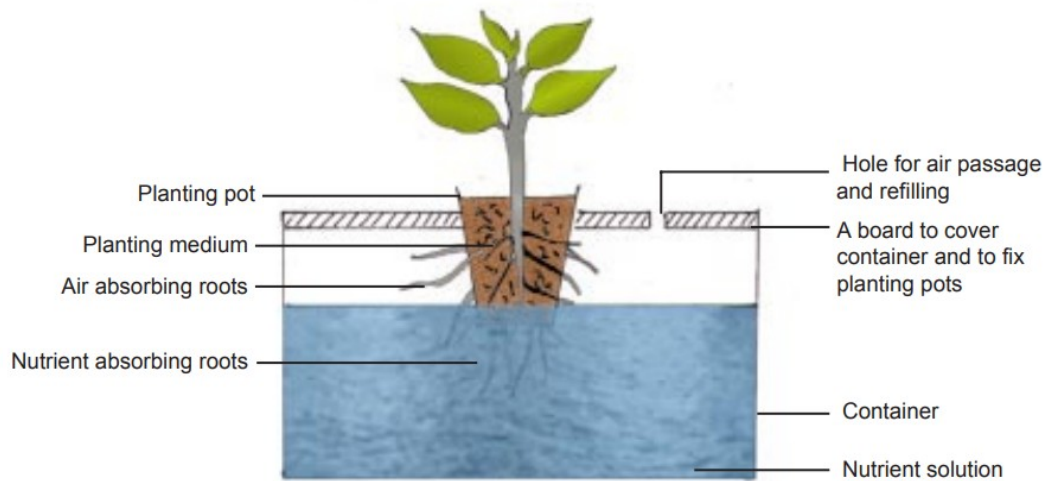
- **गहरी प्रवाह तकनीक** : पोषक तत्वों के घोल को एक पंप और गुरुत्वाकर्षण नाली द्वारा जड़ों के आसपास प्रवाहित किया जाता है। इस विधि को गतिशील जड़ प्लवनशीलता या रेसवे हाइड्रोपोनिक्स के रूप में जाना जाता है। यह प्रणाली पत्तेदार सब्जियों को उगाने के लिए उपयुक्त है। 2 – 3 सेमी गहरा, पोषक तत्व का घोल 10 सेमी व्यास वाले पी वी सी पाइप के माध्यम से बहता है जिसमें पौधों के साथ प्लास्टिक नेट पॉट लगे होते हैं। प्लास्टिक के गमलों में रोपण सामग्री होती है और ये रोपण सामग्री उनके नीचे से पाइप में प्रवाहित पोषक तत्वों के घोल के संपर्क में रहती है। पी वी सी पाइप एक सीध में या टेढ़े-मेढ़े आकार में उगाई जाने वाली फसलों के प्रकार के आधार पर व्यवस्थित की जाती है। पोषक तत्व घोल परिचालित नहीं है, लेकिन केवल एक बार इस्तेमाल किया जाता है जब इसकी पोषक मात्रा में कमी, पीअच या विद्युत चालकता बदलती है तो इसे बदल दिया जाता है।



चित्र 2: गहरी प्रवाह तकनीक

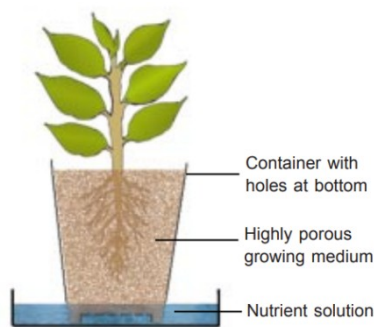
2. गैर परिसंचारी तरीके (ओपन सिस्टम) : इसके निम्नलिखित प्रकार हैं।

- **जड़ डूबी हुई तकनीक से खेती करना:** इस तकनीक में पौधे कम ग्राइंग माध्यम से भरे छोटे गमले में उगाये जाते हैं। गमले को इस तरह से रखते हैं, कि गमले का नीचे का 2-3 सेमी भाग पोषक तत्व के घोल में जलमग्न हो जाए। पौधे की कुछ जड़े घोल में डूबी रहती हैं जबकि अन्य क्रमशः पोषक तत्वों और हवा अवशोषण के लिए घोल के ऊपर हवा में रहती हैं। यह तकनीक आसान है और आसानी से उपलब्ध सामग्री का उपयोग करके विकसित की जा सकती है।



