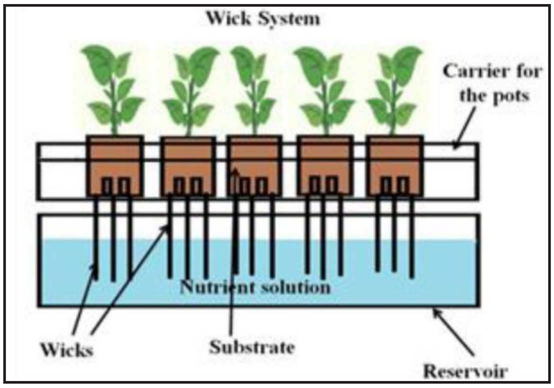
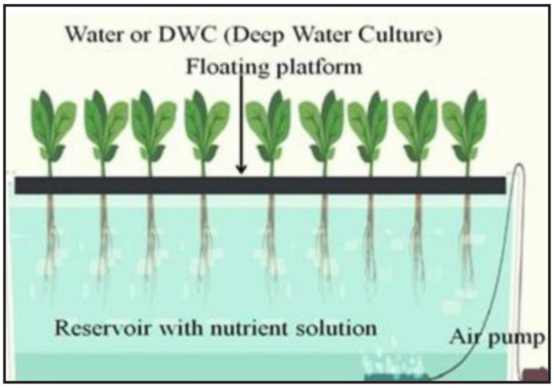
હાઈડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સ

આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી

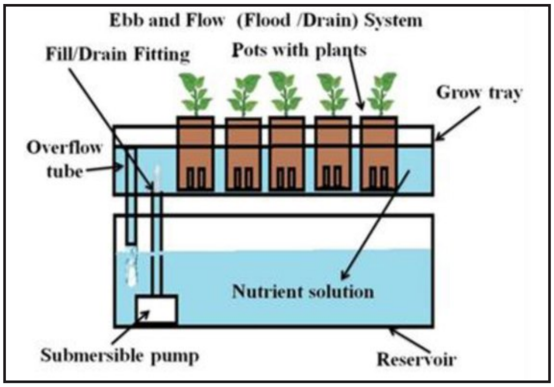
હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિના પ્રકાર



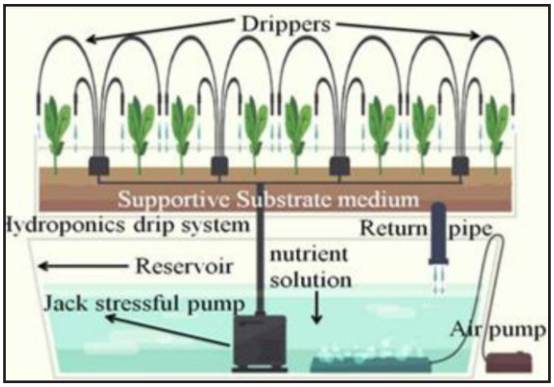
દિવેટ સિસ્ટમ (Wick System)



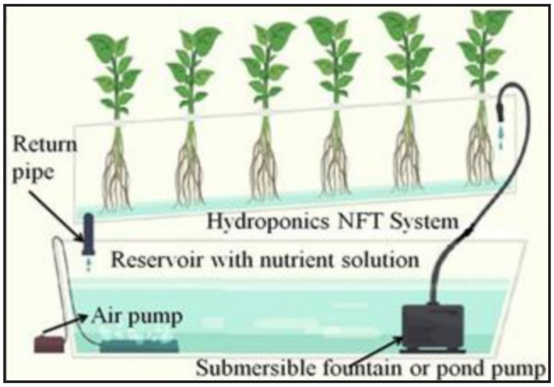
વોટર કલ્ચર (Water Culture)



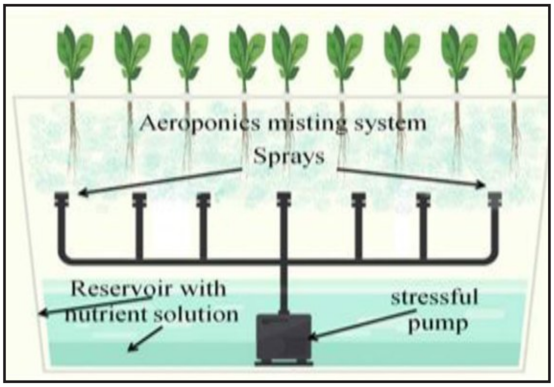
ઈબ અને ફલો (ફલડ એન્ડ ડ્રેન)



ડ્રિપ સિસ્ટમ (રીકવરી/ નોન રીકવરી)



ન્યુટ્રીયન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક (એનટીએફ)



એરોપોનિકસ (Aeroponics)

कृणवन्तो राष्ट्रं कृषिसंपन्नम्

હાઈડ્રોપોનિક્સ
અને
એરોપોનિક્સ

: સંપાદકો :

ડૉ. બી. એન. સાટોડીયા

શ્રી પી. એ. મહેરીયા

શ્રી પી.સી. પટેલ

શ્રી એસ. એ. સિપાઈ

: પ્રકાશક :

વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામક

વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામકશ્રીની કચેરી

પ્રકાશન વિભાગ, યુનિવર્સિટી ભવન

આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ - ૩૮૮ ૧૧૦

ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૧૯૨૧ ફેક્સ : (૦૨૬૯૨) ૨૬૨૩૧૭

હાઈડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સ

સંપાદકો	:	ડૉ. બી. એન. સાટોડીયા, પ્રો. શ્રી એ. મહેરીયા, શ્રી પી.સી. પટેલ, શ્રી એસ. એ. સિપાઈ
પ્રકાશન વર્ષ	:	૨૦૧૯
પ્રકાશન શ્રેણી નં.	:	EXT - ૫ : ૩૪ : ૨૦૧૯ : ૧૦૦૦
પ્રત	:	૧૦૦૦
કિંમત	:	₹ ૪૦/– (રજી. પોસ્ટથી એક નકલ મેળવવા માટે ₹ ૮૦/– નો મનીઓર્ડર કરવો અથવા ડીમાન્ડ ડ્રાફટ આણંદ એગ્રિકલ્ચરલ યુનિવર્સિટી ફંડ એકાઉન્ટસ, આણંદના નામે મોકલવો. ચેક અસ્વીકાર્ય છે.)
પ્રકાશક	:	વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામક આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ
©	:	આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ સર્વ હકક પ્રકાશકને સ્વાધિન આ પ્રકાશન અંગેનું ન્યાયક્ષેત્ર આણંદ ખાતે રહેશે
પ્રકાશન સ્થળ	:	આણંદ
મુદ્રક	:	પપુ પ્રિન્ટર્સ ૧૨, ગજાનંદ એસ્ટેટ, જૂના માણેક ચોક મીલ કમ્પાઉન્ડ દરિયાપુર દરવાજા સામે, અમદાવાદ–૧૬ ફોન : (૦૭૯) ૨૨૧૨૩૯૪૭
પ્રાપ્તિ સ્થાન	:	◆ 'કૃષિગોવિદ્યા' પ્રકાશન વિભાગ વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામકશ્રીની કચેરી યુનિવર્સિટી ભવન, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, પો. ખેતીવાડી–આણંદ જિ. આણંદ પિન– ૩૮૮ ૧૧૦ ફોનઃ (૦૨૬૯૨) ૨૬૧૯૨૧, ૨૨૫૯૮૭ ◆ સરદાર સ્મૃતિ કેન્દ્ર આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, પો. ખેતીવાડી–આણંદ જિ. આણંદ પિન– ૩૮૮ ૧૧૦ ફોનઃ (૦૨૬૯૨) ૨૬૩૪૫૭

ડો. આર. વી. વ્યાસ
કુલપતિ

આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી
આણંદ -૩૮૮૧૧૦, ગુજરાત
ફોન : (કચેરી) ૦૨૬૯૨-૨૬૧૨૭૩
ફેક્સ : (કચેરી) ૦૨૬૯૨-૨૬૧૫૨૦
ઈ-મેઈલ : vc@aau.in

સંદેશ

વિશ્વમાં ઔદ્યોગિકરણ તથા શહેરીકરણને કારણે દિન–પ્રતિ દિન ખેડાણ લાયક જમીનમાં ઘટાડો થઈ રહયો છે. રસાયણોના અતિરેક અને અવિવેકી ઉપયોગને કારણે જમીન બિન ઉપજાઉ તથા ખરાબ થઈ રહી છે તેમજ દિન–પ્રતિદિન વસ્તી વધારો પણ થઈ રહયો છે. આવા સંજોગોમાં વધુ પાક ઉત્પાદન માટે જગ્યાનો અભાવ થઈ રહેલ છે.

બે દશકા પહેલાં પરંપરાગત ખેતીની જગ્યાએ રક્ષિત ખેતીની શરૂઆત થઈ જેમાં એકમ વિસ્તારમાંથી વધારે ઉત્પાદન અને સારી ગુણવત્તા મળે છે. હાલમાં પશ્ચિમના દેશો માટી રહિતના માધ્યમનો ઉપયોગ કરી ખેતી તરફ વળ્યા છે. આ નવી ટેકનોલોજીને 'હાઈડ્રોપોનિકસ અથવા સોઈલલેસ કલ્ટિવેશન' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં પાણી અને પોષકતત્વના પૂરવઠાને અંકુશમાં રાખીને ઓછી જગ્યામાં અને ઓછા સમયમાં સારી ગુણવત્તાવાળુ વધુ ઉત્પાદન મેળવી શકાય છે. ઘણા દેશો કે જેમનો મુખ્ય વ્યવસાય પર્યટન છે અને પર્યટન માટે હોટલ, રીસોર્ટની સુવિધાઓ છે પરંતુ ખેતી માટે સારી જમીન ઉપલબ્ધ નથી, જેથી શાકભાજી ઘણા દૂરના સ્થળેથી મંગાવવા પડતા હોય છે. આવી જગ્યાએ હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને શાકભાજી ઉગાડી શકાય છે. ભારતમાં પણ હાલ મેટ્રોપોલિટન શહેરો જેવા કે દિલ્હી, મુંબઈ, કોલકત્તા અને બેંગ્લુરુ કે જયાં આંતરરાષ્ટ્રિય કંપનીઓ આવેલી છે. તેવા શહેરોમાં ફાસ્ટ ફૂડ કલ્ચરને કારણે લેટયુસ, પાલક, ચેરી, ટામેટા વગેરેની ઘણી માંગ રહે છે. આ માંગને પહોંચી વળવા માટે હાઈડ્રોપોનિકસ ખૂબ જ ઉપયોગી થઈ શકે તેમ છે. વધુમાં પશુ ધનની સંખ્યામાં તેમજ તેને લગતા ઉત્પાદનોના ઉપયોગમાં ઝડપી અને વ્યાપક પણે વધારો થઈ રહયો છે. આથી દિવસે ને દિવસે પશુ માટે લીલાં તેમજ સૂકા ચારાની માંગમાં ઝડપી વધારો થઈ રહયો છે. બીજીબાજુ કુદરતી સંસાધનો ઘટતા જાય છે આવા સંજોગોમાં પશુચારાના ઉત્પાદન માટે પણ આ પદ્ધતિ ઉપયોગી નીવડી શકે તેમ છે.

ઉપરોકત બાબતોને ધ્યાને લઈ વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામકશ્રીની કચેરી અંતર્ગત પ્રકાશન વિભાગ દ્વારા નવીન ટેકનોલોજી ''**હાઈડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સ**'' નામનું પુસ્તક પ્રકાશિત કરવામાં આવેલ છે જે બદલ 'કૃષિગોવિદ્યા' તંત્રીમંડળ, સંપાદકો અને સર્વે લેખકોને ખાસ અભિનંદન પાઠવું છું.

આ પુસ્તકમાં આપેલ હાઈડ્રોપોનિકસ અને એરોપોનિકસ જેવી આધુનિક ટેકનોલોજીની માહિતી ખેડૂતો, શિક્ષકો, વિદ્યાર્થીઓ તથા કૃષિની નવી ટેકનોલોજીમાં રસ ધરાવનાર સહુ કોઈને ખૂબ જ ઉપયોગી નીવડશે તેવી અપેક્ષા રાખું છું.

તા.

(આર. વી. વ્યાસ)

સંપાદકની કલમે.........

છેલ્લા ૫૦ વર્ષથી ખેતીમાં વધારે ઉત્પાદન મેળવવા રાસાયણિક ખાતરો અને રાસાયણિક દવાઓના ઉપયોગને લઈને જમીન, પાણી, હવા તથા ખોરાકના પ્રદૂષણો વધ્યા છે તથા જમીન સખત થઈ જવાથી તથા નબળી નિતાર શકિતના કારણે ઉત્પાદકત્તા તથા ગુણવત્તા પણ નબળી પડેલ છે. પરંપરાગત ખેતી કરવા માટે વધુ જમીન, મજૂરી અને પાણીની જરૂરિયાતના કારણે દિવસે દિવસે ખેતી કરવી મુશ્કેલ બનતી જાય છે. આ ઉપરાંત ઔદ્યોગિકરણ, શહેરીકરણ તથા વસ્તી વધારાને કારણે ખેતીલાયક જમીનના વિસ્તારમાં દિન–પ્રતિદિન ઘટાડો થઈ રહયો છે તથા માંગને પહોંચી વળવા ગુણવત્તાસભર અને પર્યાવરણની સમતુલા સાથે વધુ ઉત્પાદન મેળવવું જરૂરી બન્યું છે.

હાઈડ્રોપોનિકસ એટલે પાકને જમીનના બદલે પાણી કે માટીરહિત માધ્યમમાં ઉગાડવાની પદ્ધતિ વિકસિત દેશોમાં હાઈડ્રોપોનિકસ ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ વધવા માંડયો છે. ભારતમાં પણ હવે આ પધ્ધતિથી ખેતી કરવા માટે ખેડૂતો તત્પરતા બતાવી રહયા છે પરંતુ ભારતમાં આ પ્રકારની ખેતી માટેની વૈજ્ઞાનિક તાંત્રિકતા હજુ સુધી ઉપલબ્ધ નથી. આથી આ પુસ્તકમાં હાઈડ્રોપોનિકસ, એરોપોનિકસ તથા સોઈલલેસ કલ્ટિવેશન ધ્વારા વિવિધ પાકો કઈ રીતે ઉછેરી શકાય તેની માહિતી આપવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવેલ છે.

સદર પુસ્તકના સંપાદન કરવાની કામગીરી સોંપવા બદલ વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામકશ્રી ડો. અરૂણ પટેલ તથા 'કૃષિગોવિદ્યા' તંત્રી મંડળનો ખાસ આભાર માનીએ છીએ. વિશેષમાં વિવિધ તાંત્રિકતા સભર લેખો તૈયાર કરી આપનાર સર્વે વૈજ્ઞાનિકોનો પણ અમે ખાસ હાર્દિક આભાર માનીએ છીએ.

આ પુસ્તક વિદ્યાર્થીઓ, આધુનિક ખેતીમાં રસ ધરાવતા ખેડૂતો, શિક્ષકોને ખૂબ જ ઉપયોગી બની રહેશે તેવી અપેક્ષા છે.

– બી. એન. સાટોડીયા

– પી. એ. મહેરીયા

– પી. સી. પટેલ

– એસ. એ. સિપાઈ

હાઈડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સ
વર્ષ : ૨૦૧૯

અનુક્રમણિકા

ક્રમ	વિષય	પેજ નં.
૧	હાઈડ્રોપોનિક્સ : એક પરિચય	૭
૨	હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિના પ્રકાર	૧૦
૩	હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં વપરાતા માધ્યમો	૧૨
૪	હાઈડ્રોપોનિક્સમાં પોષકતત્વોનું વ્યવસ્થાપન	૧૫
૫	પોષણક્ષમ ખેતી-હાઈડ્રોપોનિક્સ	૨૩
૬	પેશી સંવર્ધનમાં હાઈડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સનો ઉપયોગ	૨૫
૭	હાઈડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સ દ્વારા ફળપાકોનું ઉત્પાદન	૨૮
૮	શાકભાજી પાકોમાં હાઈડ્રોપોનિક્સ ખેતીની તાંત્રિકતાઓ	૩૨
૯	માટીરહિત માધ્યમોમાં ગુલાબની ખેતી	૪૩
૧૦	વર્ટિકલ ફાર્મિંગ	૪૯
૧૧	હાઈડ્રોપોનિકસ ઘાસચારા તકનીક : ઉત્પાદન, ઉપયોગીતા અને આર્થિક વિશ્લેષણ	૫૧
૧૨	હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિથી મકાઈના ચારાનું ઉત્પાદન	૬૧
૧૩	હાઈડ્રોપોનિક્સનું અર્થકરણ	૬૪
★	'કૃષિગોવિદ્યા' પ્રકાશન વિભાગ, આણંદ દ્વારા ખેડૂતો માટે પ્રકાશિત કરવામાં આવેલ પુસ્તકો	૬૫

નોંધ : આ પુસ્તકમાં દર્શાવેલ અભિપ્રાયો આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટીના નથી. 'કૃષિગોવિદ્યા' પ્રકાશન વિભાગ દ્વારા પ્રકાશિત આ પુસ્તકમાં આપેલ લેખો આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટીની માલિકીના છે. આંશિક અથવા પૂરેપૂરો ઉપયોગ લેખને અંતે "આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી દ્વારા પ્રકાશિત 'હાઈડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સ' પુસ્તકના સૌજન્યથી " એમ ઉલ્લેખ સાથે કરી શકાશે.

ગુણવત્તા અને વિશ્વસનીયતાનું પ્રતિક

'અનુભવ સીડ'

આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી દ્વારા ઉત્પાદિત અગત્યના પાકોની સુધારેલ/સંકર જાતોના બિયારણ અદ્યતન પ્રોસેસિંગ પ્લાન્ટમાં પ્રોસેસ કરી, કોઈપણ પ્રકારની ભેળસેળને અવકાશ ન રહે તે માટે સીલબંધ બેગ (નોન વૂવન ફેબ્રિકેશન / પીવીસી પૅકેટમાં) 'અનુભવ સીડસ'ના નામથી પૅકિંગ કરી વેચાણ કરવામાં આવે છે. આ ઉપરાંત અગત્યના ફળપાકો અને ફૂલછોડના રોપા/કલમોનું પણ વેચાણ કરવામાં આવે છે.

ખેડૂત મિત્રોએ બિયારણ તેમજ રોપા/કલમો નીચે દર્શાવેલ સરનામે / ફોન સંપર્ક સાધવાથી જરૂરી માર્ગદર્શન મળશે

બિયારણ	નોડલ ઓફિસર (સીડ) અને સંશોધન વૈજ્ઞાનિક રીજીયોનલ રીસર્ચ સ્ટેશન, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી આણંદ - ૩૮૮ ૧૧૦ ઈ-મેઈલ : nodalofficerseed@aau.in	ફોન નંબર ૦૨૬૯૨-૨૬૦૩૨૯ ૦૨૬૯૨-૨૬૪૨૩૪
રોપા/કલમો	પ્રાધ્યાપક અને વડા, બાગાયતશાસ્ત્ર વિભાગ બં.અ. કૃષિ મહાવિદ્યાલય આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ - ૩૮૮ ૧૧૦ ઈ-મેઈલ : shahnitin1968@aau.in	ફોન નંબર ૦૨૬૯૨-૨૬૨૩૭૫ ૦૨૬૯૨-૨૯૦૨૫૦

આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી દ્વારા પ્રકાશિત કૃષિ સામયિક 'કૃષિગોવિદ્યા'ના સભ્ય બનો

વાર્ષિક લવાજમ ₹ ૨૦૦/-

પંચવાર્ષિક લવાજમ ₹ ૯૦૦/-

: લવાજમ ભરવા માટે સંપર્ક :

તંત્રી, કૃષિગોવિદ્યા, પ્રકાશન વિભાગ, વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામકશ્રીની કચેરી, યુનિવર્સિટી ભવન, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી

આણંદ પિન : ૩૮૮૧૧૦ ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૧૯૨૧ • Email : aaunews@aau.in

નોંધ : લવાજમ મનીઓર્ડરથી તથા બેંક ડ્રાફ્ટથી આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી ફંડ એકાઉન્ટસ આણંદના નામે સ્વીકારવામાં આવે છે

હાઈડ્રોપોનિક્સ : એક પરિચય

✍ શ્રી પી. એ. મહેરીયા ✍ ડો. બી. એન. સાટોડીયા ✍ શ્રી ઉર્મિલ સી. ચૌધરી
બાગાયત વિભાગ, બં. અ. કૃષિ મહાવિદ્યાલય, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ –૩૮૮૧૧૦
ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૨૩૭૫

હાઈડ્રોપોનિક્સ મૂળ ગ્રીક શબ્દ છે જેમાં 'હાઈડ્રો' એટલે પાણી અને 'પોનોસ' નો અર્થ શ્રમ થાય છે. એટલે કે ફળ, ફૂલ અને શાકભાજીને જમીનના બદલે પાણીમાં અથવા માટીરહિત માધ્યમમાં ઉગાડવામાં આવે તેને હાઈડ્રોપોનિક્સ કહેવાય છે.

ખરેખર છોડનો વિકાસ તેને મળતાં પોષકતત્વોને લીધે જ થાય છે. માટી તો ફકત માધ્યમનું કામ કરે છે. માટી પોતે તો તેને ફકત મૂળ ફેલાવવા અને ટેકો આપવામાં મદદરૂપ બને છે. છોડ મૂળ દ્વારા માટીમાં ભળેલા ખનિજ તત્વોને બદલે પાણીમાં ઓગળેલા તત્વોને ગ્રહણ કરે છે. આથી માટી વાપરવાની કોઈ જરૂર રહેતી નથી. આમ માટીના વિકલ્પરૂપે બીજા ઘણી જાતના માધ્યમને લઈ શકાય છે જેવા કે રોકવૂલ, પરલાઈટ, વર્મિકયુલાઈટ અને કોકોપીટ. સદીઓથી જમીન આધારિત ખેતી કરવામાં આવે છે. કારણ કે જમીનમાં કાર્બનિક પદાર્થોનું કુદરતી રીતે કોહવારો થવાના કારણે જમીનમાં પૂરતા પ્રમાણમાં પોષકતત્વો રહેલા હોય છે અને મૂળને પૂરતા પ્રમાણમાં ઓકિસજન મળી રહે તે માટે છિદ્રાળુતા પણ હોય છે. પરંતુ સમય જતાં કુદરતી રીતે જમીન કઠણ થતી જાય છે જે છોડના વિકાસ માટે અનુકૂળ નથી કારણ કે છોડના વિકાસ માટે જરૂરી પોષકતત્વો મેળવવામાં છોડના મૂળને તકલીફ પડે છે. જેના કારણે છોડનો વિકાસ અટકી જાય છે.

સમય જતાં પરંપરાગત ખેતીની સરખામણીએ ઉત્પાદકતા વધારવા માટે આપણે રક્ષિત ખેતીની (પ્રોટેકટેડ કલ્ટિવેશન) શરૂઆત કરી, તેમાં ગ્રીનહાઉસ ટેકનોલોજીનો સમાવેશ થાય છે. ગ્રીનહાઉસ ટેકનોલોજીમાં વિપરિત પરિસ્થિતિમાં છોડને સુરક્ષિત રાખીને એકમ વિસ્તારમાંથી વધારે ઉત્પાદન અને ગુણવત્તા મેળવવામાં આવે છે.

ધીમે ધીમે પશ્ચિમના દેશોમાં લોકો માટી રહિતના માધ્યમમાં ખેતી કરવા તરફ વળ્યા છે. આ નવી તકનીકને 'હાઈડ્રોપોનિક્સ અથવા સોઈલલેસ કલ્ટિવેશન' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. વિકસિત દેશોમાં ધીમે ધીમે હાઈડ્રોપોનિક્સ ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ થવા લાગ્યો છે. આ પદ્ધતિમાં પાણી અને પોષકતત્વોના પુરવઠાને અંકુશમાં રાખીને ઓછી જગ્યા અને સમયમાં પાકની ઉત્પાદકતા અને ગુણવત્તામાં સુધારો કરવામાં આવે છે. આમ ધીમે ધીમે વૈજ્ઞાનિકોને જણાયું કે છોડ આવશ્યક પોષકતત્વોનું પાણીમાંથી શોષણ કરે છે કે જે પાણીમાં રહેલા હોય છે. કુદરતી પરિસ્થિતિઓમાં માટી એ પોષકતત્વોના જળાશય તરીકે કામ કરે છે જે છોડના વિકાસ માટે જરૂરી નથી.

ખરેખર વનસ્પતિ કઈ રીતે ફૂલેફાલે છે અને કઈ રીતે પોષણ મેળવે છે તેનો સંશોધકોને પુરો ખ્યાલ ન હતો. આ ખ્યાલ સને ૧૬૯૯માં બ્રિટીશ વનસ્પતિશાસ્ત્રી જહોન વૂડવર્ડને લગભગ

હાઈડ્રોપોનિક્સ જેવા પ્રયોગ હાથ ધર્યા પછી મળ્યો. વૂડવર્ડને સાદા પ્રયોગોમાં જોવા મળ્યુ કે છોડનો વિકાસ સાદા પાણીની સરખામણીમાં નદીના પાણીમાં સારો થાય છે કારણ કે નદીના પાણીમાં પોષણ આપતા દ્રવ્યો છોડના વિકાસમાં મદદ કરે છે. સને ૧૮૬૦ માં જર્મન વનસ્પતિશાસ્ત્રી જુલિયસ વોન સાકસ અને વિલહેમ નોપ એ આદર્શ પોષકતત્વોનું દ્રાવણ તૈયાર કર્યુ. ૧૯૨૯માં કેલિફોર્નિયા યુનિવર્સિટીના ડાં. ડબલ્યુ.એફ. ગેરિકે રાસાયણિક દ્રાવણમાં ટામેટાના ૨૫ ફૂટ લાંબા છોડ વિકસાવ્યા જેમાં દરેક છોડમાં પુષ્કળ ટામેટા લાગેલા હતા. આ ટામેટા ઉતારવા માટે તેને લાંબી નિસરણી પર ચડીને ઉતારવા પડતા હતા. આમ રાસાયણિક દ્રાવણમાં છોડ, વેલા રોપવાની પદ્ધતિને હજુ સુધી કોઈ ચોકકસ નામ આપવામાં આવ્યું ન હતું. પણ ડાં. ગેરિકે તેને 'હાઈડ્રોપોનિક્સ' નામ આપ્યું. ભારતમાં પણ સને ૧૯૪૬માં માટીરહિત ખેતીનું આગમન થઈ ગયું હતું. બંગાળની સરકારે તે વર્ષના ઉનાળામાં દાર્જીલીંગ નજીકના કાલિમ્પોંગ ગામે તેનું પ્રથમ સંકુલ ઊભું કર્યુ હતું. ખાસ કરીને પશ્ચિમ બંગાળમાં ભારતીય સંજોગોને અનુરૂપ પદ્ધતિ વડે શાકભાજી, અનાજ તથા ફળફળાદીનો અભૂતપૂર્વ પાક લેવાયો હતો. કાશ્મીરના દાલ સરોવરમાં પણ ખેડૂતો તરાપા ઉપર શાકભાજી ઉગાડે છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સના ફાયદાઓ :

(૧) વર્ષ દરમિયાન ગમે તે સિઝનમાં છોડ ઉગાડી શકાય

(૨) નીંદામણ કરવાની જરૂરિયાત રહેતી નથી

(૩) ૭૦ થી ૮૦ % સુધી પાણીનો બચાવ કરી શકાય

(૪) પાકની ફેરબદલી કરવાની જરૂરિયાત રહેતી નથી

(૫) છોડના મૂળને પોષકતત્વો માટે સ્પર્ધા કરવી પડતી નથી

(૬) ગ્રીનહાઉસમાં વર્ટિકલ સ્પેસનો ઉપયોગ કરી શકાય છે

(૭) જમીનજન્ય રોગો તથા કૃમિનો પ્રશ્ન રહેતો નથી

(૮) જમીન ખેડવાની જરૂરિયાત રહેતી નથી

(૯) ઓછી જગ્યામાં વધારે આવક મેળવી શકાય

(૧૦) જમીનનું પ્રદૂષણ અટકાવી શકાય

(૧૧) પરંપરાગત ખેતીના પાકોની સરખામણી કરતાં વધારે ઉત્પાદન મેળવી શકાય.

(૧૨) ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળી પેદાશ મેળવી શકાય

હાઈડ્રોપોનિક્સની મર્યાદાઓ :

(૧) હાઈડ્રોપોનિક્સ બનાવવા માટે શરૂઆતમાં ખર્ચ વધારે આવે છે.

(૨) એક વખત રોગ આવે ત્યારે તેનો ફેલાવો ઝડપથી થાય છે.

(૩) હાઈડ્રોપોનિક્સની જાળવણી માટે ટેકનિકલ જ્ઞાનની જરૂર પડે છે.

(૪) ગરમ વાતાવરણ અને મર્યાદિત (ઓછો) ઓકિસજન પાક ઉત્પાદન પર અસર કરે છે.

(૫) વ્યાપારિક ધોરણે અમલીકરણ માટે શરૂઆતમાં

મોટા રોકાણ અને ઉચ્ચ તાંત્રિક જ્ઞાનની જરૂર પડે છે.

(૬) પોષણ દ્રાવણ બનાવવા માટે ખૂબ જ કાળજીની જરૂરિયાત રહે છે.

- એવા દેશો કે જયાં ખેતી કરવા લાયક જમીન બહુ જ ઓછી હોય અને પ્રમાણમાં વસ્તી વધારે હોય ત્યાં શાકભાજીની જરૂરિયાત પૂરી પાડવા માટે આ પદ્ધતિ ઉપયોગી નિવડી શકે તેમ છે.
- ઘણા એવા દેશ કે જેમનો મુખ્ય વ્યવસાય પર્યટન છે અને પર્યટન માટે હોટેલ, રીસોર્ટની સુવિધા હોય છે. પણ રસોઈ માટે શાકભાજી ઘણા દૂરના સ્થળેથી મંગાવવા પડતા હોય છે. એવી જગ્યાએ હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને શાકભાજી ઉગાડી શકાય છે.
- હાલમાં અવકાશ વિજ્ઞાનમાં પણ હાઈડ્રોપોનિક્સ પર ઘણું સંશોધન થઈ રહયું છે અને હાઈડ્રોપોનિક્સની જુદી જુદી પદ્ધતિઓ ઉપર પણ સંશોધન ચાલે છે કે જેથી ઓછા ગુરૂત્વાકર્ષણ બળવાળી જગ્યાએ પણ શાકભાજી ઉગાડી શકાય. આવી જગ્યાએ પણ શાકભાજી ઉગાડીને અવકાશયાત્રીને તાજા શાકભાજી પૂરા પાડી શકાય છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ ઉદ્યોગની ભવિષ્યમાં ઝડપથી વૃદ્ધિ થવાની ધારણા છે કારણ કે ધીમે ધીમે જમીનની પરિસ્થિતિ બગડતી જઈ રહી છે. ખાસ કરીને આપણા દેશમાં દિવસે દિવસે શહેરોમાં કોક્રિટના જંગલોનું પ્રમાણ વધતું જાય છે અને વસ્તી પણ વધે છે. આ વધતી વસ્તીની જરૂરિયાતને પહોંચી વળવા માટે તથા પાકની ઉપજ અને ગુણવત્તામાં સુધારો કરવા માટે હાઈડ્રોપોનિક્સ અથવા સોઈલલેસ કલ્ટિવેશન સિવાય બીજો કોઈ વિકલ્પ બચશે નહી.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિના પ્રકાર

✍ શ્રી પી. એ. મહેરીયા ✍ ડાં. બી. એન. સાટોડિયા ✍ ડાં. એચ. એલ. ધડૂક
બાગાયત વિભાગ, બં. અ. કૃષિ મહાવિદ્યાલય, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ –૩૮૮૧૧૦
ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૨૩૭૫

છોડના વિકાસ માટે જમીન એક અગત્યનું માધ્યમ છે છોડની વૃદ્ધિ અને વિકાસ માટે જમીન પોષકતત્વો, પાણી અને હવા પૂરા પાડે છે પરંતુ ઘણી વખત જમીન જન્ય રોગો ઉત્પન્ન કરતા જીવાણુઓની હાજરી, કૃમિ, જમીન સખત થઈ જવી તથા નબળી નિતાર શકિતના કારણે છોડના વિકાસમાં અવરોધ પેદા થાય છે. પરંપરાગત ખેતી કરવા માટે વધુ જમીન, મજુર અને પાણીની જરૂરીયાતના કારણે દિવસે દિવસે ખેતી કરવી મુશ્કેલ બનતી જાય છે. વધુમાં ઘણી એવી જગ્યાએ કે જયાં ખેતી કરવા માટે જમીન ઉપલબ્ધ ન હોય દા.ત. શહેરી વિસ્તારમાં અને જો જમીન ઉપલબ્ધ હોય તો તે ફળદ્રુપ ન હોય તથા ખેતીને અનુકૂળ આવે તેવુ વાતાવરણ ન હોય આવી પરિસ્થિતિમાં હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિથી ખેતી કરી શકાય.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિઓના પ્રકાર :

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિઓના જુદા જુદા ૬ પ્રકાર પાડી શકાય છે.

(૧) દિવેટ સિસ્ટમ (Wick System) :

આ પદ્ધતિ હાઈડ્રોપોનિક્સની સરળ પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિમાં દ્રાવણમાંથી વાટથી મળતા તત્વો સીધા જ છોડને મળતા હોય છે. આ પદ્ધતિમાં જુદા જુદા માધ્યમ જેવા કે પર્લાઈટ, વર્મિકયુલાઈટ અને કોકોનટ (નાળિયેર) ફાઈબરનો ઉપયોગ ખૂબ જ પ્રચલિત છે. આ પદ્ધતિમાં જે છોડની પાણી તથા રાસાયણિક દ્રાવણની વધારે જરૂરિયાત હોય તે ઉગાડી શકાતા નથી કારણ કે વાટથી રાસાયણિક દ્રાવણનો પૂરવઠો છોડને મર્યાદિત મળે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૨ ઉપર)

(૨) વોટર કલ્ચર (Water Culture) :

જુદી જુદી હાઈડ્રોપોનિક્સની પદ્ધતિઓમાં વોટર કલ્ચર સૌથી સરળ પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિમાં સ્ટાઈરોફોમ (Styrofoam) નું પ્લેટફોર્મ રાસાયણિક દ્રાવણ ભરેલા પાત્ર ઉપર સીધું જ તરતું મૂકવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં મૂળને જરૂરિયાત મુજબનો પ્રાણવાયુ આપવા માટે ખાસ પ્રકારની વ્યવસ્થા કરવામાં આવે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૨ ઉપર)

રાસાયણિક દ્રાવણ ભરેલા પાત્રની અંદર મૂળને હવા મળી રહે તે માટે એર પંપ બેસાડવામાં આવે છે. જેની મદદથી છોડના મૂળને ઓકિસજન મળે છે. આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે ભાજીપાલા શાકભાજી માટે કરવામાં આવે છે. આ પ્રકારનું હાઈડ્રોપોનિક્સનું મોડલ જૂના માછલીઘરમાંથી પ્રાયોગિક ધોરણે તૈયાર કરી શકાય છે. આ પદ્ધતિમાં ફકત નાના છોડનો જ ઉછેર કરી શકાય છે. આ પદ્ધતિ મોટા અને લાંબા સમયના પાક માટે અનુકૂળ નથી.

(૩) ઈબ અને ફલો (ફલડ/ડ્રેન) સિસ્ટમ (Ebb and Flow (Flood / Drain) System :

આ પદ્ધતિમાં પંપ દ્વારા નીચેની ટ્રેમાંથી રાસાયણિક દ્રવ્યોને જેમાં છોડ વાવેલા હોય તે ટ્રેમાં છોડવામાં આવે છે અને ત્યારબાદ વધારાનું દ્રાવણ ફરીથી ટ્રેમાં એકઠું કરવામાં આવે છે. દ્રાવણને છોડવાળી ટ્રેમાં છોડવા માટે 'ટાઈમર' નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. છોડની જરૂરિયાતને ધ્યાનમાં લઈ 'ટાઈમર' સેટ કરવામાં આવે છે.

જયારે પંપનું ટાઈમર ચાલુ થાય છે ત્યારે દ્રાવણ ઉપરની ટ્રેમાં પહોંચે છે અને જેવું ટાઈમર બંધ થાય એટલે તુરંત વધારાનું દ્રાવણ પાછું નીચેની ટ્રેમાં

જમા થાય છે. ટાઈમર સેટ કરવા માટે છોડની કેટલીક બાબતો જેવી કે છોડની ઊંચાઈ, પ્રકાર, બહારના વાતાવરણનું તાપમાન, ભેજ અને કયા પ્રકારનું માધ્યમ વાપરેલ છે તેની પર રહે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૨ ઉપર)

આ પદ્ધતિ જુદાજુદા માધ્યમ માટે અનુકૂળ આવે છે. આ પદ્ધતિમાં છોડ ઉગાડવાની ટ્રે માં હાઈડ્રોટોન, ગ્રેવેલ, રોકવૂલ વાપરવામાં આવે છે.

(૪) ડ્રિપ સિસ્ટમ (રીકવરી/ નોન રીકવરી):

હાઈડ્રોપોનિક્સની આ સૌથી વધારે પ્રખ્યાત પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિ એકદમ સરળ છે જેમાં ટાઈમર કંટ્રોલનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં રાસાયણિક દ્રાવણની ટેન્કમાં એક પંપ લગાવવામાં આવે છે. જયારે પંપનું ટાઈમર ચાલુ થાય ત્યારે ડ્રિપની નળીઓ દ્વારા દ્રાવણ દરેક છોડની જરૂરિયાત પ્રમાણે મળે છે. અહીં એર પંપનો ઉપયોગ છોડને ઓકિસજન પૂરો પાડવા માટે થાય છે.

