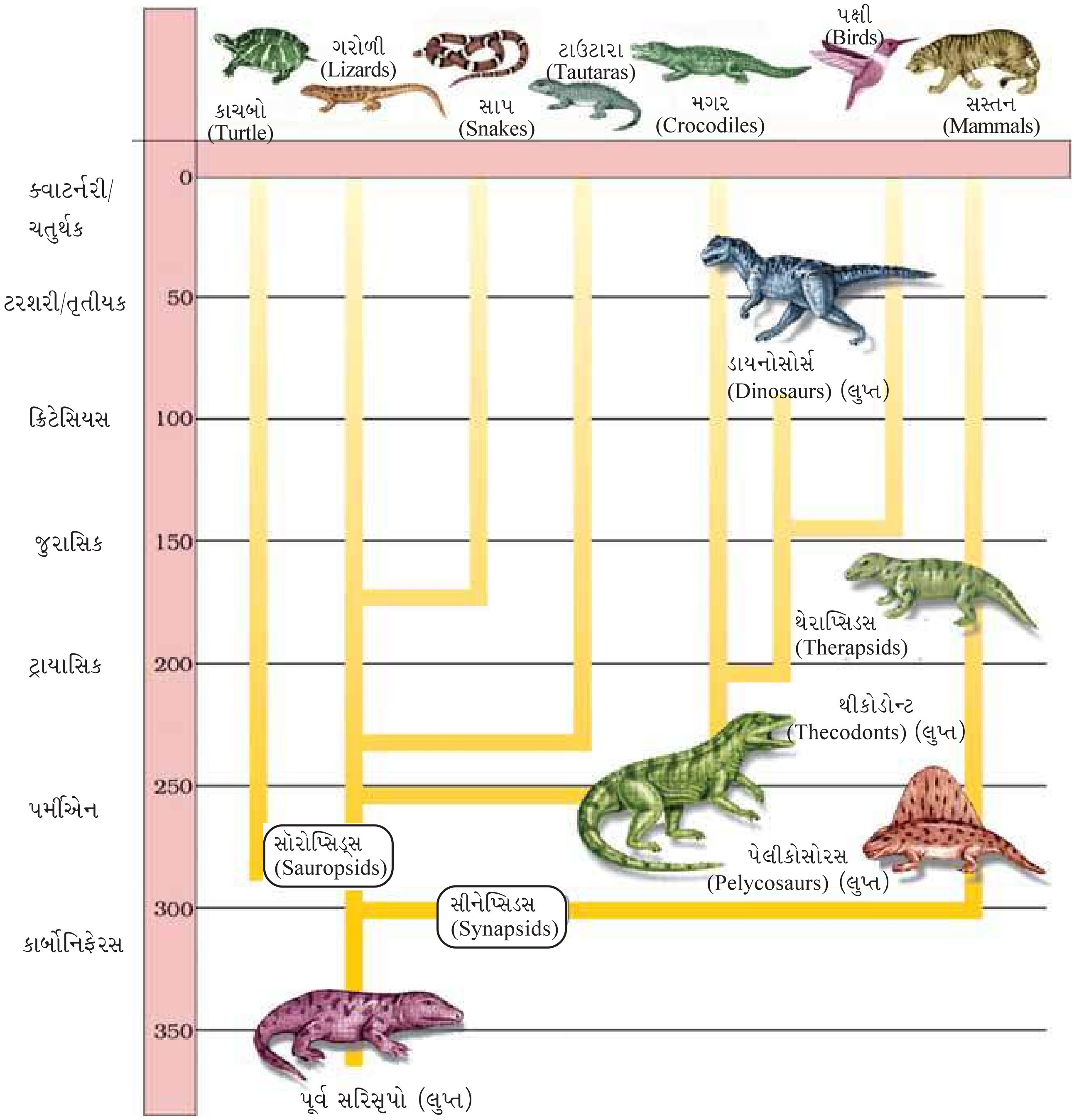


આકૃતિ 7.10 : ભૂસ્તરીય સમયગાળા દ્વારા પૃષ્ઠવંશીઓના ઉદ્‌વિકાસના ઇતિહાસનું પ્રતિનિધિત્વ

સાલામાન્ડરના પૂર્વજો હતા. ઉભયજીવોમાંથી સરિસૃપો ઊતરી આવ્યા. તેઓ જાડા કવચવાળાં ઈંડાં મૂકતાં જે ઊભયજીવીઓના ઈંડાંની માફક સૂર્યપ્રકાશમાં સુકાઈ જતા નહોતા. હાલના સમયે ફરી એકવાર આપણે કેવળ તેમના વંશજો, કાચબા, કશ્યપ અને મગરને જોઈ શકીએ છીએ. ત્યાર બાદના 200 મિલિયન વર્ષ અથવા તે દરમિયાન ભિન્ન આકાર અને કદવાળા સરિસૃપો પૃથ્વી ઉપર પ્રભાવી રહ્યા. વિશાળ ફર્નસ (ત્રિઅંગી) હાજર હતા. પરંતુ તે બધા ધીરે-ધીરે મૃત્યુ પામીને કોલસાના ભંડાર બની ગયા. તેમાંના કેટલાક સંભવતઃ 200 મિલિયન

વર્ષ પૂર્વે (ઉદાહરણ : ઈકથીઓસોરસ) મત્સ્ય જેવા સરિસૃપોમાં ઉદ્‌વિકાસ પામવા જમીન પરથી પાણીમાં પાછા ફર્યા. જમીન પર રહેવાવાળા સરિસૃપો નિશ્ચિત રીતે ડાયનોસોર્સ હતા. તેમાંનો સૌથી મોટો એટલે કે ટાયરેનોસોરસ રેક્સ *(Tyrannosaurus rex)* જે આશરે 20 ફૂટની ઊંચાઈ અને વિશાળ ભયાનક કટાર જેવા દાંત ધરાવતા હતા. આશરે 65 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે ડાયનોસોર એકાએક પૃથ્વી પરથી અદૃશ્ય થયા. આપણે તેનું સાચું કારણ જાણતા નથી. આબોહવાકીય ફેરફારોએ તેઓને માર્યા હશે તેવું કેટલાક કહે છે. કેટલાક તેવું પણ કહે છે કે તેમાંના મોટા ભાગનાં પક્ષીઓમાં ઉદ્‌વિકાસ પામ્યા. સત્યતા આ બંનેની વચ્ચેની છે. તે સમયના નાના કદના સરિસૃપો હાલ પણ અસ્તિત્વમાં છે.

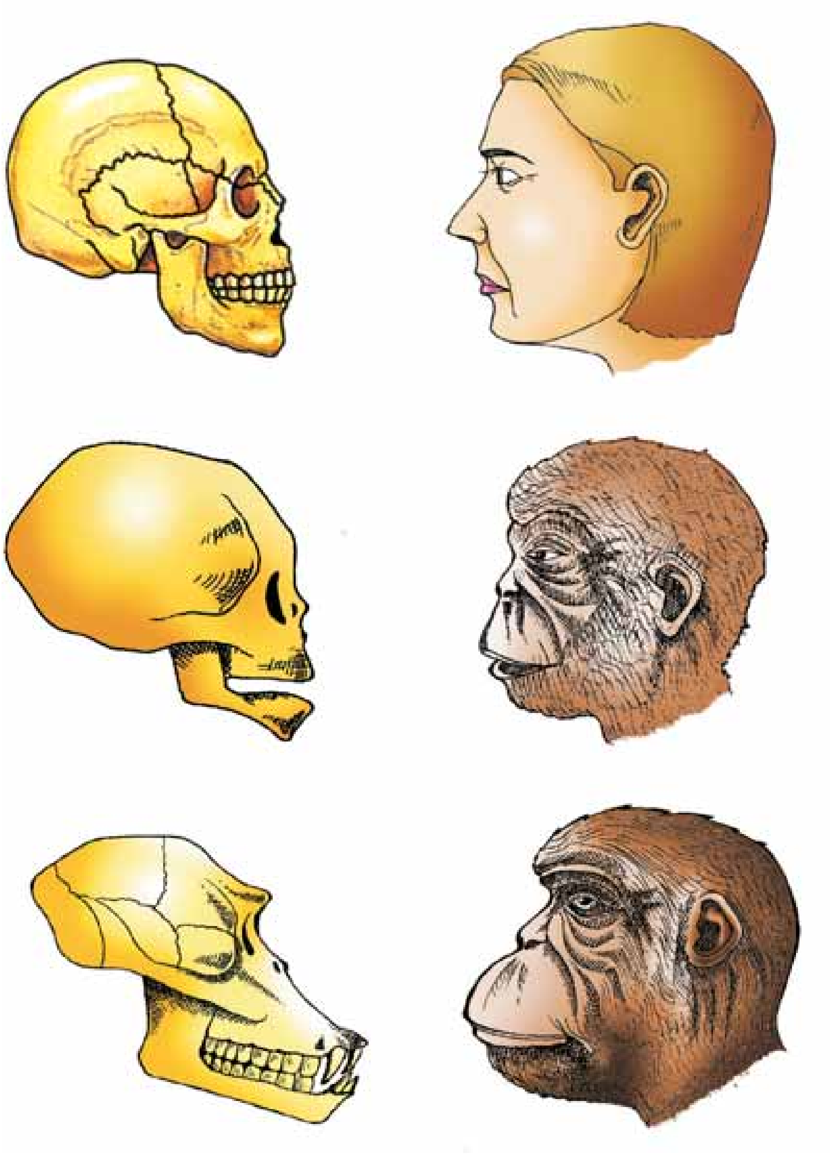
પહેલાં સસ્તનો છછૂંદર (shrews) જેવા હતા. તેમના અશ્મિઓ નાના કદના હતા. સસ્તનો અપત્યપ્રસવી (viviparous) હતા અને તેમના ન જન્મેલા બાળને માતાના શરીરની અંદર સુરક્ષિત રાખતા હતા. સસ્તનો સંવેદનશીલતા અને ભયને ટાળવાની બાબતમાં ખૂબ જ બુદ્ધિશાળી હતા. જ્યારે સરિસૃપો ઓછા થયા ત્યારે સસ્તનોએ પૃથ્વી પર કબજો જમાવ્યો. દક્ષિણ અમેરિકામાં સસ્તનો જેવા કે ઘોડા, હિપોપોટેમસ, રીંછ, સસલાં વગેરેને મળતા સસ્તનો જોવા મળતા હતા. ખંડિય વિચલન (continental drift)ના કારણે દક્ષિણ અમેરિકા, ઉત્તર અમેરિકા સાથે જોડાયું ત્યારે આ પ્રાણીઓ ઉત્તર અમેરિકાનાં પ્રાણીઓ દ્વારા છવાઈ ગયા. સમાન ખંડિય વિચલન (વિસ્થાપન)ને કારણે જ ઑસ્ટ્રેલિયામાં કોથળીધારી સસ્તનો ટકી રહ્યા છે કારણ કે તેમને અન્ય સસ્તનોથી સ્પર્ધા કરવી પડી નહિ.

આપણે એ ભૂલી ન શકીએ કે, કેટલાક સસ્તનો સંપૂર્ણ રીતે પાણીમાં જીવે છે. વ્હેલ, ડોલ્ફિન, સીલ અને દરિયાઈ ગાય એ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. ઘોડા, હાથી, શ્વાનનો ઉદ્‌વિકાસ એ ઉદ્‌વિકાસની એક વિશિષ્ટ કથા છે. તમે તેનો અભ્યાસ આગળ ઉચ્ચ વર્ગોમાં કરશો. માનવની ભાષાકીય કુશળતા અને સ્વચેતના સાથે માનવ-ઉદ્‌વિકાસની ગાથા સૌથી રોચક છે.

જીવંત સ્વરૂપોનો ઉદ્‌વિકાસ, ભૂસ્તરીય માપદંડ પર તેમનો સમય કામચલાઉ રેખાચિત્રમાં દર્શાવેલ છે (આકૃતિ 7.9 અને 7.10).

7.9 માનવની ઉત્પત્તિ અને ઉદ્‌વિકાસ (Origin and Evolution of Man)

લગભગ 15 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે ડ્રાયોપિથેક્સ તથા રામાપિથેક્સ નામના પ્રાઈમેટ અસ્તિત્વમાં હતા. તેઓ વાળવાળા તેમજ ગોરિલા અને ચિમ્પાન્ઝીની જેમ ચાલતા હતા. રામાપિથેક્સ વધુ માનવ જેવા હતા જ્યારે ડ્રાયોપિથેક્સ વધુ એપ જેવા હતા. ઈથિઓપિયા તથા તાન્ઝાનિયા (આકૃતિ 7.11)માં કેટલાક અશ્મિઓ માનવ-અસ્થિઓ જેવા મળી આવ્યા. આ માનવીય વિશિષ્ટાઓ જે એ માન્યતાને આગળ વધારે છે કે 3-4 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે માનવ જેવા પ્રાઈમેટ્સ પૂર્વી આફ્રિકામાં વિચરણ કરતા હતા. તેઓ સંભવતઃ 4 ફૂટથી ઊંચા ન હતા પરંતુ તે સીધા ચાલતા હતા. લગભગ 2 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે ઑસ્ટ્રેલોપિથેસિન સંભવતઃ પૂર્વી આફ્રિકાના ઘાસનાં મેદાનોમાં રહેતા હતા. પુરાવા દર્શાવે છે કે તે શરૂઆતમાં પથ્થરોના હથિયારોથી શિકાર કરતા હતા પરંતુ મૂળભૂત રીતે ફળો ખાતા હતા. શોધવામાં આવેલ અસ્થિઓમાંના કેટલાક અસ્થિઓ ભિન્ન હતા. આ જીવને પ્રથમ માનવ જેવા કહેવાતા માનવીય હોય તેમને હોમો હેબિલિસ કહેવાયા. તેમના મગજની ક્ષમતા 650-800 ccની વચ્ચે હતી. તે સંભવતઃ માંસ ખાતા નહોતા. 1891માં જાવામાંથી શોધાયેલ અશ્મિઓએ આગળનું ચરણ પ્રગટ કર્યું એટલે કે હોમો ઈરેક્ટ્સ જે આશરે 1.5 મિલિયન વર્ષ પૂર્વે હતા. હોમો ઈરેક્ટ્સનું મગજ મોટું હતું જે લગભગ 900 ccનું હતું. હોમો ઈરેક્ટ્સ સંભવતઃ માંસ ખાતા હતા. નિએન્ડરથલ માનવ 1400 ccના મસ્તિક



આકૃતિ 7.11 : પુખ્ત આધુનિક માનવ, બાળ ચિમ્પાન્ઝી અને પુખ્ત ચિમ્પાન્ઝીની ખોપરીની તુલના. પુખ્ત ચિમ્પાન્ઝી કરતા બાળ ચિમ્પાન્ઝીની ખોપરી પુખ્ત માનવીની ખોપરીને વધુ મળતી આવે છે

કદ સાથે 1,00,000થી 40,000 વર્ષ પૂર્વે પૂર્વી અને મધ્ય એશિયાની નજીક રહેતા હતા. તેઓ તેમના શરીરની રક્ષા માટે ખાલનો ઉપયોગ કરતા હતા અને તેમના મૃતકોને જમીનમાં દાટતા હતા. હોમો સેપિયન્સ આફ્રિકામાં પ્રગટ થયા (વિકસિત થયા) તથા સમગ્ર ખંડોમાં સ્થળાંતરિત થયા અને ભિન્ન જાતોમાં વિકસિત થયા. 75,000 – 10,000 વર્ષ અગાઉ હિમયુગ દરમિયાન આધુનિક હોમો સેપિયન્સ પ્રગટ થયા. પ્રાગૈતિહાસિક ગુફા-કલાનો વિકાસ લગભગ 18,000 વર્ષો અગાઉ થયો હતો. પ્રાગૈતિહાસિક માનવ દ્વારા તૈયાર કરેલ ચિત્રો મધ્યપ્રદેશના સાયસન જિલ્લામાં ભીમલકતા ખડક ઉપરની આવી એક ગૂફામાં જોવા મળે છે. આશરે 10,000 વર્ષો પૂર્વે કૃષિ શરૂ થઈ અને માનવ-વસાહતો શરૂ થઈ. પછી જે થયું તે માનવના ઈતિહાસની વૃદ્ધિ અને સંસ્કૃતિના ઘટાડાનો ભાગ હતો.

સારાંશ

બ્રહ્માંડ અને ખાસ કરીને પૃથ્વીના ઉદ્ભવની પૃષ્ઠ ભૂમિમાં જ પૃથ્વી પર જીવનની ઉત્પત્તિને સમજી શકાય. મોટા ભાગના વૈજ્ઞાનિકોનો વિશ્વાસ રાસાયણિક ઉદ્વિકાસમાં છે એટલે કે જીવનના પ્રથમ કોષીય સ્વરૂપોના દૃશ્યમાન થયા પૂર્વે જૈવિક અણુઓ નિર્માણ પામ્યા. પ્રથમ સજીવો પછીની ઘટનાઓ જેમ કે જીવના પ્રથમ સ્વરૂપનું શું થયું ? તેનો આધાર પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા જૈવ (કાર્બનિક) ઉદ્વિકાસ જેવા ડાર્વિનના વિચાર પર છે. લાંબાં વર્ષો દરમિયાન જીવંત સ્વરૂપોમાં વિવિધિતા આવી છે. એવું માનવામાં આવે છે કે વસ્તીમાં ભિન્નતાઓ થવાની એ ચલિત યોગ્યતાને પરિણામે છે. અન્ય ઘટના જેવી કે નિવાસસ્થાન વિભાજન અને જનીનિક વિચલન (genetic drift) આ વિવિધતાઓને નવી જાતિઓ અને તેથી ઉદ્વિકાસ તરફ દોરી જાય છે. શાખાકીય અવતરણનું સ્પષ્ટીકરણ સમાનતાએ કર્યું. તુલનાત્મક અંતઃસ્થવિદ્યા, અશ્મિઓ અને તુલનાત્મક જૈવરસાયણશાસ્ત્ર ઉદ્વિકાસના પુરાવા પૂરા પાડે છે. કોઈ એક જ જાતિની ઉદ્વિકાસની કથાઓ પૈકી આધુનિક માનવના ઉદ્વિકાસની કથા સૌથી રોચક છે અને લાગે છે કે માનવ-મગજ અને ભાષામાં સમાંતર ઉદ્વિકાસ ચાલે છે.

સ્વાધ્યાય

1. ડાર્વિનના પસંદગીવાદના પરિપ્રેક્ષ્યમાં બૅક્ટેરિયામાં જોવા મળતી પ્રતિજૈવિક પ્રતિકારકતાનું સ્પષ્ટીકરણ કરો.
2. સમાચારપત્રો અને લોકપ્રિય વૈજ્ઞાનિક લેખોમાંથી કોઈ નવા અશ્મિઓની શોધ અથવા ઉદ્વિકાસ સંબંધિત મતભેદોની જાણકારી પ્રાપ્ત કરો.
3. જાતિ શબ્દની સ્પષ્ટ વ્યાખ્યા આપવા પ્રયત્ન કરો.
4. માનવ-ઉદ્વિકાસનાં વિભિન્ન પાસાંઓને શોધો (સંકેત : મગજનું કદ અને કાર્ય, કંકાલ-બંધારણ, ખોરાકની પસંદગી વગેરે).
5. ઇન્ટરનેટ અને લોકપ્રિય વૈજ્ઞાનિક લેખો દ્વારા શોધો કે શું માનવ સિવાયના કોઈ પ્રાણીઓમાં સ્વ-સભાનતા છે ?
6. ઇન્ટરનેટ સંસાધનોનો ઉપયોગ કરીને આજના આધુનિક 10 પ્રાણીઓ અને તેમનાં પ્રાચીન અશ્મિઓની જોડ બનાવો. બંનેનાં નામ આપો.
7. વિવિધ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનાં ચિત્રો દોરવાની પ્રૅક્ટિસ કરો.
8. અનુકૂલિત પ્રસરણનું એક ઉદાહરણ વર્ણવો.
9. શું આપણે માનવ-ઉદ્વિકાસને અનુકૂલિત પ્રસરણ કહી શકીએ ?
10. વિવિધ સંસાધનો જેવા કે શાળાનું પુસ્તકાલય અથવા ઇન્ટરનેટનો ઉપયોગ અને તમારા શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરી કોઈ પણ એક પ્રાણીના ઉદ્વિકાસીય તબક્કા શોધો. જેમકે ઘોડો.

એકમ 8
માનવ-કલ્યાણમાં જીવવિજ્ઞાન
(Biology in Human Welfare)

પ્રકરણ 8
માનવસ્વાસ્થ્ય અને રોગો
પ્રકરણ 9
અન્ન-ઉન્નતીકરણ માટેની કાર્યનીતિ
પ્રકરણ 10
માનવ-કલ્યાણમાં સૂક્ષ્મ જીવો

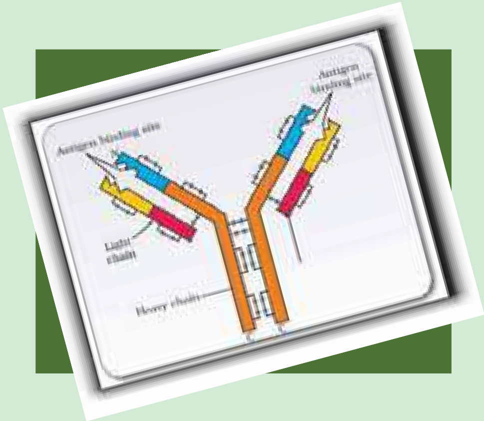
જીવવિજ્ઞાન, નૈસર્ગિક વિજ્ઞાનની સૌથી તરુણ ઔપચારિક વિદ્યાશાખા છે. જીવવિજ્ઞાનની તુલનામાં ભૌતિક અને રસાયણવિજ્ઞાનમાં પ્રગતિ ખૂબ જ ઝડપથી થયેલી છે. આપણા રોજિંદા જીવનમાં જીવવિજ્ઞાનની સાપેક્ષે ભૌતિક અને રસાયણવિજ્ઞાનનો ઉપયોગ ઘણો વધારે થાય છે. જોકે 20મી અને 21મી સદીમાં માનવ-કલ્યાણમાં ખાસ કરીને સ્વાસ્થ્યક્ષેત્રમાં અથવા કૃષિ-ક્ષેત્રમાં જીવવિજ્ઞાનના જ્ઞાનનો ઉપયોગ સ્પષ્ટ રીતે વ્યક્ત કરેલો છે. પ્રતિજૈવિકો (antibiotics) તેમજ સંશ્લેષિત વનસ્પતિજન્ય વ્યુત્પન્ન પામેલ દવાઓ અને નિશ્ચેતકો વગેરેની શોધે એક તરફ ચિકિત્સા-વ્યવસાય અને બીજી તરફ માનવ-સ્વાસ્થ્યના ક્ષેત્રમાં અભૂતપૂર્વ પરિવર્તન કરેલું છે. આ વર્ષોમાં માનવના જીવનની સંભાવનામાં નાટકીય રીતે પરિવર્તન આવેલા છે. માનવસમૂહમાં કૃષિ મહાવરા, ખોરાકની પ્રક્રિયા અને નિદાનશાસ્ત્રએ સામાજિક, સાંસ્કૃતિક પરિવર્તન ઉત્પન્ન કરેલું છે. આ એકમમાં નીચે આપેલ ત્રણ પ્રકરણોમાં સંક્ષિપ્ત વિવરણ રજૂ કરવામાં આવેલું છે.

એમ. એસ. સ્વામીનાથન
(M. S. Swaminathan)
(1925)

(તેમનો) જન્મ ઑગસ્ટ, 1925માં તમિલનાડુના કુમ્બાકોનમમાં થયો હતો. મોનકામ્બુ સાંબાસિવન સ્વામીનાથને (Monkambu Sambasivan Swaminathan) મદ્રાસ (ચેન્નાઈ) વિશ્વવિદ્યાલયમાંથી વનસ્પતિવિજ્ઞાનમાં સ્નાતક અને સ્નાતકોત્તર પદવીઓ પ્રાપ્ત કરી હતી. તેમણે ભારતવર્ષ તેમજ વિદેશોમાં આવેલી કેટલીક સંસ્થાઓમાં અલગ-અલગ હોદ્દાઓ પર કાર્ય કર્યું તેમજ વનસ્પતિ સંવર્ધન અને જનીનવિદ્યામાં તેમની વિદ્વતાનો વિકાસ કર્યો હતો.

ભારતીય કૃષિવિજ્ઞાન અનુસંધાન સંસ્થા (IARI – Indian Agriculture Research Institute)માં આવેલી કોષ જનીન વિદ્યાશાખા તથા વિકિરણ સંશોધન કેન્દ્રમાં તેમણે તેમજ તેમના સાથીદારોએ ટૂંકા સમયમાં વધુ ઉત્પાદન આપવાવાળી ડાંગરની જાતો વિકસાવી તેમાં સુગંધિત બાસમતીનો પણ સમાવેશ થાય છે. તેઓ પાક-અલ્પાહાર (crop cafeteria), પાક-કાર્યક્રમ (crop scheduling) અને જનીનિક રીતે સુધારેલી તેમજ ગુણવત્તાસભર પેદાશો વગેરે સાથે સંબંધિત ધારણાઓનો વિકાસ કરનાર વૈજ્ઞાનિક તરીકે પણ ઓળખાય છે.

સ્વામીનાથને નૉરમેન બોરલોગ (Norman Borlaug)ની સાથે મળીને કાર્ય આરંભ કર્યું કે જેના પરિણામ સ્વરૂપે ભારતવર્ષમાં ઘઉંની મેક્સિકન જાતોના પ્રવેશથી સીમાંત ઉત્કર્ષમય ‘હરિત ક્રાંતિ’ આવી. તેમના આ કાર્યને ખૂબ જ માન્યતા પ્રાપ્ત થઈ તેમજ પ્રશંસા પ્રાપ્ત થઈ. તેઓ ‘લેબ-ટુ-લૅન્ડ’ કાર્યક્રમના તથા ખાદ્ય-સુરક્ષા અને કેટલાક અન્ય પર્યાવરણીય કાર્યક્રમોના પ્રારંભકર્તા રહ્યા છે. તેમને રાજકીય સન્માન ‘પદ્મભૂષણ’ તથા કેટલીક ઉત્કૃષ્ટ સંસ્થાઓ દ્વારા પ્રતિષ્ઠાપૂર્ણ પુરસ્કાર, મૅડલ અને ફેલોશિપ મળવાનું ગૌરવ પ્રાપ્ત થયેલું છે.



પ્રકરણ 8

માનવ-સ્વાસ્થ્ય અને રોગો
(Human Health and Disease)

8.1 માનવમાં સામાન્ય રોગો

8.2 પ્રતિકારકતા

8.3 એઈડ્સ

8.4 કૅન્સર

8.5 નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહૉલનો દુરુપયોગ

સ્વાસ્થ્યને લાંબા સમયથી શરીર અને મનની એવી સ્થિતિ માનવામાં આવતી હતી, જેમાં દેહના કેટલાક વાત, પિત્ત અને કફ જેવા દોષો (humors)નું સંતુલન જળવાઈ રહેતું હતું. પ્રાચીન ગ્રીકના હિપ્પોક્રેટ્સ તેમજ ભારતીય આયુર્વેદિક ચિકિત્સા તંત્ર પણ આ જ માનતું હતું. એવું માનવામાં આવતું હતું કે, 'કાળું પિત્ત' (blackbile) ધરાવતા વ્યક્તિ ગરમ મિજાજવાળા હતા અને તેમને તાવ રહેતો હતો. આ પ્રકારના તારણ પાછળ માત્ર શુદ્ધ વિચારધારા હતી. પ્રયોગાત્મક પદ્ધતિઓ દ્વારા વિલિયમ હાર્વેએ કરેલ રુધિર-પરિવહનની શોધ અને થરમૉમિટરના ઉપયોગ દ્વારા નિદર્શન કર્યું કે કાળું પિત્ત ધરાવતા વ્યક્તિઓના શરીરમાં તાપમાન સામાન્ય હતું; તેનાથી સ્વાસ્થ્યની 'સારી તરલ' (good humor) વિશેની પરિકલ્પના ખોટી પુરવાર થઈ. પછીનાં વર્ષોમાં, જીવવિજ્ઞાને દર્શાવ્યું કે ચેતાતંત્ર અને અંતઃસ્રાવી તંત્ર આપણા પ્રતિકાર તંત્રને અસર કરે છે અને તેના દ્વારા પ્રતિકાર તંત્ર આપણું સ્વાસ્થ્ય જાળવી રાખે છે. આમ, મન અને માનસિક અવસ્થા આપણી તંદુરસ્તીને અસર કરે છે. એમાં કોઈ સંદેહ નથી કે આપણું સ્વાસ્થ્ય નીચે આપેલ બાબતોથી પ્રભાવિત થાય છે :

(i) જનીનિક ખામીઓ - ખામીયુક્ત બાળકનો જન્મ થાય છે અને ખામીઓની અસરો જે બાળકને જન્મથી જ તેનાં માતાપિતા પાસેથી વારસામાં મળે છે.

(ii) ચેપ અને

(iii) આપણી જીવનશૈલી જેમાં ખોરાક જે આપણે ખાઈએ છીએ, પાણી જે આપણે પીએ છીએ, આરામ અને વ્યાયામ કે જે શરીરને આપણે આપીએ છીએ. આદતો, જે આપણે ધરાવીએ છીએ અથવા તેનો અભાવ હોય છે.

સ્વાસ્થ્ય શબ્દ લોકો દ્વારા વારંવાર વપરાય છે. *તેને કઈ રીતે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય ?* તેનો અર્થ માત્ર 'રોગની અનઉપસ્થિતિ' કે 'શારીરિક સ્વસ્થતા નથી'. તેને સંપૂર્ણપણે શારીરિક, માનસિક અને સામાજિક અર્થમાં લઈ શકાય. જ્યારે લોકો સ્વસ્થ હોય છે ત્યારે તેઓ વધુ સક્ષમતાથી કામ કરી શકે છે. જેનાથી ઉત્પાદકતામાં વધારો થાય છે અને આર્થિક સમૃદ્ધિમાં વધારો થાય છે. સ્વાસ્થ્ય એ આયુષ્ય વધારે છે તેમજ શિશુ અને માતાના મૃત્યુદરમાં ઘટાડો કરે છે.

સારું સ્વાસ્થ્ય જાળવી રાખવા માટે સંતુલિત આહાર, વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા અને નિયમિત વ્યાયામ પણ ખૂબ જ અગત્યના છે. શારીરિક અને માનસિક સ્વાસ્થ્ય પ્રાપ્ત કરવા માટે પ્રાચીનકાળથી યોગનો અભ્યાસ પણ કરાય છે. રોગો પ્રત્યે જાગૃતતા અને શરીરનાં વિવિધ કાર્યો પર તેમની અસરો, ચેપગ્રસ્ત રોગો સામે રસીકરણ (vaccination), ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોનો યોગ્ય નિકાલ, વાહકોનું નિયંત્રણ તેમજ આરોગ્યપ્રદ ખોરાક અને પાણીના સ્રોતોની જાળવણી વગેરે સારું સ્વાસ્થ્ય મેળવવા માટે જરૂરી છે.

જ્યારે શરીરનાં એક કે વધુ અંગો કે તંત્રોનાં કાર્યોની પ્રતિકૂળ અસરો થાય, જેને કારણે વિવિધ ચિહ્નો કે લક્ષણો જોવા મળે છે, ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે આપણે સ્વસ્થ (તંદુરસ્ત) નથી એટલે કે આપણને **રોગ (disease)** થયો છે. રોગોને મોટે ભાગે **ચેપી (infectious)** તેમજ **બિનચેપી (non-infectious)** જેવા સમૂહોમાં વહેંચવામાં આવે છે. જે રોગો એક વ્યક્તિમાંથી બીજી વ્યક્તિમાં સરળતાથી ફેલાય તેને **ચેપી રોગ (infectious diseases)** કહે છે. ચેપી રોગો સામાન્ય છે અને આપણે ક્યારેક તેના શિકાર થઈએ જ છીએ. કેટલાક ચેપી રોગો જેવાં કે એઇડ્સ (AIDS) ઘાતક છે. બિનચેપી રોગોમાં કેન્સર મૃત્યુનું મુખ્ય કારણ છે. નશાકારક પદાર્થો (drugs) અને આલ્કોહૉલનું સેવન પણ આપણા સ્વાસ્થ્યને પ્રતિકૂળ રીતે પ્રભાવિત કરે છે.

8.1 માનવમાં સામાન્ય રોગો (Common Diseases in Humans)

મનુષ્યમાં રોગો સર્જવા માટે અનેક સજીવો જેવાં કે, બૅક્ટેરિયા, વાઇરસ, ફૂગ, પ્રજીવ, કૃમિ જવાબદાર છે. આવા રોગપ્રેરક સજીવોને **રોગકારકો (pathogens)** કહેવાય છે. આમ, બધા પરોપજીવીઓ રોગકારકો છે; કારણ કે, તેઓ યજમાનના દેહમાં કે દેહ ઉપર રહીને તેને નુકસાન પહોંચાડે છે. રોગકારકો આપણા શરીરમાં અનેક પ્રકારે પ્રવેશી, ગુણન પામી, આપણી આવશ્યક ક્રિયાઓમાં ખલેલ પહોંચાડે છે. પરિણામે, બાહ્યાકાર અને કાર્યાત્મક ક્ષતિ સર્જાય છે. રોગકારકો માટે જરૂરી છે કે તેઓ યજમાનના અંતઃ પર્યાવરણ અનુસાર પોતાનું જીવન અનુકૂલિત કરે. ઉદાહરણ તરીકે, જે રોગકારકો આંત્રમાર્ગમાં પ્રવેશે છે તેઓમાં જઠરના નિમ્ન pHમાં જીવંત રહેવા અને ભિન્ન પાચક ઉત્સેચકોનો પ્રતિરોધ કરવાની ક્ષમતા હોવી જોઈએ. રોગકારક સજીવોના વિવિધ વર્ગોનાં સ્વરૂપો અને તેમના દ્વારા થતા રોગો વિશે આપણે અહીં ચર્ચા કરીશું. આ ઉપરાંત તેઓના પ્રતિકાર અને નિયંત્રણના ઉપાયોને પણ અહીં સંક્ષિપ્તમાં વર્ણવ્યા છે.

સાલ્મોનેલા ટાઇફી *(Salmonella typhi)* એ રોગકારક જીવાણુ છે જે મનુષ્યમાં **ટાઇફૉઇડ (typhoid)**નો તાવ પ્રેરે છે. સામાન્ય રીતે આ રોગકારક દૂષિત આહાર અને પાણી દ્વારા નાના આંતરડામાં પ્રવેશે છે અને ત્યાંથી તે રુધિર દ્વારા શરીરનાં અન્ય અંગોમાં પહોંચે છે. આ રોગનાં સામાન્ય લક્ષણો–સતત વધુ તાવ (39° સેથી 40° સે), નબળાઈ, પેટમાં દુઃખાવો, કબજિયાત, માથું દુખવું અને ભૂખ ન લાગવી. તીવ્રતાની સ્થિતિમાં આંત્રમાર્ગમાં કાણાં પડવા અને મૃત્યુ પણ સંભવિત છે. આ રોગનું નિદાન **વિડાલ ટેસ્ટ (Widal Test)** દ્વારા થાય છે. મેડિકલક્ષેત્રે આનું ઉત્કૃષ્ટ ઉદાહરણ મેરી મેલોન

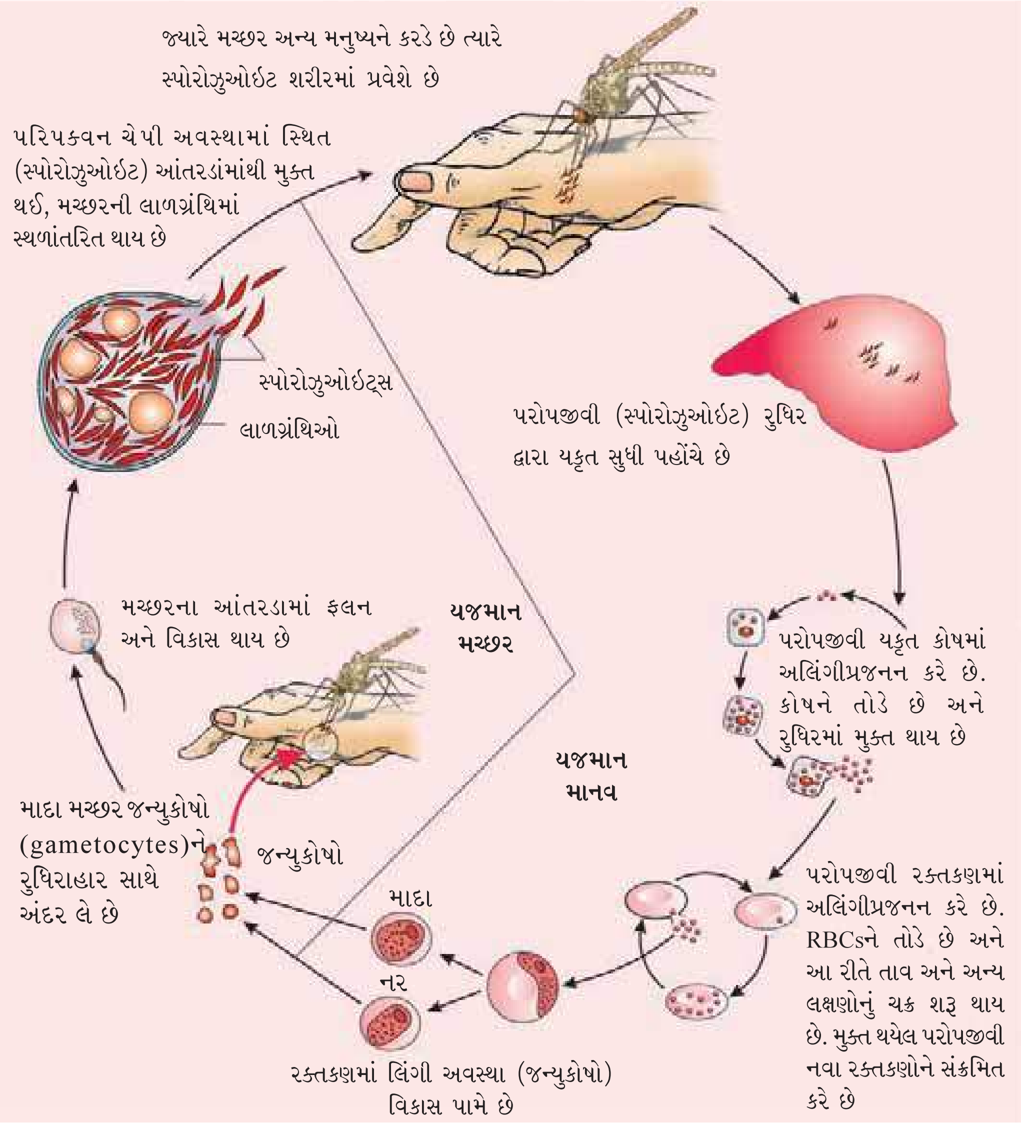
(Mary Mallon) છે. જેમનું ઉપનામ ટાઇફૉઇડ મેરી છે. જે વ્યાવસાયિક રીતે રસોયણ હતી અને તેણીના દ્વારા બનાવવામાં આવતા ખોરાક દ્વારા તેઓ વર્ષો સુધી આ રોગના વાહક બની રહ્યા.

સ્ટ્રેપ્ટોકોક્સ ન્યુમોની *(Streptococcus pneumoniae)* અને હીમોફિલસ ઇન્ફ્લ્યુએન્ઝા *(Haemophilus influenzae)* જેવા જીવાણુ મનુષ્યમાં **ન્યુમોનિયા (pneumonia)** પ્રેરવા માટે જવાબદાર છે. જે ફેફસાંમાંના વાયુકોષ્ઠો (હવાભરેલી કોથળીઓ)ને સંક્રમિત કરે છે. જેને પરિણામે વાયુકોષ્ઠો પ્રવાહીથી ભરાતા, શ્વસનસંબંધી ગંભીર સમસ્યાઓ સર્જાય છે. આ રોગનાં લક્ષણોમાં તાવ, ઠંડી, કફ અને માથું દુખવું વગેરે છે. તીવ્ર સ્થિતિમાં હોઠ અને આંગળીઓના નખ ભૂખરાથી વાદળી રંગના થઈ જાય છે. સ્વસ્થ મનુષ્યમાં તેનો ફેલાવો રોગિષ્ઠ વ્યક્તિ દ્વારા ખાંસી કે છીંક દ્વારા મુક્ત કરવામાં આવેલાં બિંદુકો (droplets) અથવા એરોસોલ્સ (વાયુવિલયો-aerosols) શ્વાસ દ્વારા અંદર લેવાથી કે રોગિષ્ઠ વ્યક્તિનાં ગ્લાસ તેમજ વાસણોને વાપરવાથી થાય છે. અતિસાર (મરડો-dysentery), પ્લેગ, ડિપ્થેરિયા વગેરે મનુષ્યમાં થતા અન્ય જીવાણુજન્ય રોગો છે.

ઘણા વાઈરસ પણ મનુષ્યમાં રોગકારક હોય છે. જેમાંનો એક સમૂહ રિહ્નો વાઈરસ (rhino virus), જે મનુષ્યમાં સૌથી વધુ સંક્રમિત રોગ **સામાન્ય શરદી (common cold)** ફેલાવે છે. તે નાક અને શ્વસનમાર્ગને સંક્રમિત કરે છે. જ્યારે ફેફસાંને સંક્રમિત કરતાં નથી. તેનાં સામાન્ય લક્ષણોમાં- નાક બંધ થવું (nasal congestion) અને તેમાંથી સ્રાવ થવો, ગળું સુકાવવું (sore throat), ઘસારો (hoarseness), કફ, માથું દુખવું, થાક લાગવો વગેરે, જે 3-7 દિવસ સુધી જોવા મળે છે. દર્દીની ખાંસી કે છીંક દ્વારા નીકળતાં બિંદુકો જ્યારે સ્વસ્થ વ્યક્તિ દ્વારા શ્વાસમાં અંદર લેવાથી કે પેન, પુસ્તક, પ્યાલો, દરવાજાના હેન્ડલ, કમ્પ્યૂટરનાં કી-બૉર્ડ કે માઉસ વગેરે દ્વારા પણ તેનો ફેલાવો થાય છે.

મનુષ્યમાં કેટલાક રોગો પ્રજીવો દ્વારા પણ થાય છે. તમે **મૅલેરિયા (malaria)** વિશે સાંભળ્યું જ હશે. તે એક એવો રોગ છે કે જેની સામે મનુષ્ય વર્ષોથી લડી રહ્યો છે (સામનો કરી રહ્યો છે). આ રોગ માટે પ્લાઝમોડિયમ નામનું નાનું પ્રજીવ જવાબદાર છે. પ્લાઝમોડિયમની ભિન્ન જાતિઓ *(P. vivax, P. malaria, P. falciparum)* વિવિધ પ્રકારના મૅલેરિયા માટે જવાબદાર છે. આમાંથી પ્લાઝમોડિયમ ફાલ્સીપેરમ દ્વારા થતો મૅલેરિયા સૌથી ગંભીર છે અને તે ઘાતક પણ હોઈ શકે છે.

ચાલો, આપણે પ્લાઝમોડિયમના જીવનચક્ર પર પણ દૃષ્ટિ કરીએ (આકૃતિ 8.1). સંક્રમિત એનોફિલિસ માદા મચ્છર જ્યારે મનુષ્યને કરડે છે ત્યારે પ્લાઝમોડિયમ સ્પોરોઝુઓઇટ સ્વરૂપે મનુષ્યના દેહમાં પ્રવેશે છે. શરૂઆતમાં આ પરોપજીવી યકૃત કોષોમાં ગુણન પામે છે અને પછી રક્તકણો પર આક્રમણ કરે છે. જેથી તેઓ ફાટી જાય છે. રક્તકણોના ફાટવાથી એક વિષ પદાર્થ હીમોઝોઇન મુક્ત થાય છે. જેને અનુસરીને દર 3થી 4 દિવસે ઠંડી લાગે છે અને વધુ તાવ પ્રેરાય છે. આ તબક્કે માદા એનોફિલિસ મચ્છર ચેપી વ્યક્તિને કરડે છે ત્યારે આ પરોપજીવી મચ્છરના શરીરમાં પ્રવેશે છે. જ્યાં તેમનો વિકાસ આગળ થાય છે ત્યાં તેઓ ગુણન પામીને સ્પોરોઝુઓઇટ સર્જે છે. જે મચ્છરની લાળગ્રંથિમાં સંગૃહીત થાય છે અને જ્યારે આ માદા એનોફિલિસ મચ્છર કોઈ વ્યક્તિને કરડે છે ત્યારે આ પરોપજીવી તેના શરીરમાં પ્રવેશે અને તેઓનો વિકાસ ઉપર જણાવ્યા મુજબ અહીં થાય છે. અહીં રસપ્રદ વાત એ છે કે, મૅલેરિયાના પરોપજીવીને પોતાનું જીવનચક્ર પૂર્ણ કરવા માટે બે યજમાનની જરૂર પડે છે - મનુષ્ય અને મચ્છર, (આકૃતિ 8.1); માદા એનોફિલિસ મચ્છર આ રોગના વાહક છે.



આકૃતિ 8.1 : પ્લાઝમોડિયમના જીવનચક્રના તબક્કાઓ

મનુષ્યના મોટા આંતરડામાં જોવા મળતા પરોપજીવી પ્રજીવ **ઍન્ટઅમીબા હિસ્ટોલાયટિકા** (***Entamoeba histolytica***) દ્વારા **અમીબીઆસિસ (amoebiasis)** કે અમીબીય મરડો **(amoebic dysentery)** થાય છે. તેનાં લક્ષણોમાં કબજિયાત થવી, ઉદરમાં દુખાવો અને ખેંચાણ, મળમાં અતિશ્લેષ્મ અને રુધિરની ગાંઠો જોવા મળે છે. ઘરમાખીઓ આ રોગના યાંત્રિક વાહકો છે, જે ચેપગ્રસ્ત મળમાંના પરોપજીવીને ખોરાક તેમજ તેની પેદાશો સુધી વહન કરી તેને દૂષિત કરે છે. આ રીતે મળ દ્વારા દૂષિત થયેલ પીવાનું પાણી અને ખોરાક આ ચેપ કે ફેલાવાના મુખ્ય સ્રોત છે.

કરમિયા જેવા ગોળકૃમિ અને વુકેરેરિયા જેવા ફિલારીઅલ કૃમિ (હાથીપગાનું કૃમિ) મનુષ્યમાં રોગકારક છે. આંત્રમાર્ગીય પરોપજીવી કરમિયું એ **એસ્કેરીઆસીસ (કૃમિજન્ય રોગ)** માટે જવાબદાર છે. આ રોગનાં લક્ષણો- આંતરિક રક્તસ્રાવ, સ્નાયુમય દુખાવો, તાવ, એનીમિયા અને આંત્રમાર્ગમાં અવરોધ છે. ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિના મળ સાથે આ પરોપજીવીનાં ઈંડાં બહાર આવે છે. માટી, પાણી તેમજ વનસ્પતિઓને દૂષિત કરે છે. સ્વસ્થ વ્યક્તિમાં તેનો ફેલાવો આવા દૂષિત પાણી, શાકભાજી, ફળ વગેરેના સેવનથી થાય છે.

વુકેરેરિયા (*W. bancrofti* અને *W. malayi*) ફિલારીઅલ કૃમિ (હાથીપગાનું કૃમિ) છે. જેઓ પશ્ચઉપાંગોની લસિકાવાહિનીઓમાં ધીમે-ધીમે દીર્ઘકાલીન સોજો (chronic inflamation) સર્જી વર્ષો સુધી તેઓ તેમાં (યજમાનમાં) રહે છે. જેથી આ રોગને **હાથીપગો (elephantiasis)** કે **ફિલારિઆસિસ (filariasis)** કહે છે (આકૃતિ 8.2). ઘણી વાર આ રોગથી જનનાંગો પણ પ્રભાવિત થાય છે, જેથી ઘણી મોટી વિકૃતિઓ સર્જાઈ શકે છે. રોગવાહક માદા મચ્છર જ્યારે સ્વસ્થ વ્યક્તિને કરડે છે ત્યારે આ રોગકારક તે વ્યક્તિના શરીરમાં ફેલાય છે.

