વનસ્પતિ જગતમાં શોધખોળ-૧

પાંદડા વિના બધું સુનું

કિશોર પઁવાર

एकलव्य

આર્ચ

વનસ્પતિ જગતમાં શોધખોળ-

પાંદડા વિના બધું સૂનું

કિશોર પઁવાર

एकलव्य   આર્ચ

વનસ્પતિ જગતમાં શોધખોળ-

પાંદડા વિના બધું સૂનું

લેખક : કિશોર પઁવાર
વિષય સલાહકાર : ભોલેશ્વર દુબે
શૃંખલા સંપાદક : સુશીલ જોશી
ચિત્ર : જાવેદ સિદ્દીકી, શોભા ધારે
કવર કલ્પના : પ્રગતિ શિરભાતે
મુખપૃષ્ઠ ફોટો : શુભ્રા ભાવસાર (સ્પેથીફિલ્મ)
અંતિમ મુખપૃષ્ઠ ફોટો : કિશોર પઁવાર (સાયકસ રેવોલ્યુટા)

ગુજરાતી અનુવાદ : સોનલ પ્રજાપતિ
શુદ્ધિકરણ : સ્વાતિ દેસાઈ

© કિશોર પઁવાર અને એકલવ્ય, જાન્યુઆરી-

આર્ચ-નગારીયા
ધરમપુર, વલસાડ-

ક્યાં શું ?

પાંદડા વિના બધું સૂનું

પર્ણ એક - રૂપ અનેક

ડુંગળીનાં પાંદડા

પાંદડાંના રૂપ-રંગને ઘડનાર કોણ ?

વનસ્પતિમાં ભોજન નિર્માણ : કેટલાંક પ્રયોગ અને ઇતિહાસ

પ્રકાશ, કાર્બનડાયોક્સાઇડ અને ક્લોરોફિલનો કમાલ

શિકારી પાંદડા

કેમ નથી પરોપજીવીને પાંદડા ?

વસંતનાં વધામણા આપતાં પાંદડા

પાનખર પણ જરૂરી છે

1

પાંદડા વિના બધું સૂનું

વરસાદનાં પ્રથમ અમીછાંટણા સાથે જ ધરતી પર ચારેકોર લીલોતરી છવાઈ જાય છે. શ્રાવણ-ભાદરવો આવતાં આવતાં તો કોઈપણ જગ્યા બચતી નથી કે જે છોડવાંઓનાં લીલારંગે રંગાઈ ન ગઈ હોય. આ લીલીછમ લીલોતરી જેને આભારી છે તે છે વનસ્પતિઓનાં પાંદડા (પર્ણ). જરા વિચારો તો જો વૃક્ષોને પાંદડા જ ન હોત તો કેવાં લાગત ? ફૂલ તો પછી આવે પણ સૌપ્રથમ તો આ પાંદડા જ દરેક વનસ્પતિનો સાચો શૃંગાર છે. વનસ્પતિઓના અભિન્ન અંગ એવા પાંદડાઓનું મહત્ત્વ આપણા માટે પણ કંઈ ઓછું નથી.

દરેક પ્રાણીમાત્રની ભોજન-પોષણ સંબંધિત બધી જ આવશ્યકતાઓની પૂર્તિ આ લીલુડા પાંદડાને આભારી છે. પર્ણ વગર મનુષ્ય સહિત કોઈપણ જીવજંતુનું જીવન સંભવ નથી. આપણે જે ભોજન ગ્રહણ કરીએ છીએ, અનાજ, દાળ, શાક, ફળ, તેલ, ખાંડ એ બધાનું નિર્માણ આ પાંદડાઓ દ્વારા જ શક્ય બને છે. શાકાહારી પ્રાણીઓ પણ લીલા ઘાસચારા સ્વરૂપે પાંદડાઓ જ આરોગે છે.

જો ભોજનની થાળીમાંથી શાકભાજી જ ગાયબ થઈ જાય તો જમવાની મજા રહે ખરી ? પાલક, મેથીની ભાજી, તાંદળજો, સરસવની ભાજી આખરે છે તો પાંદડા જ ને ! વિટામીન અને ખનીજ ક્ષારોના પ્રમુખ સ્ત્રોત એવા આ પાંદડા આપણા સ્વાસ્થ્ય માટે ઘણાં જરૂરી છે. વરસતા વરસાદમાં મેથી, અળવી, અજમાનાં પાંદડાનાં ભજીયાનો સ્વાદ ભલા કોઈ ભૂલી શકે ખરું ?

મીઠો લીમડો

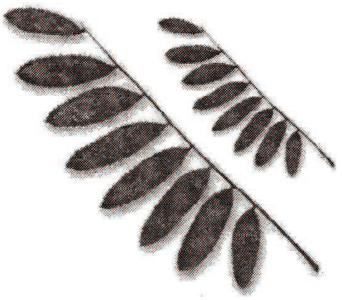
કડવો લીમડો

ભોજનનાં મુખ્ય સ્રોતની સાથે સાથે ભોજનને સ્વાદિષ્ટ અને પાચ્ય બનાવવામાં પણ પાંદડાઓનું યોગદાન કઈ ઓછું નથી. કડીપત્તા (મીઠો લીમડો) વગરની દાળ કે કઢીની કલ્પના કરી જુઓ. ફૂદીનો, તમાલપત્ર પણ છે તો પાંદડા જ. મીઠો લીમડો ભલે નામથી કડવા લીમડાનો સંબંધી લાગે પણ તે મધુમાલતી (એક પ્રકારની વેલ)નાં કુળ (જાતિ) સાથે સંબંધ ધરાવે છે. હા, એનાં પાંદડા જરૂર લીમડા જેવા લાગે છે. લીલાધાણાની તો શાન જ નિરાળી છે. તૈયાર થયેલ શાક, પુલાવ પર લીલાધાણાં છાંટ્યા ન હોય ત્યાં સુધી તેની મજા જ ન આવે.

કેળા

તૈયાર થયેલ ભોજનને પીરસવા માટે પણ પાંદડા જ કામમાં આવે છે. તે પછી ઉત્તર ભારત તરફ વપરાતાં પતરાળાં હોય કે દક્ષિણ ભારતમાં વપરાતાં કેળના પાન. આજે પણ આ પદ્ધતિ વિસરાઈ નથી. પાંદડાઓનો ઉપયોગ ચટાઈ અને ઝાડુ-સાવરણી બનાવવામાં પણ થાય છે. આ માટે ખાસ કરીને ખજૂર અને તાડનાં પાંદડા ઉપયોગમાં લેવાય છે. તાડનાં પાંદડામાંથી બનાવેલી ચટાઈને મોરથૂથૂ (કોપર સલ્ફેટ)નાં દ્રાવણમાં ડૂબાડીને કાચા ઘર માટે ટકાઉ છાપરાં બનાવવામાં પણ સફળતા મળી છે.

ઘરે આવેલ મહેમાનનું સ્વાગત ચા-પાણી વગર તો અધૂરું જ ગણાય. તાજગી અને સ્ફૂર્તિ આપતી આસામ અને દાર્જીલીંગનાં



બગીચાઓમાંથી દેશ-વિદેશ સુધી પહોંચતી ચા-એ ''થીયા સાયનેંસિસ'' છોડની આગળની ત્રણ પાંદડીઓ છે. ચા પછી પાનનો ઉલ્લેખ ન કરાય તો મહેમાનગતિ અધૂરી ગણાય. નાગરવેલનું આ પાંદડું આજે પણ ગામ અને શહેરમાં હજારો લોકોને રોજી-રોટી પૂરી પાડે છે. મોગલકાળથી લઈને આજ સુધી પાન એ શાન અને શોખનું પ્રતિક રહ્યું છે.

ખાનપાન સિવાય આ પાંદડા વારતહેવારે ઘરની સજાવટ માટે પણ એટલાં જ ઉપયોગી નીવડે છે. આજે કોઈપણ શુભ પ્રસંગ કે તહેવારોમાં આંબો, અશોક, આસોપાલવનાં તોરણ અચૂક બાંધવામાં આવે છે. કદાચ ઘરની આસપાસમાં જ સરળતાથી ઉપલબ્ધ થઈ શકતા હોવાથી પણ અને કદાચ (તોડ્યા પછી પણ)લાંબા સમય સુધી તાજા લીલા રહી શકતાં હોવાથી આસોપાલવ અને આંબાનાં તોરણ વધારે ઉપયોગમાં લેવાય છે. તુલસીનાં પાંદડાનાં ઔષધીય ગુણોથી તો સહુ સુપેરે પરિચિત છે.

પાંદડાઓનો ઉપયોગ ફૂલોથી બનેલ હાર અને ગુલદસ્તાઓમાં પણ કરવામાં આવે છે. કરંજ, તાડ જેવા બીજાં ઘણાં વૃક્ષોનાં પાંદડાઓ સુશોભન અર્થે વપરાય છે. ઘરની અંદર જોવા મળતાં મનીપ્લાન્ટનાં સુંદર, ચળકતાં, કાબરચીતરાં પાંદડાં પોતાનું અલગ જ મહત્ત્વ ધરાવે છે. ઘરઆંગણાની સજાવટની સાથે સાથે મનુષ્યના સાજ-શ્રૃંગાર માટે પણ આ પાંદડા વપરાય છે. જીવનનાં વિભિન્ન રંગોમાં મહેંદીના રંગનું પોતાનું એક વિશિષ્ટ સ્થાન છે. તેનાં સિવાય સોળ શ્રૃંગાર અધૂરા ગણાય. તીજ તહેવારથી લઈને લગ્નપ્રસંગ જેવા અવસરોએ મહેંદી લગાવવી એ ભારતીય પરંપરા છે. તેનો ઉપયોગ કોઈપણ જાતિ, ધર્મનાં ભેદભાવ વિના છૂટથી કરવામાં આવે છે. આજકાલ મહેંદીનાં પાંદડાઓનો પ્રયોગ વાળને રંગવા માટે તેમજ કંડીશન કરવા માટે પણ થઈ રહ્યો છે. મહેંદીનો આ ગુણ તેમાં રહેલા લાસોન નામનાં પદાર્થને આભારી છે જે વાળ, ત્વચા અને રેશમમાં રહેલ પ્રોટીન જોડે પ્રક્રિયા કરીને તેને લાલ કથ્થાઈ રંગમાં રંગી દે છે.

પ્રાચીન સમયમાં જ્યારે કાગળની શોધ નહોતી થઈ ત્યારે તાડ તેમજ ભોજ-પત્રનાં પાંદડા જ કાગળનું કામ કરી આપતાં હતાં. અનેક પ્રાચીન ગ્રંથ આ પાંદડાઓ પર લખાયેલાં છે. બીડી સૂકા, પાનખરનાં જંગલમાં ઊગતા ટીમરૂ જેવા વૃક્ષોનાં પાંદડામાંથી જ બનાવવામાં આવે છે. ટીમરૂનાં ઝાડ મધ્યપ્રદેશ, બિહાર, મહારાષ્ટ્ર જેવા રાજ્યોમાં જોવા મળે છે. આ પાંદડાં ઘણાં લાંબા સમય સુધી ખરાબ થતા

નથી તેમજ તેની વિશિષ્ટ ગંધ અને લચકને કારણે તેનો ઉપયોગ બીડી બનાવવામાં થાય છે. આ બીડીમાં ભરવામાં આવતું તમાકુ પણ એક પાંદડું જ છે ને. બીડી અને તમાકુનાં સેવનથી લોકો પોતાના સ્વાસ્થ્ય સાથે રમત કરતાં હોય છે.

પરંતુ વૃક્ષોને પાંદડાઓ એટલા માટે નથી હોતાં કે આપણે ફક્ત આપણી જરૂરિયાતો અને અનુકૂળતાઓ માટે તેનો ઉપયોગ કરીએ. પાંદડાઓ વનસ્પતિઓનાં ઘણાં જ મહત્ત્વનાં જરૂરી અંગ છે. જે તેનાં જીવનમાં વિભિન્ન પ્રકારની ભૂમિકાઓ ભજવે છે. સૌથી મોટી ભૂમિકા છે ભોજન નિર્માણની. એ ફક્ત જે-તે વનસ્પતિ માટે જ નહીં પરંતુ સમસ્ત જીવજગત માટેનો આધારસ્તંભ છે. ભોજન નિર્માણની સાથે સાથે કેટલાંક છોડનાં પાંદડાઓ પોતાનું સ્વરૂપ બદલીને જીવજંતુઓનો શિકાર પણ કરે છે. આ શિકારી પાંદડાઓ આ રીતે પણ વનસ્પતિ માટે ભોજન મેળવવાનું કાર્ય કરે છે. આ ઉપરાંત પાંદડાઓ બાષ્પોત્સર્જન અને વાયુઓના આદાનપ્રદાનનું જરૂરી કાર્ય પણ કરે છે. તમને એ જાણીને આશ્ચર્ય થશે પણ વનસ્પતિમાં ફૂલ ખીલવવા માટે પણ આ પાંદડાઓ ખૂબ મોટી ભૂમિકા ભજવે છે. સાથે સાથે વનસ્પતિને રક્ષણ પૂરું પાડવું, આધાર આપવો જેવા નાનામોટાં કાર્યો પણ કરે છે.

એટલું જ નહીં સૂકાઈને ખરી પડ્યા પછી પણ તેમનું મહત્ત્વ કંઈ ઓછું નથી થઈ જતું. સૂકાયેલા પાંદડામાંથી સારી કક્ષાનું ખાતર બને છે જેમાંથી બીજી વનસ્પતિઓને ઘણાંબધાં ખનીજક્ષાર અને પોષકતત્ત્વો મળી રહે છે. આમ લીલાં તો ખરા જ પણ સૂકાં પાંદડા પણ એટલા જ ઉપયોગમાં આવે છે. પાંદડાઓનાં આટલા બધા ઉપયોગ અને મહત્ત્વ જાણ્યા બાદ એને વનસ્પતિનો સાચો શૃંગાર કહેવું અયોગ્ય તો નથી જ.

2

પાંદડું એક - રૂપ અનેક

પર્ણનાં (પાંદડા) મુખ્ય બે કાર્ય છે – વનસ્પતિ માટે ભોજન બનાવવું (પ્રકાશસંશ્લેષણ) અને બાષ્પોત્સર્જન. ભોજન બનાવવાની કેટલીક વાત તો થઈ જ ચૂકી છે અને કેટલીક આપણે આગળ વિસ્તારથી કરીશું. બાષ્પોત્સર્જનની વાત કરીએ તો તેમાં મુખ્યત્વે મૂળ દ્વારા શોષાયેલું પાણી જ્યારે પાંદડાઓ સુધી પહોંચે છે ત્યારે સ્ટોમાટા (પર્ણરંધ્ર) દ્વારા વરાળરૂપે ઊડી જાય છે. જેને બાષ્પોત્સર્જન (બાષ્પ ₹ ઉત્સર્જન) કહે છે. આ વરાળ સ્વરૂપે ઊડી ગયેલ પાણી વનસ્પતિને ઠંડક પ્રદાન કરે છે. ઉપરાંત તેના કારણે મૂળ સુધી એક પ્રકારનું શોષક કે ખેંચાણ બળ ઉત્પન્ન થાય છે જે પાણીને વનસ્પતિમાં ઉપર ચઢવામાં મદદરૂપ થાય છે. આથી જ મૂળિયાં વધારે પાણી ખેંચી શકે છે. પણ સૂકા અને ગરમ વાતાવરણમાં બાષ્પોત્સર્જન નુકસાનકારક પણ સાબિત થાય છે, જેનાથી છોડ કરમાઈને સૂકાઈ જાય છે. આથી જ બાષ્પોત્સર્જનને એક અનિવાર્ય દૂષણ કહેવામાં આવ્યું છે.

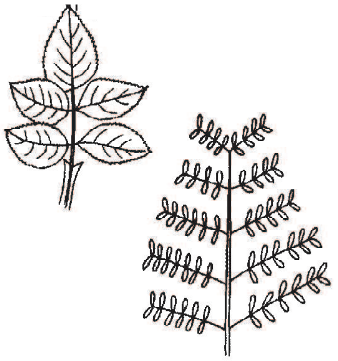
લાલ પાંદડા

ભોજન બનાવવા તેમજ બાષ્પોત્સર્જન સિવાય પણ પાંદડા બીજા ઘણાંબધાં કાર્ય કરે છે. કેટલાંક પાંદડાઓ તૈયાર થયેલ ભોજનનો સંગ્રહ કરે છે જેથી સારા-નરસા સમયે કામ લાગે. દા.ત. ડુંગળી અને લસણ. ક્યાંક પાંદડા કેટલાક નાજુક છોડને એક મજબૂત આધાર પર ચઢવામાં મદદરૂપ બને છે તો ક્યાંક એ પોતાનો લીલો કલેવર છોડીને રંગબેરંગી વાઘા પહેરી લે છે. જેથી કીટકો તેમની તરફ આકર્ષાય. બોગનવેલ અને લાલ પત્તી (પોઇન્સેટિયા)નાં પાંદડા આવું જ કરે છે. તો ક્યાંક એ કાંટામાં તો

સાદું પર્ણ

સંયુક્ત અને સાદું પર્ણ

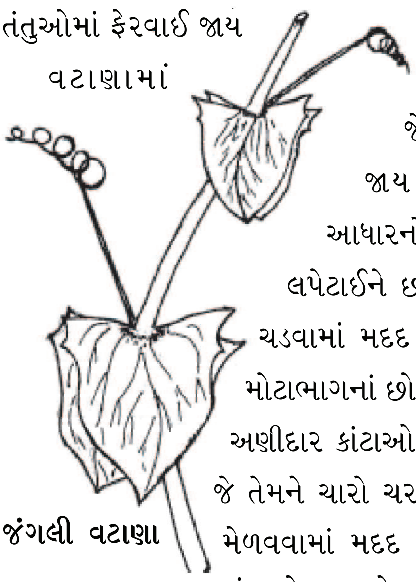
પર્ણ બે પ્રકારનાં હોય છે. સાદું અને સંયુક્ત. તેમની ઓળખ કરવી સરળ છે. પર્ણ અને ડાળીનાં જોડાણ બિંદુ પર મોટેભાગે એક કલિકા જેવું જોવા મળે છે. જો આ કલિકાની બાજુમાંથી નીકળતું પર્ણ એક જ પર્ણતલનું બનેલુ હોય તો સાદું પર્ણ છે પણ જો આ પર્ણતલ કે પર્ણફલક એકથી વધારે ભાગમાં વહેંચાયેલ હોય તો તે સંયુક્ત પર્ણ છે.



સંયુક્ત પર્ણ

ક્યાંક સ્પ્રિંગ જેવા રેસાઓમાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. આવો વનસ્પતિ જગતના આવા જ બહુરૂપી ચિત્ર-વિચિત્ર પાંદડાઓની વાત કરીએ.

શરૂઆત વટાણા અને જંગલી વટાણાથી કરીએ. વટાણામાં સંયુક્તપર્ણની કેટલીક ઉપરની પર્ણિકાઓ સ્પ્રિંગ જેવા તંતુઓમાં ફેરવાઈ જાય છે. જ્યારે જંગલી વટાણામાં આખું પર્ણ જ સ્પ્રિંગ જેવી રચનામાં ફેરવાઈ જાય છે. જે કોઈપણ આધારનો સ્પર્શ થતા જ તેને લપેટાઈને છોડ કે વેલને આગળ ચડવામાં મદદ કરે છે. રણપ્રદેશનાં મોટાભાગનાં છોડમાં આ જ પાંદડાઓ અણીદાર કાંટાઓમાં ફેરવાઈ જાય છે. જે તેમને ચારો ચરતા જાનવરોથી રક્ષણ મેળવવામાં મદદ કરે છે. ઉપરાંત આ કાંટાઓના કારણે બાષ્પોત્સર્જનનો દર પણ ઘટી જાય છે.



જંગલી વટાણા

ફાફડાથોરમાં જે પાંદડા જેવી રચનાઓ દેખાય છે તે હકીકતમાં તેનું પ્રકાંડ છે. જેનાં પર ફૂલ પણ લાગતા હોય છે. ફૂલ ક્યારેય પાંદડા પર લાગતા નથી. ફૂલ ડાળી કે થડ પર જ લાગે છે. આથી એ પાંદડા જેવા લાગતા લીલા કાંટાદાર ભાગ એ પર્ણ નહીં પણ થડ છે. ક્યારેક તમને તેની પર નાના નાના પાંદડાઓ લાગેલા જોવા મળી પણ જાય. થોર પર જોવા મળતા કાંટા પણ પાંદડાનાં જ રૂપાંતરણ હોય છે.

આસામમાં ઘણાં મોટા પ્રમાણમાં જોવા મળતાં છોડ બિગનોનિયામાં સંયુક્તપર્ણ હોય છે. જેની આગળની ત્રણ પર્ણિકાઓ તિક્ષ્ણ અંકુશ જેવી રચનામાં ફેરવાઈ જાય છે.

બિલાડીનાં પંજા જેવી આ રચના વડે તે કોઈપણ વૃક્ષની છાલ કે દીવાલ પર ચોંટીને વેલને ઉપર ચડવામાં મદદરૂપ બનતા હોય છે. આ વેલ પર ખૂબ જ સુંદર નારંગી-પીળા રંગના ફૂલ ખીલતા હોય છે જેની આસપાસ સનબર્ડ (શક્કરખોર)ને ફરતા જોઈ શકાય છે.

કેટલાંક છોડમાં તો પાંદડા પોતાનું સ્વરૂપ એક જગ જેવા આકારનું કરી લે છે. દા.ત. ડિસ્ચીડિયા. આ એક પરોપજીવી છોડ છે જે

સુંદર નારંગી પીળાં ફૂલ પર શક્કરખોરો

બીજા છોડ પર ઉગતો હોય છે. આમ તેનો જમીન જોડે કોઈ સંપર્ક હોતો નથી. આવા છોડનાં પાંદડાઓ પાણીની જરૂરિયાત પૂરી કરવા માટે જગ જેવા આકારમાં ફેરવાઈ જાય છે. છોડ પર સામાન્ય પાંદડાઓની સાથે સાથે લટકતા જગ જેવા આકારનાં આ પાંદડાઓ વરસાદના પાણીનો સંગ્રહ કરવાનું કામ કરે છે. આ જગમાં છોડનાં થડમાંથી નીકળતાં તંતુઓ હોય છે જે જરૂરિયાત અનુસાર પાણીનો ઉપયોગ કરતાં હોય છે.

આમ જોઈ શકાય છે કે પ્રકૃતિમાં વનસ્પતિની વિવિધ જરૂરિયાતોને પહોંચી વળવા માટે પાંદડાઓ કાંટાથી લઈને કળશ જેવી વિવિધ રચનાઓમાં પરિવર્તિત થતાં હોય છે.

