අධ්‍යයන පොදු සහතික පත්‍ර

(උසස් පෙළ)

ජීව විද්‍යාව

ඒකකය 7 - අණුක ජීව විද්‍යාව හා ප්‍රතිසංයෝජිත DNA තාක්ෂණය

13 ශ්‍රේණිය

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
www.nie.lk

ජීව විද්‍යාව
සම්පත් පොත

13 ශ්‍රේණිය

ඒකකය - 07

© ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

පළමු වන මුද්‍රණය - 2019

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
www.nie.lk

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය

අධ්‍යාපනයේ ගුණාත්මකභාවය වර්ධනය කිරීම සඳහා ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් වරින් වර අවස්ථානුකූල පියවර ගනු ලැබේ. අදාළ විෂයයන් සඳහා අතිරේක සම්පත් පොත් සකස් කිරීම එවන් පියවරකි.

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමාලා සංවර්ධන කණ්ඩායමට ජාතික විශ්ව විද්‍යාලීයය විද්වතුන් සහ පාසල් පද්ධතියේ පළපුරුදු ගුරුවරුන් මඟින් අතිරේක සම්පත් පොත් සකස් කර ඇත. 2017 දී ක්‍රියාත්මක කරන ලද අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) නව විෂය නිර්දේශයට අනුව මේ අතිරේක සම්පත් පොත් ලියා ඇති නිසා සිසුන්ට අදාළ විෂය කරුණු පිළිබඳ අවබෝධය පුළුල් කළ හැකි අතර වඩාත් ඵලදායි ඉගෙනුම් ඉගැන්වීම් ක්‍රියාකාරකම් සැලසුම් කිරීමට ගුරුවරුන්ට මේවා පරිශීලනය කළ හැක.

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ කාර්ය මණ්ඩලයේ සාමාජිකයන්ට සහ බාහිර විෂය ක්ෂේත්‍රයේ විද්වත් විශේෂඥයන්ට ඔබ වෙත මේ තොරතුරු සැපයීම සඳහා ඔවුන්ගේ ශාස්ත්‍රීය දායකත්වය දැක්වීම වෙනුවෙන් මාගේ අවංක කෘතඥතාව පළ කිරීමට කැමැත්තෙමි.

ආචාර්ය ටී.ඒ.ආර්.ජේ. ගුණසේකර
අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම.

අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිවිඩය

2017 වර්ෂයේ සිට ශ්‍රී ලංකාවේ සාමාන්‍ය අධ්‍යාපන පද්ධතියේ අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) සඳහා තාර්කීකරණයට ලක් කළ නව විෂයමාලාවක් ක්‍රියාත්මක වේ. ඉන් අදහස් වන්නේ මෙතෙක් පැවති විෂයමාලාව යාවත්කාලීන කිරීමකි.

මේ කාර්යයේ දී අ.පො.ස. (උසස් පෙළ) රසායන විද්‍යාව, භෞතික විද්‍යාව හා ජීව විද්‍යාව යන විෂයවල විෂය සන්ධාරයේත්, විෂය ආකෘතියේත්, විෂයමාලා ද්‍රව්‍යවලත් යම් යම් සංශෝධන සිදු කළ අතර, ඊට සමගාමීව ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීමේ ක්‍රමවේදයේත්, ඇගයීම් හා තක්සේරුකරණයේත් යම් යම් වෙනස්වීම් අපේක්ෂා කරන ලදි. විෂයමාලවේ අඩංගු විෂය කරුණුවල ප්‍රමාණය විශාල වශයෙන් අඩු කරන ලද අතර, ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීමේ අනුක්‍රමයේ යම් යම් වෙනස්වීම් ද සිදු කරනු ලැබී ය. පැවති විෂයමාලා ද්‍රව්‍යයක් වූ ගුරු මාර්ගෝපදේශ සංග්‍රහය වෙනුවට ගුරු අත්පොතක් හඳුන්වා දෙන ලදි.

විෂය සන්ධාරය සරලව විස්තර කෙරෙන පරිශීලන ග්‍රන්ථයක අවශ්‍යතාව මතු විය. මේ ග්‍රන්ථය ඔබ අතට පත් වන්නේ ඒ අවශ්‍යතාව සපුරාලීමට ගත් උත්සාහයක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය.

උසස් පෙළ විද්‍යා විෂය සඳහා ඉංග්‍රීසි භාෂාවෙන් සම්පාදිත, අන්තර්ජාතික වශයෙන් පිළිගත් ග්‍රන්ථ පරිශීලනය පසුගිය විෂයමාලා ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී අත්‍යවශ්‍ය විය. එහෙත් විවිධ පෙළපොත් භාවිත කිරීමේ දී පරස්පරවිරෝධ විෂය කරුණු සඳහන් වීමත්, දේශීය විෂයමාලාවේ සීමා අභිභවා ගිය විෂය කරුණු ඒවායේ ඇතුළත් වීමත් නිසා ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට ඒ ග්‍රන්ථ පරිහරණය පහසු වූයේ නැත.

එබැවින් මේ ග්‍රන්ථය මඟින් දේශීය විෂයමාලාවේ සීමාවලට යටත්ව සිය මවුභාෂාවෙන් අදාළ විෂය සන්ධාරය පරිහරණය කිරීමට සිසුන්ට අවස්ථාව සලසා ඇත. එමෙන් ම විවිධ ග්‍රන්ථ, අතිරේක පන්ති වැනි මූලාශ්‍රයවලින් අවශ්‍ය තොරතුරු ලබා ගැනීම වෙනුවට විෂයමාලාව මඟින් අපේක්ෂිත තොරතුරු ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට නිවැරදිව ලබා ගැනීමට මේ ග්‍රන්ථය උපකාරි වනු ඇත.

විෂය සම්බන්ධ විශේෂඥ ගුරුභවතුන් හා විශ්වවිද්‍යාලයීය ආචාර්යවරුන් විසින් සම්පාදිත මේ ග්‍රන්ථය ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමලා කමිටුවෙන් ද අධ්‍යයන මණ්ඩලයෙන් ද පාලක සභාවෙන් ද අනුමැතිය ලබා ඔබ අතට පත් වන බැවින් ඉහළ ප්‍රමිතියෙන් යුතු බව නිර්දේශ කළ හැකි ය.

ආචාර්ය ඒ.ඩී. අසෝක ද සිල්වා
අධ්‍යක්ෂ,
විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව,
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය.

අනුශාසකත්වය

ආචාර්ය ටී.ඒ.ආර්.ජේ. ගුණසේකර

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්- ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

මෙහෙයවීම

ආචාර්ය ඒ.ඩී. අසෝක ද සිල්වා

අධ්‍යක්ෂ, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විෂය නායකත්වය

පී.ටී.එම්.කේ.සී. තෙන්නකෝන් මෙනෙවිය

සහකාර කථිකාචාර්ය

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

අභ්‍යන්තර සම්පත් දායකත්වය

අභ්‍යන්තර සම්පත් දායකත්වය

එච්. එම්. මාපා ගුණරත්න මිය	-	ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
පී. අච්චුදන් මයා	-	සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

බාහිර ලේඛක මණ්ඩලය හා සංස්කාරක මණ්ඩලය

මහාචාර්ය එස්. හෙට්ටිආරච්චි	-	ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය, ජීව විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, රජරට විශ්වවිද්‍යාලය.
මහාචාර්ය පී. එන්. දිසානායක	-	ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය, උද්භිද විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්වවිද්‍යාලය.
සී.වී. එස්. ඩෙවෝටා මිය	-	ගුරු සේවය I, ධම්මිස්සර විද්‍යාලය, නාත්තන්ඩිය.
එච්. එල්. හේමන්ති මිය	-	ගුරු සේවය I, රාජකීය විද්‍යාලය, කොළඹ-07.
එන්. ආර්. ඩී දහනායක	-	ගුරු සේවය I, ලයිසියම්ල ජාත්‍යන්තර පාසල, නුගේගොඩ.
ඒ.එම්.එස්.ඩී.එන්. අබේකෝන් මිය	-	ගුරු සේවය I (විශ්‍රාමික), ශාන්ත අන්තෝනි බාලිකා විද්‍යාලය, මහනුවර.
එස්. ඩී. පී. බණ්ඩාර මිය	-	ගුරු සේවය I (විශ්‍රාමික), ධර්මරාජ විද්‍යාලය, මහනුවර.

පරිවර්තනය

එස්.එම්.වි. සමරවීර මිය	-	ගුරු සේවය I, ආරක්ෂක විද්‍යාලය, කොළඹ-02.

භාෂා සංස්කරණය - ජයත් පියදසුන් මයා,
ප්‍රධාන උපකර්තෘ - සිළුමිණ,
සීමාසහිත එක්සත් ප්‍රවෘත්ති පත්‍ර සමාගම

විවිධ සහාය
- මංගල වැලිපිටිය මයා - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය.
- ඩබ්.පී.පී. වීරවර්ධන මිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය.
- රංජිත් දයාවංශ මයා - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය.

පරිගණක වදන් සැකසුම - චරනි නිශාමනි අලහකෝන් මිය, අධ්‍යාපන ප්‍රකාශන දෙපාර්තමේන්තුව

පටුන

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය iii

අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිවිඩය iv

සම්පත් දායකත්වය v

ඒකකය 07 : අණුක ජීව විද්‍යාව හා ප්‍රතිසංයෝජිත DNA තාක්ෂණය

වර්ණදේහවල ව්‍යුහ නිර්මාණය 1

DNA ප්‍රතිවලිතය 5

ජාන සහ ඒවා ක්‍රියාකරන ආකාරය 13

විකෘති 27

ජාන තාක්ෂණය 36

DNA විශ්ලේෂණය 48

කෘෂිකර්මාන්තයේ දී **GMO** වල භාවිතයන් 56

ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාටජිනා ගිවිසුම 64

ශ්‍රී ලංකාවේ ජාතික ජෛව සුරක්ෂිතතා රාමුව 65

07

අණුක ජීව විද්‍යාව හා ප්‍රතිසංයෝජිත DNA තාක්ෂණය

තම ඒකාවයවික භාවිතය මඟින් ස්වයං ප්‍රතිවලිත වීම දිශානත කිරීමේ හැකියාව න්‍යෂ්ටික අම්ල සතුව පවතියි. බොහෝ ජීවීන්ගේ ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍යය ලෙස DNA පවතියි. එහෙත් සමහර වයිරසවල (ඉන්ෆ්ලුවන්සා වයිරසය) ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍යය ලෙස RNA පවතියි. නිවැරදිව ප්‍රතිවලිත වීමේ හැකියාව, එක් පරම්පරාවක සිට තවෙකකට සම්ප්‍රේෂණය වීමට හැකි වීම සහ ප්‍රවේණික තොරතුරු ගබඩා කිරීමේ හැකියාව හා ප්‍රකාශ කිරීමට ඇති හැකියාව යන ගුණ DNA වලට ඇති නිසා ඒවා ජීවීන් තුළ අත්‍යවශ්‍ය ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍යය ලෙස ක්‍රියා කිරීමට සුදුසු වේ.

DNA ද්විත්ව හේලික්සීය ආකෘතිය

මේ DNA ද්විත්ව හේලික්සීය ආකෘතිය ඉදිරිපත් කරන ලද්දේ ජේම්ස් වොට්සන් සහ ෆ්‍රැන්සිස් ක්‍රික් විසිනි. මේ සඳහා ඔවුන් විසින් පාදක කර ගන්නා ලද්දේ රොසලින්ඩ් ෆැරන්ක්ලින් විසින් X-ray ස්ඵටික විද්‍යාව (X-ray crystallography) මඟින් ලබාගන්නා ලද DNA අණුවක ව්‍යුහය පිළිබඳ දත්තයි.

එමඟින් DNA අණුව තුළ ඩිඔක්සිරයිබෝස් සීනි, පොස්ෆේට් කාණ්ඩය හා නයිට්‍රජනීය භස්ම වර්ග හතර යන අණු වර්ග හය සැකසී ඇති ආකාරයත් එහි ගුණාංගත් විස්තර කරයි.

මේ ආකෘතියට අනුව DNA ඇඹරුණු ඉණිමගක් (සර්පිලාකාර පඩිපෙළක්) වැනි ය. එහි අත්වැල ලෙස මාරුවෙන් මාරුවට සැකසුණු සීනි හා පොස්ෆේට් අණු මඟින් එහි කොඳු නාරටිය සාදයි. පියගැට ලෙස නයිට්‍රජනීය භස්ම යුගල පවතියි. භස්ම යුගල් වීමේ නීතිවලට අනුව පියුරීන්, පිරිමිඩීන් සමග යුගලනය වෙයි. එහිදී මෙම භස්ම අතර හයිඩ්‍රජන් බන්ධන දෙකක් (A=T) හෝ තුනක් (G ≡ C) සෑදේ. ටී.එච්.මෝගන් සහ ඔහුගේ කණ්ඩායම ඔවුන් විසින් කරන ලද පරීක්ෂණවලින් වර්ණදේහ සෑදී ඇත්තේ DNA හා ප්‍රෝටීන්වලින් බව ද, ජාන යනු එම වර්ණදේහවල ඇති යම් නිෂ්චිත ප්‍රදේශ ලෙස ද නිගමනය කළහ.

වර්ණදේහවල ව්‍යූහ නිර්මාණය

සුන්‍යෂ්ටික සෛලයක න්‍යෂ්ටියේ හෝ ප්‍රාග් න්‍යෂ්ටික සෛලයක සෛල ප්ලාස්මයේ න්‍යෂ්ටික ප්‍රදේශයේ (නියුක්ලියෝඩයේ/ න්‍යෂ්ටාභය/Nucleoid) DNA අණු සකස් වී ඇති ආකාරය වර්ණදේහයක ව්‍යූහික නිර්මාණයයි.