આકૃતિ 8.2 : હાથીપગાને લીધે એક પગના નીચેના ભાગમાં સોજો દર્શાવતી આકૃતિ

માઈક્રોસ્પોરમ, ટ્રાયકોફાયટોન અને એપિડર્મોફાયટોન *(Microsporum, Trichophyton, Epidermophyton)* જેવી ફૂગ મનુષ્યમાં **દાદર (ringworm)** માટે જવાબદાર છે કે જે મનુષ્યમાં મોટા ભાગના ચેપી રોગો પૈકી એક છે. શરીરના વિવિધ ભાગો જેવાં કે ત્વચા, નખ અને શિરોત્વચા (scalp) વગેરે પર તે શુષ્ક, શલ્કીય ઉઝરડા (scaly lesions) સ્વરૂપે દેખાય છે. જે આ રોગનાં મુખ્ય લક્ષણો છે (આકૃતિ 8.3). આવા જખમમાં તીવ્ર ખંજવાળ આવે છે. જે હૂંફાળા અને ભેજયુક્ત વાતાવરણ ફૂગમાં વૃદ્ધિ પ્રેરે છે. ગડીયુક્ત ત્વચાસ્થાને જેમ કે, જાંઘપ્રદેશ તેમજ પગની આંગળીઓ આવા વિસ્તારો છે. દાદર સામાન્યપણે માટી કે ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિના ટુવાલ, કપડાં કે કાંસકાનો ઉપયોગ કરવાથી થાય છે.

આકૃતિ 8.3 : ગોળકૃમિથી ત્વચાનો અસરગ્રસ્ત વિસ્તાર દર્શાવેલ આકૃતિ

અનેક ચેપી રોગોના અવરોધ અને નિયંત્રણ માટે વ્યક્તિગત તેમજ જનસમુદાય સ્વચ્છતા જાળવવી અગત્યની છે. વ્યક્તિગત સ્વચ્છતામાં શરીરને ચોખ્ખું રાખવું; પીવા માટે શુદ્ધ પાણી, ખોરાક, શાકભાજી વગેરેના સેવનનો સમાવેશ થાય છે. જનસમુદાય સ્વચ્છતામાં નકામા તેમજ ઉત્સર્ગ પદાર્થોનો યોગ્ય નિકાલ, જળાશયો, કુંડ (pool), ખાળકૂવા (cess pool), ટાંકી વગેરેની સમયાંતરે સફાઈ તેમજ ચોખ્ખા રાખવા તદુપરાંત લોક-ઉપભોગ્ય (public catering)માં પણ સ્વચ્છતાનાં ધારાધોરણનું પાલન થાય તે જોવું જરૂરી છે. આવા ઉપાયો વિશિષ્ટરૂપે એવાં સ્થાનો પર અનિવાર્ય છે કે જ્યાં ચેપી રોગકારકો ખોરાક અને પાણીના માધ્યમ દ્વારા ફેલાતા હોય જેવાં કે, ટાઇફોઇડ, એમીબીઆસિસ, એસ્કેરીઆસિસ વગેરે. ન્યુમોનિયા અને શરદી જેવા હવાપ્રેરિત (air-borne) રોગોમાં ઉપર્યુક્ત જણાવેલ ઉપાયોના ઉપચારરૂપે ચેપી વ્યક્તિના ગાઢ સંપર્ક તેમજ તેમના દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાયેલ વસ્તુઓનો ઉપયોગ ટાળવો જોઈએ. કીટકો દ્વારા ફેલાતા રોગ જેવાં કે મૅલેરિયા અને ફિલારિઆસિસમાં મહત્ત્વપૂર્ણ બાબત એ છે કે, રોગવાહકો અને તેમનાં પ્રજનનસ્થળો (breeding site)નું નિયંત્રણ અને તેમનો નાશ આવશ્યક છે. આ હેતુ સિદ્ધ કરવા માટે રહેણાંક વિસ્તારમાં અને તેની આસપાસ પાણીને જમા ન થવા દેવું, ઘરમાં વપરાતા કુલરની નિયમિત સફાઈ કરવી, મચ્છરદાનીનો ઉપયોગ કરવો, મચ્છરોના ડિમ્ભને ખાઈ જતી ગેમ્બુસિયા માછલીનો ઉપયોગ કરવો, ખાડા, ડ્રેનેજ (પાણીનો નિકાલ),

દલદલ (કાદવ) જેવાં સ્થાનોએ કીટનાશક દવાઓનો છંટકાવ કરવો જરૂરી છે. આ ઉપરાંત, દરવાજા અને બારીઓમાં જાળી લગાવવી જેથી મચ્છરનો પ્રવેશ અટકાવી શકાય. ભારતમાં મોટા પાયે હાલમાં રોગવાહક (*Aedes-એડીસ* મચ્છર) દ્વારા ફેલાયેલ ડેન્ગ્યૂ અને ચિકનગુનિયા જેવા વ્યાપક રૂપમાં ફેલાયેલ રોગોના સંદર્ભમાં આવા ઉપાયો મહત્ત્વપૂર્ણ છે.

જીવવિજ્ઞાનક્ષેત્રે થયેલ પ્રગતિને કારણે આપણને અનેક ચેપી રોગોની ટક્કર ઝીલવા માટેના કારગત પ્રયાસો આપણને પ્રાપ્ત થયા છે. રસી અને પ્રતિરક્ષાકરણ જેવા કાર્યક્રમોને કારણે શીતળા જેવો જીવલેણ રોગ જડમૂળથી દૂર થયો છે. રસીના ઉપયોગની પોલિયો, ડિપ્થેરિયા, ન્યુમોનિયા અને ટિટેનસ જેવા અનેક ચેપી રોગોને મહદંશે નિયંત્રિત કરી ચૂક્યા છીએ. જૈવ તક્નિકી (જેના વિશે તમે પ્રકરણ 12માં અભ્યાસ કરશો) દ્વારા નવી અને વધુ સુરક્ષિત રસીઓ બનાવી શકાઈ છે. ઍન્ટિબાયોટિક્સ (પ્રતિજૈવિકો) તેમજ અન્ય દવાઓનાં સંશોધન દ્વારા ચેપી રોગોનો પ્રભાવી રૂપથી ઉપચાર કરવા માટે સક્ષમતા કેળવાય છે.

8.2 પ્રતિકારકતા (Immunity)

દરરોજ આપણે મોટી સંખ્યામાં રોગકારકોનો સામનો કરી રહ્યા છીએ. પરંતુ, આમાંના થોડાક જ આપણને રોગ પ્રેરે છે. શા માટે ? આનું કારણ એ છે કે, આપણું શરીર મોટા ભાગના આ બાહ્ય કારકો (પરજાત કે પ્રતિજન) સામે રક્ષણ મેળવી લે છે. પ્રતિકાર તંત્રને કારણે આવા રોગકારક સજીવો સામે લડવાની યજમાનની ક્ષમતાને **પ્રતિકારકતા (immunity)** કહેવાય છે.

પ્રતિકારકતા બે પ્રકારની છે : (i) જન્મજાત પ્રતિકારકતા (Innate immunity) અને (ii) ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતા (Acquired immunity)

8.2.1 જન્મજાત પ્રતિકારકતા (Innate Immunity)

જન્મજાત પ્રતિકારકતા બિનચોક્કસ (non-specific) રક્ષણ છે, જે જન્મસમયે હાજર જ હોય છે. આ પ્રતિકારકતા આપણા શરીરમાં બાહ્ય કારકોના પ્રવેશ સામે વિવિધ પ્રકારના અવરોધો (અંતરાયો = barriers) સર્જાવાથી પ્રાપ્ત થાય છે. આ પ્રતિકારકતામાં ચાર પ્રકારના અવરોધો કે અંતરાયો સર્જાય છે.

(i) ***શારીરિક અંતરાય (Physical barriers)*** : આપણી ત્વચા એ મુખ્ય ભૌતિક અંતરાય છે, જે સૂક્ષ્મ જીવોના પ્રવેશને અટકાવે છે. શ્વસનમાર્ગ, જઠરાંત્રીય માર્ગ અને મૂત્રજનન માર્ગના અસ્તરમાં આવેલ અધિચ્છદ પેશીનું શ્લેષ્માવરણ પણ શરીરમાં પ્રવેશતા જીવાણુઓને અટકાવવામાં મદદ કરે છે.

(ii) ***દેહધાર્મિક અંતરાય (Physiological barriers)*** : જઠરમાંના અમ્લ (ઍસિડ), મુખમાંની લાળ, આંખોના અશ્રુ વગેરે રોગકારકોની વૃદ્ધિને અવરોધે છે.

(iii) ***કોષાંતરીય અંતરાય (Cellular barriers)*** : આપણા દેહમાંના કેટલાક શ્વેતકણો (WBCs) જેવાં કે બહુરૂપી કેન્દ્રીય શ્વેતકણ (poly morphonuclear leukocytes-PMNL તટસ્થકણો) અને એકકેન્દ્રીય કણો (monocytes) તેમજ રુધિરમાં રહેલા લસિકાકોષોના પ્રકાર તરીકે નૈસર્ગિક મારક કોષો (natural killer lymphocytes) ઉપરાંત પેશીઓમાં બૃહદ્ કોષો (macrophages) એ જીવાણુઓનું ભક્ષણ અને તેઓનો નાશ કરી શકે છે.

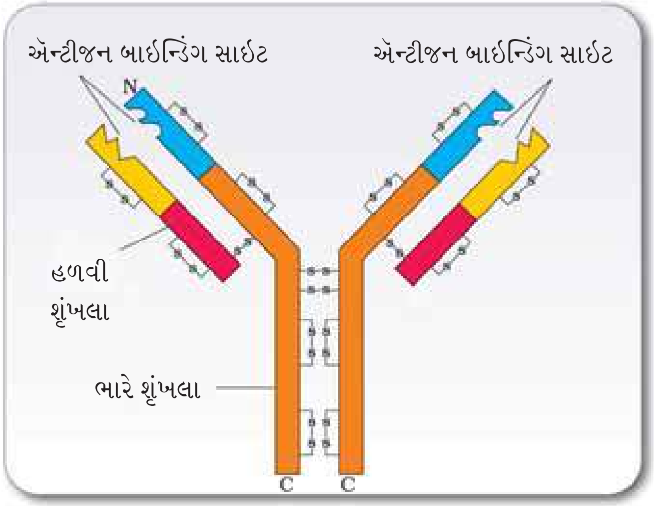
(iv) ***કોષરસીય અંતરાય (cytokine barriers) :*** વાઈરસગ્રસ્ત કોષો **ઇન્ટરફેરોન (interferons)** કહેવાતા પ્રોટીનનો સ્રાવ કરે છે કે જે અન્ય બિનચેપી કોષોને વાઈરસના ચેપથી રક્ષિત કરે છે.

8.2.2 ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતા (Acquired Immunity)

બીજી બાજુ, ઉપાર્જિત રોગપ્રતિકારકતા વિશિષ્ટ છે. તે સ્મૃતિ આધારિત છે. આનો અર્થ એ થાય છે કે જ્યારે આપણું શરીર પહેલી વાર કોઈ રોગકારકના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે તે પહેલો પ્રતિચાર આપે છે જેને નિમ્ન તીવ્રતાનો **પ્રાથમિક પ્રતિચાર (primary response)** કહે છે. ત્યાર બાદ તે જ રોગકારકનો સામનો થાય ત્યારે ઉચ્ચ તીવ્રતાનો દ્વિતીય કે સ્મૃતિ આધારિત અનિયમિત પ્રતિચાર **(secondary or anamnestic response)** આપે છે. આનો અર્થ એ થાય કે આપણા શરીરને પ્રથમ હુમલાની સ્મૃતિ છે.

પ્રાથમિક અને દ્વિતીય પ્રતિચાર આપણા રુધિરમાં હાજર રહેલા બે પ્રકારના લસિકાકોષો દ્વારા થાય છે - **B**-લસિકા કોષો, **T**-લસિકા કોષો.

રોગકારકોના પ્રતિચાર સમયે **B**-કોષો આપણા રુધિરમાં પ્રોટીનનું સૈન્ય સર્જે છે. જેથી તે રોગકારકો સામે લડી શકે. આ પ્રોટીન સૈન્યને પ્રતિદ્રવ્ય (ઍન્ટીબોડી) કહેવાય છે. **T**-કોષો ઍન્ટીબોડી સર્જતા નથી પરંતુ **B**-કોષોને ઍન્ટીબોડીના નિર્માણમાં સહાય કરે છે. પ્રત્યેક ઍન્ટીબોડીની આણ્વિક રચનામાં ચાર પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓ આવેલ છે - બે નાની **હળવી શૃંખલા (light chain)** અને બે **ભારે શૃંખલાઓ (heavy chain)** માટે તેને H_2L_2 સ્વરૂપે દર્શાવાય છે. આપણા શરીરમાં વિવિધ પ્રકારના ઍન્ટીબોડી સર્જાય છે - IgA, IgM, IgE, IgG વગેરે. આકૃતિ 8.4માં ઍન્ટીબોડીની રચના આપેલ છે. ઍન્ટીબોડી રુધિરમાં જોવા મળે છે, માટે તેમને **તરલ પ્રતિકારકતા પ્રતિચાર (humoral immune response)** કહેવાય છે. જે ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતાના બે પ્રકારોમાંનો એક છે - **ઍન્ટીબોડી મધ્યસ્થી (antibody mediated)** તેનો બીજો પ્રકાર **કોષીય મધ્યસ્થી પ્રતિકારકતા (cell mediated immunity-CMI)** છે. **T**-લસિકા કોષો CMIનું માધ્યમ બને છે. જ્યારે હૃદય, આંખ, યકૃત, મૂત્રપિંડ જેવાં અંગો સંતોષજનક રૂપમાં કામ કરવાનું બંધ કરે છે ત્યારે એકમાત્ર ઉપચાર પ્રત્યારોપણ (transplantation) હોય છે, જેથી રોગી સામાન્ય જીવન જીવી શકે. ત્યારે યોગ્ય દાતાની શોધ શરૂ થઈ જાય છે. *એવું શા માટે કે પ્રત્યારોપણ માટે કોઈ પણ દાતાનાં અંગો કેમ લઈ શકતાં નથી ? એવું શું છે કે ચિકિત્સકો (ડૉક્ટરો) તપાસે છે ?* કોઈ પણ સ્રોત - પશુ, અન્ય પ્રાઈમેટ કે કોઈ પણ મનુષ્યજાતિના અંગનું આરોપણ થઈ શકતું નથી. કારણ કે, તરત કે પછી દર્દીનું શરીર તે અંગને નકારશે. કોઈ પણ આરોપણ / પ્રત્યારોપણ પહેલાં પેશીની સંગતતા અને રુધિર સંગતતા



આકૃતિ 8.4 : ઍન્ટીબોડી અણુની સંરચના

અતિઆવશ્યક હોય છે અને તે પછી પણ રોગીને પોતાના જીવનપર્યંત પ્રતિકાર-અવરોધકો (immune-suppresants)ને લેવા પડે છે. શરીર 'સ્વજાત' અને 'પરજાત'નો ભેદ પારખવા સક્ષમ છે અને કોષી-મધ્યસ્થી કરે તેવી પ્રતિકારકતા પ્રત્યારોપિત અંગનો અસ્વીકાર કરવા માટે જવાબદાર છે.

8.2.3 સક્રિય અને નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતા (Active and Passive immunity)

જ્યારે યજમાન પ્રતિજન (ઍન્ટીજન)ના સંપર્કમાં આવે છે, ત્યારે યજમાનના દેહમાં પ્રતિદ્રવ્ય (ઍન્ટીબોડી)નું સર્જન થાય છે. ઍન્ટીજન જીવંત, મૃત કે અન્ય પ્રોટીન સ્વરૂપે હોઈ શકે છે. આ પ્રકારની પ્રતિકારકતાને **સક્રિય પ્રતિકારકતા (active immunity)** કહે છે. સક્રિય પ્રતિકારકતા ધીમી હોય છે અને તેનો પૂર્ણ પ્રભાવશાળી પ્રતિચાર આપવામાં સમય માંગી લે છે. પ્રતિરક્ષણ દરમિયાન ઇરાદાપૂર્વક જીવાણુઓની રસી આપવી અથવા નૈસર્ગિક સંક્રમણ દરમિયાન ચેપી જીવોને શરીરમાં દાખલ કરવા એ સક્રિય પ્રતિકારકતાને પ્રેરે છે. જ્યારે શરીરમાં તૈયાર ઍન્ટીબોડી દાખલ કરવામાં આવે તો તેને **નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતા (passive immunity)** કહેવાય છે. *શું તમે જાણો છો કે નવજાત શિશુ માટે માતાનું દૂધ કેમ અતિઆવશ્યક ગણવામાં આવે છે ?* દુગ્ધસ્રવણ (lactation)ના પ્રારંભિક દિવસોમાં માતાના સ્તનમાંથી સ્રવતું પીળાશપડતું પ્રવાહી **કોલોસ્ટ્રોમ (colostrum)**માં ઍન્ટીબોડી IgA વિપુલ માત્રામાં હોય છે. જે શિશુને રક્ષિત કરે છે. ગર્ભાવધિકાળ દરમિયાન ભ્રૂણને પણ જરાયુ દ્વારા માતાના રુધિરમાંથી કેટલાક ઍન્ટીબોડી પ્રાપ્ત થાય છે જે નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતાનાં કેટલાંક ઉદાહરણ છે.

8.2.4 રસીકરણ અને પ્રતિકારકતા (Vaccination and Immunisation)

રસીકરણ કે પ્રતિકારકતાનો સિદ્ધાંત પ્રતિકાર તંત્રની સ્મૃતિના ગુણ પર આધારિત છે. રસીકરણમાં રોગપ્રતિકારક પ્રોટીન (રોગકારકનું ઍન્ટીજેનિક પ્રોટીન) કે નિષ્ક્રિય/નબળા રોગકારક (રસી) તૈયાર કરી શરીરમાં દાખલ કરાય છે. આ ઍન્ટીજન વિરુદ્ધ શરીરમાં ઉત્પન્ન થતા ઍન્ટીબોડી વાસ્તવિક ચેપ દરમિયાન રોગકારકોની અસર નાબૂદ કરે છે. આ રસી પણ સ્મૃતિ આધારિત B અને T-કોષો સર્જે છે. જે રોગકારકોને ઝડપથી ઓળખી, વિપુલ માત્રામાં ઍન્ટીબોડીનું સર્જન કરી હુમલાખોર ઍન્ટીજનને હરાવી દે છે. જ્યારે કોઈ વ્યક્તિ એવા કોઈ ઘાતક જીવાણુઓથી સંક્રમિત થાય છે ત્યારે તેને તાત્કાલિક ધોરણે ઍન્ટીબોડીની આવશ્યકતા હોય છે; જેમકે ટિટેનસ (ધનુર)માં, વ્યક્તિના શરીરમાં તૈયાર ઍન્ટીબોડી (પ્રતિદ્રવ્ય) કે ઍન્ટીટોક્સિન વિષકારક પદાર્થ દાખલ કરવામાં આવે છે. સર્પદંશ જેવા કિસ્સામાં પણ રોગિષ્ઠને જે ઇન્જેક્શન આપવામાં આવે છે તેમાં સર્પવિષ (venom) વિરુદ્ધ તૈયાર કરેલ ઍન્ટીબોડી હોય છે. આ પ્રકારની પ્રતિકારકતાને **નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતા (passive immunisation)** કહેવાય છે.

પુનઃસંયોજિત DNA ટેક્નોલૉજી દ્વારા જીવાણુ કે યીસ્ટમાં રોગકારકની ઍન્ટીજેનિક પોલીપેપ્ટાઇડ શૃંખલા સંશ્લેષિત કરવામાં આવે છે. આ રીતે રસીનું મોટા પાયે ઉત્પાદન શક્ય બન્યું છે અને તેથી પ્રતિકારકતાના હેતુસર રસીની ઉપલબ્ધિ ખૂબ વધી છે, ઉદાહરણ : હિપેટાઇટીસ-Bની રસી યીસ્ટમાંથી બનાવવામાં આવે છે.

8.2.5 એલર્જી (Allergies)

તમારી સાથે આવું ઘણી વાર બન્યું હશે, જ્યારે તમે કોઈ નવી જગ્યાએ ગયાં હશો અને અચાનક કોઈ પણ કારણ વગર છીંક (sneezing), કફને લીધે ગળામાં સસણી બોલવી (wheezing) વગેરે જેવા અનુભવો થયા હશે અને જેવા તમે એ સ્થાનેથી દૂર જાઓ છો, તો આ લક્ષણ ગાયબ થઈ જાય છે. આપણામાંના કેટલાક પર્યાવરણમાં હાજર રહેલા કેટલાક કણો પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે. ઉપર્યુક્ત પ્રતિક્રિયા પરાગરજ, જીવાતો પ્રત્યેની એલર્જીના કારણે આવું થાય છે. જે અલગ-અલગ સ્થાનોએ ભિન્ન-ભિન્ન પ્રકારની હોય છે.

પર્યાવરણમાં હાજર રહેલા કેટલાક પ્રતિજન પ્રત્યે પ્રતિકાર તંત્ર દ્વારા અપાતા વધુપડતા પ્રતિચારને **એલર્જી (allergy)** કહે છે. એવા પદાર્થો, જેમના પ્રત્યે આવો પ્રતિચાર સર્જાય છે તેમને એલર્જી પ્રેરકો (allergens) કહેવાય છે. તેમના માટે સર્જાતાં ઍન્ટીબોડી IgE પ્રકારના હોય છે. એલર્જન્સનાં સામાન્ય ઉદાહરણો - ધૂળમાં રહેલ જીવાત, પરાગરજ, પ્રાણીઓનો ખોડો વગેરે છે. એલર્જીનાં લક્ષણોમાં - છીંક, આંખમાંથી પાણી નીકળવું, નાકમાંથી પ્રવાહી પડવું અને શ્વાસ લેવામાં તકલીફ પડવી વગેરેનો સમાવેશ છે. એલર્જી થવાનું કારણ માસ્ટ કોષોમાંથી સ્રવતા હિસ્ટેમાઇન અને સેરોટોનીન રસાયણો છે. એલર્જીનું કારણ જાણવા માટે દર્દીને સંભવિત એલર્જન્સના સંપર્કમાં લાવવામાં આવે છે અથવા એલર્જન્સની થોડી માત્રા શરીરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે અને પ્રતિક્રિયાનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. ઍન્ટી-હિસ્ટેમાઇન, એડ્રિનાલીન અને સ્ટેરોઇડ જેવા ઔષધો દ્વારા એલર્જીના લક્ષણને ઝડપથી ઘટાડી શકાય છે. પરંતુ, આધુનિક જીવનશૈલીના ફળસ્વરૂપ લોકોમાં પ્રતિકારકતા ઘટી છે અને એલર્જન્સ પ્રત્યેની સંવેદનશીલતા વધી છે. ભારતનાં મોટાં શહેરોમાં મોટા ભાગે બાળકોની પર્યાવરણ પ્રત્યેની સંવેદનશીલતાને કારણે તેઓ એલર્જી અને અસ્થમા (દમ)નો શિકાર બની રહ્યા છે. આનું કારણ, બાળકના જીવનની શરૂઆતથી જ તેઓને વધુપડતા સુરક્ષિત પર્યાવરણમાં રાખવું તે છે.

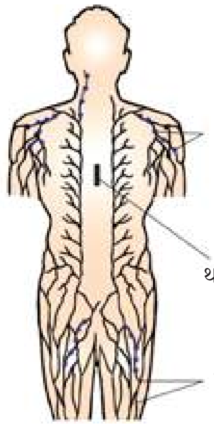
8.2.6 સ્વપ્રતિકારકતા (Auto Immunity)

ઉચ્ચ કક્ષાના પૃષ્ઠવંશીઓમાં, સ્મૃતિ આધારિત ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતાનો આધાર સ્વજાત અને પરજાત (ઉદાહરણ : રોગકારકો) વચ્ચેનો ભેદ પારખવાની ક્ષમતા પર આધારિત છે. જોકે હજી સુધી તેનો આધાર સમજી શક્યા નથી. તેને બે ઉપસિદ્ધાંતો (corollaries)થી સમજી શકાય. (i) ઉચ્ચ કક્ષાના પૃષ્ઠવંશીઓ પરજાત અણુઓ તેમજ પરજાત સજીવોને અલગ પાડી શકે છે. મોટા ભાગનું પ્રાયોગિક પ્રતિરક્ષા વિજ્ઞાન આ પાસા પર ચાલે છે. (ii) કેટલીક વખત જનીનિક કે બીજા અજ્ઞાત કારણસર શરીર પોતાના જ કોષો પર હુમલો કરે છે, જેના પરિણામે શરીરને નુકસાન થાય છે. જેને **સ્વપ્રતિરક્ષા (auto-immune)** રોગ કહે છે. સંધિવા (rheumatoid arthritis) એ આપણા સમાજમાં થતો **સ્વપ્રતિરક્ષા**નો રોગ છે.

8.2.7 શરીરમાં રોગપ્રતિકારક તંત્ર (Immune system in the Body)

મનુષ્યના પ્રતિકારક તંત્રમાં લસિકા અંગો, પેશીઓ, કોષો અને ઍન્ટીબોડી જેવા દ્રાવ્ય અણુઓનો સમાવેશ થાય છે. આપણું પ્રતિકારક તંત્ર, વિશિષ્ટ છે જે પરજાત ઍન્ટીજનને ઓળખે છે. તેનો પ્રતિચાર આપે છે તેમજ તેને યાદ રાખે છે. પ્રતિકાર તંત્રમાં એલર્જીની પ્રક્રિયા એ સ્વરોગ પ્રતિકારકતા અને અંગ પ્રત્યારોપણમાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે.

લસિકા અંગો (Lymphoid Organs) : આ એવાં અંગો છે જ્યાં લસિકા કણોનું સર્જન અને / કે પરિપક્વન તથા વિભેદીકરણ થાય છે. પ્રાથમિક લસિકા અંગોમાં **અસ્થિમજ્જા (bone marrow)** અને **થાયમસ (thymus)**નો સમાવેશ થાય છે. જ્યાં અપરિપક્વ લસિકા કણો, ઍન્ટીજન સંવેદી લસિકા કણોમાં વિભેદિત થાય છે. પરિપક્વ બન્યા પછી લસિકા કણો દ્વિતીય લસિકા અંગો જેવાં કે બરોળ, લસિકા ગાંઠ, કાકડા, નાના



આકૃતિ 8.5 : લસિકા ગાંઠોનું રેખાંકિત નિરૂપણ

આંતરડાંના પેયર્સની ખંડિકાઓ (નાના આંતરડાની દીવાલમાં લસિકાપેશીઓનો વિસ્તાર કે જે આંતરડામાં રહેલા પ્રતિજન સામે પ્રતિકાર કરવાની ક્ષમતા સાથે સંકળાયેલ છે) અને આંત્રપૂચ્છમાં સ્થળાંતરિત થાય છે. દ્વિતીય લસિકા અંગો લસિકા કણોને ઍન્ટીજન સાથે પ્રક્રિયા કરવા માટેનું સ્થાન પૂરું પાડે છે અને પ્રક્રિયા પછી અસરકારક કોષ તરીકે તેને ઓળખ પૂરી પાડે છે. માનવદેહમાં વિભિન્ન લસિકા અંગોના સ્થાન આકૃતિ 8.5માં દર્શાવેલ છે.

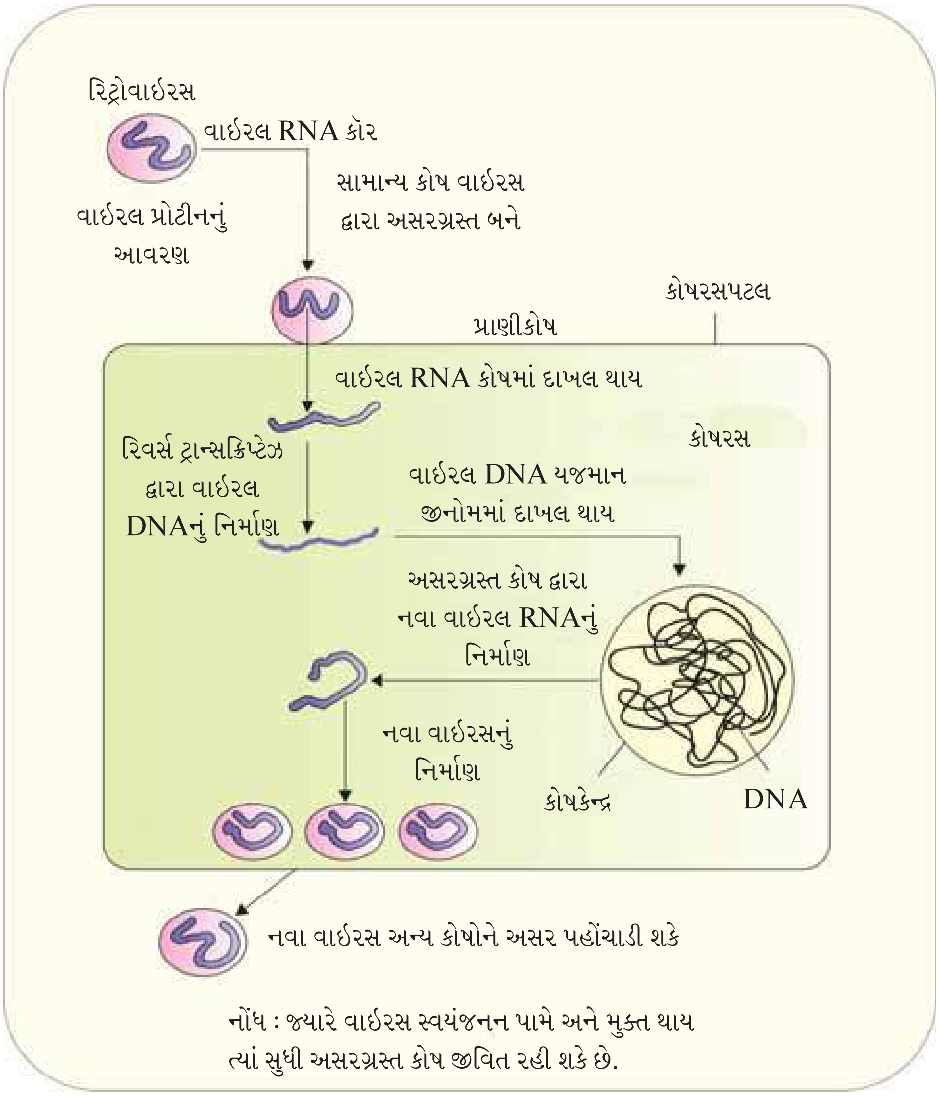
અસ્થિમજ્જા મુખ્ય લસિકા અંગ છે, જેમાં લસિકાકણો કે લસિકાકોષો સહિત બધા રુધિર કોષો સર્જાય છે. થાયમસ એ ખંડમય અંગ છે, જે હૃદયની નજીક અને છાતીના અસ્થિની નીચે ગોઠવાયેલ છે. થાયમસ ગ્રંથિનું કદ જન્મસમયે મોટું હોય છે, પરંતુ ઉંમર વધવાની સાથે તે નાની થતી જાય છે અને કિશોરાવસ્થાએ તે ખૂબ નાના કદની બને છે. થાયમસ અને અસ્થિમજ્જા બંને T-લસિકાકોષોને પરિપક્વ થવા સૂક્ષ્મપર્યાવરણ પૂરું પાડે છે. બરોળ વટાણાના મોટા દાણા જેવું અંગ છે. તે મુખ્યત્વે લસિકા કણો અને ભક્ષક કોષો ધરાવે છે. તે રુધિરમાં સર્જાયેલ સૂક્ષ્મ જીવોને જકડી રાખી રુધિરના ગાળણનું પણ કાર્ય કરે છે. બરોળ ઈરિથ્રોસાઇટ્સનું મોટું સંગ્રહસ્થાન છે. લસિકા ગાંઠ લસિકાતંત્રમાં વિવિધ સ્થાને આવેલ નાની સખત રચના છે. લસિકાગાંઠ લસિકા અને પેશીય જળમાં રહેલ સૂક્ષ્મ જીવો કે અન્ય ઍન્ટીજનોને જકડી રાખે છે. લસિકા ગાંઠમાં પકડાયેલ ઍન્ટીજન ત્યાં રહેલ લિમ્ફોસાઇટને સક્રિય કરે છે અને આ લિમ્ફોસાઇટ પ્રતિકારક પ્રતિચાર આપે છે.

શ્વસનમાર્ગ, પાચનમાર્ગ અને મૂત્રજનનમાર્ગ જેવા અગત્યના માર્ગોના અસ્તર (lining)માં લસિકાપેશી આવેલ છે. જેને **શ્લેષ્મ સંકલિત લસિકા પેશી (mucosal associated lymphoid tissue - MALT)** કહે છે. તે મનુષ્યના શરીરની લસિકા પેશીનું 50 % જેટલું પ્રમાણ ધરાવે છે.

8.3 એઇડ્સ (AIDS)

AIDSનું પૂર્ણ નામ **ઍક્વાયર્ડ ઇમ્યુનો ડેફિસિયન્સી સિન્ડ્રોમ (Acquired Immuno Deficiency Syndrome)** છે. જેનો અર્થ થાય છે પ્રતિકારક તંત્રની ઊણપથી થતો રોગ, જે વ્યક્તિના જીવનકાળ દરમિયાન ઉપાર્જિત થાય છે, જે દર્શાવે છે કે તે જન્મજાત રોગ નથી. ‘સિન્ડ્રોમ’ એટલે લક્ષણોનો સમૂહ છે. આ રોગ સૌપ્રથમ 1981માં નોંધાયો હતો અને છેલ્લાં 25 વર્ષોમાં તે આખા વિશ્વમાં ફેલાયો છે, તેનાથી 25 મિલિયનથી પણ વધુ લોકો મૃત્યુ પામ્યા છે.

એઇડ્સ, હ્યુમન ઇમ્યુનો ડેફિસિયન્સી વાઇરસ (Human Immuno deficiency Virus- HIV)થી થાય છે. તે **રિટ્રોવાઇરસ (retrovirus)** સમૂહનો વાઇરસ છે, જે આવરણથી રક્ષિત RNA જનીન દ્રવ્ય ધરાવે છે (આકૃતિ 8.6). સામાન્ય રીતે એઇડ્સના ફેલાવા માટેનાં કારણો આ મુજબ છે : (a) ચેપી વ્યક્તિ સાથેના જાતીય સંબંધથી (b) દૂષિત રુધિર અને તેની નીપજોના ઉપયોગથી (c) ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાયેલ સીરિંજને કે સોયનો ઉપયોગ નશાકારકો દ્વારા કરવાથી (d) રોગિષ્ઠ માતા ગર્ભસ્થ શિશુને જરાયુ દ્વારા સંક્રમિત કરવાથી. આથી, એવા લોકો કે જેને આ રોગ થવાનું વધુ જોખમ રહેલું છે, તેમાં અનેક વ્યક્તિઓ સાથેના જાતીય સંબંધો, નશાકારક વ્યક્તિ કે જે ઇન્જેક્શનનો ઉપયોગ નશો કરવા માટે કરે છે, એવી વ્યક્તિઓ જેને વારંવાર રુધિરાધાનની જરૂર પડે છે અને HIVનો ચેપ ધરાવતી માતા દ્વારા જન્મતા બાળકનો સમાવેશ થાય છે. *શું તમે જાણો છો કે વારંવાર રુધિરાધાન કરવાની જરૂર ક્યારે પડે છે ? તેને જાણો અને આવી એક યાદી બનાવો.* અત્રે નોંધનીય છે કે HIV/AIDS માત્ર સ્પર્શ કે ભૌતિક



આકૃતિ 8.6 : રિટ્રોવાઈરસનું સ્વયંજનન

સંપર્કથી ફેલાતો નથી, તે માત્ર દેહપ્રવાહી દ્વારા ફેલાય છે. આથી આ પણ મહત્ત્વનું છે કે, શારીરિક તેમજ મનોવૈજ્ઞાનિક (physiological) સ્વસ્થતા માટે HIV/AIDS ગ્રસ્ત વ્યક્તિને પરિવાર કે સમાજથી અલગ ન કરવી. ચેપ લાગવો અને એઇડ્સનાં લક્ષણો પ્રદર્શિત થાય તેની વચ્ચે હંમેશાં અંતરાલ હોય છે. આ અવધિ (અંતરાય) થોડાક મહિનાથી લઈને કેટલાંક વર્ષો (સામાન્યતઃ 5થી 10 વર્ષ) સુધીનો હોય છે.

વ્યક્તિના શરીરમાં પ્રવેશ્યા પછી આ વાઈરસ મેક્રોફેજ-macrophages- બૃહદ્ ભક્ષક કોષમાં પ્રવેશે છે, જ્યાં વાઈરસનું RNA જનીન દ્રવ્ય રિવર્સ ટ્રાન્સક્રિપ્ટેઝ ઉત્સેચકની મદદથી વાઈરલ DNAમાં સ્વયંજનન પામે છે. આ વાઈરલ DNA યજમાન કોષના DNAમાં દાખલ થાય છે અને યજમાન કોષમાંથી સીધા જ વાઈરસના અણુઓ પેદા કરે છે (આકૃતિ 8.6). આમ, મેક્રોફેઝ વાઈરસ સર્જવાનું શરૂ કરે છે. આ રીતે તે HIVના કારખાના તરીકે વર્તે છે. આ દરમિયાન, HIV મદદકર્તા T-લસિકા કોષો (T_H)માં પ્રવેશે છે અને સ્વયંજનન પામી વાઈરસની સંતતિઓ સર્જે છે. આ રીતે નવા સર્જાયેલા

વાઈરસ રુધિરમાં મુક્ત થાય છે જે અન્ય મદદકર્તા T-લસિકા કોષો પર હુમલો કરે છે. આવું વારંવાર થવાથી ચેપી વ્યક્તિના શરીરમાં મદદકર્તા T-લસિકા કોષોની સંખ્યા ઘટે છે. આ સમય દરમિયાન વ્યક્તિને લાંબા સમય સુધી તાવ, ઝાડા અને વજન ઘટે જેવી સમસ્યાઓનો સામનો કરવો પડે છે. મદદકર્તા T-લસિકા કોષોની સંખ્યા ઘટવાને કારણે વ્યક્તિ બૅક્ટેરિયા ખાસ કરીને માઈકોબૅક્ટેરિયમ *(Mycobacterium)*, વાઈરસ, ફૂગ તેમજ ટેક્સો પ્લાઝમા *(Taxo plasma)* જેવા પરોપજીવીઓના ચેપનો શિકાર બની શકે છે. રોગીની પ્રતિકારકતા એટલી ઘટી જાય છે કે તે આવા ચેપથી પોતાનું રક્ષણ કરવા અસમર્થ બને છે. AIDSના નિદાન માટે વ્યાપક રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી કસોટી એલિઝા **(enzyme linked immuno sorbent assay-ELISA)** છે. ઍન્ટી રિટ્રો વાઈરસ ઔષધો દ્વારા AIDSનો ઉપચાર આંશિક રીતે થઈ શકે છે. આ દવાઓ રોગીના સંભવિત મૃત્યુને ટાળી શકે છે, પરંતુ રોકી શકતી નથી, જે અનિવાર્ય છે.

એઇડ્સને અટકાવવાના ઉપાયો (Prevention of AIDS) : એઇડ્સને મટાડી શકાતો નથી, સાવધાની જ શ્રેષ્ઠ વિકલ્પ છે. આ ઉપરાંત, HIVનો ચેપ ઘણી વાર સભાન વર્તન પદ્ધતિ (conscious behaviours pattern)થી ફેલાય છે, નહિ કે ન્યુમોનિયા કે ટાઈફૉઇડ જેવા રોગોની જેમ અજાણતા. એ વાત ઠીક છે કે રુધિરાધાન, નવજાત શિશુ (માતામાંથી) વગેરેમાં ચેપ નબળી કે ઓછી દેખરેખ રાખવાથી થઈ શકે છે. એક માત્ર બહાનું અવગણના પણ હોઈ શકે છે અને માટે સાચે જ કીધું છે કે - 'અવગણનાને કારણે ન મરો' (don't die of ignorable). આપણા દેશમાં રાષ્ટ્રીય એઇડ્સ નિયંત્રણ સંસ્થાન - નેશનલ એઇડ્સ કન્ટ્રોલ ઑર્ગેનાઈઝેશન (NACO) અને અન્ય બિનસરકારી સંસ્થાઓ - નોન ગવર્નમેન્ટલ ઑર્ગેનાઈઝેશન્સ (NGOs) પણ લોકોને એઇડ્સની જાગૃતિ આપવા કાર્યરત છે. WHO પણ HIVના ચેપનો ફેલાવો અટકાવવા માટે સંખ્યાબંધ કાર્યક્રમો યોજે છે. બ્લડબૅન્કના રુધિરને HIV મુક્ત કરવું, સાર્વજનિક તેમજ ખાનગી હૉસ્પિટલ અને દવાખાનામાં ડિસ્પોઝેબલ સોય અને સીરિંજનો ઉપયોગ થાય તેવી વ્યવસ્થા કરવી, નિરોધનું મફત વિતરણ, નશાકારક પદાર્થોના દુરુપયોગ પર નિયંત્રણ, સુરક્ષિત યૌન સંબંધની હિમાયત કરવી, HIV સંભવિત વસાહતમાં સમયાંતરે નિયમિત ચેકઅપ કરાવવું વગેરે જેવા કાર્યક્રમોનો સમાવેશ થાય છે.

HIVનો ચેપ હોવો કે એઇડ્સ હોવો એ કોઈ એવી વાત નથી કે જેને છુપાવવી જોઈએ- કારણ કે જો તેને છુપાવી રાખવામાં આવે તો તે અન્ય વ્યક્તિઓમાં પણ ફેલાઈ શકે છે. સમાજમાં HIV/AIDS ગ્રસ્ત વ્યક્તિઓને મદદ અને સહાનુભૂતિની જરૂર હોય છે, તેમજ તેમને અપરાધી દૃષ્ટિથી જોવા ન જોઈએ. જ્યાં સુધી સમાજ તેને એક એવી સમસ્યા સ્વરૂપે નહિ જુએ કે જેનું સમાધાન સામૂહિક રીતે થઈ શકે છે, ત્યાં સુધી રોગનો વ્યાપક સ્વરૂપે ફેલાવો અનેકગણો થવાની સંભાવના છે. આ એક એવી વ્યાધિ છે જેનો ફેલાવો સમાજ અને ચિકિત્સક વર્ગના સહિયારા પ્રયાસથી રોકી શકાય છે.

8.4 કૅન્સર (Cancer)

કૅન્સર એ ભયંકર રોગમાંનો એક છે, કે જેનાથી વિશ્વમાં મોટે ભાગે મૃત્યુ થાય છે. ભારતમાં દસ લાખથી પણ વધુ લોકો કૅન્સરથી પીડાય છે અને વર્ષે તેમાના ઘણાં લોકો તેનાથી મૃત્યુ પામે છે. કૅન્સર થવાની પ્રક્રિયા અથવા સામાન્ય કોષોનું કૅન્સર કોષોમાં રૂપાંતર (oncogenic transformation), તેની સારવાર તથા તેનું નિયંત્રણ એ જીવવિજ્ઞાન અને મેડિકલ ક્ષેત્રે ગહન સંશોધનનો વિષય છે.

આપણા શરીરમાં, કોષીય વૃદ્ધિ અને વિભેદીકરણની પ્રક્રિયા ઉચ્ચ કક્ષાએ નિયમિત અને નિયંત્રિત હોય છે. કેન્સર કોષોમાં નિયંત્રણની આ પ્રક્રિયા તૂટી જાય છે. સામાન્ય કોષો **સંપર્ક નિષેધ (contact inhibition)**ના ગુણધર્મ દર્શાવે છે. આ સંપર્ક નિષેધના ગુણને કારણે બીજી પેશીઓ સાથેનો તેમનો સંપર્ક તેમની અનિયંત્રિત વૃદ્ધિને અવરોધે છે. કૅન્સરગ્રસ્ત કોષો આ ગુણ ગુમાવે છે. તેથી કૅન્સર કોષો સતત કોષવિભાજન પામી, કોષોનો સમૂહ સર્જે છે. જેને **ગાંઠ (tumor)** કહે છે. આવી ગાંઠ બે પ્રકારની હોય છે : સાધ્ય (benign) અને અસાધ્ય (malignant) ગાંઠ. **સાધ્ય ગાંઠ (benign tumors)** પોતાના મૂળ સ્થાને સીમિત રહે છે અને તે શરીરના અન્ય ભાગોમાં ફેલાતી નથી તથા તેમના દ્વારા થોડુંક જ નુકસાન થાય છે. બીજી બાજુએ જોઈએ તો **અસાધ્ય ગાંઠ (malignant tumors)** એ પ્રસર્જિત કોષો (proliferating cells)નો સમૂહ છે, જેને **નિઓપ્લાસ્ટિક ગાંઠ (neoplastic tumor)** કે **ગાંઠ કોષો (tumor cells)** કહે છે. આ કોષો ખૂબ જ ઝડપથી વૃદ્ધિ પામી, આસપાસના કોષો પર હુમલો કરી તેમને હાનિ પહોંચાડે છે. આ કોષો ખૂબ જ ઝડપથી વિભાજન પામતા હોવાથી આવશ્યક પોષક દ્રવ્યો માટે સામાન્ય કોષો સાથે સ્પર્ધા કરી તેમને ભૂખ્યા મારી નાંખે છે (સામાન્ય કોષોને આવશ્યક પોષક તત્ત્વોથી વંચિત રાખે છે). આવી ગાંઠમાંથી છૂટા પડેલા કોષો રુધિર દ્વારા દૂરસ્થ સ્થાને પહોંચી ત્યાં નવી ગાંઠ બનાવવાની શરૂ કરે છે. અસાધ્ય ગાંઠનો આ **રોગવ્યાપ્તિ (metastasis)**નો ગુણધર્મ ખૂબ જ ભયજનક છે.

કૅન્સર થવાનાં કારણો (Causes of Cancer) : સામાન્ય કોષોને કૅન્સરગ્રસ્ત નિયોપ્લાસ્ટિક કોષોમાં રૂપાંતરણ કરવાની પ્રક્રિયા ભૌતિક, રાસાયણિક અથવા જૈવિક કારકો દ્વારા થાય છે. કૅન્સર ફેલાવતા કારકોને **કૅન્સરજન્સ (carcinogens)** કહે છે. X-કિરણો અને ગામા કિરણો જેવાં આયનિક કિરણો અને UV જેવા બિનઆયનિક કિરણો DNAને ઈજા કરે છે. તેમજ તેમને નિઓપ્લાસ્ટિકમાં ફેરવે છે. તમાકુના ધુમાડામાં રહેલ રાસાયણિક કૅન્સરજન પદાર્થો ફેફસાંમાં કૅન્સર થવા માટે મુખ્ય રીતે જવાબદાર છે. કૅન્સર પ્રેરતા વાઈરસને **ઑન્કોજેનિક વાઈરસ (oncogenic viruses)** કહે છે અને તેમના જનીનને **વાઈરલ ઑન્કોજિન્સ (viral oncogenes)** કહેવાય છે. આ ઉપરાંત, સામાન્ય કોષોમાં **કોષીય ઑન્કોજિન્સ (cellular oncogenes)** અથવા **પ્રોટો-ઑન્કોજિન્સ (proto oncogenes)** આવેલા છે. કોઈ ચોક્કસ પરિસ્થિતિમાં સક્રિય થાય છે ત્યારે સામાન્ય કોષોને તે કૅન્સરગ્રસ્ત કોષોમાં ફેરવે છે.