બહુરૂપીઓની ઓળખ

એકાંતરીત

અભીમુખ

ચક્રીય

પાંદડાઓની ગોઠવણી

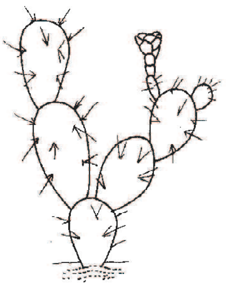
પાંદડાઓ હંમેશા લીલા, ચપટાં અને થડ હંમેશા ગોળ-નળાકાર જ હોય એવું જરૂરી નથી હોતું. ઘણીવાર પાંદડાઓ પોતાનું સ્વરૂપ બદલી લેતાં હોય છે. એવામાં તેમની ઓળખ કરવી મુશ્કેલ બની જાય છે. જેમકે કળશ, કંટક સ્વરૂપે રહેલા પર્ણ.

પર્ણ અને પ્રકાંડના રૂપાંતરણને ઓળખવા માટેની બે રીત છે. એક છે, બાહ્યરચના (સ્થિતિ)ની અને એક આંતરિક રચનાની. બાહ્યરચનામાં અવલોકન કરીને જાણવામાં આવે છે કે જે તે રચના છોડનાં કયા ભાગમાંથી ઉત્પન્ન થઈ છે કારણ કે વનસ્પતિમાં વિભિન્ન અંગોનાં ઉદ્‌ભવનું એક ચોક્કસ સ્થાન હોય છે. દા.ત. પાંદડા હંમેશા થડ કે ડાળી પર લાગે છે અને એ પણ પાછા વિશિષ્ટ ક્રમમાં. પાંદડા ક્યારેક એક સંખ્યામાં લાગેલા હોય તો ક્યારેક જોડીમાં. દા.ત. તુલસી, ફુદીનો વગેરે. પાંદડા જ્યાં પણ શાખા સાથે જોડાય છે ત્યાં હંમેશા એક કળી જેવી રચના જોવા મળતી હોય છે. જેને કક્ષકલિકા કહે છે. નવી શાખાઓ અને ફૂલની ઉત્પત્તિ આ જ કક્ષકલિકામાંથી થતી હોય છે.

પરંતુ કોઈ છોડમાં આ જ કક્ષકલિકાની જગ્યાએ કાંટા લાગેલા જોવા મળે તો તે કાંટા એ કક્ષકલિકાનું જ રૂપાંતરણ છે તેમ કહી શકાય. દા.ત. ડુરેન્ટા. એ જ રીતે રાખી ફૂલના છોડનાં તંતુઓ પણ કક્ષકલિકાનું જ રૂપાંતરણ છે.

વનસ્પતિમાં ફક્ત પાંદડાઓ જ કંટકમાં રૂપાંતરિત નથી પામતા ક્યારેક કળી કે નવી શાખા પણ કાંટાનું રૂપ લઈ લેતી હોય છે. દેખાવમાં તો એ બધા એકસરખા જ લાગતા હોય છે અને એક જ કાર્ય પણ કરતા હોય તેવું સંભવ છે. એટલે કે સુરક્ષાનું. પણ મૂળસ્વરૂપમાં આ બધી જ રચનાઓ એકબીજાથી ભિન્ન છે. આથી આવા અંગોને સમરૂપ અંગ પણ કહે છે. આ જ રીતે બધા તંતુઓ પણ સમરૂપ અંગો કે રચનાઓ કહેવાય. ભલે પછી એ પાંદડા, કક્ષકલિકા કે પ્રકાંડમાંથી પરિવર્તન પામ્યા હોય.

ઘણીવાર એવું પણ બનતું હોય છે કે પાંદડાઓ એકબીજાથી બિલકુલ ભિન્ન સ્વરૂપમાં ફેરવાઈ જાય છે. જેમકે વટાણામાં પાંદડાઓ પ્રરોહતંતુમાં ફેરવાઈ જાય છે. જ્યારે ફાફડાથોરના કાંટામાં રૂપાંતરણ પામે છે. આમ કાર્ય અને દેખાવ બંન્ને બાબતો એ અલગ પડે છે. પરંતુ મુખ્ય અંગ (પર્ણ) તો બંન્નેમાં એક જ હોય છે. આથી આવી રચનાઓને સમજાત રચનાઓ કહેવામાં આવે છે. વટાણાનાં પ્રરોહતંતુ, ફાફડાથોરનાં કાંટા હોય કે બારબેરિસનાં કાંટા એ બધા છે તો આખરે પર્ણનાં જ રૂપાંતરણ. આમ જે રચના ઉત્પત્તિનાં આધાર પર સમાન હોય પરંતુ રચના અને કાર્યમાં ભિન્ન હોય તો તે સમજાત સંરચના કહેવાય છે.



ફાફડાથોર

3

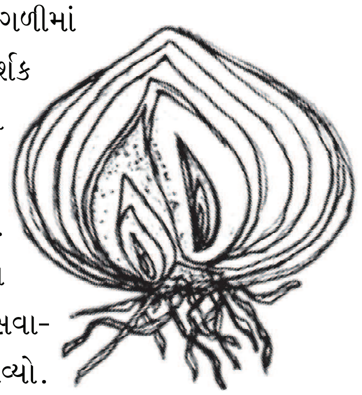
ડુંગળીનાં પાંદડા

શાકમાર્કેટમાંથી આપણે વિવિધ પ્રકારનાં શાકભાજી ખરીદતાં હોઈએ છીએ. આ બધામાં કેટલાંક પાંદડા – પાલક, મેથી, તાંદળજો તો કેટલાંક ફળ – ટામેટા, વટાણા તો કેટલાંક મૂળ જેમકે ગાજર-મૂળા વગેરે હોય છે. પરંતુ આ બધાંમાંથી બટાકા, ડુંગળી માટે શું કહેવું ? ડુંગળી શું છે ? મૂળ, પ્રકાંડ, પર્ણ કે પછી બીજું કંઈ ?

મધ્ય એશિયા અને ભૂમધ્ય સાગરની નિવાસી છે એવી અંતર્ગત લિલિયન ડુંગળી કુળનું એલિયેમ સેપા તેનું વૈજ્ઞાનિક નામ છે. વનસ્પતિ વૈજ્ઞાનિકો તેને લિલિએસી કુળ અંતર્ગત એલીયમ સેપાના વૈજ્ઞાનિક નામથી ઓળખે છે. આ ડુંગળી વનસ્પતિ વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ એક ભૂમિગત કળી છે જેને બલ્બ (કંદ) કહેવામાં આવે છે. લસણને તેનું નજીકનું સંબંધી કહી શકાય. ડુંગળી ખાતી વખતે આપણે જે સફેદ ભાગ કાઢીને ફેંકી દઈએ છીએ તે વાસ્તવમાં તેનું થડ (પ્રકાંડ) છે. જેનાં પર ખૂબ જ પાસેપાસે આવેલી ગાંઠોમાંથી વિશેષ પ્રકારનાં પાતળી જાળી જેવા નાના નાના પાંદડા નીકળે છે જે અગ્રકલિકા તેમજ કક્ષકલિકાનું રક્ષણ કરતાં હોય છે.

આમ તો શલ્કપર્ણોનું મુખ્ય કાર્ય કલિકાની સુરક્ષા કરવાનું છે. પરંતુ ક્યારેક ક્યારેક તે થોડાક દળદાર-માંસલ બનીને ભોજન અને પાણીના સંગ્રહનું કાર્ય પણ કરી લેતાં હોય છે. ડુંગળીમાં આવું જ બને છે. ડુંગળીનાં ગોળાકાર શલ્કીપર્ણો એકબીજાને આવરી લેતાં ગોઠવાયેલા હોય છે. ડુંગળીનો બલ્બ (કંદ) સફેદ, લાલ, તાંબા જેવા કે ગુલાબી રંગનાં એક પાતળા આવરણથી ઢંકાયેલ રહેતો હોય છે જેને ટ્યુનિકા

કહે છે. તમને ખ્યાલ હોય તો ટ્યુનિક એક પ્રકારનું વસ્ત્ર પણ છે. ડુંગળીમાં બે પ્રકારનાં શલ્કિ પર્ણો હોય છે. બહારનાં એક-બે પર્ણ સૂકા, પારદર્શક અને અંદરનાં ખાઈ શકાય તેવાં ગોળ, રીંગ આકારે ગોઠવાયેલા, માંસલ અને રસીલા હોય છે.

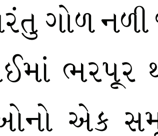


આમ તો ઉપરનું આ વર્ણન પુસ્તકીયું છે અને થોડુંક અસ્પષ્ટ પણ. જેમકે એમાં એ સ્પષ્ટ થતું નથી કે ડુંગળીનાં જે પાંદડા આપણે ખાઈએ છીએ તે માંસલ શલ્કીપર્ણો છે કે સામાન્ય લીલા પાંદડા. આ વાતને ચકાસવા-જાણવા માટે હું બજારમાંથી એક તાજા લીલા પાંદડાવાળી ડુંગળી લઈ આવ્યો. મેં તેની ઉપરની લીલી પાંદડી ખેંચી તો છેક નીચે સુધી આવીને છુટી પડી. એટલે કે ઉપરનાં લીલા પાંદડાનો નીચેનો ભાગ જ ભોજનનો સંગ્રહ કરીને ફૂલી જાય છે, ન કે શલ્કિપર્ણ. અન્ય પુસ્તક અને વિશ્વકોષ દ્વારા મેં મારા અવલોકનની પુષ્ટિ પણ કરી જોઈ.

ક્યારેક ક્યારેક મોટી ડુંગળીને વચ્ચેથી કાપતાં તેમાંથી એક સુકાયેલી નરમ પોલી ડાળખી જેવી રચના નીકળે છે. તે ડુંગળીનાં પુષ્પક્રમની દાંડીનો બાકીનો ભાગ છે. ડુંગળીનાં સામાન્ય લીલા પાંદડા સામાન્ય પાંદડાઓની જેમ ચપટા નહીં પરંતુ ગોળ નળી જેવા (ભૂંગળી) પોલા હોય છે. આ પાંદડાઓનો (લીલા)પણ ઉપયોગ રસોઈમાં ભરપૂર થાય છે. ટૂંકમાં જોવા જઈએ તો ડુંગળી એ બીજું કાંઈ નહીં પણ પાંદડીઓનો એક સમૂહ માત્ર છે.

ડુંગળીની બીજી ખાસિયત છે તેનાં બીજ. અન્ય એકદળી વનસ્પતિનાં બીજની (ઘઉં, જુવાર, મકાઈ વગેરે) જેમ આ બીજ પણ અંકુરણ સમયે જમીનની અંદર નથી રહેતા. પરંતુ દ્વિદળી વનસ્પતિઓની જેમ જમીનની ઉપર આવી જાય છે. (દા.ત. આંબલીનાં બીજપત્ર). જમીનની અંદર થતાં અંકુરણને અધોભૂમિક અંકુરણ તથા જમીનની ઉપર (બહાર) થતાં અંકુરણને અંકુરણ કહે છે.

ડુંગળીની વિશેષ ગંધ ડાયપ્રોપાઈલ ડાયસલ્ફાઈડને આભારી હોય છે. ડુંગળીનાં પાંદડામાં બાષ્પશીલ ગંધકયુક્ત તેલ પ્રોપેન થાયોલ વાયુરૂપે રહેલું હોય છે. જે ડુંગળીને કાપતી વખતે ઊડીને આંખમાં પડવાથી આંસુ નીકળે છે. મજાની વાત એ છે કે ઉપદ્રવ કે ભીડને કાબૂમાં રાખવામાં આવતા આશ્રુગેસના આવિષ્કારની પ્રેરણા પણ ડુંગળી પરથી જ મેળવવામાં આવી છે. મોંઘી ડુંગળી ખરીદવાથી આવતા આંસુઓથી બચવાનો તો કોઈ ઈલાજ નથી પણ કાપતી વખતે આવતા આંસુઓથી બચવું હોય તો તે સમયે ડુંગળીનું છોતરું માથા પર રાખીને પછી ડુંગળી કાપો...આંસુ નહીં આવે.



4 પાંદડાંના રૂપ-રંગને ઘડનાર કોણ ?

પાંદડાઓ વનસ્પતિનાં પ્રમુખ અંગ છે એ આપણે જાણી ચૂક્યા છીએ અને પર્યાવરણમાં થતા ફેરફારોનો સહુથી વધારે સામનો પાંદડાઓ જ કરે છે. સ્થાનીય હવામાનમાં થતા ફેરફારની સૂચના સહુ પ્રથમ પાંદડાઓ જ આપે છે. પાંદડાઓનાં અભ્યાસ દ્વારા વિશેષજ્ઞો વાયુપ્રદૂષણની સ્થિતિ અને પ્રદૂષકોનાં પ્રકારની જાણકારી મેળવી શકે છે.

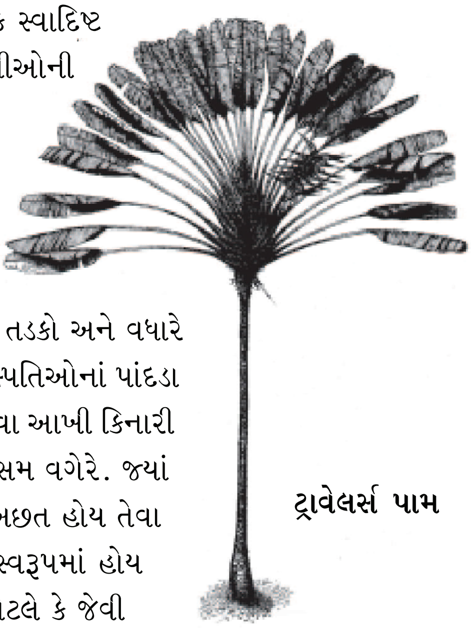
સપુષ્પ વનસ્પતિઓનાં પાંદડાઓમાં આકાર અને પ્રકારમાં ઘણી વિભિન્નતા જોવા મળે છે. આ ભિન્નતા આનુવંશિક હોવાથી વનસ્પતિઓના વર્ગીકરણ (વર્ગીકરણ એટલે - વંશ-જીન્સથી કુળ એટલે કે એક ફેમીલી સુધી) માં પાંદડાઓનો આકાર એક મહત્ત્વનું પાસું છે. જેમકે ગુલમહોર, બાવળ, આંબલી જેવા વૃક્ષોનો આકાર-પ્રકાર અલગ અલગ છે, પણ તેમનાં પાંદડાઓ (સંયુક્ત પર્ણ) જોઈને કહી શકાય કે તે એક જ કુળનાં સદસ્ય હોવાં જોઈએ.

બાવળ

આમ તો મોટાભાગે પાંદડાઓ લીલા રંગનાં જ હોય છે પણ ચિતકાબરા કે પછી અન્ય રંગનાં પાંદડાઓ પણ કાંઈ ઓછા નથી. દા.ત. ક્રોટન અને કોલિયસ. પણ પાંદડાઓ બહારથી ભલે ગમે તેવા દેખાય પણ તેમની અંદર લીલા રંગનું ક્લોરોફિલ તો હોય જ છે. આ એ જ પદાર્થ છે જે વનસ્પતિની પોષણ (ભોજન) સંબંધિત બધી જરૂરિયાત પૂરી કરે છે. ઘણીવાર બીજા રંગોની ઉપસ્થિતિમાં લીલો રંગ છુપાઈ જાય છે.

પાંદડાઓનાં માપમાં પણ ગજબનું અંતર હોય છે. કેજુરાઈન (શરૂ)નાં અતિસૂક્ષ્મ, કાંટા જેવા પાંદડાથી લઈને તાડ, કેળાં, નાળિયેરના વિશાળકાય પાંદડા જ જોઈ લો. ટ્રાવેલર્સ પામના પાંદડા તો એક-બે નહીં પણ પૂરા

છ મીટર લાંબા હોય છે. તેને કાપતા તેમાંથી પીવાલાયક સ્વાદિષ્ટ પીણું મળે છે. આથી જ તેને ટ્રાવેલર્સ પામ એટલે કે યાત્રીઓની તરસ છીપાવતું તાડ કહે છે.



ટ્રાવેલર્સ પામ

જેવો દેશ તેવો વેશ

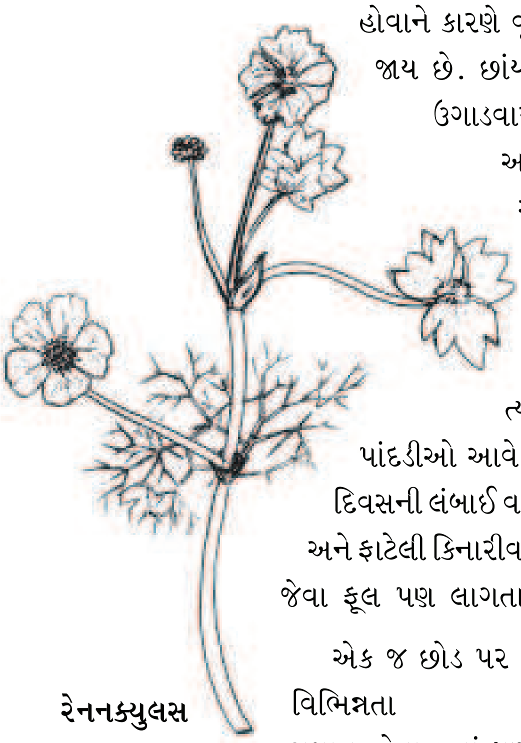
ભેજવાળા ઠંડા તેમજ છાંયાવાળા પ્રદેશમાં જોવા મળતી વનસ્પતિઓનાં પાંદડા પાતળા, મોટા અને મોટાભાગે પંખા જેવા હોય છે. દા.ત. ફર્ન અને ટ્રીફર્ન. એ જ રીતે સખત તડકો અને વધારે પ્રમાણમાં વરસાદ વરસતો હોય તેવી જગ્યાએ ઊગતી વનસ્પતિઓનાં પાંદડા પહોળા, જાડા અને જેનાં પર્ણતલમાં ક્યાંય ફાંટા ન હોય તેવા આખી કિનારી ધરાવતા હોય છે. દા.ત. વડ, પીપળો, આંબો, સાગ, સીસમ વગેરે. જ્યાં ગરમી અને તડકો તો પ્રચૂર માત્રામાં હોય પણ પાણીની અછત હોય તેવા પ્રદેશમાં પાંદડાઓ કદમાં અત્યંત નાના અથવા તો કાંટા સ્વરૂપમાં હોય છે. રણપ્રદેશમાં આવી જ વનસ્પતિઓ જોઈ શકાય છે. એટલે કે જેવી આબોહવા તેવાં પાંદડા. પણ એ નક્કી કેવી રીતે થાય છે કે કઈ વનસ્પતિના પાંદડા કેવા હશે ?

આપણે જાણીએ છીએ કે આ દુનિયા ભૌતિક અને જૈવિક સ્વરૂપે અત્યંત જટીલ છે. અહીં કેટલાંય પ્રકારનાં જીવજંતુઓ અને વનસ્પતિઓનો વિકાસ થયો છે. આ જીવમાં એક નિશ્ચિત આનુવંશિક ગુણ હોય છે જેના અનુસાર તેમનો આકાર-પ્રકાર તેમજ રંગરૂપ નક્કી થાય છે. પરંતુ આ આનુવંશિક નિશ્ચિતતા સિવાય પણ આ બધા જીવોમાં વિકાસશીલ સ્થિતિસ્થાપકતા પણ જોવા મળે છે. આ એક એવો ગુણ છે જેનાં કારણે આનુવંશિક રૂપથી સમાન હોવા છતાં પણ તે જીવ પર્યાવરણનાં પ્રભાવનાં કારણે થોડું અલગ બની જાય છે. આ પ્રકારની સ્થિતિસ્થાપકતા પ્રાણીઓની સરખામણીએ વનસ્પતિઓમાં વધારે પ્રમાણમાં જોવા મળે છે. આવો તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણ સમજીએ.

ઘણીવાર એક જ છોડનાં ઉપરનાં અને નીચેના પાંદડા દેખાવમાં એટલાં બધાં અલગ હોય છે કે જો તેમને તોડીને પાસપાસે રાખવામાં આવે તો એ નક્કી કરવું મુશ્કેલ થઈ પડશે કે તે એક જ છોડનાં પાંદડા છે. દા.ત. ટિકોના (લાલપત્તી). ટિકોના પીળા ફૂલવાળો સુશોભન માટે વાવવામાં આવતો ઝાડી જેવો છોડ છે. એમાં નીચેનાં પાંદડાઓ સાદા અને ઉપરનાં પાંદડા સંયુક્ત હોય છે. ઉપરનાં

પાંદડામાં તો પાંચથી વધારે પર્ણિકાઓ જોવા મળતી હોય છે. એવું જાણવામાં આવ્યું છે કે પાંદડાઓમાં આ અંતર છોડની ઉંમર સાથે જોડાયેલ છે.

જે છોડ છાંયાવાળી જગ્યામાં કે ગાઢ જંગલમાં વૃક્ષોનાં છાંયડા નીચે ઉગે છે તેમના પાંદડાઓનો ઘેરાવો ઘણો મોટો હોય છે. ઉપરાંત તેમાં અપેક્ષા કરતાં વધારે પ્રમાણમાં ક્લોરોફિલ પણ હોય છે. આથી તે ઉપલબ્ધ પ્રકાશનો વધુમાં વધુ ઉપયોગ કરી શકે. આ પાંદડાઓમાં ક્ષેત્રફળનાં હિસાબે સ્ટોમેટા (વાયુરંધ્ર)ની સંખ્યા પણ ઓછી હોય છે. આમ વધારે ઘેરાવો (વધારે ક્ષેત્રફળ) અને ક્લોરોફિલ હોવાને કારણે વૃક્ષોની છાંયામાં ઓછા પ્રકાશમાં પણ તેમનું કામ ચાલી જાય છે. છાંયડામાં ઉગતા છોડનાં પાંદડા એ જ જાતિનાં પ્રકાશમાં ઉગાડવામાં આવેલ છોડની તુલનામાં વધારે પહોળા, પાતળા અને આંતરિક રીતે વધારે હવાદાર તેમજ ઓછા સ્ટોમેટાવાળા હોય છે.



