1

વનસ્પતિઓમાં વહન

તમને આશ્ચર્ય થશે કે ઊંચાં વૃક્ષોની ટોચે પાણી કેવી રીતે પહોંચતું હશે ? એ જ રીતે ઘટકો એક કોષમાંથી બીજા કોષમાં કેવી રીતે સ્થળાંતર કરતા હશે ? શું ચયાપચયશક્તિની જરૂરિયાત ઘટકોના સ્થળાંતર માટે હોય છે ? પાણીનું શોષણ મૂળરોમ દ્વારા થાય છે અને ત્યાંથી વનસ્પતિ પ્રકાંડની ટોચે પહોંચે તે જરૂરી છે. એ જ રીતે ખોરાકનું સંશ્લેષણ પર્ણો દ્વારા થાય છે અને ત્યાંથી જમીનની અંદર ખૂંપેલા મૂળાગ્ર સહિત બધા જ ભાગોમાં સ્થળાંતર થાય તે જરૂરી છે. કોષની આરપાર પટલમાંથી અને પેશીના એક કોષમાંથી બીજા કોષમાં વિવિધ સ્થળે હલનચલન થાય તે પણ જરૂરી છે.

જ્યારે દ્રવ્યોનું વહન થતું હોય છે, ત્યારે આપણે પ્રથમ એ સ્પષ્ટ કરવું પડે કે કયા પ્રકારનું વહન છે અને કયાં દ્રવ્યોને ધ્યાનમાં લઈએ છીએ ? પુષ્પધારી વનસ્પતિઓમાં પાણી, ખનીજપોષક દ્રવ્યો, કાર્બનિક પોષક દ્રવ્યો અને વનસ્પતિ-વૃદ્ધિ, અંતઃસ્રાવો જેવાં દ્રવ્યોના વહનની આવશ્યકતા રહે છે. નજીકના અંતરમાં ઘટકોનું વહન પ્રસરણ તેમજ કોષરસીય પ્રવાહ દ્વારા દૂરના અંતર માટે વહનની ક્રિયાવિધિ વાહકપેશીતંત્ર દ્વારા થાય છે, જેને દ્રવ્યોનું સ્થળાંતરણ (Translocation) કહે છે.

વહનની દિશા એ એક અગત્યનું પાસું છે. મૂળધારી વનસ્પતિઓમાં જલવાહકમાં વહન એકમાર્ગી હોય છે, જે મૂળથી પ્રકાંડ તરફ હોય છે. કાર્બનિક અને ખનીજપોષક દ્રવ્યોનું દ્વિમાર્ગી વહન થાય છે. મોટેભાગે કાર્બનિક પોષક દ્રવ્યો પર્ણો દ્વારા તૈયાર થાય છે અને તેનું સ્થળાંતરણ નીચેની તરફ પ્રકાંડ અને મૂળમાં વપરાશ અને સંગ્રહ માટે થાય છે. ખનીજપોષક દ્રવ્યો મૂળ દ્વારા લેવામાં આવે છે અને ઉપરની દિશામાં તેનું વહન પ્રકાંડ, પર્ણો અને વૃદ્ધિ પામતા પ્રદેશોમાં થાય છે. અંતઃસ્રાવોનું પણ વહન થતું હોય છે, જે ખૂબ જ અલ્પ પ્રમાણમાં હોય છે. ક્યારેક તે માત્ર ધ્રુવીય અથવા એકમાર્ગીય રીતે જ્યાંથી સંશ્લેષણ થતું હોય ત્યાંથી બીજા ભાગો તરફ થાય છે. આથી પુષ્પધારી વનસ્પતિઓમાં જુદા-જુદા માર્ગે ઘટકોની જટિલ હેરફેર થાય છે, જેમાં દરેક અંગ કેટલાક ઘટકો મેળવે છે અને બીજા ઘટકો બહાર મોકલે છે.

વહનના પ્રકારો (Means of Transport)

(1) પ્રસરણ (Diffusion) : કોઈ પણ દ્રવ્યના અણુઓ પોતાના વધુ સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તારમાંથી પોતાના ઓછા સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તાર તરફ ગતિ કરી જાય છે. આવી ગતિ કોઈ આયોજનયુક્ત હોતી નથી. આ ઘટનાને પ્રસરણ કહે છે. આ વહન નિષ્ક્રિય છે અને તેમાં કોઈ પણ જાતની શક્તિ વપરાતી નથી. વાયુઓનું પ્રસરણ સૌથી વધુ ઝડપી હોય છે. પ્રવાહીનું પ્રસરણ તેની સરખામણીમાં ધીમું હોય છે. પ્રસરણદર ઉપર તાપમાન, દબાણ, સંકેન્દ્રણ ઢોળાંશ, તેઓને અલગ કરતા પટલની પ્રવેશશીલતા વગેરેની અસર થાય છે.

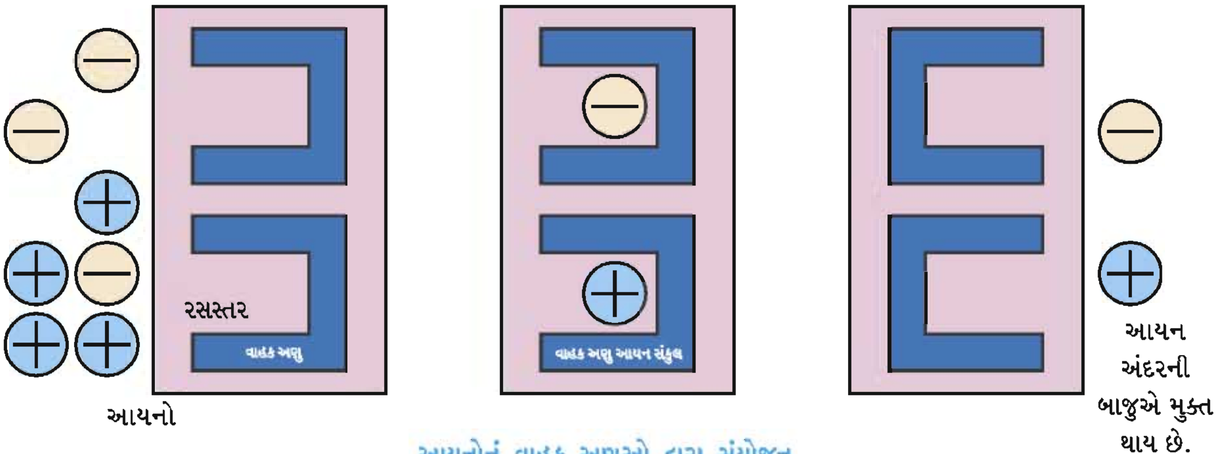
(2) સાનુકૂલિત પ્રસરણ (Facilitated Diffusion) : પ્રસરણ માટે ઢોળાંશ જરૂરી છે. પ્રસરણનો દર દ્રવ્યોના અણુના કદ ઉપર આધાર રાખે છે, દેખીતી રીતે નાના કદના અણુઓનું પ્રસરણ ઝડપી થાય છે. કોઈ પણ દ્રવ્યનું પટલની આરપાર પ્રસરણનો

આધાર તેની લિપિડમાં દ્રાવ્યતા ઉપર છે, જે પટલના બંધારણમાં આવેલો મુખ્ય ઘટક છે. જે દ્રવ્ય લિપિડ (ચરબી)માં દ્રાવ્ય હોય, તેનું પટલમાંથી વહન ઝડપી થાય છે. જે દ્રવ્ય જલાનુરાગી (hydrophilic moiety) હોય, તેનું પટલમાંથી પસાર થવું મુશ્કેલ છે. તેના વહન માટે સાનુકૂળતા પૂરી પાડવી પડે, જે પટલમાં રહેલ પ્રોટીન પસાર થવા માટે સ્થાન પૂરું પાડે છે. તે પ્રસરણ-ઢોળાંશ સર્જતા નથી, પરંતુ અગાઉથી પ્રસરણ-ઢોળાંશ હાજર હોવાથી તેને પ્રોટીન મદદ કરે છે. આ ક્રિયાને સાનુકૂલિત પ્રસરણ કહે છે.