රූපය 7.1 : DNA, සූන්‍යෂ්ටික න්‍යෂ්ටිය තුළට සහ ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ නියුක්ලියෝඩය තුළට ඇසිරීම

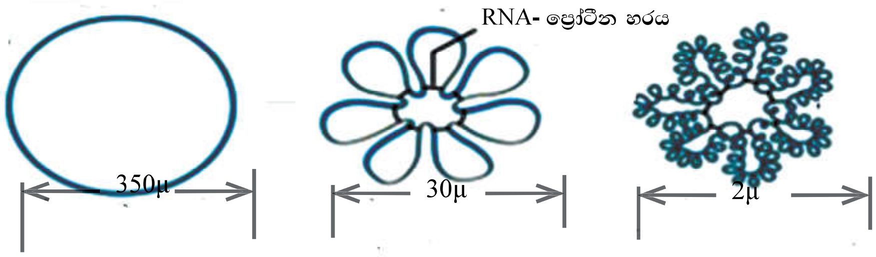
ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික හා සූන්‍යෂ්ටික සෛල ආකාර දෙකෙහි ම DNA අණු, වර්ණදේහ ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. කෙසේ වුවත්, සත්‍ය වර්ණදේහ පවතිනුයේ සූන්‍යෂ්ටිකයන්ගේ පමණි. ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික (බැක්ටීරියා) වර්ණදේහය ද්විත්ව දාම, වෘත්තාකාර, තනි DNA අණුවක් වන අතර, ප්‍රෝටීන අණු කීපයක් ඒ හා ආශ්‍රිතව සැකසී පවතියි. එහෙත් සූන්‍යෂ්ටික සෛල තුළ වර්ණදේහ කිහිපයක් පවතී. ඒ එක එකක් හිස්ටෝන් ප්‍රෝටීන හා අනෙකුත් ප්‍රෝටීන සම්බන්ධිතව ඇති, ද්විත්ව දාම තනි රේඛීය DNA අණුවකින් සමන්විත ය.

ජීවියකුගේ සියලු වර්ණදේහවල විශාලත්වය සලකන විට එහි අතිවිශාල ප්‍රමාණයක් DNA පවතී. මේ අනුව ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික සෛල නියුක්ලියොයිඩයේත්, සූන්‍යෂ්ටික සෛලයක න්‍යෂ්ටියේත් DNA රඳවා ගැනීම පිළිබඳ විශාල ගැටලුවක් පවතියි. නියුක්ලියොයිඩයේ හෝ න්‍යෂ්ටිය තුළ ගෙනෝමය/ DNA අන්තර්ගත කර ගැනීම DNA ඇසිරීම (DNA Packaging) නම් වේ.

ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික සෛලවල DNA ආශ්‍රිතව ඇති ප්‍රෝටීන අණු මඟින් DNA ඇසිරීම සඳහා පහසුකම් සලසයි. මේ ප්‍රෝටීන මඟින් DNA අණුවලට දඟර ගැසෙමින් (නැමුම් හෝ පුඩු ඛණ්ඩ) හා අතිවලිත දඟර (super coil)බවට පත් වෙමින් නියුක්ලියොයිඩය තුළ තදින් ඇසිරීමට හැකියාව සලසා දෙයි. DNA අණුව මුලින් ම පුඩු ආකාරයට දඟර බවට පත් වී, ඉන් පසු එම පුඩු එක එකක් ස්වාධීනව තවදුරටත් අතිවලිත දඟර බවට සැකසේ. මේවා ඉලෙක්ට්‍රෝන අණ්වීක්ෂීය ඡායාරූපවලින් ඩොමේන ලෙස හඳුනා ගත හැකි වේ. මේ පුඩු ආකාර සුසංහිත DNA ස්කන්ධ, RNA හා ප්‍රෝටීනවලින් සමන්විත හරයකට බැඳෙයි. ඒ හරය මඟින් වර්ණදේහ, ප්ලාස්ම පටලයට ද සම්බන්ධ කරයි.

මේ අතිවලිත දඟර DNA තනි දාම ඡේදනය හඳුන්වා දීම මඟින් නැවත ලිහිල් කළ හැකි ය. **වර්ණදේහය පටලයට ද RNA ප්‍රෝටීන හරයට ද සම්බන්ධව පවතින බැවින් භ්‍රමණය වීම වළක්වන බාධකයක් ලෙස එය ක්‍රියා කරයි.** එනිසා මේ ඩොමේනවලට ස්වාධීනව ඉහිල් වීමටත් අතිවලිත දඟර බවට පත්වීමෙන් හැකි ය. විශිෂ්ට ජාන ප්‍රතිලේඛනය සඳහා මේ සැකැස්ම වැදගත්

ය. RNA ඉවත් වීම පුඩුවල ස්වාධීනත්වය නැති වීමට හේතු වෙයි.



a) චක්‍රීය නොනැමුණු වර්ණදේහය

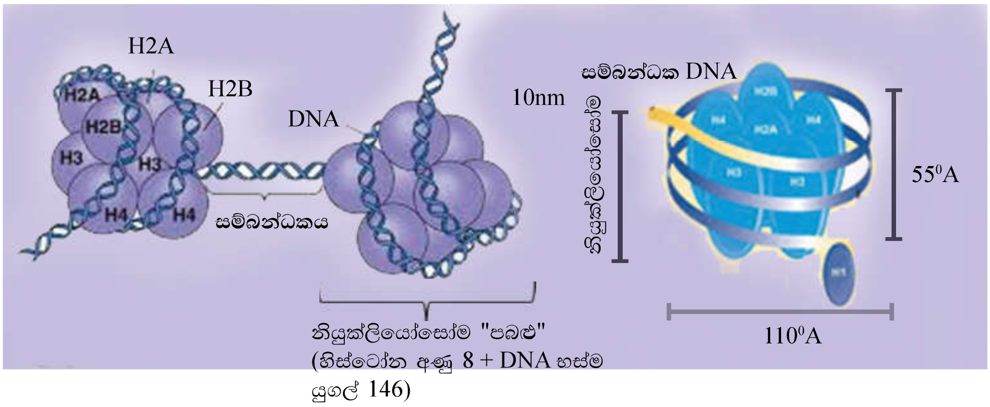
b) නැමුණු වර්ණදේහය පුඩු 40-50

c) අතිවලිත දඟර වර්ණදේහය

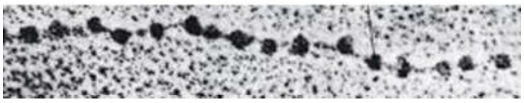
රූපය 7.2 : ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික වර්ණදේහවල නැමීම් හා අතිවලිත වීම මගින් සුසංහිත වීම

මේ ප්‍රධාන වර්ණදේහ DNA වලට අමතරව ඇතැම් ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික සෛල තුළ බහිස්වර්ණදේහ ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍ය ප්ලාස්මීඩ ලෙස පවතියි. ඒවා ද දඟර හා අතිවලිත දඟර බවට පත් වුණු චක්‍රීය DNA ය.

(a)



(b)



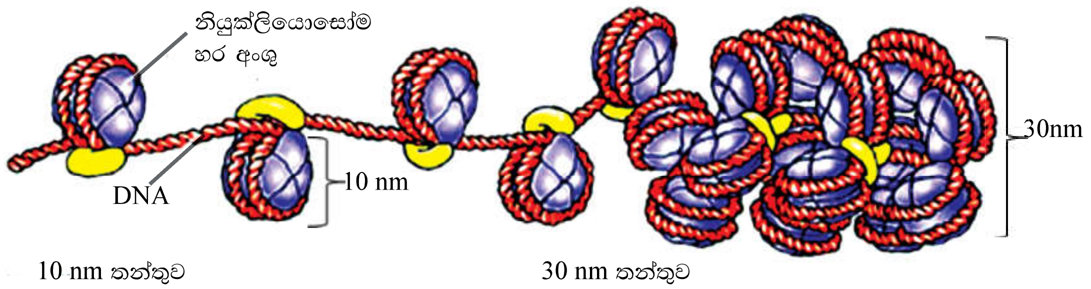
රූපය 7.3: (a) අසුරාලීමේ පළමු මට්ටම නියුක්ලියෝසෝම පබළු සාදමින් සම්බන්ධක DNA මගින් එකිනෙක සම්බන්ධවීම.

(b) නියුක්ලියෝසෝම (පබළු) සහ සම්බන්ධක DNA (රැහැන්) (ඉලෙක්ට්‍රෝන අණ්වීක්ෂීය ඡායාරූපයක්)

සූන්‍යෂ්ටික වර්ණදේහ, හිස්ටෝන ප්‍රෝටීන අණු විශාල ගණනක් සමග සම්බන්ධ වී තිබීම සෛලයේ න්‍යෂ්ටිය තුළ DNA සංවිධානය වීමට උපකාරි වේ. මේ DNA - ප්‍රෝටීන සංකීර්ණය ක්‍රොමැටින් ලෙස හඳුන්වන අතර ඒවා ලිහිල්ව ඇසුරුණු ඉයුක්‍රොමටින් ලෙස හෝ තදින් ඇසුරුණු හෙටරොක්‍රොමටින් ලෙස පවතී. ඉයුක්‍රොමටින්වල ජාන වැඩි ප්‍රමාණයක් ඇති අතර ඒවා සක්‍රිය ලෙස ප්‍රතිලේඛනය වෙමින් පවතිනවා විය හැකි ය. හෙටරොක්‍රොමටින්වල ඇති නියුක්ලියෝටයිඩ අනුපිළිවෙළ බොහෝ විට අක්‍රීයයි. ජාන යාමනය, අපිජාන ආවේණිය හා වර්ණදේහවල ස්ථාවරත්වය (chromosomal integrity)ආරක්ෂා කිරීමට මේවා දායක විය හැකි ය.

පළමු මට්ටමේ දී, ද්විත්ව හෙලික්සය හිස්ටෝන අණු අටකින් යුක්ත සංකීර්ණයක් වටා එතෙයි. මේවා නියුක්ලියෝසෝම ලෙස හැඳින්වන අතර, මාලයක පබළු මෙන් දිස් වේ. අනුයාත නියුක්ලියෝසෝම DNA කොටසකින් එකිනෙක සම්බන්ධ වී ඇති අතර මේවා සම්බන්ධක DNA/ Linker DNA ලෙස හැඳින්වේ .

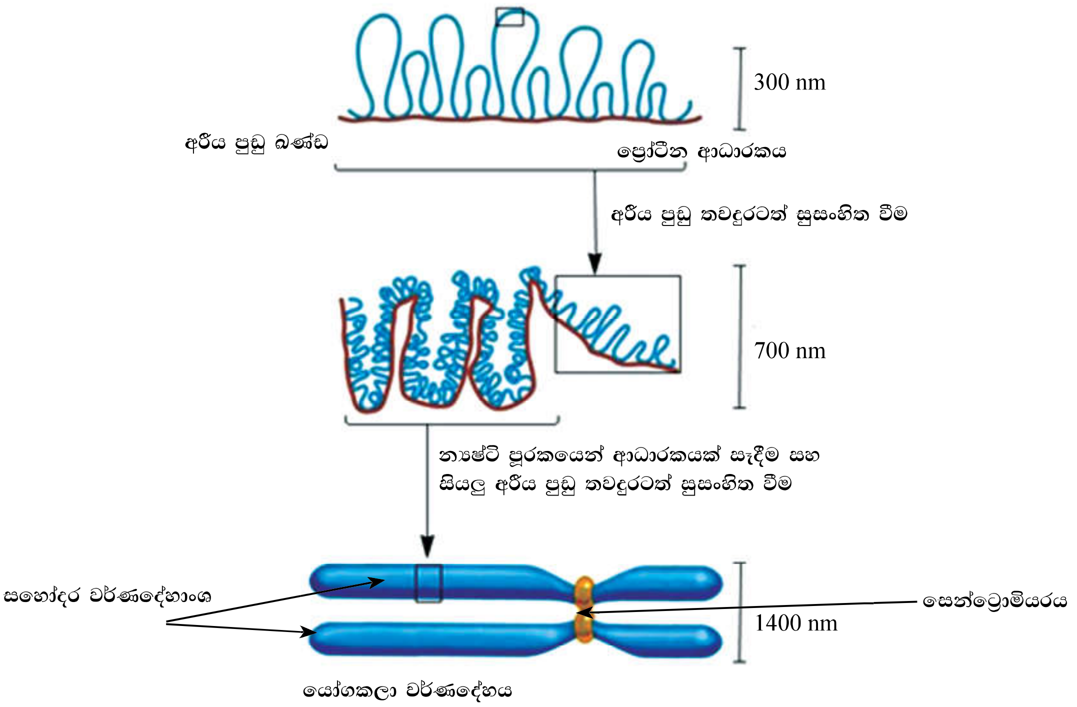
දෙවන මට්ටමේ දී නියුක්ලියෝසෝම ඇඹරී, සර්පිල රටාවකට ඇසිරී, දළ වශයෙන් 30nm විෂ්කම්භය ඇති ක්‍රොමැටින් තන්තුවක් සාදයි. මෙහි දී 10nm තන්තුවලින් 30nm තන්තු සෑදේ (රූපය 7.4)



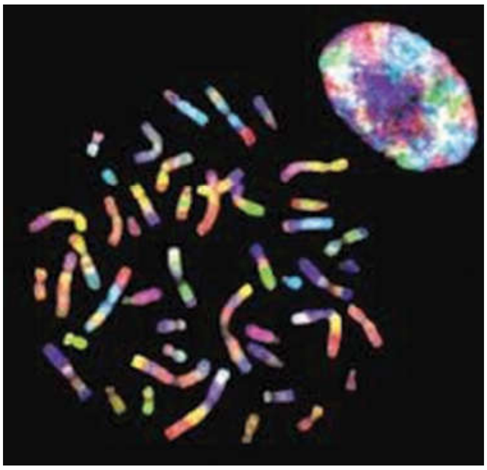
රූපය 7.4 : 30 **nm** තන්තුව සෑදීම

තුන්වන මට්ටමේ දී, 30 nm තන්තුව පුඩු ඛණ්ඩ (Looped domain) සාදයි. මේවා ප්‍රෝටීනවලින් සෑදුණු ආධාරකයකට (protein scaffold) සවි වේ. මේ ව්‍යුහය 300 nm දක්වා ඝනකමින් යුතු ය. (රූපය 7.5)

අවසාන වශයෙන් හතරවන මට්ටමේ දී, පුඩු ඛණ්ඩ දඟර ගැසී නැමී, තවදුරටත් සුසංහිතව අනූනන වර්ණදේහය සාදයි. වර්ණදේහාංශයක විෂ්කම්භය 700nm පමණ වේ. යෝග කලා වර්ණදේහවල වර්ණදේශාංශ මේ වන විට ප්‍රතිවලිත වී පවතී.