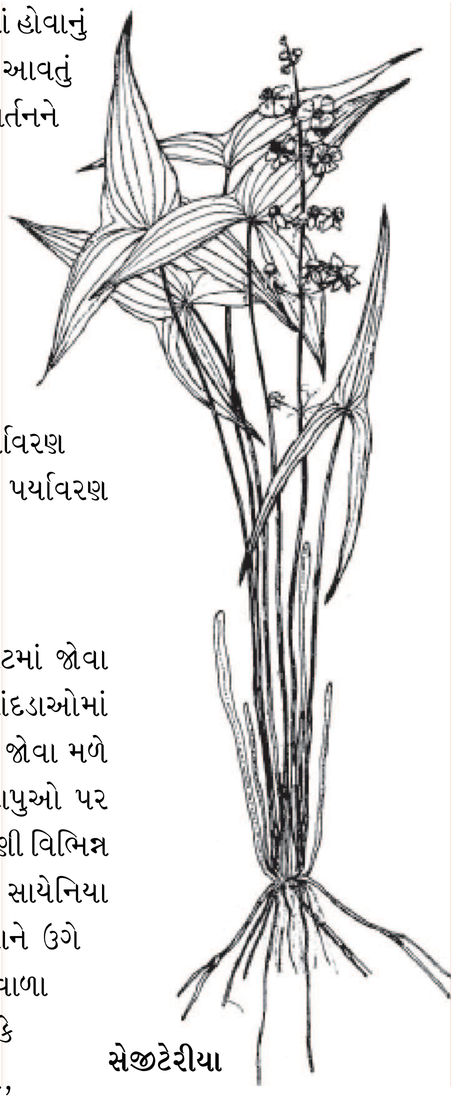
રેનનક્યુલસ

પાંદડાનાં આકાર-પ્રકાર પર દિવસની લંબાઈનો પણ પ્રભાવ પડતો હોય છે. પાનફૂટી (બ્રાયોફાયલમ)નાં છોડમાં શિયાળામાં એટલે કે જ્યારે દિવસ નાનો હોય ત્યારે નાના, વધારે દળદાર અને લીસ્સી કિનારીવાળી પાંદડીઓ આવે છે. જ્યારે એ જ છોડમાં ગરમીનાં દિવસોમાં કે જ્યારે દિવસની લંબાઈ વધારે હોય ત્યારે આવતા પાંદડાઓ સંયુક્ત, મોટા, પાતળા અને ફાટેલી કિનારીવાળા હોય છે. ગરમીનાં દિવસોમાં તેના પર સુંદર ઘંટડીઓ જેવા ફૂલ પણ લાગતા હોય છે.

એક જ છોડ પર અલગ અલગ પ્રકારનાં પર્ણો જોવા મળે તો તેને પર્ણ વિભિન્નતા કહેવામાં આવે છે એટલે કે આનુવંશિક રીતે સમાન હોવા છતાં પણ આ છોડનાં પાંદડાઓમાં પર્યાવરણીય કારણોને લીધે ભિન્નતા જોવા મળે છે. આવું જલીય વનસ્પતિઓમાં વધારે જોવા મળે છે. જેમકે સેજીટેરિયા, લિમ્નોફિલા, હિટરોફિલા તથા રેનનક્યુલસ, એક્વાટિલસ વગેરે.

સેજીટેરિયા એટલે કે બાણપત્રમાં પાણીની અંદર રહેલી પાંદડીઓ રીબીન જેવા આકારની હોય છે. પરંતુ છોડની લંબાઈ વધતા કે પાણીનું સ્તર ઘટતાં નવા પાંદડા પાણીની સપાટીની ઉપર આવી જાય છે અને તેમનું પર્ણફલક પણ ભાલા જેવું બનતું જાય છે. પાણીની અંદર અને બહારનાં પાંદડાઓને અલગ અલગ જોતાં એ કહેવું અશક્ય છે કે આ બન્ને પાંદડાઓ એક જ છોડનાં છે.

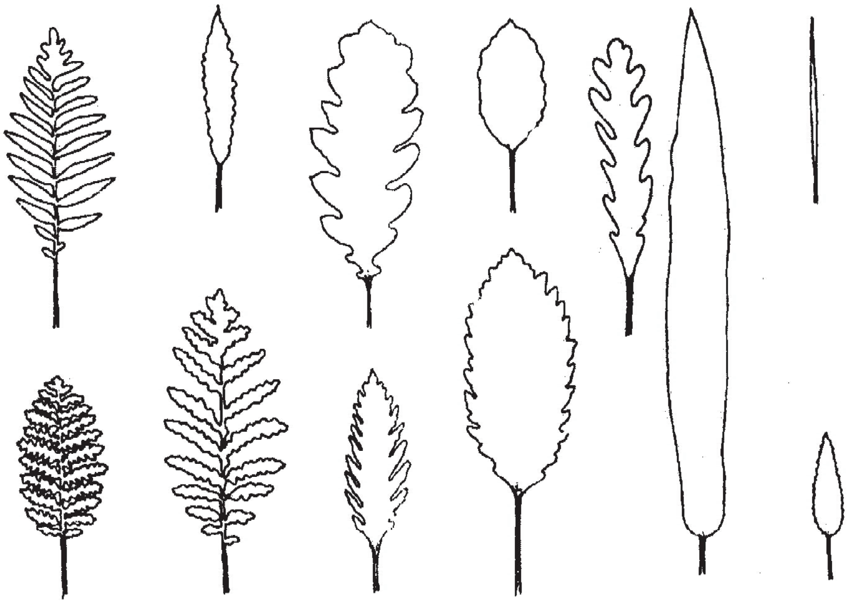
પહેલાં પાંદડાઓનું વિચ્છેદીત હોવું કે રિબીન જેવા આકારનાં હોવાનું કારણ કદાચ તેમનું પાણીમાં ડૂબેલા રહેતા હોવાનું માનવામાં આવતું હતું. પરંતુ વાસ્તવિકતા એ છે કે આવું પ્રકાશની માત્રામાં થતાં પરિવર્તનને કારણે થાય છે. પાણીની નીચે ઓછી માત્રામાં પ્રકાશ પહોંચે છે. આથી પાંદડાઓ રિબીન જેવા બની જાય છે. આ જ છોડને પાણીની બહાર જમીન પર છાંયડામાં ઉગાડવામાં આવે તો પણ તેનાં બધા પાંદડાઓ રિબીન જેવા જ આવે છે. એનો અર્થ એ થયો કે આ છોડના આનુવંશિક રૂપ માં બંને પ્રકારના પાંદડાઓનાં સંકેત રહેલા છે. અને પાંદડામાં ક્યારે, કયું સ્વરૂપ આકાર લેશે તે તેમની આસપાસનાં પર્યાવરણ પર નિર્ભર કરે છે. આમ અહીં રૂપપરિવર્તનનું મુખ્ય કારણ પર્યાવરણ અને તેનો પ્રભાવ છે.


સેજીટેરીયા

અલગ અલગ પ્રકારના સાયેનિયા

નજીકનાં સંબંધી હોય તેવા છોડનાં પાંદડાઓની બનાવટમાં જોવા મળતું અંતર કેટલીક અલગ પ્રક્રિયાઓનાં કારણે હોય છે. પાંદડાઓમાં આ પ્રકારની વિભિન્નતાઓનું શ્રેષ્ઠ ઉદાહરણ સાયેનિયા વંશમાં જોવા મળે છે. આ એક લોબેલિએસી કુળનો છોડ છે જે ફક્ત હવાઈ ટાપુઓ પર જોવા મળે છે. તેની લગભગ પ્રજાતિઓ છે જે એકબીજાથી ઘણી વિભિન્ન છે. ખાસ કરીને પાંદડાઓનાં આકાર અને રચના સંદર્ભે. જેમકે સાયેનિયા લાઈનરીફોલિયા સૂકા અને પ્રખર તાપ પડતો હોય તેવા સ્થાને ઉગે છે. તેનાં પાંદડા સોયા જેવા સાંકડા હોય છે. જ્યારે છાંયાદાર ભેજવાળા સ્થાનો પર ઊગતા સાયેનિયાનાં પાંદડા પંખા જેવા હોય છે. જેમકે સાયેનિયા એસ્ટલેનિફોલિયા. છાંયડાવાળી જગ્યાઓમાં પાતળાં, મોટા મોટા, પંખા જેવો આકાર ધરાવતા પાંદડા સહેલાઈથી પ્રકાશનું શોષણ કરી શકતાં હોય છે. આમ એક પ્રકારે અહીં પર્યાવરણીય અનુકૂલન જોઈ શકાય છે.

સાયેનિયા જેવા અવલોકનોનાં કારણે સુધી વૈજ્ઞાનિકો એવું જ માનતા હતાં કે છોડ-વનસ્પતિઓમાં રૂપ-રંગ અને આકારમાં જે કંઈપણ વિભિન્નતા જોવા મળે છે તેનાં માટે મુખ્ય રૂપે પર્યાવરણ જ જવાબદાર છે. એમા આનુવંશિક કારણોને ખાસ કોઈ લેવાદેવા નથી.



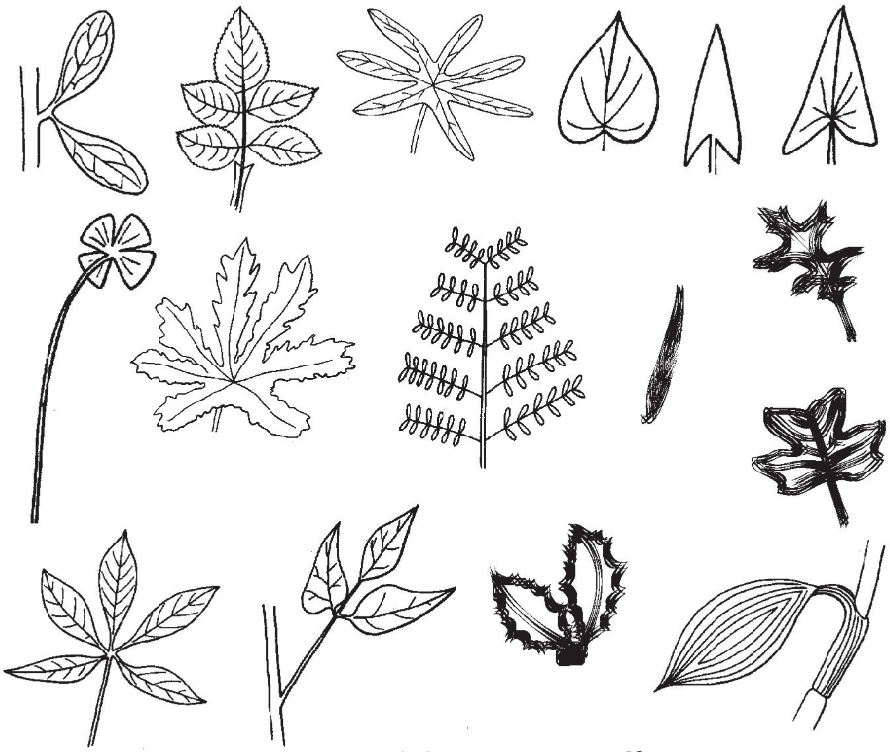
સાયેનીયા વંશના જુદા જુદા પાંદડાં

ઘણીવાર એક જ પ્રજાતિનાં છોડ અલગ અલગ જગ્યાએ અલગ અલગ સ્વરૂપમાં જોવા મળતાં હોય છે. વિભિન્ન આવાસ સ્થળોમાં છોડ કે વનસ્પતિની પ્રજાતિઓમાં જે અંતર જોવા મળે છે તે આનુવંશિક રીતે નિયંત્રિત થાય છે કે પછી પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓને આધીન હોય છે ? આનો ચોક્કસ જવાબ પહેલી વાર એક સ્વિડીશ પર્યાવરણવિદ્ ગોથે ટુરેસાં એ માં શોધ્યો. એમણે પોતાનાં બગીચામાં પ્રજાતિઓની વિભિન્ન વેરાયટીઓ ઉગાડી અને જાણ્યું કે કેટલાંક અપવાદને બાદ કરતાં છોડનાં સ્વરૂપમાં મળતું અંતર આનુવંશિકતાને કારણે હોય છે. ના કે પર્યાવરણને કારણે. ટુરેસાંએ એક જ પ્રજાતિનાં એવા છોડ કે જે વિભિન્ન આવાસીય પરિસ્થિતિઓમાં અલગ અલગ રૂપમાં ઉગે છે તેને ઈકોટાઈપ નામ આપ્યું.

વિભિન્ન પર્યાવરણીય સ્થિતિઓમાં એક જ પ્રજાતિનાં છોડમાં સમય જતાં વિકાસ થતાં તેમજ પર્યાવરણીય સમાયોજનનાં કારણે ઘણી વિભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થતી હોય છે. ધીરે ધીરે આ ગુણ આનુવંશિક રૂપ લઈ લે છે. આવા છોડને ઈકોલોજીકલ વેરીએન્ટ્સ કે ઈકોટાઈપ કહેવામાં આવે છે. આમાં મૂળભૂત રીતે પરિવર્તન કોઈક પર્યાવરણીય કારકને કારણે થયું હતું પરંતુ પર્યાવરણ બદલાતા તે ફરીથી પરિવર્તિત થતું નથી.

પર્યાવરણનાં દબાણને કારણે આવા આનુવંશિક પરિવર્તન વિભિન્ન વનસ્પતિઓને તેમનાં આસપાસનાં પર્યાવરણ સાથે યોગ્ય સંતુલન મેળવવામાં મદદ કરે છે. પ્રકૃતિમાં આવા છોડની પસંદગી થવાની સંભાવના પણ વધારે હોય છે અને ધીરે ધીરે તેમની સંખ્યા વધતી જાય છે. સમયાંતરે આ પરિવર્તન કે ફેરફાર એટલાં વધારે થઈ જાય છે કે તે છોડ મુખ્ય છોડ સાથે પ્રજનન કરી શકતાં નથી. તો આમ એક નવી જ પ્રજાતિનો ઉદ્ભવ થાય છે. વર્તમાનમાં જોતાં એવું લાગે કે આ બધી વનસ્પતિઓએ પોતાની જાતને પર્યાવરણને અનુરૂપ ઢાળી દીધી છે. જેમકે પ્રકાશ કે પાણીની અછત વગેરે. પરંતુ અસલીયતમાં આ બધી પ્રજાતિઓનો વિકાસ લાખો વર્ષોમાં થયેલ પરિવર્તનોનું પરિણામ છે. જેમાં નાની-મોટી વિવિધતાઓ અને પ્રાકૃતિક ચયન (પસંદગી)ની પણ મહત્ત્વની ભૂમિકા છે.

ભલે કંઈ પણ હોય, આનુવંશિક પરિવર્તન સ્થિર હોય કે અસ્થિર એમાં પર્યાવરણની ભૂમિકાને અવગણી ન શકાય. બધું જોતા એમ કહી શકાય કે પાંદડાઓનાં આકાર-પ્રકાર તેમનાં પર્યાવરણ, રચના, કાર્ય તથા આનુવંશિક ગુણોનાં પરસ્પર સંતુલનનું પરિણામ છે.



વિવિધ આકારનાં પર્ણો

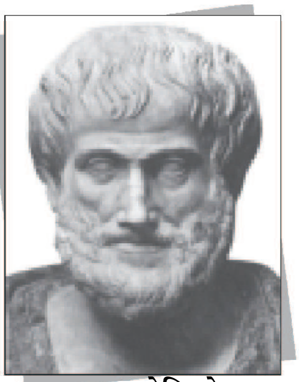
5

વનસ્પતિમાં ભોજન નિર્માણ : કેટલાંક પ્રયોગ અને ઇતિહાસ

લગભગ આખી દુનિયા પોતાનાં ભોજન માટે સીધી કે આડકતરી રીતે વનસ્પતિઓ પર નિર્ભર છે. પરંતુ શું ક્યારેય કોઈએ આ વનસ્પતિને કંઈ ખાતી-પીતી જોઈ ? નાનકડું બીજ અંકુરિત થઈને જોતજોતામાં નાના છોડથી લઈને એક મોટાં વૃક્ષનો દેહ ધારણ કરી લે છે. આ બધું કેવી રીતે થાય છે ? આવા ઘણાંય સવાલ સદીઓથી થતાં આવ્યાં છે. જેમણે એરિસ્ટોટલથી લઈને વર્તમાન પેઢીના વૈજ્ઞાનિકોને જવાબ શોધવા પ્રેરિત કર્યાં છે.

આજે આપણે જાણીએ છીએ કે વનસ્પતિ પોતાનો ખોરાક (ભોજન) સૂર્યપ્રકાશની ઉપસ્થિતિમાં લીલા ક્લોરોફિલની મદદ વડે સ્વયં બનાવે છે. આપણે પાંદડાઓમાં જોવા મળતાં વિભિન્ન રંજકદ્રવ્યોની રચના તેમજ તેમની ભૂમિકા વિશે ઘણું બધું જાણીએ છીએ. જેમકે કેવી રીતે આ રંજકદ્રવ્યો પ્રકાશની ઊર્જાને ગ્રહણ કરીને તેને રાસાયણિક ઊર્જામાં પરિવર્તિત કરી દે છે, કેવી રીતે પાંદડામાં પાણી અને કાર્બનડાયોક્સાઇડ જેવા સરળ અકાર્બનિક પદાર્થમાંથી ગ્લુકોઝ, સ્ટાર્ચ જેવા અન્ય જટિલ કાર્બનિક પદાર્થો બને છે. સંક્ષેપમાં કહીએ તો પ્રકાશસંશ્લેષણ આજે આપણે માટે કંઈ નવો શબ્દ નથી રહ્યો. પરંતુ જે જાણકારી અને જ્ઞાનને આપણે આજે શાળામાં એક જ વિષયમાં એક જ પાઠસ્વરૂપે શીખી લઈએ છીએ તેને શોધવામાં અને જાણવામાં સદીઓ લાગી છે. લાંબા લાંબા પ્રયોગો થયા, ઉપકરણો બન્યા અને પછી પ્રયોગોને વધુ સારી રીતે કરવામાં આવ્યા. ઘણાં જીજ્ઞાસુ શોધકર્તાઓએ પોતાનાં જીવનનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ હિસ્સો આ બધી શોધ પાછળ લગાવેલો છે. એ પણ એ જાણ્યા વગર કે તેમની નાની નાની જાણકારીઓ અને શોધ આગળ જઈને બીજી બધી જાણકારીઓ સાથે જોડાશે અને કોઈ સિદ્ધાંત બનશે. તો આવો ભૂતકાળમાં ડોકિયું કરીએ અને દેખાવે સરળ લાગતી એવી આ હકીકતમાં મહાજટીલ પ્રક્રિયાને ક્રમશઃ સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

આજથી લગભગ વર્ષ પૂર્વે ગ્રીક દાર્શનિક એરિસ્ટોટલનું એવું માનવું હતું કે વનસ્પતિઓને પ્રાણીઓની જેમ કોઈ પાચન અંગ હોતા નથી. તે જમીનમાંથી પોષણ સ્વરૂપે માટીમાં ઓગળેલા, સડેલા-ગળેલા પદાર્થો ગ્રહણ કરે છે. જે આગળ જતાં તેમના શરીરનાં પદાર્થોમાં ફેરવાઈ જાય છે. વનસ્પતિનું મૃત્યુ થતાં આ પદાર્થ માટી બની જાય છે અને આવી જ રીતે આ ચક્ર ચાલતું રહે છે. લગભગ દોઢ હજાર વર્ષ સુધી આ માન્યતા પ્રચલિત હતી.



એરિસ્ટોટલ

પછી સન ની આસપાસ નવો વિચાર ઉદ્ભવ્યો કે વનસ્પતિને પોતાની જરૂરિયાતનો સામાન આમ તો પાણીથી જ મળે છે. એટલે જ તો એ આવાં લીલાંછમ રહી શકે છે અને વર્ષે દહાડે પાક લઈ લીધા પછી પણ માટી તો એવી ને એવી જ બની રહે છે. તેમાં કોઈ ઘટાડો થતો નથી. પરંતુ આમાંથી કોઈપણ ધારણાનો કોઈ પ્રયોગાત્મક આધાર નહોતો.

એક પ્રયોગ : પાંચ વર્ષ :

બેલ્જીયમ વૈજ્ઞાનિક જ્યાં બેપટિસ્ટ ફોન હોલમોન્ટ નું એવું જ માનવું હતું કે સમગ્ર વનસ્પતિ જગત મુખ્યત્વે પાણીથી જ બનેલું છે. પોતાનાં આ વિચારને ચકાસવા માટે તેમણે એક પ્રયોગ કરવાનું નક્કી કર્યું. એ જમાનામાં આ એક અનોખી વાત હતી કે કોઈ વ્યક્તિ પોતાના વિચારને ચકાસવા માટે, ખાતરી કરવા માટે કોઈ પ્રયોગ કરે. આજે આપણને આ પ્રયોગ ઘણો સામાન્ય લાગશે. પરંતુ જીવવિજ્ઞાનનાં ઈતિહાસમાં લાંબા સમય સુધી ચાલનારો કદાચ આ સૌથી પહેલો પ્રયોગ હતો કે જેમાં આટલી વ્યવસ્થિત રીતે અવલોકનની નોંધ કરવામાં આવી હોય અને તેની નોંધ પણ રાખવામાં આવી હોય. સન માં આ પ્રયોગ અને તેનાં નિષ્કર્ષ સંબંધિત એક લેખ પણ પ્રકાશિત થયો હતો. આવો હેલમોન્ટનાં જ શબ્દોમાં જાણીએ કે તેમણે કયો પ્રયોગ કર્યો અને કેવા નિષ્કર્ષ પર પહોંચ્યા.

ફોન હેલમોન્ટ

"માટીનું એક કૂંડું લીધું જેમાં બિલકુલ કોરી (પાણી વગરની) પાઉન્ડ (લગભગ કિલો) માટી ભરી. તેમાં પાણી સીંચીને તેમાં વિલો (એક પ્રકારનો છોડ)નો છોડ લગાવ્યો જેનું વજન પાઉન્ડ (. કિલો) હતું. પાંચ વર્ષ પછી આ છોડ વધીને પાઉન્ડ ઔંસ (. કિલો)નો થઈ ગયો. આ પાંચ વર્ષ દરમિયાન છોડની માટીને વરસાદનાં પાણીથી કે પછી જરૂરી હોય તો આસૃત પાણીથી સીંચવામાં

આવી હતી. કૂંડું જમીનની અંદર દાટીને રાખવામાં આવ્યું હતું. બહારની ધૂળ-માટી તેમાં જઈ ન શકે તે માટે મેં તેની ઉપર ઝીણાં કાણાંવાળા લોખંડનાં પતરાને ઢાંકીને રાખ્યું હતું. આ દરમિયાન જે ચાર પાનખર આવી તે સમયે ખરી પડેલા પાંદડાઓનું વજન મેં લીધું નથી. અંતમાં મેં ફરીથી કૂંડાની માટીને કાઢીને સૂકવીને તેનું વજન કર્યું. તેનું વજન પાઉન્ડથી ફક્ત ઔંસ (. કિલો) ઓછું આવ્યું. એનો અર્થ એ થયો કે પાઉન્ડ (. કિલો)નું લાકડું, મૂળ અને પ્રકાંડ ફક્ત પાણીથી જ બન્યાં છે.''

એરિસ્ટોટલની જેમ હેલમોન્ટ પણ એવું જ માનતા હતા કે સામાન્ય પરિવર્તન દરમિયાન એક તત્ત્વ બીજામાં રૂપાંતરિત થઈ શકે છે. આથી જ તેમનું માનવું હતું કે પાણી નામનું 'તત્ત્વ' જ વનસ્પતિના વિવિધ સ્વરૂપોમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે. (આજે આપણે જાણીએ છીએ કે આ સત્ય નથી.) આમ પણ આ નિષ્કર્ષ કે તારણ ઘણો સ્થૂળ છે. કેમકે હેલમોન્ટે છોડની આસપાસની હવા પર કોઈ ધ્યાન જ નહોતું આપ્યું. પરંતુ આજથી લગભગ સાડા ત્રણસો વર્ષ પહેલાં પાંચ વર્ષ સુધી ચાલેલા આ પ્રયોગની રૂપરેખા બનાવવી અને પ્રયોગ કરવો એ પણ એક મોટી વાત હતી. કેમકે એ તે સમય હતો જ્યારે એવું માનવામાં આવતું હતું કે પ્રયોગનું અવલોકન જ સત્ય જાણવાની મુખ્ય રીત છે. હેલમોન્ટનું એક યોગદાન એ પણ છે કે તેમણે હવાને ગેસનું નામ આપ્યું. તેમણે લાકડા સળગાવીને બનાવેલા ગેસને કાષ્ઠ ગેસ નામ આપેલું. જોકે તેમણે આ પ્રયોગના સંબંધને વનસ્પતિનાં સંઘટન સાથે જોડવાનો પ્રયત્ન નહોતો કર્યો.