સાનુકૂલિત પ્રસરણમાં વિશિષ્ટ પ્રોટીનની મદદથી દ્રવ્યો ATPની શક્તિના વપરાશ વગર પટલમાંથી પસાર થઈ શકે છે. સાનુકૂલિત પ્રસરણ ઓછા સંકેન્દ્રણથી વધુ સંકેન્દ્રણ તરફ અણુનું પૂરું વહન દર્શાવતું નથી. તેના માટે શક્તિ આપવાની જરૂરિયાત રહે છે. જ્યારે બધા જ પ્રોટીન વાહકોનો ઉપયોગ થાય છે, ત્યારે વહન મહત્તમ દરે પહોંચે છે. સાનુકૂલિત પ્રસરણ એ ખૂબ જ સ્પષ્ટ હોય છે, તે કોષમાં ઘટકોના ઉપરનીચે જવાની પરવાનગી આપે છે. તે અવરોધકો પ્રત્યે સંવેદનશીલ છે. જે પ્રોટીન સ્થાને રહેલી સાંકળ સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે. પટલમાં રહેલ પ્રોટીન તેને માટે માર્ગ બનાવે છે. પટલમાં રહેલ પ્રોટિન નિર્મિત સાંકળ પૈકી કેટલીક સાંકળો અણુના વહન માટે હંમેશાં ખુલ્લી રહે છે, જ્યારે બાકીની નિયંત્રિત હોય છે. કેટલીક મોટી હોય છે, જે વિવિધતા ધરાવતા અણુઓને પસાર થવાની પરવાનગી આપે છે. પોરિન્સ (Porins)એ પ્રોટીન છે, જે રંજકકણો, કણાભસૂત્ર અને કેટલાક જીવાણુઓના બહારના પટલમાં ખૂબ મોટાં છિદ્રો ઉત્પન્ન કરે છે, જે પ્રોટીન જેટલા કદના અણુઓને પણ પસાર થવા દે છે. બાહ્યકોષીય અણુઓ વાહક પ્રોટીન સાથે જોડાય છે, ત્યારે વાહક પ્રોટીન ઘૂમીને અણુને કોષની અંદરની બાજુએ મુક્ત કરે છે.

કેટલાક વાહક પ્રોટીન પ્રસરણની મંજૂરી ત્યારે જ આપે છે કે જ્યારે બે પ્રકારના અણુઓ સાથે વહન પામતા હોય. સીમપોર્ટમાં બંને પ્રકારના અણુઓનું એક જ દિશામાં વહન થાય. જ્યારે એન્ટિપોર્ટમાં તેનું વહન વિરુદ્ધ દિશામાં થાય છે. જ્યારે અણુ બીજા અણુઓથી સ્વતંત્ર રીતે પટલમાંથી પસાર થતા હોય ત્યારે આ ક્રિયાને યુનિપોર્ટ કહે છે.

(3) સક્રિય વહન (Active transport) : અણુઓનું વહન સંકેન્દ્રણ ઢોળાંશની વિરુદ્ધ અને શક્તિની મદદથી થતું હોય તો તેને સક્રિય વહન કહે છે. સક્રિય વહન પટલ પ્રોટીનની મદદથી થાય છે. આથી પટલમાં આવેલા વિવિધ પ્રકારનાં પ્રોટીન સક્રિય અને નિષ્ક્રિય એમ બંને પ્રકારના વહનમાં મહત્ત્વનો ફાળો આપે છે. પમ્પ પ્રોટીનના બનેલા હોવાથી શક્તિનો ઉપયોગ કરી દ્રવ્યોને પટલની આરપાર પસાર થવા દે છે. આ અણુઓ દ્રવ્યોનું વહન નીચા સંકેન્દ્રણથી ઊંચા સંકેન્દ્રણ તરફ કરે છે. જ્યારે બધા જ પ્રોટીન વાહકોનો ઉપયોગ થાય છે, ત્યારે વહનનો દર મહત્તમ થાય છે. ઉત્સેચકોની જેમ જ વાહક પ્રોટીન ચોક્કસ પ્રકારના દ્રવ્યનું જ પટલની આરપાર વહન કરે છે. આ પ્રોટીન અવરોધકો પ્રત્યે સંવેદનશીલ છે, જે પ્રોટીનની બાજુની સાંકળો સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે.



આયનોનું વાહક અણુઓ દ્વારા સંયોજન

જુદી-જુદી વહનપ્રક્રિયાઓની સરખામણી :

ગુણધર્મ	સાદું પ્રસરણ	સાનુકૂલિત વહન	સક્રિય વહન
1. પટલમય પ્રોટીન	ના	હા	હા
2. વહનની સાંદ્રતા	ના	હા	હા
3. ખૂબ જ પસંદગીમાન	ના	હા	હા
4. શક્તિની આવશ્યકતા	ના	ના	હા
5. ચઢાણવાળું વહન	ના	ના	હા

વનસ્પતિના જલસંબંધો (Plant water relations)

વનસ્પતિમાં થતી બધી દેહધાર્મિક ક્રિયાઓમાં પાણી મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. તેની ગેરહાજરીમાં વનસ્પતિઓ લાંબો સમય જીવંત રહી શકતી નથી. અન્ય પ્રવાહીઓની તુલનામાં પાણી ઉત્તમ દ્રાવક છે અને **હંમેશાં** બધા જ ભાગોના જીવરસના બંધારણમાં હોય છે. સામાન્યતઃ કોષરસમાં તેનું પ્રમાણ 75% જોવા મળે છે. તડબૂચ (Watermelon)માં તેનું પ્રમાણ 92% થી વધારે હોય છે. શાકીય વનસ્પતિઓના છોડમાં શુષ્ક વજનની સરખામણીમાં તેનું સામાન્ય વજન 10થી 15% હોય છે. ઘણી જલીય વનસ્પતિઓમાં તેનું પ્રમાણ 98% સુધી હોય છે. એ જ રીતે શુષ્કોદ્ભિદ વનસ્પતિઓમાં તેનું પ્રમાણ સામાન્યતઃ 60% અથવા તેનાથી ઓછું હોય છે. બીજ ભલે શુષ્ક દેખાતું હોય - પરંતુ તે પાણી ધરાવે છે, કારણ કે તેના વગર તે જીવંત રહી શકે નહીં અને શ્વસન કરી શકે નહીં. પુખ્ત મકાઈ વનસ્પતિ મોટે ભાગે દિવસમાં ત્રણ લિટર પાણીનું શોષણ કરે છે, જ્યારે રાઈનો છોડ તેના પોતાના વજન જેટલા જ પાણીનું 5 કલાકમાં શોષણ કરે છે. પાણીની આટલી બધી જરૂરિયાતને કારણે આપણને આશ્ચર્ય થતું નથી કે પાણી સીમિત પરિબળ તરીકે વનસ્પતિની વૃદ્ધિ અને ઉત્પાદકતા ઉપર અને એ રીતે ખેતીવાડી અને પ્રાકૃતિક પર્યાવરણ ઉપર અસર કરે છે.

જલક્ષમતા (Water-Potential) : વનસ્પતિ સહિત, બધા જ જીવંત સજીવોમાં વૃદ્ધિ અને પ્રજનન માટે મુક્તશક્તિની આવશ્યકતા રહે છે. થરમૉડાઇનેમિક્સના નિયમ મુજબ, મુક્તશક્તિ એ કાર્ય કરી શકે તેવી સ્થિતિશક્તિ નિદર્શન કરે છે. આમ, પાણીમાં રહેલી સ્થિતિશક્તિને તેની જલક્ષમતા કહે છે. જલક્ષમતાનો સિદ્ધાંત પાણીના વહનને સમજાવે છે.

પાણીનો અણુ ગતિશીલતા ધરાવે છે. પ્રવાહી અને વાયુમય માધ્યમમાં તે અસ્તવ્યસ્ત (randomly) રીતે ઝડપી અને સતત હોય છે. ગુરુત્વાકર્ષણીય ખેંચાણ પાણીમાં રહેલી સ્થિતિશક્તિનું કાર્ય કરી શકે તેવા સ્વરૂપમાં રૂપાંતર કરવા માટે જવાબદાર છે. બંધમાં સંચિત પાણીના પ્રપાતમાંથી આવા જ કારણસર વીજઉત્પાદન કરી શકાય છે. દબાણ એક બીજું પરિબળ છે જે પાણીને વધુ કાર્યશક્તિ મુક્ત કરવા માટે પ્રેરી શકે. પાણીના એક સ્થળેથી બીજા સ્થળ તરફના વહનને જલક્ષમતાને આધારે સમજાવી શકાય છે. પાણીની જલક્ષમતા પર ત્રણ પરિબળો અસર કરે છે : સંકેન્દ્રણ, દબાણ અને ગુરુત્વાકર્ષણ

જલક્ષમતાનું નિદર્શન ગ્રીક સંજ્ઞા Psi અથવા Ψ છે. અને તે દબાણનો એકમ પાસ્કલ (Pa)થી અભિવ્યક્ત થાય છે. કોઈ પણ દ્રાવણની જલક્ષમતાને તેના ત્રણ ઘટકોને આધારે દર્શાવાય છે.

$$\Psi w = \Psi s + \Psi p + \Psi g$$

Ψw = જલક્ષમતા

Ψs = સંકેન્દ્રણ ઘટક. દ્રાવણમાં રહેલાં દ્રવ્યોનું પ્રમાણ.

Ψp = જલસ્થિતિ દબાણ. દબાણ જેમ વધુ તે જલક્ષમતા વધુ. ઋણ દબાણે તે ઘટે. શુદ્ધ ખુલ્લા પાણીમાં તેનું મૂલ્ય શૂન્ય હોય છે.

Ψg = ગુરુત્વાકર્ષણ ઘટક પાણીના જથ્થાની સ્થિતિ પર અવલંબે છે.