රූපය 7.5 : වර්ණදේහාංශ සෑදීම සඳහා ප්‍රෝටීන ආධාරකයක් මත පුඩු ඛණ්ඩවල සුසංහිත වීම



රූපය 7.6 : යෝගකලා වර්ණදේහ (වෙන්ව පවතින ඒකක) සහ අන්තර් කලාවේ ක්‍රොමැටින්

DNA ප්‍රතිවලිතය

ද්විත්ව දාම DNA අණුව පිටපත් කර සර්වසම පිටපත් දෙකක් සාදන ක්‍රියාවලියයි. ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේත්, සූන්‍යෂ්ටිකයන්ගේත් DNA ප්‍රතිවලිත ක්‍රියාවලිය මූලිකව සමාන ය. එහෙත් මෙයට දායක වන එන්සයිම වර්ග එකිනෙකට වෙනස් ය. එයට හේතු වන්නේ සූන්‍යෂ්ටික DNA, වර්ණදේහ ලෙස සංවිධානය වී තිබීම හා එහි ව්‍යූහයේ ඇසිරීම සඳහා හිස්ටෝන තිබීමත්, ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික DNA චක්‍රිය අණු ලෙස සාමාන්‍යයෙන් පවතිමින් ඇසිරීම සඳහා අතිවලිතව දඟර ගැසෙයි.

DNA ප්‍රතිවලිතයේ වැදගත්කම

- ජීවය සඳහා අත්‍යවශ්‍ය තොරතුරු DNA හි ගබඩා වී ඇත. එම නිසා නිපදවෙන නව සෛලවලට මාතෘ සෛලවලින් DNA ලැබිය යුතු ය. ද්විගුණ ජීවියකුගේ දේහයේ සෑම සෛලයකම යුක්තාණුවේ තිබුණු ප්‍රවේණි තොරතුරු ඒ ආකාරයෙන් ම අන්තර්ගත වෙයි. බහු සෛලික ජීවියා වර්ධනය වන්නේ නව සෛල එකතු වීමෙනි.
- නව සෛල මඟින් හානි වූ හෝ මියගිය සෛල ප්‍රතිස්ථාපනය වේ.
- අලිංගික ප්‍රජනනයේ දී නිපදවෙන දුහිතෘ ජීවීන් මාතෘ ජීවීන්ට සර්වසම වේ. එය සිදු වන්නේ DNA ප්‍රතිවලිතය හරහා DNAවල සංචිත වී තිබුණු ප්‍රවේණික තොරතුරු අනූනන විභාජනය මඟින් සර්වසම කට්ටල ලෙස දුහිතෘ සෛල වෙත ලබා දීම නිසා පමණී.
- ලිංගික ප්‍රජනනය සිදු කරන ජීවීන්ගේ, ජීවන චක්‍රයේ කුමන හෝ අවස්ථාවක ඌනනය සිදු වී වර්ණදේහ සංඛ්‍යාව නියතව තබා ගැනේ. ඌනන විභාජනය සිදු වීමට පෙර DNA ප්‍රතිවලිතය සිදු වෙයි.
- DNA ප්‍රතිවලිතය ඉතා නිවැරදිව සිදු වන ක්‍රියාවලියක් නිසා සර්වසම පිටපත් හට ගනියි. එහෙත් කලාතුරකින් DNA ප්‍රතිවලිතයේ දෝෂ සිදු විය හැකි ය. මේ මඟින් විකෘති ඇතිවීමේ ප්‍රතිඵලය ප්‍රභේදන ඇති වීමයි. ප්‍රභේදන ජීවීන්ගේ පරිණාමයට ඉවහල් වෙයි.
- මේ නිසා තනි ජීවියකුට තම ජීවය පවත්වා ගැනීමටත්. ජීව විශේෂයක අඛණ්ඩ පැවැත්මටත් DNA ප්‍රතිවලිතය වැදගත් ය.

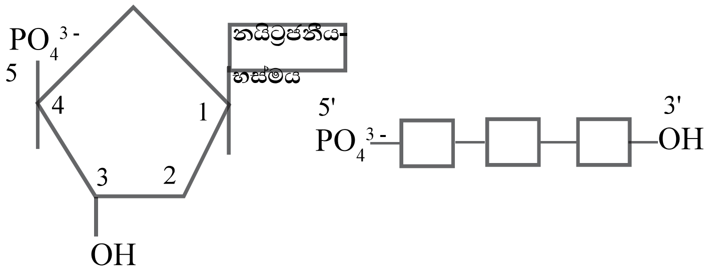
ප්‍රාග් න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ DNA ප්‍රතිවලිත ක්‍රියාවලිය

සම්පූර්ණ ප්‍රතිවලිත ක්‍රියාවලිය පාලනය හා සමායෝජනය වන්නේ එන්සයිම හා වෙනත් ප්‍රෝටීන වර්ග ගණනාවකිනි. දැනට පවත්නා DNA ද්විත්ව සර්පිලයේ දාම මත DNA ප්‍රතිවලිතය සිදු වෙයි. ඒ නිසා, අලුතින් සංශ්ලේෂණය වූ DNA ද්විත්ව හෙලික්සයේ, එක් මාතෘ DNA දාමයක් සහ එක් නව අනුපූරක දාමයක් අඩංගු වේ.

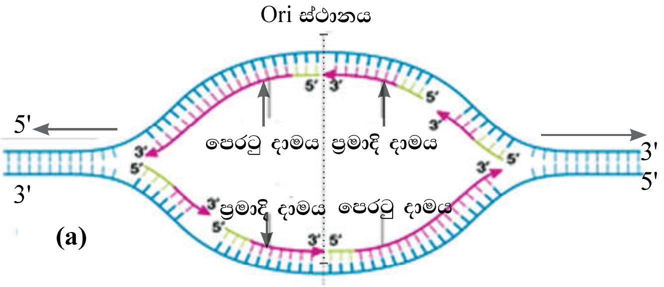
පළමුව තදින් ඇසිරුණු DNA ඉහිල් විය යුතු ය (ප්‍රාග් න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ අතිවලිත දඟර DNA හා සුන්‍යෂ්ටිකයන්ගේ ක්‍රොමැටින්). එවිට DNA ප්‍රතිවලිතය ආරම්භ කරන ස්ථානයට ප්‍රතිවලිතයේ යන්ත්‍රයට ප්‍රවේෂ විය හැකි ය.

ද්විත්ව හෙලික්සය වෙන් වීම "ප්‍රතිවලිත ආරම්භය" අසල දී සිදු වේ. Ori හෙවත් ප්‍රතිවලිත ආරම්භය යනු DNA ප්‍රතිවලිතය ආරම්භ කරන ප්‍රෝටීන බැඳෙන විශිෂ්ට DNA අනුක්‍රමයයි. එයින් ආරම්භ වී සම්පූර්ණ චක්‍රීය DNA අණුව දෙදිශාවට ම ප්‍රතිවලිත වේ. නව DNA දාමය සංශ්ලේෂණය කරන එන්සයිමවලට එක් දිශාවකට පමණක් (5 සිට 3^1 දිශාවට) චලනය විය හැකි බැවින් නව දාමවලින් එකක් අඛණ්ඩව සංශ්ලේෂණය වන අතර, අනෙක කුඩා ඛණ්ඩවලින් සංශ්ලේෂණය වේ.

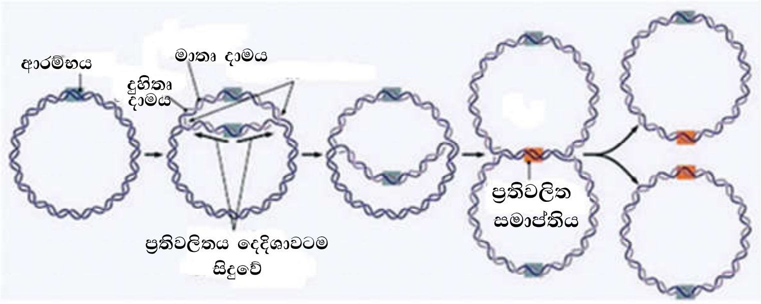
අඛණ්ඩ සංශ්ලේෂණය වන දාමය පෙරටු දාමය ද (leading strand), ඛණ්ඩ ලෙස සංශ්ලේෂණය වන දාමය ප්‍රමාදී දාමය (lagging strand) ද ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රමාදී දාමයේ කුඩා ඛණ්ඩ ඔකසාකි ඛණ්ඩ ලෙස හැඳින්වේ. විශාල DNA අණුවක ප්‍රතිවලිතය Ori ගණනාවකින් ඇරඹී එම ක්‍රියාවලි-යේ වේගය වැඩි කළ හැකි ය.



රූපය 7.7 **: DNA අණුවක 5' පොස්ෆේට සහ 3' - OH**



(a)



(b)

රූපය 7.8 **:** **(a)** DNA ප්‍රතිවලිතයේ තොරතුරු **(b)** කුඩා චක්‍රිය DNA අණුවක ප්‍රතිවලිතය

DNA ප්‍රතිවලිත යන්ත්‍රයට බලපාන ප්‍රධාන එන්සයිම හා අනෙකුත් ප්‍රෝටීන හා ඒවායේ කෘත්‍යඃ

ප්‍රෝටීන හා එන්සයිම වර්ග ගණනාවක් DNA ප්‍රතිවලිතයට අවශ්‍ය වෙයි. ඒවා ප්‍රතිවලිත ආරම්භ වන ස්ථානයේ දී රැස් වේ.

ප්‍රධාන එන්සයිම වන්නේ හෙලිකේස්, ටොපොඅයිසොමරේස්, ප්‍රයිමේස්, DNA පොලිමරේස් හා DNA ලයිගේස්ය වෙනත් ප්‍රෝටීන කිහිපයක් ද ප්‍රතිවලිත යන්ත්‍රණයට දායක වෙයි.
උදාඃ තනි දාම බන්ධක ප්‍රෝටීන (SSB)

හේලිකේස් (Helicase)

මේ එන්සයිම මඟින් ATP ලෙස ශක්තිය වැය කරමින් DNA ද්විත්ව දාමයේ දඟර ලිහමින් DNA අණුවේ දාම දෙක එකිනෙකින් වෙන් කරයි. DNA ද්විත්වදාමයේ අනුපූරක භස්ම යුගල අතර පැවති H බන්ධන බිඳ හෙළමින් මෙය සිදු කරයි. නව DNA සංශ්ලේෂණය/ ප්‍රතිවලිතය සඳහා අච්චුව ලෙස ක්‍රියා කිරීමට හැකි වන පරිදි තනි පට DNA දාම නිරාවරණය සඳහා මෙය වැදගත් වේ.

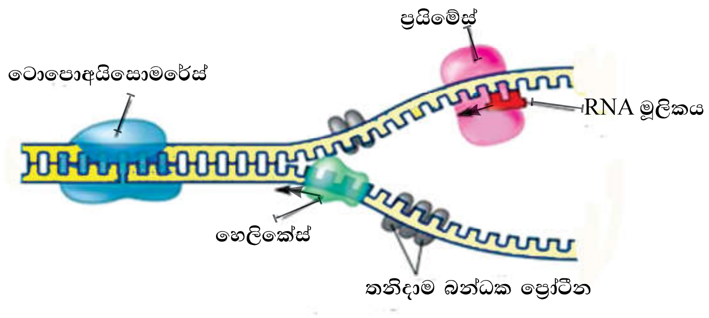
ටොපොඅයිසොමරේස් (Topoisomerase)
මේ එන්සයිමය DNA සංශ්ලේශණය වන දිශාවට ඉදිරියෙන් ක්‍රියා කරයි. DNA දාමයේ එක් ස්ථානයක ඇඹරුම් ලිහන විට, අනෙක් ස්ථාන තවදුරටත් ඇඹරීමට හා ආතතියට ලක් වෙයි. ටොපොඅයිසොමරේස් එන්සයිම මඟින්, එක් DNA දාමයක හෝ දාම දෙකෙහි ම හෝ කැඩීම් (breaks) සිදු කර එම ආතතිය සමනය සඳහා ඇඹරීමට සලස්වා ඉන් අනතුරුව ඒ කැපූ කෙළවර නැවත මුද්‍රා තැබීම සිදු කරයි.

තනිදාම බන්ධක ප්‍රෝටීන (SSB) - මේ ප්‍රෝටීන නිරාවරණය වූ තනිදාම DNAවලට බැඳී වෙන් වූ DNA දාම යළි යුගලනය වැළැක්වීම සහ ස්ථාවර කිරීම සිදු කරයි. එම දාම දෙක යළි යුගලනය වුව හොත් ඒවාට නව DNA සංශ්ලේෂණයට අච්චුවක් ලෙස ක්‍රියා කළ නොහැකි වේ.

ප්‍රයිමේස් (Primase)

DNA අච්චුව මත නව DNA දාමයක් සංශ්ලේෂණයේ දී, අනුපූරක ඩිඔක්සිරයිබො නියුක්ලියොටයිඩ නිවැරදි අනුපිළිවෙළින් එකකට පසු එකක් වන පරිදි එක් කළ යුතු ය. මේ කාර්ය සිදු කරනු ලබන්නේ DNA පොලිමරේස් මගිනි. එහෙත් DNA පොලිමරේස්වලට නියුක්ලියොටයිඩ සම්බන්ධ කළ හැක්කේ, දැනටමත් පවතින න්‍යෂ්ටික අම්ල දාම කොටසක 3` අන්තයටයි.