રિકવરી પ્રકારની ડ્રિપ પદ્ધતિમાં વધારાનું દ્રાવણ ફરી પાછું નીચેની ટૅંકમાં જમા થાય છે અને તેનો વારંવાર ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. નોન રીકવરી સિસ્ટમમાં રાસાયણિક દ્રાવણનો ઉપયોગ ફકત એક જ વખત કરવામાં આવે છે. નોન રિકવરી સિસ્ટમમાં જાળવણી ખર્ચ ઓછો આવે છે કારણ કે તેમાં વધારાનું દ્રાવણ ફરીથી એકઠું કરવાનું રહેતું નથી. રિકવરી સિસ્ટમમાં દ્રાવણની સાંદ્રતા અને અમ્લતા જાળવવી ખૂબ જ અગત્યની છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૨ ઉપર)

(૫) ન્યુટ્રિયન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક (એનટીએફ):

હાઈડ્રોપોનિક્સની આ પદ્ધતિએ સફળ પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિમાં રાસાયણિક દ્રાવણને પંપ દ્વારા સતત વહેતું રાખવામાં આવે છે. તેથી આ પદ્ધતિમાં ટાઈમરની જરૂરિયાત રહેતી નથી. આ પદ્ધતિમાં છોડને જરૂરી તત્વોવાળું રાસાયણિક દ્રાવણ પંપ દ્વારા પહોંચાડવામાં આવે છે અને વધારાનું દ્રાવણ ફરી નીચે ટેન્કમાં એકઠું કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં એક પાઈપનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જેમાં છોડના મૂળ હોય છે. આ પદ્ધતિમાં છોડને આધાર આપવા માટે નેટ પોટનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં જુદા જુદા માધ્યમે જેવા કે હાઈડ્રોટોન અને રોકવૂલનો ઉપયોગ થાય છે તેમજ માધ્યમ વારંવાર બદલવું પડતું નથી.

ન્યુટ્રિયન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક વિકસાવવાનું શ્રેય એલન કોપર કે જેઓ ગ્લાસ હાઉસ ક્રોપ્સ રિસર્ચ ઈન્સ્ટિટયૂટ, ઈંગ્લેંન્ડમાં કામ કરતા હતા તેઓને જાય છે. આ પદ્ધતિમાં ઉંધાં 'V' આકારની નીક બનાવવામાં આવે છે અને તેને દરેક બાજુથી સીલ કરી દેવામાં આવે છે. આ પ્રકારની નીકમાં ૧૦૦ % જેટલો ભેજ જાળવવામાં આવે છે. નીચે તળિયે પોષક તત્વો યુકત પાતળું આવરણ પસાર થતુ હોય છે જેમાંથી વનસ્પતિ જરૂર પ્રમાણે પોષકતત્વો લઈ લે છે. આ પદ્ધતિ જે પાકમાં મૂળનું પ્રમાણ ઓછું હોય તેમાં સારી રીતે કરી શકાય છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૨ ઉપર)

(૬) એરોપોનિક્સ (Aeroponics):

હાઈડ્રોપોનિક્સ ગાર્ડનની સૌથી આધુનિક પદ્ધતિ એટલે એરોપોનિકસ. આ પદ્ધતિમાં છોડને એક ચોકકસ પ્રકારના આધારથી ટેકો આપવામાં આવે છે અને તેના મૂળને સીધા નીચેના ભાગથી એક ચેમ્બર જેવા પાત્રમાં હવામાં લટકતા રાખવામાં આવે છે આ ચેમ્બરના તળિયામાં પોષક તત્વો યુકત રાસાયણિક દ્રાવણ હોય છે જેને એક પંપ દ્વારા ટાઈમરની સાથે જોડી દેવામાં આવે છે. છોડની જરૂરિયાત મુજબ દ્રાવણનો છંટકાવ નાના નાના બિંદુ સ્વરૂપે મૂળ ઉપર કરવામાં આવે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૨ ઉપર)

આ પ્રકારની પદ્ધતિમાં બે છંટકાવ વચ્ચેનું અંતર છોડની જરૂરીયાત પ્રમાણે ગોઠવવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં મૂળ જે ચેમ્બરમાં હોય તેમાં સાપેક્ષ ભેજનું પ્રમાણ ૧૦૦ % જેટલું રાખવામાં અવો છે જેથી મૂળ સૂકાતા નથી. આ પદ્ધતિમાં છોડના મૂળને ઓકિસજનનું પ્રમાણ ખૂબ જ સારી રીતે મળી રહે છે જેનો સીધો જ ફાયદો ઉત્પાદનમાં જોવા મળે છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં વપરાતા માધ્યમો

✍ શ્રી પી. એ. મહેરીયા ✍ ડો. બી. એન. સાટોડીયા ✍ શ્રી બી. એ. જેઠવા ✍ શ્રી બિમલ પી. લોડાયા
બાગાયત વિભાગ, બં. અ. કૃષિ મહાવિદ્યાલય, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ –૩૮૮૧૧૦
ફોન : (૦૨૬૯૨)

હાઈડ્રોપોનિક પદ્ધતિમાં જમીનની જગ્યાએ જુદા જુદા માધ્યમોમાં છોડને ઉગાડવામાં આવે છે. આ માધ્યમો કેવા પ્રકારના હોય છે ? અને તેની મુખ્ય ખાસિયતો શુ છે ? તથા તેનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરી શકાય ? તે જાણવું ખૂબ જરૂરી છે.

હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિમાં જમીનના બદલે જુદા જુદા માધ્યમો છોડના મૂળને ટેકો આપવા માટે વપરાય છે તથા આ માધ્યમો દ્વારા છોડના મૂળને પૂરતા પ્રમાણમાં હવા મળી રહે (ઓકિસજન) અને ભેજ પણ જળવાઈ રહે છે જેથી છોડનો વિકાસ પણ સારો થાય છે. આ માધ્યમો છોડને કોઈ પોષકતત્વો પૂરા પાડતા નથી પણ મૂળના વિકાસ માટે પાયાની જરૂરિયાત પૂરી પાડે છે.

આમ હાઈડ્રોપોનિકસમાં વપરાતા જુદા જુદા માધ્યમોથી જમીનની સરખામણીમાં નીચે મુજબના ફાયદા થાય છે.

(૧) માધ્યમના કારણે છોડના મૂળને કોઈ રોગ– જીવાત કે કૃમિનો ઉપદ્રવ થતો નથી.

(૨) ભેજ પૂરતા પ્રમાણમાં જાળવી રાખે છે.

(૩) હવાની અવર જવર વધારે છે.

આદર્શ માધ્યમની લાક્ષણિકતાઓ :

- આદર્શ માધ્યમ ભેજ જાળવી રાખે છે અને વધારાના પાણીનો નિકાલ કરે છે.
- માધ્યમ પાણીમાં કોહવાવું ન જોઈએ.
- માધ્યમ રોગ– જીવાત તથા કૃમિથી મુકત હોવું જોઈએ
- છીદ્રાળુતા સારી હોવી જોઈએ.
- બજારમાં સરળતાથી મળી રહેવુ જોઈએ.
- એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ લઈ જવામાં સરળતા રહેવી જોઈએ.
- વજનમાં હલકું હોવું જોઈએ.

વિવિધ માધ્યમો :

(૧) રેતી (Sand) :

ખડકોના ધોવાણ કે ઘસારાને લીધે રેતીનું નિર્માણ થાય છે. તેનું બંધારણ તે કયા પ્રકારના ખડકોમાંથી નિર્માણ પામેલ છે તેના ઉપર રહે છે. રેતી કિંમતમાં સસ્તી હોય છે તથા ખૂબ જ સહેલાઈથી ઉપલબ્ધ થઈ શકે છે. રેતીનો ઉપયોગ કરતાં પહેલાં તેને જંતુમૂકત કરવી પડે છે. રેતી વજનમાં ભારે હોય છે. તે વધારે સમય પાણીને પકડી રાખતી નથી. રેતીને સામાન્ય રીતે વર્મિકયુલાઈટ, પર્લાઈટ અને કોકો કોયર સાથે મિશ્રણ કરી ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જેથી તે ભેજ જાળવી રાખવામાં અને છોડના મૂળને હવાની અવર–જવરમાં મદદ કરે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

(૨) કોકોપીટ (Cocopeat) :

નાળિયેરને કાપતાં અને છોલતાં નીકળતી છાલમાંથી જે ભૂકો મળે છે તેને કોકોપીટ કે કોકોડસ્ટ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. તેમાંથી કોઈપણ જાતનું પોષણ મળતું નથી પરંતુ તે મુલાયમ અને વજનમાં હલકું હોય છે. તે ઉપરાંત નીતાર શકિત પણ ઉત્તમ ધરાવે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

હાલના સંજોગોમાં ગ્રીનહાઉસમાં સંવર્ધન માધ્યમ તરીકે પ્રચલિત છે કારણ કે તે ઉત્તમ છિદ્રાળુતા (૨૫ થી ૩૦ %) ધરાવે છે. તે ધરૂના વૃદ્ધિ અને વિકાસ માટે સારા માં સારૂ માધ્યમ છે તેમાં ૪૫ % થી વધુ લિગ્નિન હોય છે જેથી તે લાંબા સમય સુધી ચાલે છે તેમાં જમીનજન્ય રોગો હોતા નથી કોકોપીટની પાણી સંગ્રહ કરવાની ક્ષમતા ખૂબ જ હોય છે તથા તે છિદ્રાળુ હોવાથી ઓકિસજનની આપ લે પણ સારી રીતે કરી શકે છે.

(૩) વર્મિક્યુલાઈટ (Vermiculite) :

મેગ્નેશિયમ એલ્યુમિનિયમ આર્યન સિલિકેટ છે. ગરમ કરતાં તે ફૂલે છે. અને વજનમાં એકદમ હલકું બને છે. જેથી તેમાં હવા અને પાણી સંગ્રહ કરવાની પૂરતી જગ્યા મળી રહે છે. તેની બફરીંગ કેપેસેટી ખૂબ જ સારી છે. તે તટસ્થ પી.એચ. આંક ધરાવે છે. પાણીમાં અદ્રાવ્ય છે. ભેજ સંગ્રહ કરવાની ક્ષમતા ખૂબ જ વધારે છે. ખાસ કરીને વિકસિત દેશોમાં તેનો ઉપયોગ વધુ કરવામાં આવે છે. તેમા કેટાયન એક્ષચેન્જ કેપેસીટી પણ પુષ્કળ છે અને તે પોષકતત્વોને લાંબા સમય સુધી રાખવાની શકિત ધરાવે છે જે પાછળથી ધીરે ધીરે પૂરાં પાડે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

(૪) પર્લાઈટ (Perlite) :

જવાળામુખી ફાટતાં તેમાંથી મળતાં રાખોડી સફેદ રંગના સિલિકાસીસ પદાર્થને પર્લાઈટ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. જવાળામુખીમાંથી મળતા લાવાને ભટ્ટીમાં ૭૬૦° સે. ઉષ્ણતામાને તપાવીને પર્લાઈટ તૈયાર કરવામાં આવે છે. આ એક જીવાણુ રહિત માધ્યમ છે તેનો પી. એચ આંક ૬ થી ૮ હોય છે. તેની ભેજ ધારણ કરવાની શકિત તથા આયન વિનિમય શકિત વધારે હોય છે તેમાં કોઈ પણ પ્રકારના ખનિજતત્વો હોતા નથી તે વજનમાં હલકું હોય છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

(૪) રોકવુલ (Roakwool) :

રોકવૂલ તૈયાર કરવા માટે 'મોલ્ટન રોક'(Molten rock) ને ગ્લાસ ફાઈબરની જેમ કાંતવામાં આવે છે આવા ફાઈબર હાલમાં ઈંટો, ચોરસ ટૂકડાના રૂપમાં બજારમાં મળે છે. રોકવૂલમાં પાણી સંગ્રહ અને હવાની અવરજવર ખૂબ જ સારી રીતે થાય છે. રોકવુલ ખાસ સોઈલલેસ કલ્ટિવેશનમાં ઉપયોગ થાય છે. બજારમાં રોકવુલ સ્લેબ, રોકવુલ કયૂબ પણ ઉપલબ્ધ હોય છે ખાસ કરીને કયૂબ બીજને ઉગાડવા માટે વપરાય છે બીજના ઉગાવા બાદ આ કયૂબ ને રોકવુલ સ્લેબમાં મૂકવામાં આવે છે. રોકવુલ વજનમાં હલકું હોય છે અને ફરીથી તેનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. તે છોડને એક જંતુરહિત વાતાવરણ પૂરૂ પાડે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

(૫) હાઈડ્રોટોન (LECA-Light weight Expanded Clay Aggregate) :

હાઈડ્રોટોન પેબલ્સના રૂપમાં આવે છે તે છોડના વિકાસ માટે એક આદર્શ માધ્યમ તરીકે ઉપયોગમાં આવે છે. લેકા પેબલ્સ ખૂબ જ છિદ્રાળુ હોય છે. તેના કારણે તેની સપાટીનો વિસ્તાર ખૂબ જ વધી જાય છે. જેથી પાણીનો સંગ્રહ લાંબા સમય સુધી કરી શકે છે. લેકા પેબલ્સમાં હવાની અવરજવર સારી

હોય છે અને પાણીમાં ધોવાઈ જવાનો પ્રશ્ન રહેતો નથી જેથી લેકા પેબલ્સનો ફરીવાર પણ ઉપયોગ કરી શકાય છે.

(૭) ગ્રેવેલ (Gravels) :

માછલીઘરમાં પણ ગ્રેવેલ જેવા માધ્યમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ગ્રેવેલ વજનમાં ભારે, કિંમતમાં સસ્તુ હોય છે અને બજારમાં સરળતાથી મળી રહે છે. પાણીનો નીતાર ઝડપથી થાય છે. સાફ કરવું સરળ રહે છે. ગ્રેવેલને ઉપયોગમાં લેતાં પહેલાં સાફ કરવા પડે છે. જો ગ્રેવેલનો માધ્યમ તરીકે ઉપયોગ કરેલ હોય તો તેને સતત ધીરે ધીરે પાણી પૂરૂં પાડતા રહેવુ પડે છે નહિતર છોડના મૂળ સૂકાઈ જાય છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

(૮) ગ્રોસ્ટોન (Growstone) :

ગ્રોસ્ટોન વજનમાં હલકું અને છિદ્રાળું હોય છે અને એકસરખા આકારમાં હોતા નથી. આ માધ્યમનો ફરીથી ઉપયોગ કરી શકાય છે. ગ્રોસ્ટોન પર્લાઈટ અને પીટની સરખામણીમાં વધારે હવા અને પાણી સંગ્રહી શકે છે. તેમાં ૦.૫ થી ૫.૦ % કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ હોય છે. ગ્રોસ્ટોનનો મુખ્ય ગેરફાયદો એ છે કે તેને સાફ કરવા મુશ્કેલ છે. વિકાસ પામતા છોડના મૂળ ગ્રોસ્ટોન સાથે ચોંટી જાય છે જેથી છોડને બીજા માધ્યમમાં અથવા અન્ય જગ્યાએ ફેરવતી વખતે મૂળને નુકસાન થવાની શકયતા રહે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

(૯) ઓએસીસ કયુબ (Oasis cubes) :

આ માધ્યમ રોકવુલ કયૂબ જેવું છે પણ રોકવુલ કયૂબની જેમ પાણી સંગ્રહી શકતું નથી આ માધ્યમ કિંમતમાં સસ્તું છે. ઓએસીસ કયૂબ બીજના સ્ફૂરણ તથા છોડના વિકાસ માટે ઉપયોગી છે. ઓએસીસ કયૂબ પાણીને શોષી શકે છે અને તેમાં હવાની અવર–જવર પણ વધારે હોય છે. આ માધ્યમમાં છોડના મૂળનો વિકાસ પણ સારો થાય છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

(૧૦) પ્યુમાઈસ (Pumice) :

વજનમાં હલકું અને પર્લાઈટ જેવું માધ્યમ છે પ્યુમાઈસમાં મુખ્યત્ત્વે સિલિકોન ડાયોકસાઈડ અને એલ્યુમિનિયમ ઓકસાઈડ હોય છે. તેમાં ઓકસાઈડ સ્વરૂપમાં લોહ, કેલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમ અને સોડિયમ પણ વિવિધ જથ્થામાં હોય છે. આ માધ્યમ હવાની અવર–જવર તથા વધારાના પાણીનો નિકાલ કરવામાં ઉપયોગી છે. પ્યુમાઈસ ઓકિસજનનું પ્રમાણ વધારે જાળવી રાખે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

(૧૧) રિવર રોક (River Rock) :

રિવર રોક કિંમતમાં સસ્તાં અને વજનમાં ભારે હોય છે અને બજારમાં જુદા જુદા માપના મળે છે. તે ગોળાકાર હોય છે તથા તેની ધાર લીસી હોય છે રીવરરોકનો માધ્યમ તરીકે ઉપયોગ કરતાં પહેલાં તેને જંતુરહિત કરવા પડે છે રિવર રોક છિદ્રાળું હોતા નથી તેથી તે છોડના મૂળના વિસ્તારમાં ભેજ જાળવી રાખતા નથી. રોક જુદા જુદા માપના હોવાથી બે રોક વચ્ચે જગ્યા રહેવાથી વધારે પ્રમાણમાં હવાની અવર જવર રહે છે તેના કારણે મૂળને વધારે પ્રમાણમાં ઓકિસજન મળે છે. રીવર રોકમાં પાણીનો નિતાર ઝડપથી થાય છે તેથી બે પાણી આપવા વચ્ચેનો સમયગાળો એવી રીતે ગોઠવવો જોઈએ કે જેથી છોડના મૂળ સૂકાય નહિ. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

(૧૨) ફલોરલ ફોમ (Floral foam):

ઓએસીસ કયૂબની જેમ આ માધ્યમનો પણ હાઈડ્રોપોનિકસમાં ઉપયોગ કરી શકાય છે. ફલોરલ ફોમ પાણી સરળતાથી શોષી શકે છે. આ માધ્યમનો ગેરફાયદો એ છે કે તેના ટુકડા સરળતાથી થઈ શકે છે અને તે નાના નાના કણ પાણીમાં છૂટા પાડે છે. (જૂઓ ફોટો ટાઈટલ પેજ ૩ ઉપર)

હાઈડ્રોપોનિક્સમાં પોષકતત્વોનું વ્યવસ્થાપન

✍ ડૉ. કે.સી.પટેલ ✍ શ્રી વિમલ એન. પટેલ
માઈક્રોન્યુટ્રિયન્ટ રિસર્ચ સ્કિમ (આઈસીએઆર)
આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ– ૩૮૮ ૧૧૦
ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૧૬૧૬

હાઈડ્રોપોનિક્સ એ હાઈડ્રોકલ્ચરનો ભાગ છે કે જેમાં જમીન સિવાયના માધ્યમમાં છોડને ઉગાડવામાં આવે છે અને પાણીમાં દ્રાવ્ય તત્વોનું દ્રાવણ બનાવી પોષકતત્વો પુરા પાડવામાં આવે છે. આ દ્રાવણમાં છોડના મૂળનો વિકાસ થાય છે અને મૂળ ઉગવા માટેના માધ્યમ જેવા કે ગ્રેવલ, પર્લાઈટ વગેરે દ્વારા બાહય મદદ મળે છે. હાઈડ્રોપોનિક્સમાં પોષકતત્વો જુદા જુદા સ્ત્રોત દ્વારા આપવામાં આવે છે જેવા કે રાસાયણિક ખાતરો, પ્રાણી/ પક્ષીના અવશેષોમાંથી બનાવેલ કુદરતી ખાતરો વગેરે.

પદ્ધતિઓ :

હાઈડ્રોપોનિક્સમાં પોષકતત્વોની પૂર્તિ મુખ્યત્વે સબ ઈરિગેશન તથા ટોપ ઈરિગેશન દ્વારા કરવામાં આવે છે અને મોટેભાગે આ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ પ્લાસ્ટિક કૂંડા (ટબ) માં કરવામાં આવે છે અને ઘણીવાર સિમેન્ટ, ગ્લાસ, મેટલ તથા લાકડામાંથી બનાવેલ કૂંડા / ટબનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

સ્ટેટિક સોલ્યુશન કલ્ચર (Static solution culture) :

સ્ટેટિક સોલ્યુશન કલ્ચરમાં પોષકતત્વો યુકત દ્રાવણમાં છોડને ઉગાડવામાં આવે છે અને આ દ્રાવણમાં હવા પસાર કરવામાં આવે છે અને ઘણીવાર દ્રાવણમાં ડૂબાડેલા પણ રાખવામાં આવે છે. છોડના મૂળ સંપૂર્ણપણે દ્રાવણમાં ડૂબાડેલા હોય ત્યારે ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનનું લેવલ થોડું નીચું રાખવામાં આવે છે જેથી કરીને મૂળને પૂરતો ઓકસીજન મળી રહે. પારદર્શક કૂંડા/ ટબનો ઉપયોગ કરવામાં આવે ત્યારે લીલ તથા શેવાળની વૃદ્ધિ અટકાવવા માટે એલ્યુમિનિયમ ફોઈલ તથા કાળુ પ્લાસ્ટિક લગાડવામાં આવે છે. ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશન દર અઠવાડિયે અથવા તેની સાંદ્રતા એક ચોકકસ લેવલ કરતા ઘટી જાય ત્યારે બદલવામાં આવે છે અને આ લેવલ જાળવી રાખવા માટે ફલોટ વાલ્વ રાખવાથી ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનનું લેવલ જળવાઈ રહે છે. આ રીતે છોડના વૃદ્ધિ અને વિકાસ દરમિયાન ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનનું લેવલ કાયમી રીતે પોષકતત્વો પૂરા પાડે છે.

કન્ટિન્યુસ ફલો સોલ્યુશન કલ્ચર :

આ પદ્ધતિમાં ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનનો પ્રવાહ સતત મળતો રહે છે અને સ્ટેટિક પદ્ધતિ કરતાં ખૂબ સરળ પદ્ધતિ છે કારણ કે આ પદ્ધતિમાં મોટા પ્લાસ્ટિક ટબમાં મોટી સંખ્યામાં છોડ ઉગાડવામાં આવે છે. 'ન્યુટ્રિયન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક' (NFT) માં છોડના મૂળ ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનમાં ડૂબે તે રીતે તેનું લેવલ રાખવામાં આવે છે અને હવા દ્વારા પૂરતો ઓકસીજનનો પૂરવઠો આપવામાં આવે છે. આથી અન્ય પદ્ધતિઓ કરતા NFT માં છોડને પૂરતા પોષકતત્વો, ઓકિસજન અને પાણી મળી રહે છે. જેને કારણે છોડની વૃદ્ધિ ખૂબ સારી થાય છે અને ઉત્પાદનમાં વધારો થાય છે.

પોષકતત્વોયુકત દ્રાવણ (ન્યૂટ્રિયન્ટ સોલ્યુશન) :

અકાર્બનિક હાઈડ્રોપોનિક્સ દ્રાવણ (Inorganic hydroponics solution):

અકાર્બનિક પોષકતત્વોયુકત દ્રાવણનો

ઉપયોગ છોડની વૃદ્ધિ અને વિકાસ દરમિયાન પોષણ પૂરૂ પાડવા માટે થાય છે. જમીનમાં જે રીતે પોષકતત્વોની આપ–લે જમીનના કણો તથા છોડના મૂળ વચ્ચે થાય છે એ પ્રકારની સોઈલ કેમેસ્ટ્રિ હાઈડ્રોપોનિક્સમાં જુદા પ્રકારે થાય છે જેવી કે

- જમીનમાં પોષકતત્વોની આપ લે (Cation Exchange Capacity) જમીનમાં રહેલા બારીક કણો તથા સેન્દ્રિય તત્વોને કારણે થાય છે જેના કારણે જમીનનો પી.એચ. આંક તથા પોષકતત્વોની સાંદ્રતા જળવાઈ રહે છે જયારે હાઈડ્રોપોનિક્સમાં પીએચ તથા સાંદ્રતા ઝડપથી બદલાતી રહે છે.
- હાયડ્રોપોનિકસમાં ચોકકસ પ્રકારના પોષકતત્વોનો ઉપાડ વધુ થાય છે જેના કારણે પણ ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનનો પીએચ તથા સાંદ્રતા બદલાય જાય છે દા.ત. નાઈટ્રેટ–નાઈટ્રોજનનું શોષણ ઝડપથી થાય છે જેને કારણે બીજા તત્વોની સાંદ્રતા પર અસર થાય છે.
- હાયડ્રોપોનિકસમાં પ્રવાહી સ્વરૂપને કારણે પીએચ તથા પાણીમાં રહેલા અન્ય તત્વોને ઘણીવાર એક તત્વ બીજા તત્વ સાથે સંયોજાઈ અવક્ષેપ પેદા કરે છે (લોહ તત્વનું અવક્ષેપન) જેના કારણે છોડ અવક્ષેપ થયેલા તત્વોનું શોષણ કરી શકતો નથી અને ઊણપ વર્તાય છે અને વૃદ્ધિ અટકે છે. આથી ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનનો પી.એચ. આંક જળવાઈ રહે તે માટે ચીલેટેડ એજન્ટ જેવા કે EDTA નો ઉપયોગ કરવો જરૂરી છે.

સામાન્ય રીતે ખેતીમાં છોડની પોષકતત્વોની માવજતમાં 'Liebig's low of the Minimum' નું પાલન થાય છે. ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશન બનાવતી વખતે છોડની ઓછામાં ઓછી તથા વધુમાં વધુ તત્વોની ક્ષમતા જાણી સાંદ્રતાવાળું દ્રાવણ બનાવવામાં આવે છે. મોટા ભાગના ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનમાં સાંદ્રતા ૧૦૦૦ થી ૨૫૦૦ પીપીએમ જેટલી હોય છે. છોડના વૃદ્ધિ અને વિકાસ દરમિયાન આવશ્યક પોષકતત્વોની માત્રા જરૂરીયાત કરતાં ઓછી હોય તો છોડમાં પોષકતત્વોની ઊણપ વર્તાય છે અને વધારે હોય તો તીવ્રતા વર્તાય છે. આથી પોષકતત્વોની સપ્રમાણ સાંદ્રતા ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનમાં જળવાઈ રહે તે ખૂબ જરૂરી છે અને આ અંગેની વિગતવાર માહિતી નીચેના કોઠામાં દર્શાવેલ છે.

છોડમાં પોષકતત્વોની માત્રા તથા સ્ત્રોત

તત્વ	તત્વના ઉપાડ માટેનું સ્વરૂપ	ન્યૂનતમ માત્રા (પીપીએમ)	મહત્તમ માત્રા (પીપીએમ)	સામાન્ય રાસાયણિક સ્ત્રોત
નાઈટ્રોજન	NO^{-}_{3} અને/અથવા NH^{+4}	૧૦૦	૧૦૦૦	KNO_3, NH_4NO_3, $Ca(NO_3)_2$, HNO_3, $(NH_4)_2SO_4$ અને $(NH_4)_2HPO_4$
પોટેશિયમ	K^+	૧૦૦	૪૦૦	KNO_3, K_2SO_4, KCl, KOH, K_2CO_3, K_2HPO_4 અને K_2SiO_3

તત્વ	તત્વના ઉપાડ માટેનું સ્વરૂપ	ન્યૂનતમ માત્રા (પીપીએમ)	મહત્તમ માત્રા (પીપીએમ)	સામાન્ય રાસાયણિક સ્ત્રોત
ફોસ્ફરસ	PO_4^{3-}	૩૦	૧૦૦	K_2HPO_4, KH_2PO_4, $NH_4H_2PO_4$, H_3PO_4 અને $Ca(H_2PO_4)_2$
કેલ્શિયમ	Ca^{2+}	૨૦૦	૫૦૦	$Ca(NO_3)_2$, $Ca(H_2PO_4)$, $CaSO_4$ અને $CaCl_2$
મેગ્નેશિયમ	Mg^{2+}	૫૦	૧૦૦	$MgSO_4$ અને $MgCl_2$
સલ્ફર	SO_4^{2-}	૫૦	૧૦૦૦	$MgSO_4$, K_2SO_4, $CaSO_4$, H_2SO_4,$(NH_4)_2SO_4$, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, $FeSO_4$ અને $MnSO_4$
લોહ	Fe^{3+} અને Fe^{2+}	૦.૦૫	૫.૦	FeDTPA, FeEDTA, iron citrate, iron tartrate, $FeCl_3$ અને $FeSO_4$
ઝિંક	Zn^{2+}	૦.૦૫	૧.૦	$ZnSO_4$
કોપર	Cu^{2+}	૦.૦૧	૧.૦	$CuSO_4$
મેંગેનીઝ	Mn^{2+}	૦.૫	૧.૦	$MnSO_4$ અને $MnCl_2$
બોરોન	$B(OH)^-_4$	૦.૩	૧૦	H_3BO_3, અને $Na_2B_4O_7$
મોલિબ્ડેનમ	MoO^-_4	૦.૦૦૧	૦.૦૫	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ અને Na_2MoO_4
નિકલ	Ni^{2+}	૦.૦૫૭	૧.૫	$NiSO_4$ અને $NiCO_3$
સિલિકોન	SiO^{2-}_3	૦	૧૪૦	K_2SiO_3, Na_2SiO_3 અને H_2SiO_3
સોડિયમ	Na^+	૦	Highly variable	Na_2SiO_3, Na_2SO_4, NaCl, $NaHCO_3$ અને NaOH

કાર્બનિક હાઈડ્રોપોનિક્સ દ્રાવણ (Organic hydroponics solutions) :

કેમિકલયુકત ખાતરોનો ઓછો ઉપયોગ કરવા માટે તેની સાથે સેન્દ્રિય ખાતરોનો વપરાશ હાઈડ્રોપોનિક્સમાં કરી શકાય છે પણ સેન્દ્રિય ખાતરોના પ્રવાહી સ્વરૂપમાં ઉપયોગમાં લેવા માટે ઘણી મુશ્કેલીઓ પણ અનુભવી પડે છે જેવી કે

- સેન્દ્રિય ખાતરોમાં પોષકતત્વોની માત્રા બદલાતી રહે છે. આ માત્રા પશુઓના ખોરાક પર આધારિત હોય છે.
- સેન્દ્રિય ખાતરો મોટે ભાગે કૃષિ અવશેષોમાંથી પેદા કરવામાં આવે છે માટે ઘણીવાર ગંભીર રોગજન્ય જીવાણુઓને કારણે હાઈડ્રોપોનિક્સ દ્વારા ઉગાડેલ ખાદ્ય છોડમાં પણ ગંભીર રોગ લાગવાની શકયતા રહેલી છે.
- સેન્દ્રિય ખાતરોને બારીક કણોમાં રૂપાંતરીત કરવા માટે દળવા તથા ચારવા પડે છે નહિતર દ્રાવણમાં છોડના વિકાસમાં અડચણ ઊભી કરે છે.

- સેન્દ્રિય ખાતરોનું સમય જતા કોહવાણ થાય છે જેને કારણે ઘણીવાર દુર્ગંધ પેદા થાય છે.

ઉપરોકત મુશ્કેલીઓ હોવા છતાં સેન્દ્રિય ખાતરોનો કાળજીપૂર્વક ઉપયોગ કરવામાં આવે તો હાયડ્રોપોનિકસમાં તેનો સફળતાપૂર્વક ઉપયોગ કરી શકાય છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સમાં સેન્દ્રિય ખાતરો તરીકે વપરાશ કરી શકાય તેવા જુદા જુદા સેન્દ્રિય ખાતરો તથા તેમાં રહેલા પોષકતત્વોની માત્રા નીચેના કોઠામાં દર્શાવેલ છે.

સેન્દ્રિય ખાતરોમાં પોષકતત્વોની માત્રા

વિગત	N	P_2O_5	K_2O	CaO	Mg	SO_2
કતલખાનાનું ખાતર	૧૩.૦%	૨.૦%	૧.૦%	૦.૫%	–	–
હાડકાનું ખાતર	૪.૦%	૨૨.૫%	–	૩૩.૦%	૦.૫%	૦.૫%
શીંગડાનું ખાતર	૧૪.૦%	૧.૦%	–	૨.૫%	–	૨.૦%
માછલાનું ખાતર	૯.૫%	૭.૦%	–	૦.૫%	–	–
લાકડાની રાખ	–	૨.૦%	૫.૦%	૩૩.૦%	૩.૫%	૧.૦%
કપાસીયાની રાખ	–	૫.૫%	૨૭.૦%	૯.૫%	૫.૦%	૨.૫%
કપાસીયાનું ખાતર	૭.૦%	૩.૦%	૨.૦%	૦.૫%	૦.૫%	–
ચામડાનું ખાતર	૫.૫% થી ૨૨%	–	–	–	–	–
મરઘાંનું ખાતર	૨% થી ૫%	૨.૫% થી ૩%	૧.૩% થી ૩%	૪.૦%	૧.૦%	૨.૦%
ઘેટાનું ખાતર	૨.૦%	૧.૫%	૩.૦%	૪.૦%	૨.૦%	૧.૫%
બકરાનું ખાતર	૧.૫%	૧.૫%	૩.૦%	૨.૦%	–	–
ઘોડાનું ખાતર	૩% થી ૬%	૧.૫%	૨.૦% થી ૫.૦%	૧.૫%	૧.૦%	૦.૫%
ગાયનું ખાતર	૨.૦%	૧.૫%	૨.૦%	૪.૦%	૧.૧%	૦.૫%
પક્ષીની ચરક	૧૩%	૮%	૨.૦%	Trace	Trace	Trace

ઉપરોકત કોઠામાં દર્શાવેલ સેન્દ્રિય ખાતરોમાં સૂક્ષ્મતત્વોની માત્રા અલગ અલગ પ્રમાણમાં રહેલી છે. છોડની વૃદ્ધિ અને વિકાસ માટે જરૂરી પોષકતત્વોની માત્રા જાળવી રાખવા માટે ઘણીવાર કુદરતી જીપ્સમ, કેલ્સાઈટ અને ગ્લુકોમાઈટને મિશ્રણમાં ઉપયોગ કરી શકાય છે. હયૂમિક એસિડનો પણ ચીલેટેડ એજન્ટ તરીકે ઉપયોગ કરવાથી પોષકતત્વોનો ઉપાડ વધે છે.

સાધનો (Common equipments):

હાઈડ્રોપોનિક્સમાં ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનનો પી.એચ. (pH) તથા સાંદ્રતા જાળવી રાખવા માટે નીચે દર્શાવેલ સાધનો લેબોરેટરીમાં હોવા જરૂરી છે.

(૧) પી.એચ. મીટર (pH meter) :

પી.એચ. મીટર સાધનથી દ્રાવણનો અમ્લતા

અંક માપી શકાય છે. પી.એચ. અને પોષકતત્વોની લભ્યતા વચ્ચે ખાસ પ્રકારનો સંબંધ હોય છે મોટેભાગે તટસ્થ પી.એચ. (pH 7.0) વાળા દ્રાવણમાં પોષકતત્વોની સુલભ્યતા વધુ જોવા મળે છે જયારે ઓછા પી.એચ.વાળા દ્રાવણમાંથી સૂક્ષ્મતત્વોની લભ્યતા વધારે થાય છે. (< pH 5.5) જયારે મુખ્ય પોષક તત્વોની લભ્યતા ઘટે છે. આથી દ્રાવણનો પી.એચ. ૫.૫. થી ૬.૩ જાળવી રાખવા માટે હાયડ્રોપોનિકસમાં પી.એચ. મીટર સાધનની ખાસ અગત્યતા છે.

(૨) ઈ.સી. મીટર (EC meter) :

ઈ.સી. મીટરથી દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય ક્ષારોનું પ્રમાણ જાણી શકાય છે આથી હાઈડ્રોપોનિકસમાં દ્રાવણની સાંદ્રતા વિવિધ કારણોને લઈને બદલાતી રહે છે જેને જાળવી રાખવા માટે ઈ.સી. મીટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

(૩)આંકવાળો સિલિન્ડર (Graduated cylinder)

છોડના પાનનું પૃથકકરણ :

- પાનના પૃથક્કરણથી છોડમાં પોષકતત્વોની ઊણપ અથવા વધુ માત્રા જાણી શકાય છે.
- પૃથકકરણથી ઊભા પાકમાં પોષકતત્વોની માવજત કરી વધુ ઉત્પાદન મેળવી શકાય છે.
- પૃથકકરણ માટે અંદાજે ૮ થી ૧૦ નવા પાનના નમૂનાઓ લઈ વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિઓ દ્વારા પોષકતત્વોનું લેબોરેટરીમાં અનુમાપન કરવામાં આવે છે.

છોડમાં પોષકતત્વોની માત્રા પૂરતા પ્રમાણમાં છે કે નહિ તેની જાણકારી નીચેના કોઠામાં દર્શાવેલ પોષકતત્વો અને તેની માત્રા પરથી જાણી શકાય છે.

ટામેટાના છોડમાં પોષકતત્વોની માત્રા

પોષકતત્વો	ટામેટાના છોડમાં પૂરતા પ્રમાણની માત્રા
નાઈટ્રોજન	૩.૫ થી ૫.૦ %
ફોસ્ફરસ	૦.૩ થી ૦.૬૫ %
પોટેશિયમ	૨.૮ થી ૪.૦ %
કેલ્શિયમ	૧.૦ થી ૩.૦ %
મેગ્નેશિયમ	૦.૩૫ થી ૧.૦ %
સલ્ફર	૦.૨ થી ૧.૦ %
લોહ	૫૦ થી ૩૦૦ પીપીએમ
મેંગેનીઝ	૨૫ થી ૨૦૦ પીપીએમ
ઝિંક	૧૮ થી ૨૦ પીપીએમ
કોપર	૫ થી ૩૫ પીપીએમ
બોરોન	૩૦ થી ૭૫ પીપીએમ

પાણીની ગુણવત્તા :

ખાસ કરીને ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશન સાદા પાણીમાં બનાવવામાં આવે છે. આથી પાણીમાં રહેલા દ્રાવ્ય ક્ષારોનું પ્રમાણ પૃથકકરણ દ્વારા જાણવું જરૂરી છે અને જો હાનિકારક તત્વો વધુ પ્રમાણમાં હોય તો પાણીની માવજત ટ્રિટમેન્ટ પ્લાન્ટ (de-solunization/ Ion exchange) દ્વારા કર્યા બાદ ઉપયોગ કરવો જેથી કરીને તત્વોમાં અવક્ષેપ થવાના પ્રશ્નો નિવારી શકાય અને છોડને પોષકતત્વો લભ્ય સ્વરૂપમાં મળી રહે.

ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનની પસંદગી અને બનાવવાની રીત :

સામાન્ય રીતે બજારમાં મળતા ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનમાં મુખ્યત્વે નાઈટ્રોજન (N), ફોસ્ફરસ

(P) અને પોટેશિયમ (K) હોય છે અને આ તત્વો ૧૦–૧૦–૧૦ રેશિયામાં હોય છે એટલે કે દરેકના ૧૦% ના ભાગરૂપે સોલ્યુશનમાં પ્રમાણ હોય છે અને બાકીના ૭૦ % પાણી, સૂક્ષ્મતત્વો અને અન્ય ચીલેટેડ કે જેના દ્વારા અન્ય પોષકતત્વો છોડને પૂરા પાડવામાં આવે છે.

ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનમાં પોષકતત્વો (NPK) નો રેશિયો છોડના પ્રકાર, વૃદ્ધિની કક્ષા, પ્રકાશ, વાતાવરણ, તાપમાન વગેરે પર આધાર રાખે છે. વિવિધ પાકો માટે સંશોધનના આધારે નકકી ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનમાં જરૂરી પોષકતત્વોની માત્રા નીચે દર્શાવેલ કોઠામાં દર્શાવેલ છે.