સામાન્ય રીતે, વનસ્પતિકોષની બાબતમાં તેને Ψg અવગણવામાં આવે છે. આમ, ઉપરનું સમીકરણ સરળ બને.

$$\Psi w = \Psi s + \Psi p$$

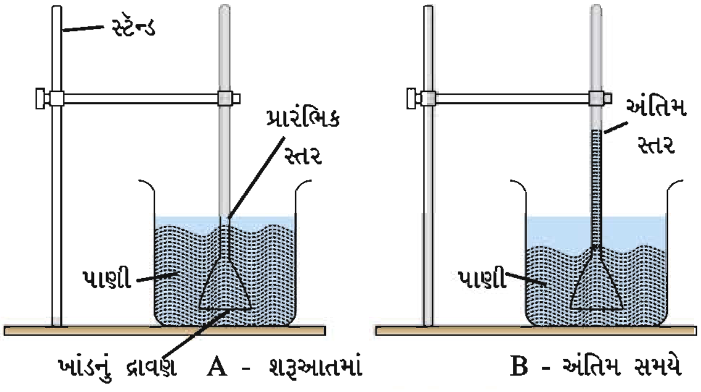
આ સમીકરણ અનુસાર પાણી જ્યારે કોષમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે Ψp નું મૂલ્ય વધે છે. Ψp નું ધન મૂલ્ય આશૂનદાબ કહેવાય છે. આમ થતાં કોષની અંદરના અને કોષની બહારના પાણીની જલક્ષમતા વચ્ચેનો તફાવત ઘટે છે. બીજી બાજુ જો કોષમાંનાં દ્રવ્યોનું સંકેન્દ્રણ વધે, તો Ψsનું મૂલ્ય ઘટે છે. આ કારણસર પાણી બહારથી કોષમાં પ્રવેશે છે. સામાન્ય રીતે પાણી પોતાની વધુ જલક્ષમતાના વિસ્તારમાંથી પોતાની ઓછી જલક્ષમતાના વિસ્તાર તરફ જાય છે, રાસાયણિક સંદર્ભમાં જલક્ષમતાને પાણીની રસાયણક્ષમતા પણ કહે છે.

આસૃતિ (Osmosis) : આસૃતિ એ પ્રસરણ કરતાં સહેજ જુદી પડે છે, કારણ કે આસૃતિમાં કેટલાક પ્રકારના અવરોધકો બે જુદા-જુદા પ્રકારની સાંદ્રતા ધરાવતાં દ્રાવણો વચ્ચે હોય છે, જ્યારે સરળ પ્રસરણમાં આવા કોઈ અવરોધકો હોતા નથી. બધા જ જીવંત સજીવોમાં અવરોધક તરીકે અર્ધપ્રવેશશીલ પટલ આવેલું હોય છે. અર્ધપ્રવેશશીલ પટલને પસંદગીમાન પ્રવેશશીલ પટલ પણ કહે છે. દા.ત., કોષરસસ્તર. આથી આસૃતિ બે જુદી-જુદી સાંદ્રતા ધરાવતાં દ્રાવણો વચ્ચે થાય છે. આપણે આસૃતિને વ્યાખ્યાયિત કરી શકીએ કે બે અસમાન સાંદ્રતા ધરાવતાં દ્રાવણોને અર્ધપ્રવેશશીલ પટલથી જુદાં પાડવામાં આવે, ત્યારે મંદ સાંદ્રતા ધરાવતા દ્રાવણમાંથી દ્રાવક (પાણી) સાંદ્રદ્રાવણ તરફ પ્રસરણ પામે છે. આ પ્રક્રિયા ત્યાં સુધી ચાલુ રહે છે, જ્યાં સુધી બંને દ્રાવણોની સાંદ્રતા એકસરખી ન થાય.

મૂળના કોષોમાં ભૂમીય જળમાંથી પાણીના શોષણની પ્રક્રિયા મુખ્યત્વે આસૃતિ દ્વારા થાય છે. આસૃતિની આ પ્રક્રિયા સરળતાથી દર્શાવવા થિસલ ફનેલનો પ્રયોગ યોજી શકાય.

થિસલ ફનેલ પ્રયોગ (Thistle Funnel Experiment) : થિસલ ફનેલના પહોળા છેડે પાર્ચમેન્ટપેપર, દેડકાનું મૂત્રાશય કે મરઘીના ઈંડામાંનો પટલ અર્ધપ્રવેશશીલ પટલ તરીકે બાંધવામાં આવે છે. હવે થિસલ ફનેલમાં ખાંડનું દ્રાવણ ભરવામાં આવે છે. તેની દાંડીના અમુક ભાગ સુધી તે સમાવાય છે. આ આંક નિશાનીથી નોંધી લેવાય. હવે આ ફનેલના પહોળા પટલ યુક્ત છેડાને પાણી ભરેલા બીકરમાં પાણીમાં તળિયે ન અડકે તે રીતે ડુબાડવામાં આવે છે. થોડા સમયમાં આસૃતિની ક્રિયા દ્વારા બીકરમાંનું પાણી પટલમાંથી થિસલ ફનેલમાં પ્રસરે છે. થિસલ ફનેલની દાંડીમાં પ્રસરેલું પાણી નોંધેલ નિશાનીથી ઉપર પ્રવેશેલું નોંધી શકાય. જ્યારે પાણી કોષમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે તેને અંતઃઆસૃતિ કહે છે.

હવે જો આપણે દાંડીમાં રહેલા દ્રાવકમાં ઉપરની તરફથી દબાણ કરીએ, તો આસૃતિ દ્વારા પ્રવેશતા પાણીનો પ્રવેશ અટકાવી શકીએ. આ દબાણ કે જે દબાણે અર્ધપ્રવેશશીલ પટલમાંથી પાણીનો પ્રવેશ અટકી જાય, તે દબાણને આસૃતિદાબ કહે છે. આસૃતિદાબનું મૂલ્ય દ્રાવણની સાંદ્રતા પર અવલંબે છે. દ્રાવણ વધુ સાંદ્ર, તો તેનો આસૃતિદાબ વધુ અને જેમ દ્રાવણ મંદ તેમ તેનો આસૃતિદાબ ઓછો.



આસૃતિ-થિસલ ફનેલનો પ્રયોગ

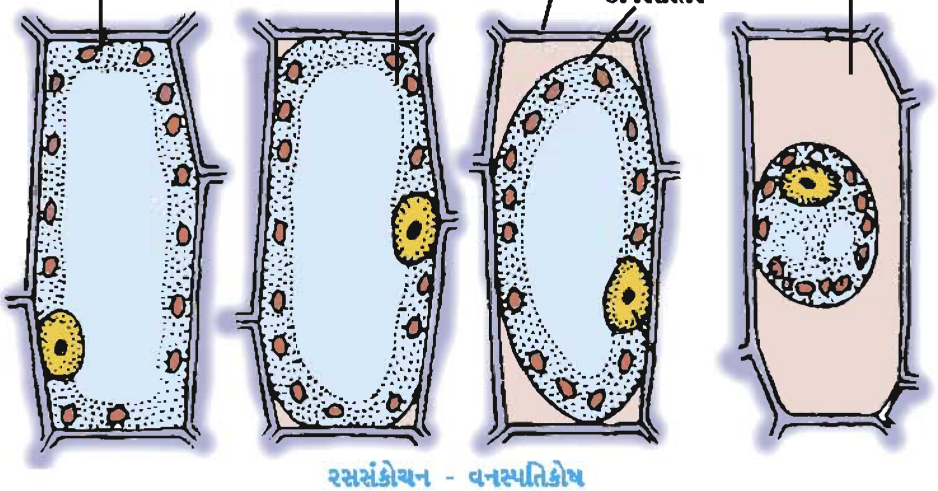
આમ, આસૃતિની પ્રક્રિયા પર બે બાબતોની અસર હોય છે.

(1) દ્રાવણમાંનાં દ્રવ્યોની સાંદ્રતા (2) દાબ-તફાવત

આ બંને બાબતો સંયુક્ત રીતે જલક્ષમતા નક્કી કરે છે. પાણી પોતાની ઊંચી જલક્ષમતાથી પોતાની નીચી જલક્ષમતાની દિશા તરફ વહન પામે છે. જલક્ષમતાને રાસાયણિક ક્ષમતા પણ કહે છે, જે પાણીમાં રહેલી મુક્તશક્તિનું સૂચક છે. મુક્તશક્તિ એટલે ઉપયોગમાં લઈ શકાય તેવી સ્થિતિશક્તિ.

રસસંકોચન (Plasmolysis) : વનસ્પતિકોષોની વર્તણૂક તેની આજુબાજુમાં આવેલા દ્રાવણમાંના પાણીના હલનચલન ઉપર આધારિત છે. જો બહારના દ્રાવણની સાંદ્રતા, અંદરના દ્રાવણની સાંદ્રતા જેટલી જ એટલે કે એકસરખી હોય, તો તેને સમસાંદ્ર (Isotonic) દ્રાવણ કહે છે. જો બહારના દ્રાવણની સાંદ્રતા, કોષરસ કરતાં ઓછી હોય, તો તે અધોસાંદ્ર (Hypotonic) દ્રાવણ કહે છે અને જો બહારના દ્રાવણની સાંદ્રતા કોષરસ કરતાં વધારે હોય, તો તેને અધિસાંદ્ર (Hypertonic) દ્રાવણ કહે છે.