મી સદીના અંતમાં કેમ્બ્રિજ યુનિવર્સિટીનાં પ્રોફેસર જોન વુડવર્ડે હેલમોન્ટની વાતને ચકાસવા માટે પ્રયોગ કર્યો. જેમાં તેમણે પાણીની માત્રાનો હિસાબ રાખ્યો. તેમણે છોડને , ગ્રામ પાણી આપ્યું, પરંતુ તેનાં વજનમાં માત્ર એક ગ્રામનો વધારો થયો. આ પરથી તેમણે તારવ્યું કે છોડની વૃદ્ધિ માટે જરૂરી પદાર્થ પાણીમાંથી નહીં પણ માટીમાંથી મળે છે. પાણી તો માત્ર એક વાહક છે. જોકે વુડવર્થનાં પ્રયોગમાં ઘણી અડચણ હતી અને એનાથી કોઈ નિષ્કર્ષ નીકળવો યોગ્ય ન ગણી શકાય.

બાદનાં લગભગ સો વર્ષ સુધી આવી જ સ્થિતિ રહી. ત્યારબાદ માં અંગ્રેજ વનસ્પતિશાસ્ત્રી સ્ટીફન હેલ્સ નું એક પુસ્તક આવ્યું (વેજીટેબલ્સ સ્ટેટિક્સ) જેમાં તેમણે વનસ્પતિનાં પોષણમાં

હવાનાં યોગદાન વિશે લખેલું. હેલ્સે વનસ્પતિ સાથે ઘણાં પ્રયોગો કર્યા. તેમણે જોયું કે લાકડા સળગાવતા તેમાંથી ગેસ નીકળે છે. આ જ આધાર પર તેમણે તર્ક પ્રસ્તુત કર્યો કે બની શકે છે કે પાંદડાઓ હવામાંથી ગેસ શોષતાં હોય.

પ્રદૂષિત અને તાજી હવા :

આનાં લગભગ વર્ષો પછી એક મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રયોગ થયો જેમાં ઘણી નવી બાબતો સામે આવી. પ્રયોગકર્તા હતાં એક પ્રસિદ્ધ રાસાયણિક વૈજ્ઞાનિક જોસેફ પ્રિસ્ટલે તેઓ એવા પહેલા વૈજ્ઞાનિક હતાં જેમણે એ બાબતે ધ્યાન દોર્યું કે શ્વસન અને દહનની ક્રિયામાં આપણે હવાને પ્રદૂષિત કરીએ છીએ અને વૃક્ષો તેનાથી ઊલટું કરે છે. એટલે કે વૃક્ષો આ પ્રદૂષિત હવાનો ઉપચાર કરીને તેને ફરીથી સાજી બનાવી દે. આવો જાણીએ પ્રીસ્ટલેનો એ પ્રસિદ્ધ પ્રયોગ તેમનાં જ શબ્દોમાં :

જોસેફ પ્રિસ્ટલે

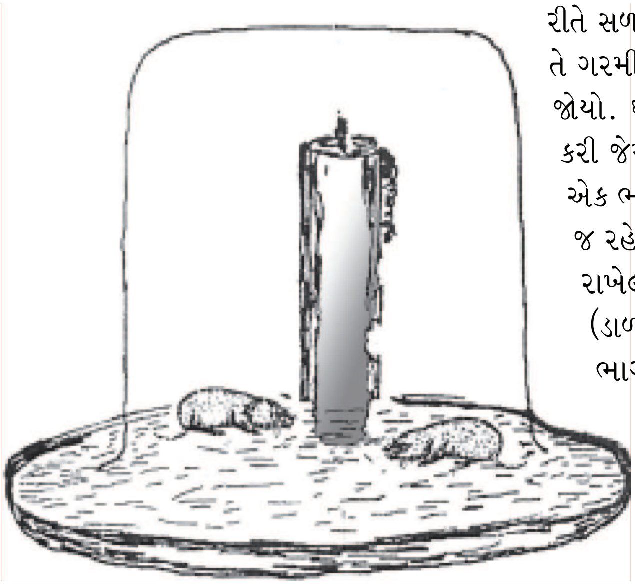
“હવા માત્ર પશુપક્ષી અને પ્રાણીઓ માટે જ નહીં પરંતુ વનસ્પતિઓ માટે પણ એટલી જ જરૂરી છે. આથી તે બન્નેનો હવા સાથે એક સમાન વ્યવહાર હશે અને આ પ્રયોગ પહેલાં મારી ધારણા પણ બિલકુલ આવી જ હતી.

“મેં ફુદીનાની એક શાખાને પાણી પર ઊંધા રાખેલા એક કાચનાં જારમાં રાખી અને આ જારને પાણીથી ભરેલા વાસણમાં રાખ્યો. કેટલાંક મહિનાઓ સુધી આ શાખા તે જારની અંદર વધતી રહી. મેં જોયું કે આ જારની હવામાં ન તો મીણબત્તી ઓલવાઈ, ન તો એ ઉંદરને કોઈ તકલીફ થઈ જેને મેં એ જારની અંદર રાખેલો.

“આ જાણ્યા બાદ કે જે હવામાં કે જેમાં ઘણાં દિવસો સુધી ફુદીનાની ડાળી રાખેલી હતી તેમાં મીણબત્તી વધુ સારી રીતે સળગી. એ વિચાર આવ્યો કે અહીં વનસ્પતિઓ જોડે જોડાયેલ એવો મામલો છે કે જે શ્વસન દ્વારા દૂષિત થયેલી હવાને ઠીક કરી દે છે.

“આથી જ મેં વિચાર્યું કે આ પ્રક્રિયાથી કદાચ એ હવાને ઠીક કરવું પણ સંભવ હોવું જોઈએ જે મીણબત્તીનાં સળગવાથી દૂષિત થઈ જતી હોય છે.

“આથી જ ઓગસ્ટ માં મેં ફુદીનાની એક શાખાને એ હવામાં મૂકી જેમાં મીણબત્તી સળગીને બુઝાઈ ચૂકી હતી અને મેં જોયું કે એ જ મહિનાની મી તારીખે એક બીજી મીણબત્તી એ જ હવામાં ઘણી સારી



રીતે સળગી. કંઈ પણ બદલ્યા વગર આ પ્રયોગને મેં તે ગરમીની રજાઓમાં આઠથી દસ વખત ફરીથી કરી જોયો. ઘણી વખત મેં હવાને બે ભાગમાં વિભાજીત કરી જેમાં મીણબત્તી સળગીને ઓલવાઈ ચૂકી હતી. એક ભાગમાં છોડને રાખ્યો અને બીજા ભાગને તેવો જ રહેવા દીધો. એવી જ રીતે પાણી પર ઉલટાવીને રાખેલા કાચના જારમાં પણ કોઈપણ છોડ વગર (ડાળી વગર). દરેક વખતે મેં જોયું કે છોડ રાખેલા ભાગમાં મીણબત્તી ફરીથી સળગી, જ્યારે બીજા ભાગમાં નહીં. મેં જાણ્યું કે જો છોડ સશક્ત હોય તો હવાને ફરીથી સારી કરવા માટે પાંચથી છ દિવસ પૂરતાં છે."

જોકે પ્રીસ્ટલે આ પ્રયોગથી સંતુષ્ટ થયાં નહીં. પ્રયોગે તેમનાં મનમાં એક બીજા મહત્ત્વપૂર્ણ સવાલનું બી રોપ્યું. તેમણે વિચાર્યું કે આખી દુનિયામાં કેટલા બધા જંતુઓ છે જે હવાને પ્રદૂષિત કરતાં રહે છે. દુનિયાભરમાં કેટલી બધી આગ લાગેલી રહેતી હોય છે, એ પણ હવાને શ્વસન યોગ્ય રહેવા દેતી નહીં હોય. છતાંય દુનિયાની બધી હવા દૂષિત કેમ નથી થઈ જતી ? તેમણે તર્ક આપ્યો કે જંતુઓનાં (પ્રાણીઓનાં) શ્વસન અને આગનાં કારણે દૂષિત થયેલ હવાને વનસ્પતિઓ સુધારે છે. પ્રિસ્ટલેની આ શોધ વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનાં વચ્ચેનાં સામંજસ્યને સમજવાની એક મહત્ત્વપૂર્ણ કડી બની.

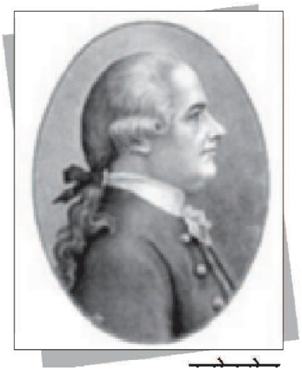
પ્રિસ્ટલેનાં પ્રયોગોથી એ જાણકારી તો મળી ગઈ હતી કે વનસ્પતિઓ સૂર્યપ્રકાશમાં ઓક્સિજન બનાવે છે. (જોકે પ્રીસ્ટલે ઓક્સિજન નામની કોઈ વસ્તુને માનતા નહોતાં), પરંતુ તેનો ભોજન સાથે શો સંબંધ ? કહેવાનો અર્થ એ છે કે ઇતિહાસમાં વનસ્પતિઓનાં ભોજન સંબંધિત સવાલોને ઊંધી રીતે જાણીને જવાબ મેળવવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવ્યો હતો. તમે જોઈ શકો છો કે હજુ સુધી વનસ્પતિઓનાં ભોજનના પ્રમુખ કિરદાર એવા 'કાર્બન ડાયોક્સાઇડ' પર કોઈ 'પ્રકાશ' પાડવામાં આવ્યો નથી.

એમ તો માં જોસેફ બ્લેકે ચૂનાનાં પથ્થરને (કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ) ગરમ કરીને એક ગેસ પ્રાપ્ત કર્યો હતો, જેને તેમણે નામ આપ્યું હતું 'ફિક્સ્ડ એયર'. તેઓ એવું પણ દર્શાવવામાં સફળ રહ્યાં હતાં કે હવામાં પણ થોડી માત્રામાં ફિક્સ્ડ એયર હોય છે. પ્રીસ્ટલેના પ્રયોગથી

એ પણ જાણવા મળ્યું હતું કે વનસ્પતિઓ ઓક્સિજન ઉત્સર્જનની સાથે સાથે ફિક્સ્ડ એયરનું પણ શોષણ કરે છે. આ ફિક્સ એયર બીજું કંઈ નહીં પણ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાયુ હતો. પ્રિસ્ટલે આ વાયુ (ગેસ) પર ઘણાં પ્રયોગ કર્યા હતા. આથી તે આ વાયુથી ઘણી સારી રીતે પરિચિત હતાં.

પ્રિસ્ટલેનાં આ પ્રયોગ પર ઘણાં લોકોને વિશ્વાસ નહોતો કેમકે તેઓ આ પ્રયોગને ફરીથી એ જ રીતે કરી શક્યા નહોતાં. પરંતુ પ્રિસ્ટલેનાં પ્રયોગનાં કેટલાંક વર્ષો પછી કેટલાંક બીજા પ્રયોગોથી એ સિદ્ધ થઈ ગયું કે પ્રિસ્ટલે સાચા હતા અને એ પણ સ્પષ્ટ થયું કે શા માટે બીજા લોકો પ્રિસ્ટલેનાં પ્રયોગને ફરીથી એ જ રીતે કરી શકવામાં સફળ થતા નહોતા અને આ જ પ્રયત્નોનાં કારણે એક પ્રમુખ તથ્ય સામે આવ્યું.

સૂર્યપ્રકાશ માટે વનસ્પતિનો લીલો ભાગ :



પ્રીસ્ટલે પછી પ્રકાશસંશ્લેષણને સમજવાની દિશામાં સહુથી મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રયોગ ડચ વૈજ્ઞાનિક જોન ઇન્ગેન હોઝ ના છે. અસલમાં ઇન્ગેન હોઝ પ્રીસ્ટલેનો જ પ્રયોગ કરી રહ્યાં હતાં અને તેમાં તેમને કેટલીક મુશ્કેલીઓ આવી રહી હતી. ઘણાં પ્રયત્નો પછી માં તેમને સફળતા મળી. આ દરમિયાન તેમને એક મહત્ત્વપૂર્ણ બાબત જાણવા મળી.

ઇન્ગેનહોઝે પોતાનાં પ્રયોગ દ્વારા એ સિદ્ધ કર્યું કે પ્રદૂષિત હવાને ફરીથી શુદ્ધ કરવા માટે સૂર્યપ્રકાશ જરૂરી છે. પ્રકાશની ઉપસ્થિતિમાં જ એ તત્ત્વ બને છે જે શ્વસન કે દહનનાં કારણે દૂષિત થયેલી હવાને ઠીક કરી દે છે. સાથે જ તેમણે એ પણ સાબિત કર્યું કે આ પ્રક્રિયા છોડનાં લીલાભાગની ઉપસ્થિતિમાં જ થાય છે. વનસ્પતિનાં અન્ય ભાગ કે જે લીલા નથી જેમકે થડ, ફૂલ વગેરે...હવા સાથે એવો જ વ્યવહાર કરે છે જેવો કે જંતુઓ. એટલે કે તે હવાને દૂષિત કરે છે. આ પ્રક્રિયામાં પ્રકાશની અનિવાર્યતા જોતાં તેને પ્રકાશસંશ્લેષણનું નામ આપવામાં આવ્યું. જોકે આ બાબતને એકદમ નિશ્ચિત રીતે સાબિત કરવાનો શ્રેય માં ફ્રાંસના રસાયણશાસ્ત્રી

પ્રીસ્ટલેનાં પ્રયોગની એક બાબત તરફ ધ્યાન આપવું જરૂરી છે. તેમનાં કથનને ધ્યાનથી વાંચો. "મેં તે હવાને બે ભાગમાં વિભાજીત કરી જેમાં મીણબત્તી સળગીને ઓલવાઈ ચૂકી હતી. એક ભાગમાં છોડને રાખ્યો અને બીજા ભાગને તેવો જ રહેવા દીધો. એ જ રીતે પાણી પર ઉલટાવીને રાખેલા કાચના જારમાં પણ પરંતુ કોઈ ડાળી વગર."

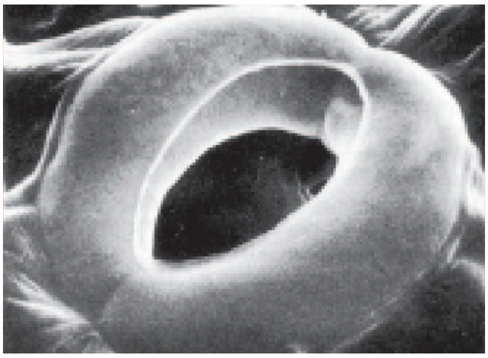
આખરે તેમને બે જાર (બરણી) લેવાની જરૂર કેમ પડી. હકીકતમાં આ પ્રકારનાં પ્રયોગોથી આપણે કાર્યકારણ સંબધો સુધી પહોંચી શકીએ છીએ. જો ફક્ત એટલું જ કર્યું હોત કે એક ડાળીને ઊંધા રાખેલા જારની નીચે રાખીને જોઈ લેતા કે થોડા સમય પછી મીણબત્તી સળગી શકે છે કે કેમ તો કદાચ એ કહેવું થોડું મુશ્કેલ થઈ જાત કે જે પરિવર્તન થયું છે તે ડાળીનાં કારણે છે, કેમકે એવું પણ સંભવ છે કે માત્ર સમય વિતવાને કારણે પણ આ પરિવર્તન આવ્યું હોય. આમ સમગ્ર પરિસ્થિતિઓને એકસમાન રાખીને ફક્ત એક કારકને બદલીને કરવામાં આવતાં પ્રયોગોને વિજ્ઞાનમાં એક ખાસ નામ આપવામાં આવ્યું છે, નિયંત્રિત પ્રયોગ -

રેને હેનરી જોયકીમ ડુટ્રોશેટ   નાં ફાળે જાય છે. તેમણે જણાવેલું કે પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા છોડની ફક્ત એ જ કોષિકાઓમાં થાય છે જે લીલા રંગની હોય છે. લીલા રંગનાં એ પદાર્થને ક્લોરોફિલ નામ હજુ સુધી આપવામાં આવ્યું નહોતું.

આ શોધ થઈ એ સમયે હવાની સંરચના વિશે પૂરેપૂરી જાણકારી પ્રાપ્ત થઈ નહોતી. જોકે એ બાબત સ્પષ્ટ હતી કે હવા એક તત્ત્વ નહીં પણ મિશ્રણ છે. પરંતુ થોડાક જ વર્ષોમાં આધુનિક રસાયણશાસ્ત્રનાં પ્રણેતા ફ્રાંસનાં વૈજ્ઞાનિક લેવોજિયે   ઓક્સિજનની શોધ કરી. સને   સુધી એ સ્પષ્ટ થઈ ગયું હતું કે પ્રકાશની હાજરીમાં લીલી વનસ્પતિ જે ગેસ (વાયુ) બનાવે છે તે ઓક્સિજન છે. ફિક્સ્ડ એયરને   માં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ નામ મળ્યું.

ઓગણીસમી સદીની શરૂઆત સુધીમાં આપણે વનસ્પતિઓમાં પોષણ એટલે કે પ્રકાશસંશ્લેષણમાં સક્રિય અને પ્રમુખ ભૂમિકા ભજવતા કલાકારોની ઓળખ મેળવી ચૂક્યાં હતાં. જેમકે પાણી, કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, ઓક્સિજન અને વનસ્પતિની ઓળખ સમો લીલો પદાર્થ ક્લોરોફિલ.

ત્યારબાદ પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા અને તેનાં વિશેની જાણકારી બહુ ઝડપથી એકઠી થવા લાગી. કેમકે આપણે કઈ દિશા તરફ જવું છે તે સ્પષ્ટ હતું. અને પાછું સંશોધનની નવી નવી પદ્ધતિઓનો પણ વિકાસ થઈ રહ્યો હતો.



આગળનો સમય :

આ દરમ્યાન સૂક્ષ્મદર્શકનાં વિકાસને કારણે પણ વનસ્પતિમાં ભોજન નિર્માણની પ્રક્રિયાને સમજવામાં મદદ મળી. તેનાં ઉપયોગથી આપણને જાણવા મળ્યું કે પાંદડાઓ અને લીલા થડ પર હજારો સૂક્ષ્મ છિદ્ર હોય છે. જેને સ્ટોમેટા (પર્ણરંધ્ર) નામ આપવામાં આવ્યું. તેનાથી એ વિચાર પણ સામે આવ્યો કે વનસ્પતિનાં ભોજન નિર્માણમાં આ છિદ્રોની પણ કંઈક ભૂમિકા અવશ્ય હશે. વનસ્પતિ માત્ર મૂળ દ્વારા જ નહીં, પણ પાંદડાઓથી પણ કંઈક આદાન-પ્રદાન કરી શકતી હોવી જોઈએ. આથી પહેલીવાર વનસ્પતિઓના સંદર્ભે ગેસનાં (વાયુઓનાં) આદાનપ્રદાનનો વિચાર પ્રસ્તુત થયો.

ઓગણીસમી સદીની શરૂઆમાં (સન   )માં એક સ્વિસ શોધકર્તા નિકોલસ થિયોડોર   દ્વારા આ જ બાબત પર કેટલાંક પ્રયોગ કરવામાં

આવ્યાં. તેમણે પોતાનાં પ્રયોગોમાં વનસ્પતિ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતા કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, તેમાં બનતા કાર્બનિક પદાર્થ તથા તેમાંથી નીકળતા ઓક્સિજનની માત્રા સંબંધિત જાણકારી મેળવી. તેમણે જણાવ્યું કે વનસ્પતિમાં જે વૃદ્ધિ થાય છે, જે વજન પ્રાપ્ત થાય છે તે કાર્બન ડાયોક્સાઇડનાં કાર્બન અને વનસ્પતિનાં મૂળિયા દ્વારા શોષાયેલ પાણીનાં કારણે થાય છે. તેમણે પાક્કા પાયે જણાવ્યું કે ભોજન નિર્માણની પ્રક્રિયામાં પાણી પણ એક કાચા માલની ભૂમિકા ભજવે છે.

લીલો પદાર્થ ક્લોરોફિલ :

સન માં ફ્રાંસના બે રસાયણશાસ્ત્રીઓ પેલેટીયર અને કેવેન્ટો એ પાંદડાઓમાંથી લીલા રંગનો પદાર્થ અલગ કર્યો અને તેને ક્લોરોફિલ નામ આપ્યું.

એનાથી પૂર્વે સન માં એક જર્મન ચિકિત્સક મેયરે કહ્યું કે વનસ્પતિઓ સૌર ઊર્જાને રાસાયણિક ઊર્જામાં પરિવર્તિત કરે છે. આ ક્રિયામાં જેટલો પણ કાર્બનડાયોક્સાઇડ વપરાય છે તેટલો જ ઓક્સિજન ઉત્પન્ન થાય છે. આ વાતની ખાતરી સૌપ્રથમ પાક્કા પાયે બોસિનગોલ્ટ નામના ફ્રાંસીસી વૈજ્ઞાનિકે સન માં કરી. તેમનાં અનુસાર પ્રકાશસંશ્લેષણમાં કાર્બનડાયોક્સાઇડ અને ઓક્સિજનનું પ્રમાણ : જેટલું હોય છે. એ જ વર્ષે - સૈક્ચ નામનાં વૈજ્ઞાનિકે શોધ્યું કે પ્રકાશસંશ્લેષણ પાંદડાઓમાં રહેલા ક્લોરોપ્લાસ્ટમાં થાય છે અને તેમાં સ્ટાર્ચનાં કણ બને છે. આ પ્રયોગ સ્ટાર્ચ આયોડીન ટેસ્ટ દ્વારા કરવામાં આવ્યો હતો.

