પ્રકરણ 15

વનસ્પતિ વૃદ્ધિ અને વિકાસ (Plant Growth and Development)

15.1 વૃદ્ધિ

15.2 વિભેદન, નિર્વિભેદન અને પુર્નવિભેદન

15.3 વિકાસ

15.4 વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકો

15.5 પ્રકાશાવધિકાળ

15.6 વાસંતીકરણ

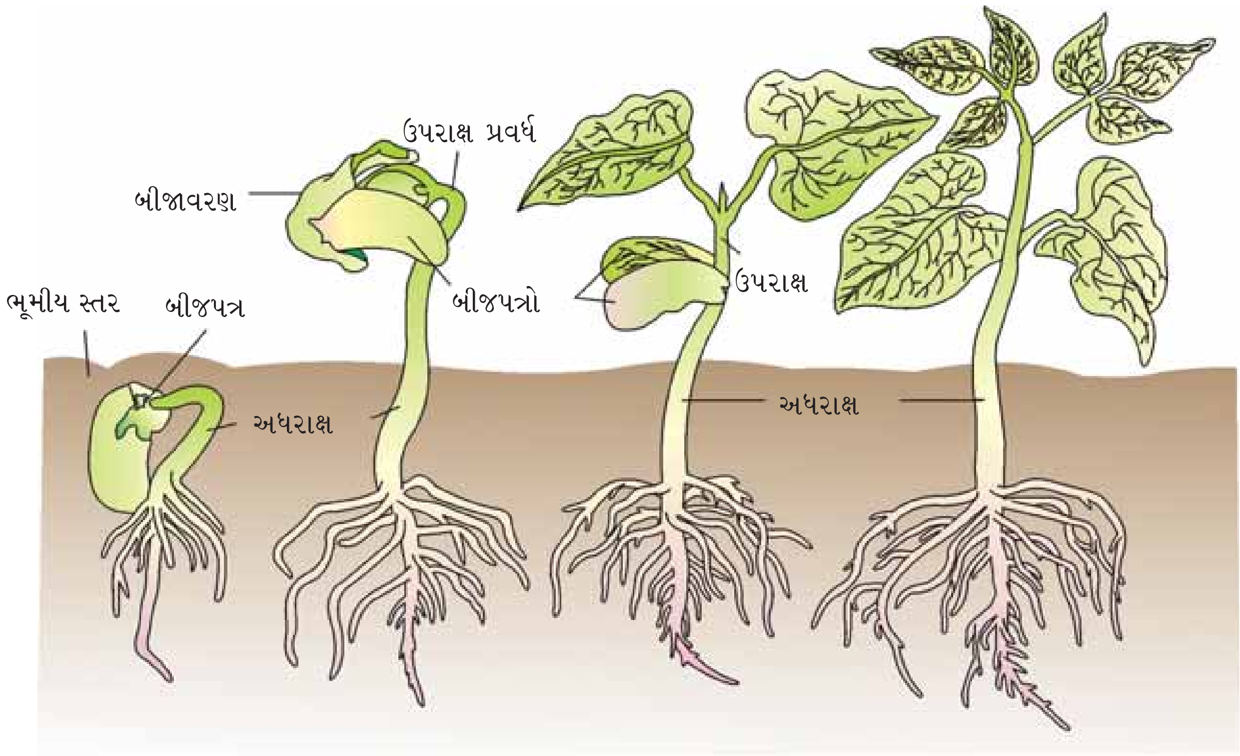
15.7 બીજ સુષુપ્તતા

તમે અગાઉના પ્રકરણ 5માં સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં આયોજનનો અભ્યાસ કર્યો છે. શું તમે કદી વિચાર્યું છે કે મૂળ, પ્રકાંડ, પર્ણો, પુષ્પ, ફળ અને બીજ જેવી સંરચનાઓ ક્યાં અને કેવી રીતે ઉદ્‌ભવે છે ? અને તે પણ ક્રમબદ્ધ રીતે કઈ રીતે ઉદ્‌ભવે છે ? હવે, તમે બીજ, અંકુરિત બીજ, રોપાઓ (છોડ) અને પરિપક્વ વનસ્પતિઓ જેવા શબ્દોથી પરિચિત થઈ ગયા છો. તમે એ પણ જોયું કે બધા વૃક્ષ સમયાંતરે ઊંચાઈ તેમજ જાડાઈ (ઘેરાવા)માં સતત વૃદ્ધિ પામે છે. જો કે એક જ વનસ્પતિ પર રહેલા પર્ણો, પુષ્પો અને ફળ એક સરખી મર્યાદિત અવધિ ધરાવતા નથી પરંતુ તેઓ પણ સમયાંતરે ઊગે છે અને ખરી પડે છે. અને આ ક્રમ પુનરાવર્તિત થાય છે. તો પુષ્પસર્જનની ક્રિયા પહેલા વાનસ્પતિક તબક્કો કેમ દર્શાવાય છે ? વનસ્પતિઓના બધા અંગો વિવિધ પ્રકારની પેશીઓથી બન્યા છે. શું કોષ, પેશી કે અંગોની સંરચના અને તેઓ દ્વારા રજૂ થતાં કાર્યોની વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે ? શું તેમની રચના અને કાર્યો બદલી શકાય છે ? વનસ્પતિના બધા કોષો યુગ્મનજ કે ફલિતાંડમાંથી સર્જાય છે. ત્યારે પ્રશ્ન એ થાય છે કે શા માટે અને કેવી રીતે તેઓમાં ભિન્ન-ભિન્ન સંરચનાત્મક તેમજ ક્રિયાત્મક વિશેષતાઓ હોય છે ? વિકાસ બે ક્રિયાઓનો સમન્વય છે; વૃદ્ધિ અને વિભેદન. શરૂઆતમાં તે જાણવું આવશ્યક છે કે એક પરિપક્વ વૃક્ષનો વિકાસ એક યુગ્મનજ (એક ફલિત અંડકોષ)થી શરૂ થઈને એક સુનિશ્ચિત તેમજ ઉચ્ચ ક્રમબદ્ધ અનુકૂલિત ઘટનાને અનુસરે છે. આ પ્રક્રિયા, દરમિયાન એક જટિલ શરીર સંરચનાનું નિર્માણ થાય છે, જે મૂળ, પર્ણો, શાખાઓ, પુષ્પો, ફળ તેમજ બીજ ઉત્પન્ન કરે છે અને છેવટે તે મૃત્યુ પામે છે. (આકૃતિ 15.1).

બીજાંકુરણ (Seed Germination)

વનસ્પતિ વૃદ્ધિની ક્રિયાનો પ્રથમ તબક્કો બીજાંકુરણ છે. જ્યારે પર્યાવરણમાં વૃદ્ધિ માટે સાનુકૂળ પરિસ્થિતિ હોય ત્યારે બીજાંકુરણ થાય છે. આવી સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓની ગેરહાજરીમાં બીજાંકુરણ થતું નથી અને તેઓ વૃદ્ધિની ક્રિયાને અમુક સમય સુધી અટકાવે છે, અથવા વિશ્રામ કરે છે. એકવાર સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓ પુનઃ પ્રાપ્ત થાય, ત્યારે બીજ પુનઃ ચયાપચયિક પ્રવૃત્તિઓ દર્શાવે છે અને વૃદ્ધિ પામે છે.

આ પ્રકરણમાં, તમે કેટલાક એવા પરિબળો વિશે અભ્યાસ કરશો કે જેઓ વિકાસની ક્રિયાને સંચાલિત તેમજ નિયંત્રિત કરે છે. આ પરિબળો વનસ્પતિ માટે અંતઃ (આંતરિક) તેમજ બાહ્ય (બહારના) હોય છે.



આકૃતિ 15.1 : વાલના બીજનું અંકુરણ તેમજ બીજાંકુરણ વિકાસ

15.1 વૃદ્ધિ (Growth)

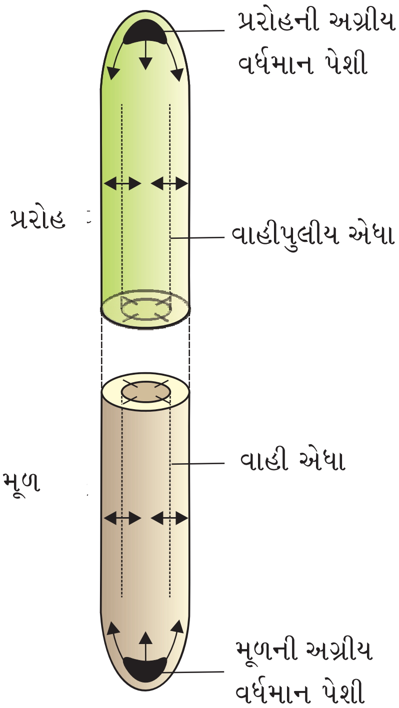
વૃદ્ધિ સજીવની સૌથી મહત્ત્વની આધારભૂત તેમજ સ્પષ્ટ રીતે દેખાતી લાક્ષણિકતા ગણવામાં આવે છે. વૃદ્ધિ શું છે ? વૃદ્ધિને એક અંગ કે તેના કોઈ ભાગ કે સ્વતંત્ર કોષના કદમાં થતા અપરિવર્તનીય (સ્થાયી) વધારા સ્વરૂપે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે. સામાન્યતઃ વૃદ્ધિ ચયાપચયની ક્રિયાઓ સાથે સંકળાયેલ છે. (ચય અને અપચય બંને) જે ઊર્જાના વ્યય પર આધારિત હોય છે. એટલા માટે એક ઉદાહરણ તરીકે પર્ણનું વિસ્તરણ એ વૃદ્ધિ હોય છે. તેમ લાકડાના ટુકડાને જ્યારે પાણીમાં નાંખો છો તો તે કેમ ફૂલે છે ? તેનું વર્ણન કેવી રીતે કરશો ?

15.1.1 વનસ્પતિ વૃદ્ધિ સામાન્ય રીતે અપરિમિત છે (Plant Growth Generally is Indeterminate)

વનસ્પતિ વૃદ્ધિ એક અનોખી રીતે થાય છે; કારણ કે વનસ્પતિઓ તેમના જીવનમાં જીવનભર અમર્યાદિત વૃદ્ધિની ક્ષમતા પ્રાપ્ત કરે છે. આ ક્ષમતાનું કારણ એ છે કે વનસ્પતિના દેહમાં કેટલાક વિશિષ્ટ સ્થાનો પર વર્ધમાન પેશી આવેલી હોય છે. આવી વર્ધમાન પેશીના કોષો વિભાજન તેમજ સ્વયંજનન પામવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. જો કે આ કોષો ઝડપથી વિભાજનની ક્ષમતા ગુમાવી દે છે અને વનસ્પતિ દેહની રચના કરે છે. આ રીતે વૃદ્ધિ જ્યાં વર્ધનશીલ પેશીની ક્રિયાશીલતાથી વનસ્પતિના દેહમાં હંમેશાં નવા કોષોને ઉમેરાય છે. તેને વૃદ્ધિનું નિરંતર (open form of growth) સ્વરૂપ કહી શકાય. જ્યારે વર્ધમાન પેશી પોતાની વિભાજન ક્ષમતા ગુમાવે ત્યારે શું થશે ? શું આવી રીતે ક્યારે થાય છે ?