વિવિધ પાકો માટે ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનમાં પોષકતત્વોની માત્રા (પીપીએમ)

પાક	N	P	K	Ca	Mg
ટામેટાં	૧૯૦	૪૦	૩૧૦	૧૫૦	૪૫
કાકડી	૨૦૦	૪૦	૨૮૦	૧૪૦	૪૦
પીપર	૧૯૦	૪૫	૨૮૫	૧૩૦	૪૦
સ્ટ્રોબેરી	૫૦	૨૫	૧૫૦	૬૫	૨૦
શકકરટેટી	૨૦૦	૪૫	૨૮૫	૧૧૫	૩૦
ગુલાબ	૧૭૦	૪૫	૨૮૫	૧૨૦	૪૦

હાઈડ્રોપોનિક્સમાં ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનની પસંદગી બાબતે ખાસ ધ્યાન રાખવું કે પોષકતત્વોવાળું સોલ્યુશન હાયડ્રોપોનિકસ માટે જ છે કે નહિ અને ખાસ કરીને ત્રણ ભાગમાં તૈયાર કરેલ ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશન પસંદગી કરવી જેથી કરીને છોડની વૃદ્ધિ દરમિયાન જે અવસ્થાએ તે પોષકતત્વોની જરૂરિયાત મુજબ પોષણ વ્યવસ્થા કરી શકાય.

આ ત્રણ ભાગમાં બનાવેલ સોલ્યુશન (3 parts solutions) હાઈડ્રોપોનિક્સમાં ઉપયોગ લેવા માટે સામાન્ય રીતે ધ્યાનમાં રાખવાના મુદ્દા નીચે મુજબ છે.

- છોડના વૃદ્ધિ અને વિકાસની અવસ્થાની જાણકારી મેળવવા બાદ ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશન મિક્ષ કરવું.
- સૌ પ્રથમ ટાંકીમાં સાદુ પાણી ઉમેરવું.
- ત્યારબાદ સૂક્ષ્મતત્વોયુકત દ્રાવણ પહેલાં ઉમેરવું કે જેમાં સૂક્ષ્મપોષકતત્વો જેવા કે લોહ, જસત, મેંગેનીઝ, કોપર અને બોરોન મિશ્રણ બરાબર હલાવવું.
- છોડની વૃદ્ધિ માટે જરૂરી તત્વો જેવા કે નાઈટ્રોજન, એમોનિકલ, નાઈટ્રેટ, નાઈટ્રોજન, ફોસ્ફરસ અને પોટેશિયમ ઉમેરી બરાબર હલાવવું.
- છોડના વિકાસ માટે જરૂરી પોષકતત્વોવાળું દ્રાવણ ઉમેરવું કે જેના દ્વારા ફોસ્ફરસ, પોટેશિયમ, મેગ્નેશિયમ તથા ગંધક તત્વો મળે અને ફરીથી મિશ્રણ બરાબર હલાવવું.
- ખાસ અગત્યની બાબત એ છે કે આ બધા તત્વોવાળું દ્રાવણ મિશ્ર કર્યા બાદ ન્યુટ્રિયન્ટ મિશ્રણનો પીએચ આંક (pH) માપવો. મોટેભાગે હાઈડ્રોપોનિક્સમાં ન્યુટ્રિયન્ટ મિશ્રણનો પી.એચ. (pH) ૫.૫ થી ૬.૫ જાળવી રાખવો.
- ન્યુટ્રિયન્ટ મિશ્રણનું તાપમાન સામાન્ય રીતે ૬૪° થી ૬૬° ફેરનહીટ રહેવુ જોઈએ.

હાઈડ્રોપોનિક્સમાં ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનમાં પોષકતત્વોની માત્રા

તત્વ	માત્રા (પીપીએમ)
નાઈટ્રોજન	૧૦૦ થી ૨૫૦
ફોસ્ફરસ	૩૦ થી ૫૦
પોટેશિયમ	૧૦૦ થી ૩૦૦
કેલ્શિયમ	૮૦ થી ૧૪૦
મેગ્નેશિયમ	૩૦ થી ૭૦
સલ્ફર	૫૦ થી ૧૨૦
લોહ	૧ થી ૫
કોપર	૦.૦૪ થી ૦.૨
મેંગેનીઝ	૦.૫ થી ૧.૦
જસત	૦.૩ થી ૦.૬
મોલીબ્ડેનમ	૦.૦૪ થી ૦.૦૮
બોરોન	૦.૨ થી ૦.૫
ક્લોરાઈડ	૭૫ થી ઓછુ
સોડિયમ	૫૦ થી ઓછુ

હોગલેન્ડ ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશન :

હોગલેન્ડ તથા આરનોન દ્વારા વર્ષ ૧૯૩૮ અને ત્યાર બાદ વર્ષ ૧૯૫૦ માં હાઈડ્રોપોનિક્સ માટે ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનની ફોર્મ્યુલા તૈયાર કરવામાં આવેલ આ હોગલેન્ડ સોલ્યુશન તરીકે વિવિધ પાકમાં પોષકતત્વો પૂરા પાડવા માટે પ્રચલિત છે.

હોગલેન્ડ સોલ્યુશનમાં પોષકતત્વોની માત્રા

N- 210 ppm	Mg- 48 ppm
P- 31 ppm	S- 64 ppm
K- 235 ppm	B- 0.5 ppm
Ca- 200 ppm	Fe- 1 to 5 ppm
Mn- 0.5 ppm	Zn- 0.05 ppm
Cu- 0.02 ppm	Mo- 0.01 ppm

(ppm એટલે દસ લાખ ભાગમાં પ્રમાણ)

હોગલેન્ડ સોલ્યુશનમાં N અને K વધુ પ્રમાણમાં હોવાથી વધારે તત્વોની જરૂરિયાતવાળા પાકોની જેવા કે ટામેટાં, પીપર વગેરેની વૃદ્ધિમાં ઉપયોગી થાય છે. જયારે ઓછા તત્વોની જરૂરિયાતવાળા પાકો જેવા કે લેટયુસ તથા જળકૃત પાકોમાં હોગલેન્ડ સોલ્યુશન ૪ થી ૫ ઘણુ પાણી દ્રાવ્ય કરી ઉપયોગ કરી શકાય છે.

હોગલેન્ડ સોલ્યુશન બનાવવા માટે નીચે મુજબના વિવિધ રાસાયણિક સ્ત્રોત દ્વારા જરૂરી પોષકતત્વોની માત્રાવાળું દ્રાવણ બનાવી શકાય છે.

હોગલેન્ડ સોલ્યુશન બનાવવા માટે રાસાયણિક પદાર્થ તથા તેની માત્રા

ક્રમ	રાસાયણિક પદાર્થ	સ્ટોક સોલ્યુશન બનાવવા માટે જરૂરી જથ્થો (ગ્રામ/લિટર)	એક લિટર સોલ્યુશન બનાવવા માટે જરૂરી સ્ટોક સોલ્યુશન (મિલિ/લિટર)
મુખ્ય તત્વો માટે			
૧	2 M KNO_3	202 g/l	2.5 ml
૨	2 M $Ca (No_3)_2$ H_2O	236 g/ 0.5 l	2.5 ml
૩	Fe (Fe- chelate)	15 g/l	1.5 ml
૪	2 M $MgSO_4$ $7H_2O$	493 g/l	1.0 ml
૫	1 M NH_4NO_3	80 g/l	1.0 ml
૬	1 M KH_2PO_4 (pH to 6.0)	136 g/ l	0.5 ml

ક્રમ	રાસાયણિક પદાર્થ	સ્ટોક સોલ્યુશન બનાવવા માટે જરૂરી જથ્થો (ગ્રામ/લિટર)	એક લિટર સોલ્યુશન બનાવવા માટે જરૂરી સ્ટોક સોલ્યુશન (મિલિ/લિટર)
સૂક્ષ્મતત્વો માટે			
૭	H_3BO_3	2.86 g/ l	1.0 ml
૮	$MnCl_2 . 4H_2O$	1.81 g/l	1.0 ml
૯	$ZnSO_4 . 7H_2O$	0.22 g/ l	1.0 ml
૧૦	$CuSO_4 .5H_2O$	0.051 g/l	1.0 ml
૧૧	$H_2MoO_4 . H_2O$ અથવા $Na_2MoO_4 .2H_2O$	0.09 g/l અથવા 0.12 g/l	1.0 ml

પદ્ધતિ :

(૧) પહેલાં સ્ટોક સોલ્યુશન બનાવવું.

(૨) સ્ટોક સોલ્યુશનમાંથી ઉપરોક્ત કોઠામાં દર્શાવેલ વોલ્યુમ મુજબ પહેલા ૮૦૦ મિ.લિ. દ્રાવણ બનાવવું અને છેલ્લે ૧ લિટર દ્રાવણ બનાવવું.

હાઈડ્રોપોનિક્સમાં એક છોડ માટે એક અઠવાડિયે ૩.૮૦ લિટર હોગલેન્ડ સોલ્યુશન જરૂરી હોય છે અને આ જથ્થો છોડની સંખ્યા અને અન્ય પરિસ્થિતિ મુજબ બદલાતો રહે છે.

એરોપોનિક્સ :

હાઈડ્રોપોનિક્સની માફક એરોપોનિકસમાં છોડને ઉગવા માટે માધ્યમની જરૂર હોતી નથી પરંતુ એરોપોનિકસમાં છોડના મૂળને સતત અથવા સમયાંતરે ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનના બારીક કણોના સંપર્કમાં રાખવામાં આવે છે જેના માટે ફોગિંગ કરવામાં આવે છે. છોડના વૃદ્ધિ અને વિકાસ દરમિયાન છોડને સતત હવા મળી રહે છે એ એરોપોનિકસનો મોટો ફાયદો છે.

ફાયદાઓ :

- એરોપોનિકસ પદ્ધતિ દ્વારા બીજ સ્કુરણ, પ્રસર્જન, બીજ ઉત્પાદન તથા પાનવાળા પાકો ઉગાડી શકાય છે.
- એરોપોનિકસ દ્વારા કોઈ પણ પ્રકારના છોડ ઉગાડી શકાય છે કારણ કે એરોપોનિકસમાં વાતાવરણ એકદમ નિયંત્રિત હોય છે જયારે હાઈડ્રોપોનિક્સમાં લાંબા સમયગાળા માટે મૂળ પાણીમાં રહેવાથી ઘણા બધા પાકોના ઉત્પાદન પર અવળી અસર પેદા થાય છે.
- એરોપોનિકસમાં છોડના મૂળને ૧૦૦% લભ્ય ઓકિસજન અને કાર્બન ડાયોકસાઈડ (CO_2) ઉપલબ્ધ થાય છે જેને કારણે છોડની વૃદ્ધિ ઝડપથી થાય છે.
- એરોપોનિકસ પદ્ધતિ દ્વારા ૬૫ % પાણીનો તથા ૨૫ % ન્યુટ્રિયન્ટ સોલ્યુશનનો બચાવ થાય છે આથી પાક ઉત્પાદનમાં આર્થિક ફાયદો વધુ થાય છે.
- એરોપોનિકસ પદ્ધતિ દ્વારા તૈયાર કરેલ છોડની બહારના વાતાવરણ સામે પ્રતિકારક શકિત હાઈડ્રોપોનિક્સ કરતાં વધારે હોય છે અને રોગ તથા જીવાત સામે પણ સક્ષમ પ્રતિકારકશકિત ધરાવે છે.

પોષણક્ષમ ખેતી-હાઈડ્રોપોનિક્સ

ડૉ. આર. એમ. પાણખાણીયા ડૉ. એમ. કે. એરવાડીયા
ન. મ. કૃષિ મહાવિદ્યાલય, નવસારી કૃષિ યુનિવર્સિટી, નવસારી - ૩૯૬૪૫૦
ફોન : (૦૨૬૩૭) ૨૮૨૭૭૧-૭૫

સામાન્ય રીતે છોડ જમીન પર જ ઉગાડવામાં આવે છે, પરંતુ તે સિવાય જ્યારે આપણે પાણી ભરેલા ગ્લાસ કે બોટલમાં છોડની ડાળી રાખીએ તો થોડાક દિવસો બાદ તેમાં મૂળ નીકળે છે અને ધીરે ધીરે છોડ વધવા લાગે છે. આમ છોડ/પાકના વિકાસ માટે પાણી, પોષકતત્વો અને સૂર્યપ્રકાશની આવશ્યકતા હોય છે. આ રીતે જો આપણે જમીન વગર જ છોડ/પાકને કોઈ અન્ય રીતે પોષકતત્વો ઉપલબ્ધ કરાવી દઈએ તો જમીન વગર જ પાણી અને સૂર્યપ્રકાશની હાજરીથી છોડ/પાક ઉગાડી શકીએ. વધતા જતા શહેરીકરણ અને વસ્તીના કારણે છોડ/પાક માટે ખેતીલાયક જમીન ઘટતી જાય છે. આવા સંજોગોમાં જમીન વગરની ખેતી ઘણી ઉપયોગી થશે. આ રીતે ફલેટ અથવા ઘરમાં જ જમીન વગર છોડ/શાકભાજી ઉગાડી શકાય.

હાઈડ્રોપોનિક્સ :

માત્ર પાણીમાં અથવા રેતી અને કાંકરાની વચ્ચે નિયંત્રિત આબોહવામાં જમીન વગર છોડ/પાક ઉગાડવાની ક્રિયાને હાઈડ્રોપોનિક્સ કહે છે. આ પદ્ધતિમાં છોડ અને ઘાસચારા પાકોને નિયંત્રિત પરિસ્થિતિમાં ૧૫° થી ૩૦° સે. તાપમાને લગભગ ૮૦ થી ૮૫ % ભેજમાં ઉગાડવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે છોડ/પાક પોતાના જરૂરી પોષકતત્વો જમીનમાંથી લે છે. પરંતુ હાઈડ્રોપોનિકસમાં છોડ/પાક માટે આવશ્યક તત્વો ઉપલબ્ધ કરાવવા માટે એક વિશેષ પ્રકારના માધ્યમનો ઉપયોગ થાય છે. આ માધ્યમમાં જરૂરી ખનીજ અને પોષકતત્વો ભેળવવામાં આવે છે જેમાં નાઈટ્રોજન, ફોસ્ફરસ અને પોટાશ ઉપરાંત ગૌણ અને સૂક્ષ્મતત્વો યોગ્ય માત્રામાં હોય છે. હાઈડ્રોપોનિકસમાં પી. એચ., ઈ.સી, ઓક્સિજન અને તાપમાનનું યોગ્ય નિયંત્રણ કરવામાં આવે છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સના પ્રકાર :

(૧)વિક સિસ્ટમ

(૨) ન્યુટ્રિયન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક

(૩)વોટર કલ્ચર અથવા ડીપ વૉટર કલ્ચર

(૪) ડ્રિપ સિસ્ટમ

(૫) ઈબ અને ફલો સિસ્ટમ

(૬) એરોપોનિક્સ સિસ્ટમ

હાઈડ્રોપોનિક્સનો ઉપયોગ ક્યાં ક્યાં થઈ શકે ?

પશ્ચિમના દેશોમાં હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિનો ઉપયોગ પાક ઉત્પાદનમાં થાય છે. આપણા દેશમાં પણ હાઈડ્રોપોનિક્સ દ્વારા છોડ/પાક ઉત્પાદન થઈ રહ્યું છે. રાજસ્થાન જેવા સૂકા વિસ્તારમાં ઘાસચારાના ઉત્પાદન માટે જ્યાં પ્રતિકૂળ આબોહવા છે ત્યાં આ પદ્ધતિ વરદાનરૂપ સાબિત થઈ શકે. પશુચિકિત્સા વિશ્વવિદ્યાલય, બિકાનેરમાં મકાઈ તેમજ અન્ય ઘાસચારા પાકોના ઉત્પાદન માટે આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થઈ રહ્યો છે. આ પદ્ધતિથી બારે મહિના પશુઓને લીલો અને પૌષ્ટિક ચારો મળી શકે તેમ છે. આવી જ રીતે આ પદ્ધતિથી પંજાબમાં બટાટા ઉગાડવામાં આવી રહ્યા છે. ગોવામાં ઘાસચારા માટે જમીનની અછત છે. આથી અહીંના પશુઓને ઘાચારાની બહુ મોટી સમસ્યા છે. આ સમસ્યાને ધ્યાને લઈને ભારત રાષ્ટ્રીય કૃષિ વિકાસ યોજના અંતર્ગત ભારતીય કૃષિ અનુસંધાન પરિષદે ગોવામાં હાઈડ્રોપોનિકસના ઘણા યુનિટની સ્થાપના કરી છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ - પોષણક્ષમ ખેતી :

પરંપરાગત છોડ/પાક ઉગાડવાની સરખામણીએ હાઈડ્રોપોનિક્સના ઘણા લાભ છે. આ પદ્ધતિથી જયાં જમીનની અછત અથવા તો બિન ઉપજાઉ જમીન છે ત્યાં ઓછા ખર્ચે છોડ/પાક ઉગાડી શકાય છે. આ પદ્ધતિથી આવશ્યક પોષકતત્વોના માત્ર એક-બે ટીપાની મહિનામાં એકવાર જરૂર પડે છે. પરંપરાગત બાગાયતી પાકોની સરખામણીએ હાઈડ્રોપોનિક્સમાં માત્ર ૨૦ % પાણીની જરૂર પડે છે. જો આ પદ્ધતિનો મોટા પાયા પર ઉપયોગ કરવામાં આવે તો શાકભાજી પોતાના ઘર અને મોટી મોટી ઈમારતો પર ઉગાડી શકાય છે. હાઈડ્રોપોનિક્સથી ઉગાડવામાં આવેલ શાકભાજી વધુ પૌષ્ટિક, સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત હોય છે, કારણ કે આ પદ્ધતિમાં જંતુનાશકોનો ઉપયોગ કરવામાં આવતો નથી. આ પદ્ધતિમાં ખાતર અને અન્ય રાસાયણિક પદાર્થોનો ઉપયોગ કરવામાં આવતો નથી તેથી સ્વાસ્થ્ય માટે ફાયદાકારક છે. જમીનની સરખામણીએ હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં બહુ જ ઓછી જગ્યાની જરૂર પડે છે. જેથી જમીન અને પિયત પરનો દબાવ ઓછો થાય છે. એક સંશોધન મુજબ હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિથી ઉગાડેલી મકાઈમાં ક્રૂડ પ્રોટીનનું પ્રમાણ વધારે તથા ક્રૂડ ફાઈબરનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિની મુશ્કેલીઓ અને પડકાર :

(૧) પરંપરાગત ખેતીની સરખામણીએ આ પદ્ધતિમાં શરૂઆતી ખર્ચ વધારે આવે છે.

(૨) પાણીનો પંપ અવિરત ચાલુ રાખવા સતત વીજ પ્રવાહની જરૂર પડે છે.

(૩) પાક/છોડના વૃદ્ધિ માટે પોષકતત્વો સમયસર મળવા જોઈએ. જમીનની પદ્ધતિમાં જરૂરી માત્રામાં પોષકતત્વો છોડ સમયસર આપમેળે લેતો હોય છે જ્યારે હાઈડ્રોપોનિક્સમાં જરૂરી પોષકતત્વો આપણે આપવા પડે છે. તેથી કયારેક સમયસર પોષણ મળતું નથી અથવા વધારે/ઓછું મળે છે.

(૪) આ પદ્ધતિ માટે ઉચ્ચ તાંત્રિક જ્ઞાનની જરૂર છે એવી લોકોની માન્યતા છે પરંતુ સામાન્ય જાણકારીથી પણ આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.

અનુભવ પ્રવાહી બાયો એન.પી.કે. જૈવિક ખાતર સમૂહ (BIO NPK CONSORITUM)

વિશિષ્ટતા અને ફાયદા

- વપરાશની અવધિ ૧ વર્ષ
- ૫૦ કરોડ સૂક્ષ્મજીવાણુ પ્રતિ મિલિ લિટર, પાંચ બેક્ટેરીયાનો સમૂહ
- પ્રતિ હેકટર, પાક દીઠ ૨૫-૩૦ % નાઈટ્રોજન, ૨૫% ફોસ્ફરસ અને
- ૨૫% પોટાશ ખાતરની બચત
- ઉત્પાદનમાં ૧૦ % નો વધારો
- જમીનનું જૈવિક, રાસાયણિક તેમજ ભૌતિક બંધારણ સુધારે
- વપરાશ અને વહન સરળ, ટપક પદ્ધતિ અને ગ્રીનહાઉસમાં ખાસ ઉપયોગી
- સેન્દ્રિય ખેતીનું અનિવાર્ય અંગ, કિફાયતી તેમજ પર્યાવરણ માટે સુરક્ષિત
- વિટામિન તેમજ વૃદ્ધિ વર્ધકો બનાવી છોડને પોષણ પૂરૂ પાડે
- બિયારણનો ઉગાવાના દર વધારે .
- વધુમાં રોગકારક ફૂગ તથા નીમેટોડથી પાકનુ રક્ષણ કરવાની ક્ષમતા ધરાવે

પેકિંગ : ૫૦૦ મિ.લિ. ₹ ૨૦૦/- અને ૧ લિટર ₹ ૪૦૦/-

પ્રાપ્તિ સ્થાન : સૂક્ષ્મજીવાણુશાસ્ત્ર વિભાગ અને બાયોફર્ટિલાઈઝર પ્રોજેક્ટ

ત્રિભુવન ખેડૂત છાત્રાલયની બાજુમાં, બી. એ. કોલેજ પાસે, આ.કૃ.યુ., આણંદ-૩૮૮૧૧૦

ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૦૨૧૧ / ૨૨૫૮૧૩

(રજાના દિવસો સિવાય સમય સવારે ૯ થી ૧૨ સાંજે ૨ થી ૫)

પેશી સંવર્ધનમાં હાઈડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સનો ઉપયોગ

ડૉ. જી. બી. પાટીલ ડૉ. રોનક આર. પ્રજાપતિ
સેન્ટર ફોર એડવાન્સ્ડ રિસર્ચ ઈન પ્લાન્ટ ટિશ્યૂકલ્ચર, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ-૩૮૮૧૧૦
ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૦૧૧૭

બાગાયતી પાકોમાં ટિશ્યૂકલ્ચર (પેશીસંવર્ધન) ટેક્નોલોજી દ્વારા વિકસાવેલ ઉચ્ચ ગુણવત્તા અને વધારે ક્ષમતા ધરાવતા રોપાઓએ એની ઉપયોગીતા સિદ્ધ કરેલ છે. આ પદ્ધતિને 'સૂક્ષ્મપ્રજનન' પદ્ધતિ પણ કહેવામાં આવે છે. હાલમાં કેળ, શેરડી, દાડમ, ખારેક, બટાટા, લીંબુ, પરવર, કંકોડા, વાંસ, સાગ, જર્બેરા, એન્થુરીયમ, લીલી, સફરજન, સ્ટીવિયા, સફેદ મુસળી, ઓપન્સીયા, વેનિલા, કાળી મરી વગેરે જેવા પાકોમાંથી વ્યાપારીધોરણે અસંખ્ય છોડનું ખેડૂતો દ્વારા વાવેતર થાય છે.

પેશીસંવર્ધન માટે જંતુંરહિત (સ્ટરીલાઇઝડ) કરેલ પોષકતત્વોના માધ્યમમાં વનસ્પતિના ભાગ જેમ કે અગ્રકલિકા, કક્ષકલિકા, આંતરગાંઠ વગેરેનો ઉપયોગ કરીને એક છોડમાંથી તેના જેવી લાક્ષણિક્તા ધરાવતા યોગ્ય ભાગને મૂકી નિયંત્રિત (૨૬°-૨૮° સે.) તાપમાને અને કૃત્રિમપ્રકાશથી છોડને વિકસાવવામાં આવે છે. છોડની અવસ્થા મુજબ નિયમિત સમયગાળે વૃદ્ધિ અને વિકાસ આધારિત પોષકતત્વોનું માધ્યમ બદલી સ્થાપન (એસ્ટાબ્લિશમેન્ટ), વૃદ્ધિ (પ્રોલિફરેશન) અને મૂળનો વિકાસ (રૂટિંગ) એમ ત્રણ અવસ્થામાંથી પસાર કરી અંતે પ્રાથમિક અનુકૂલન માટે તૈયાર છોડ મેળવી શકાય છે. જ્યારે પ્રયોગશાળામાં છોડને ૮૦ થી ૯૦ % જેટલા સાપેક્ષ ભેજમાં તથા મહત્તમ ૨૦૦૦ લક્ષ જેટલા પ્રકાશમાં ઉછેરવામાં આવે છે ત્યારે છોડનો વિકાસ બહારના વાતાવરણની સરખામણીમાં અલગ હોય છે. આથી તેને અનુકૂલન પ્રક્રિયા દ્વારા વાતાવરણમાં ક્રમિક ફેરફાર કરીને સંરક્ષિત વાતાવરણમાંથી સામાન્ય વાતાવરણમાં જીવિત રહી શકે તે માટે કઠણ બનાવવામાં આવે છે. અનુકૂલન પ્રક્રિયાને મુખ્યત્ત્વે બે ભાગમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે. પ્રાથમિક અનુકૂલન (હાર્ડનિંગ) માટે ગ્રીનહાઉસમાં અને દ્વિતીય અનુકૂલન માટે નેટહાઉસમાં રાખી ત્યારબાદ અનુકૂલિત છોડને ખેતરમાં રોપણી માટે લઈજવામાં આવે છે.

અનુકૂલનની પ્રક્રિયામાં હાઈડ્રોપોનિકસની અગત્યતા :

પેશી સંવર્ધન પદ્ધતિમાં અનુકૂલનની પ્રક્રિયા એ એક મહત્ત્વપૂર્ણ તબક્કો છે કારણ કે તે છોડને કૃત્રિમ વાતાવરણમાંથી કુદરતી વાતાવરણમાં અનુકૂલ થવાની ક્ષમતા આપવાનું કાર્ય કરે છે. અનુકૂલનની પ્રક્રિયામાં છોડને જીવિત રાખવાના દર પ્રાપ્ત કરવા માટે એક ચોક્કસ પ્રકારનું વાતાવરણ જેમાં તાપમાન (૨૫°-૨૮° સે.), ભેજ (૬૦-૮૦ %) અને સૂર્યપ્રકાશ (૨૦૦૦-૫૦૦૦ લક્ષ) તૈયાર કરવામાં આવે છે.

પેશી સંવર્ધિત છોડને અનુકૂલન કરવા માટે અલગ- અલગ પ્રકારના માધ્યમ અથવા માધ્યમોના મિશ્રણનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જેવા કે કોકોપીટ, પર્લાઇટ, વર્મિક્યુલાઈટ, રેતી વગેરે.

વર્તમાનમાં ચાલતી અનુકૂલન પ્રક્રિયાની સફળતા માટે ભૌતિક પરિબળો મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ ભજવે છે.

- પ્રાથમિક અનુકૂલનની પદ્ધતિમાં સામાન્ય રીતે વપરાતા કોકોપીટ માધ્યમમાં તટસ્ત પી. એચ (૭.૦) અને ઓછા ક્ષારનું પ્રમાણ (EC) હોવા છતાં વપરાતા દ્રાવ્ય રાસાયણિક ખાતરોને કારણે અમૂક સમય પછી માધ્યમની પી. એચ તથા ઇ. સી વધવાથી છોડની વૃદ્ધિ ધીમી જોવા મળે છે.

- સામાન્ય રીતે વપરાતા કોકોપીટ માધ્યમમાં તાપમાન વધવાથી પૂરતો ઓક્સિજન ન મળતાં છોડના મૂળીકરણની પ્રક્રિયા ધીમી રહે છે જેનાથી વાતાવરણમાં રહેલા ફૂગ તથા જીવાણુનો ઉપદ્રવ વધવાની શક્યતા રહે છે જેથી છોડના અનુકૂલનનો સમયગાળો લંબાય છે.
- પ્રયોગશાળામાં ઉછેરેલ મૂળ અલગ હોવાથી બહારના (કુદરતી) વાતાવરણમાં (ઋતુ મુજબ) છોડનું અનુકૂલન કરવું ખૂબ જ કઠીન હોય છે જેથી છોડના મૃત્યુ દરની સંભાવના વધી જાય છે.
- ધરૂઉછેર ટ્રે (Seedling Tray) માં એક પ્લગ/ખાનામાં એક જ છોડનું અનુકૂલન થાય છે જેથી વ્યાવસાયિક ધોરણે છોડ ઉછેરમાં વધુ વિસ્તારની તેમજ તેની સાચવણીમાં વધુ મજૂરની જરૂર પડતી હોય છે.
- વ્યાવસાયિક ધોરણે જોઇએ તો પેશી સંવર્ધિત છોડની કિંમત મોંઘી પડે છે જેથી ખેડૂતને છોડનો ખેતી ખર્ચ વધે છે.

જેથી ઉપરોક્ત પરિબળોના કારણે હવે પેશી સંવર્ધિત છોડની અનુકૂલનની પ્રક્રિયામાં હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિની ખૂબ જ જરૂરિયાત ઊભી થઇ છે.

અનુકૂલનની પ્રક્રિયામાં હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિની અગત્યતા :

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં ફક્ત પોષક દ્રાવણયુક્ત માધ્યમનો જ અથવા ઘન માધ્યમ (પર્લાઇટ) ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જેથી પાણીની તેમજ ભેજની ઊણપ ક્યારેય સર્જાતી નથી તેમજ છોડ ઝડપથી સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં પોતાનો ખોરાક બનાવતા શીખી જાય છે જેથી છોડની અનુકૂલન પ્રક્રિયા ઝડપી અને તંદુરસ્ત બને છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં મૂળ વગરના છોડનો હંમેશા ઉપયોગ કરવામાં છે જેનાથી પ્રયોગશાળાની સમય પ્રક્રિયામાં ઘટાડો આવે છે અને એટલાજ સમયમાં છોડના મૂળનો વિકાસ અને અનુકૂલનની પ્રક્રિયા બન્ને એક સાથે થતાં અનુકૂલનની સમય પ્રક્રિયામાં પણ ઘટાડો થાય છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં ફક્ત પોષક દ્રાવણ યુક્ત માધ્યમ હોવાથી રોગ (ફૂગ તથા જીવાણુ) આવવાની શક્યતા ઓછી રહે છે. જેથી છોડનું અનુકૂલન તંદુરસ્ત થાય છે. તેમજ ખાતર, ફૂગનાશક અને જંતુનાશક દવા દ્રાવણયુક્ત માધ્યમમાં સહેલાઈથી આપી શકાય છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ માધ્યમમાં ઓક્સીજનનું પ્રમાણ વધુ જળવાઈ રહેતું હોવાથી મૂળનો વિકાસ ઝડપી તેમજ સારો રહે છે જેથી દ્વિતીય અનુકૂલનની પ્રક્રિયામાં સહેલાઈથી છોડ પ્રસ્થાપિત થતા વિકાસ ઝડપી બને છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિથી પેશી સંવર્ધિત છોડનું અનુકૂલન :

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં મુખ્યત્ત્વે છ રીતે અનુકૂલન થઈ શકે છે દિવેટ પદ્ધતિ (વીક સિસ્ટમ), ઈબ એન્ડ ફ્લો (ફ્લડ અને ડ્રેઇન), ડ્રિપ (રિકવરી અને નોનરિકવરી), એન.એફ.ટી (ન્યુટ્રિયન્ટ ફિલ્મ ટેક્નિક) અને ફ્લોટ વોટર કલ્ચર અને એરોપોનિક્સ.

ઉપરોક્ત પ્રથમ ત્રણ પદ્ધતિમાં કોકોપીટ, પર્લાઇટ અથવા બન્ને ના મિશ્રણનો ઉપયોગ કરવામાં આવતો હોય છે જેમાં સતત પોષકયુક્ત દ્રાવણના સંપર્કમાં આવતા ભેજનું પ્રમાણ વધતાં મૂળના વાતાવરણમાં ઓક્સિજન ઘટતા મૂળ નિષ્ક્રિય બને છે જેથી ફૂગ અને જીવાણુનો ઉપદ્રવ વધવાની શક્યતા રહેલ છે તેથી વ્યાવસાયિક ધોરણે ઉપરોક્ત પ્રથમ ત્રણ હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિનો ઉપયોગ ફક્ત સંશોધન માટે (નાના પાયે) કરવામાં આવે છે. અન્ય ત્રણ પદ્ધતિઓમાથી સૌથી વધારે વ્યાવસાયિક ધોરણે ફ્લોટ વોટર કલ્ચર પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે કારણ કે આ પદ્ધતિ નોનરિકવરી (નોનસર્ક્યુલેટીંગ) પદ્ધતિ છે જેનાથી મૂળનું હલનચલન થતું નથી તેમજ મૂળ તૂટવાની સંભાવના રહેતી નથી

જેથી મૂળને ઓક્સિજન સારો મળે છે, મૂળનો વિકાસ તંદુરસ્ત અને ઝડપી બને છે જેથી પ્રાથમિક અનુકૂલનની પ્રક્રિયાનો સમયગાળો ઓછો રહે છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિ આધારીત અનુકૂલનની પ્રક્રિયા ગ્રીનહાઉસના વાતાવરણ કે જેમાં તાપમાન ૨૩°-૨૮° સે., હવામાં ૬૦-૮૦ % ભેજનું પ્રમાણ અને ૧૨ કલાકનો સૂર્યપ્રકાશ રાખવામા આવે છે. આકૃતિ ૧ માં (પાના નં. ૩૩) દર્શાવ્યા મુજબ મધ્યમ સાઇઝના લાકડા કે પ્લાસ્ટિકના બોક્સમાં ૧ થી ૩ સે.મી. ખાનાવાળા કપ તથા ધરૂ ઉછેર ટ્રેનો ઉપયોગ કરવામાં આવતો હોય છે જેને પોષકતત્વયુક્ત દ્રાવણમાં તરતી રાખવામા આવે છે અને વાતાવરણમાં ભેજ જાળવવા માટે પારદર્શિત પ્લાસ્ટિકનું આવરણ કરવામાં આવે છે. કપ તથા ધરૂ ઉછેર ટ્રેમાં એક ખાનામાં ત્રણ થી પાંચ છોડનું એકસાથે અનુકૂલન થઈ શકે છે (આકૃતિ ૧-પાના નં. ૩૩) જેથી વ્યાવસાયિક ધોરણે છોડ ઉછેર માટે ઓછા વિસ્તારની તેમજ ઓછા મજૂરે, ઓછી મહેનતે, ઓછા ખર્ચે, ઓછા મૃત્યુ દરે તંદુરસ્ત છોડનું અનુકૂલન શક્ય બને છે. **(જુઓ ચિત્ર પેજ નં. ૩૩ ઉપર)**

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિની મર્યાદાઓ :

(૧) હાઈડ્રોપોનિક્સ વ્યાપારિક ધોરણે કરવા વ્યાવસાયિક જ્ઞાનની અને હાઈડ્રોપોનિક્સના સિદ્ધાંતો સમજવાની ખાસ જરૂર પડે છે.

(૨) જ્યાં પાણી, વીજળી અને વાતાવરણની વિપુલ તકો હોય ત્યાં આ પદ્ધતિથી સારૂં અનુકૂલન થઈ શકે છે.

(૩) વ્યાપારિક ધોરણે આ પદ્ધતિ બનાવવા માટે શરૂઆતમાં મોટું રોકાણ કરવું પડે છે.

(૪) પોષક દ્રાવણ બનાવવા માટે ખૂબ જ કાળજીની જરૂરિયાત રહે છે (પી.એચ., ઇ.સી., તાપમાન) અને સાથે સાથે છોડનું સ્વાસ્થ જાળવવું ખૂબ જ અનિવાર્ય થઈ જાય છે.

એરોપોનિક્સ :

એરોપોનિક્સ પદ્ધતિ દ્વારા બટાટાના છોડને માટી વગર મોટા મોટા બોક્સમાં લટકાવવામાં આવે છે અને દરેક બોક્સમાં પોષકતત્વ અને પાણી નાખી ઉગાડવામાં આવે છે. એરોપોનિક્સ પદ્ધતિથી બટાટાના છોડની ક્ષમતા વધી જાય છે. સામાન્ય રીતે બટાટાના એક છોડમાંથી માત્ર પાંચ કે દસ બટાટાનું ઉત્પાદન થાય છે. આ પદ્ધતિની મદદથી બટાટાના એક છોડમાંથી અંદાજીત ૭૦ જેટલા બટાટાનું ઉત્પાદન લઈ શકાય છે.

બટાટાની પેશીસંવર્ધન પદ્ધતિ દ્વારા તૈયાર કરેલા માયક્રોટ્યૂબરમાં જનીનિક સમાનતા હોય છે તથા આ રીતે તૈયાર કરેલાં છોડ ૧૦૦ % રોગમુક્ત હોય છે. ઉપરાંત ખેડૂતોને વાવેતર માટે યોગ્ય મીનીટ્યૂબર વિપુલ સંખ્યામાં બનાવા માટે ગ્રીનહાઉસ અને ખેતરમાં ૨-૩ વાર બીજ ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. સદર પદ્ધતિમાં ઓછા મીનીટ્યૂબર મળે છે અને કુદરતી વાતાવરણમાં બીજ ઉત્પાદન કરવાથી વિષાણુજન્ય રોગોનું સંસર્ગ થવાની શક્યતા હોય છે.

એરોપોનિક્સ દ્વારા એક છોડમાંથી પરંપરાગત પદ્ધતિઓની સરખામણીમાં ત્રણ થી ચાર ગણી સંખ્યામાં મીનીટ્યુબર મેળવી શકાય છે. અહી પેશીસંવર્ધન થયેલ છોડને જરૂરી પોષકતત્વો પાણી દ્વારા મળે છે. જેમાં છોડના મૂળ ઉપર પોષકતત્વોને સ્પ્રે (ફુવારા) આપવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં પોષકતત્વોના મિશ્રણને એરોપોનિક્સ સિસ્ટમમાં સતત ફેરવવામાં આવે છે અને તેના પી.એચ. અને ઇ.સી.ને સતત ધ્યાનમાં રાખવામાં આવે છે. લગભગ એક અઠવાડિયાની અંદર મૂળનો વિકાસ કરી શકાય છે અને બીજા ત્રણ થી ચાર અઠવાડિયાની અંદર ટ્યૂબર બનવાનું ચાલુ થઈ જાય છે. આ ટ્યૂબર જ્યારે ત્રણ થી ચાર ગ્રામ જેટલુ કદ ધારણ કરે ત્યારબાદ તેને નિયમિત સમયાંતરે ચૂંટવામાં આવે છે. આ રીતે મળેલા મીનીટ્યૂબરને ૨-૪°સે. જેટલા નીચા તાપમાને લાંબા સમય સુધી સંગ્રહી શકાય છે અને આવનારી ઋતુમાં વાવણી માટે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

હાઇડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સ દ્વારા ફળપાકોનું ઉત્પાદન

✍ ડૉ.હસમુખ એન. લેઉઆ ✍ ડૉ. એ. યુ. અમીન
બાગાયત મહાવિદ્યાલય, સરદારકૃષિનગર દાંતીવાડા કૃષિ યુનિવર્સિટી, જગુદણ-૩૮૨૭૧૦
ફોન : (૦૨૭૬૨) ૨૮૫૩૪૨ ઈ-મેઈલ : hn18487@gmail.com

હાઇડ્રોપોનિક્સ એ એક કળા છે જેમાં જમીન ન હોવા છતાં વિવિધ પાકો (છોડ) ની ખેતી કરવામાં / વાવવામાં આવે છે. એવું નથી કે બધા જ છોડને ઉગવા માટે જમીન જોઇએ, પરંપરાગત માધ્યમ માટીને ઉપયોગ કર્યા વગર ખનીજ સમૃધ્ધ પાણીનો ઉપયોગ કરી તંદુરસ્ત છોડ તૈયાર કરી શકાય છે.