કૅન્સરની ચકાસણી અને નિદાન (Cancer detection and Diagnosis) : કૅન્સર સમયસર વહેલાં ઓળખાઈ જાય તે ખૂબ જરૂરી છે કારણ કે, તેમ થવાથી કેટલાક કિસ્સાઓમાં આ રોગનો સફળતાપૂર્વક ઉપચાર શક્ય બન્યો છે. કૅન્સરની ચકાસણી પેશીના બાયોપ્સી (biopsy) અને હિસ્ટોપેથોલોજિકલ (histopathological) અભ્યાસને આધારે થઈ શકે છે, જ્યારે લ્યૂકેમિયા (રુધિરનું કૅન્સર) જેવા કિસ્સાઓમાં રુધિર અને અસ્થિમજ્જામાં વધતા જતા કોષોની માત્રાને ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે. બાયોપ્સીમાં, સંભવિત પેશીનો એક ટુકડો લઈ, તેનો પાતળો છેદ અભિરંજિત કરી પેથોલોજિસ્ટ દ્વારા સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રમાં અભ્યાસ કરવામાં આવે છે (histopathological studies). શરીરનાં આંતરિક અંગોના કૅન્સરની ચકાસણી માટે રેડિયોગ્રાફી (X-કિરણોનો ઉપયોગ), CT (computed tomography) અને MRI (magnetic resonance imaging) જેવી તક્નિકોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કોમ્પ્યુટેડ ટોમોગ્રાફીમાં X-કિરણોનો ઉપયોગ કરી કોઈ એક અવયવની આંતરિક રચનાનું ત્રિપારિમાણિક ચિત્ર પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે. MRIમાં તીવ્ર ચુંબકીય ક્ષેત્ર અને બિનઆયોનિક કિરણો વપરાય છે, જેનાથી જીવંત પેશીમાં થતા પેથોલોજિકલ અને દેહધાર્મિક (physiological) ફેરફારો જાણી શકાય છે.

કેટલાક નિશ્ચિત કૅન્સરના પરીક્ષણ માટે કૅન્સર નિર્દિષ્ટ પ્રતિજન (cancer-specific antigens) સામે પ્રતિદ્રવ્યો (antibodies)નો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આનુવંશિક રીતે થવાની સંભાવના હોય તેવા ચોક્કસ કૅન્સરના નિદાન માટે આણ્વિય જીવવિજ્ઞાનની તક્નિકીનો ઉપયોગ કરી જનીનોનું પરીક્ષણ કરવામાં આવે છે.

આ જનીનોની ઓળખ, કે જે વ્યક્તિને નિશ્ચિત કૅન્સર સામે પૂર્વવત્ (predispose) કરી શકે છે અને કૅન્સરને અવરોધવા / અટકાવવામાં ઉપયોગી થઈ શકે છે. એવી વ્યક્તિઓ જેમને કેટલાક કૅન્સરજનની હાજરીથી સંવેદનશીલ થવાની સંભાવના છે તેવી વ્યક્તિઓને તેમનાથી દૂર જ રહેવું સલાહભર્યું છે (દા.ત., તમાકુના ધુમાડાથી થતું ફેફસાંનું કૅન્સર).

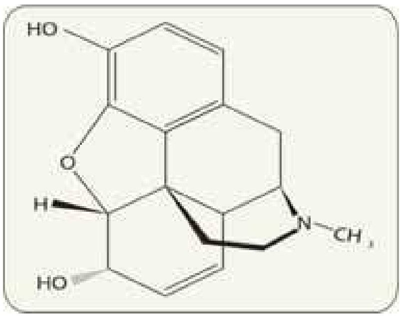
કૅન્સરની સારવાર (Treatment of Cancer) : કૅન્સરની સારવાર માટે સામાન્યતઃ શસ્ત્રક્રિયા, વિકિરણ સારવાર અને પ્રતિકારકતા સારવારનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. વિકિરણ સારવારમાં ગાંઠને ઘાતકરૂપે વિકિરણની સારવાર આપવામાં આવે છે, પરંતુ તેની આસપાસના સામાન્ય કોષોને ઈજા ન થાય તેની કાળજી રાખવામાં આવે છે. કેટલાંક રસાયણ ચિકિત્સક ઔષધો (chemotherapeutic drugs)નો ઉપયોગ કૅન્સરગ્રસ્ત કોષોના નાશ માટે કરવામાં આવે છે. આમાંના કેટલાક ચોક્કસ ગાંઠ માટે નિશ્ચિત હોય છે. મોટા ભાગની દવાઓની આડઅસર હોય છે - જેવી કે, વાળ ઊતરવા, એનિમિયા વગેરે. મોટે ભાગે કૅન્સરમાં શસ્ત્રક્રિયા, વિકિરણ અને રસાયણની સંયુક્ત સારવાર આપવામાં આવે છે. ગાંઠના કોષો પ્રતિકાર તંત્ર દ્વારા ઓળખ અને નાશથી બચી જાય છે. માટે જ દર્દીઓને જૈવિક પ્રતિચાર રૂપાંતરકો (biological response modifiers) કહેવાતા પદાર્થો જેવાં કે **α-ઈન્ટરફેરોન** આપવામાં આવે છે જેથી તેમનું પ્રતિકાર તંત્ર સક્રિય થાય છે અને આવી ગાંઠનો નાશ કરવામાં મદદરૂપ બને છે.

8.5 નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહૉલનો દુરુપયોગ (Drugs and Alcohol Abuse)

આંકડાકીય સર્વેક્ષણ પરથી જાણી શકાય છે કે, કેફી પદાર્થો અને આલ્કોહૉલનું સેવન યુવાનોમાં વધુ જોવા મળે છે. જેના કારણે ઘણી નુકસાનકારક અસરો ઉદ્ભવે છે. યુવાનોને આવી ભયજનક વર્તણૂકથી સુરક્ષિત કરવા તેમને યોગ્ય શિક્ષણ અને સલાહ અપાય તે જરૂરી છે જેથી તેઓ એક તંદુરસ્ત જીવનશૈલીને અનુસરી શકે.

સામાન્ય રીતે વપરાતા નશાકારકો (કેફી પદાર્થો)માં અફીણ, ચરસ અને કોકેઇનનો ઉપયોગ થાય છે. મોટા ભાગના આમાંના સપુષ્પી વનસ્પતિઓ અને કેટલીક ફૂગમાંથી મેળવવામાં આવે છે.

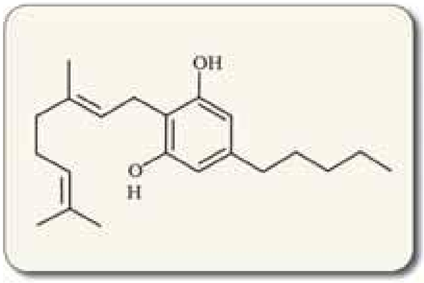
અફીણ (Opioids) એ એવું કેફી દ્રવ્ય છે જે મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર અને જઠરાંત્રીય માર્ગમાં હાજર રહેલા વિશિષ્ટ સંવેદનાગ્રાહીઓ સાથે જોડાણ સાધે છે. હેરોઇન (heroin) જેને સ્મેક કહે છે. તે રાસાયણિક રીતે ડાયએસિટાઇલ મોરફીન (diacetylmorphine) છે જે સફેદ, વાસહીન, કડવું, સ્ફટિકમય સંયોજન છે (આકૃતિ 8.7). જે મોરફીનના એસિટાયલેશનથી મેળવવામાં આવે છે કે જેને ખસખસ – *Papaver somniferum* વનસ્પતિના દુગ્ધ (ક્ષીર-latex)માંથી મેળવવામાં આવે છે (આકૃતિ 8.8). જે સામાન્ય રીતે તેને નાસિકા દ્વારા (snorting) કે ઇન્જેક્શન દ્વારા લેવામાં આવે છે. હેરોઇન તણાવશામક (depressant) છે અને શરીરનાં કાર્યોને ધીમા પાડે છે.



આકૃતિ 8.7 : મોરફીનનું રાસાયણિક બંધારણ

આકૃતિ 8.8 : ખસખસનો છોડ (opium poppy)

કેનાબિનોઈડ્સ (Cannabinoids)એ રસાયણોનો સમૂહ છે, જે મગજમાંના કેનાબિનોઇડ ગ્રાહકો સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે. કુદરતી કેનાબિનોઇડ, ભાંગ (કેનાબિસ સટાઇવા - *Cannabis sativa*) (આકૃતિ 8.10)વનસ્પતિના પુષ્પવિન્યાસમાંથી મેળવવામાં આવે છે. કેનાબિસના ટોચના પુષ્પ, પર્ણ અને રેઝિન (રાળ)નો વિવિધ સંયોજનોમાં ઉપયોગ કરી મેરીઝુઆના, હસીસ, ચરસ અને ગાંજાનું ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. સામાન્યતઃ અંતઃશ્વસન અને મુખ-અંતઃગ્રહણ દ્વારા લેવાતા માદક દ્રવ્ય શરીરના હૃદ પરિવહનતંત્ર (cardiovascular system)ને અસર કરે છે.



આકૃતિ 8.9 : કેનાબીનોઇડના અણુનું રાસાયણિક બંધારણ

આકૃતિ 8.10 : ભાંગ (*Cannabis sativa*)નાં પર્ણો

કોકા આલ્કેલોઇડ અથવા **કોકેઈન (cocaine)** જે દક્ષિણ અમેરિકાની વનસ્પતિ કોકા (ઇરિથ્રોઝાયલમ કોકા - *Erythroxylam coca*)માંથી મેળવવામાં આવે છે. જે ચેતાપ્રેષક દ્રવ્ય ડોપામાઇનના વહનમાં ખલેલ પહોંચાડે છે. કોકેઇન જેને સામાન્ય રીતે **'કોક' કે 'ક્રેક' (coke or crack)** કહીએ છીએ, તેને નાસિકા વાટે લેવામાં આવે છે. તે મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર માટે ઉત્તેજક છે, જે ઉત્સાહની અનુભૂતિ કરાવે છે અને ઊર્જામાં વધારો કરે છે. તેની વધુ માત્રા ભ્રામકતા પ્રેરે છે. અન્ય આવી ભ્રામકતા (hallucinogenic) પ્રેરક વનસ્પતિઓ એટ્રોપા બેલાડોના (*Atropa belladona*) અને ધતૂરો છે (આકૃતિ 8.11). કેટલાક રમતવીરો પણ કેનાબિનોઇડનો દુરુપયોગ કરતા થયા છે.

આકૃતિ 8.11 : ધતૂરાની પુષ્પીય શાખા

બાર્બીટ્યુરેટ, એમ્ફિટેમાઇન્સ, બેન્ઝોડાયએઝેપાઇન અને તેના જેવી અન્ય ડ્રગ્સ જે હતાશા (depression) અને અનિદ્રા (insomnia) જેવી મગજની બીમારીથી પીડાતા રોગીઓની સહાયતા માટે સામાન્ય રીતે ઔષધ સ્વરૂપે તેઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પરંતુ તેઓનો પણ દુરુપયોગ થાય છે. મોર્ફીન એ અસરકારક શાંતિદાયક કે દર્દશામક ઔષધ અને જેમને શસ્ત્રક્રિયા થઈ છે તેવા દર્દીઓ માટે ખૂબ જ ઉપયોગી છે. ભ્રામક ગુણ ધરાવતી વનસ્પતિઓ, ફળ, બીજનો વિશ્વભરમાં લોક ઔષધી, ધાર્મિક ઉત્સવો તેમજ અનુષ્ઠાનોમાં વર્ષોથી ઉપયોગ થઈ રહ્યો છે. જ્યારે આ ઔષધો ચિકિત્સાના ઉપયોગ સિવાય અન્ય ઉદ્દેશ્યથી લેવામાં આવે ત્યારે તે કેટલી માત્રામાં કેટલી વાર લેવાયા છે, તેને કારણે વ્યક્તિના શારીરિક, દેહધાર્મિક કે માનસિક કાર્યોમાં ગરબડ કે વિક્ષેપ સર્જાય ત્યારે કહી શકાય કે, આ નશાકારક દવા (drug)નો દુરુપયોગ થયો છે.

ધૂમ્રપાન પણ આ તીવ્ર નશાકારક પદાર્થોના તીવ્ર ઉપયોગનો રસ્તો ખોલી આપે છે. તમાકુનો ઉપયોગ મનુષ્ય 400 વર્ષો કરતાં પણ વધુ સમયથી કરતો આવ્યો છે. તમાકુનો ઉપયોગ ધૂમ્રપાન,

ચાવવામાં અથવા છીંકણી તરીકે થાય છે. તમાકુમાં ઘણા રાસાયણિક પદાર્થો હોય છે જેમાંનો એક આલ્કેલોઇડ નિકોટીન છે. નિકોટીન દ્વારા એડ્રિનલ ગ્રંથિને ઉત્તેજના મળતા, તે એડ્રિનાલિન અને નોર એડ્રિનાલિનને રુધિર પ્રવાહમાં મુક્ત કરે છે અને રુધિરનું દબાણ તથા હૃદયના ધબકારા બંનેમાં વધારો કરે છે. ધૂમ્રપાન એ ફેફસાં, મૂત્રાશય અને ગળાના કૅન્સરમાં, બ્રોન્કાઈટિસ, એમ્ફિસેમા, કોરોનરી સંબંધી હૃદયનો રોગ અને જઠરમાં ચાંદુ પડવું વગેરેમાં ઝડપથી વધારો પ્રેરે છે. તમાકુના ચાવવાથી મુખગુહાના કૅન્સરનું જોખમ વધે છે. ધૂમ્રપાન રુધિરમાં કાર્બન મોનોક્સાઇડ (CO)નું પ્રમાણ વધારે છે અને હિમ (સમૂહ) બંધિત ઑક્સિજનની સાંદ્રતાને ઘટાડે છે, જેને પરિણામે શરીરમાં ઑક્સિજનની ઊણપ સર્જાય છે.

જ્યારે વ્યક્તિ સિગારેટનું પૅકેટ ખરીદે છે ત્યારે એવું નથી બનતું કે તેની નજર સિગારેટના પૅકેટ પર છાપેલી કાનૂની ચેતવણી પર તેનું ધ્યાન ન જાય. જે ધૂમ્રપાનથી સાવચેત કરે છે અને દર્શાવે છે કે તે કેવી રીતે સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક / જોખમી છે. આમ છતાં પણ યુવાનો અને વૃદ્ધો બંનેમાં આજકાલ ધૂમ્રપાનનું ચલણ વધ્યું છે. ધૂમ્રપાન અને તમાકુ ચાવવાના ભય અને તેની જો આદત પડવાવાળી પ્રવૃત્તિને કારણે, યુવાનો અને વૃદ્ધો બંનેએ આ આદતથી દૂર રહેવું જોઈએ. દરેક બંધાણીને સલાહ અને ચિકિત્સાસંબંધી માર્ગદર્શન આપી આ આદતમાંથી છૂટકારો આપવો જોઈએ.

8.5.1 કિશોરાવસ્થા અને નશાકારક પદાર્થો / આલ્કોહૉલની કુટેવ (Adolescence and Drug / Alcohol Abuse)

કિશોરાવસ્થાનો અર્થ ‘એક સમયગાળો’ અને ‘એક પ્રક્રિયા’ બંને છે, જે દરમિયાન એક બાળક પોતાની વર્તણૂક અને માન્યતા અનુસાર સમાજમાં જાતે પ્રભાવીપણે સહભાગી બની શકવા પરિપક્વ બને છે. વ્યક્તિની ઉંમરના 12થી 18 વર્ષ વચ્ચેના સમયને તરુણાવસ્થા કહે છે. બીજા શબ્દોમાં, તરુણાવસ્થા એ બાળપણ અને પુખ્તાવસ્થાને જોડનાર સેતુ છે. તરુણાવસ્થાની સાથે ઘણા જૈવિક અને વર્તણૂકીય ફેરફાર જોવા મળે છે. આમ, તરુણાવસ્થા એ વ્યક્તિનો માનસિક અને મનોવૈજ્ઞાનિક વિકાસનો ઘણો સંવેદનશીલ તબક્કો છે.

જિજ્ઞાસા, સાહસ અને ઉત્તેજના પ્રત્યે આકર્ષણ તથા પ્રયોગ કરવાની ઇચ્છા વગેરે આવાં સામાન્ય કારણો છે જે કિશોરોને નશાકારક પદાર્થો તેમજ આલ્કોહૉલના સેવન માટે મજબૂર કરે છે. બાળકની પ્રાકૃતિક જિજ્ઞાસા આવા પ્રયોગ માટે તેને પ્રેરિત કરે છે. નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહૉલના પ્રભાવને ફાયદાના રૂપમાં જોવાથી સમસ્યા વધુ જટિલ બની જાય છે. પછી તરુણો સમસ્યાથી નાસી છૂટવા તેનો ઉપયોગ કરવા લાગે છે. કેટલાક તરુણો ભણતરમાં અને પરીક્ષામાં ઉત્કૃષ્ટતા ન બતાવી શકતા તણાવ અને દબાણ હેઠળ કેફી પદાર્થ અને દારૂ પીવાનું શરૂ કરે છે. યુવાનોમાં એવી માન્યતા પણ છે કે ધૂમ્રપાન કરવું, નશાકારક પદાર્થો કે આલ્કોહૉલનો ઉપયોગ કરવો એ વ્યક્તિ માટે ધીરગંભીરતા (cool) કે પ્રગતિશીલતા (progressive)નું પ્રતીક છે. આ બધી આદતો જ સેવન કરવા માટેનું મુખ્ય કારણ છે. ટેલિવિઝન, ચલચિત્રો, સમાચારપત્રો, ઇન્ટરનેટ જેવાં માધ્યમો પણ તેને વેગ આપે છે. કિશોરોમાં નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહૉલની કુટેવનાં અન્ય કારણોમાં, કુટુંબકીય અસ્થિરતા કે એકબીજાને સહારો આપવાનો અભાવ તથા સમવયસ્કોના દબાણના અભાવનો પણ સમાવેશ થાય છે.

8.5.2 બંધાણી અને પરાધીનતા (Addiction and Dependence)

દેખીતી રીતે કેફી પદાર્થો લાભદાયી છે એવી સમજને કારણે તેનો ઉપયોગ વારંવાર થાય છે. સૌથી મહત્ત્વની વાત એ છે કે, આલ્કોહૉલ અને ડ્રગ્સની પ્રકૃતિ જે વ્યસની બનાવવાની છે તેમ છતાં તેઓ આ વાત સમજી શકતા નથી. વ્યસન મનોવૈજ્ઞાનિક જોડાણની ચોક્કસ અસરો ધરાવે છે. જેમકે, ઉલ્લાસની અનુભૂતિ અને ખુશ રહેવાની ક્ષણિક લાગણીઓને કારણે વ્યક્તિ કેફી પદાર્થો અને આલ્કોહૉલ સાથે સંકળાય છે. જેથી વ્યક્તિ જ્યારે તેની જરૂર હોતી નથી કે તેનો ઉપયોગ સ્વયં વિનાશ પ્રેરે છે, છતાં તેનો ઉપયોગ કરે છે. કેફી પદાર્થોનો વારંવાર ઉપયોગ કરવાથી આપણા શરીરમાં રહેલા સંવેદના ગ્રાહકો (સંવેદનગ્રાહી અંગો)ની સહનશીલતાનો આંક ઊંચો જાય છે. જેને કારણે નશાકારક પદાર્થો કે આલ્કોહૉલની ઉચ્ચ માત્રા જ સંવેદનાનો પ્રતિચાર અનુભવી શકે છે, કે જેથી તેને વધુ માત્રામાં લેવાની આદત પડી જાય છે. તેમ છતાં, એક વાત આપણા મગજમાં ઉતારવી રહી કે નશાકારક પદાર્થોનું એકવારનું પણ સેવન વ્યક્તિને બંધાણી તરફ દોરી જાય છે. આ રીતે નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહૉલની વ્યસની કે બંધાણી ક્ષમતાને એક દુર્વ્યસની કે નીતિભ્રષ્ટ મિત્રવર્તુળ તરફ દોરી જાય છે કે જેથી આ પદાર્થોનું નિયમિત સેવન કરતું હોય છે તથા આ ચક્રમાંથી બહાર નીકળવું તે/તેણીના હાથની વાત રહેતી નથી. આમ, યોગ્ય માર્ગદર્શન કે પરામર્શનના અભાવથી વ્યક્તિ વ્યસની કે તેનો બંધાણી બની જાય છે અને તેના ઉપયોગથી પરાધીન બને છે.

પરાધીનતાને લીધે શરીરનું અમુક દિશામાં માનસિક વલણ સ્પષ્ટ થાય છે. જો નિયમિત કેફી પદાર્થ કે આલ્કોહૉલને એકાએક ત્યાગ કરવાને લીધે તેને **વિડ્રોઅલ સિન્ડ્રોમ (withdrawal syndrome)** થાય છે. જેને લીધે બેચેની, કંપારી, ઉબકા અને પરસેવો વગેરે લક્ષણો જોવા મળે છે. જ્યારે ફરીથી તેનો ઉપયોગ થાય ત્યારે આનાથી રાહત મળી શકે છે. કેટલાક કિસ્સામાં વિડ્રોઅલ સિન્ડ્રોમ ગંભીર બને છે અને જીવન માટે જોખમી પણ બને છે જેથી વ્યક્તિને દાક્તરી સારવાર આપવાની આવશ્યકતા પણ ઊભી થાય છે.

પરવશતાને કારણે દર્દી પોતાની જરૂરિયાતને પૂરી કરવા માટે જરૂરી ધન રાશિ પ્રાપ્ત કરવા માટે સામાજિક માપદંડોને દાવ પર લગાવી દે છે. જેને પરિણામે અનેક સામાજિક વ્યવસ્થાપનની મુશ્કેલીઓ સર્જાય છે.

8.5.3 નશાકારક પદાર્થો / આલ્કોહૉલના દુરુપયોગની અસરો (Effects of Drugs/ Alcohol Abuse)

નશાકારક પદાર્થો અને આલ્કોહૉલના સેવનની તાત્કાલિક પ્રતિકૂળ અસરો વ્યક્તિમાં અવિચારી વર્તણૂક, વિધ્વંસ કે જંગલીપણું અને હિંસાના સ્વરૂપમાં પ્રગટ થાય છે. નશાકારક પદાર્થોની વધુ માત્રાથી શ્વસનતંત્રની નિષ્ફળતા, હૃદયની નિષ્ફળતા અથવા મગજમાં રક્તસ્રાવ (cerebral hemorrhage)ને કારણે વ્યક્તિ કોમા અને મૃત્યુ તરફ ધકેલાય છે. નશાકારક પદાર્થોનું સંયોજન કે આલ્કોહૉલ સાથે તેમનું સેવન તેની વધુ માત્રા છે અને તે મૃત્યુ પણ પ્રેરે છે. યુવાનોમાં ડ્રગ્સ અને આલ્કોહૉલની કુટેવનાં ચેતવણીભર્યા સામાન્ય લક્ષણોમાં શૈક્ષણિક કાર્યસિદ્ધિ પર માઠી અસર, કારણ વગર શાળા કે કૉલેજમાં ગેરહાજરી, વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાની રુચિનો અભાવ, વિડ્રોઅલ, એકલતા, માનસિક તણાવ, થાક, આક્રમકતા અને બળવાખોરી, પરિવાર અને મિત્રો સાથે બગડતા સંબંધો, શોખમાં રસ ન પડવો, સૂવા અને ખાવાની આદતોમાં ફેરફાર થવો, વજન અને ભૂખમાં વધઘટ.

નશાકારક પદાર્થો / આલ્કોહૉલના સેવનની દૂરોગામી અસરો પણ હોઈ શકે છે. જો બંધાણીને નશાકારક પદાર્થો / આલ્કોહૉલ ખરીદવા પૈસા ન મળે તો તે ચોરી કરવા પ્રેરાય છે. તેની પ્રતિકૂળ અસરો માત્ર ડ્રગ્સ / આલ્કોહૉલના સેવન કરવાવાળા વ્યક્તિ સુધી સીમિત હોતી નથી. ક્યારેક ડ્રગ્સ / આલ્કોહૉલનો બંધાણી પોતાના પરિવાર કે અન્ય મિત્ર માટે પણ માનસિક અને આર્થિક સંકટનું કારણ બની શકે છે.

જે બંધાણી ડ્રગ્સને અંતઃશિરા દ્વારા (નીડલ કે સીરિંજની મદદથી સીધું શિરામાં ઈન્જેક્શન) લે, તો તેને એઇડ્સ અને હિપેટાઇટીસ-B (ઝેરી કમળો) થવાની શક્યતા રહે છે. આ રોગ માટેના વિષાણુ (viruses) ચેપી સોય કે સીરિંજ દ્વારા એક વ્યક્તિથી બીજી વ્યક્તિમાં ફેલાય છે. એઇડ્સ અને હિપેટાઇટીસ-B બંનેનું સંક્રમણ તીવ્ર હોય છે અને અંતે તે ઘાતક હોય છે. બંનેનો ફેલાવો જાતીય સંબંધ કે સંક્રમિત રુધિર દ્વારા થાય છે.

તરુણાવસ્થામાં આલ્કોહૉલના સેવનથી લાંબા ગાળાની અસરો જોવા મળે છે. જેથી પુખ્તાવસ્થામાં તેના વધુ સેવનથી આદત પડી જાય છે. ડ્રગ્સ અને આલ્કોહૉલના તીવ્ર ઉપયોગથી ચેતાતંત્ર અને યકૃત **(cirrhosis - વધુ પડતા વ્યસનથી થતો યકૃતનો રોગ)**ને હાનિ પહોંચે છે. સગર્ભાવસ્થા દરમિયાન ડ્રગ્સ અને આલ્કોહૉલનું સેવન ગર્ભસ્થ શિશુમાં પણ વિપરિત અસરો પ્રેરે છે.

ડ્રગ્સના અન્ય દુરુપયોગમાં, કેટલાક ખેલાડીઓ પોતે વધુ સારું પ્રદર્શન કરી શકે તે માટે તેનો ઉપયોગ કરે છે. રમતવીરો માદક પીડાહારક દવાઓ, એનાબોલિક સ્ટેરોઇડ્સ, ડાયયુરેટિક્સ (મૂત્રવર્ધક) દવાઓ અને કેટલાક અંતઃસ્રાવોનો ઉપયોગ, માંસલ શક્તિનું પ્રમાણ વધારવા અને આક્રમકતાને વધારવા કરે છે, જેથી તેમનું ખેલ-પ્રદર્શન શક્તિશાળી બને. મહિલાઓમાં એનાબોલિક સ્ટેરોઇડના ઉપયોગથી નર જાતિનાં લક્ષણો, આક્રમકતામાં વધારો, મિજાજમાં ઉતાર-ચઢાવ, માનસિક તણાવ, અનિયમિત માસિકચક્ર, ચહેરા અને શરીર પર રુવાંટીની વૃદ્ધિ, ભગ્ન શિશ્નિકામાં વધારો, અવાજ ઘેરો બનવો વગેરે જેવી આડઅસરો જોવા મળે છે. જ્યારે પુરુષમાં ખીલ થવા, આક્રમકતામાં વધારો, મિજાજમાં ચઢાવ-ઉતાર, માનસિક તણાવ, શુક્રપિંડના કદમાં ઘટાડો, શુક્રકોષોના ઉત્પાદનમાં ઘટાડો, મૂત્રપિંડ અને યકૃતની કાર્યદક્ષતામાં ઘટાડો, છાતીનો ભાગ વધવો, અપરિપક્વતાએ ટાલિયાપણું, પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિ મોટી બનવી વગેરે લક્ષણો જોવા મળે છે. આ અસરો લાંબા સમયના સેવનથી પ્રભાવી બને છે. તરુણાવસ્થાની છોકરીઓ અને છોકરાઓમાં, ચહેરા અને દેહ પર તીવ્ર ખીલ અને લાંબા અસ્થિઓનાં વૃદ્ધિકેન્દ્રો અપરિપક્વતાએ બંધ થઈ જવાને કારણે વૃદ્ધિ કુંઠિત થાય છે.

8.5.4 અટકાવવાના ઉપાયો અને નિયંત્રણ (Prevention and Control)

ઈલાજ કરતાં અટકાવ વધુ સારો છે. "Prevention is better than cure". આ કહેવત અહીં સાચી ઠરે છે. આ પણ એટલું જ સત્ય છે કે ધૂમ્રપાન, ડ્રગ્સ તેમજ આલ્કોહૉલના સેવનની આદત પડવાની સંભાવના નાની વયે, મોટા ભાગે તરુણાવસ્થા દરમિયાન વધુ હોય છે. માટે આવી પરિસ્થિતિઓને પારખવી સૌથી શ્રેષ્ઠ છે કે જે તરુણોને આલ્કોહૉલ કે ડ્રગ્સના સેવન તરફ ધકેલે છે, જેથી સમયસર તેના ઉપાય વિશે વિચારી શકાય. આ સંદર્ભે શિક્ષક અને માતા-પિતાની વિશિષ્ટ જવાબદારી બને છે. બાળકનો એવો ઉછેર કે જેમાં પાલનપોષણ ઉચ્ચસ્તરીય હોય અને સુસંગત અનુશાસન હોય ત્યાં આવા કુપ્રયોગ (આલ્કોહૉલ / ડ્રગ્સ)નો ભય ઓછો થઈ જાય છે. નીચે જણાવેલ કેટલાક ઉપાય તરુણોમાં આલ્કોહૉલ અને ડ્રગ્સના ઉપયોગને અટકાવવા અને નિયંત્રણ માટે ઉપયોગી બની રહે છે :

(i) ***સમવયસ્કોના બિનજરૂરી દબાણથી દૂર રહેવું :*** દરેક છોકરા / છોકરીની પોતાની પસંદ અને વ્યક્તિત્વ હોય છે તેનો આદર કરવો જોઈએ અને તેને પ્રોત્સાહિત કરવું જોઈએ. બાળકને તેની ઇચ્છા વિરુદ્ધ અઘટિત પાલન કરવા કોઈ સીમા બાંધવી જોઈએ નહિ પછી ભલે તે ભણવા માટે, ખેલકૂદ માટે કે કોઈ અન્ય પ્રવૃત્તિ માટે હોય.

(ii) ***શિક્ષણ અને પરામર્શન :*** સમસ્યાઓ અને તનાવનો સામનો કરવો અને નિરાશા કે અસફળતા મળવી એ જીવનનો જ એક ભાગ છે એવું સમજાવી તેનું શિક્ષણ અને પરામર્શન તેમને આપવું જોઈએ. એ પણ એટલું જ યોગ્ય છે કે બાળકની શક્તિને રમતગમત, વાચન, સંગીત, યોગ અને અન્ય ઇતર પ્રવૃત્તિ વગેરે દિશામાં વાળવી જોઈએ.

(iii) ***માતાપિતા તેમજ સમવયસ્કોની મદદ લેવી :*** માતાપિતા તેમજ સમવયસ્કો (peers) પાસેથી તરત મદદ લેવી જોઈએ, જેથી તેઓ યોગ્ય માર્ગદર્શન આપી શકે. ગાઢ અને વિશ્વાસુ મિત્રોની સલાહ લેવી જોઈએ. યુવાનોની સમસ્યાનો ઉકેલ લાવવા માટે તેમને યોગ્ય સલાહ આપવાથી પોતાની ચિંતા અને અપરાધ ભાવનાની અભિવ્યક્તિ કરવામાં તેમને મદદ મળશે.

(iv) ***ભયજનક સંકેતો તરફ દૃષ્ટિ :*** સજાગ માતાપિતા અને શિક્ષકોએ ઉપર્યુક્ત ભયજનક સંકેતોને ઓળખી, તેની ચર્ચા કરવી જોઈએ. કોઈ વ્યક્તિ ડ્રગ્સ કે આલ્કોહૉલનું સેવન કરતા માલૂમ પડે તો કોઈ પણ ખચકાટ વિના તેનાં માતાપિતા અને શિક્ષકના ધ્યાન પર આ બાબત લાવવી જોઈએ. ત્યાર બાદ બીમારીને ઓળખવા તથા તેની પાછળ છુપાયેલાં કારણો શોધવા માટે યોગ્ય ઉપાયો કરવા જોઈએ જેથી યોગ્ય સારવારનો આરંભ કરવામાં સહાયતા મળશે.

(v) ***વ્યાવસાયિક અને આરોગ્યવિષયક સહાય લેવી :*** જે વ્યક્તિ દુર્ભાગ્યે ડ્રગ્સ / આલ્કોહૉલના કુપ્રયોગરૂપી સેવનમાં ફસાઈ ગઈ છે, એની મદદ માટે ઉચ્ચ લાયકાત ધરાવતા મનોવૈજ્ઞાનિક અને મનોચિકિત્સકની ઉપલબ્ધતા અને વ્યસન છોડાવવા માટે તેમજ તેમના પુનરુત્થાન કાર્યક્રમો દ્વારા યોગ્ય સહાયતા મળે છે. આ પ્રકારની મદદ મળવાથી અસરગ્રસ્ત વ્યક્તિ તેના પૂરતા પ્રયત્નો અને દૃઢ મનોબળથી તેનું આ તંદુરસ્ત જીવન જીવી શકે છે.

સારાંશ

તંદુરસ્તી એટલે રોગની ગેરહાજરી એટલું જ નહિ, પરંતુ ભૌતિક, માનસિક, સામાજિક અને મનોવૈજ્ઞાનિક રીતે સંપૂર્ણ સ્વચ્છતા. ટાઇફૉઇડ, કૉલેરા, ન્યુમોનિયા, ફૂગનો ત્વચીય ચેપ, મૅલેરિયા અને અન્ય ઘણા રોગો મનુષ્યમાં તકલીફ સર્જે છે. પ્લાઝમોડિયમ ફાલ્સીપેરમ દ્વારા થતા મૅલેરિયા જેવા રોગોની સારવાર ન થાય તો ઘાતક સાબિત થાય છે. વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા ઉપરાંત, કચરાનો યોગ્ય નિકાલ, પીવાના પાણીને પીવાલાયક બનાવવું. મચ્છર જેવા વાહકોનું નિયંત્રણ અને પ્રતિકારકતા વગેરે આ રોગોને અટકાવવા માટે ઉપયોગી છે. જ્યારે આપણે આવા રોગકારકોના સંપર્કમાં આવીએ છીએ ત્યારે, આપણું પ્રતિકારક તંત્ર મુખ્ય ભાગ ભજવે છે. જન્મજાત પ્રતિકારકતાના ભાગરૂપે આપણી ત્વચા, શ્લેષ્મ આવરણ, લાળ અને આંસુમાં રહેલા સૂક્ષ્મ જીવ પ્રતિરોધક દ્રવ્યો અને ભક્ષક કોષો વગેરે આપણા શરીરમાં રોગકારકોના પ્રવેશને અટકાવે છે. જો રોગકારકોનો આપણા શરીરમાં પ્રવેશ સફળ થઈ જાય તો ચોક્કસ ઍન્ટીબોડી (humoral immune response) અને કોષો (cell mediated immune response) આ રોગકારકોને મારી નાંખે છે. પ્રતિકારક તંત્રને સ્મૃતિ હોય છે. ત્યાર પછી, આ જ પ્રકારના રોગકારકો જો પુનઃ પ્રવેશે છે ત્યારે પ્રતિકારક પ્રતિચાર વધુ ઝડપી અને તીવ્ર બને છે. રસીકરણ, પ્રતિરક્ષાકરણ દ્વારા મળતું રક્ષણ તેનો આધાર છે. અન્ય રોગોમાં એઇડ્સ અને કૅન્સરથી વિશ્વમાં ઘણા લોકોનાં મૃત્યુ થયાં છે. એઇડ્સ એ

HIV દ્વારા ફેલાય છે અને જીવલેણ છે પરંતુ, ચોક્કસ સાવધાની રાખવામાં આવે તો તેને અટકાવી શકાય છે. કેટલાક કૅન્સર સમયસર વહેલા ઓળખાઈ જાય અને યોગ્ય પદ્ધતિ દ્વારા સારવાર આપવામાં આવે તો મટાડી શકાય છે. હાલમાં, યુવાનો અને કિશોરોમાં ડ્રગ્સ તેમજ આલ્કોહૉલનું સેવન તેને સંબંધિત ચિંતાનું અન્ય કારણ પણ છે. આલ્કોહૉલ અને ડ્રગ્સની વ્યસની પ્રકૃતિ અને તેમના સેવનથી થતા કાલ્પનિક લાભો મેળવી તણાવ, દબાણવશ ચોરીછૂપીથી સમસ્યાઓનો સામનો કરવો, પરીક્ષાસંબંધી અને સ્પર્ધાત્મકસંબંધી તણાવમાંથી મુક્તિ મેળવે છે. આ બધું છતાં તે/તેણી નશાખોર બની જાય છે. આ બધી નુકસાનકારક અસરથી બચવા શિક્ષણ, ચર્ચા અને ત્વરિત રીતે વૈદકીય મદદ લઈ વ્યક્તિને સંપૂર્ણપણે આ દૂષણમાંથી મુક્ત કરી શકાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. ચેપી રોગો સામે સલામતી મેળવવા તમે લોક જાગૃતિનાં કયાં પગલાં સૂચવો છો ?
2. ચેપી રોગોનું નિયંત્રણ કરવા માટે આપણને જીવવિજ્ઞાનનો અભ્યાસ કેવી રીતે મદદરૂપ થાય છે ?
3. નીચે આપેલા પ્રત્યેક રોગોનો ફેલાવો કેવી રીતે થાય છે ?
   (a) એમીબીઆસિસ (b) મૅલેરિયા (c) એસ્કેરિઆસિસ (d) ન્યુમોનિયા
4. પાણીથી ઉદ્‌ભવતા રોગોનો ફેલાવો અટકાવવા તમે શું પગલાં લેશો ?
5. DNAની રસીઓના નિર્માણમાં 'યોગ્ય જનીન'નો અર્થ શું છે ? તેની ચર્ચા તમારા શિક્ષક સાથે કરો.
6. પ્રાથમિક અને દ્વિતીય લસિકા અંગોનાં નામ આપો.
7. નીચે કેટલાંક ટૂંકાં નામ આપેલ છે કે જે આ પ્રકરણમાં ઉપયોગમાં લેવાયેલાં છે. પ્રત્યેકનું પૂર્ણ નામ આપો :
   (a) MALT (b) CMI (c) AIDS (d) NACO (e) HIV
8. નીચે આપેલના તફાવત / ભેદ આપો અને પ્રત્યેકનાં ઉદાહરણો જણાવો :
   (a) જન્મજાત પ્રતિકારકતા અને ઉપાર્જિત પ્રતિકારકતા (b) સક્રિય પ્રતિકારકતા અને નિષ્ક્રિય પ્રતિકારકતા
9. ઍન્ટીબોડી અણુની નામનિર્દેશિત આકૃતિ દોરો.
10. હ્યુમન ઇમ્યુનો ડેફિસિયન્સી વાઇરસનો ફેલાવો કયાં વિવિધ પરિપથો દ્વારા થાય છે ?
11. ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિના રોગપ્રતિકારક તંત્રની ઊણપ સર્જતો એઇડ્સ વાઇરસ કઈ ક્રિયાવિધિ દ્વારા પ્રદર્શિત થાય છે ?
12. કૅન્સર કોષ સામાન્ય કોષથી કઈ રીતે ભિન્નતા દર્શાવે છે ?
13. રોગવ્યાપ્તિ શું છે ? વર્ણવો.
14. આલ્કોહૉલ / નશાકારક પદાર્થો દ્વારા થતી હાનિકારક અસરોની સૂચિ બનાવો.
15. શું તમે વિચારી શકો છો કે મિત્રો આલ્કોહૉલ / ડ્રગ્સનું સેવન કરતા હોય ? જો હા હોય તો તેને / તેણીને તેના સેવનથી કેવી રીતે રક્ષિત કરી શકશો ?
16. એક વખત કોઈ વ્યક્તિ આલ્કોહૉલ અથવા ડ્રગ્સ લેવાની શરૂઆત કરે છે પછી આ કુટેવ છોડવી કેમ અઘરી છે ? તેની ચર્ચા તમારા શિક્ષક સાથે કરો.
17. તમારા દૃષ્ટિકોણે યુવાનો શા માટે આલ્કોહૉલ અથવા ડ્રગ્સ લેવા પ્રેરિત થાય છે અને તેને કઈ રીતે રોકી શકાય ?

પ્રકરણ 9

ખાદ્ય-ઉત્પાદનમાં ઉન્નતીકરણ માટેની કાર્યનીતિ (Strategies for Enhancement in Food Production)

9.1 પશુપાલન
9.2 વનસ્પતિ-સંવર્ધન
9.3 એકકોષજન્ય પ્રોટીન
9.4 પેશી-સંવર્ધન

વિશ્વની વધતી જનસંખ્યાની સાથે ખાદ્ય-ઉત્પાદનની વૃદ્ધિ પણ એક અગત્યની આવશ્યકતા છે. જૈવિક સિદ્ધાંતોની મદદથી પશુપાલન અને વનસ્પતિ સંવર્ધન દ્વારા ખાદ્ય-ઉત્પાદન વધારવામાં કરાતા પ્રયાસોમાં તેઓની ભૂમિકા અગત્યની છે. ભવિષ્યમાં, નવી તક્નિકો જેવી કે, ભ્રૂણ તબદિલ તક્નિકી અને પેશીસંવર્ધન પદ્ધતિઓ ખોરાક-ઉત્પાદનના વધારામાં આધારક ભૂમિકા ભજવશે.

9.1 પશુપાલન (Animal Husbandry)

પશુપાલન એ સંવર્ધન અને પશુધન વધારવાની કૃષિપદ્ધતિ છે. જેમકે તે ખેડૂતો માટે એક આવશ્યક કૌશલ્ય અને એક કળા છે. તેટલું જ વિજ્ઞાન પણ છે. પશુપાલનનો સંબંધ ભેંસ, ગાય, ભૂંડ, ઘોડા, ઢોર, ઘેટાં, ઊંટ, બકરી વગેરે જેવા પશુધનના પ્રજનન અને તેમના ઉછેર સાથે છે, જે મનુષ્ય માટે લાભદાયી છે. વિસ્તૃતરૂપે, તેમાં મરઘાંઉછેર અને મત્સ્યઉછેર પણ સમાવાય છે. મત્સ્યઉદ્યોગ એટલે માછલીઓ, મૃદુકાય (કવચયુક્ત જલીય અપૃષ્ઠવંશી સજીવો-shell fish) અને સ્તરકવચીઓ (ઝિંગા, કરચલાં વગેરે)ને ઉછેરવા, પકડવા અને તેમના વેચાણનો સમાવેશ થાય છે. અતિપ્રાચીન કાળથી મનુષ્ય દ્વારા મધમાખી, રેશમ-કીડા, ઝિંગા, કરચલાં, માછલીઓ, પક્ષીઓ, ભૂંડ, ઢોર, ઘેટાં અને ઊંટ વગેરેનો ઉપયોગ તેમનાં ઉત્પાદનો જેવાં કે દૂધ, ઈંડાં, માંસ, ઊન, રેશમ, મધ વગેરે મેળવવા માટે કરવામાં આવે છે.

એવો અંદાજ છે કે વિશ્વનું 70 % પશુધન ભારત અને ચીન પાસે છે. તેમ છતાં, આશ્ચર્યની વાત એ છે કે, વિશ્વસ્તરે તેમનું ઉત્પાદન-સ્તર (farm produce)

25 % છે; જે એકમ દીઠ ઉત્પાદન-દર ઘણો ઓછો છે. તેથી પ્રાણી-સંવર્ધન અને સંભાળની પારંપરિક પદ્ધતિઓ ઉપરાંત ગુણવત્તા અને ઉત્પાદકતામાં સુધારો લાવવા માટે નવી તક્નિકીનો પ્રયોગ કરવામાં આવે છે.

9.1.1 કૃષિ તેમજ કૃષિને લગતાં પશુઓનું વ્યવસ્થાપન (Management of Farms and Farm Animals)

કૃષિ (ખેતર-farm) વ્યવસ્થાપનની પારંપરિક પદ્ધતિઓમાં વ્યવસાયિક દૃષ્ટિ હોવી જોઈએ, જેથી આપણા ખાદ્ય-ઉત્પાદનને વધુ આવશ્યક વેગ આપી શકીએ. ચાલો, આપણે વ્યવસ્થાપનની કેટલીક પ્રક્રિયાઓની ચર્ચા કરીએ, જે વિવિધ પશુ-કૃષિ તંત્રોમાં કાર્યરત છે.

9.1.1.1 ડેરી-વ્યવસાયનું વ્યવસ્થાપન (Dairy Farm Management)

ડેરીઉદ્યોગ એ મનુષ્યના વપરાશ માટે દૂધ તેમજ તેનાં ઉત્પાદનો માટે પ્રાણીઓનું વ્યવસ્થાપન થાય છે. *શું તમે એવાં પશુઓની યાદી બનાવી શકો છો જે ડેરી વ્યવસાય સાથે સંકળાયેલ હોય ? ડેરીઉદ્યોગ દ્વારા દૂધમાંથી બનતાં વિવિધ ઉત્પાદનો ક્યાં-ક્યાં છે ?* ડેરીઉદ્યોગ વ્યવસ્થાપનમાં પ્રક્રિયાઓ અને પ્રણાલીઓ (systems)નું અધ્યયન કરવામાં આવે છે. જેથી દૂધની ઉત્પાદકતા અને તેની ગુણવત્તામાં સુધારો કરી શકાય. ડેરી- વ્યવસાયમાં દૂધ-ઉત્પાદન પ્રાથમિક રીતે કૃષિજાત (નસલ-breed)ની ગુણવત્તા પર આધાર રાખે છે. સારી જાત (breed) જેમાં ઉચ્ચ ઉત્પાદન ક્ષમતાવાળી સારી નસલ (તે ક્ષેત્રની હવામાન પરિસ્થિતિ હેઠળ)નો ઉપયોગ અને તેમની રોગો સામેની પ્રતિકારક ક્ષમતાને અગત્યની ગણવામાં આવે છે. સારી ઉત્પાદન-ક્ષમતા મેળવવા માટે પશુઓની સારસંભાળ (માવજત) જેમાં તેમને રાખવાની સારી વ્યવસ્થા, પૂરતું પાણી તેમજ રોગમુક્ત વાતાવરણ હોવું જરૂરી છે. પશુઓને આહાર આપવામાં વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિકોણ હોવો જોઈએ. જેમાં ઢોરને આપવામાં આવતા ચારા (fodder)ની ગુણવત્તા અને તેની માત્રા પર વધુ ભાર આપવો જોઈએ. આ ઉપરાંત પશુને દોહવાની (milking), દૂધ તેમજ દૂધમાંથી બનતી બનાવટનો સંગ્રહ અને તેના પરિવહન દરમિયાન ચોક્કસપણે સફાઈ તથા સ્વાસ્થ્ય (પશુ તેમજ તેના રખેવાળ બંનેનું)નું મહત્ત્વ સર્વોચ્ચ સ્થાને છે. હવે, તો આ બધી પ્રક્રિયા યંત્રો દ્વારા (mechanised) થઈ ગઈ છે, જેથી વ્યક્તિના સીધા સંપર્કમાં આવવાની તક રહેતી નથી. તેના કડકપણે અમલીકરણ માટે તેમનો યોગ્ય સૂચિઆંક (record) રાખવાની અને સમયાંતરે તેના નિયમિત નિરીક્ષણ (inspection)ની આવશ્યકતા રહે છે જેથી શક્ય હોય એટલા વહેલા સમસ્યાઓને ઓળખવા અને તેમના તાત્કાલિક નિવારણ માટે મદદ મળી રહે. પશુ-ચિકિત્સક (veterinary doctor)ની નિયમિત મુલાકાત પણ અનિવાર્ય બની રહે છે.