વર્તમાન સદીની શરૂઆત સુધીમાં વનસ્પતિમાં પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયાનું જે સ્વરૂપ આપણી સામે આવ્યું તે કંઈક આવું હતું.

$$\text{કાર્બનડાયોક્સાઇડ ₹ પાણી} \xrightarrow[\text{ક્લોરોફિલ}]{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} \text{કાર્બનિક પદાર્થ ₹ ઓક્સિજન}$$

વનસ્પતિ-કાર્બનડાયોક્સાઇડનું ઉત્સર્જન :

આપણાં મોટાભાગનાં પાઠ્યપુસ્તકોમાં ‘વનસ્પતિ કાર્બનડાયોક્સાઇડ લે છે અને ઓક્સિજન આપે છે’ તેવું લખેલું હોય છે. પરંતુ એવું સ્પષ્ટ નથી જણાવવામાં આવતું કે આ લેણદેણ પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા દરમિયાન

લીલી વનસ્પતિ સિવાયનાં સ્વયંપોષી

એવું નથી કે ફક્ત વનસ્પતિમાં જ સૂર્યપ્રકાશની મદદ વડે પોતાનું ભોજન બનાવવાની ક્ષમતા છે. પ્રકૃતિમાં તેમના સિવાય કેટલાંક સૂક્ષ્મજીવીઓમાં પણ આ પ્રકારનો ગુણ જોવા મળે છે જેમકે ક્રોમેશિયમ, ક્લોરોબિયમ વગેરે. જે સૂક્ષ્મજીવી (બેક્ટેરિયા) પ્રકાશની ઊર્જા વડે પોતાનું ભોજન બનાવે છે, તેમને પ્રકાશસંશ્લેષી બેક્ટેરિયા કહેવામાં આવે છે. તેઓમાં પણ લીલી વનસ્પતિઓની જેમ લીલો પદાર્થ - ક્લોરોફિલ હોય છે, પરંતુ તેને બેક્ટીરીયલ ક્લોરોફિલ કહે છે. દા.ત. સાયનો બેક્ટેરિયા, નાસ્ટાફ, એનાલીના વગેરે.

આ સિવાય કેટલાંક જીવાણું રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા પણ પોષણ પ્રાપ્ત કરે છે. જેમકે સલ્ફર જીવાણુ ના વિઘટનથી તો મિથેન જીવાણું મિથેનનાં વિખંડનથી પોષક પદાર્થ મેળવે છે. તેમને રસાયણ સંશ્લેષી જીવાણુ કહેવામાં આવે છે. જાંબલી સલ્ફર બેક્ટેરિયા, મિથેનોજન્સ થાયોબેસિલમ વગેરે આવાં જ કેટલાંક જીવાણુ છે.

થાય છે. જ્યારે શ્વસનની ક્રિયામાં વનસ્પતિ પણ ઓક્સિજન ગ્રહણ કરે છે અને કાર્બનડાયોક્સાઇડનું ઉત્સર્જન કરે છે. આ બાબત સૌપ્રથમ જોન ઇન્ગેનહોઝે પ્રીસ્ટલેનાં પ્રયોગોનાં પુનરાવર્તન દરમિયાન સ્પષ્ટ કરી હતી.

કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને ઓક્સિજન આ બન્ને વાયુઓ પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસન એમ બંને પ્રક્રિયાઓમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. અહીંથી જ એ ભ્રમ ઉત્પન્ન થાય છે કે જીવજંતુઓ તથા વનસ્પતિની શ્વસનક્રિયા અલગ-અલગ હોય છે. વાસ્તવિકતા એ છે કે શ્વસનની ક્રિયા વનસ્પતિ અને જીવજંતુ-પ્રાણીઓ બધામાં એક જેવી જ હોય છે. પરંતુ સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં વનસ્પતિમાં એક વધારાની પ્રક્રિયા થાય છે – પ્રકાશસંશ્લેષણ. પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા શ્વસનની પ્રક્રિયા કરતાં વધારે ઝડપી હોય છે. શ્વસન દરમિયાન ઉત્પન્ન થયેલ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ પ્રકાશસંશ્લેષણમાં ઉપયોગમાં લેવાઈ જાય છે. પરિણામે દિવસના સમયે વનસ્પતિ ઓક્સિજનનું ઉત્સર્જન કરે છે.

6

પ્રકાશ, કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને ક્લોરોફિલનો કમાલ

વનસ્પતિ સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં ક્લોરોફિલની સહાયતાથી પાણી અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાંથી કાર્બોહાઇડ્રેટ બનાવે છે. પાણીનું વિઘટન કરી તેમાંથી ઓક્સિજન અલગ કરી તેને કાર્બન તથા હાઇડ્રોજન સાથે જોડવામાં જે ઊર્જાની જરૂર પડે છે તે વનસ્પતિ સૂર્યપ્રકાશમાંથી મેળવે છે. ભોજન નિર્માણની આ પ્રક્રિયામાં વપરાતો કાચોમાલ તેને હવા અને માટીમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે. કાર્બન ડાયોક્સાઇડ હવામાંથી પાણી- માટી દ્વારા, પાંદડાની ઉપરની સપાટી પર આવેલ (સ્ટોમેટા) પર્ણરંધ્ર દ્વારા કાર્બનડાયોક્સાઇડ હવાની સાથે સાથે પાંદડાઓની અંદર પહોંચે છે અને જરૂરી પાણી જમીનમાંથી મૂળ દ્વારા શોષાઈને પાંદડાઓ સુધી પહોંચે છે. આટલું જાણી લીધા પછી પણ ઘણાં બધાં સવાલોના જવાબ મેળવવાના રહી જાય છે. જેમકે સૂર્યપ્રકાશ આ ક્રિયામાં કેવી રીતે મદદ કરે છે ? પાંદડાઓમાં રહેલ ક્લોરોફિલ શું છે ? તે પાંદડામાં ક્યાં રહેલ હોય છે ? પ્રકાશસંશ્લેષણમાં તેની ભૂમિકા શી છે ? વગેરે...વગેરે...

એવો પણ પ્રશ્ન થાય કે હવામાંનો કાર્બનડાયોક્સાઇડ પાંદડામાં ક્યાં જાય છે ? તેને કોણ ગ્રહણ કરે છે ? તેમાંથી ક્યાં અને કેવી રીતે ગ્લુકોઝ અને સ્ટાર્ચ બને છે ? આ બધા સવાલોનાં જવાબ મેળવવા માટે સૌપ્રથમ આપણે ભોજનનિર્માણ કરતાં કારખાનાં એટલે કે ક્લોરોપ્લાસ્ટ વિશે જાણવું પડે.

ક્લોરોફિલ અને ક્લોરોપ્લાસ્ટ :

થોડુંક ઊંડાણમાં જઈને પાંદડાની આંતરિક રચના જોઈએ તો ખ્યાલ

હાઈડ્રિલા

ક્લોરોપ્લાસ્ટ

જો તમે લીલી-પીળી રચનાઓ એટલે કે ક્લોરોપ્લાસ્ટને જોવા માગતા હોય તો આસપાસનાં કોઈ તળાવ, નદીનાળામાંથી જલજ વનસ્પતિ લઈ આવો. લીલ કે હાઈડ્રીલા યોગ્ય રહેશે. કોઈપણ લીલનો એક તાંતણો કે હાઈડ્રીલાની એક-બે પાંદડીઓ એક સ્લાઈડ પર મૂકીને સંયુક્ત સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં જુઓ. તેમાં લીલાપીળા રેલગાડીના ડબ્બા જેવી રચનાઓ એકબીજાની પાછળ ચાલતી નજરે આવશે. આ ખરેખર આનંદિત કરી દે તેવી રચના છે. વનસ્પતિઓનાં પાંદડામાં રહીને ભોજન બનાવતાં આ રસોડાઓનાં ઘણાં અલગ અલગ સ્વરૂપ અને આકાર છે. જેમકે સ્પાયરોગાયરામાં રિબિન જેવા હાયડ્રિલામાં ચકતી જેવા જોવા મળે છે.

સ્પાયરોગાયરા

આવશે કે ક્લોરોફિલ પાંદડાની ઉપરની અને નીચલી સપાટીની વચ્ચેનાં ભાગ મેઝોફિલમાં જોવા મળતી વિશેષ પ્રકારની કોશિકાઓમાં રહેલું હોય છે. ક્લોરોપ્લાસ્ટ તરીકે ઓળખાતી વિશેષ રચનાની અંદર ક્લોરોફિલ રહેલું હોય છે. ક્લોરોપ્લાસ્ટમાં આંતરિક રચના જોતા તેમાં બે ભાગ જોવા મળે છે. તેમાં એક ઉપર એક એમ સિક્કાઓની થપ્પી કરી હોય તેવા ભાગ જોવા મળે છે. જેને ગ્રેના કહેવાય છે. આ ભાગ એકબીજા સાથે જોડાયેલા હોય છે. ગ્રેનામાં ક્લોરોફિલ તથા તેનાં સહાયક રંજકકણો - કેરોટીનોઈડ્સ અને ઝેન્થોફીલ રહેલાં હોય છે. આ એ જ જગ્યા છે જ્યાં સૂર્યપ્રકાશ ગ્રહણ કરવામાં આવે છે અને ભોજન બનાવવાની પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે. બાકીની ત્વચા જેવા આવરણથી ઘેરાયેલી જગ્યાને સ્ટ્રોમા કહે છે. તેમાં ભોજન બનાવવા માટેનાં જરૂરી (એન્ઝાઈમ) ઉત્સેચક ભરેલા હોય છે.

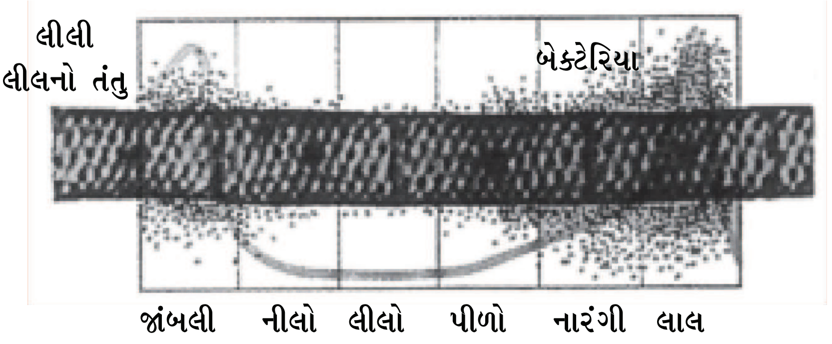
અગાઉનાં પાઠમાં પ્રકાશસંશ્લેષણનું સમીકરણ આ પ્રક્રિયાને ઉપરછલ્લી રીતે સમજવા માટે પૂરતું છે. તેમ છતાંય તે બીજા ઘણાં સવાલો પણ ઊભા કરે છે. જેમકે...આ પ્રક્રિયા પાંદડામાં ક્યાં થાય છે ? સૌપ્રથમ કયો પદાર્થ બને છે ? સ્ટાર્ચ બનતા પહેલા કઈ કઈ ક્રિયાઓ થાય છે ? ઓક્સિજન ક્યાંથી આવે છે, પાણીમાંથી કે કાર્બનડાયોક્સાઈડમાંથી ? વગેરે વગેરે.

પ્રયોગ એક નિષ્કર્ષ ચાર

પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયામાં ક્લોરોફિલની ભૂમિકા સ્પષ્ટ કરવામાં એન્જલમૈન દ્વારા કરવામાં આવેલા પ્રયોગોનો ઘણો મોટો ફાળો છે.

સન   માં કરેલા એક સાધારણ પ્રયોગથી ઘણાં અસાધારણ અને મહત્ત્વપૂર્ણ નિષ્કર્ષ પ્રાપ્ત થયા. આ પ્રયોગમાં તેમણે ગ્રીન આલ્ગી (લીલી લીલ) સ્પાયરોગાયરાનો ઉપયોગ કરેલો. આ લીલમાં મોટા મોટા રીબીન જેવા ક્લોરોપ્લાસ્ટ આવેલા હોય છે. પ્રયોગમાં તેમણે સ્પાયરોગાયરાના એક તંતુને એરોબિક (જારક શ્વસન - ઓક્સિજન જીવી) બેક્ટેરિયા સાથે સ્લાઇડ પર મૂકીને તેને સીલ કરી દીધું. આ પ્રયોગ માટે તેમણે એવા બેક્ટેરીયા પસંદ કર્યા જે હલનચલન કરી શકતાં હોય. હવે આ સ્લાઇડ પર પ્રકાશ પડતાં મોટાભાગનાં બેક્ટેરીયા સ્પાયરોગાયરાની ક્લોરોપ્લાસ્ટની આજુબાજુ જમા થઈ ગયા. તેનાથી એ જાણી શકાયું કે ભોજન નિર્માણ દરમિયાન ઉત્પન્ન થતાં ઓક્સિજન ક્લોરોપ્લાસ્ટમાંથી જ નીકળે છે.

આ પ્રયોગમાં તેમણે એ પણ જોયું કે ક્લોરોપ્લાસ્ટનાં અલગ અલગ ભાગ પર અલગ અલગ રંગોનો પ્રકાશ પાડવામાં આવે તો બેક્ટેરીયા જ્યાં ભૂરો (વાદળી)- લાલ પ્રકાશ પડતો હોય તે ભાગની આજુબાજુ જમા થઈ જાય છે. એનો અર્થ એ થયો કે સહુથી વધારે ઓક્સિજન આ બે પ્રકાશ તરંગોની આસપાસ નીકળે છે.



તેનાથી એ પણ જાણવા મળ્યું કે પ્રકાશસંશ્લેષણ પણ આ બે ક્ષેત્રોમાં એટલે કે લાલ અને નીલા રંગમાં વધારે થાય છે.

રોચક બાબત એ છે કે ક્લોરોફિલ જે રંગનાં પ્રકાશને શોષે છે તે જ રંગ પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે પણ સહુથી વધારે કારગત નીવડે છે. એમાંથી તેમણે નિષ્કર્ષ તારવ્યો કે ક્લોરોફિલ દ્વારા અવશોષિત પ્રકાશ જ પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા માટે જવાબદાર છે અને ક્લોરોફિલ જ એ રંજક છે જેની પર આ આખી પ્રક્રિયાનો દારોમદાર (જવાબદારી) છે.

પાંદડા પર પડતા કુલ પ્રકાશમાંથી લગભગ % પ્રકાશ જ ક્લોરોફિલ દ્વારા અવશોષિત થાય છે. પ્રકાશ ઊર્જાને ગ્રહણ કરીને ઉત્તેજીત અવસ્થામાં રહેલા ક્લોરોફિલમાંથી અણુદીઠ એક ઈલેક્ટ્રોન મુક્ત થાય છે. જે અન્ય પ્રકાશ-રાસાયણિક પ્રક્રિયાની શરૂઆત કરે છે. આપણે અહીંયા એ બધી પ્રક્રિયામાં નથી જઈ રહ્યા.

પ્રકાશ સંશ્લેષણનાં બે તબક્કા

આ દરમિયાન બ્રિટિશ વૈજ્ઞાનિક બ્લૈકમૈને

માં જ શોધી કાઢ્યું કે પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા બે તબક્કામાં થાય છે. પહેલો છે – પ્રકાશક્રિયા અને બીજો અંધકાર પ્રક્રિયા. નામ પ્રમાણે જ પ્રથમ તબક્કા માટે પ્રકાશની હાજરી અનિવાર્ય છે. જ્યારે બીજા ચરણ માટે પ્રકાશ હોય કે ના હોય તેનાથી કોઈ જ ફરક પડતો નથી. એટલે કે અંધકારમાં પણ આ પ્રક્રિયા ચાલતી રહે છે.

પરંતુ પ્રશ્ન એ પણ છે કે કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાંથી સ્ટાર્ચ (ગ્લુકોઝ) બનવાની ક્રિયામાં કયા કયા મધ્યવર્તી પદાર્થ બને છે, એ જાણવું એટલું સહેલું નથી. કેમકે પર્ણમાં એક જ સમયે શ્વસન અને પ્રકાશસંશ્લેષણ સંબંધિત તમામ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ ચાલી રહી હોય છે અને તેમાં બનતાં પદાર્થ પર્ણમાં જ હોય છે. એવામાં એ નક્કી કેવી રીતે કરવું કે કયો પદાર્થ કઈ પ્રક્રિયાનાં કયા ચરણમાં બનેલો છે ?

આ બાબતે સુધી કાંઈ જાણી શકાયું નહોતું. પણ માં કેલિફોર્નિયાનાં સેમ્યુઅલ રૂબેન અને માર્ટિન કામેલ દ્વારા શોધાયેલ કાર્બનનાં એક રેડિયોએક્ટિવ આઇસોટોપ- (કાર્બન-) એ આ મુશ્કેલીનો ઉપાય શોધી આપ્યો. આ કાર્બન પર્ણનાં કયા ભાગમાં જાય છે, કોની સાથે કઈ ક્રિયા કરે છે, શું બનાવે છે એ બધું જ જાણવું ખૂબ જ સરળ થઈ પડ્યું. કારણ કે ની રેડિયો એક્ટિવીટીનાં કારણે કોઈપણ પદાર્થમાં તેની હાજરી છે કે નહીં તે જાણી શકાય છે. આ કામમાં 'પેપર ક્રોમેટોગ્રાફી'એ પણ મહત્ત્વનું યોગદાન આપ્યું. આ બંનેની સહાયતાથી જાણી શકાયું કે પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયામાં કયા કયા પદાર્થ બને છે.

કેલિફોર્નિયા વિશ્વવિદ્યાલયનાં મેલ્વિન કેલ્વિન અને એન્ડ્રયુ બેનસન દ્વારા ક્લોરેલા નામની લીલ પર ઘણાં પ્રયોગ કરવામાં આવ્યા. આ માટે તેમણે પોતાનાં વિશેષ ઉપકરણમાં કાર્બન- યુક્ત કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ની ઉપસ્થિતિમાં પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયાને ફક્ત સેકન્ડ માટે થવા દીધી. પછી આ અવધિ , સેકન્ડ અને મિનિટ સુધી વધારી. સમય વધતા પ્રાપ્ત થયેલ પદાર્થોનાં વિઘટન દ્વારા જાણવા મળ્યું કે રેડિયો એક્ટિવ કાર્બન ક્રમશઃ અલગ અલગ પદાર્થમાં પ્રાપ્ત થાય છે. આ રીતે પ્રકાશસંશ્લેષણમાં બનતાં પદાર્થોનો એક ક્રમ બનાવવામાં આવ્યો. કેલ્વિને જણાવ્યું કે આ એક ચક્રિય પ્રક્રિયા છે.

અન્ય રસ્તાઓ :

આ પ્રકારનાં અધ્યયનોથી અન્ય એક રોચક બાબત પણ જાણવા મળી છે. સામાન્ય રીતે કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાંથી બનતો પહેલો પદાર્થ ત્રણ કાર્બનવાળો બને છે. જેને ફોસ્ફો ગ્લિસરીક એસિડ કહે છે. જેમાંથી આગળ જતાં વિભિન્ન શર્કરાઓ જેમકે ગ્લુકોઝ, સુક્રોઝ, સ્ટાર્ચ વગેરે બને છે. પણ કેટલીક વનસ્પતિઓમાં પહેલો પદાર્થ ઓક્ઝેલો એસેટિક એસિડ બને છે જે ચાર કાર્બન ધરાવે છે. જે વનસ્પતિઓમાં પહેલો પદાર્થ ત્રણ કાર્બનવાળો બને છે તેને વનસ્પતિ અને ચાર કાર્બનવાળા પદાર્થ બનાવતી વનસ્પતિ વનસ્પતિ તરીકે ઓળખાય છે. વનસ્પતિમાં અને બન્ને રસ્તે પ્રક્રિયા થાય છે. જ્યારે વનસ્પતિમાં ફક્ત એક જ રસ્તો હોય છે.

ઓક્સિજન ક્યાંથી આવે છે ?

એક સવાલ એ પણ હતો કે પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયામાં જે ઓક્સિજન નીકળે છે તે ક્યાંથી આવે છે. તે સમયે આ વિશે જાણકારી મેળવવાની કોઈ પદ્ધતિ નહોતી અને બધાએ સામાન્ય રીતે એવું માની લીધેલું કે ઓક્સિજન કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાંથી જ બનતો હશે. ભલે પાણીનાં તૂટવાથી બન્યો હોય કે કાર્બનડાયોક્સાઇડમાંથી. ઓક્સિજન તો એક જ જેવો રહેશે. પણ સ્ટેનફોર્ડ વિશ્વવિદ્યાલયનાં એક સ્નાતક વિદ્યાર્થી સી.બી.વોન નીલે પ્રકાશસંશ્લેષી બેક્ટેરીયા પર પ્રયોગ કરીને આ માન્યતાને પડકારી. આ બેક્ટેરીયા ભોજન નિર્માણ માટે કાર્બનડાયોક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડનો ઉપયોગ કરે છે. આ પ્રક્રિયામાં ગંધક બને છે જે બહાર નીકળી જાય છે અથવા તો તેની અંદર જ જમા રહે છે. આ પ્રક્રિયા કંઈક આવી રીતે દર્શાવાય છે.

$$CO_2 + 2H_2S \xrightarrow[\text{બેક્ટેરીયાનાં ક્લોરોફિલ}]{\text{પ્રકાશ}} (CH_2O) + H_2O + 2S$$

વોનનીલનું માનવું હતું કે જેવી રીતે આ પ્રક્રિયામાં માંથી ગંધક પ્રાપ્ત થાય છે, તેવી રીતે સામાન્ય લીલી વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન ઉત્પન્ન થતો ઓક્સિજન પાણીમાંથી બનતો હોવો જોઈએ.

તેમની આ વાતની પુષ્ટિ માં કેલિફોર્નિયા યુનિવર્સિટીનાં રૂબેન અને કામેન દ્વારા કરવામાં આવી. આ વૈજ્ઞાનિકોએ ઓક્સિજનના એક સમસ્થાનિક નો ઉપયોગ કર્યો જેનો પરમાણુભાર હોય છે. સામાન્ય ઓક્સિજનનો પરમાણુ ભાર છે. રૂબેન અને કામેને વનસ્પતિને એવું પાણી આપ્યું કે જેમાં ઓક્સિજનનો એક ભારે સમસ્થાનિક હતો. પ્રકાશસંશ્લેષણને અંતે પ્રાપ્ત થતાં ઓક્સિજનનો પરમાણુભાર હતો. આમ સાબિત થયું કે ઓક્સિજન પાણીમાંથી જ બને છે.

$$CO_2 + 2H_2{}^{18}O \xrightarrow[\text{ક્લોરોફિલ}]{\text{પ્રકાશ}} (CH_2O) + H_2O + {}^{18}O_2$$

કોઈપણ તત્ત્વને અંકિત કરવાની આ પદ્ધતિ પ્રકાશસંશ્લેષણનો અભ્યાસ કરવા માટે ઘણી ઉપયોગી સાબિત થઈ છે. કાર્બનનાં પણ સમસ્થાનિક હોય છે. જેનો પરમાણુભાર ક્રમશઃ , અને છે. કાર્બનનાં એક સમસ્થાનિકનો ઉપયોગ પ્રકાશસંશ્લેષણમાં કાર્બનડાયોક્સાઇડમાંથી ગ્લુકોઝ બનવાની પ્રક્રિયા દરમિયાન બનતાં મધ્યવર્તી પદાર્થોની ઓળખ કરવામાં આવેલો છે.