આપણને જમીન વગરની ખેતી અથવા તો પાણીમાં ખેતી કરવાનો વિચાર આવે તો એવો વિચાર જરૂર આવશે કે તેના મૂળ કેટલા મોટા થતા હશે, કેવા થતા હશે ?

તમને ખ્યાલ હોય તો હાઇડ્રોપોનિક્સમાં ઉગાડવામાં આવેલ છોડમાં તેના મૂળની સિસ્ટમ નાની હોય છે, કહેવાનો મતલબ કે મૂળ નાના હોય છે કે કેમ? કારણ કે તેને પોષકતત્વો કે પાણીની શોધ કરવાની જરૂર હોતી નથી.

છોડને વધવા માટે પાણી, પોષકતત્વો અને સૂર્ય-પ્રકાશની જરૂર છે અને સાચે જ, આપણે વિચારીએ કે છોડ જમીન વગર ઉગશે! પણ તે ઘણીવાર પાણીમાં તેના મૂળ સાથે ઘણી સારી રીતે વિકસે છે.

હાઇડ્રોપોનિક્સ દ્વારા છોડને જરૂર હોય તેટલું અને તેટલા જ પ્રમાણમાં ખાતર આપી શકાય છે, તેથી જ તો છોડ આનુવંશિક રીતે શક્ય તેટલો તંદુરસ્ત રહેશે.

જમીનમાં તે સહેજ વધુ મુશ્કેલ છે અને હાઇડ્રોપોનિક્સ સાથે આ કાર્ય એક સરળ કાર્ય છે. હાઇડ્રોપોનિક્સનો ઉપયોગ ઝડપી વૃદ્ધિ દર માટે સાથે સાથે સારા ઉત્પાદન માટે જરૂરી છે.

હાઇડ્રોપોનિક્સની સર્વોપરિતા :

- **ખાસ જગ્યા :** હાઇડ્રોપોનિક્સ માટે ખાસ કોઇ જગ્યા અથવા તો ખાસ ફિલ્ડની જરૂરિયાત નથી.
- **પોષકતત્વોઃ** પાકના પોષણ સંતુલન પર પૂર્ણ નિયંત્રણ થાય છે. હાઇડ્રોપોનિક્સ સતત અને સહેલાઇથી ઉપલબ્ધ પોષણ પૂરૂં પાડે છે જેથી છોડને જમીન કરતાં ૫૦ % જેટલી વધુ ઝડપથી વૃદ્ધિ પામે છે.
- **વર્ષમાં ગમે ત્યારે ઉગાડી શકાયઃ** હાઇડ્રોપોનિક્સમાં ઋતુને નિયંત્રીત કરી વાવેતર કરી શકાય છે. સાથે સાથે આખા વર્ષ દરમિયાન હાઇડ્રોપોનિક્સ બગીચામાંથી તાજી પેદાશોનું વધુમાં વધુ ઉત્પાદન લઇ શકાય છે.
- **પાણીનો બચાવઃ** હાઇડ્રોપોનિક્સ ગાર્ડન્સ ૨/૩ ઓછા પાણીનો ઉપયોગ કરે છે.
- **પોષણક્ષમ હોય છેઃ** હાઇડ્રોપોનિક્સ ખૂબ ઓછા બજેટમાં શરૂ કરી પ્લાન પ્રમાણે તેનું કદ બનાવી શકાય છે.
- **વધુ ઉપજઃ** હાઇડ્રોપોનિક્સ ખેતીમાં બગીચાઓ તેના કદ કરતાં વધુ ઉપજાઉ છે.
- **વધુ સારા પરિણામોઃ** હાઇડ્રોપોનિક્સ દ્વારા તૈયાર થયેલ પાક દેખાવની સાથે સાથે ગુણવત્તા તેમજ પોષણની દ્રષ્ટિએ સારો હોય છે.
- જમીનમાં ઉગાડાતા છોડમાં નીંદણનાશક અને જંતુનાશકનો ઉપયોગ કરીએ છીએ તેની સરખામણીમાં હાઇડ્રોપોનિક્સ એ આવી જરૂરિયાતો ને દૂર કરે છે.

તેથી જ તો હાઇડ્રોપોનિક્સ ખેતી એ ઝડપથી વિકસતી પદ્ધતિઓ કરતાં સ્રોત વપરાશ ના વધુ ટકાઉ અભિગમને લીધે સમગ્ર વિશ્વમાં ઘણા ઉત્પાદકો માટે એક લોકપ્રિય પસંદગી બની રહી છે.

હાઇડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સમાં ઉગાડાતા ફળપાકો :

એરોપોનિક્સ :

એરોપોનિક્સ એ એક એવી પદ્ધતિ છે જ્યાં છોડના મૂળ હવામાં લટકે છે જ્યાં છોડની ટ્રેને સીલબંધ બોક્સમાં શેવાળના વિકાસને રોકવા માટે પ્રકાશ ન પહોચે તે રીતે બંધ કરવામાં આવે છે અને મૂળ ઉપર ખાતર યુક્ત દ્રાવણનો દર બે થી ત્રણ મિનિટે થોડી સેકન્ડો માટે બારીક છંટકાવ કરવામાં આવે છે.

એરોપોનિક્સ પદ્ધતિ એ રક્ષિત માળખામાં તૈયાર કરવામાં આવે છે જેમાં મોટા ભાગે શાકભાજી પાકો વાવવામાં આવે છે. પરંતુ મૂળના માળખાને જોતા ફળપાકોમાં સ્ટ્રોબેરીની શક્યતા રહેલી છે.

હાઇડ્રોપોનિક્સ :

હાઇડ્રોપોનિક્સ બગીચાઓમાં, માટીમુક્ત વૃદ્ધિશીલ માધ્યમો (સોઈલ લેસ મીડિયા) મુખ્યત્ત્વે બીજ ઉગાડવાથી શરૂ કરી વાનસ્પતિક પ્રસર્જન જેવા કે કટકાકલમ નાખવા (વાવવા) માં વપરાય છે, આ એક સંપૂર્ણ માધ્યમ હવા અને પાણીની લગભગ સમાન સાંદ્રતા ધરાવે છે.

સ્ટ્રોબેરી જેવા ફળપાક હાઇડ્રોપોનિક્સનો ઉપયોગ કરીને વ્યાપારી સ્તર પર ઉગાડવામાં આવે છે.

સ્ટ્રોબેરીની જાતો :

સ્ટ્રોબેરીના પાકવાના દિવસોના આધારે સ્ટ્રોબેરીની જાતોને ત્રણ વર્ગમાં વહેંચવામાં આવેલ છે. જેવી કે ઘણી વહેલી પાકતી જાતો, વહેલી થી મધ્યમ મોડી પાકતી જાતો અને મધ્યમ મોડી પાકતી જાતો. ગુજરાત રાજ્યનો ટૂંકા ગાળાનો શિયાળો ધ્યાને રાખતાં ઘણી વહેલી પાકતી જાતો ઉગાડવી હિતાવહ છે. દા.ત. પુસા અર્લી ડવાર્ફ. આ ઉપરાંત સ્ટ્રોબેરીના બીજા પણ વિવિધ ઉપયોગ જેવા કે મુરબ્બો બનાવવા, ડબ્બાબંધી (કેનિંગ) માટે તથા ક્વિક ફ્રિઝિંગ માટેની જાતો પણ છે.

સ્ટ્રોબેરી એ સામાન્ય રીતે ઠંડા પ્રદેશનો પાક છે પરંતુ હવે ઉષ્ણકટીબંધ અને સમશીતોષ્ણ કટીબંધમાં ઉગાડવા માટેની જાતો ઉપલબ્ધ થવા માંડી છે. તે પૈકી ગુજરાતના હવામાનમાં મેન્ડલર, સીલ્વા, પીરોઝા, કમાન્ડર, બેન્ટોન વગેરે જાતો ઉગાડી શકવાની શક્યતાઓ છે. આ ઉપરાંત ગુજરાતમાં સુજાતા અને લાબેટા જાતો પણ અનુકૂળ ગણાય છે.

પ્રસર્જન અને વાવણી :

સ્ટ્રોબેરીનું વાવેતર બીજ કે રનર્સ દ્વારા કરી શકાય છે. પરંતુ ઝડપી અને એકસરખું ઉત્પાદન મેળવવા માટે રનર્સનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પાતળા, નાજુક, તંદુરસ્ત રનર્સના થડને સારી રીતે જમીનમાં દબાવી દેવાથી સાનુકૂળ સંજોગોમાં તેની ગાંઠ પાસેથી મૂળ ફૂટે છે. સ્ટ્રોબેરીના છોડની એકાંતરે આવેલ ગાંઠોમાંથી નવા છોડ ઉત્પન્ન થાય છે અને તેને મૂળ ફૂટે છે. આવા તંદુરસ્ત છોડને ખોદી, માતૃછોડથી છૂટા પાડીને યોગ્ય જગ્યાએ ફેર રોપણી કરવામાં આવે છે. તેમજ, ટિશ્યૂકલ્ચરથી તૈયાર કરેલા છોડ પણ માર્કેટમાંથી લાવી રોપણી કરી શકાય છે. **(જુઓ ચિત્ર પેજ નં. ૩૩ ઉપર)**

જુદા જુદા માધ્યમોમાં વિવિધ પ્રકારના છોડ ઉગાડવામાં આવે છે જેવા કે સેન્ડ, ગ્રેવેલ, પીટમોસ, સૉ-ડસ્ટ (લાકડાનો વ્હેર અને છાલનો ભૂકો), પર્લાઇટ, વર્મિક્યુલાઇટ, કોઇર, કોકોપીટ, જેવા વિવિધ પ્રકારના માધ્યમો હાઇડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે જે છોડને ટેકો પૂરો પાડે છે.

હાઇડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિથી સ્ટ્રોબેરી ઉછેર :

અલગ અલગ પદ્ધતિ જેવી કે ન્યુટ્રિઅન્ટ ફિલ્મ

ટેકનિક, ડિપ ફ્લો ટેકનિક, રૂટ ડિપિંગ ટેકનિક, ફ્લોટિંગ ટેકનિક તેમજ કેપિલરી એક્શન ટેકનિકની મદદથી હાઇડ્રોપોનિક્સ શક્ય છે.

સ્ટ્રોબેરી હાઇડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં ન્યુટ્રિઅન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક (NFT) થી ઉછેરવી હોય તો સ્ટ્રોબેરીના રોપાઓ નર્સરી અથવા તો ટિશ્યૂકલ્ચરથી તૈયાર કરેલ છોડ લાવવામાં આવે છે અને ચોખ્ખા પોટમાં (પ્લગમાં) મૂકવામાં આવે છે. આ પ્લગને પછી એનએફટી ચેનલમાં પ્રિ-ડ્રિલ કરેલ છિદ્રમાં મૂકવામાં આવે છે. એકદમ સચવાયેલી સ્ટ્રોબેરીના રનર્સ સીધા જ ચોખ્ખા નેટવાળા પોટ્સમાં (પ્લગમાં) મૂકી શકાય છે અને મીડિયા દ્વારા મૂળ વાળા ભાગને બંધ કરવો અને છોડને સપોર્ટ કરવા માટે યોગ્ય મીડિયાથી ભરી શકાય છે. **(જુઓ ચિત્ર પેજ નં. ૩૪ ઉપર)**

ત્યારબાદ નેટ પોટ્સ એનએફટી ગલી / ચેનલમાં સ્ટ્રોબેરી મૂકેલ પ્લગ તળિયે પોષક દ્રવ્યોની ટોચને સ્પર્શ કરે તે રીતે મૂકવામાં આવે છે જેથી ભેજ જળવાઇ રહે છે. એક ધ્યાનમાં રાખવા જેવી બાબત એ છે કે ચેનલમાં આ પ્લગ મૂક્યા પછી તપાસ કરો કે પ્લગ નીચે પોષકદ્રવ્યોના સંપર્કમાં છે કે નહી? નાના છોડને વધવા માટે આ ખૂબ જ મહત્ત્વનું છે. જો પ્લગ પોષક દ્રવ્યોને સ્પર્શતું નથી, તો મૂળ વધશે નહીં, આખરે આ પ્લગનો છોડ સૂકાઇ જશે અને છોડ મૃત્યુ પામે છે! આ શરૂઆતના થોડા અઠવાડિયા માટે આવશ્યક છે કે જ્યારે સ્ટ્રોબેરીના છોડની રૂટ (મૂળ) સિસ્ટમ વિકાસ કરતી હોય.

એનએફટી સિસ્ટમની ચેનલમાં પોષક પ્રવાહ દર મિનિટે ૧-૨ લિટર હોવો જોઈએ અને પરિભ્રમણ પંપ સતત (૨૪ × ૭) ચાલતું હોવું જોઈએ. એકવાર તમે સ્ટ્રોબેરીને સિસ્ટમમાં ટ્રાન્સપ્લાન્ટ કરી લીધા પછી, છોડ વધવાનુ શરૂ કરશે, ત્યારે સિસ્ટમ ખાતરની જરૂરિયાત પૂરી પાડશે. હાઈડ્રોપ્રોનિક્સમાં, પોષકદ્રવ્ય મુખ્ય ભાગ ભજવે છે. યોગ્ય ખાતર અને યોગ્ય માત્રાએ હાઇડ્રોપોનિક્સની સફળતાની ચાવી છે.

જો ઇનડોર હાઈડ્રોપોનિક્સ સિસ્ટમમાં સ્ટ્રોબેરીની ખેતી કરવી હોય તો તેમાં મધમાખી જેવા જંતુઓ માટે પરાગનયન શક્ય નથી તેથી જ તમારે જાતે હેન્ડપોલીનેશન કરવું પડશે.

એન.એફ.ટી. સિસ્ટમમાં પોષકતત્વોની વાત કરીએ તો મહત્ત્વનું એ છે કે કોઈ પણ ખાતરનો ઉપયોગ કરતાં પહેલાં પાણીનું પરીક્ષણ કરવામાં આવે છે અને પરીક્ષણના અહેવાલમાં વિશ્લેષણ મુજબ યોગ્ય ખાતરની ગોઠવણી કરવામાં આવે છે. (જુઓ ચિત્ર પેજ નં. ૩૪ ઉપર)

સ્ટ્રોબેરી માટે આદર્શ વાહકતા (EC) વૃદ્ધિ તબક્કા દરમિયાન ૧.૨ – ૧.૫ છે અને ફળોના તબક્કા દરમિયાન ૧.૮ – ૨.૫ છે, જ્યારે યોગ્ય પી.એચ. ૫.૮ -૬.૨ છે. જો તમારે છોડની શ્રેષ્ઠ વૃદ્ધિ સુનિશ્ચિત કરવી હોય તો દરેક બે અઠવાડિયે હાઇડ્રોપોનિક્સ સિસ્ટમમાં પાણીનું દ્રાવણ બદલવાનું નિશ્ચિત કરવું.

હાઇડ્રોપોનિક્સ સ્ટ્રોબેરીમાં વપરાતા પોષકદ્રવ્યો :

હાઈડ્રોપોનિકસ સિસ્ટમમાં સ્ટ્રોબેરીની ખેતી વ્યાપારિક ધોરણે ગુજરાતમાં થતી નથી તેમજ અખતરા સ્વરૂપે હાલ કૃષિ યુનિવર્સિટીઓમાં આ પાક ઉગાડવામાં આવે છે, તેથી ખાતર વ્યવસ્થા તથા ખેતી વિષયક માવજતો પ્રમાણિત થયેલ નથી. પરંતુ હાઇડ્રોપોનિક્સમાં મુખ્યત્ત્વે વપરાતા પોષકતત્વોમાં નાઇટ્રોજન (નાઈટ્રેટ) - ૧૬૦ પીપીએમ, નાઈટ્રોજન (એમોનિયમ) - ૧૫ પીપીએમ, ફોસ્ફેટ - ૫૦ પીપીએમ, પોટેશિયમ - ૨૧૦ પીપીએમ, કેલ્શિયમ - ૧૯૦ પીપીએમ, મેગ્નેશિયમ - ૫૦ પીપીએમ, ફેરસ-૬ પીપીએમ, બોરોન - ૦૯ પીપીએમ, મેંગેનીઝ-૦.૫ પીપીએમ, કોપર - ૦.૧ પીપીએમ, મોલિબ્લેડમ - ૦.૦૫ પીપીએમ, ઝિંક, ૦.૦૮ પીપીએમ વગેરેનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. **(જુઓ ચિત્ર પેજ નં. ૩૪ ઉપર)**

જીવાતો :

કોઇ પણ ખેતીમાં જીવાત તો હોય જ છે,

હાઈડ્રોપોનિક્સ કોઈ અપવાદ નથી. પણ, એન.એફ.ટી. સિસ્ટમના ઉપયોગથી કેટલીક જમીનજન્ય જીવાત ટાળી શકાય છે. પરંતુ હવામાંની ચૂસિયા પ્રકારની જીવાતનો ઉપદ્રવ જોવા મળવો એ ખૂબ સામાન્ય છે.

(૧) થ્રિપ્સ : લીમડાનું તેલ સ્પ્રે કરવું અને તેને આકર્ષવા માટે વાદળી સ્ટિકી ટ્રેપનો ઉપયોગ કરવો

(૨) મોલો : ૫ મિલિ એક લિટર પાણીમાં લીમડાનું તેલ સ્પ્રે કરવું.

(૩) કથીરી : પાણીનો સ્પ્રે કરવો ત્યારબાદ લીમડાના તેલનો સ્પ્રે કરી અથવા તો વેટેબલ સલ્ફરથી આ જીવાત ઘટાડી શકાય છે.

કાળજી રાખવા જેવા ખાસ મુદ્દા :

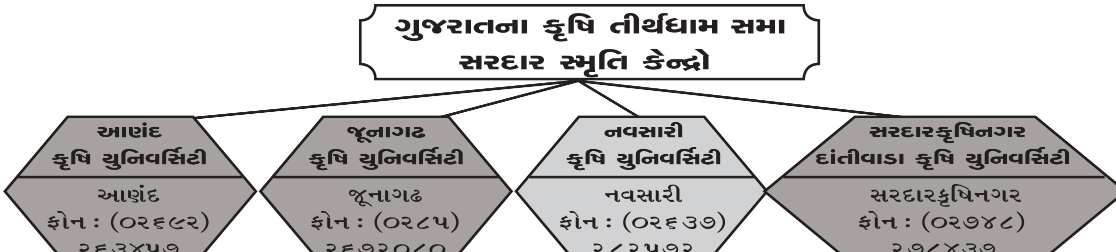
- ફેરરોપણી સમયે એક કે બે પાન રહેવા દઈ બીજા જૂના પાન કાપી નાખવા તેમજ જો રનર્સના મૂળ વધુ પડતા લાંબા હોય તો તેને યોગ્ય લંબાઈના રાખીને કાપી નાંખવા.
- ફેરરોપણી બાદ ઉત્પન્ન થતા નવા રનર્સમાંથી ત્રણ થી ચાર રનર્સ રાખીને બીજા કાઢી નાખવા જેથી આ નવા રનર્સને પૂરતી જગ્યા મળવાથી તેનો વિકાસ સારો થાય છે અને ઉત્પાદન પણ વધુ મળે છે.
- ફળોની લણણી ફળો ભીના હોય ત્યારે કરવી નહી. લણણી સમયે વધુ પાકેલા ફળ પણ લણીને અલગ રાખવા.
- સ્ટ્રોબેરીના ફળ જલદી બગડી જાય તેવા હોવાથી લણણી બાદ ફળોને વેળાસર બજારમાં લઈ જવા અન્યથા ફળોને ડીપ ફ્રિઝમાં સાચવીને રાખવા.

કાપણી :

સ્ટ્રોબેરીના ફળ મુલાયમ તેમજ જલદી બગડી જાય તેવા હોય છે અને તેને પાકવા માટે ૧૫ થી ૩૦ દિવસ લાગે છે. સામાન્ય રીતે કાપણીનો સમય વહેલી સવારનો અથવા સાંજનો પસંદ કરવામાં આવે છે જેથી નીચું તાપમાન હોવાને કારણે ફળો જલદી બગડી જતા નથી. કાપણી માટે પાકા ફળોને દાંડી સાથે હાથથી તોડી લેવામાં આવે છે. ફળો લણી લીધા બાદ વાંસ કે પોચા લાકડાની બનાવેલી નાની ટોપલીઓ કે પૂંઠાના બોક્ષમાં અથવા જાડા કાગળની ટોપલીઓ અથવા પ્લાસ્ટિકની નાની કોથળીઓમાં આશરે ૬૦૦ થી ૯૦૦ ગ્રામ જેટલા ફળ ભરીને બજારમાં મોકલવામાં આવે છે. કાપણી બાદ ફળોને યોગ્ય રીતે રેફ્રિજરેશનમાં રાખવાથી ફળો લાંબો સમય સાચવી શકાય છે. વધુ પડતી ફળની હેરફેર કરવાથી ફળને નુકસાન થાય છે. (જુઓ ચિત્ર પેજ નં. ૩૪ ઉપર)

દરેક ખેડૂત મિત્રોએ કૃષિ તીર્થધામ સમા સરદાર સ્મૃતિ કેન્દ્રની અવશ્ય મુલાકાત લેવી જોઈએ

સરદારશ્રીની સ્મૃતિ ગુજરાતના કૃષક જીવંત રહે, યુવા કૃષક વર્ગને પ્રેરણારૂપ બને અને ગુજરાતનો ખેડૂત ભારતના કૃષિક્ષેત્રે નિરંતર ગૌરવયુક્ત ફાળો આપે તેવા શુભ આશયથી ગુજરાતની કૃષિ યુનિવર્સિટીઓ દ્વારા ખેડૂત સમુદાય માટે તીર્થ સમાન એવા સરદાર સ્મૃતિ કેન્દ્રની સ્થાપના કરવામાં આવી છે. આ કૃષિ તીર્થધામો પરથી ખેડૂતોને નજીવી કિંમતે જરૂરી કૃષિ સાહિત્યનું વિતરણ કરવામાં આવે છે તેમજ ખેતી અંગેનું માર્ગદર્શન પૂરૂ પાડવામાં આવે છે. તો દરેક ખેડૂત મિત્રોએ આ કૃષિ તીર્થધામોની મુલાકાત જરૂરથી લેવી.



શાકભાજી પાકોમાં હાઈડ્રોપોનિક્સ ખેતીની તાંત્રિકતાઓ

✍ ડૉ. સંજીવકુમાર ✍ ડૉ. એસ. એન. સરવૈયા ✍ ડૉ. હેતલ રાઠોડ ✍ કુ. શિવાની મોદી
શાકભાજી વિભાગ, અસ્પી બાગાયત-વ-વનીય મહાવિદ્યાલય
નવસારી કૃષિ યુનિવર્સિટી, નવસારી -૩૯૬૪૫૦
ફોન : (૦૨૬૩૭) ૨૮૨૧૪૪

હાઇડ્રોપોનિકસ ખેતી પદ્ધતિ છોડ ઉછેરની એવી પદ્ધતિ છે કે જેમાં જમીનરહિત મીડિયાનો અથવા માત્ર પોષકદ્રાવણનો ઉપયોગ કરી છોડના વિકાસ માટે પોષકતત્વોની જરૂરિયાત ફર્ટીગેશન પદ્ધતિથી પૂરી કરવામાં આવે છે. પોષકતત્વોયુક્ત ખાતરોને સિંચાઈના પાણીમાં ચોક્કસ સાંદ્રતામાં ઓગાળી બનાવવામાં આવતુ દ્રાવણ 'પોષક દ્રાવણ' તરીકે ઓળખાય છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિનો દુનિયાભરમાં છેલ્લા ત્રણ દાયકામાં થયેલ ઝડપી પ્રસાર સૂચવે છે કે તે જમીન સાથે સંકળાયેલ મુશ્કેલીઓના નિવારણ માટે ઉત્તમ પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિ પાકના શરૂઆતના સમયગાળામાં જમીનજન્ય જીવાણુઓની ઉપદ્રવતા અને એક જ પ્રકારના પાકની વારંવાર ખેતીથી જમીનની ફળદ્રુપતા અને બંધારણમાં થતાં ઘટાડા સામે એક સારો વિકલ્પ પૂરા પાડે છે. જમીનરહિત ખેતી રસાયણો દ્વારા જમીનની નિર્જીવીકરણની પ્રક્રિયા સામે ખૂબ જ અસરકારક અને સલામત વિકલ્પ બની રહ્યા છે. હાઈટેક પોલીહાઉસની સાથે સાદા ગ્રીનહાઉસમાં પણ હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિ દ્વારા રક્ષિત ખેતીનું મહત્ત્વ વધી રહયું છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિના ફાયદાઓ :

(૧) જમીનજન્ય જીવાણુઓથી મુક્તિ

(૨) રસાયણો દ્વારા જમીનનું નિર્જીવીકરણ અસરકારક અને સલામત વિકલ્પ

(૩) ખારી અથવા નબળા બંધારણવાળી બિનખેડાણલાયક જમીનમાં પણ ગ્રીનહાઉસમાં ઉગાડવામાં આવતા પાકોની ખેતી કરી વધુ ઉપજ મેળવી શકાય

(૪) નિષ્ક્રિય માધ્યમ અથવા શુધ્ધ પોષકતત્વોના દ્રાવણમાં ઉગાડવામાં આવતા પાકોમાં પોષણનું ચોકકસ નિયંત્રણ કરી શકાય

(૬) શિયાળાની ઋતુ દરમિયાન મૂળ વિસ્તારમાં દિવસ દરમિયાન રહેતા ઊંચા તાપમાનને કારણે પાકનું ઝડપી ઉત્પાદન મળી શકે

(૭) ખાતરનો ઓછો ઉપયોગ તથા ગ્રીનહાઉસમાંથી પર્યાવરણમાં થતો પોષકતત્વોનો નિતાર અટકાવી પર્યાવરણને થતું નુકસાન બચાવી શકાય

જમીનરહિત ખેતી પદ્ધતિના નોંધપાત્ર વ્યાવસાયિક ફાયદાઓ હોવા છતાં, તેના પ્રસારને મર્યાદિત કરે એવા ગેરલાભો પણ છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિના ગેરફાયદા :

(૧) વધુ પ્રારંભિક સંસ્થાપન ખર્ચ

(૨) ઉચ્ચ તાંત્રિક કુશળતાની જરૂરિયાત

હાઇડ્રોપોનિકસ (અથવા જમીનરહિત ખેતી) એવી ખેતી છે જેમાં જમીન સિવાય ઉપયોગમાં લેવાતાં બધા પ્રકારના માધ્યમ તેમજ પોષકદ્રાવણ (વોટર કલ્ચર) માં છોડનો ઉછેર કરવામાં આવે છે.

જમીનરહિત ખેતી પદ્ધતિનું વર્ગીકરણ

હાઈડ્રોપોનિકસ (મીડિયા રહિત ખેતી)	જમીનરહિત મીડિયામાં ખેતી
• ડીપ વોટર કલ્ચર • ફ્લોટ હાઈડ્રોપોનિકસ • ન્યુટ્રિઅન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક (એન. એફ. ટી.) • ડીપ ફ્લો ટેકનિક • એરોપોનિકસ	• ગ્રાવેલ કલ્ચર (કાંકરાનો માધ્યમ તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે). • સેન્ડ કલ્ચર (રેતી ઉપર છોડ ઉછેર) • બેગ કલ્ચર (જમીનરહિત મીડિયા દ્વારા બેગમાં ખેતી) • કન્ટેનર કલ્ચર (જમીનરહિત મીડિયા દ્વારા કન્ટેનરમાં ખેતી) • ટ્રાફ કલ્ચર (જમીનરહિત મીડિયા દ્વારા ચેનલમાં ખેતી)

હાયડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિને વધુ બે પદ્ધતિમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

(ક) ખુલ્લી પદ્ધતિઃ જ્યારે છોડ સુધી પહોચ્યા બાદ પોષકતત્વોયુક્ત દ્રાવણનો ફરી ઉપયોગ કરી શકાતો નથી ત્યારે હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિને ખુલ્લી પદ્ધતિ તરીકે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

(ખ) બંધ પદ્ધતિઃ જ્યારે વધારાના પોષકતત્વોનું દ્રાવણ છોડની પુનઃ પ્રાપ્તિ માટે રીસાયકલ કર્યા પછી ઉપયોગમાં લઈ શકાય ત્યારે આ પદ્ધતિને બંધ પદ્ધતિ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિના સામાન્ય કાર્યો :

(૧) તાપમાનનું નિયંત્રણ કરવું

(૨) બાષ્પીભવન દ્વારા થતો પાણીનો વ્યય ઘટાડવો

(૩) રોગ અને જીવાતનો ઉપદ્રવ ઘટાડવો

(૪) વરસાદ અને પવન જેવા આબોહવાકીય ઘટકો સામે પાકને રક્ષણ પૂરું પાડવું

(૧) ડીપ વોટર કલ્ચર :

ડીપ વોટર કલ્ચર પદ્ધતિ, યુનિવર્સિટી ઓફ કેલિફોર્નિયાના પ્રાધ્યાપક ડબ્લ્યુ. એફ. ગેરિક દ્વારા વર્ષ ૧૯૨૯માં શોધાયેલ સૌ પ્રથમ હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિમાં પોષકતત્વોના દ્રાવણથી ભરેલ ડોલને નેટ તથા કાપડથી આવરિત કરી તેના પર છોડને ટેકો આપવા રેતીનું પાતળું પડ (૧ સે.મી.) પાથરી, મૂળને પોષકતત્વોના દ્રાવણમાં ડૂબેલા રાખવામાં આવે છે. પોષક તત્વોના દ્રાવણમાં હવા અને પાણીનો મર્યાદિત આપ-લે વિસ્તાર તથા પાણીમાં ઓક્સિજનનું ઓછું પ્રસરણ આ પદ્ધતિની મુખ્ય ખામી છે. આ ખામી પોષકદ્રાવણને હવાના પંપ દ્વારા ઓક્સિજન પૂરૂ પાડી દૂર કરી શકાય છે.

(૨) ફ્લોટ હાઈડ્રોપોનિક્સ :

આ પદ્ધતિમાં પોષકતત્વોયુકત દ્રાવણથી ભરેલ પાત્રમાં તરતી ટ્રે માં છોડ ઉછેરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ સૈદ્ધાંતિક રીતે લીલા પાનવાળા શાકભાજીના ઉછેર માટે યોગ્ય છે. પોષક દ્રાવણની દેખરેખ અને સંચાલન માટે યાંત્રિકરણની અલ્પ માત્રામાં પડતી જરૂરિયાત તેમજ ઓછા બાંધકામ તથા સંચાલન ખર્ચ ના કારણે આ પદ્ધતિ રસપ્રદ પૂરવાર થાય છે. પોષકદ્રાવણનો વધુ જથ્થો તાપમાનને બફર બનાવે છે તેમજ દ્રાવણના એકીકરણનુ આવર્તન ઘટાડે છે. પાક ઉત્પાદન દરમિયાન પોષકદ્રાવણમાં ઓક્સિજનની સાંદ્રતા ૫ થી ૬ મિલિગ્રામ/ લિટર વચ્ચે હોવી જોઇએ.

ગ્રીનહાઉસમાં ફ્લોટ હાઈડ્રોપોનિક્સ અંતર્ગત સિંગલ-ટાંકી અથવા બહુ-ટાંકી સિસ્ટમનો ઉપયોગ થઈ શકે છે. સિંગલ-ટાંકી લગભગ આખા સમયગાળા દરમિયાન, વંશના વિસ્તારોની ઘટનાઓને ઘટાડે છે અને

કેટલાક ઓપરેશન્સના ઑટોમેશનને મંજૂરી આપે છે, જેમ કે પ્લેસમેન્ટ અને ફ્લોટિંગ ટ્રે દૂર કરવા. બહુ-ટાંકી સિસ્ટમમાં ૪ ચો. મી. થી વધારે ટાંકીનો સમાવેશ થાય છે, જેથી સિસ્ટમની કાર્યરત ભૂલો અને રોગકારકોનું જોખમ ઘટે છે.

(૩) ન્યુટ્રિઅન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક (એન. એફ. ટી.) :

ન્યુટ્રિઅન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક એવી હાઈડ્રોપોનિક પદ્ધતિ છે કે જેમાં પોષકતત્વોયુક્ત દ્રાવણનું અતિ પાતળું પડ જળચુસ્ત નળીમાં વહે છે. આ દ્રાવણમાં છોડના મૂળ સતત ભીંજાયેલા રહે છે. આ પદ્ધતિમાં પોષકદ્રાવણને નળીના ઊંચાઈ પર આવેલા છેડાથી આપવામાં આવે છે જેથી તે નીચે તરફ વહન પામી મૂળને સંપૂર્ણ રીતે ભીંજવે છે. સામાન્ય રીતે વહન નળી જુદા જુદા પ્રકારના પ્લાસ્ટિક જેવા કે પોલિઈથીલીન લાઈનર, પોલિવિનાઈલ ક્લોરાઈડ (પી. વી. સી.) અને પોલિપ્રોપીલીન ના ચોરસ કે ત્રિકોણ આકારના ભાગનો ઉપયોગ કરી બનાવવામાં આવે છે. એન. એફ. ટી. અંતર્ગત ૧-૨ મિ. મી. ઊંડા જળપ્રવાહ મૂળને પૂરતા ઓક્સિજનની ખાત્રી કરે છે, કેમ કે ચેનલના તળિયે વિકસેલાં મોટા મૂળ રૂટ સાદડી ઉપરની સપાટી પર સતત હવામાં ખુલ્લાં હોય છે. પોષકતત્વોના પ્રવાહી દ્રાવણને મોટા કેચમેન્ટ પાઇપમાં ડ્રેઇન કરવામાં આવે છે, જે દ્રાવણને ફરીથી ફેરવવા માટે સંચાલિત કરે છે.

નિયમોનુસાર નળીની લંબાઈ ૧૨-૧૬ મીટર કરતા વધુ ન હોવી જોઈએ. આ પદ્ધતિમાં રહેલ ખામીઓ દૂર કરવા માટે 'સુપર ન્યુટ્રિઅન્ટ ફિલ્મ ટેકનિક' વિકસાવવામાં આવી છે. સુપર ન્યુટ્રિઅન્ટ ફિલ્મ ટેકનિકમાં નળીમાં ગોઠવાયેલ નોઝલ દ્વારા છોડના મૂળ વિસ્તારમાં પોષકતત્વો અને ઓક્સિજન મળી રહે એ રીતે પોષકદ્રાવણની વહેંચણી કરવામાં આવે છે. ૨૪ કલાકના ચક્રમાં પોષકતત્વોને દ્રાવણનું વિતરણ સતત કરી શકાય છે અથવા મૂળ વિસ્તારમાં ઓક્સિજનનું પ્રમાણ સુધારવા માટે પાણી અને શુષ્ક સમયગાળાના વૈકલ્પિક સ્વરૂપે અપનાવી શકાય છે. આ બે અભિગમો વચ્ચેનું સમાધાનએ છે કે સંપૂર્ણ દિવસમાં પ્રકાશની ઉપસ્થિતિ દરમિયાન પોષકતત્વોનો પ્રવાહ કરી શકે છે અને રાત્રે સ્વયંસંચાલિત સિસ્ટમ દ્વારા બંધ કરે છે. એનએફટી સિસ્ટમ્સમાં ઉપયોગ માટે નિયુક્ત છોડ નાની પ્લગ ટ્રેમાં સર્વપ્રથમ ઉગાડવામાં આવે છે જેને સારી મૂળ રચના પછી ચેનલોમાં મૂકવામાં આવે છે.

ન્યુટ્રિઅન્ટ ફિલ્મ ટેકનિકનો મુખ્ય ફાયદો એ છે કે આ પદ્ધતિમાં ઉછેર માધ્યમ જરૂરી નથી તેમજ પોષકદ્રાવણનો ઉપયોગ ખૂબ જ ઓછા પાયે થાય છે, જેથી ખાતરનો બચાવ કરી પર્યાવરણને થતું નુકસાન ઘટાડી શકાય છે. તાંત્રિકતાની રીતે મોટાભાગના પાકો એનએફટી સિસ્ટમમાં ઉગાડવામાં આવે છે, પરંતુ આ સિસ્ટમ ટૂંકા ગાળાના પાકો (૩૦-૫૦ દિવસ), જેમ કે લેટયૂસ માટે શ્રેષ્ઠ કામ કરે છે, કારણ કે લેટયુસના છોડ તેના મૂળ સમૂહને ચેનલ ભરે તે પહેલાં કાપણી માટે તૈયાર થઇ જાય છે.

(૪) ડીપ ફ્લો ટેકનિક :

ડીપ ફ્લો ટેકનિક બીજી એક એવી પદ્ધતિ છે કે જેમાં મૂળને વહેતા પાણી અને પોષક દ્રાવણનાં નિરંતર સંપર્કમાં રાખવામાં આવે છે. એન. એફ. ટી. કરતા 'ડીપ ફ્લો ટેકનિકમાં' નિરંતર વહેતા દ્રાવણની ઊંડાઈ ૫૦-૧૫૦ મિ.મી. રાખવામાં આવે છે. પાણીનો વિશાળ જથ્થો પોષકદ્રાવણના નિયંત્રણને સરળ બનાવે છે તેમજ પોષકદ્રાવણ માટે મુશ્કેલી ઊભી કરે એવા ઉષ્ણતામાન તાપમાનવાળા વિસ્તારમાં આ પદ્ધતિ તાપમાન તટ્સ્થ રાખે છે. ડીપ ફ્લો ટેકનિકમાં ચેનલની પહોળાઈ લગભગ ૧ મીટર જેવી હોય છે. પાણીમાં તરતી અથવા ચેનલની બાજુની દિવાલ પર રહે એવી પોલિસ્ટાયરીનની ટ્રેમાં છોડ ઉગાડવામાં આવે છે.