તમે ડેરી જાળવણીનાં વિવિધ પાસાંઓ (ઉદ્દેશો) પર પ્રશ્નાવલિ તૈયાર કરો અને પછી તમારા વિસ્તારમાં ડેરી ફાર્મની મુલાકાત લો અને પ્રશ્નોના જવાબો શોધી કાઢો તો તમને તે રસપ્રદ લાગશે.

9.1.1.2 મરઘાં-ઉછેર વ્યવસ્થાપન (Poultry Farm Management)

મરઘાં-ઉછેર એ ખોરાક કે તેમનાં ઈંડાં માટે ઉપયોગમાં લેવાતાં પાલતુ પક્ષીઓ (fowl)નો વર્ગ છે. તે લાક્ષણિક રીતે મરઘાં અને બતક તો ક્યારેક ટર્કી (turkey) અને હંસ (geese)નો પણ સમાવેશ કરે છે. મોટે ભાગે 'poultry' શબ્દનો ઉપયોગ માત્ર આ પક્ષીઓના માંસ મેળવવા સંબંધિત જ કરવામાં આવે છે. પરંતુ, વધુ સામાન્ય અર્થમાં તે અન્ય પક્ષીઓના માંસને પણ સંદર્ભિત કરી શકે છે.

ડેરીઉદ્યોગમાં, રોગમુક્ત અને યોગ્ય નસલ (જાત)ની પસંદગી, યોગ્ય અને સલામત ફાર્મની પરિસ્થિતિ, યોગ્ય ખોરાક અને પાણી તેમજ સ્વચ્છતા તથા સ્વાસ્થ્ય આ બધાં મરઘાં-ઉછેર વ્યવસ્થાપનનાં અગત્યનાં પાસાં છે.

તમે TV (ટેલિવિઝન) સમાચાર કે સમાચારપત્રોમાં 'bird flu virus' વિશે સાંભળ્યું હશે, જોયું હશે અને વાંચ્યું પણ હશે. જેના કારણે દેશભરમાં ભય સર્જાયો અને ઈંડાં તેમજ ચિકનના વપરાશ પર પ્રભાવી અસર પણ થઈ. તેના વિશે વધુ જાણી, તેની ચર્ચા કરો અને તેના વિશે જે ડરનું વાતાવરણ ઊભું થયું હતું, તે કેટલું યોગ્ય હતું ? કેટલાક મરઘાઓને જો ચેપ જોવા મળે તો તમે આ ફ્લૂને કેવી રીતે અટકાવશો ?

9.1.2 પ્રાણી-સંવર્ધન (Animal Breeding)

પ્રાણી-સંવર્ધન, પશુપાલનનું એક અગત્યનું પાસું છે. પ્રાણી-સંવર્ધનનો હેતુ તેમનાં ઉત્પાદનમાં વધારો કરવો અને તેમનાં ઉત્પાદનની ઉત્કૃષ્ટ ગુણવત્તા સુધારવી છે. *તો કયાં લક્ષણો મેળવવા માટે આપણે પ્રાણી-સંવર્ધન કરવું જોઈએ ? શું લક્ષણોની પસંદગી, પ્રાણીની પસંદગીથી અલગ છે ?*

'જાત' (breed) શબ્દથી આપણે શું સમજીએ છીએ ? પશુઓનો એવો સમૂહ જે પૂર્વજો સાથે વંશપરંપરાગત રીતે સંકળાયેલ હોય અને તેમનો સામાન્ય દેખાવ, લક્ષણો, કદ, રૂપ-રેખાંકન (configuration) વગેરે જેવા મોટા ભાગનાં લક્ષણોમાં સમાન હોય તેઓને એક જ જાત કે નસલના કહેવાય. *તમે તમારા વિસ્તારના ફાર્મનાં પશુ અને મરઘાંઉછેર કેન્દ્રની આવી નસલોની યાદી બનાવો.*

જો એક જ જાતનાં પ્રાણીઓ વચ્ચે સંવર્ધન કરાવવામાં આવે, તો તેને **અંતઃસંવર્ધન (inbreeding)** કહે છે. જ્યારે બે ભિન્ન જાતો (breeds) વચ્ચે કરવામાં આવતું સંકરણ **બર્હિસંવર્ધન (outbreeding)** કહે છે.

અંતઃસંવર્ધન (Inbreeding) : સંવર્ધન એટલે એક જ જાતનાં ગાઢ સંકલિત પ્રાણીઓ વચ્ચે 4-6 પેઢીઓ સુધી કરવામાં આવતું પ્રજનન. પ્રજનન પ્રેરવા માટે સૌપ્રથમ એક જ જાતનાં શ્રેષ્ઠ નર અને શ્રેષ્ઠ માદાને શોધી કાઢવા અને તેઓનું (આ જોડીનું) સમાગમ કરાવવું. ફળસ્વરૂપે પ્રાપ્ત સંતતિનું મૂલ્યાંકન કરવું અને તેમાંથી શ્રેષ્ઠ નર અને શ્રેષ્ઠ માદાને શોધી આગામી સમાગમ માટે પસંદ કરવા. શ્રેષ્ઠ માદા તરીકે, ગાય કે ભેંસ હોઈ શકે. જે પ્રત્યેક દૂધસ્રવણે (lactation) વધુ દૂધ આપે છે. જ્યારે બીજી બાજુ, શ્રેષ્ઠ નર એટલે આખલો (bull), જે અન્ય નરની સાપેક્ષે શ્રેષ્ઠતમ સંતતિ ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

પ્રકરણ 5માં મેન્ડલે ચર્ચેલ સમયુગ્મી શુદ્ધ વંશક્રમને યાદ કરો. વટાણાની શુદ્ધ જાતો મેળવવા માટે જે કાર્યપ્રણાલીનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો, તેવી જ કાર્ય-પ્રણાલીનો ઉપયોગ પશુઓની શુદ્ધ જાતો (pure breeds) મેળવવા માટે પણ થાય છે. અંતઃસંવર્ધનથી **સમયુગ્મતા (homozygosity)**નું પ્રમાણ વધે છે. આથી જો આપણે કોઈ પ્રાણીમાં તેની શુદ્ધ જાત મેળવવા માંગીએ છીએ, તો અંતઃસંવર્ધન જરૂરી છે. અંતઃસંવર્ધન નુકસાનકારક પ્રચ્છન્ન જનીનોને બહાર લાવે છે. જેને પસંદગી દ્વારા દૂર કરી શકાય છે. તે શ્રેષ્ઠ જનીનોની જમાવટ કરવામાં અને અનિશ્ચિત (ઓછા ઉત્કૃષ્ટ) જનીનોને દૂર કરવામાં મદદ કરે છે. માટે, આ અભિગમમાં જ્યાં દરેક સોપાને પસંદગીનો અવકાશ હોવાથી, અંતઃસંવર્ધિત વસ્તીની ઉત્પાદકતામાં વધારો કરે છે. તેમ છતાં, સતત અંતઃસંવર્ધન, ખાસ કરીને નિકટતમ અંતઃસંવર્ધન, ફળદ્રુપતા અને ઉત્પાદકતામાં ઘટાડો પ્રેરે છે, જેને **અંતઃસંવર્ધન દબાણ (inbreeding depression)**

(a)

(b)

આકૃતિ 9.1 : દુધાળાં પશુઓ અને મરઘીમાં જાત-સુધારણા (a) જર્સી (Jersey) (b) લેગ્હૉર્ન (Leghorn)

કહે છે. આ સમસ્યા ઊભી થાય ત્યારે, અંતઃસંવર્ધિત વસ્તીનાં પ્રાણીઓનું, તે જ જાતનાં અસંબંધિત શ્રેષ્ઠ પ્રાણીઓ સાથે સમાગમ કરાવવાથી, ફળદ્રુપતા અને નીપજ(ઉત્પાદકતા)ને પુનઃ સ્થાપિત કરી શકાય છે.

બર્હિસંવર્ધન (Out breeding) : બર્હિસંવર્ધન, અસંબંધિત પ્રાણીઓનું સંકરણ છે. જે 4-6 પેઢીઓ સુધી સમાન પૂર્વજ ન ધરાવતાં હોય તેવાં પ્રાણીઓ વચ્ચે (out-crossing-વિજાતીય કે બર્હિસંસ્કરણ) અથવા ભિન્ન જાત વચ્ચે (cross breeding - પરસંવર્ધન) અથવા ભિન્ન જાતિઓ વચ્ચે (આંતરજાતીય સંવર્ધન - inter specific hybridisation) હોઈ શકે છે.

(i) બર્હિસંકરણ (Out crossing) : તે એક જ જાતનાં એવાં પ્રાણીઓ વચ્ચે કરાતો સમાગમ છે, જેમાં વંશાવલી અનુસાર 4-6 પેઢીઓ સુધી બંને પ્રાણીઓના કોઈ સામાન્ય પૂર્વજ હોવા ન જોઈએ. આ પ્રકારે ઉત્પન્ન થતી સંતતિ સીધી જ બર્હિસંકર જાત (out-cross breed) તરીકે ઓળખાય છે. આ પદ્ધતિ એવાં પશુઓ માટે ઉપયોગી છે, જેઓની દૂધ ઉત્પાદન-ક્ષમતા ઓછી હોય તેમજ માંસ માટે ઉપયોગી હોય તેવાં પ્રાણીઓના માંસનો દર વધારે છે. માત્ર એકવારનું બર્હિસંવર્ધન એ અંતઃસંવર્ધન દબાણને દૂર કરવામાં ઉપયોગી છે.

(ii) પર સંવર્ધન (Cross breeding) : આ પદ્ધતિમાં એક જાતનાં શ્રેષ્ઠ નરને અન્ય જાતની શ્રેષ્ઠ માદા સાથે સમાગમ કરાવવામાં આવે છે. પર સંવર્ધન દ્વારા બે ભિન્ન જાતનાં ઈચ્છિત લક્ષણોનો સમન્વય સાધી શકાય છે. આ રીતે મળતી સંતતિ સીધી જ વ્યવસાયિક ઉત્પાદનમાં ઉપયોગી છે. નવી સ્થાયી જાતોના વિકાસ માટે તેઓ અંતઃસંકરણ અને પસંદગીના સ્વરૂપે ઉપયોગી છે. જેથી આ નવી સ્થાયી જાતો એ વર્તમાન જાતોથી શ્રેષ્ઠ હોઈ શકે. આ અભિગમ દ્વારા ઘણી નવી પ્રાણીજાતો આ રીતે વિકસાવવામાં આવી છે. પંજાબમાં વિકસિત હિસારડેલ (Hisardale) ઘેટાંની નવી જાત છે. જે બિકાનેરી ઘેટી (Bikaneri ewes) અને મરીનો ઘેટાં (Marino rams) વચ્ચેના સંકરણની નીપજ છે.

(iii) આંતરજાતીય સંકરણ (Interspecific hybridisation) : આ પદ્ધતિમાં, બે ભિન્ન (જુદી-જુદી) સંબંધિત જાતિઓનાં નર અને માદા વચ્ચે સમાગમ કરાવવામાં આવે છે. કેટલાક કિસ્સાઓમાં, સંતતિમાં બંને પિતૃઓનાં ઈચ્છિત લક્ષણો જોવા મળે છે અને તેનું એક આગવું આર્થિક મહત્ત્વ હોય છે. દા.ત., ખચ્ચર (Mule) (આકૃતિ 9.2). *શું તમે જાણો છો ખચ્ચરની ઉત્પત્તિ કયા સંકરણનું પરિણામ છે ?*

આકૃતિ 9.2 : ખચ્ચર (Mule)

નિયંત્રિત સંવર્ધન પ્રયોગો (controlled breeding experiments) કૃત્રિમ વીર્યસેચન (artificial insemination) દ્વારા કરવામાં આવે છે. સંકરણ માટે પસંદ કરેલ નરનું વીર્ય, પસંદ કરેલ માદાના પ્રજનનમાર્ગમાં સંવર્ધક (breeder) દ્વારા દાખલ કરાવવામાં આવે છે. વીર્યનો ઉપયોગ તરત જ કે તેને થીજવીને (frozen) પછી ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. તે વીર્યને થીજવેલા સ્વરૂપે, માદાને જ્યાં રાખવામાં આવેલ હોય તે સ્થળે સ્થળાંતરિત કરીને લઈ જઈ શકાય છે અને આ રીતે ઇચ્છનીય સમાગમ કરાવી શકાય છે. કૃત્રિમ વીર્યસેચન (insemination) દ્વારા સામાન્ય સમાગમથી ઉત્પન્ન થતી સમસ્યાઓને નિવારી શકાય છે. શું તમે તેની ચર્ચા અને કેટલીક યાદી બનાવી શકો છો ?

કૃત્રિમ વીર્યસેચન કરવા છતાં પણ ઘણી વખત પુખ્ત માદા અને નર વચ્ચે કરવામાં આવતા સંકરણની સફળતાનો દર ઘટી જાય છે. સંકર જાતો (hybrids)ના સફળ ઉત્પાદન માટે, અન્ય પદ્ધતિઓનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. **multiple ovulation embryo transfer technology (MOET)**એ એવો કાર્યક્રમ છે જેના દ્વારા ગૌ-પશુ-સુધારણા કરી શકાય છે. આ પદ્ધતિમાં ગાયને, FSH-જેવા અંતઃસ્રાવની સારવાર આપવામાં આવે છે, જેથી અંડપુટિકાઓનું

પરિપક્વન પ્રેરાય અને વધુ અંડસર્જન (super ovulation) થાય છે. સામાન્ય રીતે દરેક ચક્રે ઉત્પન્ન થતા 1 અંડકોષના સ્થાને 6-8 અંડકોષો સર્જાય છે. પ્રાણીને સર્વશ્રેષ્ઠ આખલા સાથે કે કૃત્રિમ વીર્યસંચન દ્વારા સમાગમિત કરાય છે. 8-32 કોષીય અવસ્થાના ફલિત અંડકોષોને શસ્ત્રક્રિયા વગર મેળવી, તેને સરોગેટ માતા (ભાડૂતી માતા)માં સ્થળાંતરિત કરાય છે. આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ ઢોરઢાંખર, ઘેટાં, સસલાં, ભેંસ, ઘોડા વગેરેમાં કરાઈ ચૂક્યો છે. માદાની વધુ દૂધ આપતી જાતો અને ઉચ્ચ ગુણવત્તા (ઓછું મેદવાળું માંસ)વાળા માંસ આપતા આખલા વગેરેને સફળતાપૂર્વક સંવર્ધિત કરી શકાય છે. જેથી કરીને ટૂંક સમયમાં ટોળા (herd)નું કદ (સંખ્યા) વધે છે.

9.1.3 મધમાખી-ઉછેર (Bee-Keeping)

મધમાખી-ઉછેર (apiculture) એટલે મધ-ઉત્પાદન માટે મધમાખીના મધપૂડાની માવજત. તે પ્રાચીનકાળથી ચાલતો આવતો એક કુટિર ઉદ્યોગ છે. મધ એ ઉચ્ચ પોષણમૂલ્ય ધરાવતો આહાર છે તેમજ ઔષધોની દેશી પ્રણાલી (આયુર્વેદ)માં પણ તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. મધમાખીનું અન્ય ઉત્પાદન માખીનું મીણ (bees wax) છે, જે ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે ખૂબ ઉપયોગી છે. જેમકે, સૌંદર્ય-પ્રસાધનોની બનાવટમાં અને વિવિધ પ્રકારની પૉલિશમાં. મધની વધતી જતી માંગને કારણે મધમાખી-ઉછેરને મોટા પાયે વિકસાવવાની જરૂર પડી છે. આ વ્યવસાય મોટા પાયે હોય કે નાના પાયે, તે એક આવકનું સાધન બની ગયું છે.

મધમાખી-ઉછેર થાય જ્યાં જંગલી ઝાડીઓ, ફળના બગીચા અને ખેતરોમાં વાવેલા પાક હોય એવાં સ્થળોએ થઈ શકે છે. મધમાખીની કેટલીક જાતિઓને ઉછેરી શકાય છે. જેમાંની સૌથી સામાન્ય જાતિ એપિસ ઇન્ડિકા (*Apis indica*) છે. મધપૂડાને ઘરના આંગણામાં, વરંડામાં કે છત ઉપર પણ ઉછેરી શકાય છે. મધમાખી-ઉછેરમાં શ્રમિક કાર્ય હોતું નથી.

મધમાખી-ઉછેર એક સરળ વ્યવસ્થા છે છતાં તેના માટે કેટલુંક વિશિષ્ટ જ્ઞાન જરૂરી છે, જે માટે કેટલીક સંસ્થાઓ આ ક્ષેત્રે શિક્ષણ પ્રદાન કરે છે. સફળ મધમાખી-ઉછેર માટે નીચેના મુદ્દા અગત્યના છે :

(i) મધમાખીઓના સ્વભાવ અને આદતો/પ્રકૃતિનું જ્ઞાન
(ii) મધપૂડાને રાખવા માટે યોગ્ય સ્થળની પસંદગી
(iii) મધમાખીના ઝૂંડ (swarms)ને પકડવું અને તેને મધપૂડામાં ઉછેરવું.
(iv) ભિન્ન ઋતુઓમાં મધપૂડાનું વ્યવસ્થાપન
(v) મધ અને માખીના મીણને જાળવવું અને એકત્રિત કરવું.

મધમાખીઓ, આપણા ઘણા પાક માટે પરાગવાહકો તરીકે વર્તે છે (જુઓ પ્રકરણ 2). જેવાં કે, સૂર્યમુખી, રાઈ (*Brassica*), સફરજન અને નાસપતિ. પાક પર પુષ્પોદ્‌ભવ સમય દરમિયાન જો મધપૂડાને ખેતરમાં રાખવામાં આવે, તો પરાગનયનની ક્ષમતા વધી જાય છે. આમ, પાક અને મધ બંનેનાં ઉત્પાદનમાં લાભ થાય છે.

9.1.4 મત્સ્યઉદ્યોગ (Fisheries)

મત્સ્યઉદ્યોગ મત્સ્યો, કવચયુક્ત જલીય અપૃષ્ઠવંશી સજીવો (shellfish) અને અન્ય જલીય પ્રાણીઓને પકડવા, પ્રક્રિયા કરવા કે વેચાણ કરવા સાથે સંકળાયેલ છે. આપણી વસ્તીનો મોટો ભાગ મત્સ્ય, તેની પેદાશો અને અન્ય જલીય પ્રાણીઓ જેવાં કે, ઝિંગા, કરચલાં, લૉબ્સ્ટર (સાંઢો-lobster), ખાદ્ય છીપ (edible oyster) વગેરે પર ખોરાક માટે આધારિત છે. મીઠા પાણીની ખાદ્યમત્સ્યો જેમાં કટલા, રોહુ અને સામાન્ય તળાવની માછલી (common carp)નો સમાવેશ થાય છે. જ્યારે કેટલીક દરિયાઈ ખાદ્યમત્સ્યો જેવી કે, હિલ્સા,

સારડિન્સ, મેકેરેલ અને પોમ્ફ્રેટનો સમાવેશ થાય છે. શોધી કાઢો કે તમારા વિસ્તારમાં સામાન્ય રીતે ખવાતી માછલીઓ કઈ છે ?

ભારતીય અર્થવ્યવસ્થામાં મત્સ્યઉદ્યોગનું અગત્યનું સ્થાન છે. દરિયાકિનારાનાં રાજ્યોના લાખો માછીમારો અને ખેડૂતોને તે આવક અને રોજગાર પૂરો પાડે છે. ઘણા લોકો માટે તે એક માત્ર તેમની આજીવિકા છે. વધતી જતી માંગને પહોંચી વળવા માટે તેનું ઉત્પાદન વધારવા માટે મત્સ્યઉદ્યોગમાં વિવિધ તક્નિકીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, આપણે જલસંવર્ધન (aquaculture) અને મત્સ્ય-સંવર્ધન (pisciculture) દ્વારા મીઠા જળ અને દરિયાઈ જળ બંનેમાં જલજ વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનું ઉત્પાદન વધારી શક્યા છીએ. *મત્સ્યસંવર્ધન અને જલસંવર્ધન વચ્ચેનો ભેદ શોધી કાઢો.* જેને કારણે મત્સ્યઉદ્યોગ વિકાસ પામ્યો છે તેમજ ફાલ્યો છે, જેનાથી સામાન્ય રીતે દેશને અને સવિશેષ ખેડૂતોને સારી એવી આવક થઈ છે. હવે, આપણે હવે ‘નીલ ક્રાંતિ’ (Blue Revolution) વિશેની વાતો કરવા લાગ્યા છીએ. ‘હરિયાળી ક્રાંતિ’ (Green Revolution)ની જેમ તેને પણ એ જ બાબતો લાગુ પડે છે.

9.2 વનસ્પતિ-સંવર્ધન (Plant Breeding)

પારંપરિક ખેતી દ્વારા મનુષ્ય અને પ્રાણીઓ માટે સીમિત માત્રામાં જૈવભાર ઉત્પાદન થાય છે. સારા વ્યવસ્થાપન દ્વારા અને ભૂમિનો ક્ષેત્રવિસ્તાર વધારીને ઉત્પાદનમાં વધારો કરી શકાય છે. પરંતુ, ફક્ત સીમિત માત્રામાં, (એક હદ સુધી જ). એક તક્નિકીના રૂપમાં વનસ્પતિ સંવર્ધને મોટે પાયે ઉત્પાદન વધારવામાં મદદ કરી છે. ભારતની કઈ એવી વ્યક્તિ છે, જેણે **હરિયાળી ક્રાંતિ** વિશે સાંભળ્યું નથી ? જેના થકી આપણે પાક-ઉત્પાદનની રાષ્ટ્રીય આવશ્યકતાઓને તો પ્રાપ્ત કરી શક્યા છીએ, તે ઉપરાંત આપણે નિકાસ (export) કરવા પણ સક્ષમ બન્યા છીએ ? હરિયાળી ક્રાંતિ મોટા ભાગે, વનસ્પતિ સંવર્ધનની તક્નિકી પર આધારિત ઘઉં, ચોખા, મકાઈ વગેરેના વધુ ઉત્પાદન તથા રોગ-પ્રતિકારક જાતોના વિકાસ પર આધારિત છે.

9.2.1 વનસ્પતિ-સંવર્ધન શું છે ? (What is Plant Breeding ?)

વનસ્પતિ-સંવર્ધન, વનસ્પતિની જાતિઓનો ઇરાદાપૂર્વકનો કુશળ વ્યવહાર છે, જેથી યોગ્ય રીતે ઇચ્છિત વનસ્પતિઓ મેળવી શકાય છે. આ રીતે મળતી વનસ્પતિઓ વધુ ખેતીલાયક, સારું ઉત્પાદન અને રોગ-પ્રતિરોધક હોય છે. માનવસંસ્કૃતિના આરંભથી, હજારો વર્ષો પૂર્વે પારંપરિક રૂપમાં વાનસ્પતિક સંવર્ધન કરવામાં આવતું હતું. તેના 9000-11,000 વર્ષો પૂર્વેના લેખિત પુરાવાઓ આજે પણ ઉપલબ્ધ છે. હાલના કેટલાક પાક પ્રાચીનકાળની વ્યાવહારિક કેળવણી-પ્રક્રિયાઓ (domestication)નું પરિણામ છે. આજના આપણા બધા મોટા ભાગના ખાદ્ય પાકો, વ્યવહારુ જાતિઓ (domisticated varieties)માંથી ઉત્પન્ન થયેલા છે. ઉત્કૃષ્ટ વનસ્પતિ-સંવર્ધનમાં શુદ્ધ વંશક્રમોનું સંસ્કરણ અને સંકરણ સમાવેશિત છે. ત્યાર બાદ તેને અનુસરીને વધુ ઉત્પાદન, પોષણ અને રોગપ્રતિરોધકતાનાં ઇચ્છનીય લક્ષણો ધરાવતી વનસ્પતિઓની કૃત્રિમ પસંદગી તેને અનુસરીને ઉત્પન્ન કરવાનો સમાવેશ છે. જનીનવિદ્યા, આણ્વિય જીવવિજ્ઞાન અને પેશીસંવર્ધન ક્ષેત્રે થયેલ પ્રગતિના ફળસ્વરૂપે, હવે વનસ્પતિ સંવર્ધન આણ્વિય જનીનિક સાધનોનો ઉપયોગ કરીને કરવામાં આવી રહ્યું છે.

જો આપણે એવાં સંવર્ધક લક્ષણોની યાદી બનાવવી હોય કે જેનો સંવર્ધકોએ પાકવિષયક વનસ્પતિઓમાં સમાવેશ કરવા પ્રયાસ કર્યો હોય તો આપણે પ્રથમ વધુ પાક-ઉત્પાદન અને સુધારેલી ગુણવત્તા ધરાવતાં લક્ષણોની યાદી બનાવવી પડે. પર્યાવરણીય તણાવ (ક્ષારતા, ઉચ્ચ તાપમાન, શુષ્કતા) સામે વધતી સહનશીલતા, રોગકારકો (વાઇરસ, ફૂગ અને બૅક્ટેરિયા) પ્રત્યે પ્રતિકારકતા તેમજ કીટકો (pests) પ્રત્યેની સહન-ક્ષમતામાં વધારો વગેરે પણ આપણી યાદીમાં સમાવવા પડશે.

વનસ્પતિ-સંવર્ધનના કાર્યક્રમો સુવ્યવસ્થિત રીતે સમગ્ર વિશ્વમાં સરકારી સંસ્થાઓ તેમજ વ્યાપારિક કંપનીઓ દ્વારા ચલાવવામાં આવે છે. જનીનિક રીતે ભિન્નતા ધરાવતી પાક-સંવર્ધિત જાતિ માટે નીચેના તબક્કાઓ હોય છે :

(i) ***ભિન્નતાનું એકત્રીકરણ (Collection of variability)*** : જનીનિક ભિન્નતા, સંવર્ધન કાર્યક્રમનો આધાર છે. ઘણા પાકોને જનીનિક ભિન્નતા તેમની જંગલી સંબંધિત પ્રજાતિમાંથી પ્રાપ્ત થઈ શકે છે. બધી જ વિભિન્ન જંગલી જાતો (wild breeds), પ્રજાતિઓ અને સંબંધિત સંવર્ધિત જાતિઓ (તેમનાં લક્ષણો માટે મૂલ્યાંકન કરેલ)નો સંગ્રહ અને પરિરક્ષણ, વસ્તીમાં પ્રાકૃતિક જનીનની પ્રાપ્યતાના અસરકારક વ્યાપ માટે પૂર્વ-અપેક્ષિત છે. કોઈ પાકમાં જોવા મળતા બધા જનીનોના વિવિધ વૈકલ્પિક કારકો (alleles)ના (વનસ્પતિ/ બીજ) સંગ્રહણને **જનનરસ સંગ્રહણ (germplasm collection)** કહે છે.

(ii) ***મૂલ્યાંકન અને પિતૃઓની પસંદગી (Evaluation and selection of parents)*** : જનનરસનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે, જેથી ઇચ્છિત લક્ષણોનો સમન્વય ધરાવતી વનસ્પતિઓને ઓળખી શકાય. આ રીતે પસંદગી કરેલ વનસ્પતિઓનું બહુગુણન કરી, તેમનો ઉપયોગ સંકરણ માટે કરવામાં આવે છે. આ પ્રકારે જ્યાં ઇચ્છનીય અને શક્ય હોય ત્યાં, શુદ્ધ સંતતિ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે.

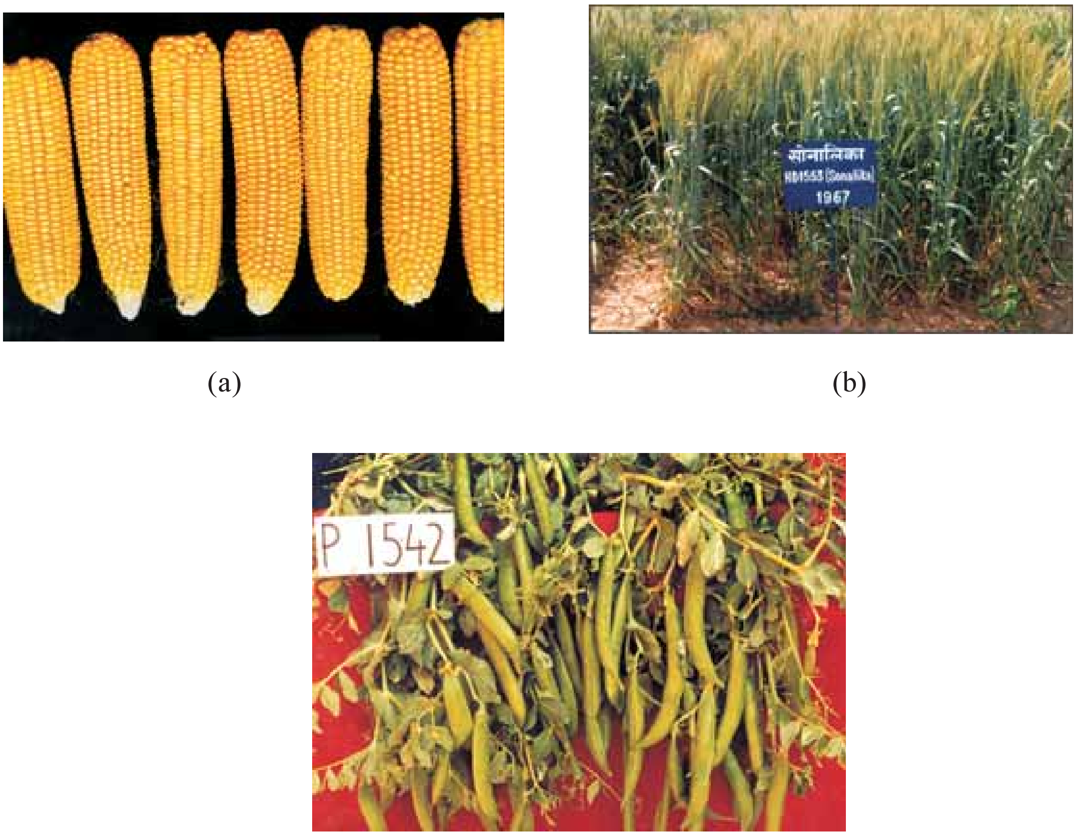
(iii) ***પસંદ કરેલ પિતૃઓ વચ્ચે પર-સંકરણ (Cross hybridisation among the selected parents)*** : ઘણી વાર ઇચ્છિત લક્ષણોનો સમન્વય બે ભિન્ન પિતૃઓ (વનસ્પતિ)ના ઉપયોગ દ્વારા મેળવવામાં આવે છે. જેમકે, એક પિતૃ ઉચ્ચ પ્રોટીન ગુણવત્તા ધરાવે છે અને બીજો પિતૃ કે જે રોગ-પ્રતિરોધકતા ધરાવે છે. તો તેઓનાં આવાં ઇચ્છિત અને ઉચ્ચ લક્ષણોનો સમન્વય સાધી શકાય છે. બે પિતૃઓના પર-સંકરણ (cross hybridising) દ્વારા આવું શક્ય છે, કે જેમાંથી સંકરજાત પેદા થાય છે જેમાં એક જ વનસ્પતિમાં ઇચ્છિત લક્ષણોનો જનીનિક રીતે સમન્વય થયેલ હોય. નર વનસ્પતિ તરીકે પસંદ કરેલ વનસ્પતિની પરાગરજને એકત્રિત કરી, માદા છોડ તરીકે પસંદ કરેલ વનસ્પતિના પરાગાસન પર સ્થાપિત કરાવવામાં આવે છે પરંતુ આ પ્રક્રિયા સમય માંગી લે તેવી અને કંટાળાજનક છે (પ્રકરણ 2માં સંકરણ કેવી રીતે કરાવાય છે તે દર્શાવ્યું છે). એવું પણ જરૂરી નથી કે સંકરણમાં ઇચ્છિત લક્ષણોનું જ જોડાણ થાય છે. આવા હજારો સંકરણ પૈકી કોઈ એકમાં જ આવો ઇચ્છનીય સમન્વય જોવા મળે છે.

(iv) ***ઉચ્ચ પુનઃસંયોજિત જાતોની પસંદગી અને પરીક્ષણ (Selection and testing of superior recombinants)*** : આ તબક્કામાં સંકરણ દ્વારા સર્જાયેલ સંતતિઓમાંથી ઇચ્છિત લક્ષણોનો સમન્વય ધરાવતી વનસ્પતિઓની પસંદગી કરવામાં આવે છે. સંકરણના ઉદ્દેશની પ્રાપ્તિ માટે પસંદગીની પ્રક્રિયા ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે અને તેમાં સંતતિનું વૈજ્ઞાનિક ઢબે મૂલ્યાંકન થવું જોઈએ. આ તબક્કાના પરિણામરૂપે એવી વનસ્પતિઓ પ્રાપ્ત થાય છે જે બંને પિતૃઓમાં શ્રેષ્ઠ હોય (મોટે ભાગે એક કરતાં વધુ શ્રેષ્ઠ વનસ્પતિ સંતતિ પ્રાપ્ત થાય છે). કેટલીક પેઢીઓ સુધી તેઓમાં સ્વપરાગનયન કરાવવામાં આવે છે કે જ્યાં સુધી સમરૂપકતા (સમયુગ્મતા-homozygosity) પ્રાપ્ત ન થાય જેથી સંતતિઓમાં તેઓને આ લક્ષણોનું વિસંયોજન/વિયોજન/વિશ્લેષણ ન થાય.

(v) ***નવી જાતિઓનું પરીક્ષણ, મુક્તિ અને વ્યાપારીકરણ (Testing, release and commercialisation of new cultivars)*** : નવી પસંદ કરેલ જાતિઓના વંશક્રમોનું તેમનાં ઉત્પાદન અને અન્ય ગુણવત્તાસભર પાકની પેદાશો, રોગપ્રતિકારકતા વગેરે માટે મૂલ્યાંકન

કરવામાં આવે છે. તેમના મૂલ્યાંકન માટે તેમને સંશોધનક્ષેત્રો (ખેતરો)માં ઉગાડવામાં આવે છે અને તે દરમિયાન આદર્શ (યોગ્ય) ખાતર, સિંચાઈ (પિયત) અને અન્ય પાક-જાળવણી હેઠળ તેમના વિકાસની નોંધણી કરવામાં આવે છે. સંશોધનક્ષેત્રો (research-field)માં તેના મૂલ્યાંકન બાદ વનસ્પતિઓનું પરીક્ષણ દેશનાં વિવિધ સ્થાનોએ ખેડૂતનાં ખેતરોમાં ઓછામાં ઓછી ત્રણ ઋતુઓ સુધી કરવામાં આવે છે. જ્યાં પાક ઉછેરી શકાય તેવાં બધાં જ કૃષિ આબોહવાકીય સ્થાનોએ તેમને હંમેશાં ઉછેરવામાં આવે છે. આ રીતે મળતા પાકની તુલના ત્યાંની શ્રેષ્ઠ સ્થાનિક પાક સાથે કરવામાં આવે છે. જેના માટે ચકાસણી કે તેના સંવર્ધક (check or reference cultivar)નો સંદર્ભ લેવાય છે.

ભારત એક કૃષિપ્રધાન દેશ છે. ખેતી ભારતના કુલ ઘરેલુ ઉત્પાદન (GDP-gross domestic production)નો 33 % હિસ્સો છે અને વસ્તીના 62 % લોકોને તે રોજગાર પૂરો પાડે છે. ભારતની સ્વતંત્રતા પછી, દેશ સામે મુખ્ય પડકાર વધતી જતી જનસંખ્યા માટે પૂરતું ખોરાક-ઉત્પાદન કરવાનું હતું. આપણે જાણીએ છીએ કે, ખેતી માટે મર્યાદિત જમીન (ભૂમિ) ઉપલબ્ધ છે. તેવા સંજોગોમાં ઉપલબ્ધ જમીનમાં પ્રતિ એકમ પાક-ઉત્પાદન વધે તેવા પ્રયાસો કરવા પડશે. 1960ના મધ્યમાં ઘઉં અને ચોખાની વધુ ઉચ્ચ ઉત્પાદન આપતી જાતોના વિકાસમાં વનસ્પતિ-સંવર્ધનની તક્નિકીઓનો ઉપયોગ કરવાના, પરિણામ સ્વરૂપે ખાદ્ય-ઉત્પાદનમાં અત્યાધિક વૃદ્ધિ થઈ. આ તબક્કાને **હરિયાળી ક્રાંતિ (Green Revolution)** તરીકે ઓળખાય છે. આકૃતિ 9.3માં ઉચ્ચ ઉત્પાદનવાળી કેટલીક ભારતીય સંકર જાતોના પાકો પ્રસ્તુત કરે છે.



આકૃતિ 9.3 : કેટલાક ભારતીય સંકર પાકો (a) મકાઈ (b) ઘઉં (c) વટાણા

ઘઉં અને ચોખા (Wheat and Rice) : 1960થી 2000ના સમયગાળામાં, ઘઉંનું ઉત્પાદન 11 મિલિયન ટનથી વધીને 75 મિલિયન ટન થયું, જ્યારે ચોખાનું ઉત્પાદન 35 મિલિયન ટનથી વધીને 89.5 મિલિયન ટન થયું છે. ઘઉં અને ચોખાની અર્ધ-વામન (semi-dwarf) જાતોના વિકાસને કારણે આમ થયું. નોબલ પારિતોષિક વિજેતા નોર્મન ઇ. બોરલોગે, ઘઉં અને મકાઈના આંતરરાષ્ટ્રીય સુધારણા કેન્દ્ર, (Internation Centre for Wheat and Maize Improvement) મેક્સિકોમાં અર્ધ-વામન ઘઉંની જાત વિકસાવી. 1963માં ભારતના ઘઉં ઉગાડતા વિસ્તારોમાં ઉચ્ચ નીપજ આપતી અને રોગપ્રતિરોધક *સોનાલિકા (Sonalika)* અને *કલ્યાણ સોના (Kalyan Sona)* જેવી જાતોને ઉગાડવામાં આવી. ચોખાની અર્ધ-વામન જાતો IR-8માંથી (આંતરરાષ્ટ્રીય ચોખા સંશોધન સંસ્થાન - International Rice Research Institute - IRRI, ફિલિપાઇન્સ ખાતે) અને Taichung Native-Iમાંથી (તાઈવાન ખાતે) વિકસાવવામાં આવી. 1966માં આ વ્યુત્પન્નોનો પ્રાયોગિક ધોરણે ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો. ત્યાર બાદ ભારતમાં વધુ સારું ઉત્પાદન આપતી *જયા અને રત્ના (Jaya and Ratna)* વિકસાવવામાં આવી.

શેરડી (Sugar cane) : સેકેરમ બારબેરી (*Saccharum barberi*)ને મૂળરૂપે ઉત્તર ભારતમાં ઉગાડવામાં આવતી હતી. પરંતુ તેમાં શર્કરાનું પ્રમાણ ખૂબ ઓછું અને ઉત્પાદન પણ ઘણું ઓછું હતું. જ્યારે દક્ષિણ ભારતમાં ઉષ્ણકટિબંધમાં ઊગતી સેકેરમ ઓફિસિનેરમ (*Saccharum officinarum*) જાડું પ્રકાંડ અને વધુ શર્કરાની માત્રા ધરાવતી હતી. પરંતુ તે ઉત્તર ભારતમાં સારો વિકાસ દર્શાવી શકી નથી. આ બંને જાતિઓનું સફળ રીતે સંકરણ યોજીને, તેમનાં ઇચ્છિત લક્ષણોનો સમન્વય સાધીને, વધુ ઉત્પાદન, જાડું પ્રકાંડ, ઉચ્ચ શર્કરા અને ઉત્તર ભારતમાં ઊગી શકવાની ક્ષમતા ધરાવતી જાત વિકસાવવામાં આવી.

જુવાર (Millets) : ભારતમાં મકાઈ, જુવાર અને બાજરીની સંકર જાતો સફળતાપૂર્વક વિકસાવાઈ છે. સંકરિત સંવર્ધનના કારણે વધુ ઉત્પાદન કરતી અને પાણીની ખેંચ (અછત) સામે પ્રતિરોધ ધરાવતી જાતોના વિકાસમાં વધારો થયો છે.

9.2.2 રોગ-પ્રતિરોધકતા માટે વનસ્પતિ-સંવર્ધન (Plant Breeding for Disease Resistance)

ફૂગ, બૅક્ટેરિયા અને વાઇરસ રોગકારકોની વિશાળ શ્રેણી, ખાસ કરીને ઉષ્ણકટિબંધના વાતાવરણમાં પાક-જાતિઓનાં ઉત્પાદન પર અસર કરે છે. પાકનું આ નુકસાન ઘણી વાર 20-30 % સુધીનું અથવા ક્યારેક તો સંપૂર્ણ નુકસાન પણ થાય છે. આ પરિસ્થિતિમાં, ખેતીવિષયક જાતોમાં રોગના પ્રતિકાર અને સંવર્ધનના વિકાસથી ખાદ્ય-ઉત્પાદનમાં વધારો થાય છે. જે ફૂગનાશક (fungicides) અને જીવાણુનાશક (bacteriocides)ના ઉપયોગની આશ્રિતા ઘટાડવામાં મદદ કરે છે. યજમાન વનસ્પતિનો પ્રતિકાર એ રોગ ઉત્પન્ન થવાથી લઈ રંગકારકના અટકાવવાની ક્ષમતા છે અને તે યજમાન વનસ્પતિના જનીનિક બંધારણને આધારે નિર્ધારિત થાય છે. સંવર્ધનની પ્રક્રિયા અપનાવતા પહેલાં, રોગકારકો વિશે જાણકારી મેળવવી તેમજ તેમના પ્રસારની ક્રિયાવિધિ જાણવી અગત્યની છે. ફૂગ દ્વારા થતા કેટલાક રોગો ગેરુ (rust) પ્રેરે છે, દા.ત., ઘઉંનો ભૂરો ગેરુ (brown rust of wheat), શેરડીનો લાલ સડો (red rot of sugarcane) અને બટાટાનો પાછોતરો સુકારો (late blight of potato), બૅક્ટેરિયા દ્વારા થતો ક્રુસીફરનો કાળો ગેરુ (black rot of crucifers) અને વિષાણુ દ્વારા થતો તમાકુનો કિર્મિર રોગ (tobacco mosaic), સલગસનો કિર્મિર રોગ (turnip mosaic) વગેરે.

રોગ-પ્રતિરોધકતા માટેની પદ્ધતિઓ (Methods of Breeding for Disease Resistance) : સંવર્ધનનો હેતુ પરંપરાગત સંવર્ધનની તક્નિકીઓ (જે અગાઉ વર્ણવેલ છે) કે વિકૃત કે પરિવર્તિત સંવર્ધન (mutation breeding) દ્વારા સિદ્ધ કરવામાં આવે છે. સંકરણ અને પસંદગી એ પ્રતિરોધકો મેળવવા માટેની પરંપરાગત સંવર્ધનપદ્ધતિ છે. તેના માટેના તબક્કાઓ (વિધિ) અને સંવર્ધન દ્વારા વધુ ઉત્પાદન મેળવવા જેવાં અન્ય કોઈ પણ કૃષિવિદ્યાકીય લક્ષણો માટેના તબક્કાઓ આવશ્યક રીતે સમાન છે. વિવિધ તબક્કાઓ ક્રમશઃ

પ્રતિરોધકતાના સ્રોત માટે જનનરસની તારવણી, પસંદગી કરેલ પિતૃઓનું સંકરણ, સંકર જાતોની પસંદગી અને મૂલ્યાંકન તથા નવી જાતોનું પરીક્ષણ અને મુક્તિ (બહાર પાડવી).

સંકરણ તેમજ પસંદગી દ્વારા ઉગાડવામાં આવતા ફૂગ, બૅક્ટેરિયા અને વાઇરલ રોગો પ્રત્યે પ્રતિરોધક અને બહાર પાડવામાં આવેલ કેટલાક પાકની જાતો છે (કોષ્ટક 9.1).

કોષ્ટક 9.1

પાક (Crop)	**જાત (Variety)**	**રોગ સામે પ્રતિરોધકતા (Resistance to diseases)**
ઘઉં *(Wheat)*	હિમગીરી *(Himgiri)*	પર્ણ તથા કિનારીનો ગેરુ *hill bunt* (ઘઉંને થતો એક રોગ)
રાઈ *(Brassica)*	પુસા સ્વર્ણિમ *(Karan rai)*	સફેદ ગેરુ *(white rust)*
ફ્લાવર *(Cauliflower)*	પુસા શુભ્રા *(Pusa Shubhra)* પુસા સ્નોબોલ *K-1* *Pusa Snowball K-1*	કાળો સડો *(black rot)* અને ફુગના કાળા સુકારાનો વલન રોગ-ઘેરો કાળો સડો *(blight black rot)*
ચોળા *(Cowpea)*	પુસા કોમલ *(Pusa Komal)*	બૅક્ટેરિયલ સુકારો *(bacterial blight)*
મરચું *(Chilli)*	પુસા સદાબહાર *(Pusa Sadabahar)*	ચીલી મોઝેઇક વાઇરસ, ટોબેકો મોઝેઇક વાઇરસ અને પર્ણવલન *(leaf curl)*

વિવિધ પાકની ભિન્ન જાતો કે સંબંધિત જંગલી જાતોમાં હાજર અને ઓળખાયેલા રોગ-પ્રતિરોધક જનીનોની સીમિત સંખ્યાને કારણે પરંપરાગત સંવર્ધન મોટે ભાગે નીરસ બની જાય છે. વિવિધ ઉપાયો દ્વારા વનસ્પતિમાં વિકૃતિઓ પ્રેરવાથી અને ત્યાર બાદ પ્રતિકારકતા માટે વનસ્પતિજન્ય પદાર્થોને જુદા તારવવાથી ક્યારેક ઇચ્છિત જનીનોની ઓળખ કરી શકાય છે. ઇચ્છિત લક્ષણો ધરાવતી આવી વનસ્પતિઓનું સીધું જ બહુગુણન કરી શકાય છે અથવા તેમનો સંવહન માટે ઉપયોગ કરી શકાય છે. સંવહનની અન્ય પદ્ધતિઓ જેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, તેમાંથી સોમાક્લોનલ વેરિયન્ટ અને જીનેટિક એન્જિનિયરિંગ પૈકીની પસંદગી છે.

ઉત્પરિવર્તન વિકૃતિ (Mutation) : આનુવંશિક ભિન્નતા માટે જનીનની અંદર નાઇટ્રોજન બેઝના ક્રમમાં ફેરફાર કરવો તેને વિકૃતિ (પ્રકરણ 5 જુઓ) કહે છે, જેના પરિણામે નવાં લક્ષણો વિકસિત થાય છે, તે તેમના પિતૃઓમાં હોતાં નથી. કૃત્રિમ રીતે રસાયણો કે વિકિરણો (જેવાં કે ગામા-કિરણો)નો ઉપયોગ કરવાથી વિકૃતિ પ્રેરી શકાય છે, તેમજ સંવર્ધનમાં સ્રોત તરીકે ઇચ્છનીય લક્ષણો ધરાવતી વનસ્પતિની પસંદગી અને ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાને **ઉત્પરિવર્તન સંવર્ધન (mutation breeding)** કહે છે. ઉત્પરિવર્તિત મગ (mung beans)માં યલો મોઝેઇક વાઇરસ અને પાવડરી મીલ્ડ્યુ (powdery mildew) સામે પ્રતિરોધકતા પ્રેરી શકાઈ હતી.