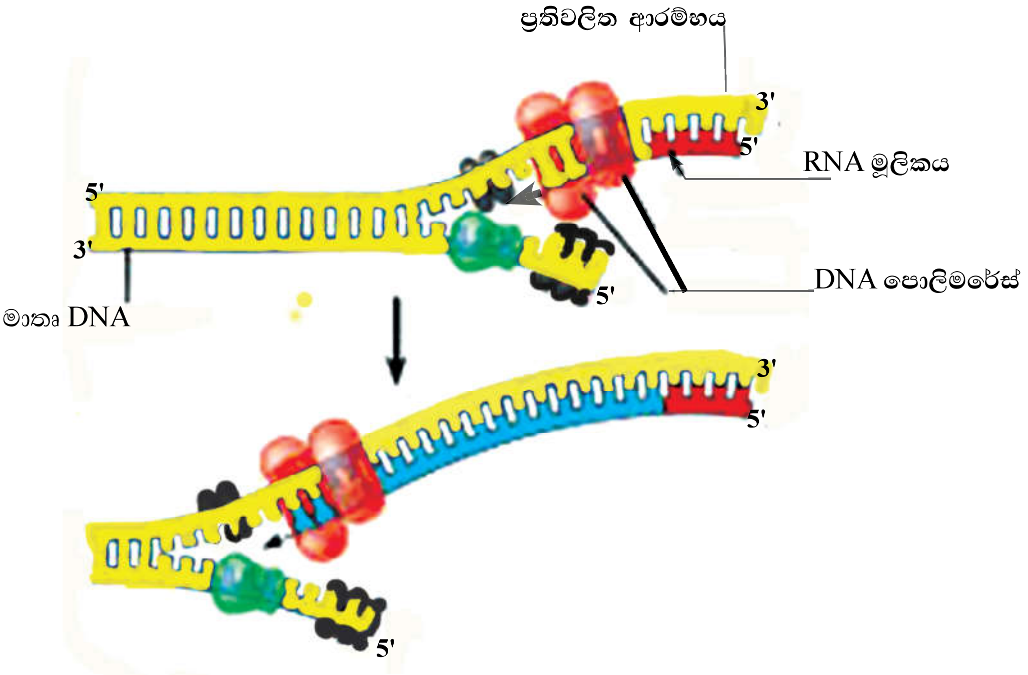
මේ නිසා ප්‍රතිවලිතය ඇරඹීම සඳහා න්‍යෂ්ටික අම්ල දාමයක කුඩා කොටසක් ප්‍රමාණවත් වන අතර එය මූලිකය/Primer ලෙස නම් කරයි. ප්‍රයිමේස් යනු RNA පොලිමරේස් වර්ගයක් වන අතර, මේ මගින් DNA අච්චුව මතට රයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ එක්කරමින් RNA සංශ්ලේෂණය ආරම්භ කරයි. ප්‍රයිමේස් කෙටි RNA මූලිකයක් DNA අච්චුව මතට එක් කරමින් DNA -RNA දෙමුහුමක් සාදමින් DNA පොලිමරේස්වල ක්‍රියාව පහසු කරයි (රූපය 7.9)



රූපය 7.9 : ප්‍රතිවලිත බුබුල සාදමින් ප්‍රතිවලිත ආරම්භය අසල ද්විත්ව දාම (ds) DNA ප්‍රතිවලිතය

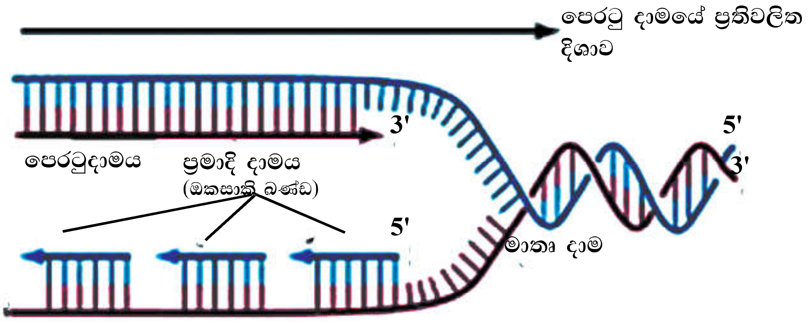
DNA පොලිමරේස

DNA පොලිමරේස වර්ග කිහිපයකි. ඉන් එක DNA පොලිමරේස් ආකාරයක් මූලිකයේ 3' අන්තයට ඩිඔක්සිරයිබොනියුක්ලියොටයිඩ එක් කරමින් DNA බහු අවයවීකරණය ආරම්භ කිරීම හා DNA අච්චුවට අනුපූරක හස්ම සහිත ඩිඔක්සිරයිබොනියුක්ලියොටයිඩ එක් කරමින් නව DNA දාමය 5' සිට 3' අන්තයට දික් වන ලෙස බහුඅවයවීකරණය පවත්වා ගෙන යයි (රූපය 7.10).



රූපය 7.10 : **RNA** මූලිකයේ 3' අන්තයෙන් ආරම්භ වී **DNA** පොලිමරේස් මගින් නව **DNA** දාමය දිගු කිරීම

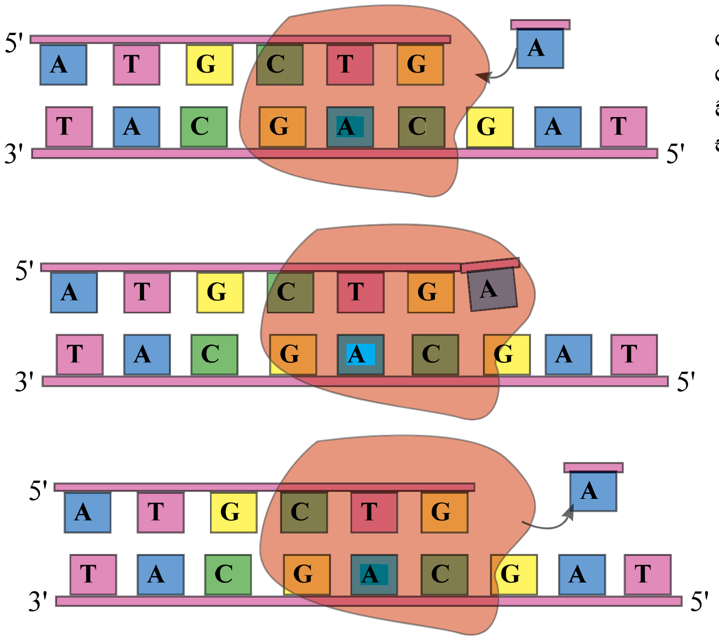
මාතෘ DNA දාමයේ නියුක්ලියොටයිඩ අනුක්‍රමයට අනුව වර්ධනය වන දාමයට නිවැරදි අනුපූරක නියුක්ලියොටයිඩ එකතු කිරීමේ දී DNA පොලිමරේස් බොහෝදුරට 100%ක් ම දෝෂ රහිත ය. කෙසේ වුව ද එකතු කරන නියුක්ලියොටයිඩ 10^5 කට එක් දෝෂයක් සිදු විය හැකි ය. DNA පොලිමරේස්වලට සෝදුපත් කියවීමේ යන්ත්‍රණයක් ඇති බැවින් තම වැරදි නිවැරදි කරගත හැකි අතර දෝශ ශීඝ්‍රතාව 10^{10} ට එකක් දක්වා 100,000 වාරයකින් අඩු කළ හැකි ය.



රූපය 7.11 : **DNA** අණුවේ ප්‍රතිසමාන්තර ස්වභාවයේ ගැටලුව **DNA** පොලිමරේස් මගින් විසඳන අන්දම

එබැවින්, සෑදෙන නව දුහිතෘ DNA අණු, මාතෘ DNA අණුවලට සර්වසම වන අතර, නව දුහිතෘ අණු එකිනෙකට ද සමාන ය.

වර්ධනය වන DNA දාමයට වැරදි නියුක්ලියෝටයිඩයක් DNA පොලිමරේස් මගින් එකතු වුව හොත්, ඒ DNA පොලිමරේස් මගින් මේ වැරදි ගැළපීම හඳුනා ගෙන, ඊළඟ නියුක්ලියොටයිඩය එක් කිරීම නවතා වැරදි නියුක්ලියොටයිඩය බහිෂ් නියුක්ලියේස් ක්‍රියාකාරීත්වය මගින් ඉවත් කරයි. ඉන්පසු පොලිමරේස් ක්‍රියාකාරිත්වය අඛණ්ඩව පවත්වා ගෙන යෑම සිදු කරයි. මෙය DNA පොලිමරේස්වල සෝදුපත් කියවීමේ ක්‍රියාකාරිත්වය ලෙස හඳුන්වයි.

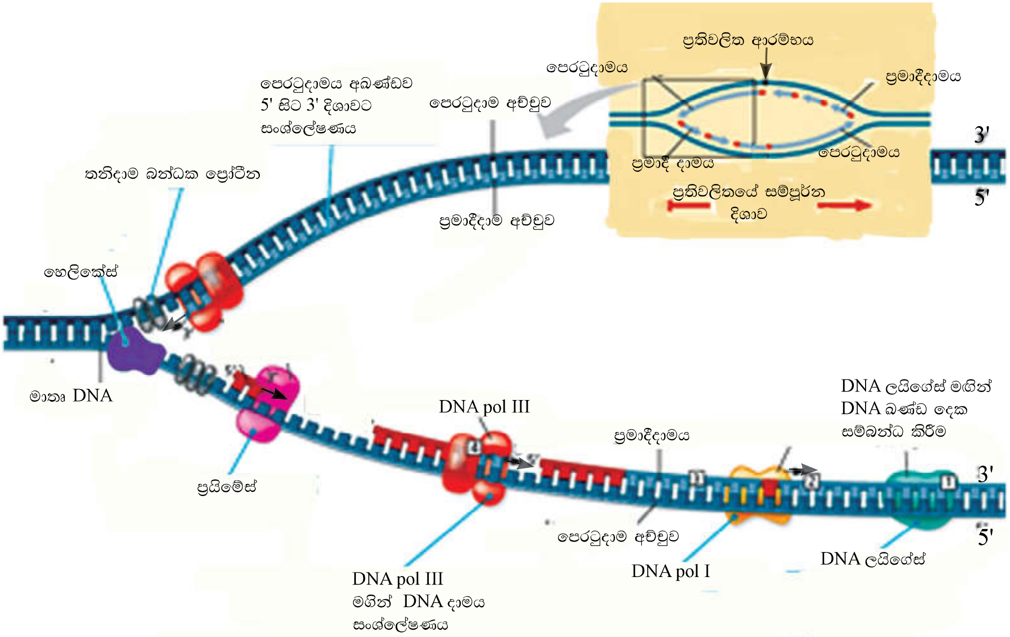


රූපය 7.12 **: DNA පොලිමරේස්වල සෝදුපත් කියවීමේ ක්‍රියාකාරීත්වය**

වෙනත් DNA පොලමරේස් ආකාරයක් මගින් DNA - RNA දෙමුහුම් හඳුනා ගෙන, රයිබො නියුක්ලියොටයිඩ ඉවත් කරමින් ඩිඔක්සිරයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ මගින් ප්‍රතිස්ථාපනය කරමින් , RNA මූලිකය DNA මගින් ආදේශ කරවයි. දැන් DNA ඛණ්ඩය සම්පූර්ණ නමුත් ඔකසාකි ඛණ්ඩවල අන්ත නිවැරදි කිරිමට DNA පොලිමරේස්වලට හැකියාවක් නැත. එහි ප්‍රතිඵලය ලෙස හිදැසක් ඇති වේ.

DNA ලයිගේස් (DNA ligase)

DNA සංශ්ලේෂණයේ දී, අලුතින් සංශ්ලේෂණය වූ යාබද DNA ඛණ්ඩ යා කරමින් පොස්පොඩයිස්ටර් බන්ධන සෑදීම මගින් සම්පූර්ණ දාමයක් සාදන්නේ DNA ලයිගේස් මගිනි. එය අලුතින් සංශ්ලේෂණය වූ DNA දාමයේ හිදැස් මුද්‍රා තබයි.



රූපය 7.13 **: DNA ප්‍රතිවලිතයේ සමස්ත ක්‍රියාදාමය**

DNA ප්‍රතිවලිතයේ සමස්ත ක්‍රියාදාමය

- තදින් එතී ඇති DNA ඉහිල් වීම
- DNA ද්විත්ව දාමයේ ඇඹරුම් ඉවත් කිරීම
- තනි දාම DNA ස්ථායි වීම
- RNA මූලිකය මගින් DNA සංශ්ලේෂණය ආරම්භ කිරීම
- නව DNA දාම දිගුවීම සිදු වීම - පෙරටු දාමය සන්තතික
- - ප්‍රමාදි දාමය අසන්තතික
- RNA මූලිකය ඉවත් කිරීම හා RNA (රයිබොනියුක්ලියොටයිඩ) DNA (ඩිඔක්සිරයිබොනියුක්ලියොටයිඩ) මගින් ප්‍රතිස්ථාපනය වීම
- යාබද නියුක්ලියොටයිඩ අතර හිදැස් මුද්‍රා තැබීම

ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික හා සූන්‍යෂ්ටික DNA ප්‍රතිවලිතයේ සමානතා හා වෙනස්කම්

ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ DNA ප්‍රතිවලිතයේ ලක්ෂණ බොහොමයක්, සූන්‍යෂ්ටික DNA ප්‍රතිවලිතයේ දී ද දක්නට ලැබේ. ද්විත්ව දාම DNA දඟර ලිහීමට හෙලිකේස් භාවිත කරන අතර බහුඅවයවීකරණ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන්නේ DNA පොලිමරේස එන්සයිමය භාවිතයෙනි. ආකාර දෙකෙහි ම දීම ප්‍රතිවලිතය ආරම්භ වන්නේ, විශිෂ්ට අනුක්‍රම (ප්‍රතිවලිතය ආරම්භය-Ori) වලිනි. ඇසිරුණු DNA, ටොපොඅයිසෝමරේස මගින් ඉහිල් වේ. ප්‍රතිවලිතය එකම ආකාරයටම සිදු වේ. එනිසා පෙරටු හා ප්‍රමාදී දාම ඇත. RNA මූලික සෑදීම හා ප්‍රතිස්ථාපනය සිදු වේ. ලයිගේස් මගින් හිදැස් මුද්‍රා තබයි. මේ ක්‍රියාවලිය මතු පිටින් සමාන සේ පෙනුණ ද සැලකිය යුතු වෙනස්කම් ද ඇත. සූන්‍යෂ්ටික වර්ණදේහයක DNA අණුවේ තරම බැක්ටීරියාවක චක්‍රීය DNA අණුවට වඩා බෙහෙවින් විශාල ය. එනිසා ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ට සාමාන්‍යයෙන් Ori එකක් ඇති අතර, සූන්‍යෂ්ටිකයන්ගේ වර්ණදේහයක Ori ගණනාවක් ඇත. ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික හා සූන්‍යෂ්ටිකයන්ට DNA පොලිමරේස් ඒවායේ ව්‍යුහයෙන් වෙනස් ය. එහෙත් සමාන කෘත්‍ය ඉටු කරයි. ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික DNA ප්‍රතිවලිතය අඛණ්ඩව සිදු වුව ද සූන්‍යෂ්ටිකයන්ගේ එය සෛල චක්‍රයේ S කලාවේ දී පමණක් සිදු වේ.

DNA පිළිසකර කිරීම හා එහි වැදගත්කම

ඇතැම් රසායනික හා භෞතික කාරක මගින් DNA වලට හානි වීම් සිදු වේ. ඒවා මගින් DNA ද්විත්ව හේලික්සයේ **වැරදි ගැළපීම්** ඇති කරන අතර, ඒවා DNA අනුක්‍රමයේ ස්ථිර වෙනස්වීම්-වලට මග පාදයි. සෝදුපත් කියවීමේ දී හඳුනා නොගත් DNA ප්‍රතිවලිතයේ දෝෂ මගින් ද මෙය සිදු විය හැකි ය. ඒවා විකෘති නම් වේ.

- විකෘතියක් හෝ විකෘති එකතුවක් මගින් සෛලයක්, සෝපද්‍රව (malignant) තත්ත්වයට පත් විය හැකි අතර ඒ හේතුවෙන් පිළිකා හට ගත හැකි ය.