(૫) એરોપોનિક્સ :

આ પદ્ધતિમાં છોડના મૂળતંત્રને પોષકતત્વોયુકત

દ્રાવણમાં નિરંતર અથવા થોડા થોડા સમયે ઝાકળ દ્વારા પલાળવામાં આવે છે. પોલિયુરેથેન ફોમ વડે પોલિસ્ટાયરિન પેનલના કાણામાં છોડ ઉગાડવા માટે પેનલને આડી અથવા ઢાળમાં ધાતુની ફ્રેમ પર ચોરસ અથવા ત્રિકોણ ભાગમાં બંધપાત્રમાં ગોઠવવામાં આવે છે

પીવીસી પાઈપમાં જોડેલ સ્પ્રેયર અથવા ફુવારા દ્વારા પોષકતત્વોયુકત દ્રાવણનો છોડના મૂળ પર છંટકાવ કરી પાણી તથા પોષકતત્વો પૂરા પાડવામાં આવે છે. આ છંટકાવ ૩૦ થી ૬૦ સેકન્ડ સુધી કરવામાં આવે છે. પરંતુ તેની આવૃત્તિ છોડની વૃદ્ધિના તબકકા, જાત, વાવણીની ઋતુ અને દિવસના સમય પ્રમાણે ભિન્ન હોય છે. છંટકાવ બાદ, પોષકતત્વોનું નિતરેલ દ્રાવણ એક છેડે ભેગું કરી પુનઃ વપરાશમાં લઈ શકાય છે. એરોપોનિક્સમાં પાણી અને ખાતરનો ઓછો ઉપયોગ થાય છે તેમજ મૂળને પર્યાપ્ત માત્રામાં ઓક્સિજન મળી રહે છે. પરંતુ આ પદ્ધતિમાં ખાસ કરીને ઉનાળામાં છોડને ગંભીર તાણ પડવાની શક્યતા રહેલી છે. આ પદ્ધતિનો નાના કદના શાકભાજી તેમજ ઔષધિય અને સુગંધિત છોડ ઉગાડવા માટે ઉપયોગ કરી શકાય .

જમીનરહિત મીડિયામાં ખેતી :

જમીન રહિત મીડિયામાં ખેતી પદ્ધતિ હેઠળ ગ્રાવેલ કલ્ચર (કાંકરાનો ઉપયોગ માધ્યમ તરીકે કરવામાં આવે છે), સેન્ડ કલ્ચર (રેતી ઉપર છોડ ઉછેર), બેગ કલ્ચર (જમીનરહિત મીડિયા દ્વારા બેગમાં ખેતી), કન્ટેનર કલ્ચર (જમીનરહિત મીડિયા દ્વારા કન્ટેનરમાં ખેતી), ટ્રાફ કલ્ચર (જમીનરહિત મીડિયા દ્વારા ચેનલમાં ખેતી) જેવી ખેતી પદ્ધતિઓનો સમાવેશ થાય છે. ગ્રાવેલ કલ્ચર અને સેન્ડ કલ્ચર સિવાયની ખેતી પદ્ધતિઓમાં જમીનરહિત મીડિયાઓ જેવા કે કોકોપીટ, પરલાઈટ, વર્મિક્યુલાઈટ, સ્ફેગનમ મોસ, લીફ મોલ્ડ, છાલ, રોકવૂલ, પોલિસ્ટાયરિન ફોમ, રેતી, રાઈસ હસ્ક (ડાંગરનો કુશ્કી), કેલ્સાઈડ ક્લે, બગાસ (ખાંડ ઉદ્યોગની ઉપપેદાશ), લાકડાનો વ્હેર અને ભૂકાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

ગ્રીનહાઉસમાં ઉગાડવામાં આવતા શાકભાજી પાકો માટે પોષકતત્વોના સ્રોત :

ગ્રીનહાઉસમાં ઉગાડવામાં આવતા જુદા જુદા શાકભાજી પાકોને પોષકતત્વો પૂરા પાડવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા પદાર્થોની પસંદગી જુદા જુદા પરીબળોને આધારે કરવામાં આવે છે. જેમ કે, તે પદાર્થોની એકમ દીઠ કિંમત, પાણીમાં દ્રાવ્યતા, વધારે પોષકતત્વો પૂરા પાડવાની ક્ષમતા, મિશ્રણરહિત અને ઉપયોગમાં સરળતા વગેરે નીચેના કોઠામાં દર્શાવેલા પદાર્થોનો ઉપયોગ પ્રવાહી ખાતરનું દ્રાવણ બનાવવા માટે થાય છે.

પોષકતત્વોના સ્રોત અને તેની પાણીમાં દ્રાવ્યતા

ખાતર	ના.: ફો.: પો.	દ્રાવ્યતા (ગ્રા./લિ.) ૨૫°સે તાપમાન પર
યુરિયા	૪૬:૦૦:૦૦	૧૧૦૦
એમોનિયમ નાઈટ્રેટ	૩૪:૦૦:૦૦	૧૯૨૦
એમોનિયમ સલ્ફેટ	૨૧:૦૦:૦૦	૭૫૦
કેલ્શિયમ નાઈટ્રેટ	૧૬:૦૦:૦૦	૧૨૯૦
મેગ્નેશિયમ નાઈટ્રેટ	૧૧:૦૦:૦૦	૭૧૦
યુરિયા એમોનિયમ નાઈટ્રેટ	૩૨:૦૦:૦૦	૧૧૮૩
પોટેશિયમ નાઈટ્રેટ	૧૩:૦૦:૪૬	૧૩૩
મોનો એમોનિયમ ફોસ્ફેટ	૧૨:૬૧:૦૦	૩૭૫

ખાતર	ના.: ફો.: પો.	દ્રાવ્યતા (ગ્રા./લિ.) ૨૫°સે તાપમાન પર
પોટેશિયમ ક્લોરાઈડ	૦૦:૦૦:૬૦	૩૪૦
પોટેશિયમ સલ્ફેટ	૦૦:૦૦:૫૦	૧૧૦
પોટેશિયમ થાયોસલ્ફેટ	૦૦:૦૦:૨૫	૧૫૫૦
મોનો પોટેશિયમ ફોસ્ફેટ	૦૦:૫૨:૩૪	૨૩૦
ફોસ્ફોરિક એસિડ	૦૦:૫૨:૦૦	૧૯૦૬
ના.: ફો.: પો.	૧૯:૧૯:૧૯ અથવા ૨૦:૨૦:૨૦	૩૦૦-૪૦૦

જમીનરહિત ખેતીમાં પોષકતત્વોનું વ્યવસ્થાપન :

જમીનરહિત ખેતીમાં છોડને પાણી, પોષકતત્વો તેમજ ટેકો કૃત્રિમ રીતે પૂરા પાડવામાં આવે છે. જમીનરહિત માધ્યમ અથવા હાઈડ્રોપોનિક્સ ખેતી પદ્ધતિમાં પોષકતત્વોયુક્ત દ્રાવણની બનાવટ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. પોષકતત્વોયુક્ત દ્રાવણની ઘણી બનાવટો છે. જમીનરહિત અથવા સંબંધિત સિસ્ટમોમાં, પોષકતત્વોના દ્રાવણ છોડના વિકાસ માટે મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. કારણ કે, આ પદ્ધતિઓમાં કોઈપણ સમયે ઉપલબ્ધ પોષકતત્વો જથ્થો પાક દ્વારા મર્યાદિત તરીકે જરૂરિયાત મુજબ ગ્રહણ થાય છે.

ગ્રીનહાઉસમાં થતી જમીનરહિત અથવા તે પ્રકારની બીજી ખેતી પદ્ધતિમાં છોડ ઉછેરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા પોષકતત્વોયુક્ત દ્રાવણની બનાવટમાં છોડને જરૂરી મુખ્ય ઘટકો તેમજ પોટેશિયમ નાઈટ્રેટ, કેલ્શિયમ નાઈટ્રેટ, મોનોપોટેશિયમ ફોસ્ફેટ, મેગ્નેશિયમ ફોસ્ફેટ તથા આયનોના નાના સંયોજનનો ઉપયોગ થાય છે.

જુદા જુદા પોષકતત્વોયુક્ત દ્રાવણમાં જરૂરી ખનીજક્ષારોની સાંદ્રતા (મિ. ગ્રા. પ્રતિ લિ.)

પોષકતત્વો	હોગલેંડ અને આર્નોન (૧૯૩૮)	હેવિટ (૧૯૬૬)	કૂપર (૧૯૭૯)	સ્ટેનર (૧૯૮૪)
નાઈટ્રોજન (N)	૨૧૦	૧૬૮	૨૦૦-૨૩૬	૧૬૮
ફોસ્ફરસ (P)	૩૧	૪૧	૬૦	૩૧
પોટાશ (K)	૨૩૪	૧૫૬	૩૦૦	૨૭૩
કેલ્શિયમ (Ca)	૧૬૦	૧૬૦	૧૭૦-૧૮૫	૧૮૦
મેગ્નેશિયમ (Mg)	૩૪	૩૬	૫૦	૪૮
સલ્ફર (S)	૬૪	૪૮	૬૮	૩૩૬
આયર્ન (Fe)	૨.૫	૨.૮	૧૨	૨-૪
કોપર (Co)	૦.૦૨	૦.૦૬૪	૦.૧	૦.૦૨
ઝિંક (જસત) [Zn]	૦.૦૫	૦.૦૬૫	૦.૧	૦.૧૧
મેંગેનીઝ (Mn)	૦.૫	૦.૫૪	૨.૦	૦.૬૨
બોરોન (B)	૦.૫	૦.૫૪	૦.૩	૦.૪૪
મોલિબ્ડેનમ (Mo)	૦.૦૧	૦.૦૪	૦.૨	-

પોષકતત્વોયુક્ત દ્રાવણ બનાવવા માટે ધ્યાનમાં લેવાના અગત્યના પરિબળો :

(૧) પાક દ્વારા થતા પોષકતત્વોનો ચોક્કસ ઉપાડ

(૨) માધ્યમની લાક્ષણિકતા

(૩) ઉપયોગમાં લેવાયેલ સિંચાઈના પાણીની રાસાયણિક સંરચના

(૪) પાકની વૃદ્ધિ અવસ્થા

(૫) વાતાવરણની પરિસ્થિતિ તેમજ વધારાના દ્રાવણનો પુનઃ ઉપયોગ

પોષકતત્વોયુક્ત દ્રાવણની લાક્ષણિકતા :

જમીનરહિત ખેતી પદ્ધતિમાં છોડના વિકાસ માટે જરૂરી એવા બધા પોષકતત્વો ઓછાવત્તા પ્રમાણમાં પોષકતત્વોયુકત દ્રાવણમાંથી મળી રહે છે. માધ્યમમાં રહેલ પોષકતત્વોની ઉપલબ્ધી pH (પી.એચ.) પર આધારિત છે. જે માધ્યમનો સ્થાયી પરિબળ ન હોવાથી અચોક્કસ છે પોષકતત્વોયુકત દ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવતા ઘટકો નીચે મુજબ છે :

(૧) મુખ્ય પોષકતત્વો: નાઈટ્રોજન, ફોસ્ફરસ, પોટાશ, કેલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમ, સલ્ફર.

(૨) સૂક્ષ્મ પોષકતત્વો: આર્યન, કોપર, ઝિંક (જસત), મેંગેનીઝ, બોરોન, મોલિબ્ડેનમ.

ક્લોરિન અને નિકલ જરૂરી ઘટકો હોવા છતાં પોષકદ્રાવણમાં ઉમેરવામાં આવતા નથી. સોડિયમ અને કોબાલ્ટ અમૂક છોડ માટે જરૂરી અને બીજા છોડ માટે ફાયદાકારક છે. સિલિકોન અમૂક છોડ માટે ફાયદાકારક છે, પરંતુ જરૂરી નથી. ક્લોરિન અને સોડિયમ સિંચાઈના પાણીમાંથી જરૂરિયાત મુજબ પૂરતા જથ્થામાં લભ્ય બને છે. શાકભાજી પાકો દ્વારા કેલ્શિયમ શોષાય એ માટે પોષકદ્રાવણમાં ક્લોરિન ઉમેરવામાં આવે છે.

પોષક દ્રાવણના એકમોનું નિયમનઃ

પી. એચ. (pH) :

માધ્યમનો pH છોડને પ્રાપ્ય પોષકતત્વો અંગે જાણકારી પૂરી પાડે છે. તેથી નિયમિત રીતે માટીરહિત માધ્યમનો pH જાળવવો જોઈએ. પોષકદ્રાવણના pH માં થતો ફેરફાર, છોડ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતા પોષકતત્વોના ઋણ વીજભાર (એનઆયન) અને ઘન વીજભર (કેટઆયન) ના સંતુલનના દરના તફાવત પર આધારિત છે. જ્યારે એનઆયન-કેટઆયન કરતાં વધુ સાંદ્રતામાં છોડ દ્વારા શોષાય ત્યારે છોડ ઈલેક્ટ્રીક ચાર્જ સંતુલિત કરવા માટે OH અથવા HCO_3 એનઆયન બહાર કાઢે છે, જે pH આંકમાં વધારો કરે છે. આ પ્રક્રિયાને ફિઝિયોલોજીકલ આલ્કલીનીટી કહેવાય છે. એમોનિયમનો પોષકદ્રાવણમાં નાઈટ્રોજનના સ્ત્રોત તરીકે ઉમેરવાથી તેનો pH જાળવી રાખે છે તેથી પોષકતત્વોની પ્રાપ્તિની ખાત્રી થાય છે.

pH આંક ઘટાડવા માટે નાઈટ્રિક, સલ્ફ્યુરિક અથવા ફોસ્ફોરિક એસિડ એકલું અથવા સંયુકત સ્વરૂપમાં ઉમેરી રાસાયણિક સંતુલન કરવામાં આવે છે. pH આંક HCO_3 અને CO_3 આયનની સાંદ્રતા સાથે સંબંધિત હોવાથી જ્યારે એસિડ ઉમેરવામાં આવે ત્યારે CO_3 આયન HCO_3 આયનમાં પરિણમે છે અને HCO_3 આયન H_2CO_3 માં ફેરવાય છે.

ઈલેક્ટ્રિકલ કન્ડકટીવીટી (ઇસી-EC) :

પોષકદ્રાવણમાંથી પોષકતત્વો તથા પાણી છોડ દ્વારા શોષાતા હોવાથી ઈલેક્ટ્રિકલ કન્ડકટીવીટીમાં સતત ફેરફાર થતો રહે છે. તેથી બંધ તેમજ ખુલ્લી અને બન્ને પદ્ધતિમાં કોઈ એક આયનની સાંદ્રતામાં થતા ઘટાડા અને બીજા વીજભારની સાંદ્રતામાં થતા વધારા પર દેખરેખ રાખવી જરૂરી છે.

ખુલ્લી પ્રણાલીમાં પોષકતત્વોને દ્રાવણના પુનઃ

નિર્માણ બાયકાર્બોનેટસ, સલ્ફેટસ અને ક્લોરાઇડસ જેવા કેટલાક આયનોના ઉચ્ચ સ્તરના સંચયને કારણે ઇસી મૂલ્યમાં વધારો થાય છે. જમીન રહિત મીડિયા પણ કેટલાક આયનને જાળવી શકે છે જેથી ઇ. સી. વધે છે. જમીન રહિત મીડિયાનું સારી ગુણવત્તાવાળા પાણી સાથે નિયંત્રિત લિચિંગ કરીને મીઠું સંચય ઘટાડવાનો એક સારો વિકલ્પ છે.

તાપમાન :

પોષક દ્રાવણના તાપમાનનો છોડ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાયેલ ઓક્સિજનના જથ્થા સાથે પ્રત્યક્ષ તેમજ પાણીમાં દ્રાવ્ય ઓક્સિજન સાથે પરોક્ષ સંબંધ છે. તાપમાન એ ખાતરની દ્રાવ્યતા અને મૂળની ગ્રાહયક્ષમતા પર પણ અસર કરે છે. દરેક પ્રકારના છોડની વૃદ્ધિ અને વિકાસ માટે ન્યૂનતમ, મધ્યમ અને મહત્તમ તાપમાન જરૂરી ભાગ ભજવે છે. આ માટે પોષકદ્રાવણના તાપમાનને સંતુલિત રાખે એવી પદ્ધતિ વિકસાવવી જરૂરી છે.

પોષકદ્રાવણનું ઓક્સિજીનેશન :

મૂળ વિસ્તારમાં અપૂરતી હવાની અવરજવરને કારણે પોષકદ્રાવણના તાપમાનમાં થતો વધારો પ્રાણવાયુ (ઓક્સિજન) નો ઉપયોગ વધારે છે જેથી મૂળ વિસ્તારમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડની સાંદ્રતા વધે છે. પાણીમાં ઓક્સિજનની ૩ થી ૪ મિ.ગ્રા. કરતાં ઓછી દ્રાવ્યતા મૂળના વિકાસને રૂંધે છે. તેમજ પર્ણો બદામી રંગમા પરિવર્તે છે, જે ઓક્સિજનની અછતના પ્રાથમિક લક્ષણો છે. આ ઉપરાંત, પોષકદ્રાવણમાં ઓક્સિજનની સાંદ્રતા પાકની માંગ પર આધારિત છે. જ્યારે પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રિયા વધે છે ત્યારે પ્રાણવાયુની માંગ પણ વધે છે. સામાન્ય રીતે લાંબા સમયગાળાથી ઉપયોગમાં રહેલ માધ્યમમાં વિઘટન પામેલ ખાતર સૂક્ષ્મજીવોની પ્રક્રિયા વધારે છે. જેને કારણે છોડના મૂળ વિસ્તારમાં જરૂરી ઓક્સિજન માટે સ્પર્ધા વધે છે. ઉછેર માધ્યમમાં ગાઢ રીતે મૂળ વિકસેલા હોવાથી જરૂરી પ્રમાણમાં ઓક્સિજન મેળવી શકતા નથી. આમ, પોષકદ્રાવણનું ઓક્સિજીનેશન એક અગત્યનો મુદ્દો છે જેને પૂરી ગંભીરતાથી સમજવો જોઈએ.

કૃષિ વિષયક માર્ગદર્શન માટે કૃષિ વિજ્ઞાન કેન્દ્રોનો સંપર્ક સાધો					
સ્થળ	**જિલ્લો**	**ફોન**	**સ્થળ**	**જિલ્લો**	**ફોન**
અરણેજ	અમદાવાદ	૦૨૭૧૪-૨૯૪૪૪૫	નવસારી	નવસારી	૦૨૬૩૭-૨૮૨૦૦૮
અમરેલી	અમરેલી	૦૨૭૯૨-૨૨૭૧૨૨	વેજલપુર	પંચમહાલ	૦૨૬૭૬-૨૩૪૮૨૦
દેવાતજ	આણંદ	૦૨૬૯૭-૨૯૧૩૨૭	સમોડા-ગણવાડા	પાટણ	૦૨૭૬૭-૨૮૫૫૨૮
દેથલી	ખેડા	૦૨૬૯૪-૨૯૧૨૫૨	ખાપટ	પોરબંદર	૦૨૮૬-૨૨૪૨૪૧૬
ડીસા	બનાસકાંઠા	૦૨૭૪૪-૨૨૦૩૫૦	તરઘડીયા	રાજકોટ	૦૨૮૧-૨૭૮૪૧૭૦
થરાદ	બનાસકાંઠા	૦૨૭૪૮-૨૭૮૪૩૬	પીપળીયા	રાજકોટ	૦૨૮૨૪-૨૯૨૮૮૪
ચાસવડ	ભરૂચ	૦૨૬૪૩-૨૮૫૦૩૯	ખેડબ્રહ્મા	સાબરકાંઠા	૦૨૭૭૫-૨૨૦૧૨૬
સણોસરા	ભાવનગર	૦૨૮૪૬-૨૮૩૩૨૨	વ્યારા	તાપી	૦૨૬૨૬-૨૨૧૮૬૯
દાહોદ	દાહોદ	૦૨૬૭૩-૨૪૫૬૫૯	નાના કાંધાસર	ચોટીલા	૦૨૭૫૧-૨૪૯૧૨૦
રાંધેજા	ગાંધીનગર	૦૭૯-૨૩૯૭૫૨૨૩	ગોલાગામડી	છોટાઉદેપુર	૦૨૬૬૫-૨૪૩૨૪૦
જામનગર	જામનગર	૦૨૮૮-૨૭૧૦૧૬૫	અંભેટી	વલસાડ	૦૨૬૩૩-૨૬૦૦૫૫
કોડીનાર(અંબુજાનગર)	જૂનાગઢ	૦૨૭૯૫-૨૩૨૧૬૩	વઘઈ	ડાંગ	૦૨૬૩૧-૨૪૬૨૩૯
મુંદ્રા	કચ્છ	૦૨૮૩૮-૨૨૨૩૮૪	દેડીયાપાડા	નર્મદા	૦૨૬૪૯-૨૩૪૫૦૧
ખેરવા	મહેસાણા	૦૨૭૬૨-૨૮૬૦૮૦	સુરત	સુરત	૦૨૬૧-૨૬૫૫૫૬૫

માટીરહિત માધ્યમોમાં ગુલાબની ખેતી

✍ ડૉ. એસ. એલ. ચાવલા ✍ ડૉ. દિપલ ભટ્ટ ✍ પ્રો. એચ. પી. શાહ ✍ પ્રો મુકેશ પટેલ ✍ ડૉ. સુધા પાટીલ
પુષ્પ વિજ્ઞાન વિભાગ, અસ્પી બાગાયત-વ-વનીય મહાવિદ્યાલય
નવસારી કૃષિ યુનિવર્સિટી, નવસારી -૩૯૬૪૫૦
ફોન : (૦૨૬૩૭) ૨૮૨૧૪૪

ગ્રીનહાઉસમાં માટી રહિત માધ્યમોમાં ગુલાબની ખેતી એ ખૂબ જ નફાકારક ગણાય છે. ભારતના ઘણાં ભાગોનું હવામાન ગુલાબને માફક આવે છે અને આખા વર્ષ દરમિયાન ગુલાબના ફૂલ ઉગાડી શકાય છે.

ગ્રીનહાઉસમાં માટીરહિત માધ્યમમાં ગુલાબની ખેતી નફાકારક રીતે કરી શકાય છે. માટી રહિતના માધ્યમોમાં મુખ્યત્ત્વે કોકોપીટનો વપરાશ વધારે થાય છે જેની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ નીચે મુજબ છે.

(૧) કોકોપીટ બંધારણિય રીતે ૪૫ % થી વધુ લિગ્નીન ધરાવતું હોવાથી જલ્દીથી કોહવાતું નથી અને લાંબો સમય સુધી ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

(૨) કોકોપીટ નાળિયેરના છોતરામાંથી બનતુ હોવાથી જમીનજન્ય રોગના જીવાણુઓથી મુકત હોય છે.

(૩) પીએચ તથા ઈસી જલ્દીથી બદલાતા નથી.

જર્બેરા નાજૂક મૂળ ધરાવે છે પર્લાઈટ અને વર્મિકયુલાઈટ વજનમાં હલકાં હોય છે. કોકોપીટ, પર્લાઈટ અને ડાંગરના કૂસકાના મિશ્રણમાં પણ જર્બેરા સારી રીતે ઉગાડી શકાય છે. ૬0% કોકોપીટ અને ૪0% પર્લાઈટ વાપરવામાં આવે છે. કોઈપણ મિશ્રણ કરતી વખતે તેનો અમ્લતા આંક અને વિદ્યુતવાહકતાનું ધ્યાન રાખવું જરૂરી છે.

જમીન સિવાયના માધ્યમમાં ખેતી (સોઈલલેસ કલ્ટિવેશન) માટે ફૂલછોડની રોપણી :

સામાન્ય રીતે માટીના કૂંડા, પ્લાસ્ટિકના કૂંડા અથવા પ્લાસ્ટિક શીટ (HDPE શીટ/ મલ્ચિંગ શીટ) માં કરવામાં આવે છે. આ કૂંડા અથવા પ્લાસ્ટિક શીટ લોખંડના સળીયાથી બનાવેલા સ્ટેન્ડ પર મૂકવામાં આવે છે. માટીના કૂંડામાં માધ્યમ ભરતા પહેલા ૧૦ મિનિટ સુધી ગરમ પાણીમાં નિર્જીવીકરણની ટ્રીટમેન્ટ આપવામાં આવે છે. ત્યારબાદ આ કૂંડામાં રાસાયણિક, વરાળ અથવા સોલરાઈઝેશન પદ્ધતિથી નિર્જીવીકરણ (સ્ટરીલાઈઝેશન) કરેલ માધ્યમ ભરવામાં આવે છે. ગ્રીનહાઉસમાં કૂંડાને એક સરખી ઊંચાઈના લોખંડ અથવા GI પાઈપના સ્ટેન્ડ ઉપર બે કૂંડાની હાર વચ્ચે ૫૦ સે.મી. અંતરે રોજીંદા ખેત કાર્યો કરવામાં સરળતા રહે તે રીતે ગોઠવવામાં આવે છે.

આબોહવા :

ગુલાબના પાકને દિવસ દરમિયાન ઓછામાં ઓછા અડધા દિવસનો સૂર્યપ્રકાશ ખૂબ જ આવશ્યક છે. ગુલાબના ઉત્તમ વિકાસ માટે ૧૫° થી ૨૮° સે. જેટલું તાપમાન જરૂરી છે. જો ગ્રીનહાઉસનું તાપમાન ૨૮° સે.થી વધુ હોય તો છોડની સપાટી પરથી પાણી ઉડતું અટકાવવા ગ્રીનહાઉસમાં સાપેક્ષ ભેજ (રીલેટીવ હયુમિડિટી) વધારવી જોઈએ. જે માટે ફોગરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ગુલાબમાં પ્રકાશ અને તાપમાનનો ગુણોત્તર જાળવવો ખૂબ જ જરૂરી છે.

ગુલાબમાં ૬૦ થી ૬૫ % ભેજ જાળવવામાં આવે છે.

જાતની પસંદગી માટે ધ્યાનમાં રાખવાના મુદ્દાઓ :

(૧) વધુ પાંદડીઓ હોય તેવી અને ફૂલની પાંદડીઓ ધીમે ધીમે ખીલે તેવી હોવી જોઈએ

(૨) વધુ ઉત્પાદન આપતી જાતો ઉગાડવી જોઈએ

(૩) ફૂલની વધુ ટકાઉ શકિત ધરાવતી જાતો વાવવી

(૪) સારી લંબાઈ ટકાઉ દાંડીવાળા કાંટા વગરની જાતો કે જેની સરળતાથી માવજત કરી શકાય તેવી જાતો વાવવી

(૫) આકર્ષક અને સારા રંગ ધરાવતી જાતોમાં લાલ રંગ ખૂબ જાણીતો છે. પરંતુ ગુલાબી, નારંગી, દ્વિરંગી કે જેનો રંગ ઉડી જતો હોય તેવી જાતો પણ પ્રચલિત છે

(૬) ફૂલની કાપણી પછીનું આયુષ્ય (વાઝલાઈફ) વધુ હોવી જોઈએ

(૭) રોગ જીવાત અને અન્ય ભૌતિક માવજતો કે કાપણી કે ટ્રાન્સપોર્ટમાં બગડતી ન હોય તેવી જાતોનો ઉપયોગ કરવો

ગ્રીનહાઉસમાં ઉગાડાતા ગુલાબના ફૂલોના પ્રકાર અને તેમની વિવિધ જાતો

અ.નં.	પ્રકાર	લાક્ષણિકતા
૧	**લાંબી દાંડી વાળા ગુલાબ (હાઈબ્રિડ–ટી)**	૫૦–૧૨૦ સે.મી. દાંડીની લંબાઈ ૧૦૦–૧૫૦ ફૂલ/ચો.મી./વર્ષ
૨	**મધ્યમ લંબાઈની દાંડીવાળા ગુલાબ (ફ્લોરીબંડા)**	૫૦–૭૦ સે.મી. દાંડીની લંબાઈ ૨૦૦ ફૂલ/ચો.મી./વર્ષ
૩	**ટૂંકી દાંડીવાળા ફૂલો**	૩૦–૭૦ સે.મી. દાંડીની લંબાઈ ૨૫૦ – ૩૫૦ ફૂલ/ચો.મી./વર્ષ
૪	**સ્પ્રે ગુલાબ (સ્પ્રે ફ્લોરીબંડા)**	૩૦૦ – ૪૦૦ ફૂલ/ચો.મી./વર્ષ
૫	**મિનિએચર ગુલાબ**	૨૦–૫૦ સે.મી. દાંડીની લંબાઈ ૩૦૦–૪૦૦ ફૂલ/ચો.મી./વર્ષ

ભારતીય ગ્રીનહાઉસમાં ઉગાડાતી હાઈબ્રિડ (લાંબી દાંડીવાળા) ગુલાબની જાતો :

- ટોપ સીક્રેટ
- કોનફ્રેટી
- પેશન
- સ્ટાર લાઈટ
- ફર્સ્ટ રેડ
- પોઈઝન
- એવાલેન્ચ
- ગોલ્ડ સ્ટ્રાઈક
- મેગ્નમ
- ગ્રાન્ડ ગાલા
- વિવાલ્ડી

રોપણીની રીત :

૬–૧૦ માસના નાના છોડ રોપવા લાયક ગણાય છે. છોડના મૂળ કોકોપીટમાં બરોબર બેસી જાય એ રીતે ૧૦ લિટર ક્ષમતાના કૂંડામાં બે છોડ પ્રતિ કૂંડા પ્રમાણે રોપ્યા બાદ ફરતે બરોબર કોકોપીટ દબાવી પિયત આપવું. જો ગુલાબના છૂટા મૂળવાળા આંખ કલમોની રોપણી કરવામાં આવે ત્યારે મૂળ વાળા ભાગને ૦.૨ % કાર્બેન્ડાઝીમ (૨ ગ્રામ/લિટર)માં બોળી રોપણી કરવી. રોપણી બાદ છોડને તરત જ પાણી આપવું. સામાન્ય રીતે ૧ એકર વિસ્તારમાં ૧૦ લિટરની ક્ષમતાના ૧૫,૦૦૦ કૂંડાની જરૂરિયાત પડે છે.

ખાતર વ્યવસ્થાપન :

સોઈલલેસ (જમીન સિવાયના માધ્યમ)માં લેવાતા ફૂલપાકોમાં ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા વધુ ફૂલનું ઉત્પાદન મેળવવા માટે ખાતર વ્યવસ્થાપન ખૂબ જ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. જર્બેરાની સોઈલલેસ કલ્ચરમાં ખેતી કરવા માટે માધ્યમનું પૃથકકરણ કર્યા

બાદ ખાતરની જરૂરિયાત નકકી કરવી. ખાતર પૂર્તતા ફર્ટિગેશન સિસ્ટમ (માઈક્રો ટયૂબ સહિતની ટપક સિંચાઈ પદ્ધતિની સાથે) દ્વારા કરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે જમીન સિવાયના માધ્યમમાં (કોકોપીટ) માં ગુલાબની ખેતી કરતી વખતે નીચેના કોઠામાં દર્શાવ્યા મુજબનાં પોષકતત્વો આપવામાં આવે છે.

ખાતર વ્યવસ્થાપન (૧ એકર વિસ્તાર માટે)

'એ' ટેન્ક : ૨૫૦ લિટર દ્રાવણ/એકર/દિવસ A tank: 250 litres of solution/acre/day	
કેલ્શિયમ નાઈટ્રેટ	5.6 Kg
પોટેશિયમ નાઈટ્રેટ	3.2 Kg
એમોનિયમ નાઈટ્રેટ	2.8 Kg
ફેરીક EDTA	280 g
'બી' ટેન્ક : ૨૫૦ લિટર દ્રાવણ/એકર/દિવસ	
મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ	4.8 Kg
મોનો એમોનિયમ ફોસ્ફેટ	1.6 Kg
મોનો પોટેશિયમ ફોસ્ફેટ	1Kg
સલ્ફેટ ઓફ પોટાશ	1.6 Kg
બોરોન	24 g
મેન્ગેનિઝ સલ્ફેટ	8g
ઝિંક સલ્ફેટ	9.6g
કોપર સલ્ફેટ	9.6 g
સોડિયમ મોલિબ્લેડમ	4.8 g
પોટેશિયમ નાઈટ્રેટ	2.4Kg

(Kg– કિ.ગ્રા., g – ગ્રામ)

રોપણી બાદની માવજત :

છોડ રોપ્યા બાદ ગ્રીનહાઉસને ગરમ અને ભેજવાળું રાખવું જેથી મૂળનો ઝડપથી વિકાસ થાય. ભારે સૂર્યપ્રકાશવાળા સમયે નાના છોડ ઉપર ફોગર દ્વારા પાણીનો છંટકાવ કરવો જેથી છોડનો મૃત્યદર ઘટાડી શકાય. આંખ કલમવાળા છોડમાં શરૂઆતમાં ફૂલની કળી (વટાણા જેવડી) આવશે જેને તોડી નાંખવી જેથી છોડનો વાનસ્પતિક વિકાસ સારો થઈ શકે.

બૅન્ડીગ (છોડના માળખાના વિકાસ માટેની માવજત):

ગુલાબની ખેતી જયારે ગ્રીનહાઉસમાં થતી હોય ત્યારે બૅન્ડીગ પ્રક્રિયા ખૂબ જ મહત્વની છે. ગુલાબના છોડ પર રહેલા પાંદડાઓ કાર્બોહાઈડ્રેટનું ઉત્પાદન કરે છે. તે છોડ માટે ખોરાક અને શ્વાસોચ્છવાસ માટે ખૂબ જ મહત્વનો છે. છોડમાં બેન્ડીગ કરવાથી છોડ ઉપરના પર્ણનો વિસ્તાર વધે છે તેમજ બેન્ડીંગ દરમિયાન ડાળીને નીચેથી બે થી ત્રણ આંખ છોડી વાળવાથી નીચેની આંખમાંથી જુસ્સાદાર પીલા નીકળી તેના ઉપર ઉચ્ચ ગુણવત્તા તેમજ લાંબી દાંડીવાળું ફુલ આવે છે. જેની બજાર કિંમત સારી મળે છે અને આ એક ખૂબ જ મહત્ત્વની અને આવડત માંગી લે તેવી પ્રક્રિયા છે.

રીત :

બેન્ડીંગની પ્રક્રિયામાં સામાન્ય રીતે નબળી ડાળીઓ પસંદ કરવામાં આવે છે. જેમાં ડાળીને બે થી ત્રણ આંખ છોડી નીચેથી પ્રથમ ૪૫° અને ત્યારબાદ ૯૦° ના ખૂણે રસ્તા તરફ વાળવામાં આવે છે. બેન્ડીંગ દરમિયાન અંગૂઠા અને પ્રથમ આંગળી વડે ડાળીને દબાવી પછી વાળવામાં આવે છે. આમ, કરવાથી ડાળીને સૂર્યપ્રકાશ વધુ મળશે. વળી, ડાળીની ટોચ પણ ચૂંટી કાઢવામાં આવે છે જેથી નીચેની બે થી ત્રણ આંખોમાંથી જુસ્સાદાર પીલા નીકળી લાંબી દાંડીવાળા સારી ગુણવત્તાવાળા ફૂલો મળે છે. બેન્ડીંગ દરમિયાન ડાળીઓ એ રીતે વાળવામાં આવે છે કે જેથી એક ડાળી બીજી ડાળી ઉપર સીધી ન વાળતાં બાજુમાં વાળવી જેથી નીચેની ડાળીને પણ પૂરતો સૂર્યપ્રકાશ મળી રહે.

ગ્રીનહાઉસમાં રોજીંદુ કાર્ય :

(ક) બેન્ડીંગવાળી ડાળીઓને ટેકા આપવા તેમજ

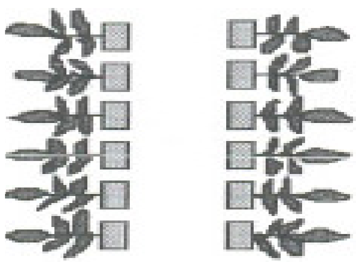
કયારાની બંન્ને બાજુએ ૩ મીટરના અંતરે ટેકા રોપવા જેના ઉપર ૩૦–૪૦ સે.મી. ના ગેલ્વેનાઈઝડ વાયર કે પ્લાસ્ટિકની દોરીથી છોડને ટેકો આપવો.

(ખ) વધારાની કળી ચૂંટવી (ડીસબડીંગ): મુખ્ય કળીની નીચેની બાજુની વધારાની કળીઓને તોડી લેવી, જેથી મુખ્ય ફૂલના કદમાં અને ગુણવત્તામાં વધારો થાય છે.

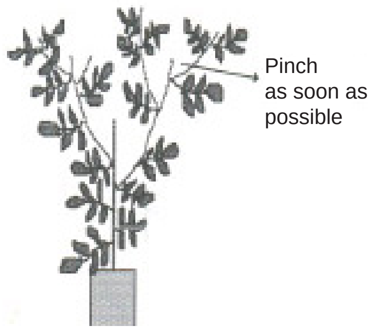
(ગ) છોડના વિકાસમાં અવરોધરૂપ મુખ્ય પ્રકાંડ ઉપર આંખ કલમની નીચેથી નીકળતા નકામા પીલા કાપવા.

છોડને આરામ આપવો :

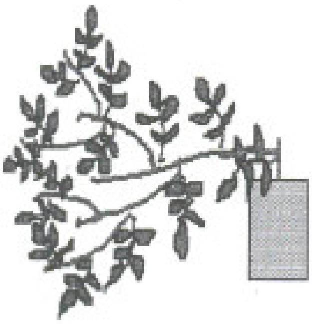
જૂન– ઓગષ્ટ માસ દરમ્યાન જયારે છેલ્લા ફૂલની કાપણી થાય ત્યારબાદ ખાતર અને પાણી ઓછું કરવા. જમીનની જાત પ્રમાણે ૪ થી ૮ અઠવાડિયા આરામ આપવો. મોટા ભાગના પાન ખરી જશે. અને છોડને ૩૦–૬૦ સે.મી. કૂંડાની સપાટી ઉપર રહે તે પ્રમાણે છાંટણી કરવી. ત્યારબાદ પિયત અને ખાતર આપવું નવા અંકુરોને સખત તાપથી રક્ષણ આપવા છાયડો કરવો.