જ્યારે વનસ્પતિના જીવંત કોષોને ખાંડના કે મીઠાના સાંદ્રદ્રાવણ (અધિસાંદ્રદ્રાવણ)માં મૂકવામાં આવે છે, ત્યારે પાણી કોષમાંથી બહાર આવે છે અને કોષરસસ્તર કોષદીવાલથી સંકોચાય છે. આ કોષને રસસંકોચિત કોષ અને ઘટનાને રસસંકોચન કહે છે. સામાન્યતઃ જીવંત કોષો આશૂન હોય છે. બહારના દ્રાવણની સરખામણીમાં કોષના ધાનીરસની સાંદ્રતા ઓછી હોવાથી કોષમાંથી બહિર્રાસૃતિ દ્વારા પાણી બહાર આવવા માંડે છે. આમ થતાં કોષદીવાલની અંદર રહેલો કોષરસ સંકોચાવાની શરૂઆત થાય છે. કોષરસ કોષદીવાલ સાથેનો સંપર્ક ગુમાવે છે. શરૂઆતની આ સ્થિતિ રસસંકોચનનો પ્રારંભ (Incipient - Plasmolysis) કહેવાય છે. જેમજેમ બહિર્રાસૃતિ આગળ વધે તેમતેમ જીવરસ કોષના કોઈ વિસ્તારમાં ખૂબ સંકોચાઈને ગોઠવાય છે. તેની અને કોષદીવાલ વચ્ચેની સમગ્ર જગ્યામાં બહારના માધ્યમનું દ્રાવણ આવેલું હોય છે. કોષની આ સ્થિતિ પૂર્ણ રસસંકોચનની સ્થિતિ કહેવાય છે.



રસસંકોચન - વનસ્પતિકોષ

જ્યારે કોષને સમસાંદ્ર દ્રાવણમાં મૂકવામાં આવે છે, ત્યારે પાણીનો કુલ પ્રવાહ અંદર કે બહાર જતો નથી. આમ છતાં કોષના અંદર જતા અને કોષમાંથી બહાર આવતા પાણીના પ્રવાહ વચ્ચે સંતુલન સ્થપાય છે. આવા કોષને શિથિલકોષ (flaccid) કહે છે.

રસસંકોચનની ક્રિયાને પ્રતિવર્તી કરવા માટે કોષને અધોસાંદ્રદ્રાવણમાં મૂકવામાં આવે છે. પાણી કોષમાં પ્રવેશવાને કારણે કોષરસ કોષદીવાલ ઉપર દબાણ શરૂ કરે છે. આ દબાણને આશૂનદાબ કહે છે અને કોષની આ ફૂલેલી સ્થિતિને કોષીય આશૂનતા કહે છે.

અંતઃચૂષણ (Imbibition) : કોઈ પણ કલિલતંત્ર પોતાની આસપાસમાંથી મોટા જથ્થામાં પાણી શોષે છે, પરિણામે તે ફૂલે છે. સ્ટાર્ચ, પ્રોટીન, ગુંદર તથા સેલ્યુલોઝ આમ કરે છે. શુષ્ક લાકડું અને કેટલાંક બીજ જેમનાં આવરણ પાણી માટે પ્રવેશ્ય હોય તેમને પણ પાણીમાં મૂકતાં તેઓ આ પ્રકારે પાણીનું શોષણ કરે છે અને ફૂલે છે. આમ, અંતઃચૂષણ એ વિશિષ્ટ પ્રકારનું પ્રસરણ છે, જેમાં પાણી ઘન કલિલમય કારકોને લીધે શોષાવાથી કોષના કદમાં પ્રચંડ વધારો થાય છે. અંતઃચૂષણના પરિણામે અંતઃચૂષણદાબ સર્જાય છે. લાકડું ફૂલવાને પરિણામે સર્જાતા દબાણનો ઉપયોગ પ્રાગૈતિહાસિક માનવ-ખડકો અને શિલાખંડો તોડવા માટે કરતા હતા. આ દબાણને લીધે બીજાંકુર બીજમાંથી બહાર આવે છે.

પાણીનું દૂરગામી વહન (Long distance transport of water)

મૂળરોમ સતત પાણીના સંપર્કમાં હોય છે. પ્રસરણની પ્રક્રિયાને કારણે પાણી મૂળરોમમાં પ્રવેશે છે, પરંતુ વનસ્પતિદેહમાં તેનું દૂરગામી વહન થઈ શકતું નથી. પ્રસરણ એ મંદ પ્રક્રિયા છે અને તે અણુઓના ટૂંકા અંતરના હલનચલન માટે જવાબદાર

છે. આમ, વિશિષ્ટ પ્રકારનું દૂરગામી વહનતંત્ર ઘટકોના દૂરગામી વહન અને ઝડપી દરે વહન માટે જરૂરી છે. પાણી, ખનીજો અને ખોરાકનું વહન સામૂહિક અથવા જથ્થામય વહન (Mass or bulk flow) રીતે થાય છે. સામૂહિક વહનમાં, ઘટકો એક છેડેથી બીજે છેડે સમૂહમાં વહન પામે છે, જેને પરિણામે બંને છેડા વચ્ચે દબાણ તફાવત ઊભો થાય છે. સામૂહિક વહનને કારણે ધન જલસ્થિતિ દબાણ-ઢોળાંશ (દા.ત. ગાર્ડન હોસ) અથવા ઋણ જલસ્થિતિ દબાણ-ઢોળાંશ (દા.ત., નળી દ્વારા શોષણ) મેળવી શકાય છે. વનસ્પતિઓની વાહક પેશીઓ દ્વારા થતા ઘટકોના સામૂહિક વહનને સ્થળાંતરણ કહે છે. ધોરણ 11માં તમે વાહક પેશીમાં જલવાહક અને અન્નવાહક પેશીની હાજરીનો અભ્યાસ કર્યો છે. જલવાહક એ પાણી, ખનીજ ક્ષારો, કેટલાક કાર્બનિક નાઇટ્રોજનયુક્ત દ્રવ્યોનું અને અંતઃસ્રાવોનું મૂળથી વનસ્પતિદેહના વિવિધ ભાગોમાં સ્થળાંતરણ સાથે સંકળાયેલ છે. અન્નવાહક કાર્બનિક અને અકાર્બનિક ક્ષારોનું પર્ણોથી વનસ્પતિના જુદા-જુદા ભાગો સુધી સ્થળાંતરણ કરે છે.

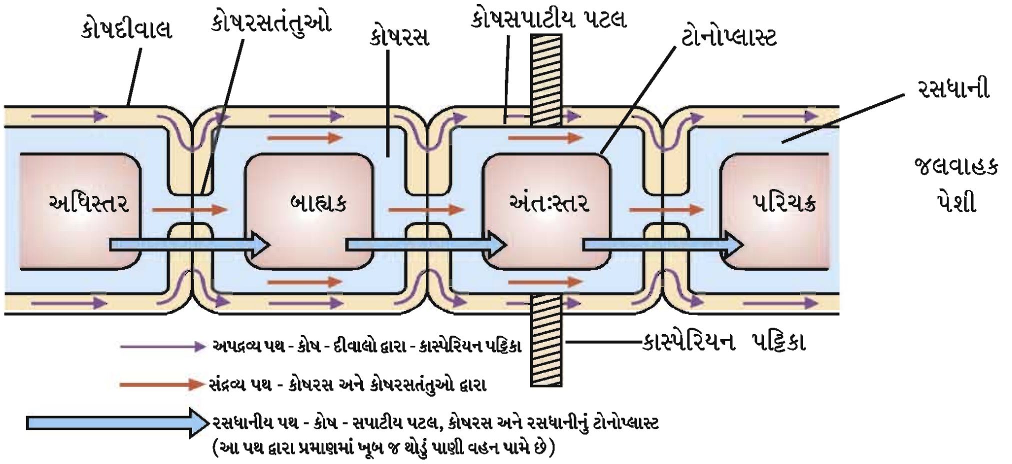
વનસ્પતિ પાણીનું શોષણ કઈ રીતે કરે છે ? (How do plants absorb water ?)

વનસ્પતિઓ પાણીનું શોષણ તેના બધા જ ભાગો જેવા કે મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણો દ્વારા કરે છે, પરંતુ મૂળ દ્વારા પાણીનું શોષણ મહત્તમ થાય છે, તેમાંય ખાસ કરીને મૂળરોમના અગ્ર ભાગેથી. મૂલાધિસ્તરના કેટલાક કોષો એકકોષીય, પાતળી દીવાલવાળા બહિરુદ્ભેદ સર્જે છે, જેને મૂળરોમ કહે છે, જે મૂળની શોષણ સપાટી વધારે છે. મૂળરોમ ભૂમિના કણોની વચ્ચેના વિસ્તારોમાં પ્રસરેલા હોય છે. અને તેઓ ભૂમિમાંથી પાણી અને તેની સાથે ખનીજક્ષારોનું શોષણ કરે છે. મૂળરોમ દ્વારા શોષાયેલું પાણી બાહ્યકમાંથી વહન પામી જલવાહક પેશીના ઘટકો સુધી પહોંચે છે. આ માટે બે વહનપથ હોય છે.