चित्र 3 : जड़ डूबी हुई तकनीक

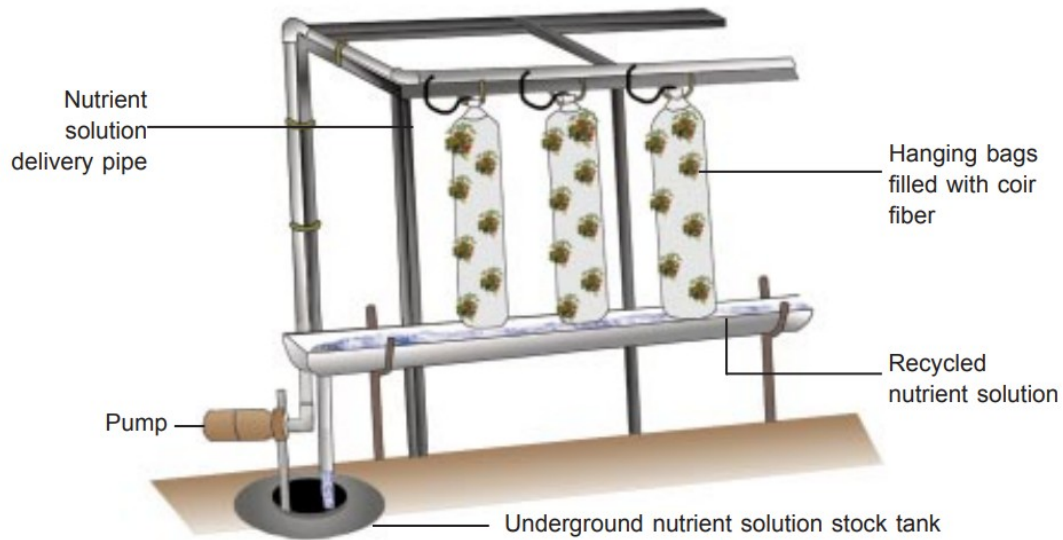
- **तैरते हुए खेती करना:** पौधे तैरते हुये पोषक तत्वों के घोल की सतह का लाभ उठाते हैं। फ्लोट सिस्टम के लिए अधिकांश लम्बे, आयताकार जलाशय जो सीमेंट या लकड़ी से बने होते हैं और टिकाऊ, पोली लाइनर के साथ रेखांकित होते हैं। इसमें फोम बोर्ड में छिद्र करते हैं, जिससे वह पानी की सतह पर तैरते हैं और इन छिद्र में पौधे लगाते हैं। पौधों की जड़े भारी वातित पोषक तत्वों के घोल में डूबी रहती हैं। उन क्षेत्रों में जहां कच्चा माल कम उपलब्ध है और हाइड्रोपोनिक निर्मित प्रणाली और इसके घटक उपलब्ध नहीं हैं वहां पर यह तकनीक आसानी से अपना सकते हैं।
- **केशिका क्रिया तकनीक से खेती करना:** इसमें छिद्र युक्त विभिन्न आकार और आकृति के गमलो को रोपण के लिए उपयोग में लेते हैं। इन गमलों को निष्क्रिय माध्यम से भरते हैं और इनमें पौधरोपण/बीजो को लगाते हैं। इन गमलों को उथले कंटेनर में रखते हैं, जो पोषक तत्वों के घोल से भरे होते हैं। पोषक तत्व का घोल केशिका के माध्यम से निष्क्रिय माध्यम तक पहुँचता है। वायु का आवागमन इस तकनीक में बहुत महत्वपूर्ण है इसलिए रेत या बजरी के साथ मिश्रित पुरानी कोयर धूल का उपयोग करते हैं। यह तकनीक सजावटी फूलों और इनडोर बागवानी के लिए उपयुक्त है।