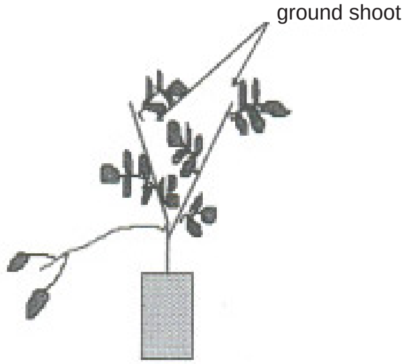
રસ્તો રસ્તો



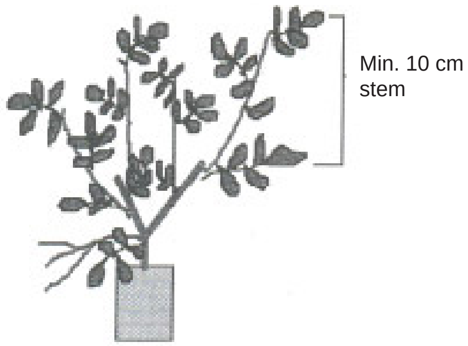
ડૂંખ કાપવી



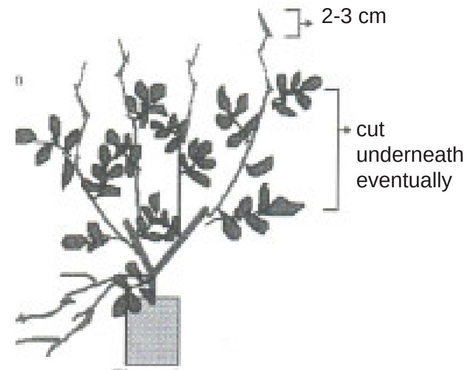
ડાળી વાળવાની પ્રક્રિયા (બેન્ડીંગ)



પાયાની ડાળીઓ



ડૂંખની છટણી



ડૂંખની છટણી

પિયત :

પિયત માટે બે મુખ્ય પદ્ધતિઓ છે, મિસ્ટ(ફોગર) અને ડ્રિપ ઈરિગેશન. ફોગરનો ઉપયોગ શરૂઆતમાં રોપણી વખતે પાણી આપવા માટે કરવો, જયારે ત્યારબાદ તેનો ઉપયોગ તાપમાન વધવાને લીધે ગ્રીનહાઉસમાં ભેજનું પ્રમાણ જાળવવા માટે તથા તાપમાનના નિયમન માટે પણ થાય છે. પાણીની જરૂરિયાતનો આધાર તાપમાન, સરેરાશ ભેજ, પ્રકાશ તથા છોડના વિકાસની અવસ્થા પર અવલંબે છે. ઉપરોકત પરિબળોને ધ્યાને લઈ ગુલાબના છોડને પ્રતિ દિન ૫૦૦ મિલિ થી ૧.૫ લિટર પાણીની જરૂરિયાત રહે છે. મિસ્ટથી કળીઓ પર પડતુ પાણી ઘણી વખત ફૂલોની ગુણવત્તા ઓછી કરે છે.

ફૂલોની કાપણી અને માવજત :

ગુલાબના ફૂલોની કાપણીની અવસ્થા જાત પ્રમાણે નકકી થાય છે. લણણી બજારની માંગ અને ખેતરથી તેનું અંતર અથવા નિકાસ બજાર પ્રમાણે નકકી થાય છે. લણણી બાદ, જયારે ગુલાબ ગ્રાહક પાસે પહોચે ત્યારે બરાબર ખીલવું જોઈએ. જો ફૂલની કળી ખોટી અવસ્થાએ કાપવામાં આવે તો ફુલદાનીમાં બરોબર ખુલતી નથી. લણણી સમયે એક થી બે પાકા પાન છોડ ઉપર રહેવા જોઈએ વહેલી સવારમાં ફૂલો ઉતારવા જોઈએ. ફૂલોની કાપણી જયારે પાંદડીઓનો રંગ પૂરેપૂરો આવી ગયો હોય અને બહારની એક કે બે પાંદડીઓ ઉઘડવાની શરૂઆત થાય ત્યારે કાપણી કરવી જોઈએ. વીણીની સંખ્યા તાપમાન અને જાત પ્રમાણે બદલાય છે.

ફૂલો ઉતાર્યા બાદ તુરત જ પાણીથી ભરેલી ડોલમાં દાંડીનો નીચેનો છેડો ડૂબે તે રીતે મૂકવા જોઈએ. ત્યારબાદ તેને ત્રણ કલાક સ્ટોરેજમાં (શીતાગાર) ૨° સે. થી ૧૦° સે. તાપમાને રાખવા જોઈએ. વર્ગીકરણ કરેલી જૂડીને કલોરીનવાળા પાણીમાં કોલ્ડ સ્ટોરેજમાં ૨° સે. તાપમાને રાખવા. દાંડીના નીચેના ૧/૩ જેટલા ભાગના પાંદડા ડી–ફોલિએટર મશીનથી દૂર કરવામાં આવે છે. વર્ગીકરણ દાંડીની લંબાઈ અને ગુણવત્તા પ્રમાણે કરવું. દાંડી રોગ–જીવાત મુકત, જમીન કે દવાના અવશેષો મુકત, ડાઘા વગરની, તંદુરસ્ત હોવી જોઈએ. કળીનું કદ અને દાંડીની જાડાઈ એક સરખી હોવી જોઈએ જેથી ગુણવત્તા અને સારા દેખાવને લીધે સારા ભાવ મળી શકે. દાંડીની લંબાઈ મુજબ ફૂલો છૂટા પાડી તેના બંડલ બનાવી (૨૦ ફૂલો) તેને કોરૂગેટડે પેપરમાં વીંટાળવા.

પેકિંગ કર્યા પહેલાં ફૂલોનું વર્ગીકરણ કોલ્ડ સ્ટોરેજ રૂમમાં કરવામાં આવે છે. ગુલાબના ફૂલોનું ગ્રેડિંગ દાંડીની લંબાઈ તથા ફૂલોના રંગ પરથી કરાય છે.

દાંડીની લંબાઈ પ્રમાણે ગુલાબના ફુલોનું વર્ગીકરણ

ગ્રેડ	દાંડીની લંબાઈ	કળીની સાઈઝ(સેમી)
મોટા ફૂલો 'એ'	૬૦–૯૦ (સેમી)	૩.૦–૩.૫
મધ્યમ કદના ફૂલ 'બી'	૪૫– ૬૦ (સેમી)	૨.૦–૨.૫
નાના ફૂલ 'સી'	૩૦–૪૫ (સેમી)	૨.૦ થી ઓછી

બજારમાં લાલ,ગુલાબી તથા કેસરી કલરના ફૂલોની ખૂબ માંગ હોય છે અને પીળા તેમજ સફેદ ફૂલોની માંગ થોડી ઓછી રહે છે અને દ્વિરંગી ફૂલોની માંગ પણ બજારમાં ઓછી રહે છે.

પાક સંરક્ષણ :

(ક) જીવાત :

મોલો, તડતડીયાં, થ્રિપ્સ અને ચીકટો જેવી જીવાતો વધુ પ્રમાણમાં જોવા મળે છે. આ પ્રકારની જીવાતોના નુકસાન તરીકે પાન કોકડાઈ જવા, કરડાયેલા પાન અથવા પીળાશ પડતા પાન છોડ ઉપર જોવા મળે છે. આવી જીવાત શોષક પ્રકારની દવાઓ જેવી કે ફિપ્રોનીલ ૫ % દવા ૧૦ મિ.લિ/૧૦ લિટર, ઈમીડાકલોપ્રીડ ૩ મિ.લિ./ ૧૦ લિટર પાણી દ્વારા નિયંત્રિત કરી શકાય.

કથીરીનું નિયંત્રણ કરવા માટે એબામેકટીન ૧.૯ % ઈ.સી. દવા ૫ મિ.લિ./૧૦ લિટર અથવા ડાયકોફોલ ૧૮.૫ % ઈ.સી ૨૫ મિ.લિ./૧૦ લિટરનો ઉપયોગ કરવો.

કળી ખાનાર ઈયળના નિયંત્રણ માટે ઈમામેકટીન બેન્ઝોએટ ૫ %, સોલ્યુબલ ગ્રેન્યુઅલ ૩ ગ્રામ અથવા ડાયફલૂબેન્ઝુરોન ૨૫ % વે.પા. ૧૬ ગ્રામ/૧૦ લિટર દવાનો છંટકાવ કરવો.

(ખ) રોગ :

(૧) ભૂકી છારો : વેટેબલ સલ્ફર ૨૦ ગ્રામ/૧૦ લિટર

(૨) ડાયબેક(અવરોહ મૃત્યુ) : નુકસાન પામેલ ડાળીઓ કાપી કપાયેલ ભાગ ઉપર બોર્ડોપેસ્ટ ચોપડવું.

(૩) કાળાં ટપકાં : પ્રેપીકોનાઝોલ ૧૦ મિ.લિ./૧૦ લિટર પાણીમાં ભેળવી છંટકાવ કરવો.

પેકિંગ :

ગુલાબના ફૂલ કોરૂગેટેડ ફાયબર બોર્ડ (સીએફબી) બોક્ષમાં પેક કરવામાં આવે છે. જેનું કવર ટેલીસ્કોપિક હોવું જોઈએ. આ ફૂલોને ગોળ બંચમાં ગોઠવવા જોઈએ અને દાંડીવાળો ભાગ ભેજવાળા પેપરથી વીંટાળવો જોઈએ અને ઉપરની કળીનો ભાગ ટિશ્યૂ પેપર વડે કવર કરવો. સીએફબી બોક્ષની લંબાઈ ૧૨૦ સે.મી., પહોળાઈ ૪૫ સે.મી. અને ઊંચાઈ ૨૫ સે.મી. હોવી જોઈએ. આ બોક્ષમાં પોલીઈથીલીનની શીટ નીચેના ભાગમાં પાથરવી જોઈએ અને બાજુના ભાગમાં ટિશ્યૂ પેપર મૂકવા જોઈએ ટિશ્યૂ પેપર મૂકવાથી ફૂલોને ઘર્ષણ લાગતું નથી. એક બંચમાં બનતા બે સ્તરની વચ્ચે ટિશ્યૂ પેપર મૂકવું જોઈએ. જેથી ફૂલો એકબીજાને સ્પર્શ થઈ ના શકે. દાંડીની લંબાઈ મુજબ ફૂલો છૂટા પાડી તેના બંડલ બનાવી (૨૦ ફૂલો) તેને કોરૂગેટેડ પેપરમાં વીંટાળવા. એક બોકસમાં ચાર જૂડી ફૂલો (૮૦ દાંડી) ગોઠવવામાં આવે છે. ફૂલોને ૨° સે. ઉષ્ણતામાને રેફ્રિજરેટેડ વાનમાં મોકલવામાં આવે છે.

ફૂલોને લાંબો સમય તાજા રાખવા માટેના પગલાં :

ગુલાબના ફૂલોને લાંબો સમય સુધી તાજા રાખવા માટે ૨% સુક્રોઝ + ૧૦૦ પીપીએમ એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ + ૨૦૦ પીપીએમ ૮–એચકયુસીના દ્રાવણમાં ૧૫ મિનિટ સુધી રાખી પલ્ચીંગની માવજત આપવી.

ઉત્પાદન :

સામાન્ય રીતે ગુલાબમાં અંદાજીત વર્ષે ૨૫ થી ૩૦ ફૂલો પ્રતિ છોડ અથવા ૧૫૦ થી ૨૨૦ ફૂલો પ્રતિ ચો.મીટર જેટલું ઉત્પાદન મળે છે. ઉત્પાદનનો આધાર જાત અને માવજત ઉપર રહેલો છે.

વર્ટિકલ ફાર્મિંગ

✍ ડૉ. એચ. એલ. ધડુક
ઔષધિય અને સુગંધિત પાક સંશોધન કેન્દ્ર, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ - ૩૮૮૧૧૦
ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૧૪૮૨

અત્રે આપેલા લેખનું વિષયવસ્તુ જોતાં જરા નવું લાગશે. સામાન્ય રીતે આપણે ખેતી એટલે કે, જમીન ઉપર બીજ વાવ્યા, તેને ખાતર પાણી આપવા તેમજ સૂર્યપ્રકાશની શક્તિથી તેમાંથી ઉત્પાદન મેળવવું એવું સમજતા હોઇએ છીએ. હાલમાં ખેતીની જુદી જુદી પદ્ધતિમાં ધરખમ ફેરફાર થયેલા છે તેમજ તેના મૂળ સ્વરૂપમાં જમીનની બાદબાકી થયેલ છે. હવે જ્યારે જમીનપ્રાપ્તિ એક ખૂબ જ અગત્યની બાબત છે ત્યારે તેના સીમિત થતા જતા સ્ત્રોત તરીકે જમીન વગરની ખેતી આવકાર્ય છે. અનાજ આવિષ્કારરૂપે હાઇડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનિક્સ જેવી પદ્ધતિનો વિકાસ હાલમાં ખૂબ જ ઝડપથી આગળ વધી રહ્યો છે. તેમાં પણ એક કદમ આગળ ચાલીએ તો આવે છે 'વર્ટિકલ ફાર્મિંગ' આ શબ્દ સમૂહનું ગુજરાતી કરવું સહેલું નથી તેને મૂળ સ્વરૂપમાં જ આ લેખમાં ઉપયોગ કરેલ છે. (જૂઓ ફોટા ટાઈટલ પેજ નં. ૪ ઉપર)

વર્ટિકલ ફાર્મિંગ એક એવી પદ્ધતિ છે જેમાં પાકનું એક પ્રકારની ટ્યૂબમાં વાવેતર કરવામાં આવે છે અને આવી ટ્યૂબને એકબીજાની ઉપર ગોઠવી દેવામાં આવે છે. આ ટ્યૂબમાં રાસાયણિક દ્રાવણ અથવા સંતૃપ્ત રાસાયણિક હવા દ્વારા પોષણ આપવામાં આવે છે. આવી ટ્યૂબને બહુમાળી મકાનમાં ગોઠવી દેવામાં આવે છે. એટલે કે એપાર્ટમેન્ટ ખેતરનું સ્વરૂપ લઇ લે છે.

વર્ટિકલ ફાર્મિંગનો ઇતિહાસ જોઇએ તો તેના પ્રણેતા ડૉ. ડિકસન ડેસ્પોમીયર જે કોલંબિયા યુનિવર્સિટી, અમેરિકાના છે તે ગણાય. તેઓએ એક પુસ્તક લખ્યું જેનું શિર્ષક હતું 'Vertical Farm - Feeding the World in the 21st Century'.

સામાન્ય રીતે આપણે એવુ માનીએ છીએ કે વનસ્પતિ જમીનમાંથી પોષણ મેળવે છે અને પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા ખોરાક તૈયાર કરે છે અને જો ઉપરોક્ત બે બાબતો ન હોય તો વનસ્પતિ જીવિત રહી શકતી નથી. પરંતુ વર્ટિકલ ફાર્મિંગમાં તો વનસ્પતિને ઘરા (એપાર્ટમેન્ટ) માં જમીન વગરના માધ્યમમાં અને સૂર્યપ્રકાશની ગેરહાજરીમાં ઉગાડવામાં આવે છે તો આવું કેમ શક્ય બને છે તે સમજી લઇએ.

વર્ટિકલ ફાર્મિંગમાં જમીનની જગ્યાએ હાઇડ્રોપોનિક્સ અને એરોપોનોક્સ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે જ્યાં સુધી સૂર્ય દ્વારા પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયાની વાત છે તો આ પદ્ધતિમાં સૂર્યપ્રકાશનું સ્થાન એલઇડી લેમ્પ લઇ લે છે. આ એલઇડી લેમ્પ દ્વારા જરૂરી સ્પ્રેક્ટ્રમની લાઇટ છોડ ઉપર ફેકવામાં આવે છે જે પ્રકાશ સંશ્લેષણની ક્રિયા માટે જવાબદાર બને છે.

આ પ્રકારના એલઇડી બલ્બમાંથી છોડવામાં આવતી લાઇટ 'લાલ' અને 'બ્લૂ' હોય છે. આ પ્રકારની લાઇટ દ્વારા વનસ્પતિની વૃદ્ધિ, કલર, સુગંધ અને પોષકમાત્રા ખૂબ જ ચીવટપૂર્વક જાળવી શકાય છે. આ પદ્ધતિથી પાકનું મહત્તમ ઉત્પાદન મેળવી શકાય છે.

અમેરિકામાં વ્યાપારિ ધોરણે આ ખેતી કરતા ફાર્મ આવેલા છે તેમાં સૌથી મોટા ફાર્મનું નામ છે એરોફાર્મ જે નેવાર્કમાં આવેલું છે તે ૭૦,૦૦૦ ચોરસ ફૂટમાં ફેલાયેલું છે. આ ફાર્મમાં વનસ્પતિની પોષણ વ્યવસ્થાના ભાગ રૂપે એરોપોનિક્સ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એક પ્રકારના ખાસ કાપડ જે બીસફીનોલ એ ફ્રી [BPA-free (Bisphenol) A free) પ્લાસ્ટિકમાંથી બનાવવામાં આવે છે તે વપરાય છે. આ પ્રકારના કાપડ

ઉપર બીજને ઉગાડવામાં આવે છે અને આ પ્રકારથી તૈયાર થતો પાક બિલકુલ સ્વસ્થ હોય છે. અમેરિકામાં જ બીજુ ફાર્મ જેનું નામ ગ્રીન સેન્સ ફાર્મ છે તે પણ આ પ્રકારની ખેતી કરે છે. પરંતુ તેમાં છોડને પોષણ આપવા માટે હાઇડ્રોપોનિક્સની 'ઇબ અને ફ્લો' પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિની વિગતવાર માહિતી આ જ પુસ્તકમાં દર્શાવેલ હાઇડ્રોપોનિક્સના લેખમાં આપવામાં આવેલ છે. આ પદ્ધતિમાં ટ્યૂબમાં નીચેના ભાગે નાળિયેરના છોતરાની ભૂકી પાથરી તેમાં પોષણયુક્ત દ્રાવણ પસાર કરવામાં આવે છે.

જમીન ઉપર કરવામાં આવતી ખેતી કરતાં વર્ટિકલ ફાર્મિંગમાં ૯૫% પાણીની ઓછી જરૂરિયાત પડે છે, તેવી જ રીતે જો એરોપોનિક્સ પદ્ધતિ અપનાવવામાં આવે તો હાઇડ્રોપોનિક્સ કરતા પણ ૪૦ % પાણીની જરૂરિયાત ઘટી જાય છે. તેની આ પદ્ધતિ દ્વારા મોટા પાયે પાણીની બચત થાય છે. બીજુ કે આ પ્રકારની ખેતી હવામાન પર આધારિત નથી તેથી દુષ્કાળ અને જળ પ્રલય જેવા કુદરતી પરિબળોનો ભય રહેતો નથી. આ પદ્ધતિથી વર્ષના ૩૬૫ દિવસ દરમિયાન પાક લઇ શકાય છે એટલે કે હવામાન પરિવર્તન (ક્લાઇમેટ ચેન્જ)ની અસરોથી બચી શકાય છે.

વર્ટિકલ ફાર્મિંગનો મુખ્ય લાભ એ છે કે તેમાં પાક ઉત્પાદનમાં કોઇ પણ જાતની કીટનાશક, નીંદણ નાશક કે ફૂગનાશક દવા વાપરવામાં આવતી નથી તેથી આ પ્રકારનું ઉત્પાદન વધારે સ્વાસ્થ્યપ્રદ હોય છે.

વર્ટિકલ ફાર્મિંગ મુખ્ય શહેરની નજીકમાં કરવામાં આવે છે તેથી ટ્રક અને બીજા વાહનો દ્વારા ખાદ્યપદાર્થની હેરાફેરી લાંબા અંતર માટે કરવી પડતી નથી. તેથી આ પ્રકારના પરિવહન દ્વારા ઉત્પન્ન થતો કાર્બન મોનોક્સાઇડ ઓછો કરી શકાય છે. આ બચત થયેલા હાઇડ્રોકાર્બનનો ઉપયોગ ખેતી માટેના કામકાજ જેવા કે ખેડ કરવી, ખાતર નાખવું, રોપણી, નીંદણ નાશ કરવો તેમજ કાપણી માટે કરી શકાય.

આવા વર્ટિકલ ફાર્મ ચીન, હોંગકોંગ અને મકાઉમાં ગ્રીન સેન્સ ફાર્મ નામની કંપની દ્વારા વિકસાવવામાં આવેલ છે. વર્ટિકલ ફાર્મિંગની શરૂઆત થઇ ત્યારે તેનું પ્રચલન ખૂબ ધીમું રહ્યુ તેનું મુખ્ય કારણ એલઇડી લેમ્પની ઊંચી કિંમત હતી. હવે આ પ્રકારના લેમ્પની કિંમતમાં ઘટાડો થતાં આ પ્રકારની ખેતીને વેગ મળ્યો છે. આ પ્રકારની ખેતીને ઉત્તેજન એટલા માટે આપવું જોઇએ કારણ કે તે આવતા દિવસમાં ફૂડ સિક્યુરિટી માટે ખૂબ જ અનિવાર્ય છે અને આ પ્રકારની ખેતી ઝીરો કાર્બન ફૂટ પ્રિન્ટસવાળી હોવાથી વૈશ્વિક તાપમાન (ગ્લોબલ વોર્મિંગ) ના યુગમાં ખૂબ જરૂરી છે.

ખેતી અંગેના માર્ગદર્શન માટે કૃષિ તજજ્ઞતા માહિતી કેન્દ્ર (એટિક)નો સંપર્ક સાધો

- પ્રોજેક્ટ મેનેજરશ્રી
  કૃષિ તજજ્ઞતા માહિતી કેન્દ્ર (એટિક)
  સરદારકૃષિનગર દાંતીવાડા કૃષિ યુનિવર્સિટી
  સરદારકૃષિનગર, જી. બનાસકાંઠા-૩૮૫૫૦૬
  ફોન : (૦૨૭૪૮) ૨૭૮૪૩૭

- પ્રોજેક્ટ મેનેજરશ્રી
  કૃષિ તજજ્ઞતા માહિતી કેન્દ્ર (એટિક)
  નવસારી કૃષિ યુનિવર્સિટી
  નવસારી - ૩૯૬૪૫૦
  ફોન : (૦૨૬૩૭) ૨૭૨૭૮૬

- પ્રોજેક્ટ મેનેજરશ્રી
  કૃષિ તજજ્ઞતા માહિતી કેન્દ્ર (એટિક)
  આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, બોરસદ ચોકડી સામે
  આણંદ - ૩૮૮૦૦૧
  ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૧૧૦૮

- પ્રોજેક્ટ મેનેજરશ્રી
  કૃષિ તજજ્ઞતા માહિતી કેન્દ્ર (એટિક)
  જૂનાગઢ કૃષિ યુનિવર્સિટી
  જૂનાગઢ - ૩૬૨૦૦૧
  ફોન : (૦૨૮૫) ૨૬૭૨૦૮૦

હાઈડ્રોપોનિક્સ ઘાસચારા તકનીક : ઉત્પાદન, ઉપયોગીતા અને આર્થિક વિશ્લેષણ

✍ ડૉ.પરેશ એચ. રાઠોડ ✍ ડૉ.હિરેન કે. પટેલ ✍ ડૉ.ડી. પી. ગોહિલ ✍ ડૉ.રોનક આર. પ્રજાપતિ
મુખ્ય ઘાસચારા સંશોધન કેન્દ્ર, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ - ૩૮૮૧૧૦
ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૪૧૭૯

પશુધન ઉત્પાદનના વૈશ્વિક વલણો દર્શાવે છે કે પશુધન ઉત્પાદનોના ઉપયોગમાં ઝડપી અને વ્યાપક વધારો થઈ રહ્યો છે. એક અનુમાન મુજબ આગામી દિવસોમાં ભારત જેવા વિકાસશીલ દેશોમાં દૂધનો ઉપયોગ અંદાજે ૩.૩ % જેટલો વધશે. ભારતીય ગ્રામીણ અર્થતંત્રની સંપૂર્ણ વ્યવસ્થા કૃષિ તેમજ પશુધન ઉત્પાદનની આસપાસ વણાયેલ છે. પશુધન ઉત્પાદન એ ભારતીય કૃષિમાં કરોડરજ્જૂ સમાન કહી શકાય કારણ કે તે રાષ્ટ્રીય જીડીપીમાં ૪-૭ % જેટલો ફાળો આપે છે અને ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં ૭૦ % વસ્તી માટે રોજગારી અને જીવન-નિર્વાહ માટેનો મહત્ત્વનો સ્રોત છે. ગ્રામીણ ભારતમાં કુલ ઘરેલું કૃષિ આવકમાં પશુધનનો ફાળો આશરે ૧૨ % જેટલો છે અને ખાસ કરીને નાના અને સીમાંત ખેડૂતો તેમજ ભૂમિહિન વ્યક્તિઓના જીવનમાં પશુપાલનનો વ્યવસાય (ડેરી ફાર્મિંગ) મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આપણા દેશમાં સૌથી વધારે પશુધન અને સર્વાધિક દૂધ ઉત્પાદન થતું હોવા છતાં પ્રતિ પશુ દૂધ-ઉત્પાદકતાને વધારવીએ એક મોટો પડકાર છે. આપણે રોજ જે દૂધ પીએ છીએ, તે કંઈ હવામાંથી તો મળતું નથી દૂધાળા-પશુધનને બચાવવા તેમજ વધુ દૂધ-ઉત્પાદન મેળવવા પૂરતા-જથ્થામાં પોષણયુક્ત ખોરાકની જરૂર હોય છે અને દૂધાળા-પશુઓને પોષણસભર ખોરાકની સાચી માત્રા પૂરતા પ્રમાણમાં મળી રહે એ દરેક પશુપાલક/ખેડૂત માટે ચિંતાનો વિષય છે.

ભારતમાં દૂધાળા-પશુઓની દૂધ-ઉત્પાદકતા સરેરાશ ૧૨૦૦ કિ.ગ્રા. પ્રતિ પશુ પ્રતિ વર્ષ છે, જે વિશ્વની સરેરાશ દૂધ-ઉત્પાદકતા કરતાં ઘણી જ ઓછી છે અને આ નબળી ઉત્પાદકતા માટે લીલા અને શુષ્ક (સૂકા) ઘાસચારાની ઓછી પેદાવાર અને અછત એક મુખ્ય કારણ છે. સામાન્ય રીતે, પશુપાલનના કુલ ખર્ચમાં સંતુલિત પશુઆહારનો હિસ્સો આશરે ૬૫-૭૦ % હોય છે, જેમાં પણ લગભગ ૩૦-૩૫ % જેટલો ખર્ચ લીલાચારાનો થાય છે. આથી, એમ કહી શકાય કે ડેરી ફાર્મિંગના આર્થિક અને ટકાઉ વિકાસ માટે દૂધાળા-પશુઓને ગુણવત્તાયુક્ત લીલાચારાનું પોષણ પૂરતા પ્રમાણમાં મળી રહે તે ખૂબ જ અગત્યનું પાસું છે. ભારતીય ગૌચર જમીન અને ચારા સંશોધન સંસ્થાના વિઝન-૨૦૫૦ના દસ્તાવેજ પ્રમાણે વર્ષ ૨૦૫૦ સુધીમાં લીલા અને શુષ્ક ઘાસચારાની માંગ અનુક્રમે ૧૦,૧૨૦ અને ૬,૩૧૦ લાખ ટન સુધી પહોંચી જશે. હાલ દેશમાં શહેરીકરણના લીધે ઓછી થતી ગૌચર-જમીન અને બીજા અનેક પરિવર્તનને કરણે અંદાજિત ૬૫ % લીલાચારાની અને ૨૫ % સૂકાચારાની અછત વર્તાય છે અને વર્તમાન ઘાસચારા સંસાધનોના વિકાસ-દરને ધ્યાને લેતાં આ ખાધ વર્ષ ૨૦૫૦ સુધી પણ અનુક્રમે આશરે ૧૮.૪ અને ૧૩.૨ % ની રહશે.

આથી પશુપાલકોને લીલોચારો સતત મળી શકે તેવી વૈકલ્પિક અને ટકાઉ વ્યવસ્થા અને તકનીકની તાતી જરૂરિયાત છે. મજૂરીના ઊંચા દર તથા પિયતની અછતને લીધે વધતા જતા ઘાસચારા ઉત્પાદન-ખર્ચ અને ઘટતા જતા કુદરતી સંસાધનો વચ્ચે લીલાચારાની ખાધને પહોંચી વળવા માટે પરંપરાગત પદ્ધતિના વિકલ્પ સ્વરૂપે ઘણી અવનવી ટકાઉ તકનીકો પર વૈજ્ઞાનિક સંશોધન થઈ રહ્યું છે. જે અંતર્ગત, આજકાલ હાઈડ્રોપોનિક્સ દ્વારા ચારા ઉત્પાદનની પદ્ધતિ ખૂબ જ ચર્ચામાં છે અને આ તકનીકને બધી જ ઘાસચારા સંબધિત સમસ્યાઓનો

ઉકેલ હોય એમ એક કૃષિ ક્રાંતિની રીતે જોવામાં આવી રહી છે. એવું પણ કહેવાય છે કે હાઈડ્રોપોનિક્સ ચારા ઉત્પાદનની આ તકનીક પશુપાલકો માટે ભવિષ્યનું પ્રમુખ પાસું બની રહશે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ તકનીકનો ઉપયોગ કેવી રીતે થાય છે અને લીલાચારાને કેવી રીતે ઉગાડવામાં આવે છે તે સવાલો કરતાં આપણે એ જાણવું વધુ અગત્યનું છે કે આ તકનીક ખેડૂતો / પશુપાલકો માટે ખરેખર આર્થિક-રૂપે ફાયદાકારક છે કે નહીં? તો અહીં પ્રસ્તુત લેખમાં આ તકનીકના આર્થિક અને પ્રબંધન સંલગ્ન બાબતો તથા તેના વૈકલ્પિક સંસાધનો અને આ તકનીકના વૈજ્ઞાનિક પાસાંઓ વિષે વિગતવાર માહિતી દર્શાવેલ છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ લીલોચારો એટલે શું?

હાઈડ્રોપોનિક્સ લીલાચારાને સરળ ભાષામાં જવારા કહી શકાય કે જે જમીન/માટી વિના સામાન્ય-પાણીમાં અથવા છોડને જરૂરી એવા પોષકતત્ત્વોવાળા પાણીનાં દ્રાવણમાં ઉગાડવામાં આવે છે. હાઈડ્રોપોનિકસથી તૈયાર થયેલ લીલાચારાને અન્ય નામો જેવા કે ફ્રેશ ફોડર બિસ્કીટ, અંકુરિત ચારો, અંકુરિત ચારા-બીજ કે આલ્ફાકલ્ચર તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. આ હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા-ઉત્પાદન પદ્ધતિ આમ જોઈએ તો ખૂબ જ જૂની આશરે ૧૯મી સદીમાં "હેંગિંગ ગાર્ડન ઓફ બેબીલૉન"ના સમયની છે, જ્યારે યુરોપના પશુપાલકો શિયાળાની ઋતુ દરમિયાન પશુઓની દૂધ-ઉત્પાદન અને પ્રજનનક્ષમતા જળવાઈ રહે તે માટે પશુઓને આહારમાં ફણગાવેલ અનાજ આપતા હતા. મધ્ય પૂર્વ, આફ્રિકન અને એશિયાના કેટલાક દેશોમાં લીલા ઘાસચારાની તંગીને કારણે ઘણા ઇચ્છુક પ્રગતિશીલ પશુપાલકો હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા તકનિકમાં રસ દાખવી રહ્યા છે. હાઈડ્રોપોનિકસ લીલાચારાનું ઉત્પાદન સામાન્ય રીતે મોટા, અદ્યતન અને સ્વયંસંચાલિત પ્રણાલીમાં વાતાવરણીય નિયંત્રણ હેઠળ અથવા ઓછી કિંમતવાળી પ્રણાલીમાં કે જ્યાં ચારા-ઉત્પાદન માટે સાનુકૂળ વાતાવરણ હોઈ ત્યાં કરી શકાય છે. મોટાભાગના સંશોધન અહેવાલો અનુસાર અર્ધ-શુષ્ક, શુષ્ક અને દુષ્કાળ-પ્રભાવી પ્રદેશોમાં, જ્યાં પાણીની તંગી છે અથવા એવા વિસ્તારો જ્યાં સિંચાઈનું સબળ માળખું નથી ત્યાં હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાનું ઉત્પાદન વધારે અનુકૂળ બની શકે છે. આ પ્રકારે ઉગાડેલ લીલાચારાને ઘેટાં, બકરાં તેમજ અન્ય દૂધાળા પશુઓને આહારમાં આપી શકાય છે. આ લેખ માટે સમીક્ષા કરેલ સંશોધિત લેખ, તેમજ જુદી-જુદી સંસ્થાઓનાં હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા ઉત્પાદન સંબધિત પ્રકાશનોમાં હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિના નીચે મુજબના ફાયદાઓ વિષેની ચર્ચા સર્વ-સામાન્ય જણાય છે.

ફાયદાઓ :

- પરંપરાગત ચારા ઉત્પાદન સાથે સરખામણી કરવામાં આવે ત્યારે આ તકનીક ફાયદાકારક છે કારણ કે તેમાં વાતાવરણીય પરિસ્થિતિઓ તેમજ બીજ-અંકુરણને જરૂરી પોષકતત્ત્વોનું નિયંત્રણ કરી શકાય છે.
- પરંપરાગત લીલાચારા કરતાં હાઈડ્રોપોનિકસ ચારામાં પોષકતત્ત્વો (જેવા કે વિટામિન્સ, પ્રોટીન, એમિનો એસિડ, ઉત્સેચક વગેરે) નું પ્રમાણ વધુ હોય છે.
- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાનું ઉત્પાદન કરવાથી જમીન, શ્રમ, પાણી અને સમયની બચત થાય છે.
- એક કિ.ગ્રા. ચારા-બીજમાંથી આશરે ૬-૮ કિ.ગ્રા. લીલાચારાનું ફક્ત ૭-૯ દિવસમાં ઉત્પાદન થાય છે.
- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાનું ઉત્પાદન અનિચ્છનીય વસ્તુઓ જેમ કે નીંદણ, જંતુઓ, જંતુનાશકોના અવશેષોથી મુક્ત હોય છે.
- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાની પાચનક્ષમતા વધારે

હોય છે અને તેનાથી પશુઓનું આરોગ્ય, તેની ઉત્પાદકતા અને પ્રજનનક્ષમતા સુધરે છે.

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિ – પ્રણાલીના પ્રકાર :

પશુપાલક/ખેડૂતની નાણાંકીય સ્થિતિ, જરૂરિયાત અને હાઈડ્રોપોનિકસ પ્રણાલીના સાધન-સામગ્રીની ઉપલબ્ધતા પ્રમાણે હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા ઉત્પાદન પ્રણાલી બે પ્રકારની હોય છેઃ (૧) ઊંચા-કિંમતવાળી અદ્યતન અને સ્વયંસંચાલિત અને (૨) ઓછી-કિંમતના ગ્રીનહાઉસમાં બનાવેલ હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પ્રણાલી.

(૧) ઊંચા કિંમતવાળી અદ્યતન અને સ્વયંસંચાલિત હાઇડ્રોપોનિકસ ચારા પ્રણાલી :

આ પ્રકારની પ્રણાલીમાં એક કંટ્રોલ યુનિટ (નિયંત્રણ એકમ) હોય છે અને જેનો એર-કંડિશનર સાથે અથવા તેનાં વિના ઉપયોગ કરી શકાય છે. જેમાં કંટ્રોલ યુનિટ સેન્સર્સ દ્વારા આપમેળે પાણી અને પ્રકાશના પ્રમાણ અને પુરવઠાનું નિયમન કરે છે (જૂઓ ફોટો પેજ નં. ૩૬ ઉપર)

આ પ્રણાલીમાં ઘાસચારાના તમામ પાકના લીલાચારાને ઉગાડી શકાય છે. પરંતુ, શિયાળુ ઘાસચારા પાક (દા.ત. જવ, ઓટ, ઘઉં, વગેરે) ના લીલાચારા ઉત્પાદન માટે જરૂરી ઠંડું અને શુષ્ક વાતાવરણ જાળવવા એર-કંડિશનરની આવશ્યકતા હોઈ, તેનો ખર્ચ વધુ થાય છે. નાયક અને સિંઘ (૨૦૧૫) ના સમિક્ષા-લેખમાં જણાવ્યા મુજબ ગોવા સ્થિત આઇસીએઆર રિસર્ચ કૉમ્પ્લેક્સમાં વર્ષ ૨૦૧૦-૧૧માં સ્થાપિત દૈનિક ૬૦૦ કિ.ગ્રા. મકાઈ લીલોચારાના ઉત્પાદન-ક્ષમતાવાળા સંપૂર્ણ અદ્યતન અને સ્વયંસંચાલિત હાઈડ્રોપોનિકસ એકમની કિંમત આશરે રૂપિયા ૧૫ લાખ હતી.

(૨) ઓછી-કિંમતના ગ્રીનહાઉસમાં બનાવેલ હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પ્રણાલી :

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પ્રણાલી માટે ગ્રીનહાઉસનું માળખું વાંસ, લાકડાં, એમએસ સ્ટીલ અથવા ગેલ્વેનાઈઝ આયર્ન સ્ટીલમાંથી ઓછા ખર્ચે પણ તૈયાર કરી શકાય છે. (જુઓ ફોટો પેજ નં. ૩૬ ઉપર) આ પ્રણાલીની કિંમત ગ્રીનહાઉસ બનાવવાની સામગ્રીના પ્રકાર પર આધારિત છે. પરંતુ, અદ્યતન અને સ્વયંસંચાલિત હાઈડ્રોપોનિકસ એકમની કિંમત કરતા નોંધપાત્ર રીતે ઓછી થાય છે. મહારાષ્ટ્રના સતારા જિલ્લાના મોટાભાગના પશુપાલકો / ખેડૂતો આજે વિવિધ પ્રકારના ઓછી કિંમતનાં ગ્રીનહાઉસ આધારિત હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા એકમો દ્વારા લીલાચારાનું ઉત્પાદન કરે છે. આ પ્રણાલી માટેનો ખર્ચ આશરે રૂપિયા ૬-૫૦ હજાર (લાડકાના માળખાંવાળા ગ્રીનહાઉસ; દૈનિક ૩૦-૩૫૦ કિ.ગ્રા. લીલાચારાની ઉત્પાદન-ક્ષમતા માટે) અથવા આશરે રૂપિયા ૨૫ હજાર થી ૧.૫ લાખ (એમએસ સ્ટીલ કે ગેલ્વેનાઈઝ આયર્ન સ્ટીલના માળખાંવાળા ગ્રીનહાઉસ; દૈનિક ૧૫૦-૭૫૦ કિ.ગ્રા. લીલાચારાના ઉત્પાદન-ક્ષમતા માટે) થઈ શકે.

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિ – કેવી રીતે કામ કરે છે?