વનસ્પતિઓની કેટલીક કૃષિજન્ય જંગલી જાતો પ્રતિરોધક લક્ષણો ધરાવે છે, પરંતુ, તેઓની ઉત્પાદન-ક્ષમતા બહુ ઓછી હોય છે. આથી ઊંચા ઉત્પાદન માટે આવી કૃષિજન્ય જંગલી જાતોમાંથી ઉચ્ચ-ઉત્પાદકતાવાળી જાતોમાં પ્રતિરોધક જનીનોનો પ્રવેશ કરાવવામાં આવે છે. ભીંડા (*Abelmoschus escalentus*)માં યલો મોઝેઇક વાઇરસ (yellow mozaic virus) સામે પ્રતિરોધકતા મેળવવા જંગલી જાતમાંથી તેને (આવા જનીનોને) તબદીલ કરવામાં આવ્યા. જેના પરિણામે એ. એસ્ક્યુલેન્ટ્સ (*A.esculentus*)ની નવી જાત (variety) પ્રાપ્ત થઈ, જેને **પરભાણી ક્રાંતિ (Parbhani Kranti)** કહે છે.

ઉપર્યુક્ત બધાં ઉદાહરણોમાં પ્રતિરોધક જનીનોના સ્રોત સામેલ થાય છે. આ સજીવો એ જ પાકની જાત કે તેને સંબંધિત જંગલી જાતના હોય છે કે જેમને રોગ-પ્રતિકારકતા માટે સંવર્ધિત કરવામાં આવે છે. પ્રતિરોધક જનીનોનું સ્થળાંતરણ લક્ષ્ય વનસ્પતિ અને સ્રોત વનસ્પતિ વચ્ચે લિંગી-સંકરણ કરવાથી થાય છે અને તેને પસંદગીની ક્રિયા દ્વારા પૂર્ણ કરવામાં આવે છે.

9.2.3 કીટકો સામે પ્રતિરોધકતાના વિકાસ માટે વનસ્પતિ-સંવર્ધન (Plant Breeding for Developing Resistance to Insect Pests)

પાક-વનસ્પતિ અને પાક-ઉત્પાદનનું મોટા પાયે વિનાશનું અન્ય મુખ્ય કારણ કીટક અને કીટકોનો ઉપદ્રવ છે. યજમાન પાક વનસ્પતિઓમાં કીટ પ્રતિરોધકતા બાહ્યાકાર, જૈવરસાયણ કે દેહધાર્મિકીય લક્ષણોને કારણે હોય છે. કેટલીક વનસ્પતિઓમાં રોમમય પર્ણો, કીટકોના પ્રતિકાર સાથે સંકળાયેલા છે. દા.ત., કપાસમાં જેસિડ (Jassids) અને ઘઉંમાં ધાન્યપર્ણ ભૃંગ કીટકો. ઘઉંમાં વિશિષ્ટ પ્રકારના પ્રકાંડને કારણે સ્ટેમ સોફ્લાય (stem sawfly) તેમની નજીક જતી નથી તથા લીસાં પર્ણવાળી અને મધુરસવિહીન કપાસની જાતો બૉલવર્મ્સ (boll worms)ને આકર્ષી શકતી નથી. મકાઈમાં ઉચ્ચ એસ્પાર્ટિક ઍસિડ, નાઇટ્રોજન અને શર્કરાનું ઓછું પ્રમાણ તેના પ્રકાંડ ભેદક કીટકો (stem borers) સામે પ્રતિરોધકતા સર્જે છે.

અગાઉ થયેલ ચર્ચા પ્રમાણે, કીટ પ્રતિરોધકતા માટેની સંવર્ધન પદ્ધતિઓમાં અન્ય કોઈ પણ કૃષિ-વિષયક લક્ષણ જેમકે, ઉત્પાદન કે ગુણવત્તા વગેરે તે જ પદ્ધતિઓનો સમાવેશ થાય છે. કૃષિ તથા તેની જંગલી જાતોના પ્રતિરોધક જનીનોનો સ્રોત કૃષિજન્ય જાતો તેમજ સંચિત જનનરસ છે.

કીટકો પ્રત્યે પ્રતિરોધકતા વિકસાવવા માટે સંકરણ અને પસંદગી દ્વારા બહાર પાડવામાં આવેલ કેટલાક પ્રજનનિત પાકની જાતોની માહિતી નીચે દર્શાવેલ કોષ્ટક 9.2માં આપેલ છે :

કોષ્ટક 9.2

પાક (Crop)	જાત (Variety)	કીટક (Insect Pests)
રાઈ (Brassica) (Rapeseed mustard)	*પુસા ગૌરવ (Pusa Gaurav)*	*એફિડ્સ (Aphids)*
ચપટા કઠોળ (Flat beans)	*પુસા સેમ 2 (Pusa Sem 2), પુસા સેમ 3 (Pusa Sem 3)*	*જેસિડ્સ (Jassids), એફિડ્સ અને ફળભેદક (fruit borer)*
ભીંડા (Okara)	*પુસા સવાની (Pusa Sawani) પુસા A-4 (Pusa A-4)*	*પ્રકાંડ અને ફળભેદક*

9.2.4 સુધારેલ ખાદ્ય-ગુણવત્તા માટે વનસ્પતિ-સંવર્ધન (Plant Breeding for Improved Food Quality)

વિશ્વમાં લગભગ 840 લાખ (મિલિયન)થી પણ વધુ લોકોને તેમના દૈનિક ખાદ્ય તથા પોષણસંબંધી જરૂરિયાતોની પૂર્તિ માટે પર્યાપ્ત ખોરાક પ્રાપ્ત થતો નથી. મોટી સંખ્યામાં લગભગ 3 કરોડ (બિલિયન) લોકો લઘુ પોષકતત્ત્વો, પ્રોટીન અને વિટામિનની ઊણપ સહન કરે છે કે ભૂખમરા (hidden hunger)નો શિકાર છે. કારણ કે, તેઓને શાકભાજી, કઠોળ, માછલી અને માંસની ખરીદી પરવડી શકતી નથી. એવો ખોરાક કે જેમાં આવશ્યક લઘુ પોષકતત્ત્વો જેવાં કે આયર્ન, વિટામિન A, આયોડિન અને ઝિંકનો અભાવ હોય છે તેને લીધે રોગ થવાનું જોખમ વધી જાય છે, જેથી જીવનકાળમાં ઘટાડો અને માનસિક ક્ષમતા ઘટી જાય છે.

જૈવિક રક્ષણાત્મકતા (બાયોફોર્ટિફિકેશન -Biofortification) : લોક તંદુરસ્તીમાં સુધારો કરવા માટે સંવર્ધિત પાકોમાં વિપુલ માત્રામાં વિટામિન્સ અને ખનીજ તત્ત્વો તેમજ સ્વાસ્થ્યવર્ધક પ્રોટીન હોવા જરૂરી છે.

સુધારેલ પોષણ ગુણવત્તા માટે કરવામાં આવતા સંવર્ધનમાં નીચેના મુદ્દાઓને ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે :

(i) પ્રોટીન-પ્રમાણ અને ગુણવત્તા

(ii) તેલ-પ્રમાણ અને ગુણવત્તા

(iii) વિટામિન પ્રમાણ અને

(iv) લઘુ પોષકતત્ત્વો તથા ખનીજ-પ્રમાણ

વર્ષ 2000માં, વિકસિત મકાઈની સંકર જાતમાં હાલની મકાઈની જાત કરતાં લાયસિન અને ટ્રિપ્ટોફેન એમિનોઍસિડનું પ્રમાણ બેગણું નોંધાયું. ઘઉંની જાત, એટલાસ 66, તેના ઉચ્ચ પ્રોટીન મૂલ્યને કારણે, ઘઉંનો સુધારેલ પાક મેળવવા માટે દાતા તરીકે ઉપયોગી છે. સામાન્ય વપરાશમાં લેવાતી ચોખાની જાતમાં હોય તેના કરતાં પાંચગણું આયર્ન-મૂલ્ય ધરાવતી ચોખાની જાત વિકસાવવાનું શક્ય બન્યું છે.

ભારતીય કૃષિ-સંશોધન સંસ્થા (Indian Agricultural Research Institute, IARI) એ ન્યુ દિલ્હી ખાતે, શાકભાજીના એવા પાકો બહાર પાડ્યા છે જે વિટામિન A અને ખનીજની વિપુલ માત્રા ધરાવે છે. દા.ત., વિટામિન Aથી ભરપૂર ગાજર, પાલક, કોળું (pumpkin); વિટામિન Cથી સમૃદ્ધ કારેલાં, ચીલની ભાજી (bathua), રાઈ, ટામેટાં; આયર્ન (લોહ) અને કૅલ્શિયમથી ભરપૂર પાલક અને ચીલની ભાજી; તથા પ્રોટીનથી સમૃદ્ધ કઠોળ (શિમ્બ) જેવાં કે વાલ (broad beans), વાલોળ (lablab), ફણસી (french beans) અને વટાણા.

9.3 એકકોષજન્ય પ્રોટીન (Single Cell Protein-SCP)

ધાન્ય, કઠોળ, શાકભાજી, ફળ વગેરેના પારંપરિક કૃષિ-ઉત્પાદનનો દર એટલો નથી કે તે મનુષ્ય અને પ્રાણીઓની વધતી જતી જનસંખ્યાની જરૂરિયાતને પૂર્તિ કરી શકે. શાકાહારથી માંસાહારમાં પરિવર્તન પણ ધાન્યની માંગને પહોંચી વળે એમ નથી; કારણ કે, 1 કિગ્રા પ્રાણી માંસના સંવર્ધન માટે 3-10 કિગ્રા અનાજની આવશ્યકતા રહે છે. *શું તમે આ વિધાનને તમારા આહાર-શૃંખલાના જ્ઞાનને આધારે વર્ણવી શકો છો ?* 25 ટકાથી પણ વધુ માનવવસ્તી ભૂખમરા અને કુપોષણનો શિકાર છે. મનુષ્ય અને પ્રાણીઓમાં પ્રોટીન પોષણ માટેના વૈકલ્પિક સ્રોતોમાંનો એક સ્રોત **એકકોષજન્ય પ્રોટીન (SCP)** છે.

ઔદ્યોગિક સ્તરે સંવર્ધિત કરવામાં આવતા સૂક્ષ્મ જીવો પ્રોટીનનો એક સારો સ્રોત છે. નીલહરિતલીલ જેવી કે સ્પાયરૂલિના*(Spirulina)*ને બટાટાના પ્રોસેસિંગ પ્લાન્ટ (જેમાં સ્ટાર્ચ હોય છે), ઘાસની સળીઓ (straw), મોલાસીસ (molasses), પ્રાણીજ ખાતર અને ગટરના પાણી (સુએઝ) વગેરે પર સરળતાથી ઉછેરી શકાય છે. જે વિપુલ માત્રામાં પ્રોટીન, ખનીજ, મેદ, કાર્બોદિત અને વિટામિનથી ભરપૂર ખોરાક તરીકે ગરજ સારે છે. આકસ્મિક રીતે તેઓ પર્યાવરણીય પ્રદૂષણને પણ ઘટાડે છે.

કેટલાક બૅક્ટેરિયા જેવા કે, મિથાયલોફિલસ મિથાયલોટ્રોફસ *(Methylophilus methylotrophus)* બૅક્ટેરિયા તેમના ઉચ્ચ જૈવભાર ઉત્પાદન અને વૃદ્ધિને કારણે 25 ટન પ્રોટીન ઉત્પન્ન

કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. એ પણ સત્ય છે કે ઘણા લોકો મશરૂમનો આહાર તરીકે ઉપયોગ કરે છે અને મોટા પાયે તેના ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન પર વિશ્વાસ બેસે છે કે સૂક્ષ્મ જીવો પણ આહાર તરીકે સ્વીકૃત થઈ શકે છે.

9.4 પેશી-સંવર્ધન (Tissue Culture)

જ્યારે આપણી પારંપરિક કૃષિપદ્ધતિઓ પર્યાપ્ત માત્રામાં ખોરાકની માંગને પહોંચી વળવા અસમર્થ/અસફળ બની છે ત્યારે પાક-સુધારણા માટેની એક નવી તક્નિકીનો વિકાસ (જન્મ) થયો છે જેને આપણે **પેશી-સંવર્ધન (Tissue culture)** કહીએ છીએ. પેશી-સંવર્ધન એટલે શું ? 1950 દરમિયાન, વૈજ્ઞાનિકોને જાણવા મળ્યું કે, **નિવેશ્ય (explant)**માંથી એક સંપૂર્ણ છોડ વિકસાવી શકાય છે. તે માટે વનસ્પતિના કોઈ પણ ભાગ લઈને તેને જંતુમુક્ત પરિસ્થિતિમાં ટેસ્ટટ્યૂબમાં સંવર્ધિત કરવામાં આવે છે. કોઈ પણ કોષ/નિવેશ્યમાંથી સમગ્ર છોડને સર્જવાની ક્ષમતાને **પૂર્ણક્ષમતા (totipotency)** કહે છે. આગળના ધોરણમાં તમે અભ્યાસ કરશો કે તેને કઈ રીતે શક્ય બનાવી શકાય છે. અહીં એ વાત પર ખાસ ભાર મૂકવો જોઈએ કે, પોષક માધ્યમમાં કાર્બન સ્રોત જેવા કે સુક્રોઝ તેમજ અકાર્બનિક ક્ષાર, વિટામિન્સ, એમિનોઍસિડ તથા ઑક્ઝિન (auxin), સાયટોકાઈનિન (cytokinin) જેવા વૃદ્ધિ નિયામકો પૂરા પાડવામાં આવે. આ પદ્ધતિઓના ઉપયોગ દ્વારા ખૂબ ઓછા સમયમાં મોટી સંખ્યામાં વનસ્પતિઓનું પ્રસર્જન મેળવવું શક્ય બને છે. આમ, પેશી-સંવર્ધન દ્વારા હજારોની સંખ્યામાં વનસ્પતિના સર્જનની આ પદ્ધતિને **સૂક્ષ્મ-પ્રવર્ધન (micropropagation)** કહે છે. આ રીતે ઉત્પન્ન થતી વનસ્પતિઓ તેમની મૂળ વનસ્પતિઓને મળતી આવે છે કે જેમાંથી તેમને વિકસાવી હોય, એટલે કે તેઓ **સોમાક્લોન્સ (somaclones)** છે. મહત્ત્વની ખાદ્યપેદાશો જેવી કે ટામેટાં, કેળાં, સફરજન વગેરેનું મોટા પાયે ઉત્પાદન આ પદ્ધતિ દ્વારા કરવામાં આવે છે. તમે તમારા શિક્ષક સાથે આવી પેશી-સંવર્ધન પ્રયોગશાળાની મુલાકાત લો. જેથી તેને વધુ સમજી શકાય અને તેને બિરદાવી શકાય.

આ પદ્ધતિનો મહત્ત્વનો અન્ય ઉપયોગ એ છે કે, રોગિષ્ટ વનસ્પતિઓમાંથી તંદુરસ્ત વનસ્પતિઓની પુનઃ પ્રાપ્તિ થઈ શકે છે. વનસ્પતિ વાઈરસથી ગ્રસ્ત હોવા છતાં, તેનો **વર્ધનશીલ પ્રદેશ-meristem** (અગ્રીય-apical અને કક્ષીય-axillary) વાઈરસથી અપ્રભાવિત હોય છે. આ માટે વર્ધનશીલ પ્રદેશને દૂર કરીને તેને પ્રયોગશાળામાં (*in vitro*)માં ઉછેરી વાઈરસ મુક્ત વનસ્પતિ મેળવી શકાય છે. વૈજ્ઞાનિકોને કેળાં, શેરડી અને બટાટાના વર્ધનશીલ પ્રદેશને સંવર્ધિત કરવામાં સફળતા મળી છે.

વૈજ્ઞાનિકોએ વનસ્પતિમાંથી એકાકી કોષોને અલગ તારવ્યા છે તથા તેમની કોષદીવાલનું પાચન કરાવીને ખુલ્લું / નગ્ન પ્રોટોપ્લાઝમ મેળવાઈ શકાયું છે (જે કોષરસપટલથી આવરિત હોય છે). આ રીતે બે ભિન્ન જાતોના જીવરસ (પ્રોટોપ્લાઝમ-protoplasm), જે ઇચ્છિત લક્ષણો ધરાવે છે તેમને સંયોજિત કરીને સંકર જીવરસ મેળવી શકાય છે. જેનાં આગળ નવી વનસ્પતિના સર્જન માટે ઉપયોગ કરી શકાય છે. આવી જાતોને **દૈહિક સંકર (somatic hybrid)**, જ્યારે તેની પદ્ધતિને **દૈહિક સંકરણ (somatic hyrbidisation)** કહેવામાં આવે છે. એવી કલ્પના કરો કે, ટામેટાના જીવરસનું જોડાણ બટાટાના જીવરસ સાથે કરાવવામાં આવે અને તેમાંથી ઉત્પન્ન થતી સંકર વનસ્પતિ ટામેટાં અને બટાટા બંનેનાં લક્ષણો ધરાવે છે. જેને પરિણામે 'પોમેટો' (pomato)નું નિર્માણ કરી શકાયું છે. પરંતુ, દુર્ભાગ્યવશ આ વનસ્પતિમાં વ્યવસાયિક ઉપયોગ માટે ઇચ્છિત લક્ષણોનો સમન્વય સાધી શકાયો નથી.

સારાંશ

વૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંતોને અનુસરીને પાલતુ પશુઓની સારસંભાળ તથા પ્રજનનસંબંધી પ્રક્રિયાઓને પશુપાલન કહે છે. ગુણાત્મક અને માત્રાત્મક બંને દૃષ્ટિકોણથી લાભદાયી એવી પશુપાલન પદ્ધતિઓને અપનાવાથી પશુઓ તેમજ તેમની ઉત્પાદનોની વધતી જતી ખાદ્યમાંગને પૂરી કરી શકાઈ છે. આ પદ્ધતિઓમાં (i) કૃષિ તથા કૃષિપશુઓનું વ્યવસ્થાપન અને (ii) પ્રાણી-સંવર્ધનનો સમાવેશ થાય છે. મધનું ઉચ્ચ પોષણમૂલ્ય તેમજ તેના ઔષધકીય મહત્ત્વને ધ્યાનમાં રાખીને મધમાખી ઉછેર કે એપીકલ્ચરમાં નોંધપાત્ર વધારો થયો છે. મત્સ્યઉદ્યોગ પણ આવો વિકસતો ઉદ્યોગ છે, જે માછલી, તેનાં ઉત્પાદન અને અન્ય જલીય ખાદ્યપ્રાણીઓની વધતી માંગને પૂરું કરી રહ્યો છે.

વનસ્પતિ સંવર્ધનનો ઉપયોગ નવી જાતના વિકાસમાં થાય છે. જે રોગકારકો તથા કીટ પ્રતિરોધક હોય. જેથી ખોરાકનું ઉત્પાદન વધે છે. આ પદ્ધતિ દ્વારા ખોરાકની પ્રોટીન માત્રા તેમજ તેની ગુણવત્તામાં પણ વધારો કરી શકાયો છે. આ બધા ઉપાયો ખોરાકનાં ઉત્પાદનમાં વધારો કરે છે. પેશી-સંવર્ધન અને દૈહિક સંકરણની તક્નિકીના ઉપયોગ દ્વારા *Invitro*થી નવી જાત (variety) સર્જી શકાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. માનવ-કલ્યાણમાં પશુપાલનની ભૂમિકાને ટૂંકમાં સમજાવો.
2. જો તમારું કુટુંબ પોતાનો ડેરીઉદ્યોગ ધરાવે છે તો તમે દૂધ-ઉત્પાદનની ગુણવત્તા અને માત્રામાં સુધારો કરવા માટે કયા ઉપાયો દર્શાવશો ?
3. જાત શબ્દનો અર્થ શું છે ? પ્રાણી સંવર્ધનના હેતુઓ શું છે ?
4. પ્રાણી-સંવર્ધન પદ્ધતિઓનાં નામ આપો. તમારા મંતવ્ય અનુસાર કઈ પદ્ધતિ સૌથી સારી છે ? શા માટે ?
5. એપીકલ્ચર શું છે ? આપણા જીવનમાં તેનું મહત્ત્વ કેવી રીતે છે ?
6. ખાદ્ય-ઉત્પાદન / અન્ન-ઉત્પાદનના ઉન્નતીકરણમાં મત્સ્યઉદ્યોગની ભૂમિકાની ચર્ચા કરો.
7. વનસ્પતિ-સંવર્ધનમાં આપેલા વિવિધ તબક્કાઓની ટૂંકમાં ચર્ચા કરો.
8. જૈવિક રક્ષણાત્મકતા-બાયોફોર્ટિફિકેશન એટલે શું ? સમજાવો.
9. વાઈરસમુક્ત વનસ્પતિઓનો અભ્યાસ કરવા માટે વનસ્પતિનો કયો ભાગ સૌથી ઉત્તમ છે અને શા માટે ?
10. સૂક્ષ્મપ્રવર્ધન દ્વારા વનસ્પતિઓનાં ઉત્પાદનના મુખ્ય ફાયદાઓ કયા છે ?
11. શોધી કાઢો કે, પ્રયોગશાળામાં (*in vitro*) નિવેશ્યના પ્રસર્જન માટે વિવિધ ઘટકોનું કયું માધ્યમ ઉપયોગી છે ?
12. પાક-ઉત્પાદિત વનસ્પતિઓની કોઈ પણ પાંચ સંકર જાતો કે જેનો વિકાસ ભારતમાં થયેલો છે તેના નામ આપો.

પ્રકરણ 10

માનવ-કલ્યાણમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Human Welfare)

10.1 ઘરગથ્થુ ઉત્પાદનોમાં સૂક્ષ્મજીવો

10.2 ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનોમાં સૂક્ષ્મજીવો

10.3 સુએઝ સુધારણામાં સૂક્ષ્મજીવો

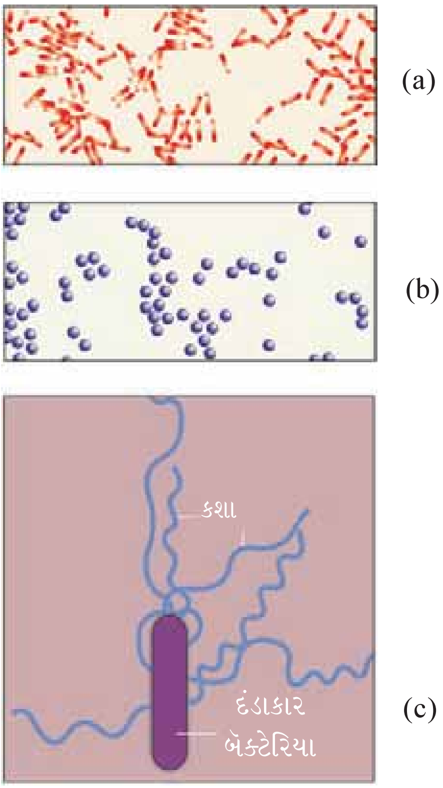
10.4 બાયોગૅસના ઉત્પાદનમાં સૂક્ષ્મજીવો

10.5 જૈવિક નિયંત્રકો તરીકે સૂક્ષ્મજીવો

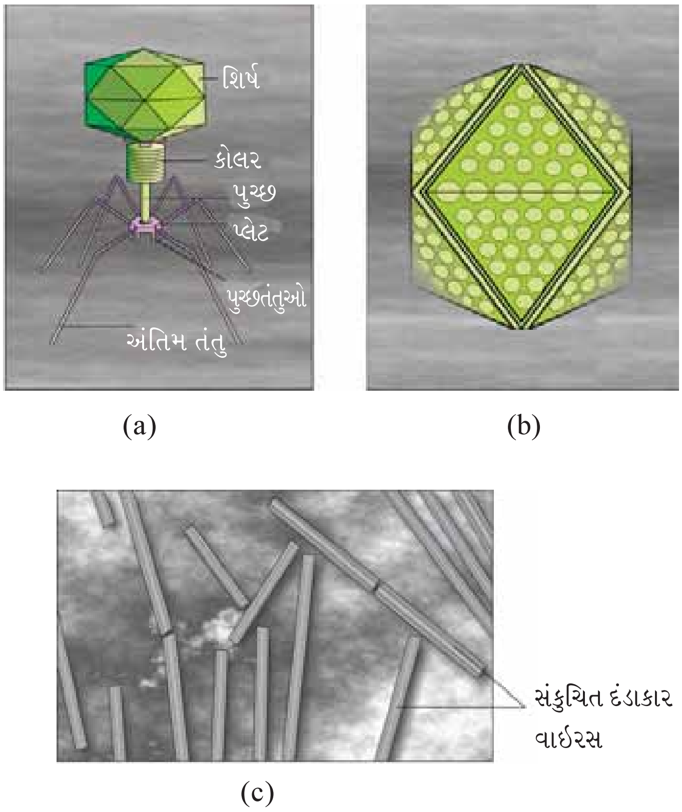
10.6 જૈવિક ખાતરો તરીકે સૂક્ષ્મજીવો

બૃહદદર્શી (macroscopic) વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ ઉપરાંત, સૂક્ષ્મજીવો પૃથ્વી પરના જૈવિક તંત્રનાં મુખ્ય ઘટકો છે. ધોરણ XIમાં તમે સજીવોમાં વિવિધતા વિશે અભ્યાસ કરેલો છે. *શું તમને યાદ આવે છે કે, સજીવોની કઈ સૃષ્ટિમાં સૂક્ષ્મજીવો સ્થાન પામેલા છે ?* તેમાંના કયા માત્ર સૂક્ષ્મદર્શી છે ? સૂક્ષ્મજીવો સર્વવ્યાપી છે - જમીન, હવા, પાણી, આપણા શરીરમાં તેમજ અન્ય પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓમાં પણ જોવા મળે છે. તેઓ એવાં સ્થાનોએ પણ જોવા મળે છે કે જ્યાં અન્ય જૈવસ્વરૂપો જોવા મળતા નથી. જેમકે, ગરમ પાણીના ઝરા (geysers)માં ઊંડે જ્યાં તાપમાન 100° C કરતાં પણ વધુ હોય છે ત્યાં, ભૂમિમાં ઊંડે, અમુક મીટર જાડા બરફ (હિમ)ના સ્તરો હેઠળ અને અતિ ઍસિડિક વાતાવરણમાં. સૂક્ષ્મજીવો વિવિધ પ્રકારના હોય છે - પ્રજીવ, બૅક્ટેરિયા, ફૂગ અને સૂક્ષ્મદર્શી વનસ્પતિજન્ય વાઇરસ, વિરોઇડ અને પ્રાયોન (prions) પણ કે જે પ્રોટીનમય ચેપીકારકો છે. કેટલાક સૂક્ષ્મજીવો આકૃતિ 10.1 અને 10.2માં દર્શાવ્યા છે.

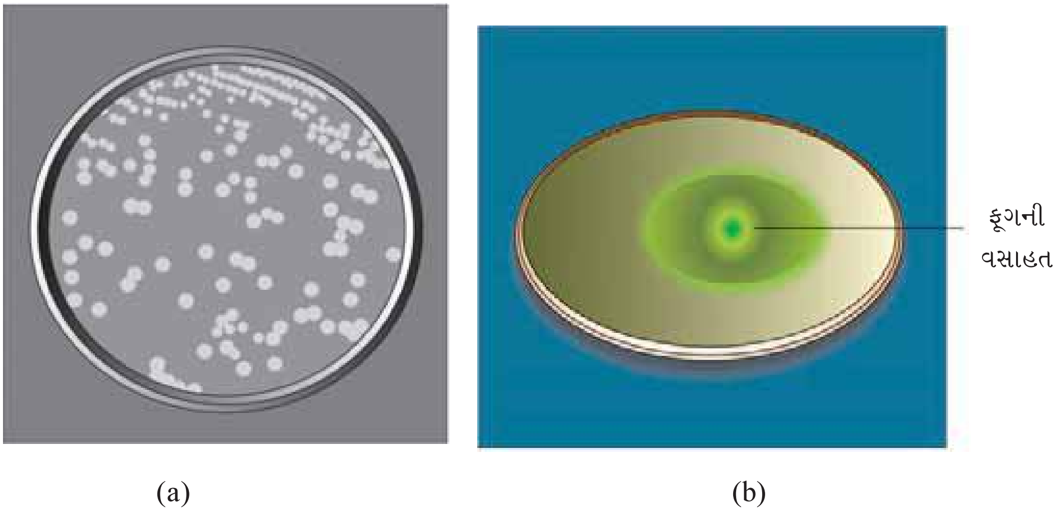
સૂક્ષ્મજીવો જેવાં કે બૅક્ટેરિયા અને ઘણી ફૂગને પોષણયુક્ત માધ્યમમાં તેમની વસાહતો (colonies)ના નિર્માણ માટે ઉછેરવામાં આવે છે (આકૃતિ 10.3), જેને નરી આંખે જોઈ શકાય છે. આવા સંવર્ધિત (cutures) માધ્યમ સૂક્ષ્મજીવોના અભ્યાસ માટે ઉપયોગી છે.



આકૃતિ 10.1 : બૅક્ટેરિયા : (a) દંડાકાર, વિવર્ધન 1500X; (b) ગોળાકાર, વિવર્ધન 1500X; (c) કશાધારી દંડાકાર બૅક્ટેરિયાનું વિવર્ધન-50,000X



આકૃતિ 10.2 : વાઇરસ : (a) બૅક્ટેરિયોફેઝ; (b) શ્વસનને ચેપગ્રસ્ત કરતાં એડેનો વાઇરસ; (c) દંડાકાર ટોબેકો મોઝેઈક વાઇરસ (TMV), વિવર્ધન લગભગ 1,00,000–1,50,000X



આકૃતિ 10.3 : (a) પેટ્રીડિશમાં ઉછેર પામતી બૅક્ટેરિયાની વસાહત (b) પેટ્રીડિશમાં ઉછેર પામતી ફૂગની વસાહત

પ્રકરણ 8માં તમે જોયું કે, સૂક્ષ્મજીવો મનુષ્યમાં ઘણા રોગો પ્રેરવા માટે જવાબદાર છે. તેઓ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓમાં પણ રોગો પ્રેરે છે. આનો અર્થ એ થતો નથી કે, આપણે એવું માની લેવું જોઈએ કે બધા સૂક્ષ્મજીવો હાનિકારક છે; કેટલાક સૂક્ષ્મજીવો મનુષ્યને વિવિધ રીતે ઉપયોગી છે. માનવ-કલ્યાણ માટે સૂક્ષ્મજીવોના કેટલાક મહત્ત્વપૂર્ણ ફાળા માટે આ પ્રકરણમાં ચર્ચા કરવામાં આવી છે.

10.1 ઘરગથ્થુ ઉત્પાદનોમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Household Products)

તમને એ જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે, આપણે સૂક્ષ્મજીવો કે તેમની નીપજોનો ઉપયોગ દરરોજ કરીએ છીએ. તેનું સામાન્ય ઉદાહરણ દૂધમાંથી દહીંનું ઉત્પાદન છે. સૂક્ષ્મજીવ જેવા કે લેક્ટોબેસિલસ તેમજ અન્ય, જેને આપણે **લેક્ટિક ઍસિડ બૅક્ટેરિયા (Lactic acid bacteria-LAB)** કહીએ છીએ. તેઓ દૂધમાં વૃદ્ધિ પામે છે અને તેને દહીંમાં પરિવર્તિત કરે છે. વૃદ્ધિ દરમિયાન, LAB અમ્લો (acids) સર્જે છે જે દૂધને જમાવે (coagulate) છે અને દૂધમાં રહેલ પ્રોટીનનું આંશિક પાચન કરે છે. દહીંની થોડી માત્રા કે જે નિવેશ દ્રવ્ય (inculum) કે આરંભક (starter)ના રૂપમાં તાજા દૂધમાં ઉમેરવામાં આવે છે, જે લાખો LAB ધરાવે છે. જે અનુકૂળ તાપમાને ગુણિત થઈ, દૂધને દહીંમાં પરિવર્તિત કરે છે. જે વિટામિન B_{12}ની માત્રા વધારી પોષણસંબંધી ગુણવત્તામાં વધારો કરે છે. આપણા જઠરમાં પણ, સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા થતા રોગોને અટકાવવામાં LAB એક લાભદાયી ભૂમિકા ભજવે છે.

ઢોંસા અને ઈડલી બનાવવા માટે વપરાતું ખીરું (dough) પણ બૅક્ટેરિયા દ્વારા આથવણની ક્રિયાથી બને છે. આ ખીરામાં CO_2 ઉત્પન્ન થવાને કારણે તે ફૂલેલું (puffed-up) દેખાય છે. *શું તમે કહી શકો કે કયો ચયાપચયિક પથ CO_2ના નિર્માણમાં કાર્યરત છે ? શું તમે જાણો છો કે આથવણની ક્રિયા માટે બૅક્ટેરિયા ક્યાંથી આવે છે ?* બ્રેડ બનાવવા માટે વપરાતા ખીરામાં પણ બેકર્સ યીસ્ટ(*Saccharomyces cerevisiae*)નો ઉપયોગ કરીને આથો લાવવામાં આવે છે. કેટલાંક પ્રણાલીગત પીણાં અને ખોરાક પણ સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા થતા આથવણથી મેળવાય છે. દક્ષિણ ભારતમાં પ્રણાલીગત 'ટોડ્ડી' (Toddy) પીણું પણ પામના રસમાં આથવણ લાવી બનાવાય છે. માછલી, સોયાબીન, વાંસને પણ આ રીતે આથવણ-પ્રક્રિયામાંથી પસાર કરી, તેમાંથી ખાદ્યસામગ્રી બનાવાય છે. ચીઝ આદિ ખાદ્યપદાર્થ છે. તેમાં પણ સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ થતો હતો. ચીઝની જુદી-જુદી જાત (variety) તેના પોત (texture), સુગંધ (flavour) અને સ્વાદને કારણે જાણીતી છે. જે તેમાં વપરાતા વિશિષ્ટ સૂક્ષ્મજીવોને લીધે હોય છે. દાખલા તરીકે 'સ્વિસ ચીઝ' (Swiss cheese)માં જોવા મળતાં મોટાં કાણાં, તેમાં મોટા પ્રમાણમાં સર્જાતા CO_2ને કારણે હોય છે. જે પ્રોપિયોનીબૅક્ટેરિયમ શર્માની (*Propionibacterium sharmanii*) બૅક્ટેરિયાને કારણે સર્જાય છે. 'રોક્વીફૉર્ટ ચીઝ' (Roquefort cheese)ને પકવવા માટે તેના પર ચોક્કસ ફૂગનું સંવર્ધન કરવામાં આવે છે, તે ચોક્કસ સ્વાદ કે સુવાસ આપે છે.

10.2 ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનોમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Industrial Products)

સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા માનવજાતને ઉપયોગી એવાં ઘણાં ઉત્પાદનો ઔદ્યોગિકક્ષેત્રે સંશ્લેષિત કરવામાં આવે છે. પીણાં અને પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યો (antibiotics) તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. ઔદ્યોગિકક્ષેત્રે ઉત્પાદન માટે, ઉપયોગી સૂક્ષ્મજીવોને મોટાં વાસણો (vessels)માં ઉછેરવામાં આવે છે જેને **આથવણકારકો (fermentors)** કહે છે (આકૃતિ 10.4).

10.2.1 આથવણયુક્ત પીણાં (Fermented Beverages)

આકૃતિ 10.4 : આથવણકારકો

આકૃતિ 10.5 : આથવણ પ્લાન્ટ

પ્રાચીનકાળથી વાઇન, બીયર, વિસ્કી, બ્રાન્ડી કે રમ જેવાં પીણાં યીસ્ટની મદદથી ઉત્પાદિત કરવામાં આવે છે. આ જ હેતુ માટે વપરાતી યીસ્ટ સેક્કેરોમાયસિસ સેરિવિસી બ્રેડ બનાવવા માટે ઉપયોગી છે. તેની મદદથી ધાન્ય અને ફળોનાં રસમાંથી ઈથેનોલનું ઉત્પાદન થાય છે. જે બ્રેવર્સ યીસ્ટ (Brewer's yeast) તરીકે ઓળખાય છે. *શું તમને યાદ આવે છે કે, કઈ ચયાપચયિક પ્રક્રિયાને કારણે યીસ્ટમાંથી ઈથેનોલનું ઉત્પાદન થાય છે ?* આથવણ માટે વપરાતા કાચા માલના પ્રકાર અને પ્રક્રિયાના પ્રકાર (નિસ્યંદિત કે અનિસ્યંદિત)ને આધારે વિવિધ પ્રકારનાં આલ્કોહૉલિક પીણાં મેળવાય છે. વાઇન અને બીયરનું ઉત્પાદન નિસ્યંદન વગર મેળવાય છે. જ્યારે વિસ્કી, બ્રાન્ડી અને રમ આથવણ પામેલ રસમાંથી નિસ્યંદન દ્વારા મેળવાય છે. આકૃતિ 10.5માં આથવણ પ્લાન્ટ (fermentation plant)નો ફોટોગ્રાફ આપેલ છે.

10.2.2 પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યો (Antibiotics)

સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યોનું ઉત્પાદન 20મી સદીની અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ શોધ અને માનવ-સમાજના કલ્યાણ માટે એક ખૂબ મોટી ઉપલબ્ધિ માનવામાં આવે છે. 'ઍન્ટી' (anti) ગ્રીક શબ્દ છે, જેનો અર્થ 'વિરુદ્ધ' અને 'બાયો' (bio)નો અર્થ 'જીવન' છે. બંનેના સમન્વય દ્વારા બનતો શબ્દ 'જીવનવિરુદ્ધ' (against life) થાય (સજીવો દ્વારા થતા રોગોના સંદર્ભમાં). જ્યારે મનુષ્યના સંદર્ભમાં તેઓ જીવનવિરુદ્ધ નહિ પરંતુ 'પૂર્વ જીવન' (pro life) માનવામાં આવે છે. પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યો એક પ્રકારનાં રસાયણ છે, જેમનું નિર્માણ કેટલાક સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા કરવામાં આવે છે. જે અન્ય સૂક્ષ્મજીવો (રોગ સર્જનારા)ને મારી નાંખે છે અથવા તેમની વૃદ્ધિને મંદ પાડે છે.

તમે સામાન્યતઃ ઉપયોગમાં લેવાતી ઍન્ટિબાયોટિક પેનિસિલિનથી પરિચિત છો. શું તમે જાણો છો સૌપ્રથમ શોધાયેલું ઍન્ટિબાયોટિક પેનિસિલિન છે અને તેની શોધ અનાયાસે થઈ હતી ? ઍલેક્ઝાન્ડર ફ્લેમિંગ (Alexander Fleming) જ્યારે સ્ટેફાયલોકોકાઇ *(Staphylococci)* બૅક્ટેરિયા પર કાર્ય કરી રહ્યા હતા; ત્યારે તેમણે જોયું કે ધોયા વગરની એક સંવર્ધિત પ્લેટ પર મૉલ્ડ ઉત્પન્ન થઈ હતી, જ્યાં સ્ટેફાયલોકોકાઇ વૃદ્ધિ પામી શક્યા નહિ. તેમણે નોંધ્યું કે મૉલ્ડ દ્વારા ઉત્પન્ન થતા રસાયણને કારણે આવું થયું, પછી તેને 'પેનિસિલિન' નામ આપ્યું, કારણ કે તે પેનિસિલિયમ નોટેટમ *(Panicillium notatum)* મૉલ્ડ (ફૂગ)માંથી સર્જાયું હતું. તેના ઘણા સમય પછી અર્નેસ્ટ ચૈન (Ernest chain) અને હાવર્ડ ફ્લૉરે (Howard Florey)એ તેને એક તીવ્ર ક્ષમતા ધરાવતી ઉપયોગી ઍન્ટિબાયોટિક તરીકે પ્રસ્થાપિત કરી. આ ઍન્ટિબાયોટિકનો ઉપયોગ બીજા વિશ્વયુદ્ધમાં ઘાયલ અમેરિકન સૈનિકોની સારવાર માટે વ્યાપક રૂપમાં કરવામાં આવ્યો. ફ્લેમિંગ, ચૈન અને ફ્લોરેનને આ સંશોધન માટે, 1945માં નોબલ પુરસ્કારથી સન્માનિત કરવામાં આવ્યા.

પેનિસિલિન પછી, અન્ય ઍન્ટિબાયોટિક્સને પણ અન્ય સૂક્ષ્મજીવોમાંથી મેળવવામાં આવ્યા. *શું તમે કેટલાક અન્ય ઍન્ટિબાયોટિક્સના નામ તેમજ તેઓના સ્રોત વિશે જણાવી શકો છો ?* પ્લેગ, કાળી ખાંસી (ઉટાંટિયુ - whooping cough), ડિપ્થેરિયા (gal ghotu) તથા રક્તપિત (કુષ્ટ રોગ - leprosy) જેવા ભયાનક રોગો, જેને કારણે વિશ્વમાં લાખો લોકો મર્યા છે, તેઓના ઉપચાર માટે ઍન્ટિબાયોટિક્સ દ્વારા આ રોગોની સારવારમાં મોટો સુધારો થયો છે. આજે આપણે ઍન્ટિબાયોટિક્સ વિનાનું વિશ્વ કલ્પી શકતા નથી.

10.2.3 રસાયણો, ઉત્સેચકો અને અન્ય જૈવ સક્રિય અણુઓ (Chemicals, Enzymes and other Bioactive Molecules)

કેટલાક વિશિષ્ટ પ્રકારનાં રસાયણો જેવાં કે કાર્બનિક ઍસિડ, આલ્કોહોલ તેમજ ઉત્સેચકો વગેરેના વ્યાવસાયિક તથા ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનમાં સૂક્ષ્મજીવોનો મોટા પાયે ઉપયોગ થાય છે. ઍસિડિક ઉત્પાદનોનાં ઉદાહરણ : એસ્પરજીલસ નાઇઝર *(Aspergillus niger)* ફૂગમાંથી સાઇટ્રિક ઍસિડ, એસીટોબેક્ટર એસેટી *(Acetobacter aceti)* બૅક્ટેરિયામાંથી ઍસેટિક ઍસિડ, ક્લોસ્ટ્રિડિયમ બ્યુટીરિકમ *(Clostridium butyricum)* બૅક્ટેરિયા દ્વારા બ્યુટેરિક ઍસિડ તેમજ લેક્ટોબેસિલસ *(Lactobacillus)* બૅક્ટેરિયા દ્વારા લેક્ટિક ઍસિડ મેળવાય છે.

ઈથેનોલના વ્યાવસાયિક ઉત્પાદન માટે યીસ્ટ *(Saccharomyces cerevisiae)*નો ઉપયોગ થાય છે. સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા ઉત્સેચકોનું પણ ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. લાઇપેઝનો ઉપયોગ ડિટર્જન્ટની બનાવટમાં તેમજ લોન્ડ્રીમાં તૈલી ડાઘ દૂર કરવામાં થાય છે. તમે જોયું હશે કે, ઘરે કાઢવામાં આવેલ ફળોના રસ કરતાં, બજારમાં બોટલમાંના પૅક કરેલ ફળોનાં રસ વધુ સાફ (clear) હોય છે કારણ કે, બોટલમાં પૅક કરેલ ફ્રૂટજ્યુસને પૅક્ટિનેઝ (pactinase) અને પ્રોટીએઝ (protease) વડે શુદ્ધ કરવામાં આવે છે. સ્ટ્રેપ્ટોકાઇનેઝ ઉત્સેચક સ્ટ્રેપ્ટોકોક્સ *(streptococcus)* બૅક્ટેરિયામાંથી મેળવવામાં આવે છે, જે જનીન ઇજનેરીવિદ્યા દ્વારા રૂપાંતરિત કરેલ છે, દર્દીની રુધિરવાહિનીઓમાં જામેલ રુધિર (clot)ને તોડવા માટે 'clot bluster' તરીકે તેનો ઉપયોગ થાય છે. જે એવા દર્દીઓ માટે ઉપયોગી છે જેમને હૃદયની વાહિનીઓ જામ (myocardial infraction) થવાને કારણે હાર્ટઍટેક થવાની સંભાવના હોય.

ટ્રાયકોડર્મા પોલિસ્પોરમ *(Trichoderma polysporum)* ફૂગ દ્વારા મેળવાતું સાયક્લોસ્પોરિન A દર્દીઓના અંગ પ્રત્યારોપણમાં પ્રતિકારકતા ઘટાડનાર ઘટક (immuno suppressive agent) તરીકે વપરાય છે. રુધિરમાં કૉલેસ્ટેરોલનું પ્રમાણ ઘટાડવા સ્ટેટિન્સ વપરાય છે, જેનું વ્યાવસાયિક ધોરણે ઉત્પાદન મોનાસ્કસ પુર્પુરિયસ *(Monascus purpureus)* યીસ્ટમાંથી કરવામાં આવે છે. કૉલેસ્ટેરોલના સંશ્લેષણ માટે જવાબદાર ઉત્સેચક સ્પર્ધા-નિગ્રાહકની જેમ કાર્ય કરે છે.

10.3 સુએઝ ટ્રિટમેન્ટમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Sewage Treatment)

આપણે જાણીએ છીએ કે શહેરો અને નગરોમાં પ્રતિદિન મોટા પ્રમાણમાં ગંદા પાણી (waste water)નું સર્જન થાય છે જેનો મુખ્ય ઘટક માનવમળ છે. નગરના આ ગંદા પાણીને વાહિન મળ (sewage) કહે છે. તેમાં બહોળી માત્રામાં કાર્બનિક પદાર્થો અને સૂક્ષ્મજીવો જોવા મળે છે. તેમાંના કેટલાક રોગજન્ય હોય છે. તમને આશ્ચર્ય થશે કે સુએઝની આટલી મોટી માત્રા અથવા શહેરી ગંદા પાણીનો નિકાલ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે ? તેને પ્રાકૃતિક જળાશયો જેવાં કે, નદી અને ઝરણાંઓમાં સીધું (તે જ સ્વરૂપે) છોડવામાં આવતું નથી - કેમ ? એ તમે સમજી શકો છો. આ પાણીને વિસર્જિત કરતાં પહેલાં સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટ્સ

આકૃતિ 10.6 : દ્વિતીય સારવાર

(STPs)માંથી પસાર કરવામાં આવે છે. જેથી તે ઓછા પ્રદૂષિત બને. ગંદા પાણીનો ઉપચાર પરપોષી સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા કરવામાં આવે છે જે આ સુએઝમાં કુદરતી રીતે વસતા હોય છે. આ પ્રક્રિયા બે તબક્કાઓમાં કરવામાં આવે છે.

પ્રાથમિક સારવાર (Primary treatment) : આ પ્રથમ તબક્કામાં ગાળણ અને અવસાદન (sedimentation) દ્વારા સુએઝમાં રહેલાં ભૌતિક કણ-દ્રવ્યો (નાના અને મોટા કણો)નો તબક્કાવાર નિકાલ કરાય છે. પહેલાં, વારંવાર ગાળણ કરી તરતો કચરો દૂર કરાય છે. ત્યાર બાદ માટી અને નાની કાંકરીઓ (grit)ને અવસાદન દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે. આ રીતે ઘન દ્રવ્યો એકત્રિત થઈ **પ્રાથમિક સ્લજ primary sludge** (કાદવ અને રગડો) રચે છે. જ્યારે ઉપરનું મુક્ત પાણી ઈફ્લ્યુઅન્ટ (effluent) કહેવાય છે. ઈફ્લ્યુઅન્ટને પ્રાથમિક સેટલિંગ ટાંકામાંથી દ્વિતીયક પ્રક્રિયા માટે લેવામાં આવે છે.