- එමෙන් ම විකෘති නිසා රූපාණුදර්ශය වෙනස් වෙයි. ඒවා බොහෝ විට මාරක වන අතර නැතහොත් අවම වශයෙන් අහිතකර රූපාණුදර්ශ ඇති කරයි.

- ජන්මාණු නිපදවන සෛල තුළ විකෘති හට ගත හොත්, ඒවා ඊළඟ පරම්පරාවට ආවේණිගත වීමෙන්, ප්‍රජනිතය අතර ප්‍රභේදන හට ගන්වයි.

එබඳු නියුක්ලියෝඩයිඩ නොගැළපීමක් තිබීමෙන් ද්විත්ව හේලික්සයේ හැඩය වෙනස් විය හැකි ය. උදා : UV විකිරණ මගින් යාබද තයිමීන් භස්ම දෙකක් සහ සංයුජව සම්බන්ධ කරවීමෙන් DNA අණුවේ හැඩය වෙනස් කරයි. මේ හේතුව නිසා, ප්‍රතිවලිතයෙන් ඇතිවන DNA පිටපත් දෙකෙන් එකක භස්ම අනුක්‍රමය ස්ථිරව වෙනස් වීමෙන් විකෘති හට ගනී.

සාමාන්‍යයෙන් මෙවැනි වෙනස් වූ ස්ථාන DNA පිළිසකර කිරීමේ යන්ත්‍රණයේ දී හඳුනා ගෙන එය ස්ථිර වීමට පෙර නිවැරදි කිරීමෙන් විකෘති එක්රැස් වීමේ අවදානම අඩු කරයි. DNA පිළිසකර කිරීම ජීවියකුගේ පැවැත්මට වැදගත් වන අතර, ඊට අදාළ එන්සයිම විශාල සංඛ්‍යාවක් විවිධ ජීවීන් තුළ අන්තර්ගත ය.

හානි වුණ DNA දාමවල පවතින, නොගැළපෙන නියුක්ලියොටයිඩ අනුක්‍රම කපා දමා නව නිවැරදි නියුක්ලියොටයිඩ මඟින් ප්‍රතිස්ථාපනය කිරීමේ හැකියාව ඇතැම් එන්සයිම සතු ය. නියුක්ලියොටයිඩ කැපීම (ඡේදනය/බහිෂ්කාරකය) නියුක්ලියේස එන්සයිම මගින් සිදු කරන අතර, නිවැරදි දාමය අච්චුව ලෙස භාවිත කර හිදැස් සම්පූර්ණ කිරීම DNA පොලිමරේස වර්ගයක් මඟින් සිදු කරයි. මෙය නියුක්ලියොටයිඩ බහිෂ්කාර පිළිසකර කිරීම ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. පොස්පොඩයිඑස්ටර බන්ධන සෑදමින් හිදැස් මුද්‍රා තැබීම ලයිගේස් මඟින් සිදු කරයි.

ජාන සහ ඒවා ක්‍රියා කරන ආකාරය

ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික හා සූන්‍යෂ්ටික ජානවල ස්වභාවය

1860 දී ග්‍රෙගර් මෙන්ඩල් ආවේණිය පිළිබඳ ඔහුගේ නියම ඉදිරිපත් කරන විට, රූපාණුදර්ශීයව ප්‍රකාශ වන ලක්ෂණ පාලනය කිරීම සහ ඒවා පරම්පරාවෙන් පරම්පරාවට සම්ප්‍රේෂණය පැහැදිලි කිරීමට ආවේණික සාධක නම් පදය භාවිත කරන ලදි. ඒ කාලයේ දී ඒවා පරිකල්පනික ඒකක වූ අතර සෛලීය ව්‍යූහය තුළ ඒවා පිහිටි ස්ථානය දැන සිටියේ නැත.

අද වන විට මේ ආවේණියේ භෞතික සහ කෘත්‍යමය ඒකක ජාන ලෙස හඳුනා ගෙන ඇති අතර, ඒවා වර්ණදේහ මත විභින්න (discrete) ඒකක ලෙස පිහිටයි.

සෛල විද්‍යාවේ වැඩිදියුණුව සහ අනූනනය සහ ඌනනයේ දී වර්ණදේහවල හැසිරීම නිරීක්ෂණ හැකියාව සමඟින් මේ අනාවරණය ආරම්භ විණි.

ජානය
ආවේණියේ මූලික භෞතික
හා කෘත්‍යමය ඒකකය ජානයයි.
වර්ණදේහයක විශිෂ්ට ස්ථානයක් මත
වූ DNA ඛණ්ඩයකින් ජානයක් සෑදී
ඇත. එය මඟින් RNA අනුක්‍රමයක්
විශේෂයෙන් දක්වයි.
(Specifies)

වර්ණදේහවල හැසිරීම සහ මෙන්ඩලීය ප්‍රවේණි සාධකවල හැසිරීම එක ම රටාව පෙන්නුම් කරයි.

සූන්‍යෂ්ටිකයන්ගේ වර්ණදේහ ද්විගුණ දෛහික සෛල තුළ යුගල් වශයෙන් පවතින අතර, එනිසා ජාන ද යුගල් ලෙස පවතී.

මවුපිය දෙදෙනාගෙන් පැමිණෙන වර්ණදේහ යුගලක සමාන ජාන අඩංගු වන අතර, ඒවා සමජාත වර්ණදේහ ලෙස හැඳින්වේ.

සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ එක් එක් සෛලය තුළ එක් වර්ණදේහයක් බැගින් ඇත. එනිසා ඒකගුණ ලෙස සැලකිය හැකි ය.

- ⋆ ජානයක් වර්ණදේහය මත පිහිටා ඇති ස්ථානය ජාන පථයයි.
- ⋆ වෙනස් වර්ණදේහ මත එකම ජාන පථයක පිහිටා ඇති ජානයක වෙනස් විකල්ප ස්වරූප ජානයේ ඇලීල නම් වේ.

ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ ජාන, වලයාකාර DNA අණුවේ පථවල විභින්න (discrete) DNA ඛණ්ඩ ලෙස තැන්පත් වී ඇත.

ජෛව රසායනික මාර්ගයක පියවර ගණනාවක් ඇති අතර එක් එක් පියවර ජානයක් මඟින් පාලනය වේ. එනිසා කිසියම් රූපාණුදර්ශයක් පාලනයට ජාන රැසක් සහභාගි වේ.

සූන්‍යෂ්ටිකයන්ගේ, ඒ ජාන වර්ණදේහ කිහිපයක් අතරේ විසිර ඇති අතර ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ ඒවා වර්ණදේහයේ එකම ප්‍රදේශයක එකක් පසුපස එකක් සමූහ (පොකුරු) ලෙස සැකසී ඇත. ඒ සමූහ, තනි පාලක ප්‍රදේශයක් මඟින් එක්ව ප්‍රකාශනය වන අතර එක mRNA අණුවක් බවට ප්‍රතිලේඛනගත වේ. ඒ mRNA අණු වෙනස් පෙප්ටයිඩ කිහිපයක් බවට පරිවර්තනය වනු ඇත.

ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ මේ සංවිධානය වූ ජාන සමූහ ඔපෙරෝන ලෙස හැඳින්වේ.

★ ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ වර්ණදේහයේ සියලු DNA ඛණ්ඩ ක්‍රියාකාරි ය. (mRNA බවට පිටපත් වේ / පාලන ප්‍රදේශ ලෙස ක්‍රියා කරයි). සුන්‍යෂ්ටිකයන්ගේ DNAවල විශාල අනුපාතයකට හඳුනා ගත හැකි කෘත්‍යයක් නැත.

- ජාන අතර පිහිටි එබඳු DNA ඛණ්ඩ අන්තර්ජාන (intergenic) DNA ලෙස හැඳින්වේ.
- ජාන තුළ පිහිටි සමහර DNA අණුක්‍රම ප්‍රතිලේඛන ගත වුව ද පොලිපෙප්ටයිඩ බවට පරිවර්තනය නොවේ. එයින් අදහස් වන්නේ ජාන පිටපතක කේතනය වන අනුක්‍රම මෙන් ම නිර්කේත අනුක්‍රම ද ඇති බවයි. ජානයක් තුළ ඇති නිර්කේත අනුක්‍රම ඉන්ට්‍රෝන ලෙස ද පොලිපෙප්ටයිඩයක් සඳහා කේත සපයන අනුක්‍රම එක්සෝන ලෙස ද හැඳින්වේ.

ඔපෙරෝන

තනි ප්‍රතිලේඛන ඒකකයක් ලෙස ක්‍රියා කරන ජාන කාණ්ඩයකි. එය පාලක ප්‍රදේශයක් (ක්‍රියාකරු- operator; ප්‍රාරම්භකය -promotor) සහ එක mRNA අණුවක් බවට ප්‍රතිලේඛනගත වන ව්‍යුහමය ජානවලින් සමන්විත ය. පෙප්ටයිඩ කිහිපයක් සඳහා කේතනය වේ.

ඒ අනුව සුන්‍යෂ්ටික ප්‍රතිලේඛය (ජාන පිටපතක) ඉන්ට්‍රෝන මෙන් ම එක්සෝන ද ඇත. ප්‍රතිලේඛය යනු Pre - mRNA වන අතර, එය සැකසීමකට ලක් වී, එහි දී ඉන්ට්‍රෝන ඉවත් කර, එක්සෝන යා කර mRNA නිපදවා ගනී.

ආවේණියේ වර්ණදේහවාදය

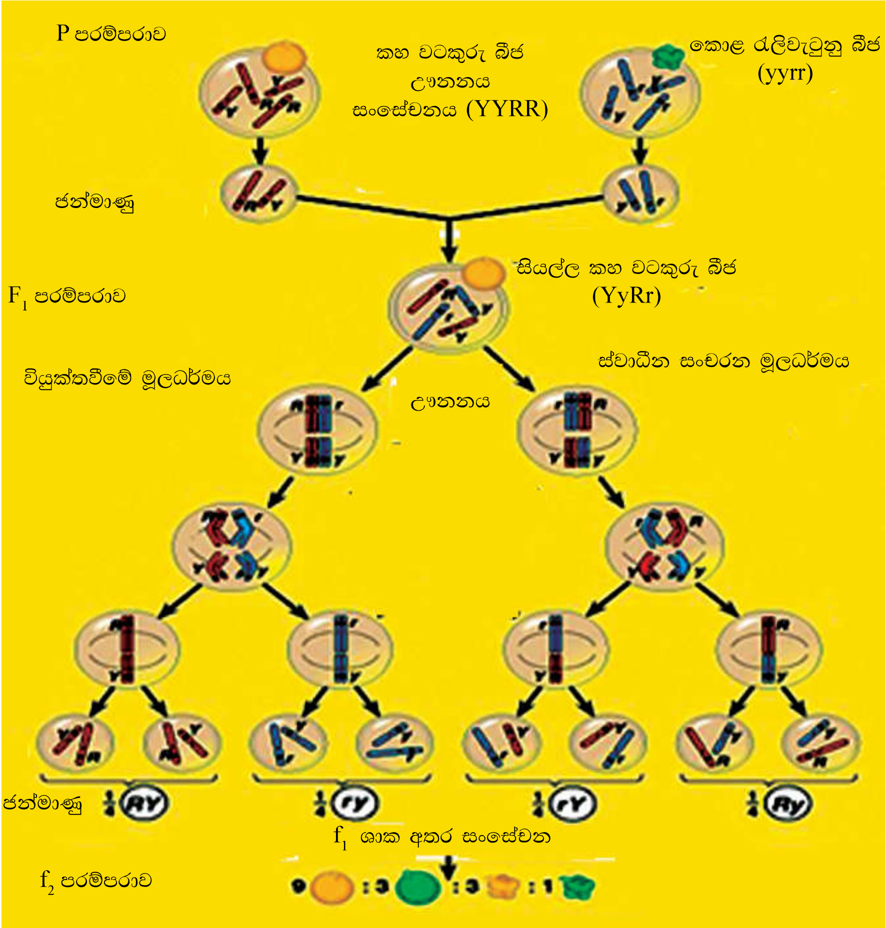
7.14 රූපසටහන මඟින් මෙන්ඩලීය ආවේණික සාධක හා ජාන හැසිරීමේ සමාන්තර බව සහ ඒවායේ ඇලීල වර්ණදේහ මත පිහිටා ඇති ආකාරය දක්වයි.

ප්‍රවේණික අධ්‍යයනවලින් රැස් කළ තොරතුරු විද්‍යාඥයන් විසින් සටහන් කර ගත් අතර, ඔවුන් කිහිප දෙනක් විසින් ස්වාධීන ව ප්‍රවේණිය පිළිබඳ වර්ණදේහවාදය ගොඩනගන ලදි.

මෙන්ඩලීය ප්‍රවේණික සාධක හෝ ජාන වර්ණදේහ මත විශිෂ්ට පථයක පිහිටයි. එනිසා වර්ණදේහ සහ ඒවා මත ඇති ජාන ද්විගුණ සෛලවල යුගල ලෙස පවතී.

යෝගකලාව I හි දී සමජාත වර්ණදේහ අහඹු ලෙස යුගල වන අතර, එනිසා ස්වාධීන සංරචනයක් ද සිදු වේ (එනම් මාතෘ හා පිතෘ වර්ණදේහ සැකසීමේ ක්‍රමවත් බවක් නැත).

වියෝගකලාව Iහි දී, ස්වාධීනව සංරචනය වන සමජාත වර්ණදේහ වෙන් වී, වර්ණදේහ සංඛ්‍යාව හරි අඩකට අඩු වේ. මෙය වියුක්තියයි. වර්ණදේහවල ස්වාධීන සංරචනය සහ වියුක්තිය සමග සමජාත නොවන වර්ණදේහවල ජානවල



රූපය 7.14: මෙන්ඩල් නියමවල වර්ණදේහ පදනම- ඌනනයේදී සමජාත වර්ණදේහවල ජානවල ඇලීල හැසිරෙන ආකාරය

ඇලීල වෙනස් සංකලනවලින් යෝගකලාව Iහි දී ස්වාධීනව සංරචනය වේ. විවිධ ඇලීල සංකලන සමාන අනුපාතවලින් දරන ඒකගුණ සෛල හතරක් සෑදීම සඳහා වියෝග කලාවI සම්පූර්ණ වීමෙන් පසු ඇලීල වියුක්ත වේ.