આપણે પ્રકરણ 6માં મૂળની અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશી અને પ્રરોહની અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશી ઓનો અભ્યાસ

કર્યો છે. તમે જાણો છો કે તેઓ (અગ્રીય, વર્ધનશીલ પેશીઓ) આ વનસ્પતિની પ્રાથમિક વૃદ્ધિ માટે જવાબદાર હોય છે અને મુખ્યત્વે તેઓ વનસ્પતિઓને તેમની અક્ષની આયામ વૃદ્ધિમાં સહભાગી બને છે. તમે એ પણ જાણતા હશો કે દ્વિદળી અને અનાવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓમાં પાર્શ્વીય વર્ધનશીલ, પુલીય એધા (વાહિએધા) અને ત્વક્ષૈધા તેમના જીવનમાં પછી ઉદ્ભવ પામે છે. આ વર્ધમાન પેશીઓ જ્યાં ક્રિયાશીલ હોય છે ત્યાં અંગોની જાડાઈમાં વધારો કરે છે. આને વનસ્પતિની દ્વિતીય વૃદ્ધિના નામથી ઓળખવામાં આવે છે. (આકૃતિ 15.2 જુઓ)



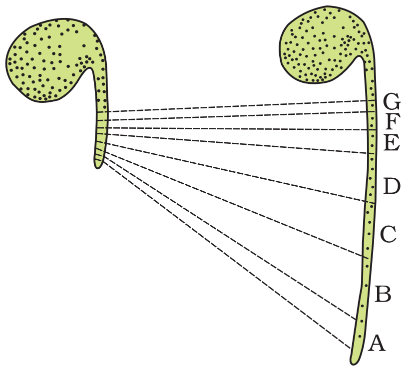
આકૃતિ 15.2 : મૂળની અગ્રસ્થ વર્ધમાન પેશી, પ્રરોહની અગ્રસ્થ વર્ધમાન પેશી અને પુલીય વાહિ એધાના સ્થાનનું રેખાંકિત નિરૂપણ. તીર કોષ અને અંગની વૃદ્ધિની દિશાને દર્શાવે છે.

15.1.2 વૃદ્ધિનું માપન (Growth is Measurable)

કોષીય સ્તરે વૃદ્ધિ, સૈદ્ધાંતિક રીતે કોષરસની માત્રામાં થતા વધારાનું પરિણામ છે. જો કે વૃદ્ધિનું સીધું માપન મુશ્કેલ છે. સામાન્ય રીતે તે જથ્થામાં થતા વધારા કે ઘટાડા આધારે મપાય છે. જેથી વૃદ્ધિને વિવિધ માપદંડો દ્વારા માપી શકાય છે. કેટલાક માપદંડો જેવા કે સામાન્ય વજન (Fresh weight)માં થતો વધારો, શુષ્ક વજન, ક્ષેત્રફળ, કદ અને કોષોની સંખ્યા વગેરે. તમને એ જાણીને અચંબો થશે કે મકાઈના મૂળાગ્રની વર્ધમાન પેશીમાંનો એક કોષ પ્રત્યેક કલાકે 17,500 કે તેના કરતાં વધારે નવા કોષો ઉમેરાય છે. જ્યારે તડબૂચમાં કોષો પોતાના કદમાં 3,50,000 ગણો વધારો કરી શકે છે. પહેલું ઉદાહરણ કોષોની સંખ્યામાં થતી વૃદ્ધિને પ્રસ્તુત કરે છે. જ્યારે તેના પછીનું ઉદાહરણ કોષોના કદમાં વૃદ્ધિ વ્યક્ત કરે છે. જ્યારે પરાગનલિકાની વૃદ્ધિને તેની લંબાઈને અનુલક્ષીને માપી શકાય છે. પૃષ્ઠવક્ષીય પર્ણોમાં તેની સપાટીના ક્ષેત્રફળમાં થતો વધારો પણ વૃદ્ધિ દર્શાવે છે.

15.1.3 વૃદ્ધિના તબક્કાઓ (Phases of Growth)

વૃદ્ધિના સમયગાળાને સામાન્ય રીતે ત્રણ તબક્કામાં વિભાજીત કરવામાં આવે છે. વર્ધમાન તબક્કો, વિસ્તરણ તબક્કો અને પરિપક્વન તબક્કો (આકૃતિ 15.3) આવો, આપણે તેને મૂળાગ્રની ટોચના ભાગને જોઈને સમજીએ. મૂળની ટોચે અને પ્રરોહની ટોચે એમ બંને ભાગોએ કોષો સતત વિભાજન પામતા રહે છે. જે વૃદ્ધિના વર્ધનશીલ તબક્કાને પ્રસ્તુત કરે છે. આ પ્રદેશોના કોષો જીવરસથી ભરપૂર હોય છે અને મોટું, સ્પષ્ટ જોઈ શકાય તેવું કોષકેન્દ્ર ધરાવે છે. તેઓની કોષદીવાલ પ્રાથમિક, પાતળી અને વધુ માત્રામાં સેલ્યુલોઝયુક્ત તેમજ ભરપૂર માત્રામાં કોષરસીયતંતુઓ જોડાણ ધરાવે છે. વર્ધમાન કે વિભાજન પ્રદેશનો

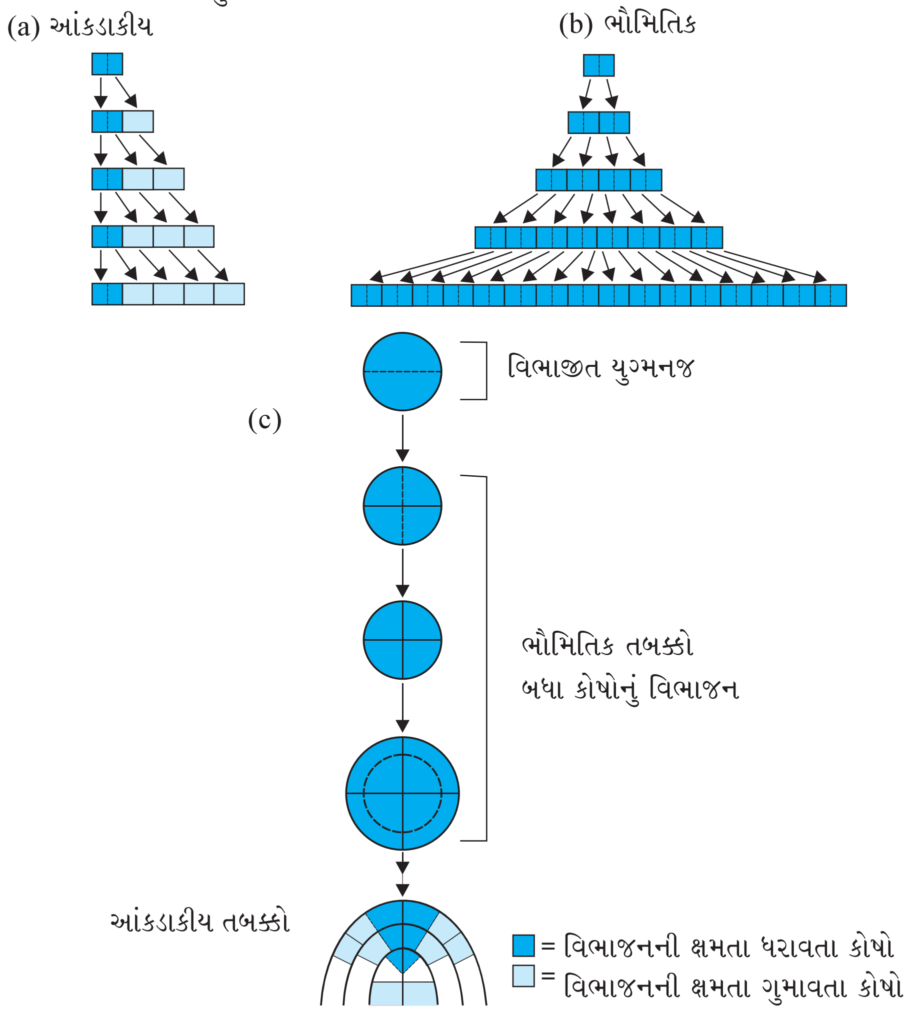


આકૃતિ 15.3 : વિસ્તરણ પ્રદેશોની ઓળખ સમાનાંતર રેખાઓની તક્નિક દ્વારા સમજાય છે. ક્ષેત્ર/પ્રદેશો A, B, C, D જે અગ્ર ભાગોની પછીના છે. તે સૌથી વધુ બધામાં વિસ્તરણ પામે છે.

નીકટવર્તી ભાગ (તરત જ પછી કે ટોચથી સહેજ દૂર) પછી વિસ્તરણ પ્રદેશ આવેલો છે, જેના કોષ વિસ્તરણ પ્રદેશનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. આ તબક્કામાં કોષો મોટા કદની રસધાનીઓ ધરાવે છે, કોષનું વિસ્તરણ થવું અને નવી કોષદીવાલ બનવી વગેરે આ પ્રદેશની વિશિષ્ટતા છે. ફરીથી અગ્રસ્થ ભાગોથી દૂર કે વિસ્તરણ પ્રદેશની ખૂબ નજીક કે તેની બિલકુલ નીચે આવેલ પ્રદેશ જે પરિપક્વનનો તબક્કો દર્શાવે છે. આ પ્રદેશમાં આવેલા કોષો તેઓનું અંતિમ કદ પ્રાપ્ત કરે છે અને તેઓની કોષદીવાલ જાડી અને મહત્તમ જીવરસ ધરાવે છે. પ્રકરણ 6માં તમે મોટા ભાગની જે પેશીઓ કે કોષોના પ્રકારનો અભ્યાસ છે. જે આ તબક્કાઓને પ્રસ્તુત કરે છે.

15.1.4 વૃદ્ધિ દર (Growth Rates)

પ્રતિ એકમ સમયમાં થતાં વૃદ્ધિના વધારાને વૃદ્ધિ દર કહેવાય છે. આથી, વૃદ્ધિના દરને ગાણિતિક રીતે પણ પ્રસ્તુત કરી શકાય છે. જે (આકૃતિ 15.4)માં દર્શાવેલ છે. એક સજીવ કે સ્નાયુનો ભાગ વિવિધ રીતે વધુ પ્રમાણમાં કોષો ઉત્પન્ન કરી શકે છે.



આકૃતિ 15.4 : વૃદ્ધિનું રેખાંકિત નિરૂપણ પ્રસ્તુતિ : (a) આંકડાકીય વૃદ્ધિ (b) ભૌમિતિક વૃદ્ધિ અને (c) ભ્રૂણ વિકાસ દરમિયાન ભૌમિતિક અને આંકડાકીય તબક્કાઓ દર્શાવાતી વૃદ્ધિ

વૃદ્ધિ એ વૃદ્ધિમાં થતો વધારો છે. જે આંકડાકીય કે ભૌમિતિક હોઈ શકે છે.