દ્વિતીયક સારવાર અથવા જૈવિક સારવાર (Secondary treatment or Biological treatment) : પ્રાથમિક ઈફ્લ્યુઅન્ટને મોટી વાયુમય જારક ટાંકી (aeration tank)માંથી પસાર કરવામાં આવે છે (આકૃતિ 10.6). જ્યાં તેને યાંત્રિક રીતે સતત આંદોલિત કરવામાં આવે છે અને તેમાં દબાણપૂર્વક હવા પસાર કરવામાં આવે છે. જેથી ઉપયોગી જારક સૂક્ષ્મજીવોની વૃદ્ધિમાં ઝડપી વધારો થઈ તે **ફ્લોક્સ(flocs)** (સૂક્ષ્મજીવોનું ફૂગના તંતુઓ સાથેના જોડાણથી બનતી જાળમય રચના)માં ફેરવાય છે, જ્યાં વૃદ્ધિ દરમિયાન તેઓ ઈફ્લ્યુઅન્ટમાંનો મોટા ભાગનો કાર્બનિક જથ્થો આ સૂક્ષ્મજીવો વાપરી નાંખે છે. પરિણામે ઈફ્લ્યુઅન્ટના **BOD (biochemical oxygen demand)**માં નોંધપાત્ર ઘટાડો થાય છે. BOD એટલે એક લિટર પાણીમાં રહેલાં બધાં જ કાર્બનિક દ્રવ્યોનું ઑક્સિડેશન કરવા માટે બૅક્ટેરિયા દ્વારા વપરાતો ઑક્સિજનનો જથ્થો. સુએઝ પાણીને ત્યાં સુધી ટ્રીટમેન્ટ આપવામાં આવે છે જ્યાં સુધી BODમાં ઘટાડો ન થાય. BOD કસોટી એટલે પાણીના નમૂનામાં, સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા વપરાયેલ O_2નું માપન અને તેથી પરોક્ષ રીતે BODએ પાણીમાં રહેલ કાર્બનિક દ્રવ્યોનું માપન છે. નકામા પાણીમાં BOD જેટલો વધારે તેટલી તે પાણીની પ્રદૂષણ માત્રા વધારે.

સુએઝ પ્રક્રિયામાં એક વખત જરૂરી માત્રામાં BOD ઘટી જાય એટલે ઈફ્લ્યુઅન્ટને સેટલિંગ ટાંકામાં પસાર કરવામાં આવે છે. જ્યાં ફ્લોક્સનું અવસાદન થાય છે. આવું અવસાદિત દ્રવ્ય **ક્રિયાશીલ સ્લજ (activated sludge)** કહેવાય છે. આ અવસાદિત દ્રવ્યોનો થોડોક જથ્થો પંપ કરીને જારક ટાંકામાં લઈ જવાય છે જ્યાં તે નિવેશ દ્રવ્ય (inoculum)ની ગરજ સારે છે. બાકીના મોટા ભાગના સ્લજને મોટા **એનએરોબિક સ્લજ ડાયજેસ્ટર્સ - (anaerobic sludge digesters** - કાદવ કે રગડાને અજારક શ્વસનથી પચાવનાર હજમ ટાંકા)માં લઈ જવામાં આવે છે. અહીં રહેલા અજારક બૅક્ટેરિયા જે સ્લજના અન્ય બૅક્ટેરિયા તેમજ ફૂગનું પાચન કરે છે. આ પાચન દરમિયાન મિથેન, હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ મિશ્રિત વાયુ સર્જાય છે. જે **બાયોગૅસ (biogas)** સર્જે છે અને તેનો ઉપયોગ ઊર્જાના સ્રોત તરીકે કરી શકાય છે, કારણ કે તે જ્વલનશીલ છે.

દ્વિતીયક સારવારમાંથી પ્રાપ્ત ઈફ્લ્યુઅન્ટને સામાન્યતઃ નૈસર્ગિક જળાશયો જેવાં કે નદી અને ઝરણાંમાં મુક્ત કરવામાં આવે છે. આવા એક પ્લાન્ટનો અવકાશીય નજારો (aerial view) આકૃતિ 10.7માં આપેલ છે.

તમે સમજી શકો છો કે, કઈ રીતે સૂક્ષ્મજીવો પ્રતિદિન વિશ્વમાં લાખો ગેલન ગંદા પાણીની સારવારમાં મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. વિશ્વના લગભગ બધા જ ભાગોમાં એક સદી કરતાં પણ વધુ સમયથી આ કાર્યપ્રણાલીનો ઉપયોગ થઈ રહ્યો છે. આજદિન સુધી, માનવ વિકસિત તક્નિકી સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા થતી સુએઝની પ્રક્રિયાની ટક્કર ઝીલી શકી નથી.

આકૃતિ 10.7 : સુએઝ (વાહિન મળ)ના પ્લાન્ટનું અવકાશીય અવલોકન

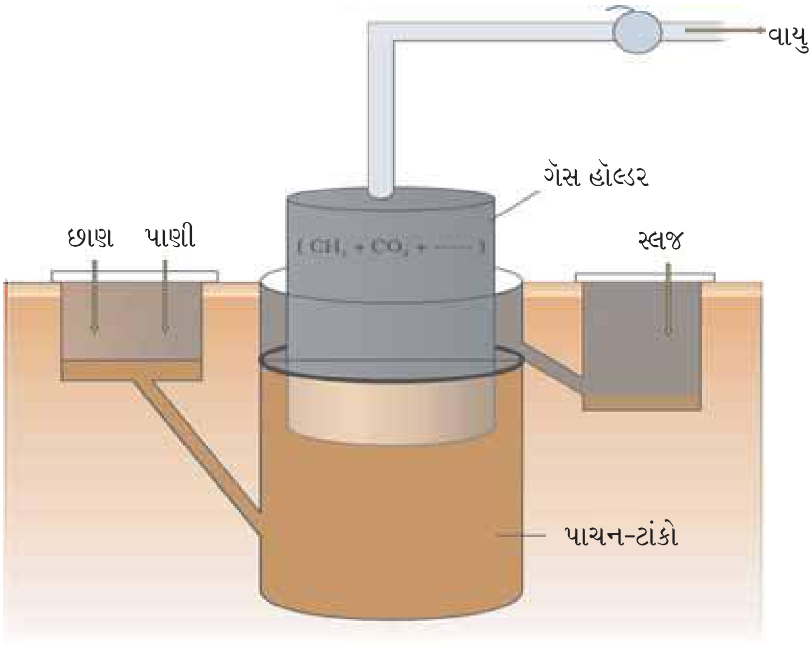
તમે જાણો છો કે, વધતા જતાં શહેરીકરણને કારણે પહેલાની સાપેક્ષે ખૂબ વધુ માત્રામાં સુએઝ ઉત્પન્ન થઈ રહ્યું છે. પરંતુ, આટલા મોટા જથ્થાની સાપેક્ષે સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટની સંખ્યા એટલી વધારાઈ નથી, જેથી અનુપચારિત સુએઝને સીધું જ નદીઓમાં ઠાલવી દેવામાં આવે છે. જેને કારણે પ્રદૂષણ અને પાણીજન્ય રોગોનું પ્રમાણ વધ્યું છે.

વન અને પર્યાવરણ મંત્રાલયે આપણા દેશની મુખ્ય નદીઓને પ્રદૂષણથી બચાવવા માટે **ગંગા એક્શન પ્લાન** (Ganga Action Plan) અને **યમુના એક્શન પ્લાન** (Yamuna Action Plan) શરૂ કર્યો છે. આ યોજના હેઠળ, મોટી સંખ્યામાં સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટ બનાવવાનો પ્રસ્તાવ છે. જેથી માત્ર ઉપચારિત કરેલ સુએઝ જ નદીઓમાં મુક્ત કરી શકાય. તમારી નજીકના વિસ્તારમાં આવેલ સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટની મુલાકાત તમારા માટે રસપ્રદ અને શૈક્ષણિક અનુભવવાળી રહેશે.

10.4 બાયોગેસના ઉત્પાદનમાં સૂક્ષ્મજીવો (Microbes in Production of Biogas)

બાયોગૅસ એ વાયુઓનું મિશ્રણ (પ્રભાવી વાયુ મિથેન) છે. જે સૂક્ષ્મજીવોની પ્રક્રિયાથી મેળવાય છે અને તેનો ઉપયોગ બળતણ તરીકે થાય છે. તમે ભણ્યા કે સૂક્ષ્મજીવોની વૃદ્ધિ અને ચયાપચયને પરિણામે અંતિમ નીપજ તરીકે વિવિધ પ્રકારના વાયુઓ મળે છે. પ્રાપ્ત થતા વાયુના પ્રકારનો આધાર સૂક્ષ્મજીવો અને તેમના દ્વારા વપરાતાં કાર્બનિક દ્રવ્યો પર રહેલો છે. ઉદાહરણ તરીકે, ખીરા (dough)નું આથવણ, ચીઝ બનાવવાની પ્રક્રિયા અને પીણાંઓના ઉત્પાદન સમયે મુખ્ય વાયુ CO_2 ઉત્પન્ન થાય છે. આમ છતાં સેલ્યુલોઝ ઘટક પર ઉછેર પામતા કેટલાક અજારક બૅક્ટેરિયા મોટા પ્રમાણમાં મિથેન વાયુ સાથે CO_2 અને H_2 સર્જે છે. આવા બૅક્ટેરિયાને સંયુક્તપણે **મિથેનોજેન્સ (methanogens)** કહે છે અને તેમાંના એક મિથેનોબૅક્ટેરિયમ *(Methanobacterium)* છે. આ પ્રકારના બૅક્ટેરિયાની હાજરી સુએઝ ટ્રીટમેન્ટના અજારક સ્લજમાં જોવા મળે છે. આ પ્રકારના બૅક્ટેરિયા ઢોરના આમાશય (**rumen - જઠરનો એક ભાગ**)માં જોવા મળે છે. ઢોરના ખોરાકમાં પુષ્કળ માત્રામાં આવેલુ સેલ્યુલોઝયુક્ત દ્રવ્ય તેના આમાશયમાં પણ હોય છે. આમાશયમાં રહેલા બૅક્ટેરિયા આ સેલ્યુલોઝને તોડે છે અને પશુઓના પોષણમાં મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપે છે. *શું તમે વિચારી શકો છો કે, મનુષ્ય તેના આહારમાં રહેલ સેલ્યુલોઝનું પાચન કરી શકે છે ?* આમ, પશુઓનું છાણ (મળ-dung) જેને ગોબર કહેવાય છે, તે આ બૅક્ટેરિયાની ઉચ્ચ માત્રા ધરાવે છે. આ છાણ (ગોબર) બાયોગૅસના ઉત્પાદનમાં વપરાય છે માટે તેને ગોબર ગૅસ કહે છે.

બાયોગૅસ પ્લાન્ટમાં કોંક્રીટનો ખાડો (10-15 ફૂટ ઊંડો) બનાવેલ હોય છે, જેમાં જૈવિક કચરો અને



આકૃતિ 10.8 : એક લાક્ષણિક બાયોગૅસ પ્લાન્ટ

છાણનો કાદવ (slurry) ભરવામાં આવે છે. તેની ઉપર તરતું આચ્છાદન (floating cover) રાખવામાં આવે છે. બૅક્ટેરિયા દ્વારા સર્જાતા વાયુને કારણે આ આચ્છાદન ઉપર તરફ ઊંચકાય છે. પ્લાન્ટની સાથે વાયુને બહાર લઈ જતી પાઈપ ગોઠવેલી હોય છે. જે નજીકનાં ઘરોમાં બાયોગૅસ પૂરો પાડવા માટેની પાઈપ સાથે જોડેલી હોય છે. વધેલા કાદવનો અન્ય નળી દ્વારા બહાર નિકાલ કરવામાં આવે છે, જેનો ખાતર તરીકે ઉપયોગ થાય છે. ગ્રામ્ય વિસ્તારમાં પશુનું છાણ પુષ્કળ માત્રામાં પ્રાપ્ત થતું હોય છે કારણ કે ત્યાં પશુઓનો વિવિધ હેતુસર ઉપયોગ થાય છે. માટે જ બાયોગૅસ પ્લાન્ટ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં વધુ જોવા મળે છે. બાયોગૅસનો ઉપયોગ રાંધવા અને પ્રકાશઊર્જા મેળવવા માટે થાય છે. બાયોગૅસ પ્લાન્ટનું ચિત્ર આકૃતિ 10.8માં આપેલ છે. ભારતમાં ઇન્ડિયન એગ્રિકલ્ચરલ રિસર્ચ ઇન્સ્ટિટ્યૂટ (IARI) તથા ખાદી અને ગ્રામઉદ્યોગ કમિશન (Khadi and Village Industries Commission -KVIC)ના પ્રયાસોથી બાયોગૅસ ટેક્નોલૉજી વિકસાવવામાં આવી છે. જો તમારી શાળા ગામડાંમાં કે તેની નજીક આવેલ હોય, તો નજીકના બાયોગૅસ પ્લાન્ટની માહિતી તમારા માટે રસપ્રદ રહેશે. બાયોગૅસ પ્લાન્ટની મુલાકાત લો અને તેની વ્યવસ્થાપનકર્તાઓ સાથે વાતચીત કરી તેના વિશે વધુ જાણકારી મેળવી શકાય છે.

10.5 જૈવિક નિયંત્રકો તરીકે સૂક્ષ્મજીવો (Microbes as Biocontrol Agents)

જૈવ નિયંત્રકો એટલે જૈવિક પદ્ધતિઓના ઉપયોગ દ્વારા વનસ્પતિ રોગો અને ઉપદ્રવી જંતુ (pest)નું નિયંત્રણ. આધુનિક યુગમાં, કીટનાશકો (insecticides) અને જંતુનાશકો (pesticides)ના વધતા ઉપયોગ દ્વારા તેનું નિયંત્રણ થઈ રહ્યું છે. આ રસાયણો વિષારી છે અને મનુષ્ય તેમજ પ્રાણીઓ માટે ખૂબ જ હાનિકર્તા છે. ઉપરાંત તેઓ આપણા પર્યાવરણ (ભૂમિ, ભૂમિય જળ), ફળો, શાકભાજી અને પાકો પ્રદૂષિત કરી રહ્યા છે. નીંદણના નાશ માટે વપરાતા નીંદણનાશક (weedicides) દ્વારા આપણી ભૂમિ પણ પ્રદૂષિત થઈ રહી છે.

ઉપદ્રવી જંતુ અને રોગોનું જૈવિક-નિયંત્રણ (Biological control of pests and diseases) : કૃષિક્ષેત્રે પેસ્ટ કંટ્રોલની આ પદ્ધતિ રસાયણોના ઉપયોગની સાપેક્ષે પ્રાકૃતિક ભક્ષકો પર વધુ નિર્ભર છે. કાર્બનિક ખેતી કરનાર (organic farmer) અનુસાર જૈવ-વિવિધતા જ સ્વાસ્થ્યની ચાવી છે. દશ્ય ભૂમિ પર જેટલી વિવિધતા વધુ, તેટલું વધુ તેનું સ્થાયીપણું. જૈવિક ખેતી કરતા ખેડૂતો એક એવું તંત્ર વિકસાવવામાં કાર્યરત હોય છે જેમાં કીટકો (જેને કેટલીક વાર ઉપદ્રવી જીવાતો કહેવામાં આવે છે) તેમનું નિવારણ ન કરતા તેના સ્થાને વ્યવસ્થાપન સ્તરે એક જીવંત અને ગતિશીલ નિવસનતંત્રમાં તેના ઘટાડા (check) અને સંતુલન માટે જટિલ તંત્રનું નિર્માણ કરવામાં આવે. વધુમાં, 'પરંપરાગત' (conventional) ખેતીની રાસાયણિક પદ્ધતિઓમાં આડેધડ લાભદાયી અને હાનિકારક બંને જૈવ સ્વરૂપોને મારી નાંખવામાં આવે છે, તે (જૈવ નિયંત્રણ) એક સાકલ્યવાદી દષ્ટિકોણ છે. જે

પ્રાણીસમૂહ અને વનસ્પતિ સમૂહના ક્ષેત્રની અસંખ્ય રચના કરતા સજીવોની પારસ્પરિક પ્રક્રિયાઓના જાળાની સમજનો વિકાસ માગે છે. ઑર્ગેનિક ફાર્મરની નજરે મોટે ભાગે આ દૃષ્ટિકોણ વિકસિત થાય છે કે પ્રાણી કે જેને આપણે જીવાત (પેસ્ટ) પણ કહીએ છીએ તેનું નિવારણ માત્ર અશક્ય નથી, પરંતુ અનિચ્છનીય પણ છે, તેમના વગર લાભદાયી પરભક્ષી અને પરોપજીવી કીટક જીવંત રહી શકે નહિ, કે જે જીવાત પર પોતાના પોષણ કે ખોરાક માટે તે નિર્ભર હોય છે. આથી જૈવ-નિયંત્રણ દ્વારા, વિષારી રસાયણો અને જંતુનાશકો પરની આપણી નિર્ભરતા મહદંશે ઘટી જાય છે. જૈવ-કૃષિ (biological farming)ના મહત્ત્વના પ્રસ્તાવ થકી આપણે ભિન્ન જીવંત સ્વરૂપો જે ખેતરમાં વસવાટ કરતા પરભક્ષીઓ તે જ રીતે જંતુ-જીવાતો અને તેમના જીવનચક્રો, ખોરાક ગ્રહણ કરવાની રીતભાત તેમજ વસવાટના સ્વરૂપો જે તેઓ પસંદ કરે છે તેમનાથી પરિચિત થઈએ છીએ. જે આપણને જૈવ-નિયંત્રણનાં યોગ્ય સાધનોનો વિકાસ કરવામાં મદદ કરે છે.

ખૂબ જ જાણીતા લેડીબર્ડ (Ladybird) અને ડ્રેગનફ્લાય (Dragonflies) જેના શરીર પર લાલ અને કાળા રંગના નિશાન હોય છે તેવા ભૃંગકીટકો (beetles)નો ઉપયોગ ક્રમશઃ એફિડ્સ (aphids) અને મચ્છરો (mosquitoes)થી છૂટકારો મેળવવામાં ખૂબ લાભદાયી છે. સૂક્ષ્મજીવી જૈવ-નિયંત્રણના ઉદાહરણ સ્વરૂપ બેસિલસ થુરિન્જિનેન્સિસ (*Bacillus thuringiensis* - જેને Bt તરીકે ઓળખાય છે). બૅક્ટેરિયાનો ઉપયોગ પતંગિયાની ઈયળ (caterpillar)ના નિયંત્રણ માટે કરવામાં આવે છે. તેઓ શુષ્ક બીજાણુ (dried spores) સ્વરૂપે પૅકેટ (sachet)માં ઉપલબ્ધ છે, જેને પાણીમાં ભેળવીને, અસરગ્રસ્ત સંવેદનશીલ વનસ્પતિઓ જેવી કે રાઈ *(Brassica)* અને ફળાઉ વૃક્ષો પર તેનો છંટકાવ કરવામાં આવે છે, જ્યાં કીટકોના ડિમ્ભ (larvae) દ્વારા તે ખવાય છે. ડિમ્ભના અન્નમાર્ગમાં આ વિષ મુક્ત થાય છે અને ડિમ્ભોને મારી નાંખે છે. જીવાણુમય રોગ કેટરપીલર (ઈયળ)ને મારી નાંખે છે, પરંતુ, અન્ય કીટકોને કોઈ નુકસાન પહોંચાડતા નથી. લગભગ છેલ્લા દસકામાં જનીન ઈજનેરીવિદ્યાના વિકાસથી વૈજ્ઞાનિકોએ બેસિલસ થુરિન્જિનેન્સિસના વિષકારક જનીનને વનસ્પતિમાં દાખલ કર્યું છે. આવી વનસ્પતિઓ કીટ-જીવાતના આક્રમણ સામે પ્રતિકારકતા દર્શાવે છે. **Bt-કપાસ** આવું એક ઉદાહરણ છે જે આપણા દેશનાં કેટલાંક રાજ્યોમાં ઉછેરવામાં આવે છે. તેના વિશે વધુ જાણકારી તમે પ્રકરણ 12માં મેળવશો.

જૈવ-નિયંત્રણ હેઠળ ટ્રાયકોડર્મા *(Trichoderma)* ફૂગનો ઉપયોગ રોગિષ્ઠ પાકની સારવારમાં કરવામાં આવે છે. ટ્રાયકોડર્મા મુક્ત જીવી ફૂગ છે. જે સામાન્યતઃ મૂળના નિવસનતંત્રમાં જોવા મળે છે. તે ઘણા વનસ્પતિ રોગકારકો માટે અસરકારક જૈવ-નિયંત્રક છે.

બકુલોવાઈરસ (Baculoviruses) કીટકો અને અન્ય સંધિપાદીઓમાં રોગ સર્જે છે. મોટા ભાગના બકુલોવાઈરસ જૈવ-નિયંત્રકો છે. તેમનો સમાવેશ ન્યુક્લિઓ પોલીહેડ્રોવાઈરસ *(Nucleo polyhedrovirus)* પ્રજાતિ હેઠળ થાય છે. આ વિષાણુઓ જાતિ-વિશેષ, લઘુ વર્ણપટીય કીટકીય પ્રયોજન (narrow spectrum insectidal application) માટે શ્રેષ્ઠ સભ્યો માનવામાં આવે છે. એવું જોવા મળ્યું કે તેઓ વનસ્પતિ, સસ્તન, પક્ષીઓ, માછલીઓ કે લક્ષ્યહીન કીટકો પર કોઈ નકારાત્મક અસર ધરાવતા નથી. તે વિશેષરૂપે ત્યારે ઇચ્છનીય છે, જ્યારે લાભદાયી કીટકોનું સંરક્ષણ થાય. જેથી ઇન્ટિગ્રેટેડ પેસ્ટ પ્રોગ્રામ (integrated pest management - IPM)માં તેમનો ઉપયોગ કરી સંવેદી નિવસનતંત્રીય વિસ્તારનો ઉપચાર થાય.

10.6 જૈવિક ખાતરો તરીકે સૂક્ષ્મજીવો (Microbes as Biofertilisers)

વર્તમાન જીવનશૈલી જોઈએ તો પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ એ ચિંતાનું મુખ્ય કારણ છે. કૃષિ-ઉત્પાદનોની વધતી માંગને પહોંચી વળવા માટે રાસાયણિક ખાતરોનો વધુપડતો ઉપયોગ, એ પ્રદૂષણ સર્જવા માટેનું અગત્યનું કારણ છે. પરંતુ, હવે આપણને સમજાઈ ગયું છે કે રાસાયણિક ખાતરોના વધુપડતાં ઉપયોગથી ઘણી સમસ્યાઓ સર્જાઈ શકે છે,

જેના પરિણામે **કાર્બનિક ખેતી (organic farming)** કરવા અને **જૈવિક ખાતરો (biofertilisers)**નો ઉપયોગ વધારવા દબાણ વધી રહ્યું છે. જૈવિક ખાતરો એવા સજીવો છે જે ભૂમિને પોષકોથી સમૃદ્ધ બનાવે છે. જૈવ-ખાતરોનો મુખ્ય સ્રોત બૅક્ટેરિયા, ફૂગ અને સાયનો બૅક્ટેરિયા છે. તમે અભ્યાસ કર્યો છે કે, શિમ્બી કુળની વનસ્પતિઓના મૂળ પર સહજીવી રાઇઝોબિયમ *(Rhizobium)* બૅક્ટેરિયા દ્વારા ગંડિકાનું નિર્માણ થાય છે. બૅક્ટેરિયા વાતાવરણમાંના N_2નું સ્થાપન કરી કાર્બનિક દ્રવ્યો બનાવે છે જે વનસ્પતિ માટે પોષક ઘટક તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે. અન્ય બૅક્ટેરિયા જે ભૂમિમાં મુક્તજીવી [એઝોસ્પિરીલિયમ *(Azospirillum)* અને એઝોટોબૅક્ટર *(Azotobacter)*] તરીકે વસે છે, તેઓ પણ વાતાવરણમાંના N_2નું સ્થાપન કરીને, ભૂમિને નાઇટ્રોજનથી સમૃદ્ધ કરે છે.

ફૂગ પણ વનસ્પતિ સાથેનું સહજીવન રચવા માટે જાણીતી છે (**માઇકોરાઇઝા**). ગ્લોમસ *(Glomus)* પ્રજાતિની ઘણી ફૂગ **માઇકોરાઇઝા (કવકમૂળ / mycorrhiza)** રચે છે. જેમાં ફૂગ સહજીવી તરીકે ભૂમિમાંથી ફૉસ્ફરસનું શોષણ કરે છે અને વનસ્પતિને પૂરો પાડે છે. આવું સંકલન ધરાવતી વનસ્પતિઓને અન્ય લાભ પણ મળે છે, જેમ કે, મૂળમાં રોગપ્રેરતા રોગકારકો સામે પ્રતિકારકતા, ક્ષાર અને શુષ્કતા સામે ટકી રહેવાની ક્ષમતા, તેમજ વનસ્પતિની સર્વાંગી વૃદ્ધિ અને વિકાસ પ્રેરવો છે. *શું તમે જણાવી શકો છો કે, ફૂગને આવા સંકલનથી શું ફાયદો મળે છે ?*

સાયનોબૅક્ટેરિયા (Cyanobacteria) સ્વપોષી સૂક્ષ્મજીવો છે, જે જલીય તેમજ સ્થલીય વાતાવરણમાં વિસ્તૃતરૂપે જોવા મળે છે. જેમાંના મોટા ભાગના વાતાવરણમાંના નાઇટ્રોજનને સ્થાપિત કરે છે - દા.ત., એનાબીના *(Anabaena)*, નોસ્ટોક *(Nostoc)*, ઓસિલેટોરિયા *(Oscillatoria)* વગેરે. ડાંગરનાં ખેતરોમાં સાયનો બૅક્ટેરિયા જૈવિક ખાતર તરીકે ઉપયોગી છે. નીલહરિત લીલ (Blue green algae) પણ ભૂમિમાં કાર્બનિક દ્રવ્યોનો ઉમેરો કરે છે અને જમીનની ફળદ્રુપતામાં વધારો કરે છે. હાલમાં, આપણા દેશમાં મોટી સંખ્યામાં જૈવ-ખાતરો બજારમાં વ્યાપારી ધોરણે પ્રાપ્ય છે અને ખેડૂતો તેમનો નિયમિતરૂપે ઉપયોગ કરી રહ્યા છે, જેથી ખનીજ તત્ત્વોની ભરપાઈ થઈ શકે અને રાસાયણિક ખાતરો પરની નિર્ભરતા ઓછી થાય.

સારાંશ

સૂક્ષ્મજીવો પૃથ્વી પર જીવનના અગત્યના ઘટક છે. બધા સૂક્ષ્મજીવો રોગજન્ય હોતા નથી. ઘણા સૂક્ષ્મજીવો મનુષ્ય માટે લાભદાયી છે. આપણે દરરોજ સૂક્ષ્મજીવો અને તેના વ્યુત્પન્નોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. LAB (લેક્ટિક ઍસિડ બૅક્ટેરિયા)નો ઉપયોગ દૂધમાંથી દહીં બનાવવા માટે થાય છે. બ્રેડ બનાવવા માટેની કણક (dough)માં આથવણ સેક્કેરોમાયસિસ સેરેવિસી યીસ્ટ દ્વારા લાવવામાં આવે છે. ઈડલી અને ઢોંસા માટેના ખીરામાં પણ સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા આથો લાવી મેળવવામાં આવે છે. ચીઝનું પોત (texture) સ્વાદ અને સુગંધ (flavour) માટે બૅક્ટેરિયા અને ફૂગ ઉપયોગી છે. ઉદ્યોગોમાં વિવિધ પ્રક્રિયાઓ વડે ઉપયોગી લેક્ટિક ઍસિડ, ઍસિટિક ઍસિડ અને આલ્કોહોલનું ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા કરવામાં આવે છે. પેનિસિલિન ઍન્ટિબાયોટિક કે જે ઉપયોગી સૂક્ષ્મજીવમાંથી મેળવવામાં આવે છે તેનો ઉપયોગ રોગજન્ય હાનિકારક સૂક્ષ્મજીવોના નાશ માટે થાય છે. ઍન્ટિબાયોટિક્સ, ઘણા ચેપી રોગોના નિયંત્રણ માટે થાય છે. જેવાં કે, ડિપ્થેરિયા, કાળી ખાંસી (ઊંટાંટિયું) અને ન્યુમોનિયા. સદીઓથી સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ સુએઝની સારવાર માટે સક્રિય સ્લજના નિર્માણ દ્વારા કરવામાં આવે છે અને જેથી

કુદરતમાં પાણીનું પુનઃ ચક્રીયકરણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. વનસ્પતિ કચરાના વિઘટન દ્વારા મિથેનોજેન્સ મિથેન (બાયોગૅસ) સર્જે છે. ગ્રામ્ય વિસ્તારોમાં સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા સર્જાતો બાયોગૅસ એક ઊર્જાસ્રોત તરીકે ઉપયોગી છે. સૂક્ષ્મજીવો હાનિકારક પેસ્ટનો નાશ કરે છે. જેને જૈવ-નિયંત્રકો કહે છે. જૈવ-નિયંત્રકો થકી પેસ્ટના નિયંત્રણ માટે વપરાતા પેસ્ટિસાઇટ્સના વધુ ઉપયોગને ટાળે છે. તેથી એવી આગેવાનીની જરૂર છે જેમાં રાસાયણિક ખાતરોના સ્થાને જૈવ ખાતરોના ઉપયોગ પર ભાર મુકાય. સૂક્ષ્મજીવોના વિવિધ ઉપયોગથી સ્પષ્ટ થઈ ગયું છે કે, મનુષ્ય જેનો ઉપયોગ કરી રહ્યો છે તેવા માનવસમાજના કલ્યાણમાં આ અનેક સૂક્ષ્મજીવોની ભૂમિકા અગત્યની છે.

સ્વાધ્યાય

1. બૅક્ટેરિયા નરી આંખે જોઈ શકાતા નથી, પરંતુ તેઓને જોવા માટે સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર (Microscope)ની મદદ લેવી પડે છે. જો તમે તમારા ઘરેથી તમારી જીવવિજ્ઞાનની પ્રયોગશાળામાં સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી સૂક્ષ્મજીવોની હાજરી દર્શાવવા માટે એક નમૂનો લઈ જાઓ છો, તો તમે કયો નમૂનો લેશો અને શા માટે ?
2. ચયાપચય દરમિયાન સૂક્ષ્મજીવો વાયુઓ મુક્ત કરે છે, તેને સિદ્ધ કરતાં ઉદાહરણો આપો.
3. તમે કયા ખોરાકમાં લેક્ટિક ઍસિડ બૅક્ટેરિયા (LAB) જોઈ શકો છો ? તેઓનાં કેટલાંક ઉપયોગી પ્રયોજનો જણાવો.
4. ઘઉં, ચોખા અને ચણામાંથી બનાવેલ કેટલીક પરંપરાગત ભારતીય ખાદ્યપદાર્થો (અથવા તેઓની નીપજો)ના નામ આપો અને તેમાં કયા સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ થાય છે ?
5. નુકસાનકારક બૅક્ટેરિયાના કારણે થતા રોગોના નિયંત્રણમાં કયા ઉપયોગી સૂક્ષ્મજીવોની મુખ્ય ભૂમિકા હોય છે ?
6. ફૂગની કોઈ પણ બે જાતિનાં નામ આપો કે જે ઍન્ટિબાયોટિક્સના નિર્માણમાં ઉપયોગી છે ?
7. સુએઝ એટલે શું ? આપણા માટે સુએઝ કેવી રીતે હાનિકારક છે ?
8. પ્રાથમિક અને દ્વિતીય ટ્રીટમેન્ટ વચ્ચે ચાવીરૂપ ભેદ કયો છે ?
9. શું તમે વિચારી શકો છો કે, સૂક્ષ્મજીવો ઊર્જાના સ્રોત છે ? જો હા હોય તો કેવી રીતે ?
10. સૂક્ષ્મજીવોના ઉપયોગથી રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકોનો ઉપયોગ ઘટાડી શકાય છે. આ કેવી રીતે થઈ શકે છે સમજાવો.
11. BOD કસોટીને અનુલક્ષીને પાણી, સુએઝ ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટમાંથી બહાર નીકળતા પાણી, નદીનું પાણી, સારવાર ન પામેલ સુએઝનું પાણી (દ્વિતીય ઇન્ફ્લ્યુઅન્ટ)ની કસોટી કરાય છે. નમૂનાઓને નામનિર્દેશિત A, B અને C કરાય છે. પરંતુ પ્રયોગશાળાના સ્વીકારનાર વ્યક્તિએ નોંધ કરી નહિ. ત્રણ નમૂનાઓ A, B અને Cનાં BOD મૂલ્યોની નોંધ ક્રમાનુસાર છે. 20 mg/L, 8 mg/L અને 40 mg/L છે. પાણીનો કયો નમૂનો સૌથી વધુ પ્રદૂષિત છે ? શું નદીનું પાણી અન્ય નમૂનાઓની સાપેક્ષ વધુ સ્વચ્છ છે તેવું તમે કહી શકશો ?

12. સાયક્લોસ્પોરીન A (પ્રતિરક્ષાશામક દવા) અને સ્ટેટિન્સ (રુધિર કૉલેસ્ટેરોલનું પ્રમાણ ઘટાડનાર કારકો) ક્યાંથી મેળવાય છે ? તે સૂક્ષ્મજીવોનાં નામ શોધો.
13. સૂક્ષ્મજીવોની નીચે આપેલ ઘટના માટે ભૂમિકા શોધો અને તેની તમારા શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરો :
    (a) એકકોષજન્ય પ્રોટીન (SCP)
    (b) ભૂમિ
14. માનવસમાજ માટે તેઓની અગત્યને આધારે ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવો. (સૌથી અગત્યનું પહેલું લેવું.) તમારા જવાબનાં કારણો સહિત આપો.
    બાયોગૅસ, સાઇટ્રિક ઍસિડ, પેનિસિલિન અને દહીં.
15. જમીનની ફળદ્રુપતામાં જૈવિક ખાતરો કેવી રીતે વધારો કરે છે ?

એકમ 9
બાયૉટેક્નોલૉજી (Biotechnology)

પ્રકરણ : 11

બાયૉટેક્નોલૉજી : સિદ્ધાંતો અને પ્રક્રિયાઓ

પ્રકરણ : 12

બાયૉટેક્નોલૉજી અને તેનાં પ્રયોજનો

17મી સદીના ફ્રેન્ચ તત્ત્વજ્ઞાની, ગણિતશાસ્ત્રી તથા જૈવવિજ્ઞાની રેને ડેસકાર્ટિઝ (Rene Descartes)ના દિવસોથી જ સમગ્ર માનવજ્ઞાન અને ખાસ કરીને પ્રકૃતિ વિજ્ઞાન તેવી દિશામાં આગળ વધ્યું કે જેમાં પ્રાદ્યૌગિક (technology) વિકાસ થયો જેના પરિણામ સ્વરૂપે માનવ-જીવનની સુખાકારીમાં વૃદ્ધિ થઈ અને મનુષ્યના જીવનનું મહત્ત્વ પણ પ્રસ્થાપિત થયું. આ પ્રાકૃતિક ઘટનાને સમજવા માટેના તમામ અભિગમો માનવકેન્દ્રી બની ગયા છે. ભૌતિકવિજ્ઞાન અને રસાયણવિજ્ઞાને ઈજનેરી, ટેક્નોલૉજી અને ઔદ્યોગિક સંસ્થાઓને જન્મ આપ્યો કે જે બધાએ માનવ-સુખસુવિધાઓ તથા તેના કલ્યાણ માટે કાર્ય કર્યું છે. જીવવિજ્ઞાનનો મુખ્ય ઉપયોગ ખોરાકના સ્રોત તરીકે થઈ રહ્યો છે. બાયૉટેક્નોલૉજી, 20મી સદીની આધુનિક જીવવિજ્ઞાનની પ્રશાખા છે, જેણે આપણા રોજબરોજના જીવનમાં પરિવર્તન લાવી દીધું છે કારણ કે તેનાં ઉત્પાદનોએ આરોગ્યમાં તથા ખોરાક-ઉત્પાદનમાં ગુણાત્મક સુધારણા લાવી દીધી છે. આ એકમમાં બાયૉટેક્નોલૉજીની પ્રક્રિયાઓ તથા કેટલાંક પ્રયોજનોને સમજવા માટેના મૂળભૂત સિદ્ધાંતો પ્રકાશિત કરવામાં આવ્યા છે તથા તેના ઉપર વિચાર-વિમર્શ કરવામાં આવેલ છે.

હરબર્ટ બૉયર(Herbert Boyer)નો જન્મ 1936માં થયો હતો તથા તેમનો ઉછેર પશ્ચિમી પેનસિલવેનિયાના એક પ્રાંતમાં થયો હતો જ્યાં મોટા ભાગના યુવાનોના ભાગ્યમાં રેલ, રસ્તા તથા સૂરંગો હતા. વર્ષ 1963માં પિટ્સબર્ગના વિશ્વવિદ્યાલયમાં તેઓએ તેમનો સ્નાતક અભ્યાસ પૂર્ણ કર્યો તથા તેને અનુસરીને યેલમાં તેઓએ અનુસ્નાતક અભ્યાસમાં ત્રણ વર્ષ પસાર કર્યાં.

હરબર્ટ બૉયર

Herbert Boyer

(1936)

વર્ષ 1966માં બૉયરે સાન ફ્રાન્સિસ્કોમાં આવેલ કેલિફોર્નિયા વિશ્વવિદ્યાલયમાં સહાયક પ્રાધ્યાપકનો કાર્યભાર સ્વીકાર્યો. 1969 સુધી તેઓએ વિશિષ્ટ લાભદાયક ગુણોયુક્ત ઈ. કોલાઇ બૅક્ટેરિયાના ઘણાબધા રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો પર અધ્યયન પૂર્ણ કર્યું. બૉયરે અવલોકન કર્યું કે, આ ઉત્સેચકોમાં DNA શૃંખલાને એક વિશિષ્ટ ઢબે કાપવાની ક્ષમતા હોય છે અને જે ભાગ શેષરૂપે બચે છે તેને શૃંખલા પરનો 'ચીપકુ છેડો' કહેવાય છે. આ આલિંગન છેડા ચોક્કસ પ્રક્રિયામાં DNAના ટુકડાઓ સાથે જોડાઈ જાય છે.

આ શોધના પરિણામ સ્વરૂપે હાવાઈ સ્થિત સ્ટૈનફૉર્ડ વૈજ્ઞાનિક સ્ટેનલી કોહેન (Stanley Cohen) સાથે બહુમૂલ્ય તથા લાભદાયક વિચાર-વિમર્શ થઈ શક્યો. કોહેન DNAના નાનાં-નાનાં વલયો જેને પ્લાસ્મિડ કહે છે તેના પર કાર્ય કરતા હતા. આ પ્લાસ્મિડ કેટલાક વિશેષ બૅક્ટેરિયલ કોષોના કોષરસમાં મુક્ત સ્વરૂપે તરતા રહેતા હોય છે તથા DNAની સાંકેતિક શૃંખલા (કોષકેન્દ્રીય DNA)થી સ્વતંત્ર સ્વયંજનન કરે છે. કોહેને કોષમાંથી આ પ્લાસ્મિડને બહાર કાઢવાની તથા તેને ફરીથી અન્ય કોષોમાં દાખલ કરવાની પદ્ધતિ વિકસાવી હતી. આ પ્રક્રિયાને DNAના વિભાજન કરવાની પ્રક્રિયા સાથે સાંકળતા બૉયર (Boyer) અને કોહેને (Cohen) DNAના ખંડોને ઇચ્છિત રૂપરેખાંકનમાં ફરીથી ગોઠવી પુનઃ સંયોજિત કરી અને બૅક્ટેરિયલ કોષોમાં DNA દાખલ કરવા માટે સક્ષમ બનાવ્યા જે આગળ વધીને વિશિષ્ટ પ્રોટીન માટે ઉત્પાદક એકમ તરીકે કાર્ય કરી શકે. આ સફળતા બાયૉટેક્નોલૉજીનો મૂળભૂત આધાર છે કે જેના પાયા ઉપર જૈવતક્નિકી (Biotechnology) શાખાની સ્થાપના કરવામાં આવી હતી.

પ્રકરણ 11

બાયૉટેક્નોલૉજી : સિદ્ધાંતો અને પ્રક્રિયાઓ (Biotechnology : Principles and Processes)

11.1 બાયૉટેક્નોલૉજીના સિદ્ધાંતો

11.2 પુનઃસંયોજિત DNA ટેક્નોલૉજીનાં ઉપકરણો

11.3 પુનઃસંયોજિત DNA ટેક્નોલૉજીની ક્રિયાવિધિ

જૈવતક્નિકી (biotechnology) જે સજીવો અથવા તેઓમાંથી પ્રાપ્ત થતા ઉત્સેચકોનો ઉપયોગ કરી મનુષ્ય માટે ઉપયોગી નીપજો અને ઉપયોગી પ્રક્રિયાઓનું ઉત્પાદન કરવાની તક્નિકી સાથે સંકળાયેલ છે. આ અર્થમાં દહીં, બ્રેડ અથવા વાઇનની બનાવટ કે જે સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા સંપન્ન પ્રક્રિયાઓથી બને છે, તેને પણ બાયૉટેક્નોલૉજીના સ્વરૂપ તરીકે વિચારવામાં આવે છે. વર્તમાન સમયમાં સીમિત અર્થમાં બાયૉટેક્નોલૉજીને જોવામાં આવે તો તેમાં એ પ્રક્રિયાઓ આવે છે જેમાં ઉપર્યુક્ત પદાર્થોના વધારે માત્રામાં ઉત્પાદન માટે જનીન-પરિવર્તિત સજીવો (Genetically Modified Organisms-GMO)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આગળ જતા અનેક પ્રક્રિયાઓ / તક્નિકોનો સમાવેશ બાયૉટેક્નોલૉજીમાં કરવામાં આવ્યો છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઇન વિટ્રો *(in vitro)* ફલન દ્વારા 'ટેસ્ટટ્યૂબ' બેબીનું નિર્માણ, જનીનનું સંશ્લેષણ તથા તેનો ઉપયોગ, DNA રસી અથવા ક્ષતિગ્રસ્ત જનીનની સુધારણા આ બધા બાયૉટેક્નોલૉજીનો જ ભાગ છે.

યુરોપિયન બાયૉટેક્નોલૉજી સંગઠન (European Federation of Biotechnology - EFB) દ્વારા બાયૉટેક્નોલૉજીની વ્યાખ્યા આપવામાં આવી જેમાં પરંપરાગત અભિગમ અને આધુનિક આણ્વિક બાયૉટેક્નોલૉજીનો સમાવેશ છે. EFB દ્વારા આપવામાં આવેલ વ્યાખ્યા આ મુજબ છે :

'નીપજો અને સેવાઓ માટે પ્રાકૃતિક જીવવિજ્ઞાન અને સજીવો, કોષો, તેમના ભાગો તથા આણ્વિય અનુરૂપતાનું સંચાલન.'

11.1 બાયૉટેક્નોલૉજીના સિદ્ધાંતો (Principles of Biotechnology)

ઘણી તક્નિકીઓ પૈકી, નીચેની મુખ્ય બે તક્નિકોએ આધુનિક બાયૉટેક્નોલૉજીને જન્મ આપ્યો :

(i) **જનીન ઇજનેરીવિદ્યા (Genetic Engineering)** : આ ટેક્નોલૉજી દ્વારા આનુવંશિક દ્રવ્યો (DNA અને RNA)ના રસાયણમાં પરિવર્તન પ્રેરીને તેને યજમાન સજીવમાં પ્રવેશ કરાવીને યજમાન સજીવના બાહ્ય સ્વરૂપ પ્રકારમાં ફેરફાર પ્રેરવામાં આવે છે.

(ii) **જૈવપ્રક્રિયા-ઇજનેરીવિદ્યા (Bioprocess Engineering)** : રસાયણ ઇજનેરી પ્રક્રિયાઓમાં માત્ર ઇચ્છિત સૂક્ષ્મજીવો / સુકોષકેન્દ્રી કોષોની જંતુરહિત (સૂક્ષ્મજીવ સંક્રમણ- રહિત) જાળવણી કરીને વૃદ્ધિ કરાવી વધુ માત્રામાં બાયૉટેક્નોલૉજિકલ નીપજો જેવી કે ઍન્ટિબાયોટિક્સ, રસીઓ, ઉત્સેચકો વગેરેનું નિર્માણ કરવામાં આવે છે.

ચાલો આપણે હવે જનીન ઇજનેરીવિદ્યાના સિદ્ધાંતોના સંકલ્પનાત્મક વિકાસને સમજીએ.

સંભવતઃ તમે અલિંગીપ્રજનનની સાપેક્ષમાં લિંગીપ્રજનનના ફાયદા વિશે જાણતા હશો. લિંગીપ્રજનન અજોડ આનુવંશિક વ્યવસ્થાનાં સંયોજનોની રચના તથા ભિન્નતા માટે તકો પૂરી પાડે છે. તેમાંના કેટલાક સજીવ તથા વસ્તી માટે ફાયદાકારક હોઈ શકે છે. અલિંગીપ્રજનન આનુવંશિક માહિતીને પરિરક્ષિત કરી પેઢી દર પેઢી જાળવી રાખે છે, જ્યારે લિંગીપ્રજનન દ્વારા ભિન્નતા ઉદ્ભવે છે. પરંપરાગત સંકરણની પદ્ધતિઓ કે જે વનસ્પતિઓ તથા પ્રાણીઓના સંવર્ધનમાં ઉપયોગી છે તેના દ્વારા કેટલીક વખત ઇચ્છિત જનીનો સાથે-સાથે અનિચ્છનીય જનીનોનો સમાવેશ તથા ગુણન થઈ જાય છે. ઉપર્યુક્ત ક્ષતિઓ દૂર કરવા માટે જનીન ઇજનેરીવિદ્યામાં **જનીન ક્લોનિંગ** અને **જનીન સ્થળાંતરણ (gene cloning** and **gene transfer)**નો ઉપયોગ કરી પુનઃસંયોજિત **DNA (*r*-DNA recombinant DNA)**નું નિર્માણ કરવામાં આવે છે, જેનાથી અનિચ્છનીય જનીનોને બાકાત રાખીને એક અથવા એકથી વધુ ઇચ્છનીય જનીનોને અલગ તારવીને લક્ષ સજીવમાં દાખલ કરી શકાય છે.

શું તમે જાણો છો કે જે DNAનો ટુકડો વિજાતીય સજીવોમાં સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે તેનું ભવિષ્ય શું છે ? મોટા ભાગે આ DNAનો ટુકડો સજીવના બાળકોષોમાં સ્વયંજનન પામવાની ક્ષમતા ધરાવતો નથી. પરંતુ જ્યારે તે ગ્રાહીનાં જનીનો સાથે જોડાઈ જાય છે ત્યારે તે વિભાજન પામીને યજમાન DNA સાથે આનુવંશિક બની જાય છે કારણ કે, આ વિદેશી DNAનો ટુકડો રંગસૂત્રનો એક ભાગ બની જાય છે કે જેની પાસે સ્વયંજનનની ક્ષમતા હોય છે. રંગસૂત્રમાં DNAનો એક વિશિષ્ટ ક્રમ આવેલો હોય છે જેને **સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ (origin of replication)** કહે છે, જે સ્વયંજનનના પ્રારંભ માટે જવાબદાર હોય છે. આથી તે માટે કોઈ પણ સજીવમાં વિદેશી DNAના ટુકડાના ગુણન માટે તે રંગસૂત્ર અથવા રંગસૂત્રોનો ભાગ હોવો આવશ્યક હોય છે કે જે એક વિશિષ્ટ શૃંખલા ધરાવે છે જે ‘સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ’ તરીકે ઓળખાય છે. આ રીતે એક વિદેશી DNA સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ સાથે જોડાય છે, આથી આ વિદેશી DNAનો ટુકડો યજમાન સજીવમાં આપમેળે સ્વયંજનન તેમજ ગુણન પામી શકે છે. આને **ક્લોનિંગ (cloning)** પણ કહે છે અથવા કોઈ ટેમ્પલેટ DNAની એકસરખી અનેક નકલોનું નિર્માણ પણ કહી શકાય છે.