F_1 අභඹු මුහුම් කිරීමෙන් පසු ලැබුණු F_2 පරම්පරාවේ මෙන්ඩල් නිරීක්ෂණය කළ රූපාණුදර්ශ අනුපාත ඒ හේතු දැක්වීම මගින් ම පැහැදිලි කළ හැකිය.

ජාන ප්‍රකාශනය

ජානයක් කාර්යයෙහි යෙදෙන විට ජාන මඟින් ලක්ෂණ පාලනය කරන අතර, එවිට ජාන ප්‍රකාශ වන බව පැවසේ.

ජාන ප්‍රකාශය යනු, ජාන තුළ ගබඩා වී ඇති තොරතුරු කෘත්‍යානුගත (functional gene product) ජාන නිපැයුමක් සෑදීමට භාවිත වන ක්‍රියාවලියයි.

- ජානයක අවසන් නිෂ්පාදිතය / ඵලය සාමාන්‍යයෙන් පොලිපෙප්ටයිඩයක් වන අතර, එය සුදුසු විකරණවලට පසුව ප්‍රෝටීනයක් බවට පත් වේ.
- කෙසේ වුව ද RNA වර්ග කිහිපයක් ද ජානයක අවසන් නිෂ්පාදිතය/ ඵලය ලෙස ක්‍රියා කරයි.

උදා: රයිබොසෝමීය RNA (rRNA) සහ සංක්‍රාමී RNA (tRNA) එබඳු සෘජු කෘත්‍ය සහිත RNA වර්ගය.

ජාන මඟින් ලක්ෂණ පාලනය වන්නේ කෙසේ ද යන්න පරීක්ෂා කිරීමේ දී අනාවරණය වූයේ (ප්‍රථම යෝජනාව 1902 දී ආචිබෝල්ඩ් ගැරඩ් විසින් ඉදිරිපත් කරන ලදි.) ආවේණික රෝගවලට හේතු වන්නේ පරිවෘත්තියේ සහජ දෝෂවල ප්‍රතිඵලයක් ලෙස, අදාළ එන්සයිම නිපදවීමේ නොහැකියාව බවයි.

උදා: ඇල්කැප්ටොනියුරියා (Alkaptonuria) ලෙස හඳුන්වන ආවේණික රෝග තත්ත්වයේ රෝග ලක්ෂණ ඇති වන්නේ ඇල්කැප්ටෝන් රසායනිකය පරිවෘත්තියට ලක් කරන පරිවෘත්තීය එන්සයිම සෑදීමට අසමත් වීමෙනි. රෝගීන්ගේ මූත්‍රවල ඇල්කැප්ටෝන් ඉතිරි වන අතර, එය ඔක්සිකරණය මගින් මූත්‍ර කළු පැහැ ගැන්වේ.

ජාන ප්‍රකාශනය ආරම්භ වන්නේ, DNA ඛණ්ඩයක හෝ ජානයක ගබඩා වී ඇති තොරතුරු RNA අනුක්‍රමයක් බවට පිටපත් වීමෙනි. පොලිපෙප්ටයිඩ සංශ්ලේෂණයේ දී ජානය පොලිපෙප්ටයිඩය බවට ඍජුව පරිවර්තනය නොවන අතර, DNAහි පණිවිඩය පොලිපෙප්ටයිඩයෙහි පණිවුඩය වෙත යැවීමට RNA අණුවක් සහභාගි වේ. DNA සිට පොලිපෙප්ටයිඩයට තොරතුරු සන්නිවේදනය කරන පණිවිඩකරුවකු ලෙස RNA අණුව ක්‍රියා කරන බැවින් එය mRNA/ පණිවිඩකාර RNA ලෙස හැඳින්වේ.

පොලිපෙප්ටයිඩයක් සංශ්ලේෂණයේ පියවර 2කි.

1. ප්‍රතිලේඛනය - DNAහි අනුක්‍රමය mRNA තුළට පිටපත් කිරීම
2. පරිවර්තනය - mRNAහි තොරතුරු ඇමයිනෝ අම්ල අනුක්‍රමයක් බවට පරිවර්තනය

DNA දාමය අනුපූරක mRNA දාමයක් සෑදීමට අච්චුව ලෙස ක්‍රියා කිරීම නිසා ප්‍රතිලේඛනය, ප්‍රතිවලිතයට සමාන වේ.

ප්‍රතිලේඛනයේ වෙනස වන්නේ

- පිටපත mRNA අණුවක් වීම.
- එක් DNA දාමයක් පමණක් පිටපත් වීම.

බහුඅවයවීකරණය උත්ප්‍රේරණය කරන ප්‍රධාන එන්සයිමය RNA පොලිමරේස් වේ. මෙහි දී සැදෙන්නේ mRNA ය. මන්ද එය ජානයේ ගබඩා වී තිබූ පණිවිඩය, පොලිපෙප්ටයිඩ දාමය සැබවින් ම එකලස් කරනු ලබන ස්ථානයට සම්ප්‍රේෂණය කරන බැවිනි.

RNAහි වූ පණිවිඩය ඇමයිනෝ අම්ල අනුක්‍රමයක් බවට පරිවර්තනය වේ. මේ ක්‍රියාවලිය සයිටොසොලය තුළ වූ රයිබොසෝම ආශ්‍රිතව සිදු වේ.

mRNAට අමතරව සෙසු RNA වර්ග සහ එන්සයිම ද පොලිපෙප්ටයිඩ සංශ්ලේෂණයට සහභාගි වේ. ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ සහ සූන්‍යෂ්ටිකයන්ගේ පොලිපෙප්ටයිඩ සංශ්ලේෂණ ක්‍රියාවලියේ මූලික යන්ත්‍රණය වැදගත් වෙනස්කම් කිහිපයක් හැරුණු විට සමාන වේ.

ජාන කේතය (ප්‍රවේණික කේතය)

ප්‍රතිලේඛනයේ දී DNA අච්චුවේ එක් එක් අක්ෂරය mRNA හි අනුරූපි අක්ෂරය බවට පිටපත් වේ. mRNA අච්චුවට අනුපූරක බැවින්, එය අනෙක් DNA දාමයේ පිටපතකි. එය සරල, එකින් එක පිටපත් කිරීමක් ලෙස දිස් වේ.

අනෙක් අතට නියුක්ලික් අම්ල භාෂාවේ අක්ෂර හතරකි (නියුක්ලියෝටයිඩ). ප්‍රෝටීන භාෂාවේ අක්ෂර 20කි (ඇමයිනෝ අම්ල). ඇමයිනෝ අම්ල බවට එක් එක් නියුක්ලියෝටයිඩය පරිවර්තනය වුව හොත් ඇමයිනෝ අම්ල 4කට පමණක් කේතනය හෝ විශේෂණය කළ හැකි ය.

ඒ නිසා එක් ඇමයිනෝ අම්ලයක් කේතනයට නියුක්ලියෝටයිඩ සංකලනයක් අවශ්‍ය වේ.

ඇමයිනෝ අම්ල කේතනය වන්නේ නියුක්ලියෝටයිඩ භස්ම ත්‍රිත්වවලින් බව සහ ප්‍රෝටීන සංශ්ලේෂණය ත්‍රිත්ව කේතය පදනම් වන බව පරීක්ෂණවලින් තහවුරු කර ඇත. එබැවින් ප්‍රවේණික කේතය යනු ත්‍රිත්ව කේතයකි. අක්ෂර තුනක සංකලන හෝ ත්‍රිත්ව සැලකූ විට $4^3 = 64$ සම්භාවිතාවක් එහි ඇත.

- අක්ෂර තුනේ වචන හෝ ත්‍රිත්ව එකක් පසුපස එකක් කියවන බැවින් එය අතිපිහිත නොවන කේතයකි.
- සියලු වචන අකුරු තුනකින් සමන්විත බැවින්, වචන සීමා කිරීමට අවකාශ (space) අවශ්‍ය නැත.

අතිපිහිත නොවන අකුරු තුනේ වචන ලෙස ජානයක ගබඩා වී ඇති ප්‍රවේණි කේතය, අනුපූරක mRNA දාමයක, අතිපිහිත නොවන අකුරු තුනේ වචනයක් බවට පිටපත් කෙරේ (රූපය 7.16).

වරකට අකුරු තුන බැගින් කියවීම මඟින්, එක් එක් අකුරු තුනේ වචනයට අනුරූපී ඇමයිනෝ අම්ලය හඳුනා ගෙන මෙය පරිවර්තනය කෙරේ.

- mRNA හි නියුක්ලියෝටයිඩ භස්ම ත්‍රිත්වය හෝ ඇමයිනෝ අම්ල සැකසීම සඳහා කේතනය සැපයීම කෝඩෝනයක් (codon) ලෙස හැඳින්වේ.
- එනිසා ප්‍රවේණි කේතයේ කෝඩෝන 64ක් ඇත.
- එම 64න් ත්‍රිත්ව කේත 61ක් ඇමයිනෝ අම්ල 20ක් සඳහා කේත සපයයි. අනෙක් තුන පරිවර්තනය නැවැත්වීමේ "stop" සංඥා හෝ සමාප්ති කෝඩෝන (UAA, UAG සහ UGA) ලෙස භාවිත වේ.
- AUG කෝඩෝනය මෙතයොනින් (Methionine/ Met) සඳහා ආරම්භක කෝඩෝනය ("Start codon") ලෙස කේත සපයමින්, ඒ කෝඩෝනයෙන් අසලින් mRNA හි පරිවර්තනය ආරම්භ කිරීමට ප්‍රෝටීන සංශ්ලේෂණ යන්ත්‍රයට සංඥා සපයයි.

එනිසා සියලු ප්‍රෝටීනවල ප්‍රථම ඇමයිනෝ අම්ලය මෙතියොනීන් ය. එහෙත් එය පරිවර්තනයට පසුව එන්සයිම මඟින් ඉවත් කළ හැකි ය.

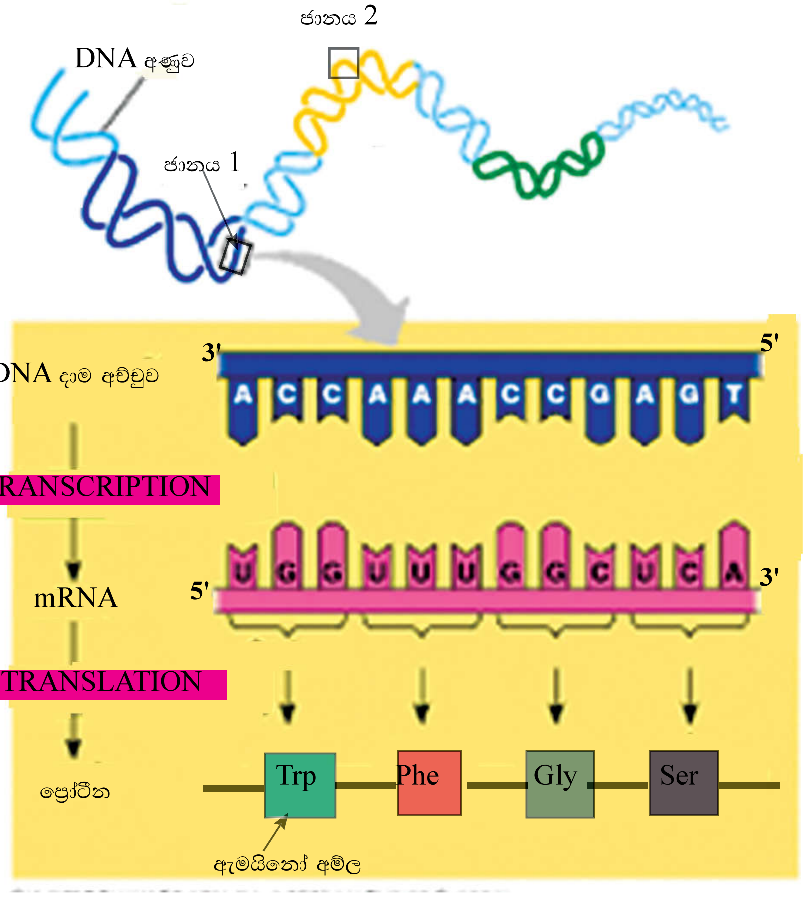
රූපය 7.16 මගින් කෝඩෝන 64 ම පෙන්නුම් කරන අතර, ඒ එක එකින් කේත සපයන්නේ කුමකට ද යන්න පෙන්නුම් කරයි.

- ඇතැම් ඇමයිනෝ අම්ල සඳහා කෝඩෝන එකකට වඩා වැඩියෙන් ඇති බව පහසුවෙන් දැක ගත හැකි ය.

පණිවිඩය නිවැරදිව කියවීම සඳහා,

- ආරම්භක ලක්ෂ්‍යය
- සමාප්ති ලක්ෂ්‍යය මෙන් ම
- නිවැරදි අක්ෂර අනුක්‍රමය හඳුනා ගත යුතු ය.

මෙය කියවීම් රාමුව නම් වේ.



රූපය 7.15: ප්‍රවේණික කේතය mRNA අණුවට පිටපත් කිරීම හා කෝඩෝන ත්‍රිකය භාවිතයෙන් පොලිපේටයිඩ

ප්‍රෝටීන සංශ්ලේෂණ යන්ත්‍රය කියවීම ආරම්භ වීම සහ අවසාන වීම, නිශ්චිත ස්ථානයක දී සිදු වන අතර, ත්‍රිත්ව, එකක් පසුපස එකක් අතිපිහිත නොවන රටාවකට කියවීම සිදු වේ.

සියලු වචන අකුරු තුනක වචන බැවින්, වචන අතර අවකාශ අවශ්‍ය නොවේ.

- කියවීම වැරදි ස්ථානයකින් ආරම්භ වුව හොත්, සම්පූර්ණයෙන් වැරදි පණිවිඩයක් කියවනු ලබන අතර වැරදි පොලිපෙප්ටයිඩයක් සංශ්ලේෂණය වනු ඇත.
- එක් අකුරක් නැති වුව හොත් (missing) හෝ එක අකුරක් කියවීම් රාමුවට එකතු වුව හොත් ඒ ලක්ෂ්‍යයේ සිට ඉදිරියට වැරදි පණිවිඩයක් කියවනු ලබයි. මෙහිදී ද වැරදි පොලිපෙප්ටයිඩයක් සාදනු ලබයි.

සම්මුතියක් ලෙස පණිවිඩය කියවීම වමේ සිට දකුණට සිදු වේ.

ප්‍රවේණික කේතයේ තවත් වැදගත් ලක්ෂණයක් වන්නේ එහි සර්වත්‍ර භාවයයි. එයින් අදහස් වන්නේ ආසන්න වශයෙන් සියලු ජීවීන්ට පොදු ප්‍රවේණි කේතයක් ඇති බවයි.