(૧) બીજ અંકુરણ (સ્પ્રાઉટિંગ) પ્રક્રિયા :

સૌ પ્રથમ ઘાસચારા બીજ (ઉદાહરણ તરીકે મકાઇ, જવ, ઓટ, જુવાર વગેરે) ને સાદા-પાણીમાં ૨૪ કલાક કે તેથી વધુ સમય સુધી પલાળવામાં આવે છે. ત્યારબાદ વધારાના પાણીને દૂર કરી, પાણી-શોષિત બીજને ટ્રેમાં સરખી રીતે પાથરીને એક અઠવાડીયા સુધી નિયંત્રિત વાતાવરણમાં રાખવામાં આવે છે, જેથી ટ્રેમાં બીજમાંથી છોડ અંકુરીત થાય છે. (જુઓ ફોટો પેજ નં. ૩૬ ઉપર) બીજ એક જૈવિક સંરચના છે, જેમાં બાહ્ય આવરણ (સીડ કોટ) ની અંદર મુખ્યત્ત્વે ગર્ભ (ભ્રૂણ) અને સંચિત પોષક-પદાર્થો હોય છે. બીજની અંદર મૂળભૂતરૂપે બે-ત્રણ પ્રકારના સંચિત પોષક-પદાર્થો જેવા કે સ્ટાર્ચ, પ્રોટીન અને ચરબી (ફેટ્સ/ઓઇલ્સ) હોય છે. બીજને પૂરતા સમય માટે પાણીમાં પલાળવાથી કે જમીનમાં તેનું વાવેતર કરવાથી બીજનું બાહ્ય આવરણ પાણીના

અવશોષણથી નરમ બને છે જેથી પાણી બીજછિદ્ર મારફતે બીજની અંદર પહોંચી હાઈડ્રોલાઈટિક ઉત્ચેસક (એન્ઝાઈમ) અને ભ્રૂણને સક્રિય કરે છે. બીજમાં જીબ્રેલીનનું પ્રમાણ વધતાં બીજ-અંકુરણ માટે જરૂરી એવી સંચિત પોષક-પદાર્થોના રાસાયણિક વિભાજનની પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે. ટૂંકમાં કહીયે તો પાણીનાં અવશોષણથી જ બીજમાં ચયાપચયની (મેટાબોલિઝમ) પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે અને સંચિત પોષક-પદાર્થોનું રૂપાંતર ગ્લુકોઝ અને એમીનો ઍસિડમાં થાય છે, જે બીજમાં કોષ-વિભાજનની પ્રક્રિયા માટે ઊર્જા પૂરી પાડે છે અને બીજમાંથી મૂળ અને પર્ણ અંકુરિત થાય છે.

(૨) બીજ અંકુરણ (સ્પ્રાઉટિંગ) પ્રક્રિયાને અસર કરતા પરિબળો :

ચારાબીજને ૨૪ કલાક કે તેથી વધુ સમય સુધી પલાળવાં ખૂબ જ જરૂરી છે. કારણ કે અવશોષિત પાણી જ બીજમાં થતી ચયાપચય પ્રક્રિયા તેમજ તેની વૃદ્ધિ અને વિકાસમાં મદદરૂપ થાય છે. લીલાચારાની ઉપજ અને ગુણવત્તા ઘણાં પરિબળોથી પ્રભાવિત થાય છે જેમ કે સમય, બીજની ગુણવત્તા અને વિવિધતા, તાપમાન, ભેજ, પોષકતત્ત્વોનો પુરવઠો, બીજનું પ્રમાણ અને ફૂગજન્ય (મોલ્ડ) રોગસંક્રમણની ઘટનાઓ. લીલાચારાના મહત્તમ તથા ગુણવત્તાસભર ઉત્પાદન માટે ચારાબીજ ચોખ્ખા, તૂટેલા કે ચેપગ્રસ્ત બીજથી મુક્ત અને કોઈપણ જંતુનાશક કે ફૂગનાશક દવાઓની માવજતરહિત હોવાં જોઈએ. આપણે જોયું કે બીજનાં સંચિત પોષક-પદાર્થો માંથી મળતી ઊર્જાથી જ બીજ-અંકુરણ થાય છે, જેમાં પ્રકાશની મહદ્અંશે કોઈ ભૂમિકા હોતી નથી. એટલે જ હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિમાં ચારા-બીજને પ્લાસ્ટિક કે ધાતુઓની ટ્રેમાં પથારી રેક (લાકડાના ઘોડો) પર ઉપરા-ઉપરી ગોઠવી નહિવત પ્રકાશમાં તૈયાર કરી શકાય છે. એવું પ્રમાણિત થયું છે કે ઓછા કે વધુ પ્રકાશની સ્થિતિમાં સમાન રીતે ચારાબીજનું અંકુરણ થાય છે. હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિમાં ૭-૯ દિવસનાં ઘાસચારા અંકુરણ (લીલાચારા)ને પશુઓને ખોરાક-રૂપે આપવામાં આવે છે. જો બીજ-અંકુરણને ૧૦ કે તેથી વધુ દિવસ સુધી રાખવામાં આવે તો તેમાં ફૂગ સંક્રમણની શક્યતાઓ વધી જાય છે.

(૩) હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિમાં ખેત શ્રમિક અને સમયની જરૂરિયાત :

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાની મોજૂદ વિવિધ પ્રણાલીને સંચાલિત કરવા માટે સરેરાશ ૨-૪ કલાક દૈનિક શ્રમની જરૂરિયાત હોય છે. તેમજ હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાની અદ્યતન અને સ્વયંસંચાલિત કે ઓછી કિંમતવાળી સાદી પ્રણાલીના કામકાજ પ્રમાણે મજૂરોની જરૂરિયાત પણ અલગ-અલગ હોઈ શકે અને જે હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા ઉત્પાદનની ચોક્કસ પ્રવૃત્તિઓ અને તેની વિવિધ પ્રણાલી સાથે બદલાતી રહે છે. ઉદાહરણ તરીકે નીચે મુજબની પ્રવૃતિઓ માટે ખેતશ્રમિકો અને દૈનિક શ્રમની જરૂર પડે છે.

- ચારાબીજને ૨૪ કલાક માટે પલાળવું.
- ફણગાવેલાં બીજને હાઈડ્રોપોનિકસ ટ્રેમાં પાથરવા અને આવી ચારા-ટ્રેની રેકમાં આયોજનયુક્ત ગોઠવણી કરવી.
- અંકુરીત ચારા-બીજ માટે પોષક-તત્ત્વોવાળું દ્રાવણ બનાવવું અને નિયમિત પાણીની ફેરબદલી કરવી.
- ચારા વિકાસ અને વૃદ્ધિ તથા ફૂગજન્ય રોગ ન લાગે તેની દૈનિક તપાસ કરવી.
- નિયત કરેલ સમય અનુસાર તૈયાર થયેલ લીલચારાને ટ્રે માંથી કાઢવો.
- તૈયાર થયેલ વજનદાર લીલોચારો સમયસર પશુઓ સુધી પહોંચી શકે તેવા પરિવહનની વ્યવસ્થા કરવી.
- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા-ટ્રેની તેમજ હાઈડ્રોપોનિકસ ટાંકી/પાત્રની વારંવાર સાફ-સફાઈ કરવી.

(૪) હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા ઉત્પાદન માટે કયા કયા ઘાસચારા બીજનો ઉપયોગ કરી શકાય છે?

હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિ દ્વારા વિવિધ પ્રકારના ઘાસચારા પાક જેવા કે જવ, ઓટ, ઘઉં, જુવાર, રજકો, ચોળા અને મકાઈનાં લીલાચારાનું ઉત્પાદન કરી શકાય છે. જો કે ઘાસચારા પાકની પસંદગી ભૌગોલિક અને ખેત-આબોહવાકીય પરિસ્થિતિઓ તથા બીજની સરળ ઉપલબ્ધતા પર આધારિત છે. ભારતમાં, મોટેભાગે મકાઇ-બીજનો હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા ઉત્પાદન માટે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે કારણ કે મકાઇનાં બીજ સરળતાથી બજારમાં નીચી કિંમતે મળે છે, તેમજ મકાઇ-બીજનો ઉગાવો ઝડપી અને વધુ મળે છે. ઘાસચારાના બીજનો દર પણ હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાની ઉપજને અસર કરે છે. મોટા ભાગના વ્યાપારિક એકમો ૬-૮ કિ.ગ્રા. પ્રતિ ચોરસ મીટર બીજ-દરની ભલામણ કરે છે. બીજ-દર ઊંચો રાખવાથી અંકુરિત છોડનાં મૂળમાં ફૂગનો ચેપ લાગવાની શક્યતાઓ વધુ હોઈ લીલાચારાના ઉત્પાદનને અસર કરી શકે છે.

(૫) હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિમાં પાણી તથા પોષકતત્ત્વોવાળા દ્રાવણની જરૂરિયાત :

સામાન્યપણે સાદા પાણીના ઉપયોગથી હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાનું ઉત્પાદન કરી શકાય છે. હાઈડ્રોપોનિકસ લીલાચારાને ૭-૯ દિવસના પ્રારંભિક સમયમાં લણી (હાર્વેસ્ટ) લેવાતો હોઈ ચારાના ઉત્પાદન માટે પોષક-તત્ત્વો (ખાતર)ના દ્રાવણનો ઉપયોગ કરવો આવશ્યક નથી કે તેની ભલામણ કરવામાં આવતી નથી. જોકે પ્રકાશિત સંશોધિત લેખોમાં પોષકતત્ત્વોયુક્ત દ્રાવણના ઉપયોગથી હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા ઉત્પાદનમાં સકારાત્મક પરિણામ જોવા મળેલ છે. કેટલાક ખેડૂતો/પશુપાલકો પોષકતત્ત્વોનો ઉપયોગ ચારાનું વજન વધે એટલા માટે કરે છે. પરંતુ હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિમાં ખાતરનો ઉપયોગ પશુઓનાં આરોગ્ય માટે કેટલાઅંશે સુરક્ષિત છે તે પણ વૈજ્ઞાનિક સંશોધન અને ચર્ચાનો વિષય છે.

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા ઉત્પાદનમાં બીજ-અંકુરણથી ૭-૮ દિવસીય અંકુરિત-છોડ સુધી થતાં ફેરફારો :

(૧) હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાનું કુલ વજન ક્યાં કારણોસર વધે છે?

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિથી ખૂબ જ ઓછા સમયમાં ૧ કિ.ગ્રા. બીજ માંથી ૬-૮ કિ.ગ્રા. લીલાચારાનું ઉત્પાદન કરી શકાય છે અને મોટાભાગનાં વ્યાવસાયિક હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા સંબધિત લેખોમાં આજ ફાયદાની વિશેષ ચર્ચા કરવામાં આવે છે. સ્વાભાવિકપણે પ્રશ્ન એ થાય કે હાઈડ્રોપોનિકસથી તૈયાર થયેલ લીલાચારાનું વજન કેમ વધે છે તો જવાબ સ્પષ્ટ છે કે જ્યારે બીજ અંકુરીત થાય છે ત્યારે બીજ પોતે પોતાની અંદર મોટી માત્રમાં પાણીનું અવશોષણ કરે છે. તદ્ઉપરાંત બીજમાં કોષ-વિભાજનથી જે પણ કોશિકાઓ બને છે તેમાં પણ પાણીની જ માત્રા અધિક હોય છે અને ૭-૯ દિવસીય નવા અંકુરીત છોડમાં પણ ૯૦-૯૨ % જેટલું પાણી જ હોય છે. આથી એવું કહી શકાય કે હાઈડ્રોપોનિકસથી તૈયાર થયેલ લીલાચારાનું વજન બીજા કોઈ કારણોથી નહીં પણ ફક્ત મોટી માત્રામાં પાણીના અવશોષણથી જ વધે છે.

(૨) હાઈડ્રોપોનિકસ લીલાચારાના શુષ્ક-પદાર્થમાં થતા ફેરફારો :

અગાઉ ચર્ચા કરી તે પ્રમાણે બીજ-અંકુરણ માટે જરૂરી એવી ચયાપચયની ક્રિયા જ્યાં સુધી પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રિયા દ્વારા અંકુરિત-છોડ પોતે પોતાનો ખોરાક તૈયાર કરવા ન લાગે ત્યાં સુધી ચાલે છે. આ તમામ ચયાપચય અને અંકુરણ પ્રક્રિયામાં બીજમાં સંચિત પોષક પદાર્થોનો લગભગ ૭-૯ દિવસ સુધી પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રિયા શરૂ ન થાય ત્યાં સુધી ઉપયોગ થાય છે અને આથી જ આખરે બીજનું દળ (વજન) ઓછું થાય છે. સંક્ષિપ્તમાં કહીએ તો અંકુરણ દરમિયાન,

બીજ શુષ્ક પદાર્થ (ડ્રાય મેટર) ગુમાવે છે કારણ કે બીજ પોતાની અનામત પોષકતત્ત્વોરૂપે રહેલી ઊર્જાનો ઉપયોગ કરે છે. હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિમાં ૭-૯ દિવસનાં વૃદ્ધિ સમયમાં સામાન્ય રીતે ૭ થી ૪૭ % સુધી શુષ્ક પદાર્થમાં ઘટાડો જોવા મળે છે. આ લેખ માટે સમીક્ષા કરાયેલા સાહિત્યમાં એવા કોઈ વૈજ્ઞાનિક પુરાવા નથી કે ૭-૯ દિવસનાં ટૂંકાગાળામાં બીજના મૂળ શુષ્ક-પદાર્થમાં વધારો થતો હોઈ.

કોઠો ૧ : બીજ અંકુરણના જુદા-જુદા તબક્કે હાઇડ્રોપોનિકસ મકાઈ ચારાના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં થતાં ફેરફારો

બીજ અંકુરણની અવસ્થા	લીલાચારાનું વજન (કિ.ગ્રા.)	શુષ્ક પદાર્થ (%)	ખનીજ પદાર્થ (%)	ક્રૂડ પ્રોટીન (%)
મૂળ બીજ	૧.૦૦	૯૫.૦૮	૭.૬૦	૧.૩૧
૬-દિવસ બાદ	૬.૭૫	૨૨.૬૦	૧૨.૪૫	૧.૮૩
૭-દિવસ બાદ	૭.૪૭	૨૦.૧૦	૧૩.૮૯	૨.૫૬
૮-દિવસ બાદ	૮.૦૦	૧૮.૨૫	૧૪.૫૬	૨.૮૩

સ્રોતઃ વેલ્ડેગેરીમા કીડ અને સહ સંશોધક (૨૦૧૫)

સંપૂર્ણ ગાણિતિક પરિપ્રેક્ષ્યથી જોઈ તો અંકુરિત-છોડ દ્વારા ઉત્પાદિત કુલ શુષ્ક પદાર્થની ઉપજ એ ઉપયોગમાં લેવાતા દરેક કિ.ગ્રા. બીજ અને ૭-૯ દિવસીય અંકુરિત-છોડમાં રહેલ શુષ્ક પદાર્થની ટકાવારી પર આધારીત છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો ૧ કિ.ગ્રા. ચારા-બીજમાંથી ૮ કિ.ગ્રા. અંકુરીત છોડ (લીલોચારો) ઉત્પન્ન થાય અને ચારા-બીજમાં ૯૦% અને અંકુરીત-છોડમાં ૧૦ % શુષ્ક પદાર્થ પ્રમાણે જો ગણતરી કરીએ તો ૦.૯ કિ.ગ્રા. (૯૦૦ ગ્રામ) શુષ્ક ચારાબીજમાંથી ૦.૮ કિ.ગ્રા. (૮૦૦ ગ્રામ) શુષ્ક પદાર્થનું અંકુરિત-છોડ સ્વરૂપે ઉત્પાદન થયું એમ કહી શકાય. બીજી રીતે કહીએ તો ૧ કિ.ગ્રા. ચારા-બીજમાંનાં શુષ્ક પદાર્થની સરખામણિએ ૮ કિ.ગ્રા. લીલોચારામાં ૧૧ % જેટલા ઓછા શુષ્ક પદાર્થનું ઉત્પાદન થાય છે. જે નીચેના કોઠામાં દર્શાવેલ છે.

કોઠો ૨ : ઘાસચારા-બીજ અને હાઇડ્રૉપૉનિક્સ લીલાચારાના શુષ્ક પદાર્થ (ડ્રાય મેટર) ઉપજની સરખામણી

વિગત	ઘાસચારા-બીજ	x ૮-ગણું ઉત્પાદન	હાઇડ્રૉપૉનિક લીલાચારા
પશુઆહાર તરીકે	૧ કિ.ગ્રા.	⇨	૮ કિ.ગ્રા.
શુષ્ક પદાર્થની ટકાવારી	૯૦ %	⇨	↓ ૧૦ %
કુલ શુષ્ક પદાર્થની ઉપજ	૦.૯ કિ.ગ્રા.	⇨	૦.૮ કિ.ગ્રા.

સ્રોતઃ સ્નીથ અને મેકિન્ટોશ (૨૦૦૩)

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા સંબધિત કંપનીઓની વાણિજ્યિક જાહેરાતોમાં ૮-૧૦ ગણા લીલાચારા અને તેમાં ૬-૨૦ % શુષ્ક પદાર્થની બાબતો સામાન્ય છે. કેટલીક વસ્તુઓ પ્રથમ દૃષ્ટિએ આકર્ષક જણાશે, પરંતુ તેનું સંપૂર્ણ વિશ્લેષણ કરીએ તો તે કેટલાક અંશે બિનઆર્થિક કે બિનઅસરકારક જણાય અને કદાચ હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિને પણ આ બાબત લાગુ પડે છે. મુખ્યત્વે શુષ્ક પદાર્થ સમકક્ષ ગણતરીને ધ્યાને લઈ પશુઓને જરૂરી પોષકઆહાર આપવામાં આવે છે, કારણ કે પાણીને આપણે પોષકતત્ત્વ તરીકે ને બદલે અલગથી પૂરું પાડવામાં આવે છે અને દૂધળા-પશુઓના વિકાસ અને વૃદ્ધિ માટે જરૂરી અન્ય બધા જ પોષકતત્ત્વો શુષ્ક પદાર્થનાં ભાગરૂપે આપવામાં આવે છે. આમ, ૫-૧૦ % ભેજયુક્ત પશુ આહાર (જેમ કે ચારા-બીજ) ની સરખામણીએ ૯૦ % ભેજયુક્ત પશુઆહારનું (જેમ કે હાઈડ્રોપોનિકસ લીલોચારો) પોષકમૂલ્ય અર્થપૂર્ણ રીતે

ઘણું જ ઓછું કહેવાય.

(૩) હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાના પોષકતત્ત્વોમાં થતા ફેરફારો :

બીજ-અંકુરણના ૩-૪ દિવસ બાદ મૂળના વિસ્તરણ સાથે અંકુરિત-છોડમાં ખનીજ પદાર્થ (મિનરલ મેટર) અને ક્રૂડ પ્રોટીનની માત્રમાં વધારો થાય છે (કોઠો-૧) જે છોડમાં પોષકતત્ત્વોની શોષણ ક્રિયાને વેગ આપે છે. નોંધનીય છે કે દેખીતી રીતે ક્રૂડ પ્રોટીનની ટકાવારીમાં થતો વધારો બીજના સંચિત શુષ્ક પદાર્થમાં થતાં ઘટાડાને કારણે થાય છે. સામાન્ય રીતે હાઈડ્રોપોનિકસ લીલાચારાના વિટામિન મૂલ્યમાં સુધારો થાય છે અને મોટાભાગના અહેવાલોમાં આ બાબતે એકમત જોવા મળેલ છે. બીજ-અંકુરણ અને તેની વિકાસની પ્રક્રિયા દરમિયાન કેટલાક વિટામિન્સ જેમ કે આલ્ફા-ટોકોફેરોલ (વિટામિન ઇ) અને બીટા-કેરોટીન (વિટામિન-એ પૂર્વવર્તી) ઉત્પન્ન થાય છે. જો કે વિટામિન્સમાં થતો આ જથ્થાત્મક વધારો ખૂબ જ નાનો હોઈ પશુઆહારની પોષણ જરૂરિયાતોને પહોંચી વળવા માટે તેના વ્યવહારિક મહત્ત્વનું મૂલ્યાંકન કરવું મુશ્કેલ છે. પશુઓમાં મોટાભાગના વિટામિન્સની આવશ્યકતાઓ કુદરતી રીતે આહારમાંથી, પશુના પેટ (રૂમેન) માં રહેલ સૂક્ષ્મજીવાણુઓ દ્વારા અને પેશીઓમાં થતાં વિટામિન્સના સંશ્લેષણથી પૂરી થાય છે.

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાની પાચનક્ષમતા અને પશુઓની ઉત્પાદન ક્ષમતા :

વૈજ્ઞાનિક પ્રયોગોથી એ ફલિત થયું છે કે ઘાસચારાના સાબૂત અનાજ અને હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા (સ્પ્રાઉટ્સ) બન્નેમાં ઉચ્ચ પાચનક્ષમતા અને ચયાપચયક્ષમ ઊર્જા હોય છે. હાઈડ્રોપોનિકસ લીલાચારાથી પશુઓમાં શુષ્ક પદાર્થ (ડ્રાય મેટર) ની પાચનક્ષમતા ઘટે કે વધે છે તે અંગે વિરોધાભાસી મત પ્રવર્તે છે. હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાની પાચનક્ષમતા પર થયેલા વૈજ્ઞાનિક સંશોધનો જણાવે છે કે મૂળ ચારાબીજ કરતાં ૪ દિવસીય હાઈડ્રોપોનિકસ અંકુરીત છોડની પાચનક્ષમતા વધુ હોય છે. જ્યારે અંકુરીત-છોડના વિકાસ સાથે વધતા જતા રેસાયુક્ત પદાર્થ (ફાઇબર) ને કારણે ૮ દિવસીય અંકુરીત છોડની પાચનક્ષમતામાં ઘટાડો જોવા મળી શકે.

સમગ્ર વિશ્વમાં સંશોધકો દ્વારા જુદા-જુદા પશુઓની ઉત્પાદન ક્ષમતામાં હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાથી થતા ફેરફારો પર ઘણા વૈજ્ઞાનિક અધ્યયનો કરવામાં આવ્યા છે. આમાંના મોટાભાગના અધ્યયનોમાં સાબિત થયેલ છે કે અન્ય પરંપરાગત પશુઆહારની તુલનામાં હાઈડ્રોપોનિકસ ચારાને ખવડાવવાથી કોઈ નોંધપાત્ર લાભ થતો નથી. વધુમાં હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા ઉગાડવામાં જો દૈનિક કાળજી, ભેજ નિયંત્રણ અને ચોખ્ખાઈ રાખવામાં ન આવે તો ફૂગ-સંક્રમણ થવાની શક્યતાઓ ઘણી વધી જાય છે. પશુઓને જો ફૂગ-સંક્રમણવાળો લીલોચારો આપવામાં આવે તો પશુઓની ઉત્પાદનક્ષમતા પર વિપરીત અસરો થઈ શકે છે અને એસ્પરજીલસ ક્લેવાટસ ફૂગ સંક્રમિત ચારો પશુઓના મૃત્યુનું કારણ પણ બની શકે તેવા વૈજ્ઞાનિક અહેવાલો પણ છે.

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિ – આર્થિક વિશ્લેષણ :

(૧) પશુઆહારના શુષ્ક પદાર્થ આધારીત ખર્ચ :

હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિના આર્થિક મૂલ્યાંકન કરવાનો એક અભિગમ એ છે કે કોઈપણ પ્રણાલીમાં પશુઆહારમાં કુલ શુષ્ક પદાર્થ માટે કેટલો ખર્ચ કરવામાં આવે છે પશુઆહારમાંથી મળતી ઊર્જા, ક્રૂડ પ્રોટીન અને પશુઓની પ્રદર્શન ક્ષમતા માટે પણ આજ અભિગમ વાપરી કોઈપણ નવી તકનીક કે પ્રણાલીનું આર્થિક મૂલ્યાંકન કરી શકાય. હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિનો ખર્ચ નીચેની બાબત કે વસ્તુઓ આધારિત હોય છે.

- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા એકમ માટેનું પ્રારંભિક મૂડી-રોકાણ

- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા એકમનો અવમૂલ્યન (ઘસારો૧૦ % લેખે) ખર્ચ
- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા એકમ માટેના મૂડી-રોકાણ પરનું વ્યાજ (૭ % લેખે)
- સારી ગુણવત્તાવાળા ચારા બીજનો દૈનિક ખર્ચ
- દૈનિક મજૂરી ખર્ચ
- દૈનિક આવર્તક ખર્ચ જેવા કે વીજળી, પાણી, પોષકતત્ત્વો, વગેરે
- સમારકામ, જાળવણી અને અનઅપેક્ષિત તકનીકી સમસ્યાઓ પર થતો ખર્ચ

X ૬.૫ ગણું લીલોચારો; ૭-૯ દિવસમાં

૧૦૦ કિ.ગ્રા. મકાઈ ચારા-બીજ (૯૦ % શુષ્ક પદાર્થ) → ૬૫૦ કિ.ગ્રા. માકાઈ લીલોચારો (૧૦ % શુષ્ક પદાર્થ)

૯૦ કિ.ગ્રા. શુષ્ક પદાર્થ
૧૦ કિ.ગ્રા. પાણી

૭૮ કિ.ગ્રા. શુષ્ક પદાર્થ
૫૭૨ કિ.ગ્રા. પાણી

હાઈડ્રોપોનિક્સ ચારા માટેનો દૈનિક ખર્ચ	
મકાઈ ચારા-બીજ ખર્ચ	₹ ૧૫૦૦
દૈનિક મજૂરી ખર્ચ	₹ ૨૦૦
દૈનિક વિજળી ખર્ચ	₹ ૫૦
હાઈડ્રોપોનિક્સ એકમનો અવમૂલ્યન ખર્ચ	₹ ૨૯
હાઈડ્રેપોનિક્સ એકમના રોકાણનું વ્યાજ	₹ ૧૬
કુલ દૈનિક ખર્ચ	₹ ૧૭૯૫

શુષ્ક પદાર્થના આધારે ૧ ટન (૧૦૦૦ કિ.ગ્રા.) ચારાની કિંમત = ₹ ૧૭૯૫ પ્રતિ ૭૮ કિ.ગ્રા. = ₹ ૨૩૦૧૨ પ્રતિટન
લીલાચારા આધારે ૧ ટન (૧૦૦૦ કિ.ગ્રા.) ચારાની કિંમત ₹ ૧૭૯૫ પ્રતિ ૫૭૨ કિ.ગ્રા. = ₹ ૩૧૩૮ પ્રતિ ટન

<u>રોકાણની મૂડી</u>

	હાઈડ્રોપોનિક્સ એકમનાં રોકાણ પર વ્યાજ	હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા એકમનો અવમૂલ્યન ખર્ચ
રોકાણ	₹ ૧૫૦૦૦૦	₹ ૧૫૦૦૦૦
વ્યાજ	૪ %	૧૦%
₹ પ્રતિ વર્ષ	₹ ૬૦૦૦	₹ ૧૫૦૦૦
₹ પ્રતિ દિન	₹ ૧૬.૫૦	₹ ૪૧

હાઈડ્રોપોનિક્સ ચારા ઉત્પાદન ખર્ચ [સ્રોતઃ સ્નીથ અને મેકિન્ટોશ (૨૦૦૩)]

ઉપરના ચાર્ટમાં દર્શાવેલ ધારણાઓને ધ્યાનમાં રાખીને એમ કહી શકાય કે હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિથી ૭૮ કિ.ગ્રા. શુષ્ક પદાર્થ (અથવા ૬૫૦ કિ.ગ્રા. લીલાચારો) નું પ્રતિ દિન ઉત્પાદન કરવા માટે ૧૭૯૫ રૂપિયાનો ખર્ચ થાય. બીજી રીતે કહીએ તો હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિથી ૧ ટન શુષ્ક પદાર્થના ઉત્પાદન માટે આશરે ૨૩૦૧૨ રૂપિયાનો ખર્ચ થાય. ૧ ટન મૂળ ચારા-બીજની કિંમત ૧૫૦૦૦ રૂપિયા અને જો તેમાં ૧૦ % રહેલ ભેજને ગણતરીમાં લઈ તો ચારા બીજરૂપે શુષ્કઆહારનો ખર્ચ આશરે ૧૬૬૬૬ રૂપિયા થાય, જે હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિથી એક ટન શુષ્કઆહારના ઉત્પાદન ખર્ચ કરતાં આશરે ૬૩૪૬ રૂપિયા ઓછો છે. ધારો કે ચારાબીજની કિંમત વધે તો પણ હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિનું આર્થિક મૂલ્યાંકન શુષ્ક પદાર્થ આધારીત કરવામાં આવે તો આ

તકનીક ખર્ચાળ સાબિત થાય. હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા ઉત્પાદન પર થયેલાં મોટાભાગના આર્થિક સંશોધનો એમ કહે છે કે ૧ ટન મૂળ ચારાબીજમાં રહેલ શુષ્ક પદાર્થ સામે જો ૧ ટન શુષ્ક પદાર્થનું હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિથી ઉત્પાદન કરવામાં આવે તો તેનો ખર્ચ આશરે ૨-૩ ગણો વધારે થાય છે.

(૨) હાયડ્રોપોનિકસ ચારા ઉત્પાદન પદ્ધતિમાં રોકાણ કરતાં પહેલાં ધ્યાનમાં લેવાની બાબતો :

મોટા ભાગના હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિ સાથે સંકળાયેલ લોકો આ પદ્ધતિના આર્થિક મૂલ્યાંકનમાં લીલાચારામાં રહેલ ૮૦-૯૦ % ભેજ, તેના ઉત્પાદન માટે થતા શ્રમ, હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા એકમનું પ્રારંભિક રોકડ મૂડીરોકાણ, તેના પરનું વ્યાજ, તેનું અવમૂલ્યન અથવા પુનઃવેચાણ કિંમત જેવી બાબતોને ગણતરીમાં લેતા નથી. હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા પદ્ધતિમાં રોકાણ કરવા ઇચ્છુક ખેડૂતો/પશુપાલકો નીચે આપેલ બાબતોની સૂચિ પર વિચાર કરી રોકાણ કરવું જોઈએ.

- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા એકમનું પ્રારંભિક રોકડ મૂડીરોકાણ જે સામાન્ય રીતે ઘણું વધારે હોય છે
- મૂડી રોકાણ પરનું વ્યાજ
- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા એકમનું અવમૂલ્યન અથવા તેની પુનર્વેચાણ કિંમત
- નવી પદ્ધતિનું વ્યાવસાયિક જ્ઞાન મેળવવા અને તેની સમસ્યાઓ દૂર કરવા માટેનો સમય
- દૈનિક શ્રમ/મજૂરીનાં કલાકો
- પશુઓની સંખ્યા અને લીલાચારાની જરૂરિયાત
- હાઈડ્રોપોનિકસ ચારા એકમનું સમારકામ, જાળવણી અને અનઅપેક્ષિત તાંત્રિક સમસ્યાઓ
- પાણીની ઉપલબ્ધતા અને ગુણવત્તા
- પોષક દ્રાવણ બનાવવા માટે પીએચ, દ્રાવ્ય-ક્ષાર, તાપમાન વગેરેનું તાંત્રિક જ્ઞાન
- હાઈડ્રોપોનિકસ લીલાચારામાં ફૂગ-સંક્રમણની સમસ્યા
- ચારાબીજની કિંમત, ઉપલબ્ધતા, ગુણવત્તા અને બીજ અંકુરણનું પ્રમાણ
- ચારાબીજનો સંગ્રહ અને તેનું વ્યવસ્થાન
- અંકુરિત થયેલ છોડનું પ્રબંધન, વ્યવસ્થાન અને પશુધન સુધી તેનું સમયસર પરિવહન
- શુષ્ક પદાર્થ આધારીત લીલાચારાનો ઉત્પાદન ખર્ચ
- એકલા હાઈડ્રોપોનિકસ લીલાચારાથી પશુઓને સંતુલિત પોષણ ન આપી શકાય હાઈડ્રોપોનિકસ લીલાચારાની સાથે બીજા પશુઆહાર જેવા કે મિનરલ મિક્ષ્ચર, દાણ, સૂકો-ઘાસચારો વગેરેનો ખર્ચ
- ખેડૂતો/પશુપાલકોની જીવનશૈલી પર થતી અસર
- અન્ય વિકલ્પો (દા.ત. બીજા પૂરક આહાર, વધારાની જમીન લઈ ઘાસચારા ઉત્પાદન વગેરેનું સમાયોજિત કરવું. કેટલાક વિકલ્પો ખૂબ સરળ અને વધુ નફાકારક હોઈ શકે છે)

કદાચ, આ બધી બાબતોને કારણે જ ખેડૂતો/પશુપાલકો બજારમાં મળતા સસ્તા પશુ-દાણ કે મિનરલ-મિક્ષ્ચર ખરીદવાનો અથવા ખાનગી કે ભાડેની જમીન પર ઘાસચારા ઉત્પાદન વધારવાને બદલે પ્રમાણમાં વધુ ખર્ચાળ અને વધુ જાળવણી માંગે તેવી હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિથી ઘાસચારો ઉત્પાદિત કરવાની જરૂરિયાત પર પ્રશ્ન કરે છે.

સંદર્ભ :

(૧) પી. કે. નાયક, બી. કે. સ્વાઇન અને એન. પી. સિંઘ (૨૦૧૫). સમિક્ષા લેખઃ પ્રોડક્શન અને યુટીલાઈજેશન ઓફ હાઈડ્રોપોનિકસ ફોડર. ઇન્ડિયન જર્નલ ઓફ એનિમલ ન્યુટ્રિશન, ૩૨ (૧): ૧-૯.

(૨) વિઝન – ૨૦૫૦, ભારતીય ગોચર જમીન અને ચારા

સંશોધન સંસ્થા, ઝાંસી (http://www.igfri.res.in/).

(૩) સ્નીથ રોજર અને મેકિન્ટોશ ફેલિસીટી (૨૦૦૩). રિવ્યૂ ઓફ હાઈડ્રોપોનિકસ ફોડર પ્રોડક્શન ફોર બીફ કેટલ. પ્રોજેકટ નં. એનબીપી ૩૩૨, મીટ એંડ લાઈવસ્ટોક ઓસ્ટ્રેલિયા, ડિપાર્ટમેંટ ઓફ પ્રાઇમરી ઇન્ડસ્ટ્રિઝજ, ક્વીન્સલેન્ડ ગવર્નમેંટ, ઓસ્ટ્રેલિયા.

(૪) વેલ્ડેગેરીમા કીડ, બાલકૃષ્ણ દેસાઇ અને શાલુ કુમાર (૨૦૧૫). ન્યૂટ્રિશનલ ઇમ્પ્રૂવમેંટ એંડ ઇકોનોમિક વેલ્યુ ઓફ હાઈડ્રોપોનિકસલી સ્પ્રાઉટેડ મેઈઝ ફોડર. લાઇફ સાઇન્સિસ ઇન્ટરનેશનલ રિસર્ચ જર્નલ, ૨ (૨): ૭૬-૭૯.

ખેતીપાકોમાં જીવાતોના માર્ગદર્શન માટે સંપર્ક સાધો

- પ્રાધ્યાપક અને વડા, કૃષિ કીટકશાસ્ત્ર વિભાગ
  કૃષિ મહાવિદ્યાલય, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી
  આણંદ- ૩૮૮૧૧૦
  ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૨૫૭૧૨, ૨૨૫૭૧૩, ૨૨૫૭૧૪
- પ્રાધ્યાપક અને વડા, કૃષિ કીટકશાસ્ત્રવિભાગ
  કૃષિ મહાવિદ્યાલય,
  નવસારી કૃષિ યુનિવર્સિટી
  નવસારી-૩૯૬૪૫૦
  ફોનઃ (૦૨૬૩૭) ૨૮૨૭૬૬ એક્ષ.૩૦૭
- પ્રાધ્યાપક અને વડા, કૃષિ કીટકશાસ્ત્ર વિભાગ
  કૃષિ મહાવિદ્યાલય,સરદાર કૃષિનગર દાંતીવાડા
  કૃષિ યુનિવર્સિટી, સરદાર કૃષિનગર-૩૮૫૫૦૬
  (જિ. બનાસકાંઠા)
  ફોનઃ (૦૨૭૪૮) ૨૭૮૪૧૩
- પ્રાધ્યાપક અને વડા, કૃષિ કીટકશાસ્ત્ર વિભાગ
  કૃષિ મહાવિદ્યાલય, જૂનાગઢ કૃષિ યુનિવર્સિટી
  જૂનાગઢ-૩૬૨૦૦૧
  ફોન : (૦૨૮૫) ૨૬૭૦૨૮૯ એક્ષ.૨૧૩

ખેતીપાકોમાં રોગોના માર્ગદર્શન માટે સંપર્ક સાધો

- પ્રાધ્યાપક અને વડા, વનસ્પતિ રોગશાસ્ત્ર વિભાગ
  કૃષિ મહાવિદ્યાલય, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી
  આણંદ-૩૮૮ ૧૧૦
  ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૨૪૩૫
- પ્રાધ્યાપક અને વડા, વનસ્પતિ રોગશાસ્ત્ર વિભાગ
  કૃષિ મહાવિદ્યાલય
  નવસારી કૃષિ યુનિવર્સિટી
  નવસારી-૩૯૬૪૫૦
  ફોનઃ (૦૨૬૩૭) ૨૮૨૭૬૬ એક્ષ.૩૦૫
- પ્રાધ્યાપક અને વડા, વનસ્પતિ રોગશાસ્ત્ર વિભાગ
  કૃષિ મહાવિદ્યાલય,સરદાર કૃષિનગર દાંતીવાડા
  કૃષિ યુનિવર્સિટી, સરદાર કૃષિનગર-૩૮૫૫૦૬
  (જિ. બનાસકાંઠા)
  ફોનઃ (૦૨૭૪૮) ૨૭૮૪૨૪
- પ્રાધ્યાપક અને વડા, વનસ્પતિ રોગશાસ્ત્ર વિભાગ
  કૃષિ મહાવિદ્યાલય, જૂનાગઢ કૃષિ યુનિવર્સિટી
  જૂનાગઢ-૩૬૨૦૦૧
  ફોન : (૦૨૮૫) ૨૬૭૦૨૮૯ એક્ષ.૨૦૩

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિથી મકાઈના ચારાનું ઉત્પાદન

ડૉ. એચ. એલ. ઘડુક ડૉ. એન. વી. સોની
ઔષધિય અને સુગંધિત પાક સંશોધન કેન્દ્ર, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ - ૩૮૮૧૧૦
ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૧૪૮૨

પશુપાલન વ્યવસાયમાં વધુ નફો મેળવવા પશુખોરાકના ખર્ચમાં ઘટાડો થાય તે જરૂરી છે. સામાન્ય રીતે પશુઆહાર પાછળ કુલ ખર્ચના ૭૦ થી ૭૫ % જેટલો ખર્ચ થવા પામે છે. જેમાં ૩૦ થી ૩૫ % ખર્ચ લીલા ચારા પાછળ થાય છે. પ્રતિ વર્ષ વસ્તીમાં થતો વધારો તેમજ ગૌચર જમીનમાં થતા ઘટાડાને કારણે લીલો ચારો મેળવવો મુશ્કેલ છે. તે ઉપરાંત જમીનની વધતી જતી કિંમતો, મજૂરીના ઊંચા દર અને પિયતના પાણીનો અભાવ વગેરે કારણોસર પશુઓ માટે લીલોચારો મેળવવો મોંઘો પડે છે અને ઘટતા જતા કુદરતી સ્ત્રોતો અને પશુઆહાર માટેના ખર્ચમાં થતા વધારાને ધ્યાને લેતાં હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિ દ્વારા લીલો ચારો ઉગાડવો સલાહભર્યું છે. ઘાસચારો ઉગાડવા માટે પિયતનું પાણી મર્યાદિત છે. તે જોતા આ નવી પદ્ધતિ દ્વારા લીલો ઘાસચારો ઉગાડવો ફાયદાકારક નીવડશે તેમાં કોઈ શંકાને સ્થાન નથી.