હવે એક કૃત્રિમ રિકોમ્બિનન્ટ DNA અણુના નિર્માણની પ્રથમ ઘટનાનો અભ્યાસ કરીશું. પ્રથમ રિકોમ્બિનન્ટ DNAનું નિર્માણ સાલમોનેલા ટાયફિમુરિયમ *(Salmonella typhimurium)*ના અસલ **પ્લાસ્મિડ** (native plasmid-વલયાકાર બાહ્ય રંગસૂત્રીય DNA કે જે સ્વતંત્ર સ્વયંજનન પામી શકે છે)માં ઍન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધી જનીનના ટુકડાને જોડીને થઈ શક્યું. સ્ટેનલી કોહેન અને હરબર્ટ બૉયરે 1972માં ઉપર્યુક્ત કાર્ય ઍન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધક જનીનના અલગીકરણ દ્વારા સંપન્ન કર્યું, જે માટે તેમણે પ્લાસ્મિડમાંથી DNAનો ટુકડો કાપ્યો. જેમાં ઍન્ટિબાયોટિક પ્રતિરોધકતા પ્રદાન કરવા માટે જવાબદાર જનીનો હતા. ‘આણ્વિય કાતર’ તરીકે ઓળખાતા **રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો**ની શોધથી DNAને વિશિષ્ટ જગ્યાઓથી કાપવાનું શક્ય બની શક્યું. કાપેલા DNAના ટુકડાને પ્લાસ્મિડ સાથે જોડવામાં આવે છે. આ પ્લાસ્મિડ DNA એ

વાહકની જેમ કાર્ય કરે છે, જે તેની સાથે જોડાયેલ DNAને સ્થાનાંતરિત કરે છે. સંભવતઃ તમે જાણો છો કે મચ્છર, કીટવાહક તરીકે વર્તીને મૅલેરિયાના પરોપજીવીને મનુષ્યમાં સ્થાનાંતરિત કરે છે. બસ, આવી જ રીતે પ્લાસ્મિડનો વાહક તરીકે ઉપયોગ કરીને વિદેશી DNAના ટુકડાને યજમાન સજીવોમાં મોકલવામાં આવે છે. ઍન્ટિબાયોટિક જનીનને વાહક સાથે જોડવાનું કાર્ય DNA લાયગેઝ ઉત્સેચક દ્વારા થાય છે. જે DNA અણુના કપાયેલા ભાગ પર કામ કરીને તેના છેડાઓને જોડવાનું કામ કરે છે. આવી રીતે એક નવા સ્વયં પ્રતિકૃતિ બનાવવાવાળા (પોતાની રીતે સ્વયંજનિત થતા) વલયાકાર DNAનું *in vitro* નિર્માણ થાય છે, જે રિકોમ્બિનન્ટ DNA તરીકે ઓળખાય છે. જ્યારે આ DNA ઈ. કોલાઇ *(E. coli)* બૅક્ટેરિયા કે જે સાલ્મોનેલા *(Salmonella)* સાથે નજદીકનો સંબંધ ધરાવે છે તેમાં સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે ત્યારે તે નવા યજમાનના DNA પોલિમરેઝ ઉત્સેચકનો ઉપયોગ કરીને પ્રતિકૃતિઓ બનાવવા લાગે છે. ઈ. કોલાઈમાં ઍન્ટિબાયોટિક અવરોધક જનીનની અનેક નકલો બનાવવાની ક્ષમતાને ઈ. કોલાઈમાં ઍન્ટિબાયોટિક જનીનનું **ક્લોનિંગ** કહેવાય છે.

તમે અનુમાન લગાવી શકો છો કે, જનીન પરિવર્તિત સજીવોના નિર્માણમાં મૂળભૂત ત્રણ ચરણો છે :

(i) ઇચ્છિત જનીનયુક્ત DNAની ઓળખ;

(ii) ઓળખ પામેલા DNAનો યજમાનમાં પ્રવેશ

(iii) પ્રવેશેલા DNAની યજમાનમાં જાળવણી તથા તેની સંતતિઓમાં DNAનું સ્થળાંતર

11.2 રિકોમ્બિનન્ટ DNA ટેક્નોલૉજીનાં ઉપકરણો (Tools of Recombinant DNA Technology)

હવે આપણે પહેલાંની ચર્ચા પરથી જાણી ચૂક્યા છીએ કે, જનીન ઇજનેરીવિદ્યા અથવા રિકોમ્બિનન્ટ DNA ટેક્નોલૉજી ત્યારે જ પૂર્ણ થઈ શકે છે કે જ્યારે આપણી પાસે મહત્ત્વનાં ઉપકરણો જેવા કે, રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો, પોલિમરેઝ ઉત્સેચકો, લાયગેઝ, વાહકો અને યજમાન સજીવ હોય. ચાલો, હવે આમાંથી કેટલાકને વિસ્તૃતમાં સમજવાનો પ્રયાસ કરીએ.

11.2.1 રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો (Restriction Enzymes)

વર્ષ 1963માં બે ઉત્સેચકોને અલગ કરવામાં આવ્યા કે, જે ઈ. કોલાઈમાં બૅક્ટેરિયોફેઝની વૃદ્ધિને અવરોધવા માટે જવાબદાર છે. તેમાંનો એક DNAમાં મિથાઇલ સમૂહને ઉમેરે છે જ્યારે બીજો DNAને કાપે છે. પછીથી તેમાંના બીજાને **રિસ્ટ્રિક્શન ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ** કહેવામાં આવ્યો.

પ્રથમ રિસ્ટ્રિક્શન ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ *Hind-II,* જેનું કાર્ય DNA ન્યુક્લિઓટાઇડના વિશિષ્ટ ક્રમ પર આધાર રાખે છે, તે પાંચ વર્ષ પછી અલગ કરાયો અને ઓળખવામાં આવ્યો. એવું જોવા મળ્યું કે, *Hind-II* હંમેશાં DNA અણુના એક ચોક્કસ બિંદુ પર કાપ મૂકે છે જ્યાં છ બેઇઝ જોડનો એક ચોક્કસ ક્રમ હોય છે. આ ચોક્કસ બેઇઝક્રમ *Hind-II*ના **ઓળખક્રમ** તરીકે જાણીતો છે. *Hind-II* સિવાય આજે 900થી વધારે રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો વિશે જાણકારી છે જે બૅક્ટેરિયાની 230થી વધારે જાતમાંથી અલગ કરવામાં આવી છે, જેમાંથી પ્રત્યેક અલગ-અલગ ઓળખક્રમોને ઓળખે છે.

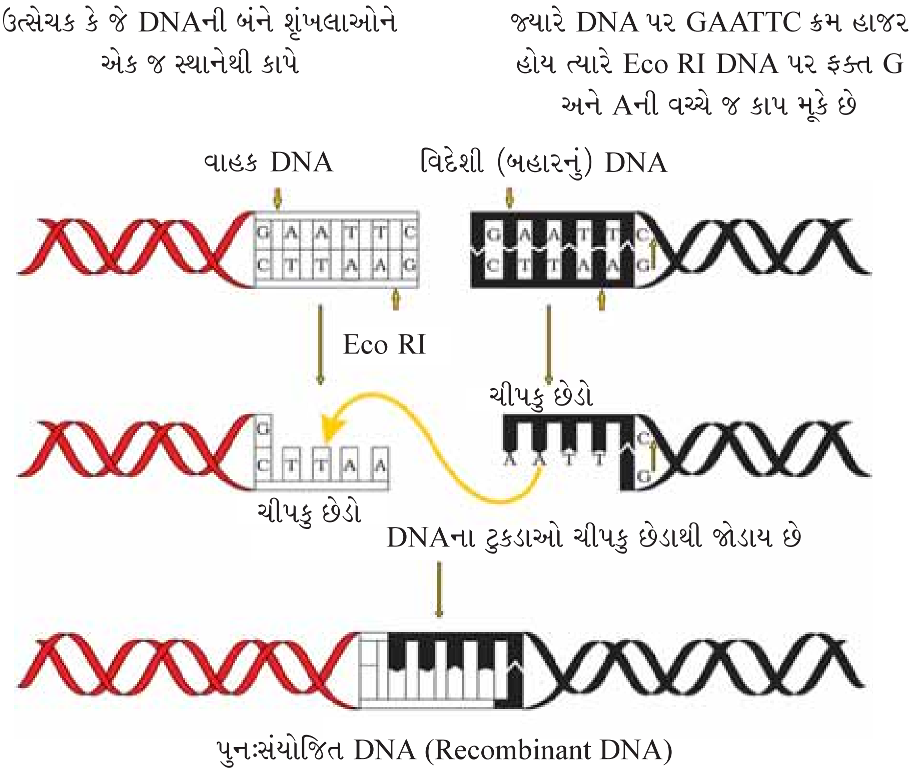
આ ઉત્સેચકોના નામકરણમાં પરંપરાનુસાર, નામનો પ્રથમ અક્ષર પ્રજાતિમાંથી જ્યારે બીજા બે અક્ષરો આદિકોષકેન્દ્રી કોષની જાતિમાંથી લેવામાં આવે છે કે, જેમાંથી તેને અલગ કરવામાં આવ્યા હતા. ઉદાહરણ : Eco RI, ઇશ્ચેરિશિયા કોલાઇ *(Escherichia coli)* RY 13માંથી આવ્યો છે.

તેમાં Eco RIમાં અક્ષર 'R' જાતના નામ પરથી લેવામાં આવેલ છે. નામ પછીનો રોમન અંક બૅક્ટેરિયાની જે-તે જાતમાંથી કયા ક્રમમાં ઉત્સેચકને અલગ કરવામાં આવ્યો હતો તે દર્શાવે છે.

રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકોનો **ન્યુક્લિએઝિસ** કહેવાતા ઉત્સેચકોના મોટા વર્ગમાં સમાવેશ થાય છે. તે બે પ્રકારના હોય છે : **એક્સોન્યુક્લિએઝ** અને **ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ**. એક્સોન્યુક્લિએઝ DNAના છેડા પરથી ન્યુક્લિઓટાઈડ્સને દૂર કરે છે, જ્યારે ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ DNAની અંદર ચોક્કસ સ્થાન પર કાપ મૂકે છે.

પ્રત્યેક રિસ્ટ્રિક્શન ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ DNAની શૃંખલાની લંબાઈનું નિરીક્ષણ કર્યા પછી તે કાર્ય કરે છે. જ્યારે તે પોતાનો વિશિષ્ટ ઓળખક્રમ પ્રાપ્ત કરી લે છે ત્યારે તે DNA સાથે જોડાય છે અને બેવડા કુંતલની બંને શૃંખલાને શર્કરા-ફૉસ્ફેટ આધારસ્તંભોમાં વિશિષ્ટ કેન્દ્રો પરથી કાપે છે (આકૃતિ 11.1). પ્રત્યેક રિસ્ટ્રિક્શન ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ DNAમાં વિશિષ્ટ **પેલિન્ડ્રોમિક ન્યુક્લિઓટાઈડ શૃંખલાઓ (palindromic nucleotide sequence)**ને ઓળખે છે.

રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકનું કાર્ય



આકૃતિ 11.1 : રિસ્ટ્રિક્શન એન્ડોન્યુક્લિએઝ ઉત્સેચક Eco RIની પ્રક્રિયા દ્વારા પુનઃસંયોજિત DNAના નિર્માણનાં ચરણો

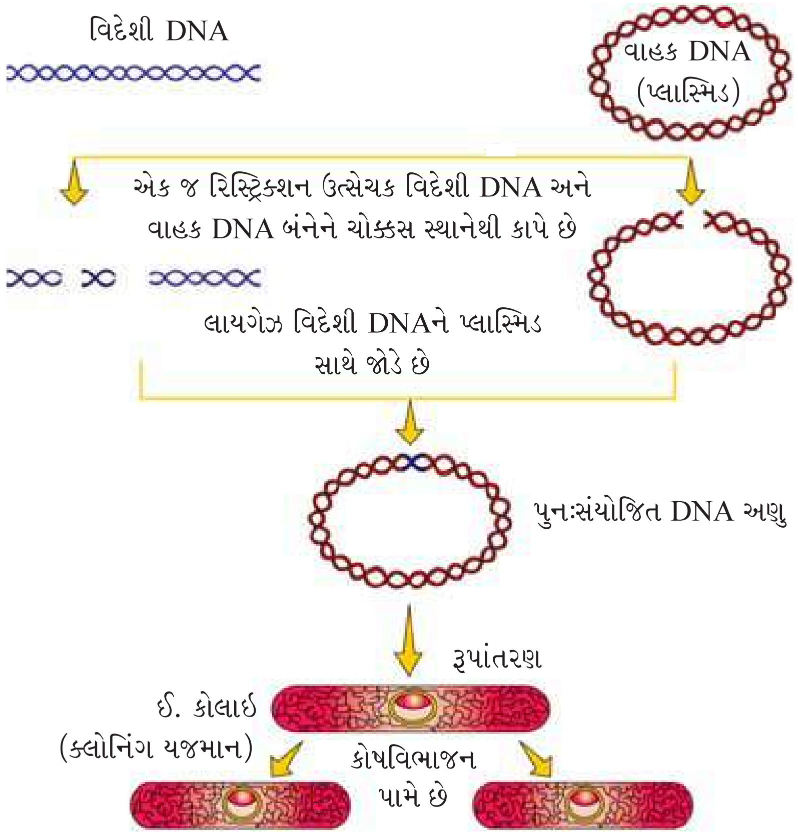
શું તમે જાણો છો કે, પેલિન્ડ્રોમ શું છે ? તે શબ્દોનો સમૂહ છે જેને આગળ-પાછળ બંને બાજુએથી વાંચતા સરખા વાંચી શકાય છે. ઉદાહરણ : 'મલયાલમ.' DNAમાં પેલિન્ડ્રોમ બેઇઝ જોડનો એક એવો ક્રમ હોય છે જે DNAની એક બાજુએથી બીજી બાજુ તરફ આગળ અને પાછળથી એકસરખા વાંચી શકાય છે. ઉદાહરણ : આપેલ ક્રમને $5' \rightarrow 3'$ દિશામાં વાંચવાથી બંને શૃંખલામાં એકસરખા વાંચી શકાય. જો તેને $3' \rightarrow 5'$ દિશામાં વાંચવામાં આવે તોપણ તે સાચું પડે છે.

5′ _____ GAATTC _____ 3′
3′ _____ CTTAAG _____ 5′

રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક DNA શૃંખલાને પેલિન્ડ્રોમ સ્થાને કેન્દ્રથી સહેજ દૂર પરંતુ વિરુદ્ધ શૃંખલામાં બે સરખા બેઇઝની વચ્ચેથી કાપે છે જેના ફળ સ્વરૂપે છેડા પર એક શૃંખલાનો ભાગ રહી જાય છે. આથી બેવડા કુંતલના છેડા ઉપર એક શૃંખલાવાળો ટૂંકો ભાગ છૂટી જાય છે. આવા ટૂંકા એક શૃંખલામય લટકતા નાના ભાગને ચીપકુ છેડો કહે છે (આકૃતિ 11.1). તેનું આવું નામ એટલા માટે આપવામાં આવ્યું છે કારણ કે, તેના પૂરક કપાયેલા પ્રતિરૂપ સાથે હાઇડ્રોજન બંધ બનાવે છે. છેડાઓનું આ ચીપકાપણું (stickyness) ઉત્સેચક DNA લાયગેઝના કાર્યમાં સહાયતા પ્રદાન કરે છે.

રિસ્ટ્રિક્શન ઍન્ડોન્યુક્લિએઝનો ઉપયોગ જનીન ઇજનેરીવિદ્યામાં પુનઃસંયોજિત DNA અણુ બનાવવા માટે કરવામાં આવે છે કે જે વિભિન્ન સ્રોતો/જનીન સંકુલ (genomes)માંથી પ્રાપ્ત થતા DNA ભેગા થઈને બનેલ હોય છે.

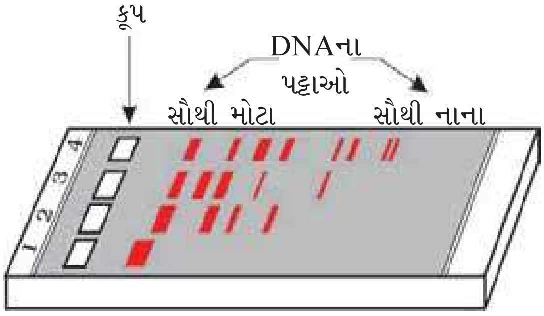
એક જ રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા કાપવાથી પ્રાપ્ત થનારા DNAના ખંડોમાં સમાન પ્રકારના ચીપકુ છેડા (sticky end) હોય છે અને તેને DNA લાયગેઝની મદદથી એકબીજા સાથે (છેડાથી છેડા-end to end) જોડી શકાય છે (આકૃતિ 11.2).



આકૃતિ 11.2 : પુનઃસંયોજિત DNA (*r*-DNA) ટેક્નોલૉજીનું રેખાંકિત નિરૂપણ

તમે સંપૂર્ણ રીતે સમજી ચૂક્યા હશો કે, સામાન્યતઃ જ્યાં સુધી વાહક અને સ્રોત DNAને એક જ રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા કાપવામાં ન આવે ત્યાં સુધી પુનઃસંયોજિત વાહક અણુનું નિર્માણ થઈ શકતું નથી.

DNA ખંડોનું પૃથક્કરણ અને અલગીકરણ : રિસ્ટ્રિક્શન ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ દ્વારા DNAને કાપવાના પરિણામ સ્વરૂપે DNAના ટુકડા થઈ જાય છે. આ ટુકડાઓને **જૅલ ઈલેક્ટ્રૉફોરેસિસ (gel electrophoresis)** તરીકે ઓળખાતી પદ્ધતિ દ્વારા અલગીકૃત કરી શકાય છે. કેમકે DNA ટુકડાઓ ઋણ વીજભારિત અણુઓ હોય છે જેથી તેઓને માધ્યમ / આધારકમાં વિદ્યુતક્ષેત્રની મદદથી ધન વિદ્યુતધ્રુવ (anode)ની તરફ બળપૂર્વક ધકેલીને અલગ કરી શકાય છે. આજકાલ સામાન્ય રીતે ઉપયોગ કરવામાં આવતું માધ્યમ એગેરોઝ છે. તે દરિયાઈ નિંદણ (see weeds)માંથી અલગીકૃત કરાયેલ કુદરતી પોલીમર છે. એગેરોઝ જૅલની ચાળણી જેવી અસરથી DNAના ટુકડાઓ તેના કદ મુજબ અલગ થાય છે. આમ, તેના ટુકડાનું કદ જેટલું નાનું તેટલું તે વધુ દૂર સુધી ખસશે. *આકૃતિ 11.3માં જુઓ અને અનુમાન લગાવો કે જૅલના કયા છેડા પર સેમ્પલ ભરવામાં આવ્યું હતું.*



આકૃતિ 11.3 : અપાચિત (પટ્ટી 1) અને પાચિત (પટ્ટી 2 થી 4) DNAના ખંડોના સમૂહનું સ્થાનાંતરણ દર્શાવતું લાક્ષણિક એગારોઝ જૅલ ઈલેક્ટ્રૉફોરેસિસ

અલગીકૃત DNAના ટુકડાઓને ત્યારે જ જોઈ શકાય છે જ્યારે આ DNAને ઈથીડિયમ બ્રોમાઈડ (ethidium bromide) નામના સંયોજન વડે અભિરંજિત કરીને UV કિરણો દ્વારા નિરાચ્છાદન (exposed) કરવામાં આવે (તમે શુદ્ધ DNAના ટુકડાઓને દૃશ્યમાન પ્રકાશમાં અભિરંજિત કર્યા વગર જોઈ શકતા નથી). ઈથીડિયમ બ્રોમાઈડથી અભિરંજિત જૅલ ઉપર UV પ્રકાશ પાડતાં DNAના ચળકતા નારંગી રંગના પટ્ટાઓ તમે જોઈ શકો છો (આકૃતિ 11.3). DNAના પટ્ટાઓને એગેરોઝ જૅલમાંથી કાપીને બહાર કાઢવામાં આવે છે અને જૅલના ટુકડાઓથી અલગ કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાને છાલન (elution) કહે છે. આ રીતે શુદ્ધ કરવામાં આવેલ DNAના ટુકડાઓને ક્લોનિંગ વાહકો સાથે જોડીને રિકોમ્બિનન્ટ DNAના નિર્માણમાં ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

11.2.2 ક્લોનિંગ વાહકો (Cloning Vectors)

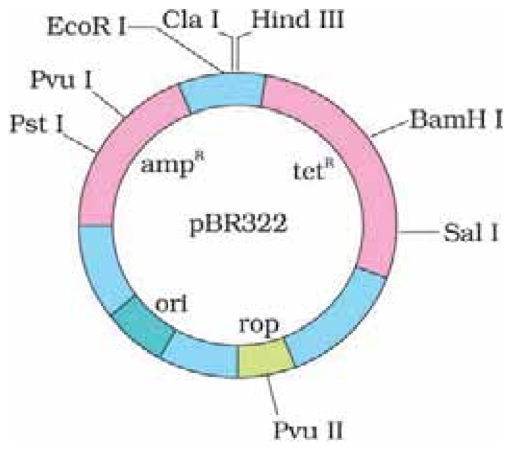
તમે જાણો છો કે પ્લાસ્મિડ અને બૅક્ટેરિયોફેઝ બૅક્ટેરિયલ કોષમાં રંગસૂત્રીય DNAના નિયંત્રણ વગર સ્વતંત્ર રીતે સ્વયંજનન કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. બૅક્ટેરિયોફેઝની પ્રત્યેક કોષમાં ઘણી વધારે સંખ્યા હોવાથી બૅક્ટેરિયલ કોષમાં તેમના જનીનસંકુલ (genome)ની ઘણીબધી નકલો જોવા મળે છે. કેટલાક પ્લાસ્મિડની એક અથવા બે નકલો પ્રતિકોષ હોય છે જ્યારે બીજાની 15-100 નકલો પ્રતિ કોષ હોય છે. તેની સંખ્યા આનાથી પણ વધારે હોઈ શકે છે. જો આપણે વિદેશી DNAના ટુકડાને બૅક્ટેરિયોફેઝ અથવા પ્લાસ્મિડ DNA સાથે જોડીએ તો તેની સંખ્યા પણ બૅક્ટેરિયોફેઝ અથવા પ્લાસ્મિડની નકલોની સંખ્યાને સમકક્ષ ગુણન કરાવી શકીએ છીએ. વર્તમાન સમયમાં ઉપયોગ કરાવવામાં આવતા વાહકો એવી રીતે તૈયાર કરવામાં આવે છે કે, જેથી વિદેશી DNAના સરળતાથી જોડાણમાં તથા બિનપુનઃસંયોજિતમાંથી પુનઃસંયોજિતની પસંદગીમાં સહાયતા પ્રાપ્ત થાય.

નીચેની વિશેષતાઓ વાહકમાં સાનુકૂળ ક્લોનિંગ કરવા માટે જરૂરી છે :

(i) **સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ [Origin of Replicationo(ori)] :** આ તે ક્રમ છે જ્યાંથી સ્વયંજનનની શરૂઆત થાય છે અને જ્યારે કોઈ DNAનો ટુકડો આ શૃંખલા સાથે જોડાય છે ત્યારે યજમાન કોષની અંદર સ્વયંજનન કરી શકે છે. આ ક્રમ, જોડાયેલ DNA (સંકલિત DNA)ની નકલોની સંખ્યાના નિયંત્રણ માટે પણ જવાબદાર છે. એટલા માટે જો કોઈ લક્ષ્ય DNAની ઘણી નકલો પ્રાપ્ત કરવા માંગતા હોય તો તેને એવા વાહકમાં ક્લોન કરવું જોઈએ કે જેની ઉત્પત્તિ (origin) ખૂબજ વધારે નકલો બનાવવામાં સહયોગ કરતી હોય.

(ii) **પસંદગીમાન રેખક (વરણ ચિહ્ન-Selectable marker) :** સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ (ori)ની સાથે વાહકને પસંદગીમાન રેખકની પણ આવશ્યકતા હોય છે, કે જે અપરિવર્તનીય (non-transformants)ની ઓળખ તથા તેને દૂર કરવામાં મદદરૂપ હોય તથા પરિવર્તનીય (transformants)ની વૃદ્ધિ માટે પસંદગીમાન અનુમતી આપતું હોય. **રૂપાંતરણ (transformation)** એક એવી કાર્યપદ્ધતિ છે જેની મદદથી DNAના એક ખંડને યજમાન બૅક્ટેરિયામાં પ્રવેશ કરાવાય છે (તમે આગળના વિભાગમાં આ પ્રક્રિયાનો અભ્યાસ કરશો). સામાન્ય રીતે એમ્પિસિલિન, ક્લોરામ્ફેનિકોલ, ટેટ્રાસાયક્લિન તથા કેનામાયસિન જેવા પ્રતિજૈવિક (antibiotics) દ્રવ્યો પ્રત્યે અવરોધન સાંકેતન કરવાવાળા જનીનો ઈ. કોલાઇ માટે ઉપયોગી પસંદગીમાન રેખકો છે. સામાન્ય ઈ. કોલાઇ કોષો આમાંથી કોઈ પણ પ્રતિ જૈવિક દ્રવ્યોનું અવરોધન કરતા નથી.

(iii) **ક્લોનિંગ જગ્યાઓ (Cloning Sites) :** વિદેશી DNAને જોડવા માટે સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાઈ રહેલા રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો માટે વાહકમાં ખૂબ જ ઓછી કે મોટે ભાગે એક જ ઓળખ જગ્યા હોવી જોઈએ. વાહકની અંદર એકથી વધારે **ઓળખ જગ્યા** હોવાથી તેના ઘણાબધા ટુકડા થઈ જશે જે જનીન ક્લોનિંગને જટિલ બનાવી દે છે (આકૃતિ 11.4). વિદેશી DNAનું જોડાણ (ligation) એ બંને **પ્રતિજૈવિક અવરોધક** (antibiotic resistance) જનીનોમાંથી એકમાં આવેલ રિસ્ટ્રિક્શન સ્થાન પર કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, તમે વિદેશી DNAને વાહક pBR322માં સ્થિત ટેટ્રાસાયક્લિન પ્રતિરોધી જનીનના Bam H I સ્થાને જોડી શકો છો. પુનઃસંયોજિત પ્લાસ્મિડ પરજાત DNA દાખલ થવાથી ટેટ્રાસાયક્લિન અવરોધન ગુમાવે છે, પરંતુ પુનઃસંયોજન પામતાં ઘટકોને એમ્પિસિલિન સમાવિષ્ટ માધ્યમ પર રહેલા પરિવર્તનીય ઘટકોના લેપન (plating) દ્વારા પુનઃસંયોજિત ન પામતાં ઘટકોથી અલગ પસંદગી કરી શકાય છે. ઍમ્પિસિલિનયુક્ત માધ્યમ પર વૃદ્ધિ કરવાવાળાં રૂપાંતરણો(પરિવર્તનીય ઘટકો)ને હવે ટેટ્રાસાયક્લિનયુક્ત માધ્યમ પર સ્થળાંતરિત કરવામાં આવે છે. પુનઃસંયોજિત ઘટકો ઍમ્પિસિલિન માધ્યમ પર વૃદ્ધિ પામશે પરંતુ ટેટ્રાસાયક્લિનયુક્ત માધ્યમ પર વૃદ્ધિ પામશે નહિ. પણ પુનઃસંયોજન ન પામતા ઘટકો (બિન પુનઃ સંયોજિત) બંને પ્રતિજૈવિક દ્રવ્યો ધરાવતા માધ્યમમાં વૃદ્ધિ પામશે.



આકૃતિ 11.4 : *E. coli* ક્લોનિંગ વાહક pBR322માં રિસ્ટ્રિક્શન સ્થાનો (*Hind* III, *Eco*R I, *Bam*H I, *Sal* I, *Pvu* II, *Pst* I, *Cla* I), ori તેમજ પ્રતિજૈવિક અવરોધક જનીનો (amp^R અને tet^R) rop પ્લાસ્મિડના સ્વયંજનનમાં ભાગ લેતા પ્રોટીનનું સંકેતન કરે છે

આ કિસ્સામાં, અહીં એક ઍન્ટિબાયોટિક્સ અવરોધક જનીન પરિવર્તનશીલ ઘટકોની પસંદગીમાં મદદ કરે છે, જ્યારે બીજું ઍન્ટિબાયોટિક અવરોધક જનીન વિદેશી DNAના પ્રવેશથી નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે અને પુનઃસંયોજિત ઘટકોની પસંદગીમાં મદદ કરે છે.

ઍન્ટિબાયોટિક્સના નિષ્ક્રિય થવાના કારણે પુનઃસંયોજિતની પસંદગી એક જટિલ ક્રિયા છે કેમકે તેમાં જુદાં-જુદાં ઍન્ટિબાયોટિક્સ ધરાવતી બંને પ્લેટમાં વિદ્યુતલેપન એકસાથે જરૂરી છે તેથી વૈકલ્પિક પસંદગીમાન રેખકને વિકસાવવામાં આવ્યું કે જે રંગસર્જક પદાર્થની હાજરીમાં પુનઃસંયોજિત અને બિનપુનઃસંયોજિતને તેમની રંગ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતાના આધારે અલગ પાડે છે. જેમાં, *r*-DNAને β ગેલેક્ટોસાઈડેઝ ઉત્સેચકની સાંકેતિક શૃંખલામાં પ્રવેશ કરાવતા β ગેલેક્ટોસાઈડેઝ ઉત્પન્ન કરતું જનીન નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે. જેને **નિવેશી નિષ્ક્રિયતા (insertional inactivation)** કહે છે. જો બૅક્ટેરિયાના પ્લાસ્મિડમાં નિવેશ (insert) ન હોય તો રંગ સર્જક પદાર્થની હાજરીમાં ભૂરા રંગની વસાહતોનું નિર્માણ થાય છે. નિવેશની હાજરી β ગેલેક્ટોસાઈડેઝ જનીનની નિવેશી નિષ્ક્રિયતામાં પરિણમે છે તેથી વસાહતો કોઈ રંગ ઉત્પન્ન કરતી નથી જેને પુનઃસંયોજિત વસાહતો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

(iv) **વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓમાં ક્લોનિંગ જનીનો માટે વાહકો (Vectors for cloning genes in plants and animals)** : તમને એ જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે, જનીનોને વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓમાં સ્થળાંતરિત કરવાનું આપણે બૅક્ટેરિયા અને વાઈરસમાંથી શીખ્યાં, જેને આ વાતની લાંબા સમયથી ખબર હતી તેઓ જાણતા હતા કે સુકોષકેન્દ્રી કોષોને રૂપાંતરિત કરવા માટે જનીનોને કેવી રીતે સ્થળાંતરિત કરવા કે જે બૅક્ટેરિયા તથા વાઈરસ જે ઇચ્છે છે તે કરવા માટે પ્રેરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, એગ્રોબૅક્ટેરિયમ ટ્યુમિફેસિયન્સ *(Agrobacterium tumifaciens)* કેટલીય દ્વિદળી વનસ્પતિઓ માટે રોગકારક છે, તે DNAનો એક ખંડ જેને T-DNA કહે છે જે સામાન્ય વનસ્પતિ કોષોને રૂપાંતરિત કરી **ગાંઠ (tumor)**માં ફેરવે છે અને આ ટ્યુમર કોષો રોગકારક માટે જરૂરી રસાયણોનું ઉત્પાદન કરે છે. તેવી જ રીતે પ્રાણીઓમાં રિટ્રોવાઈરસ સામાન્ય કોષોને **કેન્સરગ્રસ્ત કોષો**માં પરિવર્તિત કરે છે. રોગકારક દ્વારા સુકોષકેન્દ્રી યજમાનમાં જનીન સ્થળાંતરણની પદ્ધતિને આપણે સારી રીતે સમજી રોગકારકની આ પદ્ધતિ દ્વારા ઉપયોગી વાહકનો ઉપયોગ કરી માનવ માટે લાભદાયક જનીનનું સ્થાનાંતરણ કરી શકીએ છીએ. એગ્રોબૅક્ટેરિયમ ટ્યુમિફેસિયન્સનું ટ્યુમર ઈન્ડ્યુસિંગ (Ti) પ્લાસ્મિડ ક્લોનિંગ વાહકના રૂપમાં રૂપાંતરિત કરી દેવામાં આવ્યું છે જે વનસ્પતિ માટે હવે રોગજન્ય રહ્યું નથી. પરંતુ તેનો ઉપયોગ પોતાની અભિરુચિના જનીનને અનેક વનસ્પતિઓમાં સ્થાનાંતરિત કરવા માટે કરાય છે. આ રીતે જ્યારે એક જનીન અથવા DNAના ખંડને યોગ્ય વાહક સાથે જોડી દેવામાં આવે છે ત્યારે તેને બૅક્ટેરિયા, વનસ્પતિઓ તેમજ પ્રાણી યજમાનમાં સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે (જ્યાં તે ગુણન પામી શકે).

11.2.3 સક્ષમ યજમાન (Competent Host) (પુનઃસંયોજિત DNA સાથેના રૂપાંતરણ માટે)

DNA જલાનુરાગી (hydrophilic) અણુ છે, એટલા માટે તે કોષરસપટલમાંથી પસાર થઈ શકતો નથી. કેમ ? બૅક્ટેરિયાને પ્લાસ્મિડ સ્વીકારવા માટે ગ્રાહી કરતાં પહેલાં તે આવશ્યક છે કે બૅક્ટેરિયલ કોષને DNAના સ્વીકાર હેતુ સક્ષમ બનાવવામાં આવે. એવું કરવા માટે પહેલા તેને નિશ્ચિત સાંદ્રતા ધરાવતા દ્વિસંયોજિત (divalent) ધન આયન (cation) જેમકે કૅલ્શિયમની સારવાર આપવામાં આવે છે. તેનાથી

DNAને બૅક્ટેરિયાની કોષદીવાલમાં આવેલાં છિદ્રો દ્વારા પ્રવેશ પામવાની ક્ષમતામાં વધારો થાય. પુનઃસંયોજિત DNA (*r*-DNA)ને કોષમાં દાખલ કરાવવા માટે પ્રથમ તેમને બરફ પર રાખવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ 42 °C તાપમાને મૂકવામાં આવે છે અને અંતે પુનઃ બરફ પર મૂકવામાં આવે છે. આમ કરવાથી બૅક્ટેરિયા *r*-DNA નો સ્વીકાર કરવા માટે સક્ષમ બની જાય છે.

યજમાન કોષોમાં વિદેશી DNAને પ્રવેશ કરાવવાની માત્ર આ જ એક રીત નથી. **સૂક્ષ્મ અંતઃક્ષેપણ (micro-injection)** વિધિમાં પુનઃસંયોજિત DNAને પ્રાણીકોષના કોષકેન્દ્રમાં સીધું જ અંતઃક્ષેપણ કરાવવામાં આવે છે. અન્ય પદ્ધતિ કે જે વનસ્પતિઓ માટે અનુકૂળ છે જેમાં ટંગસ્ટન કે સોના (gold)ના લઘુ તીવ્ર વેગીય કણો દ્વારા આવરિત DNAનો કોષો પર મારો (bombarding) કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિને **જૈવ પ્રાક્ષેપિકી (biolistics)** અથવા **જનીન સ્ફોટક (gene gun)** તરીકે ઓળખાય છે અને અંતિમ પદ્ધતિ જેમાં બિનહાનિકારક રોગકારક વાહકનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ વાહકોથી જ્યારે કોષો સંક્રમિત થાય છે ત્યારે તે પુનઃસંયોજિત DNAને યજમાનમાં સ્થાનાંતરિત કરી દે છે.

તમે પુનઃસંયોજિત DNAના નિર્માણ માટેનાં ઉપકરણો વિશે અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો. ચાલો હવે, એ પદ્ધતિનું વર્ણન કરીશું જે પુનઃસંયોજિત ટેક્નોલૉજીને સરળ બનાવે છે.

11.3 પુનઃસંયોજિત DNA ટેક્નોલૉજીની ક્રિયાવિધિ (Processes of Recombinant DNA Technology)

પુનઃસંયોજિત DNA ટેક્નોલૉજીમાં કેટલાંક ચોક્કસ ક્રમના સોપાનોનો સમાવેશ થાય છે, જેમકે DNAનું અલગીકરણ, રિસ્ટ્રિક્શન ઍન્ડોન્યુક્લિએઝની મદદથી DNAનું અવખંડન, ઇચ્છિત DNA ખંડનું અલગીકરણ, વાહકમાં DNA ખંડોનું જોડાણ, યજમાનમાં પુનઃસંયોજિત DNAનો પ્રવેશ, યજમાન કોષોનું માધ્યમમાં વ્યાપક સ્તરે સંવર્ધન અને ઇચ્છિત નીપજોનું નિષ્કર્ષણ. ચાલો, હવે આ બધાં ચરણોનો વિસ્તૃત સ્વરૂપે અભ્યાસ કરીએ.

11.3.1 જનીન દ્રવ્ય (DNA)નું અલગીકરણ [Isolation of the Genetic Material (DNA)]

આકૃતિ 11.5 : અલગ કરાયેલ DNAને સ્પૂલિંગ (spooling) દ્વારા દૂર કરવો

યાદ રાખો કે કોઈ પણ અપવાદ વગર બધા જ સજીવોમાં આનુવંશિક દ્રવ્ય ન્યુક્લિઇક ઍસિડ છે. મોટા ભાગના સજીવોમાં તે ડિઑક્સિરિબોન્યુક્લિઇક ઍસિડ અથવા DNA છે. DNAને રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકોની મદદથી કાપવા માટે તે આવશ્યક છે કે તે શુદ્ધ સ્વરૂપે, બીજા મહાઅણુઓથી મુક્ત હોવો જોઈએ. DNA પટલો વડે ઘેરાયેલું હોય છે, એટલા માટે આપણે કોષોને તોડીને ખોલતા, બીજા બૃહદ્ અણુઓ જેમકે RNA, પ્રોટીન, પોલિસેકેરાઇડ્સ અને લિપિડની સાથે DNA મુક્ત થાય છે. જ્યારે બૅક્ટેરિયલ કોષો / વનસ્પતિ અથવા પ્રાણીપેશીને; **લાઇસોઝાઇમ** (બૅક્ટેરિયા), **સેલ્યુલેઝ** (વનસ્પતિકોષો), **કાઇટિનેઝ** (ફૂગ) જેવા ઉત્સેચકોની સારવાર દ્વારા જ તે મેળવી શકાય છે. તમે જાણો છો કે, હિસ્ટૉન જેવા પ્રોટીન સાથે ગૂંથાયેલા DNAના લાંબા અણુઓ પર જનીનો સ્થાન પામેલ હોય છે. RNAને રિબોન્યુક્લિએઝની સારવારથી દૂર કરી શકાય છે, જ્યારે પ્રોટીનને પ્રોટીએઝની સારવારથી દૂર કરાય છે. બીજા અણુઓને યોગ્ય સારવાર દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે અને અંતે ઠંડો ઇથેનોલ ઉમેરીને શુદ્ધ સ્વરૂપે DNAનું અવક્ષેપન કરાય છે. તેને અવલંબિત (suspension) માધ્યમમાં પાતળાં તાતણાંઓના સમૂહ સ્વરૂપે જોઈ શકાય છે (આકૃતિ 11.5).

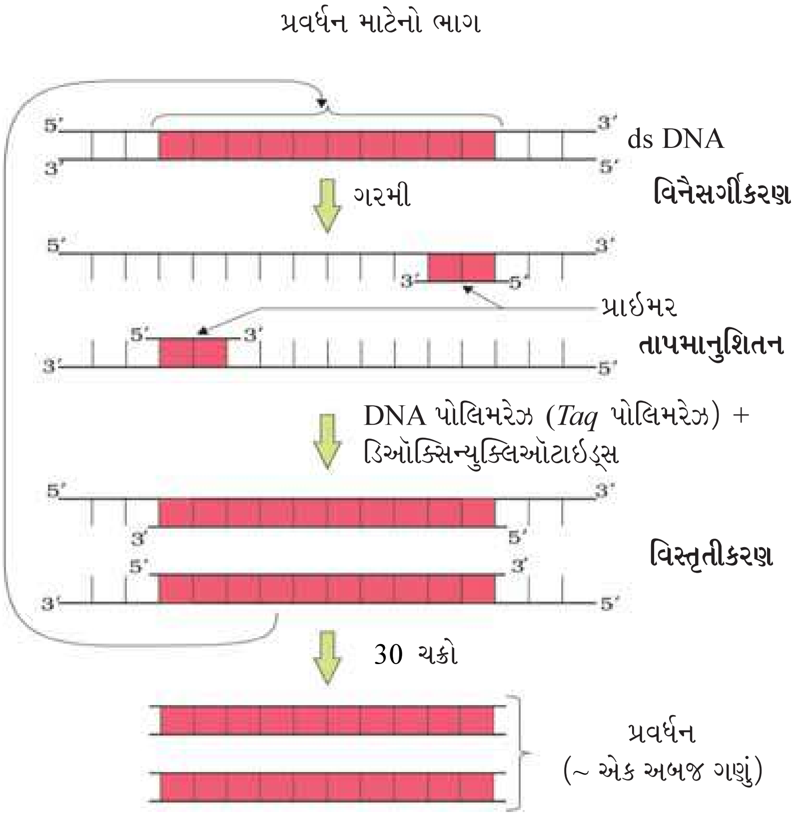
11.3.2 ચોક્કસ જગ્યાએથી DNAની કાપણી (Cutting of DNA at Specific Locations)

શુદ્ધ DNA અણુને રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકની સાથે આ નિશ્ચિત ઉત્સેચક માટેની ઈષ્ટતમ પરિસ્થિતિમાં રાખવાથી રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા પાચન સંપન્ન થાય છે. રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા થતા પાચનની પ્રગતિ જાણવા માટે એગેરોઝ જૅલ ઇલેક્ટ્રૉફોરેસિસનો ઉપયોગ થાય છે. DNA એ ઋણ વીજભારિત અણુ છે, તેના કારણે તે ધન વિદ્યુતધ્રુવ (anode)ની તરફ ગતિ કરે છે (આકૃતિ 11.3). આ પ્રક્રિયા વાહક DNA દ્વારા પણ પુનરાવર્તિત કરી શકાય છે.

DNAના જોડાણ માટે ઘણીબધી પ્રક્રિયાઓ સામેલ છે. સ્રોત (source) DNA તથા વાહક DNAને વિશિષ્ટ રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચક દ્વારા કાપ્યા પછી સ્રોત DNAમાંથી કાપેલ રુચિ પ્રમાણેના ઉપયોગી જનીનને વાહકની કપાયેલી જગ્યામાં મૂકી લાયગેઝ દ્વારા જોડવામાં આવે છે. પરિણામ સ્વરૂપે એક પુનઃસંયોજિત DNAનું નિર્માણ થાય છે.

11.3.3 PCRના ઉપયોગથી રુચિ પ્રમાણેનાં જનીનનું પ્રવર્ધન (Amplification of Gene of Interest Using PCR)

PCRનો અર્થ **પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (Polymerase Chain Reaction)** છે. આ પ્રક્રિયામાં પ્રાઇમરના બે સેટ (નાનાં રાસાયણિક સંશ્લેષિત ઓલિગો ન્યુક્લિઓટાઇડ જે DNA વિસ્તારના પૂરક હોય) અને DNA પોલિમરેઝ ઉત્સેચકનો ઉપયોગ કરીને ઇન વિટ્રો (*In vitro*) ક્રિયાવિધિ દ્વારા રુચિ પ્રમાણેના ઉપયોગી જનીન (કે DNA)ની ઘણીબધી બહુગુણિત પ્રતિકૃતિઓ (multiple copies)નું સંશ્લેષણ કરાય છે. આ DNA પોલિમરેઝ ઉત્સેચક એ જનીન સંકુલ ધરાવતા DNA (genomic



આકૃતિ 11.6 : પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (PCR) : પ્રત્યેક ચક્રમાં ત્રણ ચરણો છે : (i) વિનૈસર્ગીકરણ (ii) પ્રાઇમર તાપમાનુશિતન અને (iii) પ્રાઇમરનું વિસ્તૃતીકરણ

DNA)ને ટેમ્પલેટ (બીબા કે ફરમા) સ્વરૂપે કામમાં લઈને તથા પ્રક્રિયામાં રહેલા ન્યુક્લિઓટાઇડ્સનો ઉપયોગ કરીને પ્રાઇમરને વિસ્તૃત કરી દે છે. જો DNAની સ્વયંજનનની પ્રક્રિયા ઘણી વખત પુનરાવર્તિત થાય તો DNAના ખંડો આશરે અબજો વખત પ્રવર્ધિત થઈ શકે છે, એટલે કે અબજો નકલો બને છે. થરમૉસ્ટેબલ DNA પોલિમરેઝ (થર્મસ એક્વેટિક્સ- *Thermus aquaticus* બૅક્ટેરિયામાંથી અલગ કરવામાં આવેલ) ઉત્સેચકના ઉપયોગ દ્વારા આ રીતે પુનરાવર્તિત પ્રવર્ધન મેળવવામાં આવે છે, જે ઊંચા તાપમાન દરમિયાન પણ સક્રિય રહી દ્વિશૃંખલીય DNAના વિનૈસર્ગીકરણને પ્રેરે છે. જો જરૂરિયાત હોય તો આ પ્રવર્ધિત ખંડોને વાહક સાથે જોડીને ક્લોનિંગ માટે ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ (આકૃતિ 11.6).

11.3.4 યજમાન કોષ કે સજીવમાં પુનઃસંયોજિત DNAનો પ્રવેશ (Insertion of Recombinant DNA into the Host Cell/Organism)

જોડાયેલ DNA (ligated DNA)ને ગ્રાહીકોષોમાં પ્રવેશ કરાવવાની અનેક ક્રિયાવિધિઓ છે. આ કાર્ય જ્યારે ગ્રાહીકોષો પોતાની ફરતે આવેલ DNAને ધારણ કરવા સક્ષમ થઈ જાય ત્યારે તે તેને ગ્રહણ કરે છે. જો પુનઃસંયોજિત DNA પ્રતિજૈવિક અવરોધક જનીન (દા.ત., એમ્પિસિલિન) ધરાવતો હોય તેને *E. coli* કોષોમાં સ્થાનાંતરિત કરાતાં યજમાન કોષો એ એમ્પિસિલિન અવરોધક કોષોમાં રૂપાંતરિત થાય છે. જો આપણે આવા રૂપાંતરિત થયેલા કોષોને એમ્પિસિલિન ધરાવતી અગર (agar) પ્લેટ્સ પર મૂકીએ તો ફક્ત રૂપાંતરિત કોષો જ વૃદ્ધિ પામે છે અને રૂપાંતરિત ન થયેલા ગ્રાહીકોષો મૃત્યુ પામે છે. કારણ કે એમ્પિસિલિનની હાજરીમાં રૂપાંતરિત કોષોની પસંદગીમાં સક્ષમ એવો એમ્પિસિલિન પ્રતિરોધક જનીન હોય છે. આવા કિસ્સામાં એમ્પિસિલિન પ્રતિજૈવિક અવરોધક જનીનને **પસંદગીમાન રેખક (selectable marker)** કહે છે.