चित्र 4 : केशिका क्रिया तकनीक

2.एग्रीगेट सिस्टम : इसमें निम्नलिखित प्रणालिया आती है।

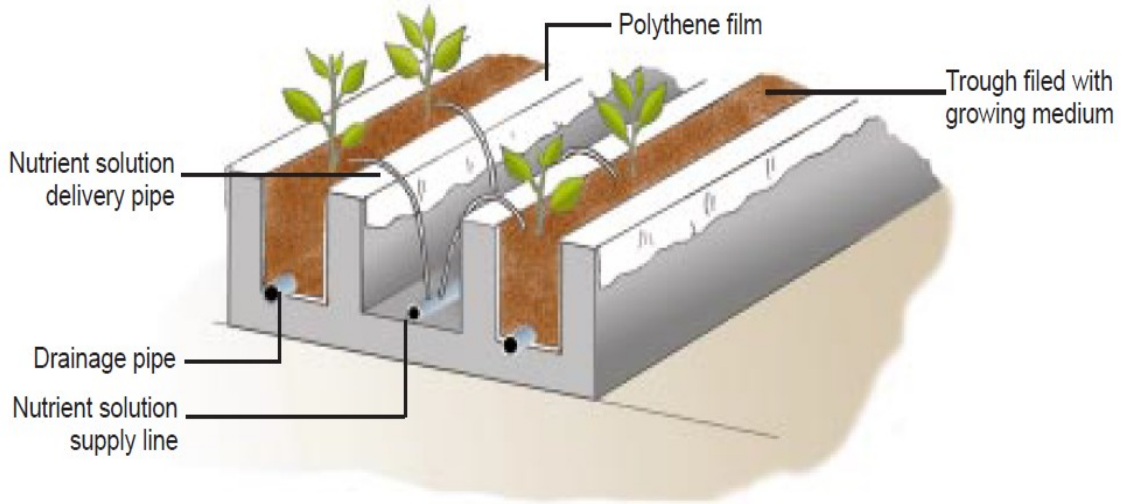
1. लटके हुए बैग में खेती करना: इसमें निजर्मिकृत नारियल के रेशे से भरे करीब 1 मी. लम्बे, बेलनाकार आकार, सफेद पराबैंगनी विकिरणों से उपचारित व मोटी पॉलिथीन बैग का उपयोग करते हैं। इस बैग के निचले छोर या किनारे को सील तथा शीर्ष को छोटे पि वि शी पाइप से बांध देते हैं। इन बैग को पोषक तत्व के घोल में संग्रह चैनल के ऊपर ऊपरी सहारे से खड़ा कर लटका देते हैं, इसलिए इस तकनीक को वर्टि— ग्रो तकनीक भी कहते हैं। नेट पॉट में स्थापित रोपण या अन्य रोपण सामग्री को लटकी हुई बैग के किनारे छेद में रखते हैं। पोषक तत्व का घोल शीर्ष पर लटकी हुई बैग में अंदर लगी एक माइक्रो सिंक्रलर के माध्यम से प्रत्येक बैग के शीर्ष पर पंप किया जाता है। यह माइक्रो सिंक्रलर समान रूप से पोषक तत्व घोल को वितरित करती है। पोषक तत्व का घोल नारियल के रेशों और जड़ों को गीला करता है। अतिरिक्त घोल को नीचे चैनल में लटकी हुई बैग के तल पर बने छेद से इकट्ठा करते हैं और घोल स्टॉक टैंक में वापस चला जाता है। अंदर मोल्ड की वृद्धि को रोकने के लिए पोषक तत्व के घोल का वितरण काले रंग की ट्यूब के द्वारा करते हैं। इस प्रणाली को खुली जगह या सरंक्षित सरचनाओ में स्थापित करते हैं। यह प्रणाली पत्तेदार सब्जियों, स्ट्रॉबेरी और छोटे फूल वाले पौधों के लिए उपयुक्त है।