આંકડાકીય વૃદ્ધિમાં સમસૂત્રીભાજન કે સમવિભાજનને અનુસરી માત્ર એક બાળકોષ સતત વિભાજન પામે છે. તો જ્યારે બીજાં કોષો વિભેદન તેમજ પરિપક્વ પામે છે. આંકડાકીય વૃદ્ધિની સરળ અભિવ્યક્તિને આપણે ઉદાહરણ તરીકે સતત દરે વિસ્તરણ પામતા મૂળમાં જોઈ શકીએ છીએ. આકૃતિ 15.5ને જુઓ, જેમાં અંગની લંબાઈ અને સમય વિરુદ્ધનો આલેખ દર્શાવેલો છે. જેના પરિણામ સ્વરૂપે રેખીય વક્ર મળે છે. આને આપણે ગાણિતિક રીતે આ રીતે રજૂ કરી શકીએ છીએ -

$L_t = L_o + rt$

L_t = t સમયે લંબાઈ

L_o = શૂન્ય સમયે (કે શરૂઆતમાં) લંબાઈ

r = વૃદ્ધિ દર/વિસ્તરણ, પ્રતિ એકમ સમયમાં

t = સમય

આવો, હવે ભૌમિતિક વૃદ્ધિમાં શું થાય છે તે જોઈએ. મોટા ભાગના તંત્રોમાં પ્રારંભિક વૃદ્ધિ ધીમી (Lag Phase) હોય છે અને તેના પછી વૃદ્ધિ દરમાં ઝડપથી વધારો થાય છે. (Log or exponential phase) અહીંયા બંને સંતતિ કોષો સમવિભાજકો અનુસરે છે, સતત વિભાજન પામે છે. વિભાજન પામવાની ક્ષમતા જાળવે છે અને જો કે સીમિત પોષણની પ્રાપ્યતાને કારણે વૃદ્ધિ ધીમી પડે છે અને સ્થાયી તબક્કા (Stationary Phase) તરફ આગળ વધે છે. જો આપણે સમય વિરુદ્ધ વૃદ્ધિના માપદંડનો આલેખ દોરીએ તો આપણને એક વિશિષ્ટ સિગ્મોઇડ કે S-વક્ર આલેખ મળે છે. (આકૃતિ 15.6). આ S-વક્ર પ્રાકૃતિક પર્યાવરણમાં વિકાસ પામતા બધા સજીવોની લાક્ષણિકતા છે. આ દરેક વનસ્પતિના કોષો, પેશીઓ અને અંગો માટે આદર્શરૂપ છે. શું તમે આવા અન્ય વધારે ઉદાહરણો વિચારી શકો છો ? ઋતુકીય પ્રવૃત્તિ દર્શાવતા એક વૃક્ષમાં તમે કેવા પ્રકારના વક્રની અપેક્ષા કરી શકો છો ? ઝડપી વૃદ્ધિને આ પ્રકારે રજૂ કરી શકાય છે :

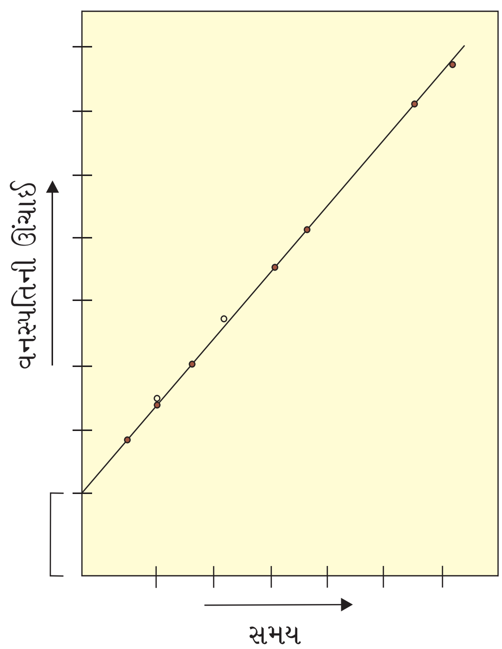
$W_1 = W_o e^{rt}$

W_1 = અંતિમ કદ (વજન, ઊંચાઈ, સંખ્યા વગેરે)

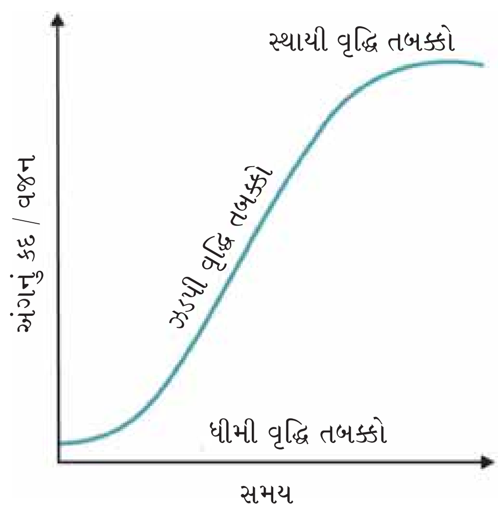
W_o = પ્રારંભિક કદ (શરૂઆતના સમયે)

r = વૃદ્ધિ દર, t = વૃદ્ધિ સમય, e = પ્રાકૃતિક લઘુગુણકનો આધાર.

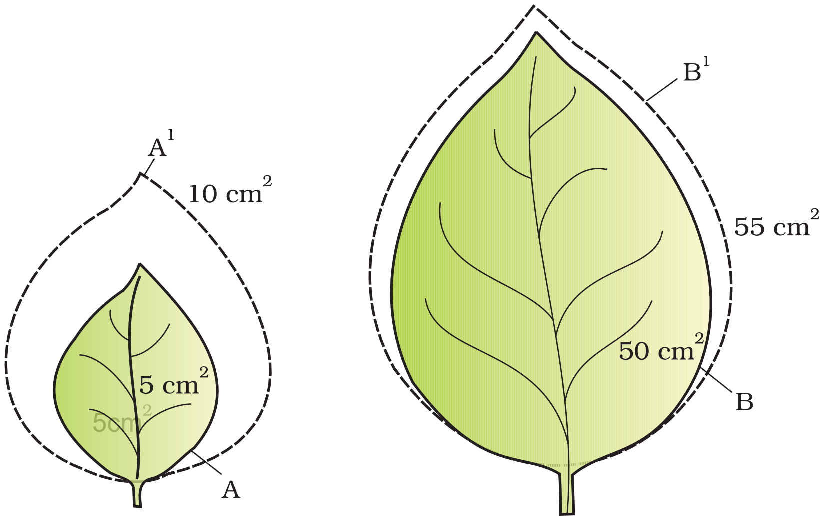
અહીંયા r = એક સાપેક્ષ વૃદ્ધિ દર છે વનસ્પતિની ક્ષમતાનું માપન પણ છે કે જેના દ્વારા નવા વનસ્પતિ દ્રવ્યો ઉત્પન્ન થાય અને જેને એક કાર્યક્ષમતાના સૂચક આંકના સ્વરૂપે ઉલ્લેખી શકાય છે. આમ, W_1નું અંતિમ કદ, W_oના પ્રારંભિક કદ પર આધારિત છે.



આકૃતિ 15.5 : અચળ રેખીય વૃદ્ધિ, લંબાઈ → સમયનો આલેખ



આકૃતિ 15.6 : સંવર્ધન માધ્યમમાં કોષો અને ઘણી ઉચ્ચ વનસ્પતિઓ તેમજ વનસ્પતિના અંગોનો આદર્શ વૃદ્ધિ વક્ર (S-આકાર-સિગ્મોઇડ)



આકૃતિ 15.7 : નિરપેક્ષ અને સાપેક્ષ વૃદ્ધિ દરનું સાંકેતિક નિરૂપણ. બંને પર્ણો A અને B આપેલા સમયમાં પોતાના ક્ષેત્રફળમાં $5\ cm^2$ જેટલો વધારો કરતાં A^1 અને B^1 પર્ણો ઉત્પન્ન કરે છે..

જૈવિક તંત્રોની વૃદ્ધિ વચ્ચે માત્રાત્મક તુલના બે રીતોથી કરી શકાય છે. (1) પ્રતિ એકમ સમયની કુલ વૃદ્ધિની તુલનાને નિરપેક્ષ વૃદ્ધિ દર કહે છે. (2) આપેલ તંત્રની પ્રતિ એકમ સમયે થતી વૃદ્ધિ સામાન્ય આધાર દ્વારા અભિવ્યક્ત કરવામાં આવતી વૃદ્ધિ છે. ઉદાહરણ તરીકે - પ્રતિ એકમે પ્રારંભિક માપદંડને સાપેક્ષ વૃદ્ધિ દર કહે છે. જુઓ આકૃતિ 15.7 જ્યાં A અને B વિવિધ કદના બે પર્ણો દોરેલા છે. જે આપેલ સમયે તેમના વિસ્તારની નિરપેક્ષ વૃદ્ધિ થકી A^1 અને B^1 પર્ણો આપે છે. પરંતુ તેમાંથી એકનો સાપેક્ષ વૃદ્ધિ દર વધારે છે, અને કેમ વધારે છે ?

15.1.5 વૃદ્ધિ માટેની પરિસ્થિતિઓ (Conditions for Growth)

તમે શા માટે એ લખવાનો પ્રયત્ન નથી કરતાં કે વનસ્પતિઓની વૃદ્ધિ માટે જરૂરી પરિસ્થિતિઓ વિશે તમે શું વિચારો છો ? આ સૂચિમાં પાણી, ઑક્સિજન અને પોષક તત્ત્વો વગેરે વૃદ્ધિ માટે અનિવાર્ય તત્ત્વો છે. વનસ્પતિઓના કોષો કોષ વિસ્તરણ દ્વારા પોતાનાં કદમાં વધારો કરીને વૃદ્ધિ પામે છે કે જેના માટે પાણીની જરૂરિયાત હોય છે. કોષોની આશૂનતા પણ વૃદ્ધિના વધારામાં મદદ કરે છે. જેથી કોઈ વનસ્પતિની વૃદ્ધિ અને તે પછીનો વિકાસ તેમાં રહેલા પાણીની સ્થિતિ સાથે સંકળાયેલ છે. વૃદ્ધિ માટે આવશ્યક ઉત્સેચકોની ક્રિયાશીલતા માટે પાણી એક માધ્યમ પૂરું પાડે છે. ઑક્સિજન વૃદ્ધિ પ્રક્રિયાઓ માટે આવશ્યક ચયાપચયિક ઊર્જા મુક્ત કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. વનસ્પતિઓ દ્વારા પોષકદ્રવ્યો (ગુરુ તેમજ લઘુપોષક આવશ્યક તત્ત્વો)ની જરૂરિયાત જીવરસના સંશ્લેષણ અને ઊર્જાના સ્રોતના સ્વરૂપમાં કાર્ય કરવા માટે હોય છે.

વધુમાં, દરેક વનસ્પતિ-સજીવને તેની વૃદ્ધિ માટે ઈષ્ટમાન તાપમાનનો ગાળો આવશ્યક હોય છે. આ તાપમાને કોઈ પણ પ્રકારની વિસંગતતા તેમની ઉત્તરજીવિતતા માટે હાનિકારક બની શકે છે. આ સાથે પર્યાવરણીય સંકેતો જેવાં કે પ્રકાશ તેમજ ગુરુત્વાકર્ષણ પણ વૃદ્ધિની

કેટલીક અવસ્થાઓ કે તબક્કાઓને અસર પહોંચાડે છે.