11.3.5 વિદેશી (પરજાત) જનીન નીપજ મેળવવી (Obtaining the Foreign Gene Product)

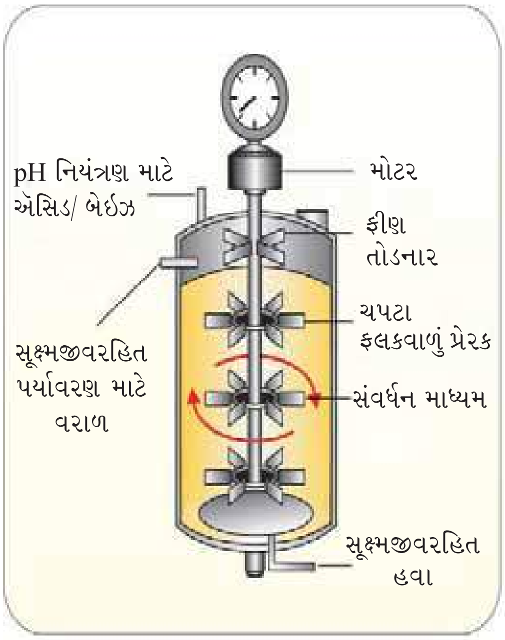
જ્યારે તમે વિદેશી DNA ખંડને ક્લોનિંગ વાહકમાં પ્રવેશ કરાવીને કોઈ પણ બૅક્ટેરિયા, વનસ્પતિ અથવા પ્રાણીકોષમાં સ્થાનાંતરિત કરો છો ત્યારે વિદેશી DNA તેમાં બહુગુણિત થવા લાગે છે. લગભગ બધી જ પુનઃસંયોજિત ટેક્નોલૉજીનો અંતિમ ઉદ્દેશ ઇચ્છિત પ્રોટીનનું ઉત્પાદન કરવાનો હોય છે. એટલા માટે પુનઃસંયોજિત DNA અભિવ્યક્ત થવું જરૂરી હોય છે. વિદેશી જનીન ઇષ્ટતમ પરિસ્થિતિઓમાં જ અભિવ્યક્ત થાય છે. યજમાન કોષોમાં વિદેશી જનીનોની અભિવ્યક્તિને સમજવા માટે ઘણીબધી તક્નિકી બાબતોને ઊંડાણપૂર્વક જાણવી જરૂરી છે.

ઇચ્છિત જનીનને ક્લોન કરીને લક્ષ્ય પ્રોટીનની અભિવ્યક્તિને પ્રેરિત કરતી પરિસ્થિતિઓને અનુકૂલત્તમ બનાવ્યા પછી કોઈ પણ તેનો વ્યાપક સ્તરે ઉત્પાદન કરવા વિશે વિચારી શકે છે. *શું તમે કોઈ કારણ વિચારી શકો છો કે, મોટા પાયે (large scale) ઉત્પાદનની શું આવશ્યકતા છે ?* જો કોઈ પ્રોટીન સંકેતન જનીન કોઈક વિષમજાત યજમાનમાં અભિવ્યક્ત થાય છે તો તેને **પુનઃસંયોજિત પ્રોટીન** કહેવાય છે. લાભદાયી ક્લોનિંગ જનીનોને આશ્રય આપતા કોષોને નાના પાયે પ્રયોગશાળામાં ઉછેરવામાં આવે છે. ઇચ્છિત પ્રોટીનના નિષ્કર્ષણ (extraction) માટે સંવર્ધન માધ્યમનો ઉપયોગ કરી શકાય છે અને પછી જુદી-જુદી અલગીકરણ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરી તેનું શુદ્ધીકરણ કરવામાં આવે છે.

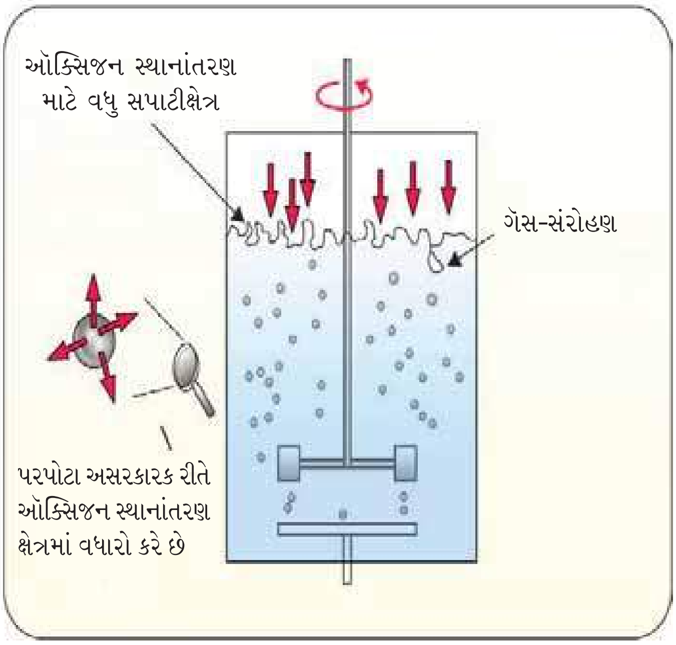
કોષોને સતત સંવર્ધનતંત્રમાં ગુણિત કરી શકાય છે કે, જેમાં વપરાયેલ માધ્યમને એક બાજુએથી બહાર કાઢવામાં આવે છે અને બીજી બાજુએથી તાજું માધ્યમ ભરવામાં આવે છે, જેથી કોષો પોતાની દેહધાર્મિક રીતે સક્રિય સ્વરૂપે ઝડપી / વિસ્તારિત પ્રાવસ્થા (log/expontential phase)માં જળવાઈ રહે. આ સંવર્ધન પદ્ધતિ મોટા પાયે જૈવભારના ઉત્પાદન તથા ઇચ્છિત પ્રોટીનના વધુ ઉત્પાદન માટે ઉપયોગી છે.

ઓછું કદ ધરાવતા સંવર્ધનથી નીપજોનું પર્યાપ્ત માત્રાનું ઉત્પાદન થઈ શકતું નથી. તેના વ્યાપક સ્તરે ઉત્પાદન માટે **જૈવભઠ્ઠી (bioreactor)**ના વિકાસની આવશ્યકતા હોય છે કે જેમાં સંવર્ધનનો મોટી માત્રામાં (100-1000 લિટર) ઉપયોગ કરી શકાય. આ રીતે **જૈવભઠ્ઠી** એક વાસણ (vessels) સમાન છે જેમાં સૂક્ષ્મ વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ તેમજ માનવકોષોનો ઉપયોગ કરીને કાચા સામાન (raw material)ને જૈવસ્વરૂપે વિશિષ્ટ નીપજો, વ્યક્તિગત ઉત્સેચકો વગેરેમાં પરિવર્તિત કરવામાં આવે છે. ઇચ્છિત નીપજ મેળવવા માટે જૈવભઠ્ઠીમાં ઇષ્ટતમ પરિસ્થિતિ પૂરી પાડવામાં આવે છે. જે માટે (તાપમાન, pH, પ્રક્રિયાર્થી, ક્ષાર, વિટામિન કે ઑક્સિજન) ઇષ્ટતમ વૃદ્ધિ માટેની પરિસ્થિતિ પૂરી પડાય છે.

સર્વાધિક ઉપયોગમાં લેવામાં આવતું બાયૉરિએક્ટર સ્ટિરિંગ પ્રકારનું છે જેને આકૃતિ 11.7માં દર્શાવવામાં આવેલ છે.



(a)



(b)

આકૃતિ 11.7 : (a) સરળ સ્ટીરેડ-ટેન્ક બાયૉ રિએક્ટર (b) સ્પર્જ્ડ સ્ટીરેડ ટેન્ક બાયૉરિએક્ટર જેના દ્વારા સૂક્ષ્મજીવરહિત હવાના પરપોટાઓનો પ્રવેશ કરાવાય છે

મિશ્રક (stirred) ટેન્ક રિએક્ટર સામાન્ય રીતે નળાકાર હોય છે અથવા જેનું તળિયું વળેલું હોય છે જેથી રિએક્ટરની અંદર દ્રવ્યોના મિશ્રણમાં સહાયતા પ્રાપ્ત થાય છે. બાયૉરિએક્ટરમાં મિશ્રક એ ઑક્સિજનની ઉપલબ્ધતા તથા તેના મિશ્રણનું પણ કામ કરે છે. સમયાંતરે હવા પરપોટા સ્વરૂપે બાયૉરિએક્ટરમાં મોકલવામાં આવે છે. જો તમે આકૃતિને ધ્યાનથી જોશો તો જણાશે કે, રિએક્ટરમાં એક આંદોલક (agitator) તંત્ર, ઑક્સિજન વિતરણ તંત્ર, ફીણ-નિયંત્રણ તંત્ર, તાપમાન-નિયંત્રણ તંત્ર, pH નિયંત્રણ તંત્ર અને પ્રતિચયન પ્રધાર (sampling ports) આવેલા છે, જેનાથી સમયાંતરે સંવર્ધનની થોડી માત્રા બહાર કાઢી શકાય છે.

11.3.6 અનુપ્રવાહિત પ્રક્રિયા (Downstream Processing)

જૈવ સંશ્લેષિત તબક્કો પૂર્ણ થયા બાદ નીપજોને બજારમાં માર્કેટિંગ માટે મોકલતા પહેલાં શૃંખલામય

પ્રક્રિયાઓમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. નીપજોની અલગીકરણ અને શુદ્ધીકરણ જેવી પ્રક્રિયાઓને સામૂહિક રીતે અનુપ્રવાહિત પ્રક્રિયા તરીકે ઉલ્લેખવામાં આવે છે. નીપજોને યોગ્ય પરિરક્ષકોથી પરિરક્ષિત બનાવાય છે. ઔષધોની બાબતમાં આવી બનાવટોને ચીવટપૂર્વકના ચિકિત્સકીય પરીક્ષણમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. પ્રત્યેક નીપજોની ચુસ્તપણે ગુણવત્તા નિયંત્રણ ચકાસણી થાય તે પણ આવશ્યક હોય છે. અનુપ્રવાહિત પ્રક્રિયા અને ગુણવત્તા નિયંત્રણ ચકાસણી (પરીક્ષણ) પ્રત્યેક નીપજો માટે અલગ-અલગ હોય છે.

સારાંશ

બાયૉટેક્નોલૉજી સજીવો, કોષો અથવા ઉત્સેચકોનો ઉપયોગ કરીને નીપજો તથા પ્રક્રિયાઓના વ્યાપક સ્તરે ઉત્પાદન અને માર્કેટિંગ કરવા સાથે સંકળાયેલ છે. આધુનિક બાયૉટેક્નોલૉજીમાં જનીનિક રૂપાંતરિત સજીવોનો ઉપયોગ ત્યારે સંભવ થઈ શક્યો જયારે માનવે DNAના રસાયણને પરિવર્તિત કરવાનું અને પુનઃસંયોજિત DNAનું નિર્માણ કરવાનું શીખી લીધું. આ ચાવીરૂપ પ્રક્રિયાને રિકોમ્બિનન્ટ DNA ટેક્નોલૉજી અથવા જિનેટિક એન્જિનિયરિંગ કહે છે. આ પ્રક્રિયામાં રિસ્ટ્રિક્શન ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ, DNA લાયગેઝ, યોગ્ય પ્લાસ્મિડ અથવા વાઈરસ વાહકોનો ઉપયોગ કરી વિજાતીય DNAને અલગ કરવું તથા યજમાન સજીવોમાં વિજાતીય DNAને સ્થળાંતરિત કરવું, વિજાતીય કે વિદેશી જનીનની અભિવ્યક્તિ, જનીન-ઉત્પાદનનું શુદ્ધીકરણ જેવા કે ક્રિયાત્મક પ્રોટીન અને તે રીતે માર્કેટિંગ માટે યોગ્ય સ્વરૂપમાં ફેરવવું વગેરે સામેલ છે. વ્યાપક સ્તરે થતા ઉત્પાદનમાં બાયૉરિએક્ટરનો ઉપયોગ થાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. શું તમે 10 પુનઃસંયોજિત (રિકોમ્બિનન્ટ) પ્રોટીનની યાદી બનાવી શકો છો કે જેનો ચિકિત્સકીય પ્રણાલીમાં ઉપયોગ થતો હોય ? તપાસ કરો કે તે ચિકિત્સકીય રીતે ક્યાં ઉપયોગમાં લેવાય છે (ઈન્ટરનેટનો ઉપયોગ કરો).
2. રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો કે જેઓ પ્રક્રિયક DNA પર કાર્ય કરતા હોય, જ્યાંથી તે DNA પર કાપ મૂકતા હોય તે સ્થાન અને તેનાથી ઉત્પાદિત નીપજોને દર્શાવતો હોય તેવો એક રેખાકૃતિવાળો ચાર્ટ બનાવો.
3. તમે કરેલા અભ્યાસના આધારે શું તમે કહી શકો છો કે, આણ્વિય કદના આધારે ઉત્સેચકો મોટા છે કે DNA મોટો છે ? તમે કેવી રીતે જાણકારી મેળવશો ?
4. મનુષ્યના એક કોષમાં તેના DNAની મોલર સાંદ્રતા શું હશે ? તમારા શિક્ષક સાથે પરામર્શ કરો.
5. સુકોષકેન્દ્રી સજીવો રિસ્ટ્રિક્શન ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ ધરાવે છે ? તમારા જવાબને ન્યાયોચિત કરો.
6. સુયોગ્ય વાતાભિસરણ તથા મિશ્રણ વિશેષતા સિવાય સ્ટિરિંગ ટેન્ક બાયૉરિએક્ટરના કંપન્ન ફ્લાસ્કના અન્ય ફાયદાઓ હોય છે ?

7. શિક્ષક સાથે પરામર્શન કરીને પેલિન્ડ્રોમિક DNA શૃંખલાઓનાં 5 ઉદાહરણ એકત્રિત કરો. બેઝ-જોડના નિયમોનું પાલન કરીને પેલિન્ડ્રોમિક શૃંખલા બનાવવા ખૂબ જ સારો પ્રયાસ કરો.
8. અર્ધિકરણને ધ્યાનમાં રાખીને જણાવી શકો છો કે, પુનઃસંયોજિત DNA કઈ અવસ્થામાં બને છે ?
9. શું તમે વિચારીને જવાબ આપી શકો છો કે, રિપોર્ટર ઉત્સેચકને પસંદગીમાન રેખક ઉપરાંત વિદેશી DNA દ્વારા યજમાન કોષોના રૂપાંતરણના નિયમન માટે કેવી રીતે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે ?
10. નીચે આપેલનું સંક્ષિપ્તમાં વર્ણન કરો :
    (a) સ્વયંજનનની ઉત્પત્તિ
    (b) બાયૉરિએક્ટર
    (c) અનુપ્રવાહિત-પ્રક્રિયા
11. સંક્ષિપ્તમાં સમજાવો :
    (a) PCR
    (b) રિસ્ટ્રિક્શન ઉત્સેચકો અને DNA
    (c) કાઈટિનેઝ
12. તમારા શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરીને શોધી કાઢો કે, નીચેના વચ્ચેનો ભેદ કેવી રીતે કરાય :
    (a) પ્લાસ્મિડ DNA અને રંગસૂત્રીય DNA
    (b) RNA અને DNA
    (c) ઍક્સોન્યુક્લિએઝ અને ઍન્ડોન્યુક્લિએઝ

પ્રકરણ 12

બાયૉટેક્નોલૉજી અને તેના પ્રયોજનો (Biotechnology and its Applications)

12.1 ખેતીવાડીમાં બાયૉટેક્નોલૉજીનાં પ્રયોજનો

12.2 ઔષધમાં જૈવતક્નિકીનું પ્રયોજન

12.3 પારજનીનિક પ્રાણીઓ

12.4 નૈતિક પ્રશ્નો

તમે અગાઉના પ્રકરણમાં બાયૉટેક્નોલૉજી વિશે અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છો. જેમાં મુખ્યત્વે જનીનિક રૂપાંતરિત સૂક્ષ્મ જીવો, ફૂગ, વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓનો ઉપયોગ કરીને બાયોફાર્માસ્યુટિકલ અને જૈવિક પદાર્થોનું ઔદ્યોગિક સ્તરે ઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. બાયૉટેક્નોલૉજીનો ઉપયોગ ચિકિત્સાશાસ્ત્ર, નિદાન, ખેતીમાં જનીનિક રૂપાંતરિત પાકો, પોષણમૂલ્ય ધરાવતા ખાદ્યો, બાયૉરેમિડિએશન, અપશિષ્ટ સુધારણા (waste treatment) તથા ઊર્જા-ઉત્પાદનમાં થઈ રહ્યો છે. બાયૉટેક્નોલૉજીનાં ત્રણ જટિલ સંશોધનક્ષેત્રો નીચે મુજબ છે :

(i) સુધારેલ સજીવ, સામાન્યતઃ સૂક્ષ્મજીવ અથવા શુદ્ધ ઉત્સેચકના સ્વરૂપમાં શ્રેષ્ઠ ઉત્પ્રેરક પૂરા પાડવા.

(ii) ઉત્પ્રેરકના કાર્ય માટે ઇજનેરીવિદ્યાની મદદથી ઇષ્ટતમ પરિસ્થિતિઓનું નિર્માણ કરવું તથા

(iii) અનુપ્રવાહ સંસાધન ટેક્નોલૉજી દ્વારા પ્રોટીન/કાર્બનિક સંયોજનનું શુદ્ધીકરણ.

ચાલો હવે, આપણે અભ્યાસ કરીએ કે મનુષ્ય ખાસ કરીને સ્વાસ્થ્ય અને અન્ન-ઉત્પાદનના ક્ષેત્રમાં, પોતાના જીવનસ્તરની સુધારણા માટે કેવી રીતે બાયૉટેક્નોલૉજીનો ઉપયોગ કરે છે.

12.1 ખેતીવાડીમાં બાયૉટેક્નોલૉજીનાં પ્રયોજનો (Biotechnological Application in Agriculture)

ચાલો આપણે, અન્ન-ઉત્પાદનના વધારા માટે વિચારી શકાય તેવા ત્રણ વિકલ્પો જોઈએ :

(i) એગ્રો કેમિકલ આધારિત ખેતી

(ii) કાર્બનિક ખેતી અને

(iii) જનીનિક ઇજનેરી પાકો-આધારિત ખેતી

હરિયાળી ક્રાંતિથી ત્રણગણો અન્ન-પુરવઠો પૂરો પાડી શકાયો છે, પરંતુ તે વધતી જતી માનવ-વસ્તી માટે અપૂરતો છે. વધારાનું ઉત્પાદન માત્ર સુધારેલી પાકની જાતિઓના ઉપયોગ વડે જ નહિ પરંતુ કુશળ વ્યવસ્થાપન મહાવરા અને એગ્રો કેમિકલ (ખાતરો અને જંતુનાશકો)ને લીધે છે. આમ છતાં, વિકસતા વિશ્વમાં એગ્રો કેમિકલનો ઉપયોગ ખેડૂતો માટે ખૂબ જ ખર્ચાળ છે. તેમજ પરંપરાગત સંવર્ધનના ઉપયોગ દ્વારા વર્તમાન જાતિઓના પાક-ઉત્પાદનમાં વધારો સંભવ નથી. શું કોઈ એવો વૈકલ્પિક રસ્તો છે કે જેમાં આનુવંશિક (જનીનિક) માહિતીનો ઉપયોગ કરીને ખેડૂત પોતાનાં ખેતરોમાંથી વધારે ઉત્પાદન પ્રાપ્ત કરી શકે ? શું એવો કોઈ રસ્તો છે જેના દ્વારા ખાતરો તેમજ રસાયણોનો ન્યૂનતમ ઉપયોગ કરીને તેના દ્વારા પર્યાવરણ પર ઊભા થતા હાનિકારક પ્રભાવોને ઘટાડી શકાય ? જનીન પરિવર્તિત પાકોનો ઉપયોગ એક માત્ર શક્ય ઉકેલ છે.

એવી વનસ્પતિઓ, બૅક્ટેરિયા, ફૂગ તેમજ પ્રાણીઓ કે જેના જનીન કૃત્રિમ રીતે પરિવર્તિત કરવામાં આવ્યા છે તેને **જનીન પરિવર્તિત સજીવો (Genetically Modified Organisms-GMO)** કહે છે. GM વનસ્પતિઓનો ઉપયોગ ઘણા બધા પ્રકારે લાભદાયી છે. જનીનિક રૂપાંતરણ દ્વારા :

(i) અજૈવિક તાણ (શીત, અછત, ક્ષાર, ગરમી) સામે પાકોને વધારે સહિષ્ણુ બનાવવા

(ii) જીવાતનાશક રસાયણો પરની નિર્ભરતા ઘટાડવી (જંતુ પ્રતિરોધક પાકો)

(iii) લણણી પછી થતા નુકસાનને ઘટાડવામાં સહાય કરવી

(iv) વનસ્પતિઓ દ્વારા ખનીજોના ઉપયોગની કાર્યક્ષમતા વધારવી (તે ઝડપથી નષ્ટ પામતી ભૂમિની ફળદ્રુપતાને અટકાવે છે.)

(v) ખોરાકનું પોષણકીય મૂલ્ય વધારે છે ઉદાહરણ : વિટામિન Aનું વધુ પ્રમાણ ધરાવતા સોનેરી ચોખા (golden rice).

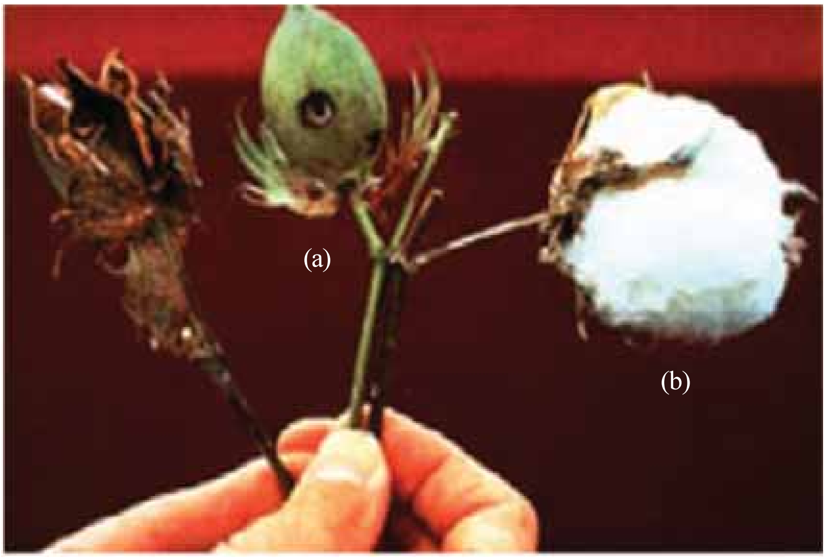
આ ઉપયોગો ઉપરાંત GMનો ઉપયોગ કોઈ વિશિષ્ટ ઉદ્દેશ આધારિત વનસ્પતિઓના નિર્માણમાં પણ થાય છે જેનાથી સ્ટાર્ચ, બળતણ અને ફાર્માસ્યુટિકલ સંયોજનોના સ્વરૂપમાં ઉદ્યોગોને વૈકલ્પિક સ્રોતો (સંસાધનો) પૂરા પાડે છે.

કૃષિમાં બાયૉટેક્નોલૉજીનાં કેટલાંક પ્રયોજનો વિશે તમે વિગતવાર અભ્યાસ કરશો. જેમકે જીવાત પ્રતિકારક વનસ્પતિઓ, જે જંતુનાશકોના ઉપયોગના પ્રમાણને ઘટાડશે. **Bt** વિષ **બેસિલસ થુરિન્જિએન્સિસ-*Bacillus thuringiensis* (Bt)** બૅક્ટેરિયા દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. **Bt** વિષકારક જનીનની બૅક્ટેરિયામાં પ્રતિકૃતિઓ તૈયાર કરીને તેને વનસ્પતિઓમાં પ્રદર્શિત કરવામાં આવે છે જેથી આવી વનસ્પતિઓમાં પ્રતિકાર માટે જંતુનાશકોની જરૂરિયાત રહેતી નથી. આવી રીતે બાયૉપેસ્ટિસાઇડ્સનું નિર્માણ થાય છે. દા.ત., **Bt**-કપાસ, **Bt**-મકાઈ, ચોખા, ટામેટાં, બટાટા અને સોયાબીન વગેરે.

Bt-કપાસ (Bt-Cotton) : બેસિલસ થુરિન્જિએન્સિસની કેટલીક જાતો એવા પ્રોટીનનું નિર્માણ કરે છે જે ચોક્કસ કીટકો જેવા કે લેપિડોપ્ટેરા (તમાકુની કલીકાકીટકો, સૈનિકકીટકો), કોલિઓપ્ટેરા (ભૃંગ કિટકો) અને ડિપ્ટેરન (માખીઓ, મચ્છર)ને મારી નાંખે છે. બી. થુરિન્જિએન્સિસ પોતાની વૃદ્ધિની એક ચોક્કસ અવસ્થા દરમિયાન કેટલાક પ્રોટીન સ્ફટિકાનું નિર્માણ કરે છે. આ સ્ફટિકોમાં વિષકારી **કીટનાશક પ્રોટીન** (insecticidal protein) હોય છે. *આ વિષ બેસિલસને શા માટે મારી નાખતું નથી ?* વાસ્તવમાં Bt વિષકારી પ્રોટીન પ્રાકૃતિક રીતે નિષ્ક્રિય પ્રોટોક્સિન **(protoxin)** સ્વરૂપે હોય છે. જે પણ કીટક આ નિષ્ક્રિય વિષને ખાય છે ત્યારે તેના ક્રિસ્ટલ આંતરડામાં આલ્કલાઇન pHના કારણે આ નિષ્ક્રિય સ્ફટિકમય પ્રોટીન દ્રાવ્ય

થતાં સક્રિય સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે. આ સક્રિય વિષ મધ્યાંત્રની સપાટી પરના અધિચ્છદીય કોષો સાથે જોડાઈને તેમાં છિદ્રો ઉત્પન્ન કરે છે, જેના કારણે કોષો ફૂલીને ફાટી જાય છે અને આખરે કીટકોનું મૃત્યુ થાય છે.

વિશિષ્ટ Bt વિષકારક જનીન જે બેસિલસ થુરિન્જિએન્સિસમાંથી અલગીકૃત કરીને કપાસ જેવી ઘણી પાક-વનસ્પતિઓમાં દાખલ કરાઈ ચૂક્યું છે (આકૃતિ 12.1). જનીનની પસંદગી પાક તથા નિર્ધારિત કીટકો પર આધાર રાખે છે, જ્યારે મોટા ભાગના Bt વિષ ચોક્કસ કીટકજૂથ પર નિર્ભર કરે છે. વિષ જે *CryIAc* જનીન દ્વારા સાંકેતન પામે છે તેને **ક્રાય *(Cry)*** કહે છે, તે ઘણાબધા પ્રકારના હોય છે, ઉદાહરણ તરીકે જે પ્રોટીન એ જનીન *CryIAc* અને *CryIIAb* દ્વારા સાંકેતન પામેલ હોય છે તે કપાસના બોલવૉર્મ્સને નિયંત્રિત કરે છે, જ્યારે *CryIAb* કોર્ન બોરર (મકાઈમાં છિદ્રો પાડતી ઉપદ્રવી જીવાત)ને નિયંત્રિત કરે છે.

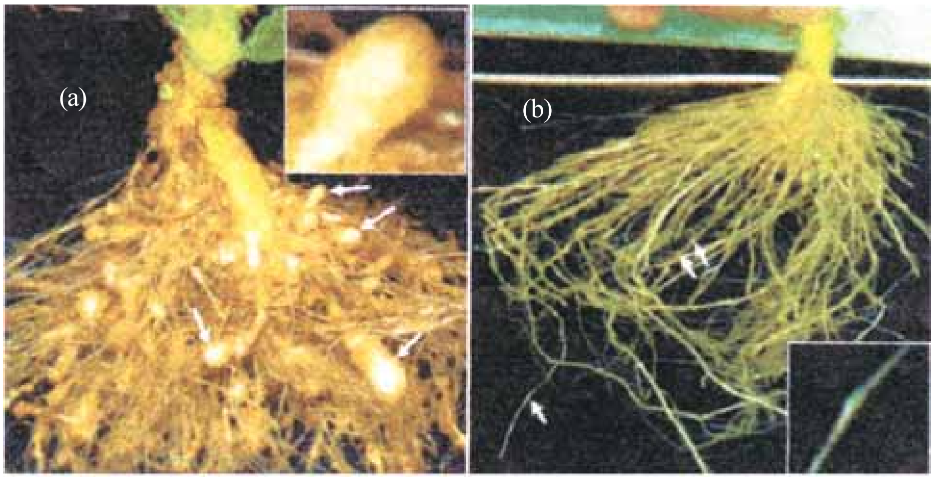


આકૃતિ 12.1 : કપાસનો દડો : (a) બોલવૉર્મ દ્વારા નાશ પામેલ (b) પૂર્ણ પરિપક્વ કપાસનો દડો

પેસ્ટ પ્રતિકારક વનસ્પતિઓ (Pest Resistant Plants) : કેટલાક સૂત્રકૃમિઓ માનવ સહિત ઘણાં પ્રાણીઓ અને કેટલાય પ્રકારની વનસ્પતિઓ પર પરોપજીવી તરીકે હોય છે. સૂત્રકૃમિ મેલાઈડેગાઈન ઈનકોગ્નીશિયા *(Meloidegyne incognitia)* તમાકુના છોડના મૂળ પર ચેપ લગાડીને તેના ઉત્પાદનને ખૂબ જ ઘટાડી દે છે. ઉપર્યુક્ત સંક્રમણને અટકાવવા માટે એક નવીન યોજનાનો સ્વીકાર કરવામાં આવેલ હતો, જે **RNA અંતઃક્ષેપ [RNA interference (RNAi)]** પ્રક્રિયા પર આધારિત હતી. RNA અંતઃક્ષેપ બધા સુકોષકેન્દ્રી સજીવોની કોષીય સુરક્ષા માટેની એક પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિમાં વિશિષ્ટ mRNA, પૂરક dsRNA સાથે જોડાયા બાદ નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે. જેના ફળસ્વરૂપે mRNAના ભાષાંતરણ (translation)ને અટકાવે છે. આ પૂરક ds RNAનો સ્રોત RNA જનીનસંકુલ (genome) અથવા ચલાયમાન જનીનિક તત્ત્વો-પરિવર્તકો (mobile genetic elements – transposons) ધરાવતા વાઈરસ દ્વારા લાગેલ ચેપમાંથી હોઈ શકે છે, જે એક RNA મધ્યસ્થી દ્વારા સ્વયંજનન પામે છે.

એગ્રોબૅક્ટેરિયમ *(Agrobacterium)* વાહકોનો ઉપયોગ કરીને સૂત્રકૃમિ વિશિષ્ટ જનીનોને યજમાન વનસ્પતિમાં પ્રવેશ કરાવી ચૂક્યા છીએ (આકૃતિ 12.2). DNAનો પ્રવેશ એવી રીતે કરાવવામાં આવે છે જેથી તે યજમાન કોષોમાં અર્થપૂર્ણ (sense) અને પ્રતિ અર્થપૂર્ણ (antisense) RNAનું નિર્માણ કરે છે. આ બંને RNA એકબીજાના પૂરક હોય છે, જે બેવડા કુંતલમય dsRNAનું નિર્માણ કરે છે, જેનાથી

RNA અંતઃક્ષેપ શરૂ થાય છે અને આ કારણે સૂત્રકૃમિના વિશિષ્ટ mRNA નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે. જેના ફળસ્વરૂપે પારજનીનિક (transgenic) યજમાનમાં પરોપજીવી જીવંત રહી શકતા નથી. આ પ્રકારે પારજનીનિક વનસ્પતિ પોતાની રક્ષા પરોપજીવીઓથી કરે છે (આકૃતિ 12.2).



આકૃતિ 12.2 : યજમાન વનસ્પતિ નિર્મિત dsRNA દ્વારા સૂત્રકૃમિઓના ઉપદ્રવ સામે રક્ષણમાં વધારો : (a) લાક્ષણિક નિયંત્રિત વનસ્પતિનાં મૂળ (b) હેતુપૂર્વક સૂત્રકૃમિનો ચેપ લગાડ્યા પછીના 5 દિવસ સુધી પારજનીનિક વનસ્પતિના મૂળ પરંતુ નવીન ક્રિયાવિધિ દ્વારા સુરક્ષા

12.2 ઔષધમાં જૈવતક્નિકીનું પ્રયોજન (Biotechnological Application in Medicine)

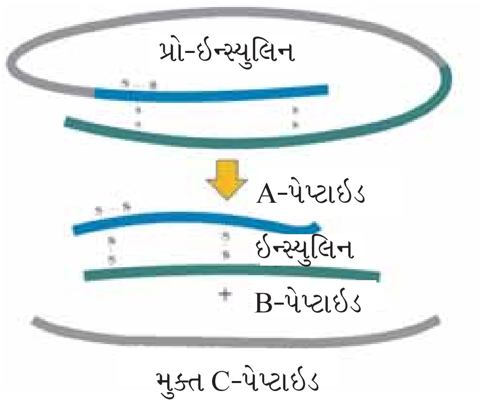
પુનઃસંયોજિત DNA ટેક્નોલૉજી પદ્ધતિનો સ્વાસ્થ્ય-સુરક્ષાના ક્ષેત્રમાં અત્યાધિક પ્રભાવ પડ્યો છે. કારણ કે, તેના દ્વારા ઉત્પન્ન થતા સુરક્ષિત અને સારા પ્રભાવશાળી ચિકિત્સકીય ઔષધોનું ઉત્પાદન વધુ માત્રામાં સંભવ થયું. પુનઃસંયોજિત ચિકિત્સકીય ઔષધોથી અનૈચ્છિક પ્રતિરક્ષાત્મક પ્રભાવ પડતો નથી જ્યારે અમાનવીય સ્રોતોમાંથી અલગ કરવામાં આવેલ ઉપર્યુક્ત અનૈચ્છિક પ્રતિરક્ષાત્મક પ્રભાવ પાડે છે. વર્તમાન સમયમાં લગભગ 30 જેટલા પુનઃસંયોજિત ચિકિત્સકીય ઔષધો વિશ્વમાં મનુષ્યના ઉપયોગ માટે સ્વીકૃત કરવામાં આવ્યા છે. તેમાંથી 12 ભારતમાં વેચાઈ રહ્યા છે.

12.2.1 જનીનિક ઈજનેરી ઈન્સ્યુલિન (Genetically Engineered Insulin)

પુખ્ત વ્યક્તિઓમાં થતા મધુપ્રમેહ (diabetes)નું નિયંત્રણ સમયાંતરે ઈન્સ્યુલિન લેવાથી સંભવ છે. *જો માનવ ઈન્સ્યુલિન પર્યાપ્ત માત્રામાં ઉપલબ્ધ ન હોય તો મધુપ્રમેહ રોગી શું કરશે ?* તેના પર વિચાર કરવાથી આપણે એ વાતનો સ્વીકાર કરીશું કે આપણે અન્ય પ્રાણીઓમાંથી ઈન્સ્યુલિન અલગ તારવીને ઉપયોગમાં લેવું પડશે. *શું અન્ય પ્રાણીઓમાંથી અલગ કરેલ ઈન્સ્યુલિન એ માનવશરીરમાંથી આવતા ઈન્સ્યુલિન જેટલું જ અસરકારક છે ? અને માનવશરીરની પ્રતિરક્ષા પ્રતિચાર પર બહારના ઈન્સ્યુલિનની કોઈ અસર તો નથી પડતી ને ?* તમે કલ્પના કરો કે, જો કોઈ બૅક્ટેરિયા માનવ ઈન્સ્યુલિન બનાવી શકે તો ચોક્કસપણે પ્રક્રિયા સરળ થઈ જશે. તમે સરળતાથી આવા બૅક્ટેરિયાનો ઉછેર કરીને જેટલું ઇચ્છો એટલું તમારી આવશ્યકતા અનુસાર ઈન્સ્યુલિન બનાવી શકો છો.

વિચારો કે, શું ઈન્સ્યુલિન મધુપ્રમેહી વ્યક્તિને મુખ દ્વારા આપી શકાય કે નહિ, શા માટે ?

પહેલાંના સમયમાં મધુપ્રમેહ રોગીઓ માટે ઉપયોગમાં લેવાતું ઈન્સ્યુલિન પ્રાણીઓ અને ભુંડને મારીને તેના સ્વાદુપિંડમાંથી બહાર કાઢવામાં આવતું હતું. પ્રાણીઓમાંથી પ્રાપ્ત થતા ઈન્સ્યુલિન દ્વારા કેટલાક દર્દીઓને એલર્જી અથવા પરજાત પ્રોટીન પ્રત્યે બીજી પ્રતિક્રિયાઓ થવા લાગી હતી. ઈન્સ્યુલિન બે નાની પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓનું બનેલ હોય છે. શૃંખલા-A અને શૃંખલા-B, જે એકબીજા સાથે ડાયસલ્ફાઇડ બંધો દ્વારા જોડાયેલ હોય છે (આકૃતિ 12.3). મનુષ્ય સહિત સ્તનધારીઓમાં ઈન્સ્યુલિન પ્રો-અંતઃસ્રાવ (પ્રો-ઉત્સેચકની જેમ પ્રો-અંતઃસ્રાવને પૂર્ણ પરિપક્વ અને ક્રિયાશીલ અંતઃસ્રાવ બનતા પહેલાં તેને પ્રક્રિયાકૃત થવાની આવશ્યકતા હોય છે) તરીકે સંશ્લેષિત કરવામાં આવે છે કે જે વધારે ખેંચાયેલ હોય છે જેને **C-પેપ્ટાઇડ** કહે છે. આ C-પેપ્ટાઇડ પરિપક્વ ઈન્સ્યુલિનમાં હોતો નથી, જે પરિપક્વતા દરમિયાન ઈન્સ્યુલિનમાંથી દૂર થઈ જાય છે. r DNA ટેક્નોલૉજીનો ઉપયોગ કરીને મેળવાતા ઈન્સ્યુલિન ઉત્પાદનનો મુખ્ય પડકાર એ છે કે, ઈન્સ્યુલિનને એકત્રિત કરી પરિપક્વ સ્વરૂપમાં તૈયાર કરવું. 1983માં ઈલિ-લિલ્લી (Eli Lilly) નામની એક અમેરિકન કંપનીએ બે DNA શૃંખલાઓને તૈયાર કરી જે માનવ ઈન્સ્યુલિનની શૃંખલા-A અને શૃંખલા-Bને અનુરૂપ હોય. તેમને ઈ. કોલાઇના પ્લાસ્મિડમાં પ્રવેશ કરાવીને ઈન્સ્યુલિન શૃંખલાઓનું ઉત્પાદન કર્યું. આ અલગ રીતે ઉત્પાદન કરેલ શૃંખલા-A અને શૃંખલા-Bને અલગ તારવીને ડાયસલ્ફાઇડ બંધ દ્વારા એકબીજા સાથે જોડીને માનવ ઈન્સ્યુલિનનું ઉત્પાદન કર્યું.



આકૃતિ 12.3 : C-પેપ્ટાઇડ દૂર કર્યા બાદ ઈન્સ્યુલિનમાં પ્રો-ઈન્સ્યુલિનની પરિપક્વતા

12.2.2 જનીન થેરાપી (Gene Therapy)

જો કોઈ વ્યક્તિ આનુવંશિક રોગ સાથે જન્મે છે તો શું આ રોગ માટે કોઈ ઉપચાર-વ્યવસ્થા છે ? જનીન થેરાપી આવો જ એક પ્રયાસ છે. જનીન થેરાપીમાં એ પદ્ધતિઓ સમાવિષ્ટ છે જેનાથી કોઈ બાળક કે ભ્રૂણમાં નિદાન કરવામાં આવેલ જનીન-ક્ષતિઓનો સુધારો કરવામાં આવે છે. જેમાં રોગની સારવાર માટે જનીનોને વ્યક્તિના કોષોમાં અથવા પેશીઓમાં પ્રવેશ કરાવવામાં આવે છે. જનીનિક ખામીની સારવારમાં વ્યક્તિ અથવા ભ્રૂણમાં સામાન્ય જનીનોનો પ્રવેશ કરાવવામાં આવે છે. જે નિષ્ક્રિય જનીનની ક્ષતિપૂર્તિ કરીને તેનાં કાર્યોને સંપન્ન કરે છે.

જનીન થેરાપીનો સૌપ્રથમ પ્રયોગ 1990માં એક ચાર વર્ષની છોકરીમાં એડિનોસાઇન ડિએમિનેઝ (ADA)ની ઊણપ (ક્ષતિ)ને દૂર કરવા માટે કરવામાં આવ્યો હતો. આ ઉત્સેચક રોગપ્રતિકારકતામાં અતિઆવશ્યક હોય છે. આ સમસ્યા એડિનોસાઇન ડિએમિનેઝ માટે જવાબદાર જનીનના લોપ (deletion) થવાથી થાય છે. કેટલાંક બાળકોમાં ADAનો ઉપચાર અસ્થિમજ્જા પ્રત્યારોપણ દ્વારા થાય છે, જ્યારે કેટલાકમાં ઉત્સેચક રિપ્લેસમેન્ટ થેરાપી (enzyme replacement therapy) દ્વારા કરવામાં આવે છે કે જેમાં સીરિંજ દ્વારા રોગીને સક્રિય ADA આપવામાં આવે છે. ઉપર્યુક્ત બંને ક્રિયાઓમાં એ મર્યાદા છે કે તે બંને સંપૂર્ણપણે રોગનાશક નથી. જનીન થેરાપીમાં સર્વપ્રથમ રોગીના રુધિરમાંથી લસિકાકોષોને બહાર કાઢીને તેમનું સંવર્ધન કરવામાં આવે છે. સક્રિય ADA-cDNA (રિટ્રોવાઇરસ વાહક વાપરીને)નો લસિકાકોષોમાં પ્રવેશ કરાવવામાં આવે છે કે જેને અંતમાં દર્દીના શરીરમાં પુનઃ દાખલ કરવામાં આવે છે. આમ છતાં આ કોષો અમર હોતા નથી, આથી જિનેટિકલી એન્જિનિયર્ડ લસિકાકોષો(genetically engineered lymphocytes)ને સમયાંતરે દર્દીના શરીરમાં દાખલ કરવાની જરૂર પડે છે. આમ છતાં મજ્જાકીય કોષોમાંથી અલગ કરવામાં આવેલ ADA ઉત્પન્ન કરતા જનીનનો પ્રારંભિક ભ્રૂણીય અવસ્થાના કોષોમાં પ્રવેશ કરાવવામાં આવે, તો તેનો કાયમી ઉપચાર શક્ય બને છે.

12.2.3 આણ્વિક નિદાન (Molecular Diagnosis)

તમે જાણો છો કે રોગની અસરકારક સારવાર માટે તેનું પ્રારંભિક નિદાન અને તેની રોગદેહધર્મવિદ્યા (pathophysiology)ને સમજવી અતિઆવશ્યક છે. ઉપચાર-નિદાનની પરંપરાગત પદ્ધતિઓ (સીરમ અને મૂત્ર-વિશ્લેષણ વગેરે)નો ઉપયોગ કરીને પ્રારંભિક નિદાન મેળવવું શક્ય નથી. રિકોમ્બિનન્ટ DNA ટેક્નોલૉજી, પોલિમરેઝ ચેઇન રિએક્શન (PCR) અને એન્જાઇમ લિન્ક્ડ ઇમ્યુનો-સોરબન્ટ એસે (ELISA) જેવી કેટલીક પદ્ધતિઓ છે કે જેની મદદથી રોગનું પ્રારંભિક નિદાન થઈ શકે છે.

રોગકારકો (બૅક્ટેરિયા, વાઇરસ વગેરે)ની હાજરીની સામાન્ય રીતે ત્યારે જ જાણ થાય છે કે, જ્યારે તેના દ્વારા ઉત્પન્ન થતા રોગનાં લક્ષણો જોવા મળે. તે સમય સુધી રોગકારકની સંખ્યા શરીરમાં પહેલાંથી ઘણી વધી થઈ ચૂકી હોય છે. જ્યારે બહુ ઓછી સંખ્યામાં બૅક્ટેરિયા અથવા વાઇરસ (એ સમય કે જ્યારે રોગનાં ચિહ્નો સ્પષ્ટ દેખાતાં ન હોય) ત્યારે તેની ઓળખ PCRની મદદથી તેના ન્યુક્લિઇક ઍસિડના પ્રવર્ધન (amplification) દ્વારા કરી શકીએ છીએ. *શું તમે જણાવી શકો છો કે PCR કેવી રીતે અલ્પ માત્રાના DNAની ઓળખ કરે છે ?* સંભવિત AIDS દર્દીઓમાં HIVની ઓળખ માટે આજકાલ સામાન્ય રીતે PCR ઉપયોગમાં લેવાઈ રહ્યું છે તેનો ઉપયોગ કૅન્સર સંભવિત દર્દીઓના જનીનોમાં વિકૃતિની તપાસ કરવા માટે પણ કરવામાં આવી રહ્યો છે. આ એક ઉપયોગી તક્‌નિક છે જેના દ્વારા અન્ય ઘણાબધા આનુવંશિક રોગોની પણ તપાસ કરી શકાય છે.

એકલ શૃંખલામય DNA અથવા RNA સાથે એક રેડિયોઍક્ટિવ અણુ (પ્રોબ) જોડીને કોષોના ક્લૉનમાં તેના પૂરક DNA સાથે સંકરિત કરાય છે, જેને ઓટોરેડિયોગ્રાફી (autoradiography) દ્વારા ઓળખવામાં આવે છે. ક્લૉન કે જેમાં વિકૃત જનીન જોવા મળે છે તે ફોટોગ્રાફિક ફિલ્મ પર દેખાતા નથી; કેમકે પ્રોબ તથા ઉત્પરિવર્તિત (વિકૃત) જનીન એકબીજાના પૂરક હોતા નથી.

ELISA ઍન્ટિજન-ઍન્ટિબૉડી પારસ્પરિક ક્રિયાઓના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે. ઍન્ટિજન્સ (પ્રોટીન્સ, ગ્લાયકોપ્રોટીન્સ વગેરે)ની હાજરી દ્વારા અથવા રોગકારકોના વિરુદ્ધ સંશ્લેષિત ઍન્ટિબૉડી દ્વારા રોગકારકો દ્વારા ઉત્પન્ન થતા સંક્રમણની ચકાસણી કરવામાં આવે છે.

12.3 પારજનીનિક પ્રાણીઓ (Transgenic Animals)

એવાં પ્રાણીઓ કે જેમના DNAને તબદીલ કરવામાં આવેલ હોય અને તેમાં વિદેશી (બાહ્ય) જનીન વ્યક્ત થયેલ હોય તેમને **પારજનીનિક પ્રાણીઓ** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. પારજનીનિક ઉંદરો, સસલાં, ભૂંડ, ઘેટાં, ગાય અને માછલીઓ ઉત્પન્ન થઈ ચૂક્યાં છે, જોકે બધાં પ્રવર્તમાન પારજનીનિક પ્રાણીઓના 95 ટકાથી વધારે ઉંદરો છે. *આવા પ્રકારનાં પ્રાણીઓનું ઉત્પાદન શા માટે કરવામાં આવે છે ?* આવાં રૂપાંતરો કરવાથી મનુષ્યને શું ફાયદો થાય છે ? ચાલો તેનાં કેટલાંક સામાન્ય કારણોની તપાસ કરીએ.

(i) ***સામાન્ય દેહધર્મવિદ્યા અને વિકાસ (Normal Physiology and Development) :*** વિશિષ્ટરૂપે પારજનીનિક પ્રાણીઓનું નિર્માણ જનીનના નિયંત્રણ અને શરીરના વિકાસ તેમજ સામાન્ય કાર્યો પર થતી અસરો (પ્રભાવો)ના અભ્યાસ માટે કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ : વૃદ્ધિ માટે જવાબદાર જટિલ કારકો જેવા કે ઇન્સ્યુલિન જેવા વૃદ્ધિ કારકનો અભ્યાસ કરવા. બીજી જાતિના જનીનનો પ્રવેશ કરાવ્યા સિવાય ઉપર્યુક્ત કારકોના નિર્માણમાં થતાં પરિવર્તનો દ્વારા પ્રેરાતી જૈવિક અસરોનો અભ્યાસ તથા કારકોની શરીરમાં જૈવિક ભૂમિકા વિશે માહિતી પ્રાપ્ત થાય છે.

(ii) ***રોગનો અભ્યાસ (Study of Disease) :*** રોગોના વિકાસમાં જનીનોની ભૂમિકા શું છે તે