ඒ අනුව එක් ජීවියකුගෙන් වෙන් කර ගනු ලබන ජානයක්, වෙනත් සබඳතා ඇති හෝ නැති ජීවියකුට නිවේශණය කළ විට එක ම ප්‍රෝටීනය ප්‍රකාශනය විය යුතු ය.

මානව ඉන්සියුලින්, බැක්ටීරියා මඟින් නිපදවන්නේ මෙලෙසිනි. ඉන්සියුලින් ප්‍රෝටීනය සඳහා කියවීම් රාමුව, මිනිසාගේ මෙන් ම බැක්ටීරියා සෛල තුළ ද නිශ්චිත එකම ආකාරයට පරිවර්තනය කෙරේ.

කණාමැදිරියකුගේ ජානයක් දුම්කොළ ශාක තුළ ද ප්‍රකාශනය වන අතර, ඒ හේතුවෙන් ශාකය ආලෝකය නිකුත් කරයි.

පළමු අක්ෂරය	දෙවන අක්ෂරය U	දෙවන අක්ෂරය C	දෙවන අක්ෂරය A	දෙවන අක්ෂරය G	තෙවන අක්ෂරය
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
U	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
U	UUA Leu	UCA Ser	**UAA Stop**	**UGA Stop**	A
U	UUG Leu	UCG Ser	**UAG Stop**	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
C	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
C	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
C	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
A	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
A	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
A	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
G	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
G	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
G	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

රූපය 7.16 mRNA කෝඩෝන වගුව

පොලිපෙප්ටයිඩ සංශ්ලේෂණ යන්ත්‍රණය

1. ප්‍රතිලේඛනය

ප්‍රතිලේඛනය යනු, DNA මඟින් යොමු කරන RNA සංශ්ලේෂණයයි. මෙය පියවර තුනකින් සම්පූර්ණ වේ.

1. ආරම්භ කිරීම

ප්‍රතිලේඛන ක්‍රියාවලිය ආරම්භ වන්නේ ප්‍රාරම්භකය (promotor) නම් විශිෂ්ට ස්ථානයෙනි. ඒ ප්‍රාරම්භක ස්ථානයක (promotor site) ප්‍රතිලේඛන ආරම්භක ස්ථානය (transcription initiation site) සහ වෙනත් නියුක්ලියෝටයිඩ කිහිපයක් හමු වේ.

ද්විත්ව දාම DNAවල එක් දාමයක් පමණක් ප්‍රතිලේඛනය සඳහා අච්චුවක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එයට හේතු වන්නේ නිවැරදි දිශානතිය සහිත ප්‍රාරම්භක අනුක්‍රමය අච්චු දාමයේ පමණක් තිබීමයි. එය RNA පොලිමරේස් බැඳීමට පහසුකම් සපයයි.

RNA බහුඅවයවීකරණය උත්ප්‍රේරණය කරනු ලබන්නේ, RNA පොලිමරේස් එන්සයිමය මගිනි. මේ එන්සයිමය ප්‍රාරම්භක ස්ථානයට (promotor site) නිවැරදි දිශානතියක් ඇතිව බැඳේ.

RNA පොලිමරේස් ඉන් පසු DNA දාම දෙකෙහි දඟර ලිහා ආරම්භක ලක්ෂ්‍යයේ සිට ප්‍රතිලේඛනය අරඹයි.

RNA පොලිමරේස්වල සංරචකයකට හෙලිකේස් ක්‍රියාකාරිත්වයක් ඇති අතර, එනිසා DNA හෙලිකේස් ප්‍රතිලේඛනයට සහභාගි නොවේ.

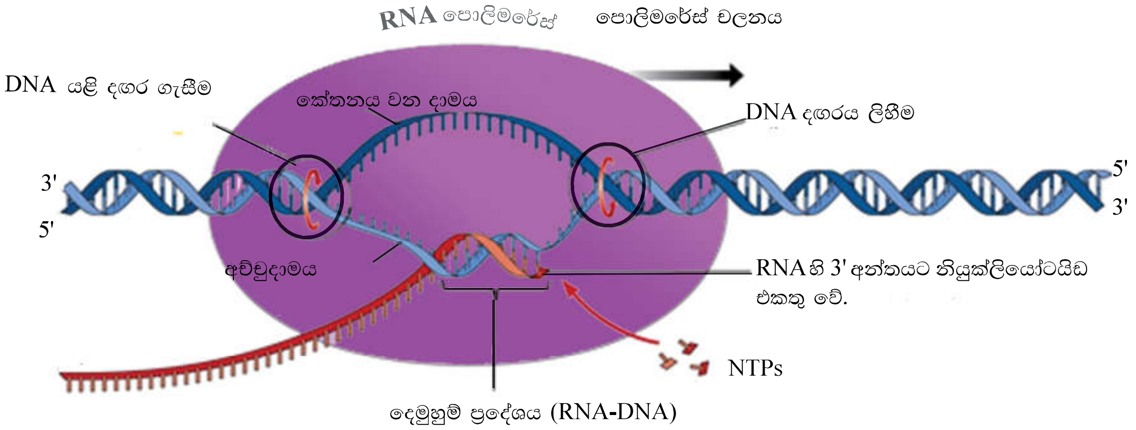
2. දිගු වීම

RNA පොලිමරේස් එන්සයිමයට අච්චු දාමය මත අනුපූරක රයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ එකතු කිරීම ආරම්භ කළ හැකි ය. RNA පොලිමරේස්, 5’ සිට 3’ දිශාවට ප්‍රතිලේඛන සමාප්ති ස්ථානය (transcription termination site)ළඟා වන තුරු නියුක්ලියෝටයිඩ අඛණ්ඩව එකතු කරයි. RNA පොලිමරේස් ඉදිරියට චලනය වන විට DNA දාම ලිහමින්, අච්චු දාමය නිරාවරණය කරමින් රයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ සමඟ යුගලනයට ඉඩ සලසයි. අනෙක් අන්තයෙන් දාම දෙක යළි දඟර වැටේ.

3. සමාප්තිය

ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන්ගේ, බහුඅවයවීකරණය අඛණ්ඩව සිදු කරමින් DNA වල සමාප්ති අනුක්‍රමය පසු කරන විට, RNA පොලිමරේස් එන්සයිමය ගැලවී වැටෙයි. එවිට ප්‍රතිලේඛනය අවසන් වේ.

සූන්‍යෂ්ටිකයන්ගේ සමාප්තියට පසුව නව්‍යව සංශ්ලේෂණය වූ pre mRNA, RNA සැකසීමට භාජනය වේ. ඉන් පසුව පරිණත RNA න්‍යෂ්ටියෙන් පිටව යයි.



රූපය 7.17 නව්‍යව සංශ්ලේෂණය වන RNA පිටපත දිගු වීම

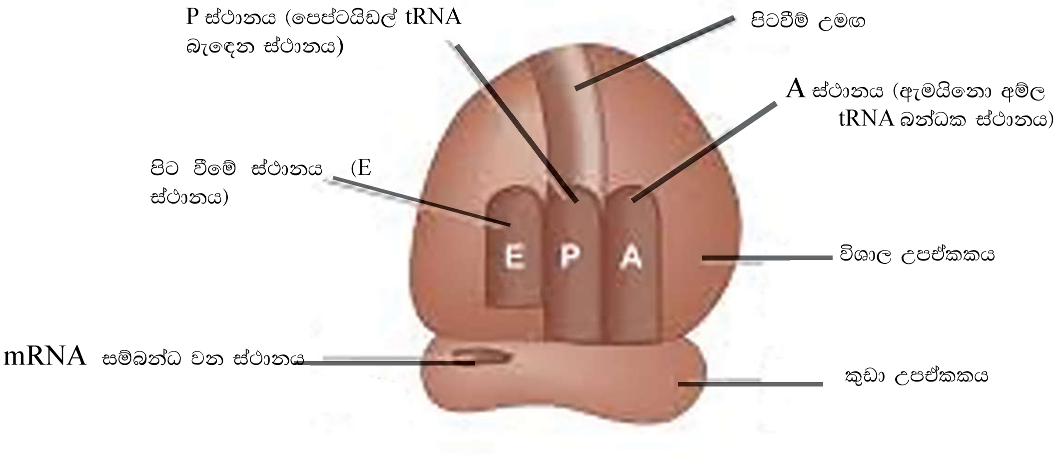
2. පරිවර්තනය

mRNA සයිටොසෝලය තුළට පැමිණුණු විට පරිවර්තන ක්‍රියාවලිය ආරම්භ වේ. mRNAහි ත්‍රිත්ව කොඩෝන අනුපිළිවෙළක් ලෙස ලියවී ඇති පණිවිඩය, රයිබසෝමය මගින් කියවමින්, පොලිපෙප්ටයිඩයක ඇමයිනෝ අම්ල අනුපිළිවෙළක් බවට පරිවර්තනය කරන්නේ සංක්‍රාමී RNA/t. RNA වල සහායෙනි.

සයිටාසෝලයේ සංචිතයේ ඇති නිවැරදි ඇමයිනෝ අම්ලයකට tRNA සම්බන්ධ වී, එය රයිබොසෝමය කරා පරිවහනය කර පෙප්ටයිඩ බන්ධනයක් සාදමින් එම ඇමයිනෝ අම්ලය පොලිපෙප්ටයිඩ දාමයක වර්ධනය වන අන්තයට එකතු කරයි. පරිවර්තනය ප්‍රධාන වශයෙන් සිදු කරන්නේ tRNA මගිනි.

යම් විශිෂ්ට tRNA අණුවක් එයටම විශිෂ්ට වූ ඇමයිනෝ අම්ලයක් එහි එක් අන්තයකට බඳවා ගනී. එහි ව්‍යුහයේ විශිෂ්ට පිහිටීමක නියුක්ලියෝටයිඩ ත්‍රිත්වයක් දරයි. එම tRNA අණුව සමගින් රැගෙන එන ඇමයිනෝ අම්ලයට කේත සපයන mRNA හි කෝඩෝනයට මේ නියුක්ලියෝටයිඩ ත්‍රිත්වය අනුපූරක ය. මේ ත්‍රිත්වය ප්‍රතිකෝඩෝනය නම් වේ. එයට කෝඩෝනය සමඟ හස්ම යුගලනය විය හැකි ය. (රූපය:. 7.18). tRNA පරිවර්තනය සිදු කරන්නේ, ත්‍රිත්ව කෝඩෝනය සහ එමගින් විශේෂිත ඇමයිනෝ අම්ලය අතර ඇඩැප්ටර (adapter) අණුවක් ලෙස ක්‍රියා කරමිනි (රූපය 7.19)

රූපය 7.18 tRNA ද්විමාන ව්‍යුහය (ක්ලෝවර් පත්‍ර ව්‍යුහය)



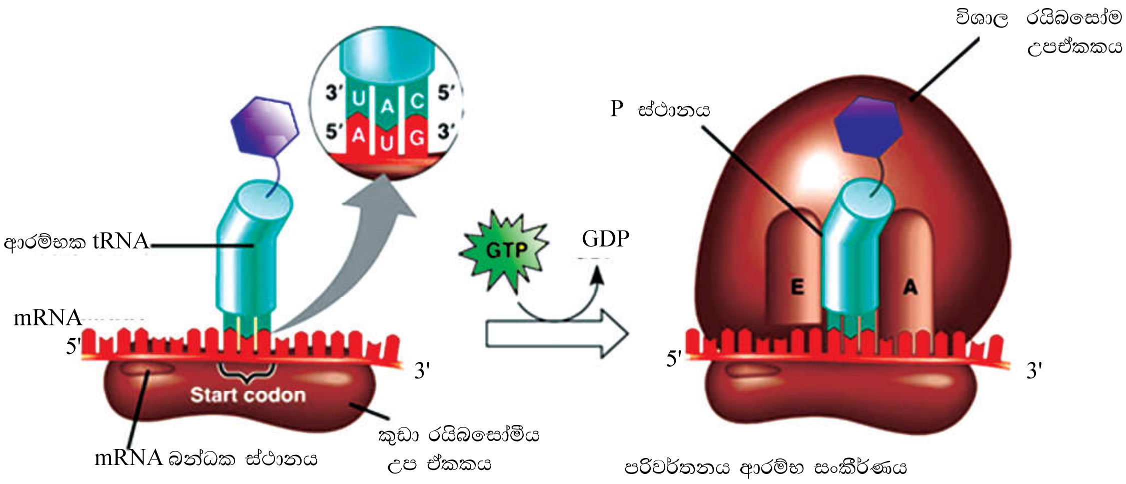
රූපය 7.19 රයිබසෝම ව්‍යුහය

පරිවර්තන ක්‍රියාවලිය

පරිවර්තනය ද අවධි 3කින් සම්පූර්ණ වේ.

1. **ආරම්භ කිරීම/ ප්‍රාරම්භය (Initiation)**

- මෙහි පළමු පියවර වන්නේ රයිබොසෝමයේ කුඩා උප ඒකකය සමඟ mRNA හා ආරම්භක tRNA බැඳීමෙනි. ආරම්භක tRNA පළමු ඇමයිනෝ අම්ලය වන මෙතියොනීන් රැගෙන එයි.
- ඊළඟට රයිබොසෝමයේ උප ඒකක දෙක කෘත්‍යමය රයිබොසෝමයක් සෑදීමට සම්බන්ධ වේ. මේ රයිබොසෝමීය උප ඒකකය, mRNA සහ ආරම්භක tRNA එක්ව සාදන සංකීර්ණය පරිවර්තනය ආරම්භ කිරීමේ (ප්‍රාරම්භ) සංකීර්ණය ලෙස හැඳින්වේ (රූපය: 7.20).
- ඊළඟට AUG ආරම්භක කෝඩෝනය, විශාල උප ඒකකයේ P ස්ථානය සමග එක එල්ලේ සිටින තෙක් mRNA චලනය වේ.
- ඉන් පසු ආරම්භක tRNA හි ප්‍රතිකෝඩෝනය AUG ආරම්භක කෝඩෝනය සමග හයිඩ්‍රජන් බන්ධන සාදයි. මෙය පරිවර්තනය ආරම්භ කිරීමට සංඥා සපයයි.



රූපය 7.20: පරිවර්තනය ආරම්භ සංකීර්ණය සෑදීම

2. දිගු වීම

මේ අවස්ථාවේ දී වර්ධනය වන පොලිපෙප්ටයිඩ දාමයේ C අන්තයට පෙප්ටයිඩ බන්ධන මඟින් එකක් පසුපස එකක් ඇමයිනෝ අම්ල බැඳේ. එය ත්‍රිත්ව කෝඩෝන මඟින් පාලනය කරයි.