चित्र 5 : लटके हुए बैग में खेती

2.बैग में खेती करना: यह पौधों को हाइड्रोपोनिक रूप से विकसित करने का एक सरल और सस्ता तरीका है। इस तकनीक में 1–1.5 मी. लम्बा, सफेद पराबैंगनी विकिरणों से प्रतिरोधी पॉलिथीन बैग का उपयोग करते हैं। ये बैग करीब 6 सेमी ऊँचे तथा 18 सेमी चौड़े लेते हैं। इन बैग को ग्रोइंग माध्यम से भरकर तथा खुले भाग को फ्रीज़र बैग या इंसुलेशन टेप से बांध देते हैं। यह बैग फर्श पर क्षैतिज पंक्तियों में रखते हैं साथ में इनके बीच में चलने के लिए जगह भी रखते हैं। बैग की ऊपरी सतह पर छोटे छेद बनाकर, कोयर डस्ट को नेट पॉट में स्थापित रोपण या अन्य सामग्री को डालते हैं। हर बैग में 2 – 3 पौधे लगा सकते हैं। अतिरिक्त पोषक तत्व के घोल की निकासी के लिए आधार से लगभग 10 मिमी बैग के किनारों के रूप में बाहर के चारों ओर 2 छोटे स्लिट बनाते हैं। ग्रोइंग मीडिया पूरी तरह पानी या पोषक तत्वों के घोल से संतृप्त नहीं है यह सुनिश्चित करना चाहिए क्योंकि यह पौधे की जड़ों में ऑक्सीजन की उपलब्धता को रोकता है। बैग रखने से पहले पुरे फर्श को सफेद पराबैंगनी विकिरणों से प्रतिरोधी पॉलिथीन से ढक देते हैं। यह पॉलिथीन सूरज की रोशनी को पौधों की ओर परावर्तित करती है तथा यह अपेक्षित आद्रता को भी कम करता है जिससे फफूंदजनित रोगों का प्रकोप कम होता है।

3. खाई व गर्त तकनीक: इस खुली प्रणाली में पौधों को भूमि में या भूमि के ऊपर संकरी खाइयों में ईंटों या कंक्रीट ब्लॉकों से बनी गर्त में लगाते हैं। पुरानी कोयरा डस्ट, रेत या बजरी, पीट, वर्मीकुलाइट, परलाइट, पुराना लकड़ी का बुरादा आदि के मिश्रण को माध्यम के रूप में काम में लेते हैं। पोषक तत्व का घोल और पानी की पूर्ति बूंद सिंचाई विधि से करते हैं। अतिरिक्त पोषक तत्वों के घोल के बाहर निकलने के लिए गर्त या खाई के तल पर 2.5 सेमी व्यास की एक छिद्रित पाइप लगाते हैं। अधिक वृद्धि वाले पौधे जैसे खीरा, टमाटर को अतिरिक्त सहायता की आवश्यकता होती है, जिससे पौधे फलों के वजन को सहन कर सकते हैं।



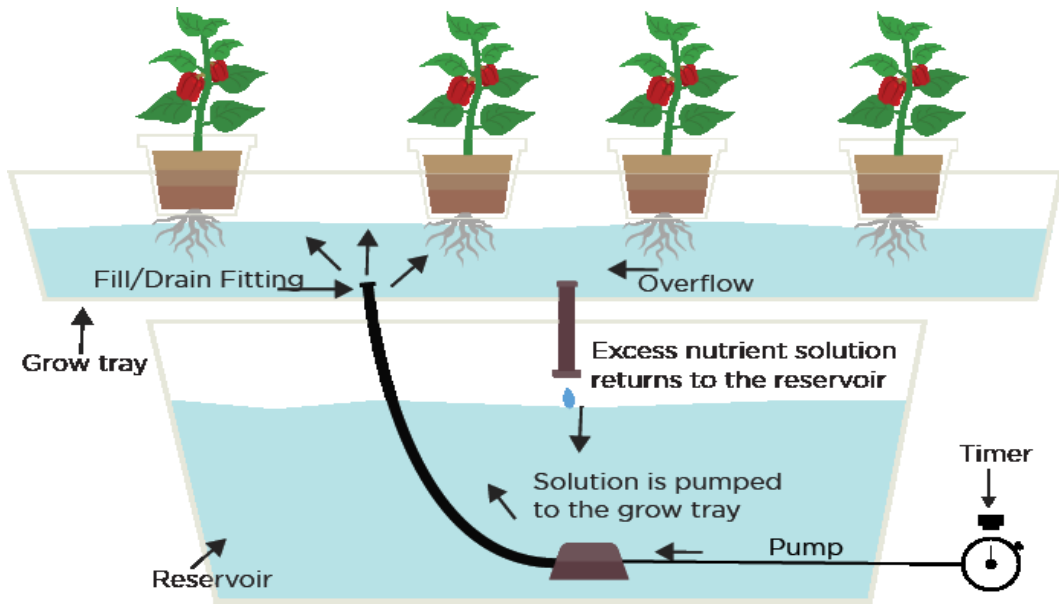
चित्र 6 : खाई व गर्त तकनीक

4. गमला विधि: गमला विधि खाई या गर्त विधि के समान है लेकिन ग्रोइंग मीडिया मिट्टी या प्लास्टिक के गमले में भरते हैं। कंटेनर की मात्रा और ग्रोइंग मीडिया फसल विकास की आवश्यकताओं पर निर्भर करता है।