15.2 વિભેદન, નિર્વિભેદન અને પુનઃવિભેદન (Differentiation, Dedifferentiation and Redifferentiation)

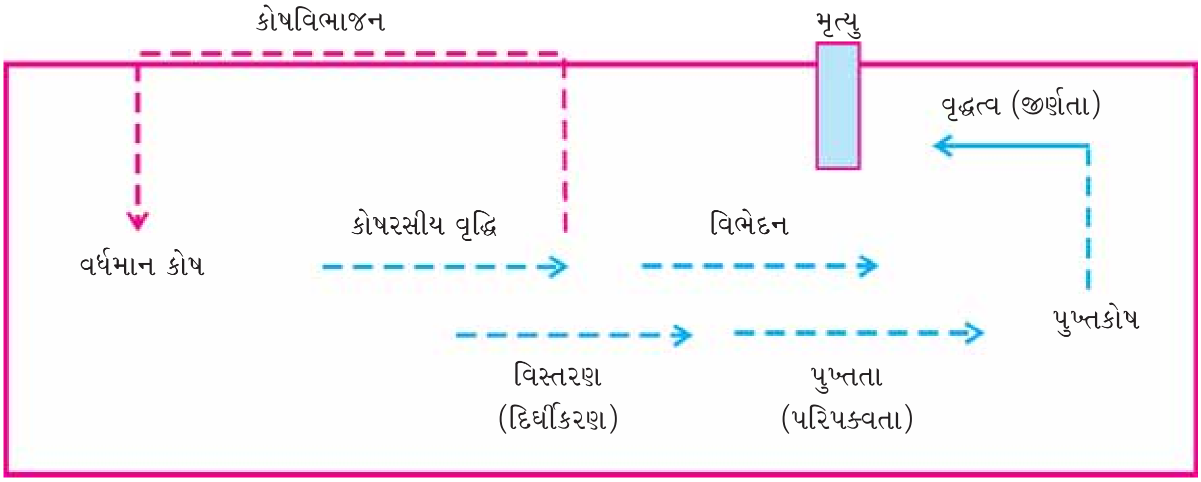
મૂળ અને પ્રકાંડની અગ્રીય વર્ધનશીલ પેશી અને એધામાંથી ઉદ્‌ભવ પામેલા કોષો દ્વારા એધા વિભેદિત થાય છે અને વિશિષ્ટ કાર્યો રજૂ કરવા પરિપક્વ બને છે. પરિપક્વતા તરફ આગળ વધવાની કોષોની આ ક્રિયાવિધિને **વિભેદન** કહે છે. વિભેદન દરમિયાન કોષો, કોષદીવાલ તેમજ જીવરસ બંનેમાં કેટલાક વ્યાપક રચનાત્મક ફેરફારોમાંથી પસાર થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે જલવાહિનીના ઘટક સ્વરૂપે કોષો પોતાના જીવરસ ગુમાવે છે તેઓ પણ એક મજબૂત, સ્થિતિસ્થાપક લિગ્નોસેલ્યુલોઝની બનેલી દ્વિતીયક કોષદીવાલોનો વિકાસ કરે છે. જે લાંબા અંતર સુધી ઊંચા તણાવમાં પણ પાણીનું વહન કરવા માટે યોગ્ય હોય છે. તમે વનસ્પતિઓના દેહની વિવિધ અંતઃસ્થ રચનાકીય લાક્ષણિકતાઓ તેમજ તેઓ દ્વારા રજૂ થતાં સંબંધિત કાર્યો વિશે સંબંધ સ્થાપિત કરવાનો પ્રયત્ન કરો.

વનસ્પતિઓ બીજી એક રસપ્રદ ઘટના દર્શાવે છે. જીવંત વિભેદિત કોષો કે જેઓ કેટલીક પરિસ્થિતિઓમાં વિભાજનની ક્ષમતા ગુમાવે છે તે પુનઃ પ્રાપ્ત કરી શકે છે. આ ઘટનાને **નિર્વિભેદન** કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે વર્ધનશીલ પેશીઓ - જેવી કે, આંતરપુલીય એધા તેમજ ત્વક્ષૈધાનું ભ્રમણ પૂર્ણ રીતે વિભેદન પામેલા મૃદુત્તક કોષોમાંથી થાય છે. આ દરમિયાન કેટલીક વર્ધનશીલ પેશીઓ વિભાજનક્ષમ બની કોષો ઉત્પન્ન કરે છે કે જે ફરીથી એક વાર વિભાજનની ક્ષમતા ગુમાવે છે પરંતુ વિશિષ્ટ કાર્યો કરવા માટે પરિપક્વ બને છે એટલે કે **પુર્નવિભેદિત** થઈ જાય છે. કોઈ કાષ્ઠમય દ્વિદળી વનસ્પતિની કેટલીક પેશીઓની નોંધ તૈયાર કરો જે પુર્નવિભેદનની નીપજ હોય. તમે ગાંઠનું વર્ણન કેવી રીતે કરશો ? જે વનસ્પતિ પેશી સંવર્ધન દરમિયાન પ્રયોગશાળાની નિયંત્રિત પરિસ્થિતિમાં વિભાજન કરી શકે છે. તેને શું કહેશો ?

વિભાગ 15.1.1ને યાદ કરો; આપણે જાણ્યું છે કે વનસ્પતિઓમાં વૃદ્ધિ ઉન્નત કે સતત (open) હોય છે એટલે કે તે અપરિમિત કે પરિમિત હોઈ શકે. હવે, આપણે એમ કહી શકીએ કે વનસ્પતિઓમાં વિભેદન સતત હોય છે; કારણ કે એક જ વર્ધમાન પેશીથી નિર્માણ પામેલ પેશી કે કોષો પરિપક્વ બની ભિન્ન સંરચનાઓ ધરાવે છે. કોષો કે પેશીનું અંતિમ પરિપક્વ સ્વરૂપ A ક્યાં સ્થાન પામેલ છે તેનાં પરથી નક્કી થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે મૂળની અગ્રસ્થ વર્ધમાન પેશીથી દૂરસ્થ રહેલા કોષો મૂળટોપ કોષમાં વિભેદન પામે છે. જ્યારે તે પરિઘની તરફ ધકેલી દેવાય તો તેઓ અધિસ્તર સ્વરૂપે પરિપક્વ થાય છે. શું તમે સતત વિભેદનના અન્ય કેટલાક ઉદાહરણ ઉમેરવા માંગો છો કે જે કોષોની સ્થિતિ અને વનસ્પતિ અંગોમાં તેમના સ્થાન સંબંધિત હોય છે ?

15.3 વિકાસ (Development)

વિકાસ એટલે, જેમાં એક સજીવના જીવનચક્રમાં આવનારા બધા જ પરિવર્તનો સમાયેલ છે, જે બીજના અંકુરણથી લઈ વૃદ્ધાવસ્થા (જીર્ણતા)માં જોવા મળે છે. આકૃતિ 15.8માં ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિના કોષોમાં થતા વિકાસની ક્રમિક પ્રક્રિયાઓને રેખાંકન દ્વારા રજૂ કરેલ છે.

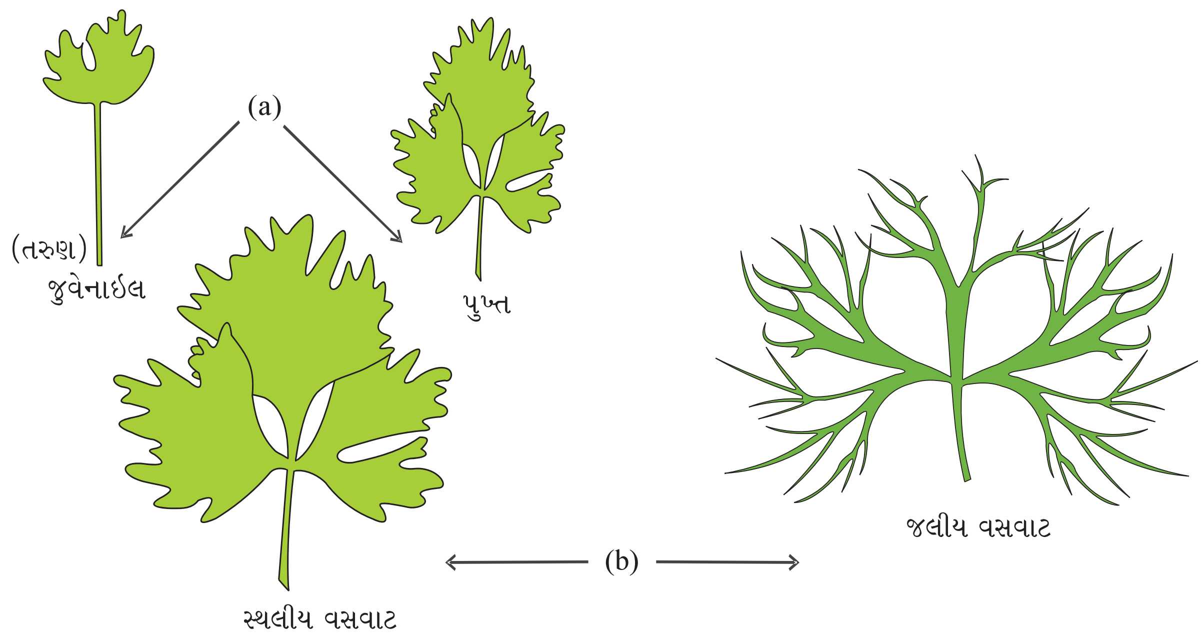


આકૃતિ 15.8 : એક વનસ્પતિ કોષનો વિકાસાત્મક પ્રક્રિયાનો અનુક્રમ

તે પેશીઓ કે અવયવોને પણ લાગુ પડે છે.

વનસ્પતિઓ પર્યાવરણ પ્રત્યેની પ્રતિક્રિયા આપવા વિવિધ પરિપથોને અનુસરે છે કે જીવનના વિવિધ તબક્કાઓમાં વિવિધ સ્તરની સંરચનાઓ બનાવે છે. આ ક્ષમતાને **પ્લાસ્ટિસિટી (સુઘટ્યતા)** કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે કપાસ, કોથમીર કે ધાણા તેમજ લાર્કસ્પર (larkspur)માં વિષમપર્ણતા. આવી વનસ્પતિઓમાં તરુણાવસ્થાના પર્ણો કરતાં પરિપક્વ અવસ્થામાં પર્ણોનો આકાર ભિન્ન હોય છે. બીજી બાજુ, બટરકપમાં સ્થળજ અને જલજ વસવાટમાં પર્ણના આકારની ભિન્નતા પર્યાવરણને કારણે થતું વિષમપર્ણીનું ઉદાહરણ છે. (આકૃતિ 15.9). વિષમપર્ણોની આ દૃશ્યમાન ઘટના પ્લાસ્ટિસિટી કે સુઘટ્યતાનું એક ઉદાહરણ છે.

આમ, વનસ્પતિના જીવનમાં વૃદ્ધિ, વિભેદન અને વિકાસ ખૂબ જ ગાઢ સંબંધ ધરાવતી ઘટનાઓ છે.



આકૃતિ 15.9 : વિષમપર્ણીતા (a) લાર્કસ્પર (b) બટરકપમાં વિષમપર્ણી

વ્યાપક રૂપે વિકાસને વૃદ્ધિ તેમજ વિભેદનના સરવાળા તરીકે માનવામાં આવે છે. વનસ્પતિઓમાં વિકાસ (વૃદ્ધિ તેમજ વિભેદન બંને) આંતરિક તેમજ બાહ્ય પરિબળોથી નિયંત્રિત હોય છે. આંતરિક પરિબળોમાં અંતઃકોષીય (જનીનિક) કે આંતરકોષીયકારકો (વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકો જેવા રસાયણો)નો સમાવેશ થાય છે; જ્યારે બાહ્ય પરિબળોમાં જેવાં કે પ્રકાશ, તાપમાન, પાણી, ઑક્સિજન અને પોષકદ્રવ્યોનો સમાવેશ થાય છે.