(1) અપદ્રવ્ય પથ (Apoplast pathway) અને (2) સંદ્રવ્ય પથ (Symplast pathway)

ફક્ત આંતરકોષીય અવકાશો અને કોષદીવાલના માર્ગે થતા વહનપથને અપદ્રવ્ય પથ કહે છે. આ પાણી કોઈ પણ પટલમય રચનાને ઓળંગતું નથી. અપદ્રવ્ય પથમાં પાણીની અવરજવરમાં કોઈ પણ અવરોધ સર્જાતો નથી અને પાણીની અવરજવર સામૂહિક વહનથી પાણીના અભિલગ્ન અને સંલગ્નબળના ગુણધર્મને લીધે થાય છે. જ્યારે એક કોષમાંથી બીજા કોષમાં કોષરસતંતુઓ (Plasmodesmata) દ્વારા વહન પામતા પાણીના પથને સંદ્રવ્ય પથ કહે છે.

મોટા જથ્થામાં પાણીનું વહન બાહ્યકમાંથી અપદ્રવ્ય પથ દ્વારા થાય છે. બાહ્યકના કોષો પ્રમાણમાં શિથિલ ગોઠવણી ધરાવતા હોવાથી પાણીના અપદ્રવ્ય વહનમાં ખાસ અવરોધ સર્જાતો નથી. અંતઃસ્તરના કોષો પાસે આ પથમાં અવરોધ ઊભો થાય છે. કારણ કે અંતઃસ્તરના કોષો પાણી માટે અપ્રવેશ્ય હોય છે. આ કોષો સુબેરીન દ્રવ્યની બનેલી કાસ્પેરિયન પટ્ટીનાં સ્થૂલનો ધરાવતા હોય છે, જે પાણી માટે અપ્રવેશ્ય છે. આ સ્તર અને તેથી આગળ પાણીને કોષીય પટલોમાંથી આગળ દબાણપૂર્વક ધકેલવામાં આવે છે. આ પ્રકારના વહનને પારપટલ વહન (Transmembrane transport) કહે છે. આ પ્રકારના વહનમાં પાણી ધાનીરસપટલની આરપાર પણ પ્રવેશી શકે છે. પાણી એક વાર જલવાહક પેશીના ઘટકો સુધી પહોંચે પછી તે ઉત્સ્વેદનદાબ દ્વારા પ્રકાંડ અને પર્ણો તરફ ઉપર ચઢે છે.



મૂળમાં પાણીના હલનચલનના પથ

કેટલીક વનસ્પતિઓમાં મૂળતંત્ર ફૂગ સાથે સહજીવન ગુજારે છે. આ સહજીવનને કવકજાળ (Mycorohiza) કહે છે. ફૂગના તંતુઓ તરુણમૂળની આસપાસ જાળીમય રચના ધરાવે છે અથવા તે મૂળના કોષોમાં દાખલ થાય છે. આ કવકતંતુઓ (hyphae) ખૂબ જ વિશાળ સપાટી ધરાવે છે. તેઓ ભૂમિમાંથી મોટા જથ્થામાં ખનીજ આયનો અને પાણીનું શોષણ કરે છે. આમ, ફૂગ ખનીજદ્રવ્યો અને પાણી મૂળને પહોંચાડે છે. જ્યારે મૂળ, ખાંડ (સુગર) અને નાઇટ્રોજનયુક્ત સંયોજનો ફૂગને પૂરાં પાડે છે. કેટલીક વનસ્પતિઓમાં ફરજિયાત કવકજાળના સમૂહો જોવા મળે છે. દા.ત., પાઇનસનાં બીજ કવકજાળની હાજરી વગર અંકુરણ પામતા નથી કે સ્થાપિત થતાં નથી.

વનસ્પતિઓમાં પાણીનું વહન (Transport of water in plant) : વનસ્પતિના મૂળતંત્ર દ્વારા શોષાયેલા પાણી અને તેમાં ઓગળેલાં ખનીજદ્રવ્યોનાં પ્રકાંડ અને પર્ણો તરફના વહનને રસારોહણ (ascent of sap) કહે છે. આ ક્રિયા વનસ્પતિ માટે ખૂબ જ મહત્ત્વની છે, કારણ કે કેટલીક વનસ્પતિઓ ખૂબ જ ઊંચી 400 ફૂટ જેટલી ઊંચાઈ ધરાવે છે. મૂળ દ્વારા પાણીનું શોષણ થાય છે અને તે ઉપરની દિશામાં વહન પામે છે અને ત્યાં રહેલ પેશીને પ્રાપ્ત થાય છે. જ્યારે પાણી ગુરુત્વાકર્ષણની વિરુદ્ધ દિશામાં વહન પામે છે, ત્યારે શક્તિની આવશ્યકતા રહે છે. મૂળથી પ્રકાંડની અગ્ર દિશા તરફ પાણીનું વહન દર્શાવતા બે મુખ્ય સિદ્ધાંતો રજૂ કરવામાં આવ્યા છે. 1. મૂળદાબ સિદ્ધાંત 2. ઉત્સવેદન-ખેંચાણ સિદ્ધાંત

(1) મૂળદાબ સિદ્ધાંત (Root pressure theory) : પાણીનું જલસ્થિતિ દબાણ મૂળની અંદર ઉત્પન્ન થવાથી ભૂમિમાંથી પાણી મૂળરોમમાં પ્રવેશે છે અને ત્યાંથી જલવાહકના કોષોમાં જાય છે. આ ક્રિયાને મૂળદાબ કહે છે. આ દાબ વડે જલવાહક પેશીમાં પાણી નીચેથી ઉપર તરફ ધકેલાય છે. મૂળદાબ રસારોહણ માટે જવાબદાર છે, પરંતુ તે ફક્ત ખૂબ ઓછી ઊંચાઈ ધરાવતા છોડ માટે જ ઉપયોગી છે. મૂળદાબ વધુ ઊંચી વનસ્પતિમાં પાણીનું ઉપર તરફ વહન કરવા માટે અપૂરતો છે. તંદુરસ્ત વિકાસ ધરાવતી અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી ધરાવતી વનસ્પતિને જમીનસપાટીએ સહેજ ઉપર કાપ મૂકવામાં આવે, તો પ્રકાંડના કાપેલા ભાગમાંથી પાણી બહાર નીકળે છે, જે સૂચવે છે કે વનસ્પતિઓમાં મૂળદાબ વિકસે છે. મૂળદાબ રાત્રિ દરમિયાન અને વહેલી સવારે જ્યારે બાષ્પીભવન ધીમું હોય ત્યારે જોઈ શકાય છે. દા.ત., ઘાસનાં પર્ણોની અગ્રશિરા ઉપર અને ઘણી શાકીય વનસ્પતિઓનાં પર્ણોમાં ખુલતા વિશિષ્ટ પ્રકારનાં છિદ્રો (જલોત્સર્ગી ગ્રંથિ) દ્વારા બહાર નીકળતું વધારાનું પાણી જોવા મળે છે. પાણીના આ રીતે પ્રવાહી સ્વરૂપે નિકાલ થવાની ક્રિયાને બિંદુસ્વેદન (Guttation) કહે છે.

પાણી વહન માટે મોટે ભાગે મૂળદાબ જવાબદાર નથી, ઘણી ખરી વનસ્પતિઓ તેઓની આ જરૂરિયાત ઉત્સ્વેદન-ખેંચાણ દ્વારા પૂરી કરે છે.

(2) ઉત્સ્વેદન-ખેંચાણ સિદ્ધાંત (Transpiration pull theory) : ઘણા વૈજ્ઞાનિકો હવે એ બાબત સાથે સહમત થાય છે કે વનસ્પતિમાં પાણી ખેંચાતું હોય છે અને આ વાહક પ્રવાહપર્ણોમાં ઉત્સ્વેદન થવાને લીધે ઉત્પન્ન થાય છે. પાણીના વહનની આ ઘટનાને ઉત્સ્વેદન દ્વારા સર્જાતો શોષકદાબ પણ કહે છે.

- મૂળરોમથી પર્ણોના અગ્ર ભાગ સુધી પાણીની સાંકળો સતત જાળી સ્વરૂપે હોય છે.
- પાણીના અણુઓ એકબીજા તરફ ખેંચાવાને લીધે અને એકબીજા સાથે વળગી રહેવા (સંલગ્ન)ને લીધે, પાણીના અણુનો એક સળંગ સ્તંભ રચાય છે.
- પાણીના અણુઓ અને જલવાહક પેશીની જલવાહિનીની દીવાલો વચ્ચે અભિલગ્નબળ સર્જાય છે.
- ઉત્સ્વેદનદાબ વધુ ઊંચાઈ ધરાવતી વનસ્પતિમાં પાણીના સ્તંભના ખેંચાણ માટે પૂરતું છે. હવે પ્રશ્ન એ થાય છે કે ઉત્સ્વેદનદાબ કેવી રીતે નિર્માણ થતો હશે ?