5. हवा में खेती: इस विधि में पौधे की जड़ें पोषक तत्वों के घोल से लगातार धुंधली रहती हैं। एक्वापोनिक्स, एक्वाकल्चर (मछली उत्पादन) एवं हाइड्रोपोनिक्स (बिना मृदा पौधे लगाना) का मेल है।

3. अन्य विधिया:

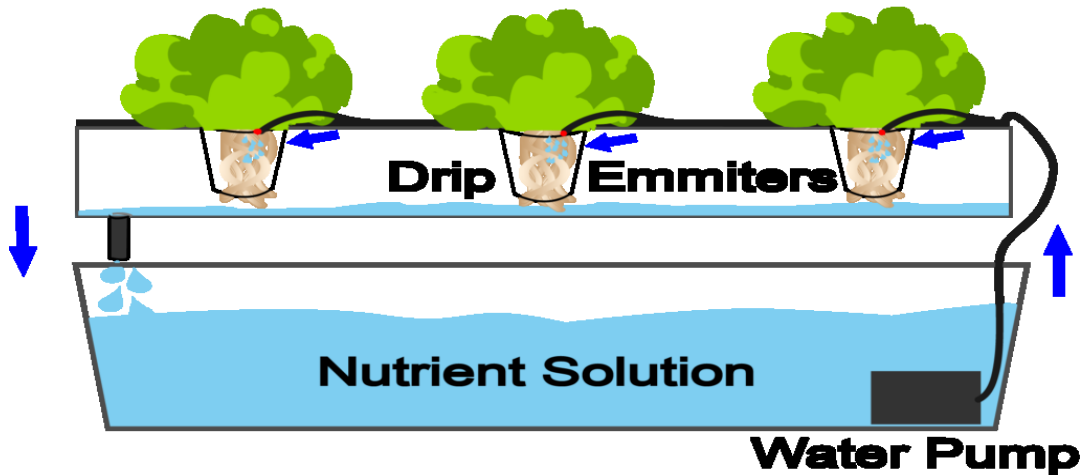
1. भाटा और प्रवाह विधि: भाटा और प्रवाह हाइड्रोपोनिक प्रणाली एक सक्रिय वसूली प्रणाली है। जलाशय में पनडुब्बी पंप के भाटा और प्रवाह का उपयोग होता है। इसमें पौधे ऊपरवाली ट्रे में रखते हैं। जलाशय पोषक तत्वों के घोल को इकट्ठा करके पंप करता है जब पंप चालू होता है तो घोल ऊपरी ट्रे तक पंप करता है और पौधों की जड़ों तक पहुँचता है। घोल पंप पर लगभग 20–30 मिनट तक रहता है, जिसे बाढ़ चक्र कहते हैं। इस क्रिया के बाद घोल पंप के माध्यम से धीरे – धीरे जलाशय में वापस आ जाता है। बाढ़ चक्र हवा के दौरान ऊपर की ओर चलते पोषक तत्वों के घोल से जड़ प्रणाली से बाहर धकेल दिया जाता है। जैसे ही पोषक तत्व घोल जलाशय में वापस आता है, ऑक्सीजन समृद्ध हवा को ग्रोइंग मीडिया ग्रहण कर लेता है। रॉकवूल और ग्रो चट्टानों का उपयोग आमतौर पर इस तकनीक में किया जाता है। इस तकनीक में कम रखरखाव की आवश्यकता होती है व हाइड्रोपोनिक बागवानी में यह विधि अधिक प्रभावी है।



चित्र 7: भाटा और प्रवाह विधि

2.बून्द प्रणाली: बून्द प्रणाली एक सक्रिय पुनर्प्राप्ति या गैर पुनर्प्राप्ति प्रकार की प्रणाली है। यह प्रणाली प्रत्येक संयंत्र में जाने वाली आपूर्ति लाइनों के साथ एक जलाशय में एक पनडुब्बी पंप का उपयोग करती है। पौधों की हर पंक्ति के साथ एक ड्रिप ट्रे, घोल को जलाशय में वापस भेजती है, और आसानी से सिस्टम को एक सक्रिय पुनर्प्राप्ति प्रकार बनाती है।