7

શિકારી પાંદડા

બાળકો માટે જ્ઞાનવર્ધક અને મનોરંજનના નામે છાપવામાં આવતી પુસ્તિકાઓમાં ત્યાં સુધી કે સમાચારપત્રોમાં પણ ઘણીવાર દક્ષિણ આફ્રિકાનાં જંગલોમાં નરભક્ષી વૃક્ષ અને વેલાઓ વિશે લખાતું રહેતું હોય છે જે માણસને પકડીને તેનું બધું લોહી ચૂસી લે છે. ફક્ત હાડકાંઓ છોડી દે છે. પરંતુ આ નરભક્ષી વનસ્પતિઓની સચ્ચાઈ કેટલી ?

સપુષ્પ વનસ્પતિઓની લગભગ અઢી લાખ જેટલી પ્રજાતિઓમાંથી ફક્ત પ્રજાતિઓ જ કીટકભક્ષી છોડની શ્રેણીમાં આવે છે. આ છોડ પૃથ્વીનાં લગભગ દરેક ભાગમાં ફેલાયેલા છે. અને તે દરેકની પોતાની આગવી વિશેષતા છે. કીટકોને પકડવાની અલગ અલગ પદ્ધતિઓ અને આકાર-પ્રકારમાં એકબીજાથી ભિન્ન હોવાં છતાં પણ તે બધામાં એક બાબત સામાન્ય છે. તે છે તેમનું રહેઠાણ એટલે કે તેમનું ઉદ્‌ભવસ્થાન. એવી જગ્યાઓ કે જ્યાં હવા, પાણી તથા પ્રકાશ તો પૂરતાં પ્રમાણમાં મળે છે. પરંતુ કળણવાળી જમીન (નીચાણમાં આવેલી ભેજવાળી-કાદવવાળી જમીન- હોવાને કારણે તેમાં નાઈટ્રોજનનું સ્થાપન (હવામાંથી નાઈટ્રોજન ગ્રહણ કરીને માટીમાં છોડનારા) કરનારા સૂક્ષ્મજીવો હોતા નથી. આથી આવી જમીનમાં જીવન માટે જરૂરી એવા નાઈટ્રોજનયુક્ત ક્ષારની ઉણપ હોય છે. આ ઉપરાંત જો તે જગ્યા અમ્લીય (એસિડીક) હોય તો તેમાં કેલ્શિયમ, ફોસ્ફરસ, પોટેશિયમ અને મોલિબ્ડેનમ જેવા મહત્ત્વનાં તત્ત્વોની પણ ઉણપ હોય છે. કીટકોને પકડીને તેમનાં પાચનમાંથી વનસ્પતિને નાઈટ્રોજનની સાથેસાથે આ બધાં તત્ત્વો પણ મળી રહેતાં હોય છે. આથી વિષમ પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓ અને સ્થાનમાં પણ કીડા મંકોડાનાં કારણે આ વનસ્પતિઓનો જીવનક્રમ ચાલ્યા કરે છે. જોકે હમણાનાં થયેલા પ્રયોગોએ કીટક પ્રોટીન આધારિત આ પરિકલ્પના પર પ્રશ્નાર્થચિહ્‌ન લગાવી દીધું છે. પણ તેની વાત આગળ કરીશું. અત્યારે ધ્યાન આપીએ પાંદડા પર.

સામાન્ય વનસ્પતિઓનાં પાંદડાઓએ તો એક જ મુખ્ય કાર્ય કરવાનું હોય છે – ભોજન બનાવવાનું. પરંતુ કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓના પાંદડાઓએ બેવડી ભૂમિકા ભજવવાની હોય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણની ભોજન બનાવવાની ક્રિયાની સાથે સાથે ભોજન માટેનાં કેટલાંક જરૂરી એવા પોષક પદાર્થ એકઠા કરવા માટે કીટક-જીવજંતુઓનો શિકાર પણ કરવો પડે છે.

મોટાભાગની કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓમાં પાંદડા જ કીટકોનાં શિકારનું કામ કરે છે. સેફેલોપ્સ જેવા છોડમાં કેટલાંક પાંદડા જ્યારે ડ્રોસેરામાં બધાં જ પર્ણ તો વીનસ ફ્લાયટ્રેપ અને નિપેન્થિયમમાં મોટાભાગના પાંદડા કીટક પકડવાનાં કાર્યમાં જોતરાયેલા હોય છે.

આ પાંદડા કે તેમનાં કેટલાંક ભાગ વિશિષ્ટ રચનાઓમાં રૂપાંતરિત થઈને કીટકોને પોતાની જાળમાં ફસાવે છે. જેમકે આવી વિશેષ રચનાઓ ચીકણા પાંદડાઓ સ્વરૂપે બટરવર્ટ અને ડ્રોસેરામાં તો નિપેન્થસમાં જગ કે કળશ જેવા આકારમાં જોઈ શકાય છે. વીનસ ફ્લાયટ્રેપની પાંદડીઓ ખોલ-બંધ થઈ શકે તેવી નાનકડી

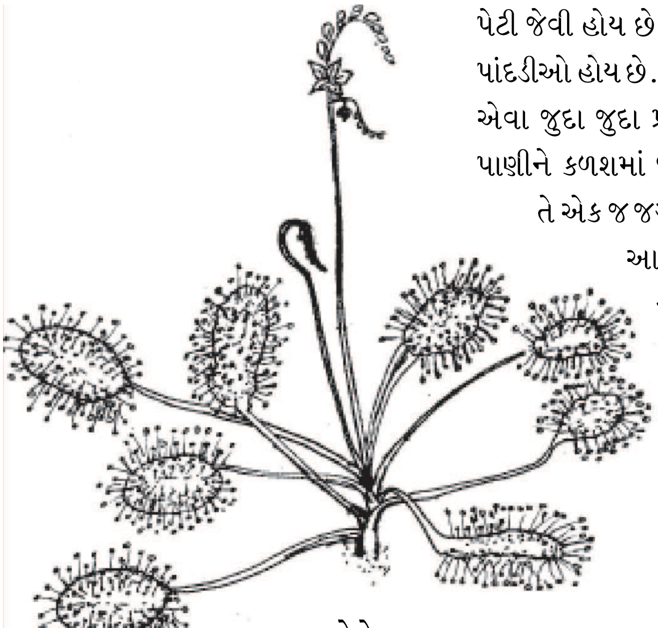
કોષ્ટક-
મુખ્ય કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓનાં સામાન્ય નામ, ક્ષેત્ર અને પ્રાકૃતિક આવાસ

નામ	સામાન્ય નામ	ક્ષેત્ર	પ્રાકૃતિક આવાસ
. એલ્ડ્રોવેન્ડા	લોબ્સટર ટ્રેપ	લગભગ દરેક જગ્યાએ	એસિડિક પાણી
. સેફેલોટસ	ફ્લાય કેચર	ઓસ્ટ્રેલિયા	ગરમ એસિડિક કળશ
. ડાર્લિંગટોનિયા	કોબરા પ્લાંટ	ઉત્તર અમેરિકા	ગરમ એસિડિક કળશ
. ડાયોનિયા	વીનસ ફ્લાય ટ્રેપ	દક્ષિણ-પૂર્વ અમેરિકા	ભેજવાળી કળણ જમીન
. ડ્રોસેરા	સનડ્યુ	દક્ષિણ-આફ્રિકા, ઓસ્ટ્રેલિયા, એશિયા	ઠંડી એસિડિક કળણ (કાદવ) વાળી જમીન
. હેલિએમફોરા	ડચમેન્સ પાઈપ	વેનેઝુએલા	કાદવ
. નિપેન્થિસ	પિચરપ્લાન્ટ	એશિયા, ઓસ્ટ્રેલિયા	ગરમ વર્ષાવન
. પિનગુઈકુલા	બટરવર્ટ	ઉત્તરનાં ઠંડા પ્રદેશ	ઠંડી એસિડિક કાદવવાળી જમીન
. સરાસેનિયા	ડેવિલ્સ બૂટ	ઉત્તર અમેરિકા	ગરમ એસિડિક કાદવ
. યુટ્રીક્યુલારિયા	બ્લૈડવર્ટ	લગભગ દરેક સ્થાન પર	એસિડિક પાણી, સરોવર, તળાવ

કોષ્ટક-

કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓનાં સામાન્ય નામ, આકાર અને મુખ્ય શિકાર

	નામ	આકાર	મુખ્ય શિકાર
.	એલ્ડ્રોવેન્ડા	છીપલા જેવા	પાણીનાં કીટક
.	સેફેલોટસ	માટલા જેવા	કીટક
.	ડાર્લીંગટોનિયા	સાપની ફેણ જેવા	કીટક
.	ડાયોનિયા	છીપલા જેવા	પાંખવાળા કીટક
.	ડ્રોસેરા	ચીકણા, ગ્રંથીમય	કીટક
.	હેલિએમફોરા	પહોળા મોઢાવાળી નળી જેવા	કીટક
.	નિપેન્થિસ	જગ જેવા	કીડીઓ
.	પિનગુઈકુલા	ચીકણા, ગ્રંથીમય	કીટક
.	સરાસેનિયા	જગ જેવા	પાંખવાળા કીટક
.	યુટ્રીક્યુલારિયા	થેલી જેવા	મચ્છરનાં લાર્વા, પાણીનાં કીટક



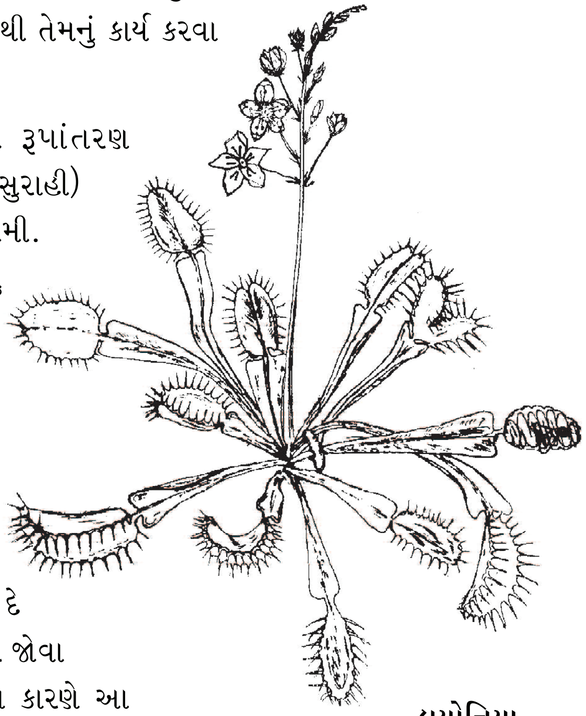
ડ્રોસેરા

પેટી જેવી હોય છે. પિચરપ્લાન્ટમાં જુદી જુદી કળશ આકારની પાંદડીઓ હોય છે. જેની ઉપર નાના-મોટા રંગબેરંગી, નકશીદાર એવા જુદા જુદા પ્રકારનાં ઢાંકણ પણ હોય છે. જે વરસાદનાં પાણીને કળશમાં જતા રોકે છે. આ પર્ણમાં ગતિ નથી હોતી. તે એક જ જગ્યા પર સ્થિર રહેતાં હોય છે. વનસ્પતિઓમાં આ પ્રકારનાં પાંદડા હોવા એ આશ્ચર્યની વાત નથી. કીટકભક્ષી છોડ સિવાય ડિસ્ચિડિયા જેવી અન્ય વનસ્પતિના પણ આવા કળશ જેવા પાંદડાઓ જોવા મળ્યાં છે.

ડ્રોસેરાની પાંદડીઓની કીનારી પર લાલરંગની રોમગ્રંથીઓ આવેલી હોય છે જેમાંથી ચીકણું દ્રવ્ય નીકળતું હોય છે. પ્રકાશ પડતાં આ દ્રવ્ય ઝાકળબિંદુની જેમ ચમકે છે. લાલચટક રંગનાં ચમકતાં દ્રવ્યબિંદુથી આકર્ષાઈને જ્યારે કોઈ કીટક તેને સ્પર્શ કરે છે ત્યારે આ સંવેદનશીલ રોમગ્રંથિઓ એકદમ ઝડપથી

વળીને તે કીટકને ચારેબાજુથી ઘેરી લે છે. રોમગ્રંથીઓમાંથી પેપ્સીન તથા હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ જેવા રસાયણો ઝરે છે. જેનાથી તે કીટકનું પાચન થઈ જાય છે. જલજ વનસ્પતિ યુટીક્યુલારીયામાં પાંદડાઓ થેલી જેવા બની જાય છે. આથી તેને બ્લેડરવર્ટ પણ કહેવાય છે. આ થેલીમાં કીટક જેવું પ્રવેશે કે તરત જ તેનું ઢાંકણું બંધ થઈ જાય છે અને તે ત્યાં સુધી નહીં ખૂલતું જ્યાં સુધી તે કીટકનું પાચન ન થઈ જાય.

કીટકભક્ષી છોડ ડાયોનિયા (વીનસ ફ્લાયટ્રેપ)માં પાંદડાઓ એક પેટી જેવી રચના બનાવે છે. જેમાં રીતસરનાં બે દરવાજા જેવા ભાગ હોય છે. પાંદડાઓની કિનારી પર   થી   ની સંખ્યામાં દાંતાઓ જેવી રચનાઓ હોય છે. જેમની વચ્ચે ત્રણ જોડી અણીદાર સંવેદનશીલ રોમ પણ આવેલા હોય છે. જે તેમની ચારેય બાજુ ગુલાબી રંગનાં સ્પર્શગ્રંથીઓથી ઘેરાયેલા હોય છે. આકર્ષક રંગ અને ચમકથી આકર્ષિત થઈને જેવું કોઈ કીટક તેની પર બેસે કે તરત જ આ દરવાજા બંધ થઈ જાય છે. ગ્રંથીઓમાંથી નીકળતા પાચકરસ કીટકનું કામ તમામ કરી નાખે છે અને પાચન બાદ પાંદડા ફરીથી તેમનું કાર્ય કરવા માટે ખૂલી જાય છે.



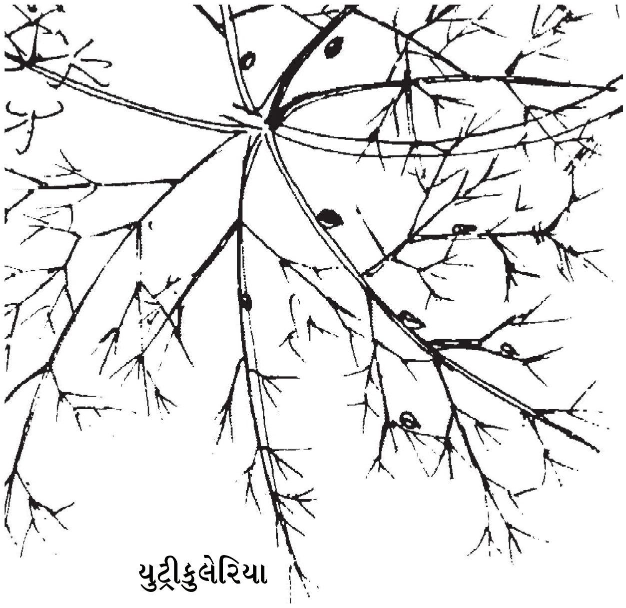
ડાયોનિયા

પાંદડાઓનું સહુથી સુંદર અને જટીલ રૂપાંતરણ પિચરપ્લાન્ટમાં જોઈ શકાય છે. તેનાં પાંદડા જગ (સુરાહી) જેવા આકારનાં હોય છે. જે લગભગ   થી   સેમી. ઊંડા હોય છે. જેની ઉપર એક ઢાંકણ પણ લાગેલું હોય છે. કોઈ કીટક જેવું આ ઢાંકણ કે જગનાં મોઢા પર બેસે કે તે લપસીને સીધું જ અંદર ચાલ્યું જતું હોય છે. જગની અંદર ઘણાં બધાં અણીદાર ચીકણા અને નીચેની તરફ વળેલા રોમ હોય છે જે કીટકને બહાર આવવા દેતા નથી. અન્ય કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓની જેમજ આ જગમાં પણ પાચકરસ ભરેલો હોય છે જે કીટકનું પાચન કરી દે છે. આ છોડ ભારતમાં મેઘાલયના ખાસી પહાડ પર જોવા મળે છે. પરંતુ તેમની સતત ઘટતી જતી સંખ્યાને કારણે આ જગ્યાને હવે આ છોડ માટે જનીન બેંક   માં ફેરવી દેવામાં આવ્યો છે. આ કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓ મોટેભાગે કાદવ-કળણ જેવી જગ્યાઓ કે જ્યાં માટીમાં નાઈટ્રોજનની ઊણપ હોય છે ત્યાં જોવા મળતી હોય છે. આ

છોડ કીટકોમાંથી નાઈટ્રોજન સિવાયનાં કેટલાંક અન્ય પદાર્થ પણ ગ્રહણ કરે છે. જે તેમની વૃદ્ધિ અને વિકાસ માટે જરૂરી હોય છે.

કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓને ફક્ત કીટકોનાં જ પ્રોટીનની જરૂર હોય છે તેવું નથી. બટરવર્ટનાં પાંદડા પરાગરજનું પણ પાચન કરીને તેમાંથી પ્રોટીન મેળવી લેતા હોય છે. શરૂઆતમાં વૈજ્ઞાનિકોનું માનવું હતું કે કીટકોનું પ્રોટીન આ વનસ્પતિઓનાં ફૂલને ખીલવા માટે જરૂરી હોય છે. પરંતુ ભારતમાં થયેલા કેટલાક સંશોધનોનાં પરિણામો થોડા અલગ છે.

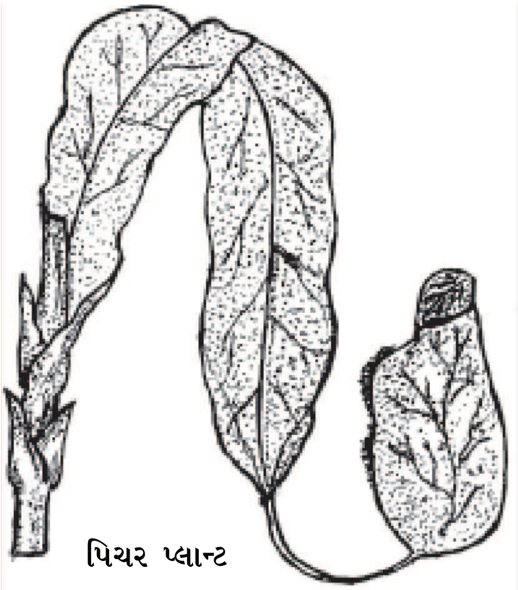
દિલ્લી વિશ્વવિદ્યાલયનાં મોહનરામ તથા તેમનાં સાથીઓએ જલજ કીટકભક્ષી છોડ યુટ્રીક્યુલારીયા પર પ્રયોગ કરીને શોધ્યું કે તેનાં ફૂલ ખીલવા માટે કીટકનાં પ્રોટીનની આવશ્યકતા નથી. પ્રોટીનરહિત કલ્ચર માધ્યમમાં પણ સારી રીતે ફૂલ ખીલે છે. સેફેલોટસ પર પણ આ જ બાબત લાગુ પડે છે. કીટકો વગર પણ તેમું જીવન સુપેરે ચાલ્યા કરે છે અને ફૂલ પણ આવે છે. કોઈ કીટક જાળમાં ફસાય કે ના ફસાય તેનાથી કોઈ જ ફરક પડતો નથી.



યુટ્રીકુલેરિયા

આ બધાં અવલોકન અને પ્રયોગો પરથી એ તો સ્પષ્ટ છે કે કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓનાં વૃદ્ધિ અને વિકાસ માટે કીટકોનાં પ્રોટીનની જરૂર નથી. પ્રસિદ્ધ ઈકોલોજીસ્ટ ડોબનમાયર નું માનવું છે કે કીટકોમાંથી પોષણ પ્રાપ્ત કરવાની આ રીત ઉત્ક્રાંતિ દરમ્યાન કદાચ અચાનક જ વિકસિત થઈ હોય. આ મતની પુષ્ટિ એ રીતે થઈ શકે છે કે આવા છોડની આજુબાજુ બીજા અન્ય છોડ પણ ઉગે છે જેમને પણ કીટકભક્ષી છોડ જેવી જ પરિસ્થિતિ પ્રાપ્ત થઈ હોય છે. તેમ છતાંય તે છોડ કીટકભક્ષી નથી હોતાં. શું તેમને નાઈટ્રોજનની ઉણપ નહીં વર્તાતી હોય ? એવું બની શકે કે કીટકભક્ષી

વનસ્પતિઓને નાઈટ્રોજન સિવાય બીજાં કોઈ પદાર્થ કીટકોમાંથી પ્રાપ્ત થતાં હોય જેમનું સંશ્લેષણ કરવામાં તે વનસ્પતિ અસમર્થ હોય.


પિચર પ્લાન્ટ

એક પ્રશ્ન એ પણ છે કે આખરે કીટકોને પોતાનો જીવ જોખમમાં મૂકીને આવા છોડની નજીક આવવાની જરૂરત શું કામ પડી? મૂળભૂત રીતે કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓની કીટક પકડતી સંરચનાઓ ખૂબ જ રંગબેરંગી, ચટકદાર, લોભામણી અને સુગંધિત-મીઠા ચીકણા મધ જેવા દ્રવ્યથી ભરેલી હોય છે. પછી એ ડ્રોસેરાની લાલચટક ઝાકળ જેવા બિંદુઓથી ચમકતી પાંદડીઓ હોય કે ડાયોનિયાનો લીલો-લાલ ચમકતો મધયુક્ત જગ. ઉપરાંત આ જગની ઉપરનું ઢાંકણ પણ ફૂલથી કંઈ ઓછું સુંદર નથી હોતું અને ઉપર વધારામાં મીઠું દ્રવ્ય લાગેલું હોય. કીટકો આ બધાથી આકર્ષાઈને ભોજનની શોધમાં છોડ પાસે આવે છે અને ખુદ જ છોડનાં ભોજન બની જાય છે.

આજ સુધી જેટલાં પણ કીટકભક્ષી છોડ કે વનસ્પતિઓની શોધ થઈ છે તેમાંથી એક પણ વનસ્પતિ એવી નથી કે જેને નરભક્ષી કહી શકાય. મોટાભાગની વનસ્પતિ અત્યંત નાના નાજુક છોડ કે વેલા જેવા સ્વરૂપમાં જોવા મળે છે. કેટલાંક છોડ તો એવા છે કે ચાલતા ચાલતા આપણા પગ નીચે ચગદાઈ પણ જાય તોય ખબર ન પડે. આમ નરભક્ષી હોવું તો દૂરની વાત રહી, આમાંની કોઈ વનસ્પતિ ઝાડી-ઝાંખરા જેવું સ્વરૂપ પણ નથી ધરાવતી.