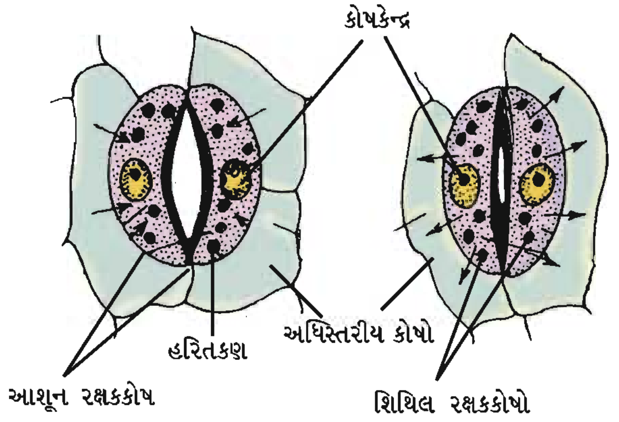
જ્યારે પર્ણોમાંથી ઉત્સ્વેદન દ્વારા પાણી વાતાવરણમાં ભેજ રૂપે ચાલી જાય એટલે પર્ણના કોષોની જલક્ષમતા ઘટે, જેના પરિણામે પર્ણની શિરા (જલવાહક)માંનું પાણી વહન પામીને પર્ણના કોષોમાં જાય. જલવાહકની જલવાહિનીમાંથી વહન પામીને તે મુખ્ય પ્રકાંડની જલવાહક પેશીની જલવાહિનીમાં જાય. આને ઉત્સ્વેદનદાબ કહે છે.

ઉત્સ્વેદન (Transpiration)

વનસ્પતિ મોટા જથ્થામાં પાણીનું શોષણ ભૂમિમાંથી કરે છે. આમાંનું થોડુંક પાણી તેના જીવનની જાળવણીમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. બાકી વધેલા શોષાયેલા પાણીનો જથ્થો વનસ્પતિ દ્વારા વરાળ સ્વરૂપે કે પ્રવાહી સ્વરૂપે ગુમાવાય છે. વનસ્પતિ દ્વારા

વરાળ સ્વરૂપે પાણી ગુમાવવાની ક્રિયાને ઉત્સ્વેદન કહે છે. ઉત્સ્વેદનના મુખ્ય ત્રણ પ્રકાર છે : (1) વનસ્પતિનાં હવાઈ અંગોની સપાટી પરથી થતા ઉત્સ્વેદનને ત્વચીય ઉત્સ્વેદન કહે છે. (2) કાષ્ઠમય વનસ્પતિના પ્રકાંડ પર આવેલાં હવાદાર છિદ્રોમાંથી થતું ઉત્સ્વેદન હવાદાર છિદ્રીય ઉત્સ્વેદન કહેવાય છે. (3) પર્ણોમાં આવેલા વાયુરંધ્રનાં છિદ્રમાંથી થતું ઉત્સ્વેદન રંધ્રીય ઉત્સ્વેદન કહેવાય છે. મોટા ભાગનું ઉત્સ્વેદન વાયુરંધ્રો દ્વારા થાય છે.

વાયુરંધ્ર ખુલવા-બંધ થવાની ક્રિયા : પર્ણોના બંને અધિસ્તરમાં અસંખ્ય વાયુરંધ્ર આવેલાં હોય છે. દરેક વાયુરંધ્રની રચનામાં એક છિદ્ર અને તેને ઘેરીને ગોઠવાયેલા બે રક્ષકકોષો આવેલા હોય છે. કેટલાક કિસ્સામાં બે સહાયક કોષો પણ હોય છે. રક્ષકકોષોની આશૂનતા વાયુરંધ્રને ખુલ્લું કે બંધ રાખે છે. રક્ષકકોષોની અંદરની છિદ્ર કે રંધ્રીય કોટર તરફની દીવાલ સ્થૂલિત અને સ્થિતિસ્થાપક હોય છે. જ્યારે રક્ષકકોષોની આશૂનતા વધે ત્યારે તેની બહારની પાતળી દીવાલ ફૂલવાને લીધે અને અંદરની સ્થૂલિત દીવાલો ઉપર દબાણ વધવાથી તેનો આકાર અર્ધચંદ્રાકાર બને છે, જેના લીધે છિદ્ર ખૂલે છે. રક્ષકકોષોની દીવાલો ઉપર અરિય રીતે ગોઠવાયેલા સેલ્યુલોઝના સૂક્ષ્મતંતુકોને લીધે વાયુરંધ્ર સરળતાથી ખૂલે છે, જ્યારે રક્ષકકોષો પાણી ગુમાવાને લીધે, આશૂનતા ગુમાવે, ત્યારે તેની અંદરની સ્થિતિસ્થાપક દીવાલ તેનો પ્રારંભિક આકાર ફરીથી ધારણ કરે છે. અને રંધ્ર બંધ થાય છે.



વાયુરંધ્ર ખૂલવા - બંધ થવાની ક્રિયા

દ્વિદળીમાં (પૃષ્ઠવક્ષીય પર્ણ) પર્ણની નીચેની સપાટીએ ઘણી સંખ્યામાં વાયુરંધ્રો આવેલાં હોય છે. પરંતુ એકદળીમાં (સમદ્વિપાર્શ્વીય પર્ણ) પર્ણની બંને સપાટીએ સરખી સંખ્યામાં વાયુરંધ્રો આવેલાં હોય છે.

ઉત્સ્વેદનની પ્રક્રિયા ઉપર ઘણાં બાહ્ય પરિબળો જેવાં કે ભેજ, તાપમાન, પવનની ગતિ અને પ્રકાશની અસર થતી હોય છે. વનસ્પતિ ઘટકો ઉત્સ્વેદન ઉપર અસર કરે છે, જેમાં વાયુરંધ્રોની સંખ્યા અને વિતરણ, ખુલ્લા થતા પર્ણરંધ્રોની સંખ્યા, વનસ્પતિમાં પાણીનું પ્રમાણ, ઘટ્ટ આવરણ વગેરે.

ઉત્સ્વેદન અને પ્રકાશસંશ્લેષણ વચ્ચેનું સમાધાન (Transpiration and photosynthesis a compromise)

ઉત્સ્વેદન એક કરતાં વધારે હેતુ માટે હોય છે :

- તે રસારોહણની ક્રિયામાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. ઉત્સ્વેદન દ્વારા સર્જાતા શોષકદાબ વડે રસારોહણ થાય છે.
- ભૂમિમાંથી વનસ્પતિના વિવિધ ભાગો તરફ ખનીજતત્ત્વોનું વહન થાય છે.
- તે શીતળતા પ્રેરે છે, આથી પર્ણોમાં તાપમાન જળવાય છે.
- પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે પર્ણોને પાણી પૂરું પાડે છે.
- કોષની આશૂનતા જાળવે છે. આથી વનસ્પતિનો આકાર અને તેની રચના જળવાય છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન વનસ્પતિને પાણીની જરૂરિયાત રહે છે. ઉત્સ્વેદનના દરમાં ઝડપી ઘટાડો થાય ત્યારે પાણીની પ્રાપ્તિ ઘટતાં પ્રકાશસંશ્લેષણનો દર ઘટે છે. આમ, ઉત્સ્વેદનની સીધી અસર પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા ઉપર થાય છે. આમ, પાણી પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે સીમિત પરિબળ છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણના C_4 - પથનો વિકાસ, CO_2ની વધુ પ્રમાણમાં પ્રાપ્તિ અને ઓછા પ્રમાણમાં પાણી ગુમાવવાની ક્રિયા ઉપર આધારિત છે. આથી CO_2 સ્થાપનના સંદર્ભમાં C_4 વનસ્પતિઓ C_3 વનસ્પતિઓ કરતાં બમણી ક્ષમતા ધરાવે છે.

ખનીજપોષક દ્રવ્યોનું ગ્રહણ અને વહન (Uptake and transport of mineral nutrients)

વનસ્પતિઓ હવામાંના કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાંથી કાર્બન અને ઑક્સિજન મેળવે છે, જ્યારે હાઇડ્રોજન પાણીમાંથી મેળવે છે. આમ છતાં, તેઓની બાકી રહેતી પોષણની જરૂરિયાત તેઓ ભૂમિમાંનાં ખનીજદ્રવ્યોમાંથી મેળવે છે.

આમ, મૂળ દ્વારા પાણીનું નિષ્ક્રિય શોષણ થાય છે, ખનીજદ્રવ્યોનું નહીં, કારણ કે (1) ખનીજદ્રવ્યો વીજભાર ધરાવે છે અને તે કોષીય પટલમાંથી પસાર થઈ શકતાં નથી. (2) ભૂમિમાં રહેલાં ખનીજદ્રવ્યોની સાંદ્રતા મૂળમાં રહેલાં ખનીજદ્રવ્યો કરતાં ઓછી હોય છે. આથી ખનીજદ્રવ્યો હંમેશાં સક્રિય વહનથી શોષાતાં હોય છે, જેને માટે ATP સ્વરૂપે શક્તિની આવશ્યકતા રહે છે.