15.4 વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકો (Plant Growth Ragulators) (PGRs)

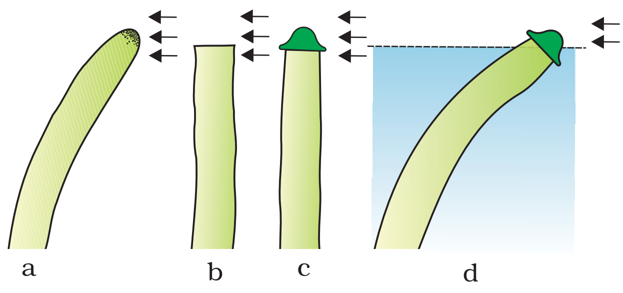
15.4.1 લાક્ષણિકતાઓ (Characteristics)

વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકો (PGRs) વિવિધ રાસાયણિક સંઘટકોવાળા સાદા તથા લઘુ અણુ હોય છે. તે ઈન્ડોલ સંયોજનો (ઇન્ડોલ-3-ઍસિટિક ઍસિડ = IAA); એડેનીનમાંથી વ્યુત્પન્ન પામેલ (N^6 - ફરફ્યુરાઇલ એમિનો પ્યુરિન, કાઇનેટીન), કેરોટીનોઇડ્સમાંથી વ્યુત્પન્ન થયેલ (એબ્સિસિક ઍસિડ = ABA); ટર્પેન્સ (જીબરેલિક ઍસિડ, GA_3) કે વાયુરૂપ (ઇથિલીન, C_2H_4) વગેરે હોઈ શકે છે. વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકોને વનસ્પતિ વૃદ્ધિ પદાર્થો, વનસ્પતિ અંતઃસ્રાવો કે ફાયટોહોર્મોન તરીકે વર્ણવવામાં આવે છે.

વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકો (PGRs)ને જીવંત વનસ્પતિ દેહમાં તેમના કાર્યોને આધારે બે સમૂહોમાં વહેંચી શકાય છે. PGRsનો એક સમૂહ વૃદ્ધિ પ્રેરક ક્રિયાવિધિ સાથે સંકળાયેલા હોય છે, જેમ કે કોષ વિભાજન, કોષ વિસ્તરણ, નિર્માણની રીત, આવર્તનીય વૃદ્ધિ, પુષ્પસર્જન, ફળ નિર્માણ અને બીજ નિર્માણ વગેરે. તેમને વનસ્પતિ વૃદ્ધિ પ્રેરકો પણ કહે છે. દા.ત., ઑક્ઝિન્સ, જીબરેલીન્સ અને સાયટોકાઇનીન્સ. બીજા સમૂહના વૃદ્ધિ નિયામકો (PGRs) એ ઘા રુઝાવાની ક્રિયા તથા જૈવિક કે અજૈવિક તાણ સામે પ્રતિક્રિયા આપવામાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. તેઓ વૃદ્ધિ અવરોધક ક્રિયાવિધિ સાથે પણ સંકળાયેલ છે. જેવી કે સુષુપ્તા અને પતન. એબ્સિસિક ઍસિડ (ABA)એ વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકના આ સમૂહમાં સમાયેલા છે. વાયુમય PGR, ઇથિલિન કોઈ પણ સમૂહની સાથે બંધ બેસે છે. પરંતુ તે વૃદ્ધિની પ્રક્રિયાને વ્યાપક રીતે અવરોધે છે એટલે કે વૃદ્ધિ અવરોધક છે.

15.4.2 વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકોનું સંશોધન (The Discovery of Plant Growth Regulators)

રસપ્રદ રીતે PGRsનાં પાંચ મુખ્ય સમૂહોમાંના પ્રત્યેકનું સંશોધન એક આકસ્મિક સંયોગ ધરાવે છે. આની શરૂઆત ચાર્લ્સ ડાર્વિન અને તેમના પુત્ર ફ્રાન્સીસ ડાર્વિનના અવલોકનથી થઈ છે જ્યારે તેઓએ નિરીક્ષણ કર્યું કે કેનેરી ઘાસ(Canary Grass)ના ભ્રૂણાગ્રચોલ (Colioptile) પ્રકાશના સ્રોત તરફના વિકાસની એકધારી પ્રતિક્રિયા દર્શાવે છે એટલે કે પ્રકાશ ઉદ્ગમની તરફ વૃદ્ધિ (પ્રકાશનું વર્તન) કરે છે. પ્રયોગોની શ્રેણીબદ્ધ ક્રિયાઓ દર્શાવ્યા પછી, એ નિર્ણય આવ્યો કે ભ્રૂણાગ્રચોલની ટોચ **વાહક પ્રેરણ**નું સ્થાન છે તે ભ્રૂણાગ્રચોલના



આકૃતિ 15.10 : ભ્રૂણાગ્રચોલનો અગ્રસ્થ ભાગ કે જે ઓક્ઝિનનો સ્રોત છે તેનું નિદર્શન દર્શાવતો ઉપયોગી પ્રયોગ. તીર-પ્રકાશની દિશાનું નિર્દેશન કરે છે.

સંપૂર્ણ વળાંક માટેનું કારણ છે. (આકૃતિ 15.10). ઓક્ઝિનનું અલગીકરણ એફ. ડબલ્યુ વૅન્ટ દ્વારા જવના બીજાંકુરણના ભ્રૂણાગ્રચોલનો અગ્રસ્થ ભાગ (ટોચ)માંથી કરવામાં આવ્યું હતું.

'બકાને' (Bakane = મૂર્ખ બીજાંકુરણ) એ ડાંગરના છોડ(બીજાંકુરિત રોપા)નો રોગ છે. જે રોગકારક ફૂગ જીબરેલા ફુજીકુરોઇ (*Gibberalla Fugikuroi*)ના દ્વારા થાય છે. ઈ. કરોસોવા (જાપાનીઝ) વૈજ્ઞાનિકે તંદુરસ્ત ડાંગરના બીજાંકુરણ છોડમાં રોગના લક્ષણો જોયા કે જેઓને ફૂગના જંતુમુક્ત ગાળણ (Filtrate)ની સારવાર આપેલ હતી. આ સક્રિય પદાર્થની ઓળખ ત્યાર બાદ જીબરેલિક ઍસિડ તરીકે થઈ.

એફ. સ્કૂગ અને તેમના સાથીદારોએ નિરીક્ષણ કર્યું કે તમાકુના પ્રકાંડના આંતરગાંઠના ભાગોમાંથી કેલસ (અવિભેદિત કોષોનો સમૂહ) ત્યારે જ મેળવી શકાય છે કે જ્યારે ઓક્ઝિન ઉપરાંત વાહક પેશીઓનાં સત્વ, યીસ્ટનું સત્વ, નારિયેળનું દૂધ કે DNA પૂરક સ્વરૂપે માધ્યમમાં આપવામાં આવ્યું હોય. સ્કૂગ અને મિલરે પછીથી સાઇટોકાઇનેસીસ પ્રેરક સક્રિય પદાર્થની ઓળખ કરી અને તેનું સ્ફટિકીકરણ અને તેઓએ તેને કાઇનેટીન નામ આપ્યું.

1960ના મધ્યમાં ત્રણ અલગ-અલગ સંશોધકોએ વિવિધ પ્રકારના ત્રણ અવરોધકોનું શુદ્ધીકરણ તેમજ રાસાયણિક લાક્ષણિકરણ નોંધ્યું. તેઓના અવરોધક-B, એબ્સિસિન - II તેમજ ડોર્મિન નામ હતા. ત્યારબાદ આ ત્રણેય પદાર્થો રાસાયણિક રીતે એકસરખા સાબિત થયા અને તેમનું નામકરણ એબ્સિસિક ઍસિડના રૂપમાં કરવામાં આવ્યું.

કઝિન્સે નોંધ્યું કે પાકેલા સંતરામાંથી મુક્ત થતો બાષ્પશીલ (Volatile) પદાર્થ તેની નજીકમાં રાખેલા અપરિપક્વ કે કાચા કેળાંને ઝડપથી પકવી નાંખે છે. ત્યારબાદ આ બાષ્પશીલ પદાર્થને ઇથિલિન તરીકે ઓળખવામાં આવ્યો હતો. જે એક વાયુમય PGR છે.

આવો, હવે આપણે આ પાંચ પ્રકારના PGRની દેહધાર્મિક અસરનો અભ્યાસ હવે પછીના વિભાગમાં કરીએ.

15.4.3 વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકોની દેહધાર્મિક અસરો (Physiological Effects of Plant Growth Regulators)

15.4.3.1 ઑક્ઝિન્સ (Auxins)

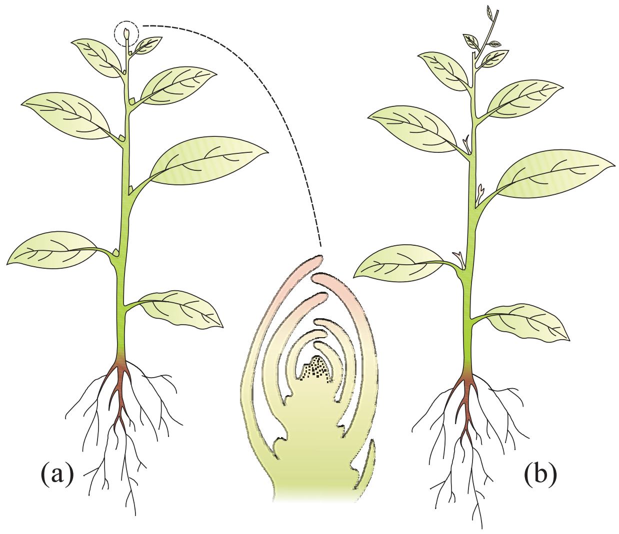
ઑક્ઝિન (ગ્રીક શબ્દ Auxein = to grow એટલે કે વૃદ્ધિ પામવું થાય છે)ને સૌપ્રથમ મનુષ્યના મૂત્રમાંથી અલગીકરણ કરવામાં આવ્યું. ઑક્ઝિન્સ શબ્દનો ઇન્ડોલ-3-ઍસિટિક ઍસિડ (IAA) અને કેટલાક વૃદ્ધિ નિયમનના ગુણધર્મો ધરાવતા અન્ય કુદરતી તેમજ કૃત્રિમ (સંશ્લેષિત) સંયોજનો માટે ઉપયોગ કરાય છે. તેઓ સામાન્ય રીતે પ્રકાંડ તેમજ મૂળની વૃદ્ધિ પામતી ટોચના ભાગે ઉદ્ભવે છે અને ત્યાંથી તેમનું વહન કાર્ય સ્થાને થાય છે. ઑક્ઝિન જેવાં કે IAA તેમજ ઇન્ડોલ બ્યુટેરિક ઍસિડ (IBA) વનસ્પતિઓમાંથી અલગ કરી મેળવી શકાય છે. NAA (નેફ્થેલીન ઍસિટિક ઍસિડ) અને 2,4-D (2,4-ડાયક્લોરો ફિનોક્સી ઍસિટિક ઍસિડ) કૃત્રિમ કે સંશ્લેષિત ઑક્ઝિન્સ છે. આ બધા ઑક્ઝિન્સની વ્યાપક રીતે કૃષિવિદ્યા અને બાગાયત વિદ્યાના અભ્યાસમાં ઉપયોગિતા છે.

તેઓ પ્રકાંડના કાપેલા ભાગો કે કલમોમાં મૂળ નિર્માણ માટે મદદરૂપ થાય છે. જે વનસ્પતિનાં પ્રસર્જન માટે વ્યાપક રીતે ઉપયોગમાં લેવાય છે. ઑક્ઝિન્સ પુષ્પસર્જન પ્રેરે છે, ઉદા. અનાનસમાં. તે વનસ્પતિઓના પર્ણો તેમજ ફળોને વહેલા ખરી જતાં અટકાવે છે પરંતુ જીર્ણ તેમજ પરિપક્વ પર્ણો અને ફળોના પતનને પ્રેરે છે.