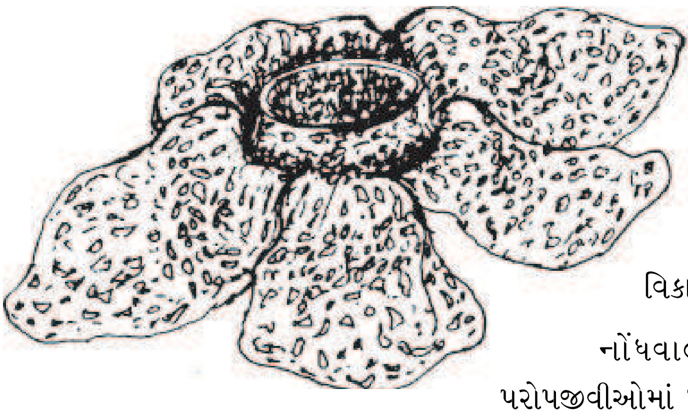
કુલ   કીટકભક્ષી વનસ્પતિઓમાંથી વીનસ ફ્લાયટ્રેપ, એલ્ડ્રોવેડા, યુટ્રીક્યુલારીયા અને ડ્રોસેરા એવી પ્રજાતિઓ છે જેમાં કીટકને પકડવાની ક્ષમતા છે. વીનસ ફ્લાય ટ્રેપના તો નામથી જ જાણી શકાય છે કે તે માખીઓને પકડે છે. તેનાં - સેમીના આકારમાં માણસ તો શું કોઈ નાનું મોટું જાનવર પણ આવી ન શકે. તેમાં સ્ફૂર્તિ અને ગતિની જરૂર પડે. પણ તેની જાળમાં માખી અને ફૂદાં જ ફસાય છે. ક્યારેક ક્યાંક નાના દેડકાંઓ પણ ફસાયેલા જોવા મળ્યાં છે. વીનસ ફ્લાય ટ્રેપની આજુબાજુ ઘણી માખીઓ ફરતી હોય છે. આ માખીઓનો શિકાર કરવા જતાં દેડકાંઓ પણ ક્યારેક વનસ્પતિઓનાં ભોજન બની જતાં હોય છે.

8

કેમ નથી પરોપજીવીને પાંદડા ?

લીલાંલીલાં પાંદડાઓથી સુશોભિત પ્રકૃતિમાં કેટલીક એવી વનસ્પતિઓ પણ છે કે જેને પાંદડા કાં તો હોતા જ નથી અથવા તો સામાન્ય પ્રકારથી ઘણાં અલગ પ્રકારનાં પાંદડા હોય છે. એ તો આપણે બધાં જ જાણીએ છીએ કે વનસ્પતિમાં ભોજન બનાવવાનું કાર્ય પાંદડામાં રહેલા ક્લોરોફિલનાં જ કારણે થાય છે. તો પછી એવી વનસ્પતિઓ કે જેમને પાંદડા હોતાં જ નથી તેઓ ભોજનની વ્યવસ્થા કેવી રીતે કરે છે ? આવી વનસ્પતિઓ આ માટે આંશિક કે પૂર્ણ રીતે અન્ય લીલી વનસ્પતિ પર આધાર રાખે છે. આથી જ આવી વનસ્પતિઓને પરજીવી કે પરોપજીવી વનસ્પતિઓ કહે છે.

અન્ય વનસ્પતિ પાસેથી તૈયાર પોષકતત્ત્વો પ્રાપ્ત કરવા માટે તેમજ તે વનસ્પતિ સાથે જોડાઈ રહેવા માટે પરોપજીવી વનસ્પતિમાં ચૂષક એટલે કે હોસ્ટોરિયા જેવા અંગ વિકસિત થાય છે. તેમનું મુખ્ય કાર્ય જે-તે યજમાન વનસ્પતિ સાથે જોડાયેલા રહીને તૈયાર થયેલું ભોજન પરોપજીવી વનસ્પતિને પહોંચાડવાનું હોય છે. હોસ્ટોરિયા સિવાય પરોપજીવી વનસ્પતિઓની એક ખાસ વિશેષતા પણ હોય છે અને તે છે પાંદડાઓની સદંતર ગેરહાજરી કે પછી તેમનો ખૂબ જ ઓછો વિકાસ.



નોંધવાલાયક બાબત એ છે કે આ બધાં પરોપજીવીઓમાં પર્ણ, ડાળી કે મૂળનો અલ્પવિકાસ હોય છે. આંશિક પરોપજીવી વનસ્પતિઓમાં સામાન્ય રંગરૂપવાળા પાંદડા જોવા મળતાં હોય છે. પરંતુ જેમ જેમ અવલંબન (પરાવલંબન) વધતું જાય તેમ તેમ ડાળીઓ અને પાંદડાનું

પ્રમાણ ઓછું થતું જાય છે.

સંપૂર્ણ પરોપજીવી રૈફ્લેસિયામાં અંતિમકક્ષાનું પરાવલંબન જોઈ શકાય છે. જેમાં મુખ્યત્વે એક ફૂલ જ જોવા મળે છે. આંશિક પરોપજીવી વિસ્કમ લોરેન્થસ (નવું નામ ડેન્ફોરથી)નાં છોડ નાની ઝાડીઓ જેવા હોય છે. જે સફરજન, આંબા, જામફળનાં ઝાડ પર સહેલાઈથી જોવા મળી જતાં હોય છે. આ છોડ પોતાનાં ચૂષક અંગોની મદદ વડે યજમાન વનસ્પતિનાં થડ કે ડાળી જોડે જોડાઈ જાય છે અને તેમાંથી પાણી અને ખનીજ પદાર્થ ગ્રહણ કરે છે. પરંતુ ભોજન બનાવવાનું કાર્ય છોડનાં પોતાનાં પાંદડાઓ જ કરે છે. જોકે લોરેન્થસની સરખામણીએ વિસ્કમનાં પાંદડા ઘણા નાનાં અને ઓછાં હોય છે.

આ બંને પરોપજીવીઓની તુલનામાં આંશિક મૂળ પરજીવી સ્ટ્રાઈગા (વિચ વીડ) એક પ્રકારનું નિંદામણ તરીકે ઊગી નીકળતું ઘાસ છે. પરોપજીવી હોવાને કારણે તે આફ્રિકા અને એશિયાનાં દેશમાં ઉગાડવામાં આવતા જુવાર, શેરડી તથા અન્ય ઘાસ કુળ (ગ્રામીની)નાં છોડને ઘણું નુકસાન પહોંચાડે છે. આ એક નાનો શાખાઓ ધરાવતો છોડ છે જેમાં ઘણી નાની નાની લીલી પાંદડીઓ હોય છે. આ પાંદડાઓ પ્રકાશસંશ્લેષણનું કાર્ય તો કરી જાણે છે પરંતુ ખનીજક્ષાર અને પાણી તે યજમાન છોડનાં મૂળમાંથી ગ્રહણ કરે છે. આ છોડ પર સુંદર, સફેદ ફૂલ આવે છે. જેમાંથી બનતાં ફળમાં હજારોની સંખ્યામાં સૂક્ષ્મ બીજ બને છે.

દુરાન્ટા પર વીંટળાયેલી અમરવેલ

ઘણાં છોડ પૂર્ણ પરોપજીવી હોય છે. અમરવેલ (કસ્કીટા) એનું ઉત્તમ ઉદાહરણ છે. તેમાં ન તો ક્લોરોફીલ હોય છે કે ન તો લીલા પાંદડાઓ. આ ઉપરાંત તેનું પ્રકાંડ-થડ પણ ઘણું કમજોર અને દોરી જેવું હોય છે. આ પરોપજીવીનું પ્રકાંડ (લાંબા પાતળા પીળા-નારંગી રંગનાં રેસાઓ જેવું) યજમાન વનસ્પતિનાં પ્રકાંડને વીંટળાયેલું રહે છે. અમરવેલમાં ચોક્કસ અંતરે વિશેષ પ્રકારનાં ચૂષક મૂળિયા નીકળે છે જે પોષકની સાથે જોડાવવા ઉપરાંત ત્યાંથી તૈયાર ભોજન ચૂસવામાં પણ મદદ કરે છે. આ મૂળિયા જ વેલને અમર રાખે છે. કેમકે જો તેમને તોડીને બીજા કોઈ છોડ પર નાખી દો તો તે પોતાનાં આ

મૂળિયાંની મદદથી ત્યાં પણ પોતાનો ડેરો જમાવી લેશે. વિશ્વમાં અમરવેલની લગભગ જેટલી પ્રજાતિઓ જોવા મળે છે. કૂસ્કૂટા રિફ્લેક્સા આપણે ત્યાં બોર, લીંબુ અને ડુરેન્ટા પર સામાન્ય રીતે જોવા મળે છે. તેમાં પાંદડા હોય કે ન હોય, થડ ભલે ગમે તેટલું નબળું હોય પરંતુ સમય આવ્યે તેનાં પર આછા પીળા રંગના નાની ઘંટડીઓ જેવા ફૂલ એટલી બધી માત્રામાં લાગે છે કે તેમાંથી બનતાં ફળમાં બીજની કોઈ અછત રહેતી નથી.

ઔરોબેંકી પણ મૂળ પરોપજીવી છે. જેની લગભગ પ્રજાતિઓ જોવા મળે છે. આપણે ત્યાં તે તંબાકુ, રીંગણ, સરસવ, ટામેટા અને બટાકામાં પણ ઉગતા જોવા મળે છે. ઔરોબેકીનાં મૂળિયા યજમાન વનસ્પતિનાં મૂળ જોડે જોડાઈને તેમાંથી સીધું જ પોષણ મેળવતા રહે છે. ફક્ત તેનો પુષ્પવિન્યાસ જ જમીનની બહાર આવે છે. જેનાં પર આછા ગુલાબી, વાદળી રંગના ફૂલ આવે છે. પાંદડા એકદમ પીળા, પાતળા, આછા ભૂરા રંગના અને નામમાત્રનાં હોય છે. પરંતુ ફૂલ ઘણી મોટી સંખ્યામાં બેસે છે. જેમાંથી બનતાં ફળમાં અતિસૂક્ષ્મ ધૂળની રજકણ જેવા અગણિત બીજ હોય છે. ઓરોબેંકી રેમોસા રીંગણ અને તમાકુનાં પાકને ઘણું નુકસાન પહોંચાડે છે.

વાનસ્પતિક અંગોની સદંતર ગેરહાજરી હોય તેવું મૂળ પરોપજીવી છોડનું ઉદાહરણ છે રાફલેસિયા. આ છોડની લગભગ જેટલી પ્રજાતિઓ ઈન્ડોનેશીયા અને મ્યાનમારમાં મળી આવે છે. આ છોડનાં યજમાન મોટેભાગે કાષ્ઠલતા હોય છે જેમાં મૂળ જોડે રાફલેસિયા ફક્ત પાતળા દોરા જેવી રચનાઓ વડે જોડાયેલા હોય છે. વનસ્પતિ જગતમાં સૌથી મોટા ફૂલ હોવાનું ગૌરવ પ્રાપ્ત કરનાર આ વનસ્પતિમાં પ્રકાંડ અને પર્ણ જેવી કોઈ રચનાઓ જ હોતી નથી અને મૂળનાં નામે પાતળી દોરી જેવી રચનાઓ હોય છે. તેનાં ફૂલનો વ્યાસ લગભગ એક મીટર જેટલો હોય છે અને વજન કિલો. આ ફૂલની પાંદડીઓની જાડાઈ એક સેમી. જેટલી હોય છે. તેની કળીનો આકાર સામાન્ય ફ્લાવર (શાકભાજી)નાં બરાબર હોય છે. ફૂલની વાત થતી હોય તો તેની સુગંધની વાત તો કરવી જ રહી. આટલું મોટું ફૂલ હોય તો તેની સુગંધ પણ એટલી જ વધારે આવતી હશે.

એવું જો કદાચ તમે માનતા હોય તો રોકાઈ જાવ. કેમકે આ ફૂલમાંથી સડી રહેલા માંસ જેવી ગંધ આવે છે અને તેનું પરાગનયન માંસ ખાનારી માખીઓ દ્વારા થાય છે.

યજમાનની ઓળખ :

હવે થોડીક વાત પરોપજીવીઓને લગતી સમસ્યાઓની. બીજી બધી વનસ્પતિ જ્યાં પણ ઉગશે તે પોતાનાં પાંદડાઓની મદદથી ભોજન બનાવી લેશે. પણ પરોપજીવીઓએ તો પોતાનાં યજમાનની આસપાસ જ ઊગવું ઘણું જ જરૂરી થઈ પડે છે. નહીં તો ઘણી મુસીબત ઊભી થઈ જાય. પરોપજીવીઓનાં બીજના અંકુરણ માટે ચોક્કસ પોષક (યજમાન)ની હાજરી હોવી જરૂરી હોય છે અને જે-તે છોડ યજમાન છે કે નહીં તેની ઓળખ કેટલાંક ખાસ રસાયણો દ્વારા સુનિશ્ચિત કરવામાં આવે છે. યજમાન સાથે સફળ સંબંધ બનાવવા માટે વિશેષ પ્રકારનાં બે રાસાયણિક સંકેતોની જરૂર હોય છે જે યજમાન વનસ્પતિનાં મૂળમાંથી નીકળતાં હોય છે. પ્રથમ રસાયણ પરોપજીવીનાં બીજને અંકુરણ માટે ઉત્તેજીત કરે છે અને બીજું રસાયણ ચૂષક અંગ બનાવે છે.

વૈજ્ઞાનિક ચેન્ગ દ્વારા માં સૌપ્રથમ સ્ટ્રાઈગાનાં બીજ માટેનાં ઉદ્દીપક રસાયણો જુવારનાં મૂળમાંથી પ્રાપ્ત કરવામાં આવ્યા હતા. આ એક સાદું પેરાડાઈફિનોલ રસાયણ છે. આ પદાર્થ સ્ટ્રાઈગાનાં બીજ માટે એક આદર્શ સંદેશવાહકનું કાર્ય કરે છે. જ્યારે યજમાન છોડ (જુવાર)નાં મૂળમાંથી નીકળે છે ત્યારે તે સક્રિય ક્વિનોલ સ્વરૂપે હોય છે. પરંતુ જેમ જેમ તે જુવારનાં થડથી દૂર જતું જાય છે તેમ તેમ તેનું ઓક્સીડેશન થવા લાગે છે અને નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે. અહીં જે બીજ યજમાનનાં થડની પાસે હોય તેનું અંકુરણ થાય છે. આમ પોતાના બીજનાં અંકુરણ માટે પરિસ્થિતિ યોગ્ય છે કે નહીં તે જાણવા માટેનો આ ઉપાય પરોપજીવીઓમાં જોવા મળે છે.

9

વસંતનાં વધામણા આપતાં પાંદડા

વસંતઋતુનાં આગમનની સહુ પહેલાં વધામણી આપનાર કોઈ હોય તો તે છે વૃક્ષો. વસંત આવતા પહેલાં સીમળા, કેસૂડો જેવા ઝાડ પાંદડા વગર સૂકા ઠૂંઠા જેવા મૃતઃપ્રાય અવસ્થામાં જોવા મળતાં હોય છે. પણ ફેબ્રુઆરી પૂરો થતા સુધીમાં આ જ સૂકા ઠૂંડા નવપલ્લવિત થઈને જોત જોતામાં જ કેસરિયા લાલ રંગે રંગાયેલા ફૂલોથી લદાઈ જાય છે.

સિમળાનાં ઝાડને તેનાં સીધા થડ અને ગોળ ઘેરાવાનાં સમકોણે ઉગતી શાખાઓનાં કારણે ફૂલરહિત અવસ્થામાં પણ ઘણી સહેલાઈથી ઓળખી શકાય છે. આ ઉપરાંત તેના થડ પર નાના શંકુ જેવા કાંટા પણ હોય છે. પાંચથી સાત પત્રક (પાંદડાઓ) ધરાવતાં મોટા લીલા સંયુક્ત પર્ણ અને નાના પ્યાલા જેવા લાલ રંગનાં હજારો ફૂલોથી લદાયેલા આ વૃક્ષને જોવાનો પણ એક લહાવો છે. સીમળાને સુંદરતા આપવામાં તેનાં ફૂલનાં પુંકેસરનો પણ ફાળો ઓછો નથી. - સુધીની સંખ્યામાં પાંચપાંચના સમૂહમાં લાલ રેસાઓથી બનેલા આ પુંકેસરતંતુઓ ફૂલોને આગવી સુંદરતા બક્ષે છે. પોતાનાં આવા વિશિષ્ટ સુંદર ફૂલોને કારણે સીમળો વનસ્પતિશાસ્ત્રીઓમાં આકર્ષણનું કેન્દ્ર રહ્યો છે. વસંતઋતુમાં મકરંદથી ભરપૂર ફૂલો ધરાવતું આ વૃક્ષ વિભિન્ન પ્રકારનાં પક્ષીઓનું મનપસંદ સભાસ્થળ બની જાય છે. પક્ષીદર્શન માટે આનાથી વધારે ઉત્તમ વૃક્ષ બીજું કોઈ નહીં હોય. એક રીતે સીમળા પર બેવડી વસંત બેસે છે – ફૂલોની અને પક્ષીઓની.

કેસૂડો

વસંતનાં આગમનનો બીજો પર્યાય છે કેસૂડો (પલાશ). જે આપણા

જ દેશનું વૃક્ષ છે. લોર્ડ ક્લાઇવ અને સિરાજુદ્દોલા વચ્ચે થયેલ પલાસીના યુદ્ધનું નામ પરોક્ષ રીતે આ વૃક્ષ પરથી જ પડ્યું છે. યુદ્ધ થયેલું તે સ્થાને પલાશનાં વૃક્ષોનું જંગલ હતું જેનાં કારણે ગામનું નામ પલાસી પડ્યું. વૃક્ષોની ઉપલબ્ધતાને આધારે કોઈ જગ્યા કે ગામનું નામ આપવાની પરંપરા રહી છે. જેમકે આગ્રા-મુંબઈ હાઈવે પર મુંબઈથી ઇન્દોર જતી વખતે મધ્યપ્રદેશની સીમા પર મહારાષ્ટ્રનાં એક ગામનું નામ પણ પલાસનેર છે. (પલાશનેર - પલાશનું જંગલ). આ જ રસ્તા પર માનપુર પહેલા પલાસમાલ ગામ છે. માલવી ભાષામાં જંગલને માલ કહે છે. ઇન્દોરનગરમાં પલાસિયા કરીને એક મોટો રહેણાંક વિસ્તાર છે. ગવલી પલાસિયા જેવા ઘણાં ગામ પલાશ વૃક્ષોનાં આધિપત્યનાં પરિચાયક છે. આમ ગામ કે જગ્યાનાં નામ હોય કે હોળીનાં રંગ, પલાશનાં વૃક્ષો આપણા જીવનને ઘણું પ્રભાવિત કર્યું છે. વસંતમાં પોપટની ચાંચ જેવા લાગતા કેસરીયા ઝુંડથી લચી પડતાં વૃક્ષોને જંગલની આગની ઉપમા આપવી અયોગ્ય નથી.

પાંદડા અને ફૂલોનું નિર્માણ :

વૈજ્ઞાનિકોએ શોધ્યું છે કે વૃક્ષોની પ્રજનન અવસ્થાની ઓળખ સમાન એવા પુષ્પ કે જેમાંથી આગળ ફળ અને બીજનું નિર્માણ થવાનું છે. તેના નિર્માણમાં પાંદડાઓ પણ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. વૃક્ષ પર ક્યારે નવી શાખાઓ (ડાળી)ની જગ્યાએ કળીઓ બેસશે અને ફૂલ ખીલશે તે બધું પર્ણ દ્વારા નક્કી થાય છે. વૃક્ષને તેની પરિપક્વતાની જાણકારીનો સંદેશ પાંદડાઓ પહોંચાડે છે. ફૂલ બેસવા માટે દિવસ અને રાતની લંબાઈનો સમય ઘણો મોટો ભાગ ભજવે છે. પુષ્પાવસ્થા પ્રાપ્ત કરવા માટે એક નિશ્ચિત અવધિની જરૂર પડતી હોય છે. ત્યારબાદ જ ફૂલ ખીલવાની શરૂઆત થાય છે. પ્રકાશની ચોક્કસ અવધિને (સમયગાળાને) 'પ્રકાશ અવધિ' કહેવાય છે અને તેનો સમય દરેક છોડ માટે અલગ અલગ હોય છે. આનાં આધારે વનસ્પતિને ત્રણ સમુહમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવી છે. એક સમૂહ કે જેમાં છોડને ફૂલ માટે પ્રકાશના નાના સમયગાળાની (રાત્રી લાંબી) જરૂરી હોય છે અને બીજા સમૂહની વનસ્પતિને પ્રકાશનાં લાંબા સમયગાળાની (રાત્રી ટૂંકી) જરૂર હોય છે. ત્રીજા સમૂહની વનસ્પતિને દિવસ-રાતની લંબાઈથી કોઈ ફરક પડતો નથી. આથી જ કેટલાક છોડને ઠંડીના દિવસોમાં (દિવસ ટૂંકા, રાત્રી લાંબી) તો કેટલાંકને ગરમીનાં દિવસોમાં

(દિવસ લાંબો, રાત ટૂંકી) ફૂલ આવે છે. કપાસ, ટામેટા વગેરે જેવા એવા પણ છોડ છે કે જેમાં આખું વર્ષ ફૂલ-ફળ બેસવાની પ્રક્રિયા ચાલતી રહે છે. આવા છોડ કે વનસ્પતિને 'પ્રકાશ અવધિ નિરપેક્ષ' છોડ કહેવાય છે.

છોડને જરૂરી સમય સુધી અંધકાર પ્રાપ્ત થયો છે કે નહીં તેની જાણકારી પાંદડાઓ દ્વારા જ મળે છે. ચોક્કસ પ્રકાશ અવધિમાં પાંદડામાં ફ્લોરિજન નામના હોર્મોન બને છે. જોકે હજુ સુધી આ હોર્મોનને અલગ મેળવી શકાયો નથી પણ તેનાં સ્પષ્ટ પ્રમાણ મળ્યાં છે અને જાણવા મળ્યું છે કે આ રસાયણ એક પ્રકારનો અંતઃસ્ત્રાવ (હોર્મોન) છે. આ પદાર્થ નવી શાખાઓને ફૂલની કળીઓમાં બદલવાનો નિર્દેશ આપે છે. હાલ પૂરતું ફૂલ કેવી રીતે ખીલે છે તેનાં વિશે આપણે જેટલું જાણીએ છીએ એના આધાર પર આ પ્રક્રિયાને સમજવા માટે એક મોડેલ પ્રસ્થાપિત કરવામાં આવ્યું છે. જોકે એ કેહવું યોગ્ય રહેશે કે હજુ સુધી ચોક્કસપણે જાણી શકાયું નથી કે છોડને કેવી રીતે જાણકારી મળે છે કે તેમને કેટલો પ્રકાશિત સમયગાળો (પ્રકાશ અવધિ) પ્રાપ્ત થઈ રહ્યો છે.