પ્રયોગોના નિરીક્ષણથી પુરવાર થયું છે કે ખનીજ પોષકદ્રવ્યોનું શોષણ સ્વતંત્ર છે, અને તે પાણીના શોષણ ઉપર આધાર રાખતું નથી. બીજી તરફ, ખનીજદ્રવ્યોનું શોષણ સંકેન્દ્રણ-ઢોળાંશની વિરુદ્ધ દિશામાં થાય છે. (i.e. ઓછી સાંદ્રતાથી વધુ સાંદ્રતા તરફ) મૂળરોમના પટલમાં ચોક્કસ પ્રકારના પ્રોટીનની હાજરી હોય છે. ભૂમિમાંથી પંપઆયનો સક્રિયપણે અધિસ્તરીય કોષોના કોષરસમાં વહન પામે છે. અંતઃસ્તરના કોષોના રસસ્તરમાં ઘણા વાહક પ્રોટીન્સ આવેલા હોય છે જે કેટલાંક પોષકદ્રવ્યો (દ્રવ્યો)ને પટલમાંથી પસાર થવા દે છે, પરંતુ બાકીનાને નહીં. આ એક રસપ્રદ બાબત છે કે અંતઃસ્તરના કોષોમાં આવેલા વાહક પ્રોટીન્સ નિયંત્રક ઘટક તરીકે વર્તે છે, જેને લીધે જલવાહકમાં દ્રવ્યોની માત્રા અને પ્રકારો જળવાઈ રહે છે.

ખનીજ-આયનોનું સ્થળાંતરણ (Translocation of mineral ions) : મૂળ દ્વારા શોષાયેલાં ખનીજતત્ત્વો ક્રમશઃ બાહ્યક, અંતઃસ્તર અને પરિચક્રમાં થઈને જલવાહક પેશીના ઘટકો સુધી પહોંચે છે. જલવાહક પેશી દ્વારા ખનીજતત્ત્વો વનસ્પતિના ઊગતા ભાગો જેવા કે અગ્રીય અને પાર્શ્વીય વર્ધમાન પેશી, તરુણ પર્ણો, વિકાસ પામતાં પુષ્પો, ફળો અને બીજમાં પહોંચે છે. આ ઊર્ધ્વગામી પરિવહન સ્થળને ઉત્સ્વેદનમાર્ગ કહે છે.

વનસ્પતિઓમાં ખનીજતત્ત્વો પુનઃ એકઠાં થતાં હોય છે. ખનીજતત્ત્વો પરિપક્વ પામેલાં પર્ણોમાંથી તરુણ પર્ણોમાં સ્થાનાંતર પામે છે. પર્ણોમાં, ખનીજતત્ત્વોનું કાર્બનિક સંયોજનો સ્વરૂપે સ્વાંગીકરણ થાય છે. આ કાર્બનિક સંયોજનોનું અંતે અન્નવાહક દ્વારા પુનઃવિતરણ વનસ્પતિના વિવિધ ભાગોમાં થાય છે. આ તત્ત્વો તરત જ ફૉસ્ફરસ, સલ્ફર, નાઇટ્રોજન અને પોટૅશિયમ સ્વરૂપે એકઠાં થાય છે.

અન્નવાહક વહન સ્રોતથી સિંક તરફ (Phloem transport : Flow from source to sink)

પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા સંશ્લેષણ પામેલા ખોરાકનું અન્નવાહક દ્વારા મૂળ સ્રોતથી સિંક તરફ વહન થાય છે. મૂળ સ્રોત એટલે એવું સ્થળ કે જ્યાં ખોરાક નિર્માણ થાય છે. દા.ત., પર્ણ અને સિંક (sink) એટલે એવા ભાગો કે જેને ખોરાકની જરૂરિયાત હોય અથવા જ્યાં ખોરાકનો સંગ્રહ થતો હોય. મૂળ સ્રોત અને સિંક એકબીજાથી વિપરીત છે, જે વનસ્પતિની જરૂરિયાત ઉપર આધારિત છે. શર્કરાનો સંગ્રહ મૂળમાં થાય છે. ત્યાંથી ફરીને તે જ્યાં ખોરાકનું ઉદ્ભવસ્થાન છે ત્યાં જાય છે, જ્યારે વૃક્ષની કલિકાઓ અસ્ત થવાની હોય છે, ત્યારે આ બાબત સૂચવે છે કે અન્નવાહકમાં અન્નવાહક રસનું દ્વિમાર્ગી વહન (ઉપર તરફ અને નીચે તરફ) થાય છે. જ્યારે જલવાહકમાં તેની સરખામણીમાં પાણી અને ખનીજદ્રવ્યોનું એકમાર્ગી (ઉપરની દિશામાં) વહન થાય છે.

સામૂહિક વહન સિદ્ધાંત (દબાણ-વહન સિદ્ધાંત) : આ સિદ્ધાંત મૂળ સ્રોતથી સિંક સુધી શર્કરાના સ્થળાંતરણ માટે સ્વીકૃત છે. પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા દરમિયાન સ્ટાર્ચનું નિર્માણ થાય છે, જેનું પાછળથી સુક્રોઝમાં રૂપાંતર થાય છે. સુક્રોઝ એ કાર્બોદિતનું મુખ્ય પાયાનું સ્વરૂપ છે, જે પર્ણમાંથી સ્થળાંતરણ પામીને વનસ્પતિના પ્રકાશસંશ્લેષણ ન કરતા ભાગો તરફ જાય છે. તે નોન રિડ્યુસિંગ શર્કરા છે અને તેથી રાસાયણિક રીતે સ્થિર છે. આ સુક્રોઝ હવે સાથીકોષોમાં વહન પામીને ત્યાંથી સક્રિય વહન દ્વારા અન્નવાહકના જીવંત કોષો ચાલનીનલિકાના કોષોમાં જાય છે. દ્રવ્યોના વહનની આ પ્રક્રિયા અન્નવાહક પેશીમાં અધિસાંદ્ર દ્રાવણને લીધે ઉત્પન્ન થાય છે. નજીકની જલવાહકમાંથી પાણી આસૃતિ અને આશૂનદાબને લીધે અન્નવાહકમાં જાય છે. વપરાશને અંતે (છેડે) શર્કરાની સાંદ્રતા ઘટે છે, જેના લીધે આશૂનતા અને આસૃતિદાબ ઘટે છે, આથી આશૂનદાબનો ઢોળાંશ મૂળ સ્રોત (પર્ણ) અને સિંક અથવા વપરાશ છેડો (મૂળ) વચ્ચે રચાય છે, જેના કારણે પાણી સાથે ઘટકોનું સામૂહિક વહન પર્ણના કોષો (મૂળ સ્રોત)થી વનસ્પતિના બીજા ભાગો (સિંક) સુધી અન્નવાહક પેશી દ્વારા થાય છે.

સારાંશ

વાહક પેશીતંત્ર દ્વારા દૂરના અંતર સુધી થતા વહનને દ્રવ્યોનું સ્થળાંતરણ કહે છે. મૂળધારી વનસ્પતિઓમાં જલવાહકમાં વહન એકમાર્ગી રીતે મૂળથી પ્રકાંડ તરફ થાય છે. આમ છતાં કાર્બનિક અને ખનીજપોષક દ્રવ્યો દ્વિમાર્ગી વહન પામે છે. મોટે ભાગે કાર્બનિક ખોરાક દ્રવ્યો પર્ણો દ્વારા તૈયાર થાય છે અને ત્યાંથી નીચેની તરફ સ્થળાંતરણ પામીને પ્રકાંડ અને મૂળમાં તેનો વપરાશ અને સંગ્રહ થાય છે.

કોઈ પણ દ્રવ્યના અણુઓ પોતાના વધુ સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તારમાંથી પોતાના ઓછા સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તાર તરફ ગતિ કરી જાય છે. આવી ગતિ કોઈ આયોજનયુક્ત હોતી નથી. આ ઘટનાને પ્રસરણ કહે છે. સાનુકૂલિત પ્રસરણમાં વિશિષ્ટ પ્રોટીનની મદદથી ઘટકો ATPની શક્તિ ખર્ચ્યા વગર પટલમાંથી પસાર થઈ શકે છે, જ્યારે સક્રિય વહનમાં અણુઓ પ્રસરણ-ઢોળાંશની વિરુદ્ધ અથવા ATPની શક્તિનો ઉપયોગ કરી વહન પામે છે.

પાણીમાં રહેલી સ્થિતિશક્તિને તેની જલક્ષમતા કહે છે. તેનું નિદર્શન ગ્રીક શબ્દ Psi અને તેની સંજ્ઞા Ψ છે. એક સ્થળેથી બીજાં સ્થળોએ પાણીનું સ્થળાંતર જલક્ષમતાને આધારે સમજાવી શકાય.