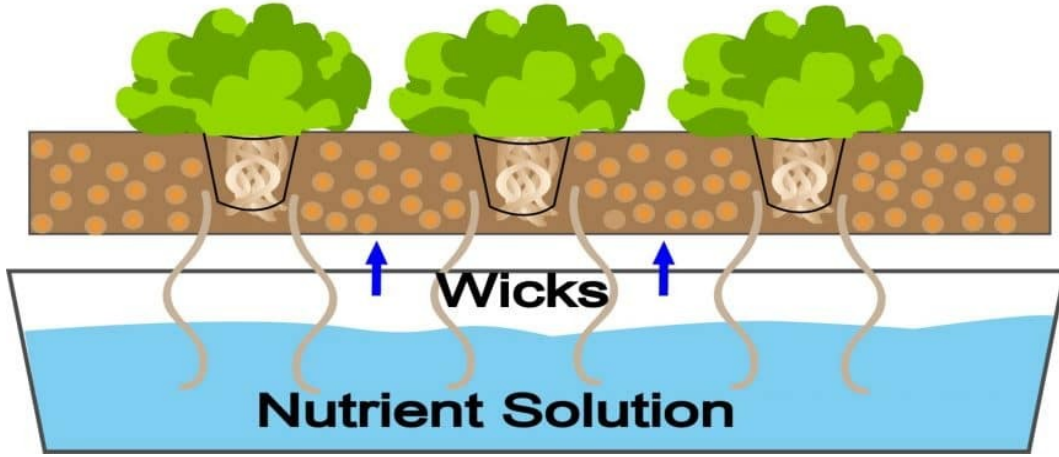
Drip System



चित्र 8: बून्द प्रणाली

3.बातीप्रणाली: बाती प्रणाली एक निष्क्रिय गैर वसूली हाइड्रोपोनिक प्रणाली है। इसमेंपोषक तत्वों को जलाशय में संग्रहीत करते हैं और एक मोमबत्ती या लालटेन बाती का उपयोग करके केशिका क्रिया द्वारा जड़ प्रणाली में ले जाते हैं। सरल शब्दों में, पोषक तत्व घोल बाती और पौधे की जड़ प्रणाली में यात्रा करता है। बाती प्रणाली अक्सर रेत या परलाईट, वर्मीक्यूलाइट मिश्रण और एक ग्रोइंग माध्यम का उपयोग करती है। बाती प्रणाली व्यवस्था और रखरखाव के लिए आसान और सस्ती है। बाती प्रणाली हाइड्रोपोनिक रूप से बगीचे के लिए सबसे प्रभावी तरीका नहीं है।