અંધકારથી વસંત તરફ

હાલ પૂરતાં પ્રસ્થાપિત મોડેલ અનુસાર જાણવા મળ્યું છે કે પાંદડાઓ એક વિશેષ રંગીન પદાર્થ દ્વારા જાણકારી મેળવે છે કે છોડને યોગ્ય પ્રકાશગાળો મળી રહ્યો છે કે નહીં. આ પદાર્થ નીલા રંગનું એક પ્રોટીન છે જેને બોર્થવિક અને હેન્દ્રિક્સ દ્વારા માં ફાઈટોક્રોમ નામ આપવામાં આવ્યું હતું. ફાયટોક્રોમ એક પ્રકાશગ્રાહી (પ્રકાશનું શોષણ કરી શકે તેવો પદાર્થ) પદાર્થ છે અને તે બે જુદા જુદા સ્વરૂપોમાં વનસ્પતિમાં મળી આવે છે. પ્રકાશની અસર હેઠળ આ બે સ્વરૂપ એકબીજામાં સહેલાઈથી રૂપાંતરિત થઈ શકતાં હોય છે. લાલ ફાઇટોક્રોમ ને P_r કહે છે. જ્યારે તેનાં પર લાલ રંગનો પ્રકાશ ફેંકવામાં આવે છે તો તે P_{fr} તરીકે ઓળખાતાં બીજા ફાઇટોક્રોમમાં ફેરવાઈ જાય છે. જે વધારે તરંગલંબાઈ ધરાવતા લાલ રંગનું શોષણ કરે છે. આ ફાઇટ્રોક્રોમને ફારરેડ ફાઈટોક્રોમ

P_{fr} કહે છે. આ P_{fr} પર વધારે તરંગ લંબાઈ ધરાવતા લાલ રંગનો પ્રકાશ પાડવામાં આવે તો તે P_r માં ફેરવાઈ જાય છે. જ્યારે બન્ને પ્રકારનાં પ્રકાશ પાડવામાં આવે ત્યારે લાલ રંગના પ્રકાશનો પ્રભાવ વધારે હોય છે.

સૂર્યપ્રકાશમાં બન્ને રંગના પ્રકાશકિરણો હોય છે. દિવસભર પાંદડાઓ પર પ્રકાશ પડતો રહેવાનાં કારણે સાંજ સુધીમાં P_{fr} ની માત્રા ઘણી વધી જાય છે. જે એક રીતે લાંબી અંધારી રાત્રિ પછી જે છોડમાં ફૂલ આવતાં હોય તેમાં ફૂલ બેસવાની ક્રિયાને અવરોધે છે. પરંતુ ઠંડીની ઋતુની લાંબી અંધારી રાત દરમ્યાન આ જ P_{fr} આખી રાત દરમિયાન ધીરે ધીરે P_r માં ફેરવાઈ જાય છે જેથી ફૂલ બેસવાની પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે.

તેનાથી બિલકુલ ઊંધું નાની રાત્રિ પછી આવતા ફૂલોમાં થાય છે. તેમાં P_{fr} ફૂલનાં બેસવાની ક્રિયાને પ્રેરિત કરે છે. ગરમીનાં દિવસોમાં આવું બનતું હોય છે. આપણા દેશમાં નાની રાતવાળાં છોડ-વનસ્પતિઓનાં ફૂલ જ્યાં સુધી નથી બેસતાં ત્યાં સુધી રાત એક સીમા સુધી નાના સમયગાળાની ન થઈ જાય. આવું વસંત ઋતુનાં આવતાં આવતાં થતું હોય છે.

આમ પાંદડાઓ છોડ માટે ભોજન બનાવીને રસોડાની ગરજ તો સારે જ છે સાથે સાથે સંવર્ધનનો આશીર્વાદ પણ આપે છે. પરંતુ સિમળો, ગુલમહોર, કેસૂડામાં ઝાડ પર જ્યારે વસંત બેસે (ફૂલો આવે) ત્યારે તો તેનાં ઉપર એક પણ પાંદડું હોતું નથી, તો તેમને આ સંદેશ મળે છે કેવી રીતે ? હકીકતમાં તેમનાં પાંદડાઓ ખરી પડતાં પહેલાં જ પોતાનો આ સંદેશ વૃક્ષો સુધી પહોંચાડી ચૂક્યા હોય છે કે ચાલો ફૂલો ખીલવવાનો સમય આવી ગયો છે તો આપો સહુને 'વસંતનાં વધામણાં.'

10

પાનખર પણ જરૂરી છે

પાનખરનાં જંગલોમાં ઠંડીની ઋતુ પછી મોટાભાગનાં વૃક્ષોનાં પાંદડા પીળા પડીને ખરી પડે છે. શું તમે ક્યારેય વિચાર્યું છે કે આ પાંદડા કેમ ખરી જાય છે ? દર વર્ષે પાનખરની ઋતુમાં લાખો ટન ક્લોરોફિલ કેટલાંક જ અઠવાડિયામાં નષ્ટ થઈ જાય છે. આવું કેમ બને છે ? પાંદડાનો આ લીલો રંગ ક્યાં ગાયબ થઈ જાય છે ? આ બધા જ સવાલોનાં જવાબ જાણવાનો પ્રયત્ન વૈજ્ઞાનિકો ઘણાં લાંબા સમયથી કરી રહ્યાં છે. પાનખરની આ પ્રક્રિયા ઘણીબધી રીતે મહત્ત્વની છે. ઉષ્ણકટીબંધમાં આવેલા દેશનો દેખાવ જ આ ઋતુ દરમિયાન બદલાઈ જાય છે. ઉપગ્રહ આ ઋતુ દરમ્યાન પૃથ્વીનાં જે ફોટોગ્રાફ્સ મોકલે છે તેમાં તે વધારે રંગીન દેખાઈ આવે છે. ફોટોગ્રાફ્સમાં ઘાટા લીલા, પીળા, લાલ અને ભૂરા રંગનાં ફેરફાર સ્પષ્ટ જોઈ શકાતા હોય છે.

યુરોપનાં દેશોમાં કુદરતનાં આ રંગ બદલતાં રૂપને માણવા માટે દરેક પર્યટનસ્થળોએ ઘણી ભીડ જમા થતી હોય છે. લોકો તે માણવા માટે ફરવા જતાં હોય છે. પૂર્વ અમેરિકા માટે આ ઋતુ પર્યટન વિભાગને કરોડો ડોલરની કમાણી કરી આપતું સાધન છે.

પાંદડાઓનાં ક્લોરોફિલનું વિઘટન જે-તે જગ્યાનાં હવામાન અને વનસ્પતિઓની જાતિ-પ્રજાતિ પર આધારિત હોય છે.

આથી આ બધી વનસ્પતિઓનો શંભુમેળો એક સુંદર ચિત્ર રચે છે. રંગપરિવર્તનની આ લહેર ધ્રુવીય પ્રદેશોથી ઉષ્ણ કટિબંધ તરફ દક્ષિણ યુરોપમાં - કિ.મી. પ્રતિ દિવસની ઝડપથી ચાલતી હોય છે. જેનાં કારણે બધું જ ક્લોરોફિલ - અઠવાડિયામાં નષ્ટ થઈ જાય છે. કટિબંધથી દૂર આવેલા ધ્રુવીય પ્રદેશ તેમજ પર્વતીય પ્રદેશોમાં ચીડનાં સદાબહાર જંગલોમાં પાનખરની ઋતુ આવતી નથી. એમનાં પાંદડા આખા વર્ષમાં ધીરે ધીરે ખરતાં રહે છે અને તેના સ્થાને નવા પાંદડા આવતા રહેતાં હોય છે. પૃથ્વી પર ઉષ્ણ કટિબંધીય મેદાની વનસ્પતિઓમાં પ્રતિવર્ષે લગભગ કરોડ ટન ક્લોરોફિલ નાશ પામે છે. સમગ્ર પૃથ્વી પર લગભગ ખર્વ ટન ક્લોરોફિલ તૂટીને રંગહીન પદાર્થમાં બદલાઈ જાય છે. તે જ રીતે કરોડ ટન પીળું કેરોટીન પણ વિઘટીત થઈને અન્ય પદાર્થમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે.

ક્લોરોફિલનું વિઘટન પાંદડાઓનાં પાકટ થઈ જવાનું સૂચન છે. આ દરમિયાન પાંદડાનાં બીજા ઉપયોગી પદાર્થ (જેમકે શર્કરા, પ્રોટીન, ડીએનએ) તેમાંથી નીકળીને વૃક્ષનાં અન્ય ભાગ (પ્રકાંડ, મૂળ)માં જતા રહે છે. આથી જ્યારે પાંદડા ખરી પડે ત્યારે તે માત્ર કંકાલ જ હોય છે. પાંદડાઓનાં ખરી પડવાનો પ્રથમ તબક્કો છે તેમનું પીળા પડવું. એટલે કે લીલા રંગમાંથી પીળા રંગમાં રૂપાંતરિત થવું. પાંદડાનું રસોડું ગણાતું ક્લોરોપ્લાસ્ટ આ સમય દરમ્યાન વિઘટન પામે છે અને જટીલ અવરોધોમાંથી સાદા પદાર્થોનાં રૂપાંતરણ પામી વિખેરાઈ જાય છે. આવા પાંદડાઓમાં ભોજન બનાવવાની ક્ષમતા રહેતી નથી અને અંતમાં તે પીળા પડીને વનસ્પતિથી છુટા થઈ જાય છે.

માં વિયેનાનાં વનસ્પતિશાસ્ત્રી એન્ટોન જોસેફ કેરનરે શોધ્યું કે પાનખરની ઋતુ પહેલાં ક્લોરોફિલનાં કણ સંકોચાઈને ચમકતાં કણમાં બદલાઈ જાય છે. જેને તેમણે અંતિમ વ્યર્થ પદાર્થ નામ આપ્યું. તેનાં લગભગ વર્ષ બાદ આ દિશામાં સંશોધન થયું અને જાણવા મળ્યું કે આ પીળો સંકોચાયેલ કણ પ્રોટીન અને ચરબીનો બનેલો હોય છે જે સક્રિય (હાનિકારક) ઓક્સિજનને કારણે કઠોર થઈ જતો હોય છે.

કેટલાંક સમય બાદ વૈજ્ઞાનિકોએ એ પણ જાણ્યું કે ક્લોરોફિલ આલ્કોહોલ, એસિટોન, ઈથર જેવા કાર્બનિક પદાર્થોમાં ઓગળી શકે છે. આવી અવસ્થામાં ક્લોરોફીલમાંથી નીકળેલ ઇલેક્ટ્રોન ઓક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરીને તેને સક્રિય

મૂલકમાં ફેરવી નાખે છે. આ સક્રિય ઓક્સિજન ક્લોરોફીલનાં કણ પર આક્રમણ કરે છે. તેને એક નિષ્ક્રિય રંગહીન પદાર્થમાં ફેરવી દે છે. ક્લોરોફિલના રંગહીન થઈ જવાની આ સમસ્યાથી પેકેજડ ફૂડ વેચતા ઉત્પાદકો પણ પરેશાન હતાં. ડબ્બામાં ભરેલા તાજા લીલા વટાણા સમય જતાં ધીરે ધીરે ભૂરા રંગમાં બદલાઈ જતા હતા. પરંતુ તેમણે જાણ્યું કે ડબ્બાઓમાં લીલા વટાણા સાથે થોડુંક સૂક્ષ્મમાત્રામાં તાંબુ રાખવામાં આવે છે તો વટાણા લાંબા સમય સુધી લીલા રહેતાં હતાં અને તેમની ચમક પણ વધી જતી હતી.

વૈજ્ઞાનિકોએ એ પણ જાણ્યું કે ક્લોરોફિલનાં અણુમાં વચ્ચે જ્યાં મેગ્નેશિયમનો પરમાણુ હોય છે, તેની જગ્યાએ તાંબા કે જસતનો પરમાણુ હોય તો તેવા ક્લોરોફિલનો અણુ વધારે ટકાઉ હોય છે. નવીન શોધોથી જાણવા મળ્યું છે કે ક્લોરોફિલ અલગ અલગ રીતથી તૂટી શકે છે. પાકેલા ફળમાં ક્લોરોફીલનાં અણુની સંરચના થોડી જુદી હોય છે. જે ક્લોરોફીલ પદાર્થોનો જ એક સંચય હોય છે. કેટલાંક પાંદડાઓ અને કણોમાં નાઇટ્રોજનયુક્ત ચમકદાર પદાર્થ બનતો હોય છે તે પણ ક્લોરોફિલનાં વિઘટક તરીકે કામ કરતો હોય છે.

'જીવે તો લાખનો ને મરે તો સવા લાખનો' આ કહેવત હાથી માટે વપરાતી હોય છે. કંઈક આવું જ ક્લોરોફિલ સાથે પણ થાય છે. ક્લોરોફિલનાં વિઘટનનાં ઉપયોગ નર્સરી (ફૂલછોડ) વાળા ઘણી સારી રીતે કરી જાણે છે. બજારમાં આજકાલ ઘણીબધી જગ્યાએ જોવા મળતાં લીલા-પીળા રંગનાં કાબરચીતરાં પાંદડા ધરાવતાં ક્રોટોન નામનાં છોડની સુંદરતા આ વિઘટનને જ આભારી છે. જેટલાં વધારે રંગબેરંગી છોડ તેટલાં જ વધારે પૈસા. પાંદડાઓમાં કેટલીક જગ્યાએ ક્લોરોફિલ ન હોવાને કારણે આવું થતું હોય છે.

એનાથી ઊલટું ક્લોરોફિલને જલદી વિઘટીત થતો અટકાવીને વધુ ટકાઉ બનાવીને પેકેજડ ફૂડ ઈન્ડસ્ટ્રીઝવાળા ઘણો મોટો ફાયદો પણ મેળવી રહ્યા છે. વિદેશી બજારો ક્લોરોફિલયુક્ત ખાદ્યપદાર્થોથી ભરેલા પડેલા છે. ખાદ્યતેલ, દહીં, ફળનાં રસ તેમજ શાકભાજીમાં તાંબાયુક્ત ક્લોરોફિલ ભેળવવામાં આવી રહ્યું છે. તેનો ઉપયોગ મોંઘા સૌંદર્ય પદાર્થોમાં પણ થવા લાગ્યો છે. હર્બલ શેમ્પૂ, ફીણવાળા લિક્વિડ બાથસોપ, ટૂથપેસ્ટ અને દુર્ગંધનાશક પદાર્થોમાં પણ નકલી ક્લોરોફીલ ભેળવીને ફાયદો ઉઠાવવામાં આવી રહ્યો છે. આ પ્રકારનાં ક્લોરોફિલ પ્રકાશસંશ્લેષણ કરી શકતાં નથી.

ક્લોરોફિલને રાસાયણિક પરિવર્તન દ્વારા ટકાઉ બનાવીને ખાદ્ય તેમજ સૌંદર્ય ઉદ્યોગનો વેપાર વિદેશોમાં ઘણો ફૂલ્યોફાલ્યો છે.

ક્લોરોફિલ અણુનાં અતિ અસ્થિર હોવાના કેટલાંક લાભ પણ છે. તેના આ ગુણનો ઉપયોગ યેલ વિશ્વવિદ્યાલયનાં ડેવિડ કેસેટે કેન્સરનાં ઉપચારમાં કર્યો છે. તેમણે જાણ્યું કે જ્યારે ક્લોરોફિલને માનવશરીરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે ત્યારે તે કેન્સરવાળી જગ્યામાં વધારે પ્રમાણમાં એકઠા થઈ જાય છે. આ પછી તે જગ્યાએ લાલ લેસર લાઇટ રાખવામાં આવી તો ક્લોરોફિલમાંથી નીકળતો સક્રિય ઓક્સિજન ટ્યૂમરને નષ્ટ કરી નાખે છે.

ક્લોરોફિલનો આ ગુણ સમુદ્રમાં જોવા મળતાં સૂક્ષ્મજીવોની ઇકોલોજીને પણ ઘણો પ્રભાવિત કરે છે. રાતમાં તરવાવાળા સૂક્ષ્મજીવોનો ખોરાક સમુદ્રની સપાટીથી કેટલાંક મીટર નીચે રહેલ વનસ્પતિઓ હોય છે. આ જીવો લગભગ પારદર્શક હોય છે અને ભોજન બાદ ક્લોરોફિલનાં કારણે લીલા રંગનાં દેખાવા લાગે છે. આ ક્લોરોફીલ રાતના અંધકારમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ કરવા માટે અસમર્થ હોય છે. પરંતુ સવારનાં સૂર્યપ્રકાશમાં ક્લોરોફિલ સક્રિય થઈ જાય છે અને તેમાંથી નીકળતા ઇલેક્ટ્રોનને કારણે આ જંતુઓના પારદર્શક અન્નનળીમાં હાનિકારક સક્રિય ઓક્સિજનનું નિર્માણ કરે છે. જેનાં કારણે આ જંતુઓનું મૃત્યુ થઈ જાય છે. પરંતુ કેટલાંક જંતુઓમાં ઓક્સીકરણ (ઓક્સિડેશન) વિરોધી પદાર્થો હોય છે જેનાં કારણે તે બચી જાય છે. પરંતુ મોટાભાગના જંતુઓ પ્રકાશસંશ્લેષણનાં આ ખતરાથી બચવા માટે સૂર્યોદય પહેલાં જ સમુદ્રમાં   થી   મીટરની ઊંડાઈએ કે જ્યાં સૂર્યપ્રકાશ પહોંચી શકતો નથી ત્યાં ચાલ્યા જાય છે. સાંજ ઢળતાં જ તે અંધારામાં ફરીથી ભોજનની શોધ માટે ઉપર આવી જાય છે અને દિવસ-રાત આ ક્રમ આમ જ ચાલ્યા કરે છે. રાતનાં અંધકારમાં કરેલું ભોજન દિવસનાં પ્રકાશમાં તેમને માટે ઝેરનું કામ કરે છે.

આ જ રીતે પાનખરમાં પાંદડાઓનાં પીળા પડીને ખરી પડવું પણ વનસ્પતિ માટે એક અનિવાર્યતા છે. જેથી ધરતી પર જીવન વ્યવસ્થિત અને નિરંતર ચાલ્યા કરે, પાનખર આવતી વસંતનાં સંદેશવાહક છે. એકનો અંત બીજાનો ઉદ્ભવ. પ્રકૃતિનો આ જ અટલ નિયમ છે.

કિશોર પઁવાર

કિશોર પઁવાર એક શિક્ષક છે. તેમનું પ્રારંભિક શિક્ષણ ઉજ્જૈન, સાજાપુર અને મંદસૌર જિલ્લાના ગ્રામ્ય વિસ્તારમાં થયું. વિક્રમ વિશ્વવિદ્યાલય, ઉજ્જૈનમાંથી તેમણે સ્નાતક અને અનુસ્નાતકની પદવી પ્રાપ્ત કર્યા બાદ તેમણે વિક્રમ વિશ્વવિદ્યાલયમાં જ વાયુ પ્રદૂષણ અને ઝાડ-છોડ ઉપર તેના પ્રભાવ ઉપર સંશોધનકાર્ય કર્યું.

તેમનાં સંશોધન પત્રો વિવિધ રાષ્ટ્રીય અને આંતરરાષ્ટ્રીય પત્રિકાઓમાં પ્રકાશિત થયા છે. તેઓ લોકરૂચી વિજ્ઞાન ઉપર પણ હંમેશા લખે છે. શાળા વિજ્ઞાન શિક્ષણમાં રુચી રાખનાર શ્રી કિશોર પઁવાર હાલમાં ઇન્દોર હોલ્કર વિજ્ઞાન મહાવિદ્યાલયમાં વનસ્પતિ વિજ્ઞાનના પ્રાધ્યાપક અને પર્યાવરણ વિભાગના પ્રમુખ છે.

સંપર્ક : કિશોર પઁવાર
૧૪૨, ગ્રેટર વૈશાલી, અન્નપૂર્ણા રોડ, ઇન્દોર (મધ્યપ્રદેશ) ફોન : ૦૭૩૧-૨૪૮૦૩૭૪

એકલવ્ય

એકલવ્ય એક સ્વૈચ્છિક સંસ્થા છે કે જે પાછલા ઘણાં વર્ષોથી શિક્ષણ તેમજ લોકવિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં કામ કરી રહી છે. એકલવ્યનું કાર્યક્ષેત્ર શાળામાં તેમજ શાળા બહાર એમ બંને ક્ષેત્રોમાં છે.

એકલવ્યનો મુખ્ય ઉદ્દેશ એવાં શિક્ષણનો વિકાસ કરવાનો છે કે જે બાળકો અને તેમના પર્યાવરણ સાથે જોડાયેલ હોય, જે ખેલ, પ્રવૃત્તિ તેમજ સર્જનાત્મક પાસાઓ પર આધારિત હોય. અમારા કામ દરમિયાન અમે જાણ્યું કે શાળાના પ્રયત્નો ત્યારે જ સાર્થક થઈ શકે છે જ્યારે બાળકોને શાળા સમય બાદ, શાળાની બહાર અને ઘરમાં પણ રચનાત્મક પ્રવૃત્તિઓના સાધનો પ્રાપ્ય હોય. પુસ્તકો અને મેગેઝીન આ સાધનોનો એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભાગ છે.

પાછલા ઘણાં વર્ષોમાં અમે અમારા કાર્યનો વિસ્તાર પ્રકાશનના ક્ષેત્રમાં પણ કર્યો છે. બાળકોનું મેગેઝીન *ચકમક* ઉપરાંત *સ્રોત* (વિજ્ઞાન અને ટેક્નોલોજી ફીચર્સ) તથા *શૈક્ષણિક સંદર્ભ* (શૈક્ષણિક મેગેઝીન) અમારા નિયમિત પ્રકાશનો છે. શિક્ષણ, લોકવિજ્ઞાન તેમજ બાળકો માટે સર્જનાત્મક કાર્યક્રમો ઉપરાંત વિકાસના વ્યાપક મુદ્દાઓ સાથે જોડાયેલ પુસ્તકો, પુસ્તિકાઓ, સામગ્રીઓ વગેરે પણ એકલવ્યએ વિકસિત અને પ્રકાશિત કરી છે.

વર્તમાનમાં એકલવ્ય મધ્યપ્રદેશમાં ભોપાલ, હોશંગાબાદ, પિપરિયા, હરદા, દેવાસ, ઇન્દોર, ઉજ્જૈન, શાહપુર (બેતુલ) તેમજ પરાસિયા (છીંદવાડા)માં સ્થાપિત કાર્યાલયોના માધ્યમથી કાર્યરત છે.

આ પુસ્તકની સામગ્રી તેમજ રજૂઆત પર તમારા સૂચનોનું સ્વાગત છે. તેનાથી આવનારા પુસ્તકોને વધારે આકર્ષક, રુચિકર અને ઉપયોગી બનવામાં મદદ મળશે.

સંપર્ક : books@eklavya.in
જમનાલાલ બજાજ પરીસર, ફોર્ચ્યુન કસ્તુરી પાસે,
જાતખેડી, ભોપાલ (મધ્યપ્રદેશ) 462026 (ભારત)

લીમડાના પાન

एकलव्य

આર્ચ