આસૃતિને વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય કે "બે અસમાન સાંદ્રતા ધરાવતા દ્રાવણોને અર્ધપ્રવેશશીલ પટલથી જુદાં પાડવામાં આવે ત્યારે મંદ સાંદ્રતા ધરાવતા દ્રાવણમાંથી દ્રાવક (પાણી) સાંદ્ર દ્રાવણ તરફ પ્રસરણ પામે છે. આ પ્રક્રિયા ત્યાં સુધી ચાલુ રહે છે, જ્યાં સુધી બંને દ્રાવણોની સાંદ્રતા એકસરખી ન થાય." આસૃતિની પ્રક્રિયા પર બે બાબતોની અસર હોય છે :

(1) દ્રાવણમાંનાં દ્રવ્યોની સાંદ્રતા (2) દાબ-તફાવત

જ્યારે વનસ્પતિના જીવંત કોષોને ખાંડના કે મીઠાના સાંદ્રદ્રાવણ (અધિસાંદ્રદ્રાવણ)માં મૂકવામાં આવે છે, ત્યારે પાણી કોષમાંથી બહાર આવે છે અને કોષરસસ્તર કોષદીવાલથી સંકોચાય છે. આ કોષને રસસંકોચિત કોષ અને ઘટનાને રસસંકોચન કહે છે. રસસંકોચનની ક્રિયાને પ્રતિવર્તી કરવા માટે, કોષને અધોસાંદ્રદ્રાવણમાં મૂકવામાં આવે છે પાણી કોષમાં પ્રવેશવાને કારણે કોષરસ કોષદીવાલ ઉપર દબાણ શરૂ કરે છે. આ દબાણને આશૂનદાબ કહે છે અને કોષની આ ફૂલેલી સ્થિતિને કોષીય આશૂનતા કહે છે.

મૂળરોમ દ્વારા શોષાયેલું પાણી બાહ્યકમાંથી વહન પામી જલવાહક પેશીના ઘટકો સુધી પહોંચે છે. આ માટે બે વહનપથ હોય છે : (1) અપદ્રવ્ય પથ અને (2) સંદ્રવ્ય પથ. વનસ્પતિના મૂળતંત્ર દ્વારા શોષાયેલા પાણી અને તેમાં દ્રાવ્ય ખનીજદ્રવ્યોના પ્રકાંડ અને પર્ણો તરફના વહનને રસારોહણ કહે છે. પાણીનું મૂળથી પ્રકાંડની અગ્ર ભાગ તરફના વહન દર્શાવતા મુખ્ય બે સિદ્ધાંતો રજૂ કરવામાં આવ્યા છે : (1) મૂળદાબ સિદ્ધાંત (2) ઉત્સ્વેદન-ખેંચાણ સિદ્ધાંત.

વનસ્પતિ દ્વારા વરાળ સ્વરૂપે પાણી ગુમાવવાની ક્રિયાને ઉત્સ્વેદન કહે છે. ઉત્સ્વેદનના મુખ્ય ત્રણ પ્રકાર છે : (1) ત્વચીય ઉત્સ્વેદન (2) હવાદાર છિદ્રિય ઉત્સ્વેદન અને (3) રંધ્રીય ઉત્સ્વેદન.

પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા દ્વારા ખોરાકનું નિર્માણ થાય છે, જેનું અન્નવાહક દ્વારા મૂળ સ્રોતથી સિંક તરફ વહન થાય છે. મૂળ સ્રોત એટલે એવું સ્થળ કે જ્યાં ખોરાકનિર્માણ થાય છે. દા.ત. પર્ણ અને સિંક એટલે એવા ભાગો કે જેને ખોરાકની જરૂરિયાત હોય અથવા જ્યાં ખોરાકનો સંગ્રહ થતો હોય. મૂળ સ્રોત અને સિંક એકબીજાંના વિપરીત છે, જે વનસ્પતિની જરૂરિયાત ઉપર આધારિત છે. સુગર (ખાંડ)નો સંગ્રહ મૂળમાં થાય છે, ત્યાંથી ફરીને તે જ્યાં ખોરાકનું ઉદ્ભવસ્થાન છે ત્યાં જાય છે. આ બાબત સૂચવે છે કે અન્નવાહકમાં અન્નવાહક રસનું દ્વિમાર્ગી વહન (ઉપર તરફ અને નીચે તરફ) થાય છે, જ્યારે જલવાહકમાં તેની સરખામણીમાં પાણી અને ખનીજદ્રવ્યોનું એકમાર્ગી (ઉપરની દિશામાં) વહન થાય છે.

મૂળ સ્રોતથી સિંક સુધી સુગર (ખાંડ)ના સ્થળાંતરણને સામૂહિક વહન અથવા દબાણવહન સિદ્ધાંત કહે છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) રસસંકોચન થવાનું કારણ :

(અ) શોષણ ◯ (બ) અંતઃચૂષણ ◯ (ક) અંતઃઆસૃતિ ◯ (ડ) બહિર્રાસૃતિ ◯

(2) સુગર (ખાંડ)નું મૂળ સ્રોતથી સિંક સુધીના સ્થળાંતરણનો સિદ્ધાંત સ્વીકૃત :

(અ) સંલગ્નબળ સિદ્ધાંત ◯ (બ) સામૂહિક વહન ◯

(ક) મેલેટ સિદ્ધાંત ◯ (ડ) ડોનન સિદ્ધાંત ◯

(3) જલવાહકમાં વહન હંમેશાં :

(અ) એકમાર્ગી ◯ (બ) દ્વિમાર્ગી ◯ (ક) બહુમાર્ગી ◯ (ડ) ત્રિમાર્ગી ◯

(4) કોઈ પણ દ્રવ્યના અણુઓ પોતાના વધુ સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તારમાંથી પોતાના ઓછા સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તાર તરફ ગતિ કરી જાય છે, તેને ઓળખવામાં આવે છે.

(અ) આસૃતિ ◯ (બ) રસસંકોચન ◯ (ક) પ્રસરણ ◯ (ડ) શોષણ ◯

(5) જલક્ષમતા માટે જવાબદાર ત્રણ ઘટકોમાં સાંદ્રતા, દબાણ અને ....

(અ) ભેજ ◯ (બ) પ્રકાશ ◯ (ક) ગુરુત્વાકર્ષણ ◯ (ડ) તાપમાન ◯

(6) જ્યારે પાણી વહન પામીને એક કોષમાંથી બીજા કોષમાં કોષરસતંતુકો દ્વારા જાય છે, આ પથને કહે છે.

(અ) અપદ્રવ્ય પથ ◯ (બ) સંદ્રવ્ય પથ ◯

(ક) માયકોપ્લાસ્ટ પથ ◯ (ડ) પારપટલ વહનપથ ◯

(7) વાયુરંધ્રોની ખૂલવા અને બંધ થવાની ક્રિયાનું નિયંત્રણ કરે છે.

(અ) અંતઃચૂષણ ◯ (બ) આશૂનતા ◯ (ક) પ્રસરણ ◯ (ડ) રસસંકોચન ◯

(8) જલવાહકની જલવાહિનીઓ અને પાણીના અણુઓ વચ્ચેના બળને .... કહે છે.

(અ) સંલગ્નબળ ◯ (બ) અભિલગ્નબળ ◯

(ક) આસૂનદાબ ◯ (ડ) આસૃતિદાબ ◯

(9) અન્નવાહકમાં અન્નવાહક રસની અવરજવર :

(અ) એકમાર્ગી ◯ (બ) દ્વિમાર્ગી ◯

(ક) દિશાવિહિન ◯ (ડ) આમાંથી એકેય નહિ ◯

(10) રસસંકોચનની પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયામાં કોષને ક્યાં મૂકવામાં આવે છે ?

(અ) અધિસાંદ્રદ્રાવણ ◯ (બ) સમસાંદ્રદ્રાવણ ◯

(ક) અધોસાંદ્રદ્રાવણ ◯ (ડ) સંતૃપ્ત દ્રાવણ ◯

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો :

(1) વ્યાખ્યા આપો : રસારોહણ

(2) વ્યાખ્યા આપો : પ્રસરણ અને સાનુકૂલિત પ્રસરણ

(3) આસૃતિની પ્રક્રિયા કયા હેતુને અસર કહે છે ?

(4) ઉત્સ્વેદનની પ્રક્રિયા ઉપર અસર કરતાં બાહ્ય પરિબળ જણાવો.

(5) આસૃતિ અને પ્રસરણ વચ્ચેનો ભેદ શું છે ?

3. માગ્યા પ્રમાણે જવાબ આપો :

(1) સમજાવો : મૂળદાબ સિદ્ધાંત

(2) ઉત્સ્વેદન-ખેંચાણ સિદ્ધાંત વિશે નોંધ લખો.

(3) સક્રિય વહન સમજાવો.

(4) પાણીના વહન અંગેનો અપદ્રવ્ય પથ સમજાવો.

(5) પાણીના વહન અંગેનો સંદ્રવ્ય પથ સમજાવો.

(6) ઉત્સ્વેદનનું મહત્ત્વ સમજાવો.

4. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

(1) સામૂહિક વહન સિદ્ધાંત સમજાવો.

(2) આસૃતિની ક્રિયા અંગેનો થિસલ ફનેલનો પ્રયોગ સમજાવો.

(3) વાયુરંધ્રની રચના અને વાયુરંધ્રની ઉઘાડ-બંધ પ્રક્રિયા સમજાવો.

(4) રસસંકોચનની પ્રક્રિયા વિશે નોંધ લખો.

(5) સાનુકૂલિત પ્રસરણ વિશે નોંધ લખો.