Wick System



चित्र 9: बातीप्रणाली

हाइड्रोपोनिक तकनीक के लिए विभिन्न आवश्यकताओं की सिफारिश की गयी है।

1. हाइड्रोपोनिक तकनीक में ग्रोइंग माध्यम विभिन्न प्रकार की सामग्री हो सकती है, जिसमें रॉकवूल, परलाइट, वर्मीक्यूलाइट, नारियल फाइबर, बजरी, रेत या अन्य सामग्री शामिल है। ग्रोइंग माध्यम एक अक्रिय पदार्थ है, जो पौधे को आपूर्ति और पोषण नहीं करता है। सभी पोषण, पोषक घोल (पानी और उर्वरक मिश्रित) से प्राप्त होते हैं।
2. आदर्श तापमान, उगाने के लिए चुनी जाने वाली फसलों पर निर्भर करता है। आमतौर पर बगीचे की अधिकांश फसलें, जैसे टमाटर, ककड़ी, सलाद, बीन्स और मटर $78^{\circ}\text{F}(25^{\circ}\text{C})$ के औसत दिन के तापमान और $64^{\circ}\text{F}(17.5^{\circ}\text{C})$ के औसत रात के तापमान के साथ अच्छी उपज देती हैं। सर्दियों की सब्जियां, जैसे कि गोभी, ब्रुसेल स्प्राउट्स, पालक और ब्रोकली को थोड़ा ठंड में उगाते हैं।
3. पौधों को अपने चारों ओर पर्याप्त वायु प्रसार की आवश्यकता होती है, साथ ही जड़ क्षेत्र में उचित वातन की आवश्यकता होती है। बढ़ते वातावरण में खराब वायु संचार मोल्ड, फफूंद और पौधों में बीमारी को बढ़ाता है।
4. हाइड्रोपोनिक पोषक तत्व घोल के लिए इष्टतम पीएच 5.8 और 6.5 के बीच होता है। पीएच को बढ़ाने के लिए उसमें फास्फोरिक अम्ल तथा पीएच को कम करने के लिए घुलनशील पोटाश थोड़ी मात्रा में मिलाते हैं। जब पौधे घोल से पोषक तत्वों और पानी को अवशोषित करते हैं, तो घोल का पीएच बदल जाता है। इसलिए, इसकी दैनिक निगरानी की जानी चाहिए और अनुशंसित सीमाओं के बीच समायोजित करना चाहिये।
5. हाइड्रोपोनिक्स के लिए आदर्श सीमा 1.5 और 2.5 के/उ के बीच है। परासरण दबाव के कारण उच्च विद्युत चालकता पोषक तत्वों के अवशोषण को रोकती है और कम विद्युत चालकता पौधे के स्वास्थ्य और उपज को गंभीर रूप से प्रभावित करती है। जब पौधे घोल से पोषक तत्व और पानी लेते हैं, तो कुल नमक एकाग्रता, यानी घोल की विद्युत चालकता बदल जाती है। यदि विद्युत चालकता अनुशंसित सीमा से अधिक है, तो इसे कम करने के लिए ताजे पानी को डालते हैं। और अगर यह कम है, तो इसे बढ़ाने के लिए पोषक तत्वों की मात्रा डालते हैं।

- ❖ डॉ. एलेन कोपर द्वारा प्रस्तावित 1000 लीटर पोषक तत्वों के घोल को तैयार करने के लिए निम्न रसायनों की आवश्यकता होती है।

क्र.सं.	पोषक रसायन	वजन ग्राम में
1	पोटेशियम डाई हाइड्रोजन फॉस्फेट	263.00
2	पोटेशियम नाइट्रेट	583.00
3	कैल्शियम नाइट्रेट	1003.00
4	मैग्नीसियम सल्फेट	513.00
5	इ डी टी ए आयरन	79.00
6	मैंगनीज सल्फेट	6.10
7	बोरिक अम्ल	1.70
8	कॉपर सल्फेट	0.39
9	अमोनियम मोलिब्डेट	0.37
10	ज़िंक सल्फेट	0.44

जब हम सुनिश्चित कर लेते हैं कि अनुपात सही है, तब बर्तन में पोषक तत्वों को एक साथ मिलाकर पानी में घोलते हैं। पोषक तत्व गर्म पानी में अच्छे से घुल जाते हैं। और पोषक तत्वों की सघनता के स्तर को मापते हैं।

हाइड्रोपोनिक्स के लाभ:

1. इस तकनीक से कम खर्च में पौधे और फसले उगाई जा सकती है।
2. इस तकनीक में पोषक तत्वों की हानि कम होती है तथा इसमें पोषक तत्व घोल का वापस पुनःचक्रण किया जा सकता है।
3. हाइड्रोपोनिक्स में उगाये गए पौधे सामान्य पौधों की तुलना में 50 प्रतिशत तेजी से वृद्धि करते हैं क्योंकि इसमें पोषक तत्व व पानी पौधे को आसानी से उपलब्ध हो जाते हैं।
4. निरंतर खेती और बे- मौसम उत्पादन संभव है।

हाइड्रोपोनिक्स की सीमाएं:

1. इसमें उच्च प्रारंभिक पूंजीगत व्यय की आवश्यकता होती है।
2. इसमें विशेष रूप से पीएच, विद्युत चालकता व पोषक तत्वों की कमी के निर्धारण आदि की जाँच के लिए उपकरण व संचालन के लिए उच्च कौशल की आवश्यकता होती है।
3. गर्म दिनों में घोल का तापमान बढ़ने पर उपज में कमी आती है।

सन्दर्भ : हाइड्रोपोनिक्स कृषि विभाग, कृषि मंत्रालय

http://ruaf-asia.iwmi.org/wp-content/uploads/sites/9/PDFs/H_Eng.pdf