આપણા દેશમાં દુનિયાના કુલ પશુઓની વસ્તીના ૧૭ % પશુઓ છે. ભારત દેશમાં પશુઓ માટેના લીલા ચારાની જરૂરિયાત ૬૨.૨ લાખ ટન છે જેની સામે ૨૨.૪ લાખ ટન લીલોચારો ઉપલબ્ધ છે. આમ ૬૩ % જેટલી લીલા ચારાની ઘટ છે. સને ૨૦૧૨ની ગણતરી મુજબ અંદાજે ૮૬ લાખ હેકટર વિસ્તાર ઘાસચારાના પાકો હેઠળ છે. જે કુલ ખેતીલાયક જમીનના અંદાજે ૪.૬ % છે. ગુજરાત, હરિયાણા, પંજાબ વગેરે રાજ્યોમાં ૧૦ % જમીન ઘાસચારાની ખેતી હેઠળ છે. કુલ દૂધ ઉત્પાદન ખર્ચના ૭૦ % ખર્ચમાં પશુચારો અને બાકીના ૩૦ % ખર્ચ દવા અને મજૂરી માટે થાય છે. ભારતમાં પશુદીઠ દૂધ ઉત્પાદન ક્ષમતા ઓછી હોવાનું મુખ્ય કારણ ખોરાકમાં ચારાની ઊણપ તથા ચારાની હલકી ગુણવત્તા જવાબદાર છે.

ભારતમાં ૭૫ % નાના અને સીમાંત ખેડૂતો માટે ખેતી સાથે પશુપાલન વ્યવસાય આર્થિક રીતે ફાયદાકારક છે. ભારતીય ગાય વેતર દીઠ અંદાજે ૧૦૮૭ કિ.ગ્રા. દૂધ આપે છે જે ઈઝરાયેલ (૯૫૮૩ કિ.ગ્રા.), યુએસએ (૯૧૧૮ કિ.ગ્રા.) અને ડેન્માર્ક (૮૧૩૧ કિ.ગ્રા.) કરતાં ઘણું ઓછું છે.

દૂધ આપતા પ્રાણીઓ કે જે દૈનિક ૫ થી ૭ લિટર જેટલું દૂધ આપે છે તેને ખોરાક તરીકે લીલો ચારો ખૂબ જ જરૂરી છે. હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિથી મકાઈનો લીલો ચારો ખૂબ જ સારી રીતે તૈયાર કરી શકાય છે.

મકાઈમાં પરંપરાગત પદ્ધતિ અને હાઈડ્રોપોનિકસ પદ્ધતિથી કરવામાં આવતા ઉત્પાદનમાં શું તફાવત પડે છે તેની વિગત નીચેના કોઠામાં દર્શાવેલ છે.

વિગત	જમીન ઉપર પરંપરાગત રીતે ઉત્પાદન	હાઈડ્રોપોનિક્સ થી ઉત્પાદન
જમીનનો વિસ્તાર	૧૦,૦૦૦ ચો.મી.	૫૦ ચો.મી.
જમીનની ફળદ્રુપતા	જરૂરી છે	જરૂરી નથી
ખાતર	જરૂરી છે	જરૂરી નથી
પાણી અને વીજળી	ખૂબ જ વધારે જોઈએ	ઓછી જોઈએ
ખેતશ્રમિકની જરૂરિયાત	વધારે જોઈએ	ઓછી જોઈએ
પાકનો સયગાળો	૪૫-૬૦ દિવસ	૭ દિવસ
પાક ઉત્પાદન	વાતારણ પર આધારિત છે.	વાતાવરણ નિયંત્રિત હોવાથી નિયત કરેલ ઉત્પાદન મળે છે

સ્ત્રોત : કિસાન વર્લ્ડ એપ્રિલ-૨૦૧૭

રાસાયણિક બંધારણ (ડ્રાયમેટરના % મુજબ)

પોષકતત્વો	પરંપરાગત મકાઈના ઘાસચારાની ખેતી	હાઈડ્રોપોનિક્સ દ્વારા મકાઈનો લીલો ચારો
પ્રોટીન	૧૦.૬૭	૧૩.૫૭
ફેટ (ઈથર એક્સટ્રેક્ટ)	૦૨.૨૭	૦૩.૪૯
ક્રુડ ફાયબર	૨૫.૯૨	૧૪.૦૭
સોલ્યુબલ કાર્બોહાઈડ્રેટસ (નાઈટ્રોજન ફ્રી એક્સટ્રેક)	૫૧.૭૮	૬૬.૭૨
કુલ એશ (રાખ)	૦૯.૩	૬૩.૮૪
એસિડ ઈન સોલ્યૂબલ એશ	૦૧.૪૦	૦.૩૩
સ્રોત : કિસાન વર્લ્ડ એપ્રિલ-૨૦૧૭		

ઉપરોક્ત કોઠામાં દર્શાવેલ ટકાવારી જોતાં પરંપરાગત રીતે મેળવેલ મકાઈના ઘાસચારા કરતાં હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિથી મેળવેલ મકાઈના લીલા ચારામાં પ્રોટીન, ચરબી અને કાર્બોહાઈડ્રેટસનું પ્રમાણ વધારે હોય છે.

ટૂંકમાં પરંપરાગત ખેતીમાં ૧ હેકટર વિસ્તારમાં મકાઈનો ઘાસચારો મેળવવા અંદાજે દોઢ માસનો સમય લાગે છે. જ્યારે હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિ વડે ફક્ત ૫૦ ચો. મી. વિસ્તારમાંથી લીલા ચારાનું ઉત્પાદન ૭ દિવસમાં મેળવી શકાય છે.

હાઈડ્રોપોનિકસથી ઘાસચારો મેળવવાના ફાયદા :

(૧) જમીનનો ઘણો ઓછો ઉપયોગ
(૨) પાણીનું સંરક્ષણ એટલે કે બચત
(૩) ફૂગનાશક/જંતુનાશક રસાયણોનો નહિવત કે ઓછામાં ઓછો ઉપયોગ
(૪) ખેત શ્રમિકોની ઓછી જરૂરિયાત
(૫) ઓછો જાળવણી ખર્ચ
(૬) વાતાવરણ ઉપર નિયંત્રણ
(૭) વધુ પાચ્ય અને પોષણયુક્ત લીલા ચારાની ઉપલબ્ધિ
(૮) પશુ આહારના ખર્ચમાં ઘટાડો
(૯) વધુ ઝડપી વિકાસ (ચારાની વૃદ્ધિ)
(૧૦) ચેપરહિત તથા નીંદામણમુકત ચારો
(૧૧) સમયની બચત
(૧૨) સહેલાઈથી ચારાની કાપણી
(૧૩) નિયમિત રીતે સતત લીલો ચારો મળે
(૧૪) પશુની ફળદ્રુપતામાં વધારો
(૧૫) પોષકતત્વોની પાચ્યતામાં વધારો
(૧૬) પશુની સામાન્ય તંદુરસ્તીમાં સુધારો

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિની મર્યાદાઓ :

(૧) વેપારી ધોરણે ચારો ઉગાડવા માટે તાંત્રિક જ્ઞાન જરૂરી છે.
(૨) શરૂઆતમાં મૂડીરોકાણ વધુ કરવું પડે છે.
(૩) પાણીનો સતત પૂરવઠો મળી રહેવો જોઈએ.

પરંપરાગત પદ્ધતિથી લીલો ચારો ઉત્પન્ન કરવાની મુખ્ય મર્યાદાઓ :

(૧) વધારે જમીનની જરૂરિયાત
(૨) પાણીની અછત તેમજ ખારૂ પાણી
(૩) વધારે મજૂરની જરૂરિયાત
(૪) પાકને તૈયાર કરવામાં લાગતો સમય
(૫) એકજ સરખી ગુણવત્તાવાળો ચારો ન મળવો
(૬) ખાતરની જરૂરિયાત
(૭) વાતાવરણની ઉત્પાદન પર અસર

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિથી મકાઈનો ચારો ઉત્પન્ન કરવાની પદ્ધતિ :

(૧) સારી ગુણવત્તા ધરાવતા મકાઈના બીજ લેવા કે જેની સ્ફૂરણશક્તિ ૮૫ %થી વધુ હોય.
(૨) મકાઈના બીજ જંતુનાશક દવાથી મુક્ત હોવા જોઈએ.
(૩) સેપરેટર દ્વારા મકાઈના બીજમાં ભેળસેળ થયેલી માટી કચરો વગેરે દૂર કરવા.
(૪) ૧.૫ કિ.ગ્રા. બીજને પાણીમાં ૨૪ કલાક પલાળીને ત્યારબાદ ટ્રેમાં સરખી રીતે પાથરવા તેમજ પાણી અને પોષણયુક્ત રસાયણયુકત દ્રાવણ આપવું.
(૫) આવી ટ્રેને રેકમાં ગોઠવી (પ્રથમ બે હરોળમાં) ત્યારબાદ આ ટ્રે ને બીજા દિવસે રેકમાં ત્રીજી તેમજ ચોથી લાઈનમાં ગોઠવવી.
(૬) આઠમાં દિવસે ટ્રેમાં મકાઈ તૈયાર થઈ જાય છે. આ

રીતે તૈયાર થયેલ મકાઈમાં પ્રોટીનનું પ્રમાણ વધારે હોય છે.

ઉપરોક્ત બાબતે વધુ વિગત માટે ઈન્ટરનેટનો ઉપયોગ કરી શકાય તેમજ આખી પદ્ધતિ કેવી રીતે કામ કરે છે તે જોવા માટે 'યુટ્યુબ' પર આપેલી વિડીયો જોવાથી વિશેષ જાણકારી મેળવી શકાય છે. બજારમાં જુદી જુદી ક્ષમતાના આવા યુનિટ તૈયાર મળતા હોય છે. આ અંગે જાત તપાસ કરીને જ આગળ વધવુ સલાહ ભર્યું છે.

ઉપરોક્ત રીત મુજબ જવ, ઓટ, જુવાર વગેરેને પણ હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિ વડે ઉગાડી લીલોચારો પેદા કરી પશુઓને આપી શકાય છે.

ઉત્પાદન : એક ટ્રેમાં ઉગાડેલ ૧.૫ કિ.ગ્રા. મકાઈના બીજમાંથી ૨૦ થી ૨૫ સે.મી. ઊંચાઈ ધરાવતો મકાઈનો ૭ થી ૯ કિ.ગ્રા. લીલો ચારો મળે છે.

મકાઈનો લીલો ચારો ખવડાવવાના ફાયદા :

(૧) દૂધ ઉત્પાદનમાં અંદાજે ૨૫ % વધારો થાય છે.
(૨) ચરબીના ટકામાં વધારો થાય છે.
(૩) દૂધની ગુણવત્તામાં વધારો થાય છે.
(૪) પશુ તંદુરસ્ત બને છે.
(૫) પશુની ભૂખ ઉઘડે છે.
(૬) ઝડપથી અને સહેલાઈથી મોટા જથ્થામાં લીલો ચારો મેળવી શકાય છે.
(૭) વાનસ્પતિક પ્રોટીનનો મુખ્ય સ્ત્રોત છે.
(૮) કાર્બોહાઈડ્રેટનો સ્ત્રોત છે.
(૯) ખનીજતત્વોનો સારો સ્ત્રોત છે.
(૧૦) વિટામિનોનો સારો સ્ત્રોત છે.
(૧૧) પાણીનો સ્ત્રોત (અંદાજે ૧૫ થી ૨૫ %) છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ દ્વારા મળવેલ મકાઈનો લીલો ચારો કેવી રીતે આપશો ?

(૧) દૂધાળ પશુઓને મકાઈનો લીલોચારો તેના નાના કટકા કરીને આપવો.

(૨) દૂધાળ પશુઓને પ્રોટીનની જરૂરિયાતને ધ્યાને લઈ ૧ કિ.ગ્રા. દાણને બદલે ૭ થી ૮ કિ.ગ્રા. હાઈડ્રોપોનિક્સ દ્વારા ઉગાડેલ મકાઈનો લીલોચારો આપી શકાય.

(૩) દૈનિક પશુદીઠ વધુમાં વધુ ૨૦ કિ.ગ્રા. મકાઈનો લીલોચારો પશુ આહાર તરીકે આપવાની ભલામણ છે.

(૪) અન્ય સૂકા ચારા સાથે હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિ દ્વારા ઉગાડેલ મકાઈનો લીલો ચારો મિશ્ર કરી આપવો વધુ ફાયદાકારક છે.

હાઈડ્રોપોનિક્સ સિસ્ટમ યુનિટની વિગત :

(૧) ઉત્પાદન ક્ષમતા : ૩૦૦ ચો.ફૂટ /૧૦૦૦ કિ.ગ્રા. ચારો.
(૨) ઉષ્ણતામાનની જરૂરિયાત : ૨૭°થી ૩૪° સે. (સરેરાશ ૩૦° સે.)
(૩) સાપેક્ષ ભેજની જરૂરિયાત : ૬૬.૫ થી ૯૮.૫ % (સરેરાશ ૮૮ %)
(૪) ૧.૨૫ કિ.ગ્રા. બીજ/૧૦ કિ.ગ્રા. ચારો
(૫) ૧ લિટર પાણી/૧ કિ.ગ્રા.ચારો (પરંપરાગત ઘાસચારાની ખેતીમાં ૮૦ લિટર પાણી જોઈએ)
(૬) ૧૦૦૦ કિ.ગ્રા. ચારાના ઉત્પાદન માટે એક ખેત શ્રમિકની જરૂરિયાત
(૭) વાતાવરણના કુદરતી પરિબળો સામે નિયંત્રણ
(૮) ખર્ચ ₹ ૧૩ લાખ
(૯) એક મશીનમાં ૬ હારમાં બે લાઈનમાં કુલ ૬૦૦ ટ્રેની ગોઠવણી કરેલી હોય છે.
(૧૦) એક ટ્રેમાં વાવેલ ૧.૬ કિ.ગ્રા. બીજમાંથી ૮ થી ૧૦ કિ.ગ્રા. ચારો મળે છે.
(૧૧) દર ચાર કલાકે સ્વયંસંચાલિત વ્યવસ્થા વડે પાણીનો છંટકાવ કરતાં સાત દિવસમાં ચારો તૈયાર થાય છે.

લીલા ચારાની ગુણવત્તાને અસર કરતા પરિબળો :

(૧) બીજ, તેની ગુણવત્તા અને બીજની જાત
(૨) વાતાવરણમાં ઉષ્ણાતામાન અને ભેજનું પ્રમાણ
(૩) પદ્ધતિના સંચાલનની વ્યવસ્થા જેવી કે પાણીની ગુણવત્તા અને પીએચ, બીજને ભીજવવાનો સમય પોષણનો પૂરવઠો, ટ્રેમાં બીજનો જથ્થો અને ઉગાડવાનો સમય વગેરે.

આવનાર સમયમાં વધતી જતી જમીનની કિંમતો અને ખેતીલાયક અને ફળદ્રુપ જમીનની મર્યાદિત ઉપલબ્ધિને ધ્યાને લેતાં ભવિષ્યમાં આ પદ્ધતિ વડે પશુઓને લીલો ચારો ઉગાડીને આપવો પડશે. જેના ઉપયોગથી ગુણવત્તાયુક્ત દૂધ ઉત્પાદન મળતાં, તેની બનાવટો સારી બનશે જે ભારત દેશને આર્થિક સદ્ધરતા બક્ષસે.

હાઈડ્રોપોનિક્સનું અર્થકરણ

ડૉ. વી. પી. ચોવટીયા ડૉ. આર. કે. માથુકિયા
સંશોધન નિયામકશ્રીની કચેરી, જૂનાગઢ કૃષિ યુનિવર્સિટી, જૂનાગઢ - ૩૬૨૦૦૧
ફોન : (૦૨૮૫) ૨૬૭૦૧૩૧

૧૦૦૦ મી² વિસ્તાર માટે હાઈડ્રોપોનિક્સનું અર્થકરણ

વિગત	એકમની સંખ્યા	એકમ	કિંમત/દર (₹/એકમ)	કુલ (₹)
સ્થાયી ખર્ચ				
પોલીહાઉસ બાંધકામ	૧,૦૦૦	મી²	૧,૨૫૦	૧૨,૫૦,૦૦૦
ટપક પદ્ધતિ	૧,૦૦૦	મી²	૨૦	૨૦,૦૦૦
ઉગાડવાની બેગો (કોકો બ્લોક સહિત) ૨૭૦૦ છોડ	૨,૭૦૦	નંગ	૭૦	૧,૮૯,૦૦૦
પોષકતત્વોના દ્રાવણનું એકમ	૩	એકમ	૫૫,૫૦૦	૧,૬૬,૫૦૦
પોલીહાઉસ ફ્લોરીંગ માટે વીડમેટ (૧૫૦ માઈક્રોન)	૧,૦૦૦	મી²	૨૩	૨૩,૦૦૦
પાણીની ટાંકી - ૧૦૦૦ લિ. ૩ પડ	૩,૦૦૦	નંગ	૭	૨૧,૦૦૦
પાણીની ટાંકી - ૫૦૦૦ લિ. ૧ પડ	૫,૦૦૦	નંગ	૭	૨૧,૦૦૦
છોડનું ટેકા તંત્ર	૧,૦૦૦	મી²	૨૦	૨૦,૦૦૦
આર.ઓ. સિસ્ટમ - ૫૦૦ લિ./કલાક	૧	એકમ	૭૫,૦૦૦	૭૫,૦૦૦
માલ મજૂરી સાથે સુથારી કામ	૧	એકમ	૫૦,૦૦૦	૫૦,૦૦૦
માલ મજૂરી સાથે ઈલેકટ્રીક કામ	૧	એકમ	૫૦,૦૦૦	૫૦,૦૦૦
પાણીનો પંપ- ૧ હો.પા.	૨	એકમ	૭,૦૭૫	૧૪,૧૫૦
બ્લુલેબ ઓટોડોઝર વિથ એમ૩ પ્રોકન્ટ્રોલર	૧	નંગ	૧,૨૨,૦૦૦	૧,૨૨,૨૦૦
કુલ સ્થાવર મિલકત				૨૦,૩૫,૮૫૦
પ્રોજેકટ સેટઅપ કન્સલટન્સી ખર્ચ				૨,૦૦,૦૦૦

કાર્યકારી ખર્ચ

વિગત	એકમની સંખ્યા	ચક્ર	એકમ	કિંમત/દર (₹/એકમ)	કુલ (₹)
વાવેતર સામગ્રી - ભાજી પાકો	૬૭૨	૧૦	છોડ	૩	૨૦.૧૬૨
વાવેતર સામગ્રી - ફળ પાકો	૨,૭૦૦	૨	છોડ	૮	૪૨,૨૦૦
પોષણ - ભાજી પાકો	૧	૧	એકમ	૪૫,૦૦૦	૪૫,૦૦૦
પોષણ - ફળપાકો	૧	૧	એકમ	૨,૯૫,૦૦૦	૨,૯૫,૦૦૦
મજૂરી ખર્ચ	૧	૧૨	સંખ્યા	૧૦,૦૦૦	૧,૨૦,૦૦૦
વીજળી ખર્ચ	૧	૧૨	સંખ્યા	૩,૦૦૦	૩૬,૦૦૦
લીમડાનું તેલ					૫,૦૦૦
કરંજનું તેલ					૫,૦૦૦
ચીકણાં પેડસ					૫,૦૦૦
અન્ય ખર્ચ					૨૦,૦૦૦

આવક

છોડ	પાકનો સમયગાળો	કુલ વિસ્તાર (મી²)	ચક્ર પ્રતિ વર્ષ	ઉત્પાદન (કિ.ગ્રા.)	કિંમત (₹/કિ.ગ્રા.)	કુલ આવક (₹)
કેપ્સિકમ	૯ માસ	૨,૭૦૦	૧	૧૩,૫૦૦	૬૦	૮,૧૦,૦૦૦
કાકડી	૪ માસ	૨,૭૦૦	૧	૧૩,૫૦૦	૨૦	૨,૭૦,૦૦૦
ભાજી પાકો	૪૫ દિવસ	૬૭૨	૧૦	૧,૬૮૦	૬૦	૧,૦૦,૮૦૦
					કુલ આવક	૧૧,૮૦,૦૦૦

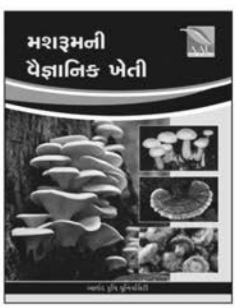
‘કૃષિગોવિદ્યા’ પ્રકાશન વિભાગ, આણંદ દ્વારા ખેડૂતો માટે પ્રકાશિત કરવામાં આવેલ પુસ્તકો

ક્રમ	પુસ્તક/વિશેષાંક	માસ	વર્ષ
૧	બટાટા વિશેષાંક	ડિસેમ્બર	૧૯૯૮
૨	ઔષધિય ખેતી વિશેષાંક	માર્ચ	૨૦૦૧
૩	મશરૂમ વિશેષાંક	જુલાઈ	૨૦૦૧
૪	આંબાની ખેતી વિશેષાંક	જૂન	૨૦૦૨
૫	ફળ વિશેષાંક	જાન્યુઆરી	૨૦૦૩
૬	પાક સંરક્ષણ વિશેષાંક	જાન્યુઆરી	૨૦૦૪
૭	ફૂલ વિશેષાંક	જાન્યુઆરી	૨૦૦૪
૮	પશુપોષણ અને આહાર વ્યવસ્થા	ફેબ્રુઆરી	૨૦૦૪
૯	વર્મિકમ્પોસ્ટ	ઓકટોબર	૨૦૦૪
૧૦	ગૌણ અને સૂક્ષ્મતત્ત્વોનો ખેતીમાં ઉપયોગ	ડિસેમ્બર	૨૦૦૪
૧૧	નીંદણ અને નીંદણ નિયંત્રણ વ્યવસ્થા	જાન્યુઆરી	૨૦૦૫
૧૨	શાકભાજી વિશેષાંક	એપ્રિલ	૨૦૦૫
૧૩	મસાલા પાક વિશેષાંક	ફેબ્રુઆરી	૨૦૦૭
૧૪	ઔષધિય પાકો	ઓકટોબર	૨૦૦૭
૧૫	પશુના રોગો, નિયંત્રણ અને માવજત	ડિસેમ્બર	૨૦૦૮
૧૬	મશરૂમની ખેતી	ડિસેમ્બર	૨૦૦૮
૧૭	આંબાની ખેતી	ડિસેમ્બર	૨૦૦૮
૧૮	વૃક્ષોની ખેતી	ડિસેમ્બર	૨૦૦૮
૧૯	કઠોળપાકોઃ સંશોધન,પડકારો અને ક્ષિતિજો	માર્ચ	૨૦૦૯
૨૦	પાક સંરક્ષણ	મે	૨૦૦૯
૨૧	શાકભાજી	મે	૨૦૦૯
૨૨	જૈવિક નિયંત્રણ	ઓકટોબર	૨૦૦૯
૨૩	ગૌણ અને સૂક્ષ્મતત્ત્વોઃ પાક ઉત્પાદનમાં મહત્ત્વ	ઓકટોબર	૨૦૦૯
૨૪	ઘરગથ્થુ આયુર્વેદિક ઉપચાર દ્વારા આરોગ્ય જાળવો	માર્ચ	૨૦૧૩
૨૫	શાકભાજી પાકો	માર્ચ	૨૦૧૩
૨૬	ફળપાકો	માર્ચ	૨૦૧૩
૨૭	પાક સંરક્ષણ	માર્ચ	૨૦૧૪
૨૮	તેલીબિયાં પાકો	માર્ચ	૨૦૧૪
૨૯	ઘાસચારા પાકોની વૈજ્ઞાનિક ખેતી	માર્ચ	૨૦૧૪
૩૦	ગ્રીનહાઉસ અને નેટહાઉસ ટેકનોલોજી	માર્ચ	૨૦૧૫
૩૧	કૃષિ ક્ષેત્રે વપરાતા કીટનાશકો	મે	૨૦૧૫
૩૨	જૈવિક નિયંત્રણ	ઓકટોબર	૨૦૧૫
૩૩	કિચન ગાર્ડન	ઓકટોબર	૨૦૧૫
૩૪	વૃક્ષોની ખેતી	નવેમ્બર	૨૦૧૫

ક્રમ	પુસ્તક/વિશેષાંક	માસ	વર્ષ
૩૫	સોયાબીનની વૈજ્ઞાનિક ખેતી અને મૂલ્ય વર્ધન	જાન્યુઆરી	૨૦૧૬
૩૬	તેલીબિયાંના પાકોની વૈજ્ઞાનિક ખેતી	જાન્યુઆરી	૨૦૧૬
૩૭	ડેરી ઉદ્યોગ અને દૂધનું મૂલ્ય વર્ધન	જાન્યુઆરી	૨૦૧૬
૩૮	સૂક્ષ્મ પિયત પદ્ધતિ	માર્ચ	૨૦૧૬
૩૯	વર્મિકમ્પોસ્ટ	માર્ચ	૨૦૧૬
૪૦	કૃષિ ક્ષેત્રે વપરાતા કીટનાશકો	માર્ચ	૨૦૧૬
૪૧	ખેતી તેમજ પ્રાથમિક પ્રસંસ્કરણ માટેના ઓજારો, યંત્રો અને સાધનો	માર્ચ	૨૦૧૬
૪૨	ઘાસચારાના પાકો	માર્ચ	૨૦૧૬
૪૩	કિચન ગાર્ડન	સપ્ટેમ્બર	૨૦૧૬
૪૪	ખેતીપાકોના અગત્યના રોગો અને તેનું નિયંત્રણ	સપ્ટેમ્બર	૨૦૧૬
૪૫	પાક સંરક્ષણ	સપ્ટેમ્બર	૨૦૧૬
૪૬	સજીવ ખેતી	સપ્ટેમ્બર	૨૦૧૬
૪૭	કૃષિ પાકોમાં પ્રોસેસિંગ અને મૂલ્ય વર્ધન	માર્ચ	૨૦૧૭
૪૮	તેલીબિયાં પાકોની વૈજ્ઞાનિક ખેતી	માર્ચ	૨૦૧૭
૪૯	જૈવિક ખાતરો	માર્ચ	૨૦૧૭
૫૦	આદર્શ બીજ ઉત્પાદન	ઓગષ્ટ	૨૦૧૭
૫૧	શાકભાજી પાકો	ઓગષ્ટ	૨૦૧૭
૫૨	ફૂલપાકો	ઓગષ્ટ	૨૦૧૭
૫૩	સોયાબીનની વૈજ્ઞાનિક ખેતી અને મૂલ્ય વર્ધન	ઓગષ્ટ	૨૦૧૭
૫૪	ખેતીના આધુનિક અભિગમો	ઓગષ્ટ	૨૦૧૭
૫૫	ડેરી ઉદ્યોગ	માર્ચ	૨૦૧૮
૫૬	મધમાખી પાલન	માર્ચ	૨૦૧૮
૫૭	મસાલા પાકો	માર્ચ	૨૦૧૮
૫૮	ગૃહ ઉદ્યોગ તરીકે બેકરી વાનગીઓ	માર્ચ	૨૦૧૮
૫૯	માનવ આહાર અને પોષણ	માર્ચ	૨૦૧૮
૬૦	સજીવ ખેતી	ઓગષ્ટ	૨૦૧૮
૬૧	કિચન ગાર્ડન	ઓગષ્ટ	૨૦૧૮
૬૨	વૃક્ષોની વૈજ્ઞાનિક ખેતી	ઑક્ટોબર	૨૦૧૮
૬૩	સૂક્ષ્મજીવાણુઓ દ્વારા સમૃદ્ધ ખેતી તથા જમીન અને પર્યાવરણની સુરક્ષા	ડિસેમ્બર	૨૦૧૮
૬૪	જૈવિક નિયંત્રણ	ડિસેમ્બર	૨૦૧૮
૬૫	પશુપાલન : બમણી આવકનો સ્રોત	ડિસેમ્બર	૨૦૧૮
૬૬	મશરૂમની વૈજ્ઞાનિક ખેતી	ડિસેમ્બર	૨૦૧૮
૬૭	કૃષિ માર્ગદર્શિકા	માર્ચ	૨૦૧૯

નોંધ : ઉપરોકત યાદીમાં ઉપલબ્ધ હોય તે પુસ્તકો ઠરાવેલ કિંમતે મેળવવા માટે ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૧૯૨૧ ખાતે સંપર્ક સાધો

'કૃષિગોવિદ્યા' પ્રકાશન વિભાગ, વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામકની કચેરી
આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી દ્વારા વિવિધ વિષયો ઉપર પ્રકાશિત કરવામાં આવેલ પુસ્તકો મેળવો

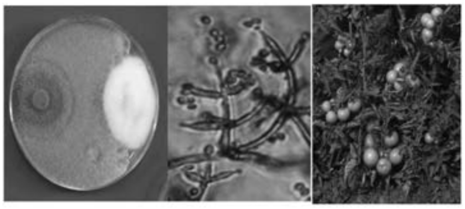


ક્રમ	પુસ્તકનું નામ	એક પુસ્તકની કિંમત (₹) રૂબરૂમાં	એક પુસ્તકની કિંમત (₹) રજી. પોસ્ટ દ્વારા
૧	ફળપાકો	૬૦	૧૧૦
૨	ગ્રીનહાઉસ અને નેટહાઉસ ટેકનોલોજી	૧૦૦	૧૬૦
૩	સોયાબીનની વૈજ્ઞાનિક ખેતી અને મૂલ્ય વર્ધન	૪૦	૮૦
૪	તેલીબિયાં પાકોની વૈજ્ઞાનિક ખેતી	૭૦	૧૧૦
૫	સૂક્ષ્મ પિયત પદ્ધતિ	૬૦	૧૦૦
૬	વર્મિકમ્પોસ્ટ	૫૦	૯૦
૭	કૃષિ ક્ષેત્રે વપરાતા કીટનાશકો	૪૦	૮૦
૮	ખેતી તેમજ પ્રાથમિક પ્રસંસ્કરણ માટેના ઓજારો, યંત્રો અને સાધનો	૫૦	૯૦
૯	ઘાસચારાના પાકો	૪૦	૮૦
૧૦	કિચન ગાર્ડન	૪૦	૮૦
૧૧	ખેતીપાકોના અગત્યના રોગો અને તેનું નિયંત્રણ	૫૦	૯૦
૧૨	સજીવ ખેતી	૬૦	૧૦૦
૧૩	કૃષિ પાકોમાં પ્રોસેસિંગ અને તેનું મૂલ્ય વર્ધન	૯૦	૧૩૦
૧૪	જૈવિક ખાતરો	૪૦	૮૦
૧૫	આદર્શ બીજ ઉત્પાદન	૮૦	૧૨૦
૧૬	શાકભાજી પાકો	૯૦	૧૫૦
૧૭	ફૂલપાકો	૮૦	૧૨૦
૧૮	ખેતીના આધુનિક અભિગમો	૭૦	૧૧૦
૧૯	ડેરી ઉદ્યોગ	૮૦	૧૨૦
૨૦	મધમાખી પાલન	૫૦	૯૦
૨૧	મસાલા પાકો	૮૦	૧૨૦
૨૨	ગૃહ ઉદ્યોગ તરીકે બેકરી વાનગીઓ	૬૦	૧૦૦
૨૩	માનવ આહાર અને પોષણ	૫૦	૯૦
૨૪	વૃક્ષોની વૈજ્ઞાનિક ખેતી	૭૦	૧૧૦
૨૫	સૂક્ષ્મજીવાણુઓ દ્વારા સમૃદ્ધ ખેતી તથા જમીન અને પર્યાવરણની સુરક્ષા	૪૦	૮૦
૨૬	જૈવિક નિયંત્રણ	૬૦	૧૦૦
૨૭	પશુપાલનઃ બમણી આવકનો સ્રોત	૪૦	૮૦
૨૮	મશરૂમની વૈજ્ઞાનિક ખેતી	૬૦	૧૦૦
૨૯	કૃષિ માર્ગદર્શિકા	૯૦	૧૫૦

નોંધ : એક થી વધુ પુસ્તક મંગાવવા માટે ફોન દ્વારા કચેરીનો સંપર્ક સાધી જણાવેલ રકમનો મની ઓર્ડર મોકલવો

: વધુ માહિતી માટે સંપર્ક : તંત્રી, કૃષિગોવિદ્યા, પ્રકાશન વિભાગ, વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામકશ્રીની કચેરી
યુનિવર્સિટી ભવન, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ જી. આણંદ પિન : ૩૮૮૧૧૦ ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૧૯૨૧

અનુભવ ટ્રાયકોડર્મા



TRICHODERMA VIRIDE

A POTENTIAL BIO-AGENT FOR PLANT DISEASE MANAGEMENT

આ, સી.આય.બી. અને આર.સી., નવી દિલ્હી રજિસ્ટર્ડ ટ્રાયકોડર્મા વીરીડીનું ઉત્પાદન છે. ટ્રાયકોડર્મા પાકમાં આવતા બીજ-જન્ય તેમજ જમીન-જન્ય રોગો જેવા કે સૂકારો, મૂળનો કોહવારો, થડનો કોહવારો, ધરૂ મૃત્યુ વગેરેનું નિયંત્રણ કરે છે.

માવજત : ● **બીજ માવજત :** બીજને ટ્રાયકોડર્મા ૧૦ ગ્રામ પ્રતિ કિ.ગ્રા. બિયારણ પ્રમાણે વાવેતરના સમયે માવજત આપવી. ● **જમીન માવજત :** ૧.૨૫ કિ.ગ્રા. ટ્રાયકોડર્મા ૧૨૫ કિ.ગ્રા. સેન્દ્રિય ખાતર જેવા કે છાણિયું ખાતર અથવા દિવેલીના ખોળ સાથે સારી રીતે ભેળવીને ચાસમાં આપવું ● **ધરૂને માવજત :** ૧ થી ૧.૫ કિ.ગ્રા. ટ્રાયકોડર્મા ૧૦ લિટર પાણીમાં ઓગાળી દ્રાવણ કરી ધરૂના મૂળને દ્રાવણમાં ડૂબાડી રોપણી કરવી. કેળની ગાંઠો, શેરડીના કટકા વગેરેને પણ આ પ્રમાણે માવજત આપવી ● ૧ કિ.ગ્રા. ટ્રાયકોડર્માને ૫૦ કિ.ગ્રા. છાણિયું ખાતર, વર્મિકમ્પોસ્ટ, દિવેલી, રાયડા, લીમડા વગેરેના ખોળ સાથે સંવર્ધિત કરી શકાય છે.

: વધુ માહિતી માટે સંપર્ક :

સેન્ટર ફોર રિસર્ચ ઑન બાયો એજન્ટ્સ, વનસ્પતિ રોગશાસ્ત્ર વિભાગ, બં.અ. કૃષિ મહાવિદ્યાલય,

આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ - ૩૮૮ ૧૧૦ ● ફોન : (૦૨૬૯૨) ૨૬૨૪૩૫

જમીન અને અંતર અંગેના એકમો

૧ ચોરસ ફૂટ = ૦.૦૯૨૯ ચોરસ મીટર

૧ ચોરસ ફૂટ = ૧૪૪ ચોરસ ઈંચ

૧ ચોરસ વાર = ૯ ચોરસ ફૂટ

૧ ચોરસ વાર = ૦.૮૩૬૧ ચોરસ મીટર

૧ ગુંઠો = ૧૦૧૦ ચોરસ ફૂટ

૧ ગુંઠો = ૧૨૧ ચોરસ વાર

૧ ગુંઠો = ૧૦૧.૧૭ ચોરસ મીટર

૧ વસા = ૧૨૮૦ ચોરસ ફૂટ

૧ વસા = ૧૪૨. ૨૨ ચોરસ વાર

૧ વસા=૧૧૯ ચોરસ મીટર

૨૦ વસા = ૧ વીઘું

૨૪ ગુંઠા = ૧ વીઘું (ગાયકવાડી તાબાના ગામોમાં)

૨૦ ગુંઠા = ૧ વીઘું (સૌરાષ્ટ્રમાં)

૧ વીઘું = ૨૫૫૯૧.૫૦ ચોરસ ફૂટ

૧ વીઘું = ૨૮૪૩.૫ ચોરસ વાર

૧ વીઘું = ૨૩૭૮ ચોરસ મીટર

૧ ગુંઠો = ૧૦૧.૧૭૧૩ ચોરસ મીટર

૪૦ ગુંઠા = ૧ એકર

૧૦૦ ગુંઠા = ૧ હેકટર

૧ એકર = ૪૦૪૬.૮૫ ચોરસ મીટર

૧ એકર = ૦.૪૦૫ હેકટર

૧ હેકટર = ૨.૪૭૧૧ એકર

૧ હેકટર = ૧.૧૯૬૦ ચોરસ વાર

૧ હેકટર = ૧૦,૦૦૦ ચોરસ મીટર

૧૦૦ હેકટર = ૧ ચોરસ કિલોમીટર

૧ કિ.મી. = ૩૩૩.૩ ફૂટ

૧ કિ.મી.= ૦.૬૨૧૪ માઈલ

૧ કિ.મી. = ૧૦૦૦ મીટર

૧ માઈલ = ૧.૬૦૯ કિલોમીટર

૧ ચોરસ માઈલ = ૬૪૦ એકર

૧ ચોરસ માઈલ = ૨૫૯ હેકટર

હાઈડ્રોપોનિક્સ પદ્ધતિમાં વપરાતા માધ્યમો

રેતી (Sand)

કોકોપીટ (Cocopeat)

વર્મિકયુલાઈટ(Vermiculite)

પર્લાઈટ(Perlite)

રોકવુલ (Roakwool)

હાઈડ્રોટોન or LECA

ગ્રેવેલ (Gravels)

ગ્રો–સ્ટોન (Growstone)

ઓએસીસ કયુબ (Oasis cubes)

પ્યુમાઈસ (Pumice)

રીવર રોક (River Rock)

ફલોરલ ફોમ (Floral foam)

વર્ટિકલ ફાર્મિંગ

: પ્રકાશક :
વિસ્તરણ શિક્ષણ નિયામક, આણંદ કૃષિ યુનિવર્સિટી, આણંદ - ૩૮૮ ૧૧૦
www.aau.in