મોટા ભાગની ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં અગ્ર કલિકા પાર્શ્વ (કક્ષ) કલિકાઓની વૃદ્ધિને અવરોધે છે. આ ઘટનાને **અગ્રીય પ્રભાવિતા (Apical dominance)** કહે છે. પ્રરોહના અગ્રસ્થ

ભાગ (ટોચ)ને કાપીને દૂર કરવાથી (શિરચ્છેદન-decapitation) સામાન્યતઃ પાર્શ્વ કલિકાઓની વૃદ્ધિ પ્રેરાય છે. (જુઓ આકૃતિ 15.11). આ બાબતનો વ્યાપક ઉપયોગ ચાના બગીચામાં રોપાનું ભૂમિમાં આરોપણ કરતી વખતે તેમજ વાડ બનાવવામાં ઉપયોગી બને છે. શું તમે જણાવી શકો, કેમ ?

ઑક્ઝિન્સ અફલિત ફળ વિકાસને પણ પ્રેરે છે. જેમ કે ટામેટામાં. તેનો વ્યાપક રીતે તૃણનાશક તરીકે ઉપયોગ થાય છે. 2-4-D બહોળા પ્રમાણમાં દ્વિદળી નીંદણનો નાશ કરે છે; પરંતુ પરિપક્વ એકદળી વનસ્પતિઓ પર તેની અસર થતી નથી. તેનો ઉપયોગ માળીઓ દ્વારા નીંદણવિહીન લૉન(ઘાસ)ને તૈયાર કરવામાં થાય છે. ઑક્ઝિન્સ જલવાહકના વિભેદનનું નિયંત્રણ કરવામાં અને કોષવિભાજનમાં પણ મદદરૂપ થાય છે.



આકૃતિ 15.11 : વનસ્પતિઓમાં અગ્રીય પ્રભાવિતા : (a) અગ્રસ્થ કલિકાની હાજરીમાં કક્ષકલિકાની વૃદ્ધિ અવરોધાય છે. (b) અગ્રસ્થ કલિકા દૂર કરેલ વનસ્પતિ, કક્ષકલિકાના ટોચના ભાગોથી અગ્રસ્થ ભાગને દૂર કર્યા પછી શાખાઓના સ્વરૂપમાં વૃદ્ધિ થાય છે.

15.4.3.2 જીબરેલીન્સ (Gibberellins)

જીબરેલિન્સ અન્ય પ્રકારનો પ્રેરક PGR છે. 100થી પણ વધુ જીબરેલિન્સ વિવિધ સજીવો જેવા છે. ફૂગ અને ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં નોંધાયા છે. તેઓને GA_1, GA_2, GA_3 અને આ રીતે નામ આપવામાં આવ્યા છે. જો કે જીબરેલિક ઍસિડ (GA_3) એ પહેલાં સંશોધન થયેલ જીબરેલિન્સ છે, અને અત્યારે પણ સૌથી વધારે સઘનતાથી અભ્યાસ કરાયેલ સ્વરૂપ છે. બધા જીબરેલિક ઍસિડ્સ (GA_3) ઍસિડિક હોય છે. તેઓ વનસ્પતિઓમાં એક વ્યાપક માત્રામાં દેહધાર્મિક પ્રતિક્રિયા દર્શાવે છે. તે અક્ષની લંબાઈ વધારવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. જેથી, દ્રાક્ષની દાંડીની લંબાઈ વધારવા માટે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. જીબરેલિન્સ, સફરજન જેવા ફળોની લંબાઈ તેમજ આકારમાં યોગ્ય સુધારો કરવામાં ઉપયોગી છે. તે વૃદ્ધાવસ્થાને ટાળે છે, જેથી ફળ વધારે સમય સુધી વૃક્ષ પર રહે છે અને બજારમાં તેની ઉપલબ્ધતાનો સમય વધારી શકાય છે. GA_3 નો ઉપયોગ દારૂની બનાવટના ઉદ્યોગ એટલે કે આસવ ઉદ્યોગમાં માલ્ટીંગ (Malting) (ધાનને પાણીમાં પલાળીને અંકુરિત કરવાની પ્રક્રિયા) ક્રિયાવિધિને ઝડપી બનાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

શેરડીના પ્રકાંડમાં કાર્બોદિતો ખાંડ કે શર્કરાના રૂપમાં સંગ્રહિત રહે છે. શેરડીની ખેતીમાં જીબરેલિન્સનો છંટકાવ કરવાથી પ્રકાંડની લંબાઈમાં વધારો કરે છે. આ પ્રકારે 20 ટન પ્રતિ એકર વધારે ઉત્પાદન પ્રાપ્ત થાય છે.

જીબરેલિક ઍસિડ (GA_3)નો છંટકાવ કરવાથી તરુણ શંકુદ્રુમ વૃક્ષોમાં તીવ્ર ગતિથી પરિપક્વતા આવે છે, આમ, વહેલાં બીજ ઉત્પાદન થાય છે. જીબરેલિન્સ દ્વારા બીટ, કોબીજ તેમજ અન્ય ગુલાબવત્ પ્રકૃતિ ધરાવતી વનસ્પતિઓમાં બોલ્ટિંગ (પુષ્પસર્જન પહેલાં આંતરગાંઠની લંબાઈમાં વધારો) ક્રિયામાં પણ વધારો કરે છે.

15.4.3.3 સાયટોકાઈનિન્સ (Cytokinins)

સાયટોકાઇનિન્સ કોષરસવિભાજન(સાયટોકાઇનેસીસ) પર વિશિષ્ટ અસર ધરાવે છે અને તે કાઇનેટીન(એડેનીનનું રૂપાંતરિત સ્વરૂપ ધરાવતું એક પ્રકારનું પ્યુરિન) સ્વરૂપે સ્વયંવિખંડનીય પદાર્થ તરીકે હેરિંગ માછલીના શુક્રકોષના DNAમાંથી સંશોધન પામેલ છે. કાઇનેટીન વનસ્પતિઓમાં

નૈસર્ગિક રીતે પ્રાપ્ય નથી. નૈસર્ગિક પદાર્થો તરીકે સાયટોકાઇનીનની શોધ મકાઈના બીજ દેહશેષ (Kernels) અને નારિયેળના દૂધમાંથી ઝિએટીન સ્વરૂપે અલગ કરી શકાય છે. જીએટીનના સંશોધન પછી અનેક સાઇટોકાઇનીનના પ્રાકૃતિક કે નૈસર્ગિક સ્વરૂપ છે અને કોષવિભાજન પ્રેરક પ્રવૃત્તિ ધરાવતા કેટલાક સંશ્લેષિત સંયોજનો ઓળખી શકાયા છે. નૈસર્ગિક સાયટોકાઇનિન્સ વનસ્પતિના એવા પ્રદેશોમાં સંશ્લેષિત થાય છે કે જ્યાં ત્વરિત કોષવિભાજન થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે મૂળની ટોચ, વિકાસશીલ પ્રરોહ કલિકાઓ અને તરુણફળ વગેરે. તે નવા પર્ણો, પર્ણોમાં હરિતકણ, પ્રરોહની પાર્શ્વ વૃદ્ધિ અને અસ્થાનિક પ્રરોહના સર્જનમાં મદદરૂપ થાય છે. સાયટોકાઇનીન અગ્રીય પ્રભાવિતામાંથી મુક્તિ અપાવે છે. તે પોષક દ્રવ્યોના વિતરણને પ્રેરે છે. કે જેનાથી પર્ણોના પતનને ટાળી શકાય છે.

15.4.3.4 ઈથિલીન (Ethylene)

ઈથિલીન એક સરળ વાયુરૂપ PGR છે. તે જીર્ણ પામતી પેશીઓ અને પાકેલાં ફળો દ્વારા વધારે પ્રમાણમાં સંશ્લેષણ પામે છે. ઈથિલીન વનસ્પતિઓની અનુપ્રસ્થ કે સમક્ષિતિજ વૃદ્ધિ, **અક્ષોની જાડાઈમાં વધારો** અને દ્વિદળી બીજના બીજાંકુરણમાં અગ્રીય પ્રવર્ધમય સંરચના પર અસર પહોંચાડે છે. ઈથિલીન મુખ્યત્વે પર્ણો અને પુષ્પોમાં જીર્ણતા તેમજ પતનને પ્રેરે છે. તે ફળોને પકવવામાં ખૂબ જ અસરકર્તા છે. ફળ-પકવનની ક્રિયા દરમિયાન તે શ્વસન દર વધારે છે. શ્વસન દરમાં થતો આ વધારો આકસ્મિક શ્વસન (respiratory climactic) કહે છે.

ઈથિલીન, બીજ અને કલિકાની સુષુપ્તતાને તોડે છે. મગફળીના બીજમાં અંકુરણની શરૂઆત કરાવે છે, બટાટાના ગ્રંથિલનું અંકુરણ કરે છે. ઈથિલીન ઊંડા પાણીમાં ડાંગરના છોડમાં આંતરગાંઠ / પર્ણદંડની લંબાઈને પ્રેરે છે. તે પર્ણો / પ્રરોહના ઉપરી ભાગોને પાણીથી ઉપર રાખવામાં મદદરૂપ થાય છે. ઈથિલીન મૂળની વૃદ્ધિ અને મૂળરોમના નિર્માણને પ્રેરિત કરે છે. જેથી, વનસ્પતિઓમાં શોષણ સપાટી વધારવામાં મદદરૂપ થાય છે.

ઈથિલીન અનાનસમાં પુષ્પ સર્જન કરવાની શરૂઆતમાં ઉપયોગી છે અને ફળને યોગ્ય સમયે પરિપક્વતા તરફ લઈ જવામાં પણ મદદરૂપ થાય છે. આંબામાં પુષ્પસર્જનને પ્રેરિત કરે છે. ઈથિલીન ઘણી દેહધાર્મિક પ્રક્રિયાઓનું નિયમન કરે છે, વળી તે સૌથી વધારે ઉપયોગી PGR છે. ઈથિલીનના સ્રોત તરીકે સૌથી વધારે ઉપયોગી સંયોજન ઈથિફોન (Ethephon) છે. ઈથિફોન જલીય દ્રાવણમાં ત્વરિત રીતે શોષણ પામે છે અને વનસ્પતિમાં વહન પામે છે તથા ધીમે ધીમે ઈથિલીનને મુક્ત કરે છે. એથિફોન ટામેટા તેમજ સફરજન જેવા ફળોમાં પરિપક્વતાનો વેગ વધારે છે અને પુષ્પો તેમજ ફળોનાં પતનની તીવ્રતા દર્શાવે છે. (કપાસ, ચેરી અને અખરોટનું પાતળું થવું.) તે કાકડીમાં માદા પુષ્પોની સંખ્યામાં વધારો કરે છે કે જેથી પાકની ઉત્પાદકતામાં વધારો થાય છે.

15.4.3.5 ઍબ્સિસિક ઍસિડ (Abscisic Acid)

પહેલા જણાવ્યા પ્રમાણે **ઍબ્સિસિક ઍસિડ (ABA)**;ની શોધ પતન તેમજ સુષુપ્તતાના નિયમન કરનારી તેની ભૂમિકા માટે થઈ છે. પરંતુ અન્ય PGRની જેમ તે પણ વનસ્પતિ વૃદ્ધિ તેમજ વિકાસમાં વ્યાપક પ્રમાણમાં અસર ધરાવે છે. તે એક સામાન્ય વનસ્પતિ વૃદ્ધિ અવરોધક તરીકે કાર્ય કરે છે અને વનસ્પતિ ચયાપચયને અવરોધે છે. ABA બીજનાં અંકુરણને અવરોધે છે. તે અધિસ્તરમાં આવેલા વાયુરંધ્રોને બંધ કરવા પ્રેરિત કરે છે અને વનસ્પતિઓને વિવિધ પ્રકારના તણાવો માટેની સહનશીલતામાં વધારો કરવાની ક્ષમતા બક્ષે છે. આ કારણસર તેને તણાવ અંતઃસ્રાવ કે 'Stress Hormone' પણ કહે છે. ABA, બીજના વિકાસ, પરિપક્વતા, સુષુપ્તતા વગેરેમાં મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. બીજની સુષુપ્તતા પ્રેરિત કરીને, ABA

બીજને શુષ્ક તેમજ વૃદ્ધિ માટે પ્રતિકૂળ પરિબળોથી બચાવે છે. ઘણી બધી પરિસ્થિતિઓમાં, ABA એ જીબરેલિક ઍસિડ (GA_3) માટે એક પ્રતિરોધક (વિરુદ્ધ) ભૂમિકા ભજવે છે.

આપણે સંક્ષિપ્તમાં કહી શકીએ કે વનસ્પતિઓની વૃદ્ધિ, વિભેદન અને વિકાસ માટે એક કે અન્ય પ્રકારના PGR કોઈકને કોઈક ભૂમિકા ભજવે છે. આ ભૂમિકાઓ પૂરક કે પછી પ્રતિરોધક પણ હોઈ શકે છે. આ ભૂમિકાઓ વ્યક્તિગત કે સંયુક્ત રીતે સહાયક હોઈ શકે છે.

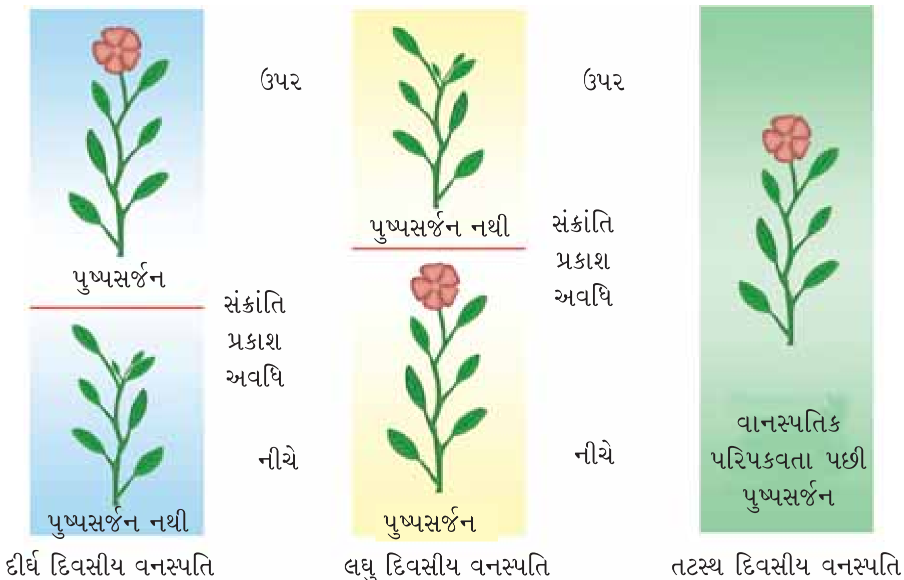
આ રીતે વનસ્પતિઓના જીવનમાં ઘણી ઘટનાઓ થાય છે. જ્યાં એક કરતાં વધારે PGRsની આંતરક્રિયા ઘટનાઓને અસર કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, બીજ અથવા કલિકામાં સુષુપ્તતા, પતન, વૃદ્ધત્વ કે જીર્ણતા, અગ્રીય પ્રભાવિતા વગેરે.

યાદ રાખો કે PGRની ભૂમિકા એક પ્રકારના આંતરિક નિયંત્રણની હોય છે. જનીનિક નિયંત્રણ તેમજ બાહ્ય પરિબળોની સાથે તે વનસ્પતિની વૃદ્ધિ તેમજ વિકાસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા નિભાવે છે. ઘણા બધા બાહ્ય પરિબળો જેવાં કે તાપમાન અને પ્રકાશ, એ વનસ્પતિની વૃદ્ધિ તેમજ વિકાસનું PGRના માધ્યમ દ્વારા નિયંત્રણ કરે છે. એવી કેટલીક ઘટનાઓનાં ઉદાહરણો જેવાં કે વાસંતીકરણ, પુષ્પસર્જન, સુષુપ્તતા, બીજાંકુરણ, વનસ્પતિ હલનચલન વગેરે.

આપણે પ્રકાશ અને તાપમાન (બંને બાહ્ય પરિબળો છે)ની પુષ્પસર્જનના પ્રારંભ માટેની ભૂમિકાનો સંક્ષિપ્તમાં અભ્યાસ કરીશું.

15.5 પ્રકાશ અવધિ (Photoperiodism)

એવું જોવા મળ્યું છે કે કેટલીક વનસ્પતિઓમાં પુષ્પસર્જનને પ્રેરિત કરવા કે પુષ્પસર્જન વધારવા માટે પ્રકાશનો નિશ્ચિત સમયગાળો આવશ્યક હોય છે. તે પ્રકાશની નિયત અવધિ (સમયગાળો)ના માપનની ક્ષમતા ધરાવતી વનસ્પતિઓમાં પણ જોઈ શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કેટલીક વનસ્પતિઓને પુષ્પ સર્જન માટે સંક્રાંતિ અવધિથી વધારે કે નિયત પ્રકાશ અવધિથી વધારે પ્રકાશની જરૂર હોય છે. જ્યારે બીજી કેટલીક વનસ્પતિઓમાં પુષ્પ સર્જન માટે પ્રકાશની અવધિ નિયત અવધિ કરતાં ઓછા પ્રકાશની જરૂર હોય છે. જેથી બંને પ્રકારની વનસ્પતિઓમાં પુષ્પસર્જનની શરૂઆત થઈ શકે છે. પહેલા પ્રકારની વનસ્પતિઓના સમૂહને



આકૃતિ 15.12 : પ્રકાશ અવધિકાળ - દીર્ઘ દિવસીય, લઘુ દિવસીય તેમજ તટસ્થ દિવસીય વનસ્પતિઓ

દીર્ઘ દિવસીય વનસ્પતિઓ કહે છે અને તેના પછીની બીજા પ્રકારની વનસ્પતિઓને **લઘુ દિવસીય વનસ્પતિઓ** કહે છે. જુદી જુદી વનસ્પતિઓ માટે પ્રકાશ અવધિનો સમયગાળો જુદો જુદો હોય છે. એવી ઘણી બધી વનસ્પતિઓ છે કે જેઓને પ્રકાશ અવધિ તેમજ પુષ્પસર્જનની પ્રતિક્રિયા પ્રેરવા સાથે કોઈ સંબંધ હોતો નથી. એવી વનસ્પતિઓને **તટસ્થ દિવસીય વનસ્પતિઓ** કહે છે. (આકૃતિ 15.12) એ પણ જાણો છો કે માત્ર પ્રકાશ અવધિ જ નહી પરંતુ અંધકારની અવધિનું પણ સમાન મહત્ત્વ છે. આમ, કેટલીક વનસ્પતિઓમાં પુષ્પસર્જન માત્ર પ્રકાશ અને અંધકાર અવધિ પર આધારિત હોતા નથી પરંતુ તેઓની સાપેક્ષ અવધિ પર પણ નિર્ભર હોય છે. વનસ્પતિઓની આવી પ્રતિક્રિયાનો સમય દિવસ / રાતના સ્વરૂપે હોય છે. આ ઘટનાને **પ્રકાશ અવધિકાળ (Photoperiodism)** કહે છે. તે પણ એક વધારે રસપ્રદ બાબત છે કે પ્રરોહની અગ્રકલિકા, પુષ્પસર્જન પહેલા પુષ્પસર્જનઅગ્ર કલિકામાં ફેરવાય છે, પરંતુ તે (પ્રરોહની અગ્રસ્થ કલિકા) પોતે પ્રકાશ અવધિને અનુભવતી નથી. પ્રકાશ કે અંધકાર અવધિની અનુભૂતિ પર્ણો કરે છે. અધિતર્ક એ છે કે અંતઃસ્રાવ (ફ્લોરિજન) પુષ્પસર્જન માટે જવાબદાર છે. અંતઃસ્રાવ (ફ્લોરિજન) પુષ્પસર્જન પ્રેરવા માટે પર્ણોમાંથી પ્રરોહની કલિકાઓ તરફ સ્થળાંતરિત થાય છે. એવું ત્યારે જ બને છે જ્યારે વનસ્પતિઓને આવશ્યક પ્રેરિત પ્રકાશ અવધિકાળ પ્રાપ્ત હોય.

15.6 વાસંતીકરણ (Vernalisation)

કેટલીક વનસ્પતિઓમાં પુષ્પસર્જન માત્રાત્મક કે ગુણાત્મક રીતે ઓછું તાપમાન આપવાથી થાય છે. આ ઘટનાને **વાસંતીકરણ** કહે છે. તે મૂલ્યવાન પ્રજનનીય વિકાસની પ્રક્રિયાને વિલંબિત કરે છે અને આમ વનસ્પતિને તેની પરિવક્વતા પ્રાપ્ત કરવા માટેનો પૂરતો સમય પૂરો પાડે છે. વાસંતીકરણ નીચા તાપમાને પુષ્પસર્જનને પ્રેરિત કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે કેટલીક મહત્ત્વની ખાદ્ય વનસ્પતિઓ - ઘઉં, જવ, રાઈની બે પ્રકારની જાતો ધરાવે છે. શિયાળાની અને વસંતની. સામાન્ય રીતે વસંતઋતુમાં બીજનું વાવેતર થાય છે, જે ઋતુની સમાપ્તિ કે અંતમાં વૃદ્ધિ (પુષ્પ અને ફળનું સર્જન) પામે છે. શિયાળામાં ઉગતી વનસ્પતિ જાતિઓ વસંત ઋતુમાં વાવવામાં આવે તો ન તો પુષ્પસર્જન થાય કે ન તો ફળસર્જન થાય. જેથી તેને શરદ ઋતુમાં વાવવામાં આવે છે. તે અંકુરિત થાય છે અને નવી કૂંપળોના રૂપે શિયાળો પસાર કરે છે. પછી વસંત ઋતુમાં પુષ્પસર્જન અને ફળસર્જન દર્શાવે છે અને મધ્ય ગ્રીષ્મ ઋતુ દરમિયાન તેમની કાપણી (લણણી) કરી લેવામાં આવે છે.

વાસંતીકરણના કેટલાક ઉદાહરણ દ્વિવર્ષાયુ વનસ્પતિઓમાં પણ જોવા મળે છે. દ્વિવર્ષાયુ વનસ્પતિઓ એકસ્ત્રીકેસરી વનસ્પતિઓ હોય છે. જે સામાન્ય રીતે પુષ્પો ધરાવે છે અને બીજી ઋતુમાં પુષ્પસર્જન આપે છે તેમજ નાશ પામે છે. શક્કરિયાં, કોબીજ, ગાજર કેટલીક દ્વિવર્ષાયુ વનસ્પતિઓ છે. દ્વિવર્ષાયું વનસ્પતિઓને નીચું તાપમાન આપવાથી, તેઓમાં પ્રકાશ અવધિકાળને કારણે પુષ્પસર્જનની પ્રતિક્રિયા વધી જાય છે.

15.7 બીજ-સુષુપ્તતા (Seed Dormancy)

બાહ્ય પરિબળો સાનુકૂળ હોવા છતાં પણ કેટલાક બીજ અંકુરણ પામવામાં નિષ્ફળતા મેળવે છે. એટલે કે આવા બીજ નિયત સમયગાળા માટે સુષુપ્તતાકાળ હેઠળ હોય છે કે જેનું નિયંત્રણ બાહ્ય પરિબળો દ્વારા થતું નથી. પરંતુ આંતરિક નિયંત્રણ હેઠળ કે બીજના પોતાનામાં આવેલી પરિસ્થિતિઓ પર નિર્ભર હોય છે. અપ્રવેશશીલ અને સખત કે કઠણ બીજાવરણ, એબ્સિસિક ઍસિડ્સ જેવા અવરોધક રસાયણોની હાજરી, ફિનોલિક એસિડ્સ, પેરા-એસ્કોર્બિક ઍસિડ અને અપરિપક્વ ભ્રૂણ જેવા કેટલાક કારણોને લીધે બીજ સુષુપ્ત બને છે. આ સુષુપ્તતામાંથી નૈસર્ગિક રીતે ઉપરાંત માનવ દ્વારા દર્શાવાતી પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા મુક્તિ મેળવી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કેટલાક બીજમાં બીજાવરણ અવરોધક હોય તો તેને દૂર કરવા માટે યાંત્રિક કે ભૌતિક રીતે કાચકાગળ ઘસીને બીજાવરણને છિદ્રિષ્ઠ કરીને સુષુપ્તતા દૂર કરી શકાય છે અથવા ઝડપથી બીજને ખૂબ જ હલાવીને સુષુપ્તતા દૂર

કરવામાં આવે છે. કુદરતમાં સૂક્ષ્મજીવોની ક્રિયાવિધિ દ્વારા પણ સુષુપ્તતા તોડી શકાય છે અને પ્રાણીઓના પાચનમાર્ગમાંથી પ્રસાર કરીને પણ સુષુપ્તાવસ્થા દૂર કરી શકાય છે. બીજને અનુલક્ષીને બીજને શીતન પરિસ્થિતિઓ કે જીબરેલિક ઍસિડ અને નાઇટ્રેટ જેવા કેટલાક રસાયણો અપનાવીને અવરોધક પદાર્થોની અસર દૂર કરી સુષુપ્તતા તોડી શકાય છે. પરિયાવરણીય પરિસ્થિતિઓમાં ફેરફાર લાવીને જેવી કે પ્રકાશ અને તાપમાન જેવા પરિબળોનો ઉપયોગ કરીને બીજ સુષુપ્તતાને દૂર કરી શકાય છે.

સારાંશ

કોઈપણ સજીવ માટે વૃદ્ધિ એક અત્યંત ઉત્કૃષ્ટ ઘટના છે. કદ, ક્ષેત્રફળ, લંબાઈ, ઊંચાઈ, આકાર કોષ સંખ્યા વગેરેમાં થતો અપરિવર્તનીય વધારાયુક્ત માપદંડ છે. તેમાં કોષરસનો વધારો થવો તે પણ સમાવેશ થાય છે. વનસ્પતિઓમાંની વર્ધમાન પેશી વૃદ્ધિના સ્થાન હોય છે. મૂળાગ્ર અને પ્રરોહાગ્રની વર્ધમાન પેશીની સાથે-સાથે ઘણીવાર, આંતરવિષ્ટ વર્ધનશીલ પેશી વનસ્પતિના અક્ષની લંબાઈમાં વૃદ્ધિ દર્શાવવામાં ભાગીદારી કરે છે. ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં વૃદ્ધિ અપરિમિત હોય છે. મૂળાંગ્ર તેમજ પ્રરોહાગ્રના વર્ધનશીલ કોષો કોષવિભાજનને અનુસરીને વૃદ્ધિ દર્શાવે છે. જો આંકડાકીય કે ભૌમિતિક વૃદ્ધિ હોઈ શકે છે. કોષ/પેશી/અંગો/સજીવોમાં વૃદ્ધિ દર સામાન્યતઃ સંપૂર્ણ જીવનકાળમાં ઊંચા દર સુધી ટકતો નથી. વૃદ્ધિને મુખ્ય ત્રણ તબક્કાઓ પ્રારંભિક (લૅગ), મધ્યસ્થ (લૉગ) અને સ્થાયી (સ્ટેશનરી) વહેંચી શકાય છે. જ્યારે કોષ પોતાની વિભાજન ક્ષમતાને ગુમાવી દે છે ત્યારે વિભેદનની તરફ આગળ વધે છે. વિભેદન કોષની સંરચનાઓમાં પરિણમે છે અને અંતે કાર્યો કરવા માટે પરિપક્વ બને છે. કોષો, પેશીઓ અને સંબંધિત અંગોના વિભેદન માટે સામાન્ય નિયમ એક સમાન હોય છે. એક વિભેદિત કોષ નિર્વિભેદિત થઈ શકે છે. પછી પુનઃ વિભેદિત થાય છે. આમ, વિભેદન એ ઉન્નત પ્રક્રિયા હોઈ વિકાસની પ્રક્રિયા પણ અનુલક્ષી હોઈ શકે છે. બીજા શબ્દોમાં વિકાસ એ વૃદ્ધિ તેમજ વિભેદનનો યોગ છે. વનસ્પતિ તેના વિકાસમાં પ્લાસ્ટીસિટી દર્શાવે છે.

વનસ્પતિ વૃદ્ધિ તેમજ વિકાસ બાહ્ય તેમજ આંતરિક બંને પરિબળો દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. આંતરકોષીય આંતરિક પરિબળો રાસાયણિક પદાર્થ સ્વરૂપે હોય છે. જેને વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામક (PGRs) કહેવાય છે. વનસ્પતિઓમાં PGRsના વિવિધ સમૂહો છે. જે મુખ્યત્વે પાંચ સમૂહના નામ જાણીતા છે; ઑક્ઝિન્સ, જીબરેલિન, સાયટોકાઇનીન્સ, ઍબ્સિસિક ઍસિડ અને ઇથિલીન. આ PGRs વનસ્પતિના વિવિધ ભાગોમાં ઉત્પન્ન થાય છે. તે વિભેદન તેમજ વિકાસની વિવિધ ઘટનાઓને નિયંત્રિત કરે છે. કોઈ પણ PGRs ની વનસ્પતિની દેહધાર્મિકતા પર અસર વિવિધતાપૂર્ણ હોય છે. જ્યારે વિવિધ PGRs સમાન અસર પણ હોઈ શકે છે. આ PGR સહાયક અથવા પ્રતિરોધકના સ્વરૂપમાં કાર્ય કરે છે. વનસ્પતિની વૃદ્ધિ તેમજ વિકાસ પર પ્રકાશ, તાપમાન, પોષણ, ઑક્સિજનનું સ્તર, ગુરુત્વાકર્ષણ અને અન્ય બાહ્ય પરિબળો પણ અસર કરે છે.

કેટલીક વનસ્પતિઓ પુષ્પસર્જન પ્રકાશ અવધિ પર આધારિત હોય છે. પ્રકાશ અવધિકાળના આધારે વનસ્પતિઓને ત્રણ ભાગોમાં વહેંચી શકાય છે. લઘુ દિવસીય વનસ્પતિઓ, દીર્ઘ દિવસીય વનસ્પતિઓ તેમજ તટસ્થ દિવસીય વનસ્પતિઓ કેટલીક વનસ્પતિઓમાં પુષ્પસર્જન માટે ઓછું તાપમાન આપવામાં આવે છે. આ ઘટનાને વાસંતીકરણ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

સ્વાધ્યાય

1. વૃદ્ધિ, વિભેદન, વિકાસ, નિર્વિભેદન, પુર્નવિભેદન, સીમિત વૃદ્ધિ, વર્ધમાન અને વૃદ્ધિ દરની વ્યાખ્યા આપો.
2. 'સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં કોઈ એક પરિમાણથી વૃદ્ધિને વર્ણવી શકાય નહીં.' કેમ ?
3. ટૂંકમાં વર્ણન કરો :
   (a) આંકડાકીય વૃદ્ધિ
   (b) ભૌમિતિક વૃદ્ધિ
   (c) સિગ્મોઈડ વૃદ્ધિ વક્ર
   (d) નિરપેક્ષ તેમજ સાપેક્ષ વૃદ્ધિદર
4. પ્રાકૃતિક વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકોના પાંચ મુખ્ય સમૂહોની યાદી બનાવો. તેમના સંશોધન, દેહધાર્મિક કાર્યો અને કૃષિ કે ઉદ્યાન વિદ્યાકીય ક્ષેત્રે તેમાંથી કોઈપણ અંગેની ઉપયોગિતા વિશે લખો.
5. પ્રકાશ અવધિકાળ અને વાસંતીકરણ વિશે તમે શું સમજો છો ? તેના મહત્ત્વનું વર્ણન કરો.
6. 'ઍબ્સિસિક ઍસિડને શા માટે તણાવયુક્ત અંતઃસ્રાવ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે ?
7. 'ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં વૃદ્ધિ તેમજ વિભેદન વર્ધનશીલ હોય છે' તેની ચર્ચા કરો.
8. લઘુ દિવસીય વનસ્પતિઓ અને દીર્ઘ દિવસીય વનસ્પતિઓ બંનેમાં પુષ્પો ક્યારે એક સાથે વિકાસ પામે છે ? સમજૂતી આપો.
9. જો તમને ઉપયોગ કરવાનું કહેવામાં આવે તો તમે કયા વનસ્પતિ વૃદ્ધિ નિયામકનું નામ આપો :
   (a) કોઈ શાખામાંથી મૂળનું નિર્માણ પ્રેરવા માટે
   (b) ફળને ઝડપી પકવવા માટે
   (c) પર્ણોની જીર્ણતાને રોકવા માટે
   (d) કક્ષીય કલિકાઓમાં વૃદ્ધિ પ્રેરવા માટે
   (e) એક રોઝેટ (ગુલાબવત્ પર્ણો ધરાવતી) વનસ્પતિમાં 'બોલ્ટ' માટે
   (f) પર્ણોમાં વાયુરંધ્રને તરત જ બંધ કરવા માટે
10. શું પર્ણરહિત વનસ્પતિ પ્રકાશ અવધિના ચક્રની પ્રતિક્રિયા આપી શકે છે ? જો હા કે ના તો કેમ ?
11. જો આવું થાય તો શું થઈ શકે છે ?
    (a) GA_3ને ડાંગરના રોપાઓ પર છંટકાવ કરવામાં આવે તો....
    (b) વિભાજન પામતા કોષો વિભેદન પામવાનું બંધ કરી નાંખે તો....
    (c) એક સડેલા ફળને કાચા ફળો સાથે ઉમેરવામાં આવે તો....
    (d) જો તમારાથી સંવર્ધન માધ્યમમાં સાયટોકાઈનીન ઉમેરવાનું ભૂલી જવાય તો....