දිගු වීම සම්පූර්ණ වනුයේ පියවර තුනක චක්‍රයකිනි.

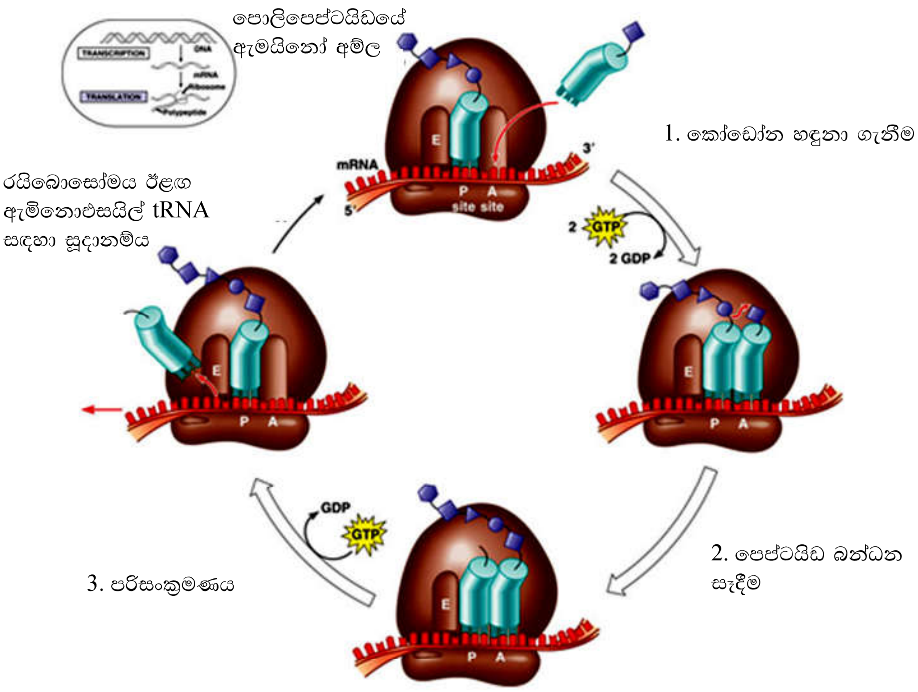
ප්‍රාරම්භ අවධිය අවසානයේ දී P ස්ථානයේ මෙතියොනින්ට සම්බන්ධ tRNA පවතී. A ස්ථානය ඒ වන විට හිස්ව පවතින අතර, එය ඊළඟ කෝඩෝනය සමග එක එල්ලේ පවතී. දෙවන tRNA අනුරූපී ඇමයිනෝ අම්ලය ද රැගෙන A ස්ථානයට (site) පැමිණේ. කෝඩෝනය හා ප්‍රතිකෝඩෝනය ගැළපේ.

චක්‍රයේ පළමු වන පියවර - කෝඩෝන හඳුනා ගැනීම

චක්‍රයේ දෙවන පියවර - P ස්ථානයෙහි වර්ධනය වන පොලිපෙප්ටයිඩ දාමයේ කාබොක්සිල් කාණ්ඩය සහ A ස්ථානයෙහි ඇමයිනෝ අම්ලයේ ඇමයින් කාණ්ඩය අතර පෙප්ටයිඩ බන්ධනයක් සෑදේ. rRNA මඟින් මෙය උත්ප්‍රේරණය වේ.

චක්‍රයේ තෙවන පියවර - mRNA පරිසංක්‍රමණයයි. mRNA කෝඩෝනයෙන් කෝඩෝනයට එක දිශානතව චලනය වේ. මේ ක්‍රියාවලියේ දී, A ස්ථානයෙහි ඇති වර්ධනය වන පොලිපෙප්ටයිඩ දාමය සහිත tRNA අණුව P ස්ථානය කරා චලනය වේ. P ස්ථානයෙහි දී නිදහස් වූ tRNA අණුව එවිට ම E ස්ථානය කරා චලනය වී, එතැනින් සයිටොසෝලයට නිදහස් වේ.

දැන් A ස්ථානය ඊළඟ කෝඩෝනය සමඟ එක එල්ලේ පිහිටන බැවින් චක්‍රීය ක්‍රියාවලිය අඛණ්ඩව සිදු වේ. දිගු වීමේ ක්‍රියාවලිය සඳහා අවශ්‍ය ශක්තිය සපයන්නේ GTP මඟිනි. දිගු වීමේ ක්‍රියාවලියේ දී සිදු වන ක්‍රියාවලි පැහැදිලි කිරීම සඳහා රූපය 7.21 බලන්න.



රූපය 7.21: **පරිවර්තනයේ දිගු වීමේ අවධියේ චක්‍රීය ආකාරයට සිදු වන පියවර තුන**

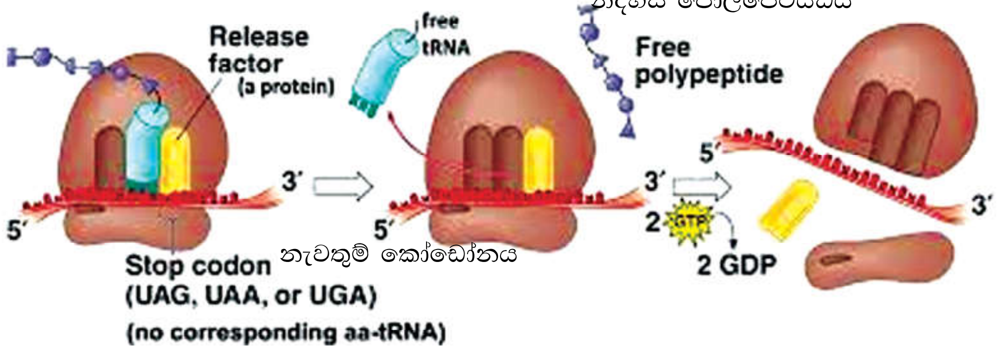
3. සමාප්තිය/ Termination

mRNA චලනය වන විට, එය අවසානයේ A ස්ථානයෙහි දී නැවතුම් කෝඩෝනයක් (stop cdon) සමග පෙළ ගැසේ (UAG, UAA, UGA) .

ඒවා කිසිදු ඇමයිනෝ අම්ලයක් සඳහා කේත නොසපයන බැවින්, A ස්ථානය වෙත tRNA නොපැමිණේ.

මෙමගින් සම්පූර්ණ වූ පොලිපෙප්ටයිඩ දාමය සයිටොසෝලයට නිදහස් වේ.

රයිබොසෝමය සහ පරිවර්තන සමූහනයේ ඉතිරිය වෙන් වී යයි (රූපය 7.22).



රූපය 7.22 ප්‍රෝටීන සංස්ලේෂණයේ සමාප්තිය

පොලිරයිබොසෝම/ පොලිසෝම

mRNA ප්‍රමාණවත් දුරක් චලනය වූ විට දෙවන රයිබොසෝමයකට එයට බැඳිය හැකි ය.

mRNA අණුවේ දිග මත රඳා පවතිමින්, එකවිට ම රයිබොසෝම ගණනාවක් mRNA ට බැඳිය හැකි ය. ඒ අනුව සක්‍රියව පරිවර්තනය වන mRNA රැහැනකට රයිබොසෝම ගණනාවක් බැඳීමෙන් පොලිරයිබොසෝම හෝ පොලිසෝම සාදයි.

පොලිරයිබොසෝම සෑදීම මඟින් පරිවර්තන ශීඝ්‍රතාව වැඩි කරයි. එසේ වන්නේ, රයිබොසෝම කිහිපයක් මඟින් සමගාමීව පරිවර්තනය සිදු කරන බැවිනි.

ප්‍රෝටීනවල ඉරණම

අලුතින් සංශ්ලේෂණය වූ පොලිපෙප්ටයිඩයක් යනු ප්‍රෝටීනයේ ප්‍රාථමික ව්‍යූහයයි. එය ප්‍රෝටීනයේ කෘත්‍යමය ආකාරය නො වේ.

පොලිපෙප්ටයිඩයට එහි කෘත්‍යමය ආකාරය ආරෝපණය කර ගත හැක්කේ නැමීම (ඒකකය 02 බලන්න) සහ සමහර විට පශ්චාත් - පරිවර්තන විකරණ මඟිනි.

ඇතැම් පොලිපෙප්ටයිඩවල එහි කෘත්‍යය සඳහා අවශ්‍ය වනවාට වඩා අතිරේක ඛණ්ඩ ද ඇත.

උදා: ඇතැම් පොලිපෙප්ටයිඩවල කෙටි ඇමයිනෝ අම්ල ඛණ්ඩයක් සංඥා පෙප්ටයිඩ ලෙස ක්‍රියා කිරීම සඳහා පවතී. සංඥා පෙප්ටයිඩ මඟින් සෛලය තුළ යම් ස්ථානයකට හෝ ස්‍රාවය වීමට පොලිපේප්ටයිඩයට මග පෙන්වයි. මෙය ප්‍රෝටීන ගමනාගමනය (traffiking) ලෙස හඳුන්වයි.

පොලිපෙප්ටයිඩය නියමිත ස්ථානයේ ඇති විට, පොලිපෙප්ටයිඩ දාමයේ වැඩිපුර ඇති කොටස තවදුරටත් අවශ්‍ය නොවන අතර එය එන්සයිමීය ක්‍රියාවෙන් එම කොටස ඉවත් කළ හැකි ය.

පශ්චාත් පරිවර්තන විකරණ පහත පරිදි වේ,

සීනි (ග්ලයිකොප්‍රෝටීන), ලිපිඩ (ලිපොප්‍රෝටීන), පොස්ෆේට කාණ්ඩ (පොස්ෆොරිලීකරණය කරන ලද ප්‍රෝටීන) හා වෙනත් ඛණ්ඩ එකතු කිරීම් මඟින් ඇමයිනෝ අම්ලවල රසායනික විකරණය. පළමු ඇමයිනෝ අම්ලය, මෙතියොනීන් එන්සයිමීයව ඉවත් කළ හැකිය.

- තවද ආරම්භක පොලිපෙප්ටයිඩය කැබලි දෙකකට හෝ වැඩි ගණනකට කැපීමෙන් සහ වෙනස් සංකලන සම්බන්ධ කිරීමෙන් කෘත්‍යමය ප්‍රෝටීන නිපදවිය හැකිය.

  උදා: ඉන්සියුලින් ප්‍රෝටීනය තනි පොලිපෙප්ටයිඩයක් ලෙස නිපදවයි. මධ්‍ය කොටස ඉවත් කිරීමට ස්ථාන දෙකකින් කපයි. ඉතිරි කැබලි දෙක එකට සම්බන්ධ වී කෘත්‍යමය ඉන්සියුලින් සාදයි.

ප්‍රෝටීනවල වරණීය හායනය

සෛලයක් තුළ ඇති ප්‍රෝටීන ප්‍රමාණය කරුණු දෙකක් මත නිර්ණය වේ.

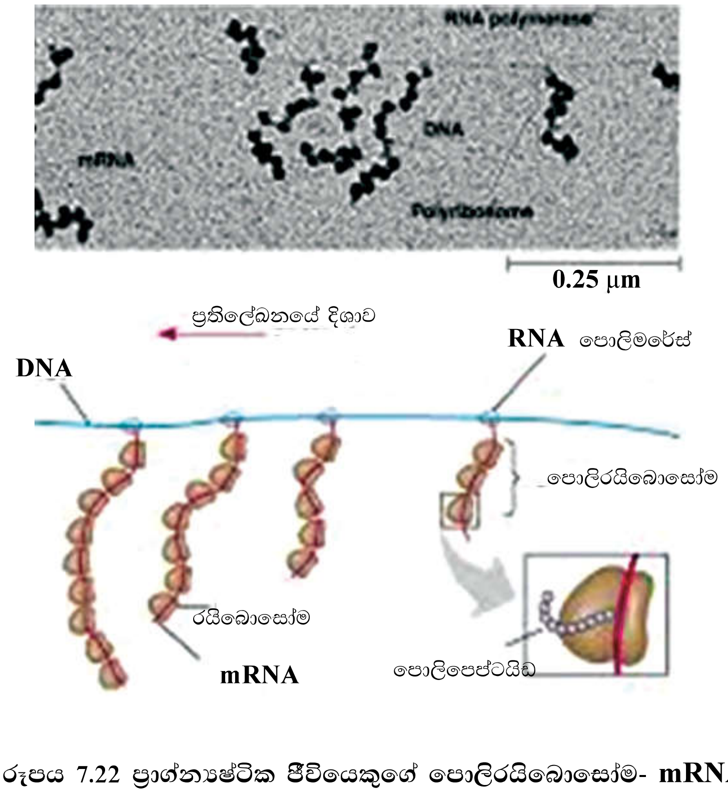
1. සංශ්ලේෂණ වේගය
2. හායනය වන වේගය

ප්‍රෝටීනවල වරණීය හායනය, සෛලීය ක්‍රියාවන් යාමනය කිරීමේ අත්‍යවශ්‍ය යන්ත්‍රණයකි.

ඇතැම් ප්‍රෝටීන හායනය වන්නේ විශිෂ්ට සංඥාවලට ප්‍රතිචාර ලෙසිනි.

වැරදි හෝ හානි වූ ප්‍රෝටීන හඳුනා ගෙන, ශීඝ්‍රයෙන් හායනය කර පොලිපෙප්ටයිඩ සංශ්ලේෂණයේ වැරදීම් හෝ නැමීමේ දෝෂ නිසා වූ හානිකර බලපෑම් මඟහරවා ගනී.

ඇතැම් ප්‍රෝටීන, (උදා: යාමක ප්‍රෝටීන) ඒවායේ කෘත්‍යයට පසුව ශීඝ්‍රයෙන් හායනය අවශ්‍ය වේ. ව්‍යුහයමය ප්‍රෝටීන දීර්ඝ කාලයක් පවතී.



රූපය 7.22 ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික ජීවියෙකුගේ පොලිරයිබොසෝම- **mRNA** තවමත් වර්ධනය වේ. **DNA** වලට සවි වී ඇත

විකෘති

DNA තුළ ගබඩා වී ඇති ප්‍රවේණික තොරතුරු මත ජීවියකුගේ රූපාණුදර්ශය මූලිකව රඳා පවතින අතර, අවසන් ප්‍රතිඵලය ජීවියකුගේ ප්‍රවේණිය සහ පරිසරයේ බලපෑම් අතර අන්තර්ක්‍රියාවේ ප්‍රතිඵලයකි.

විකෘතිය

ජීවියකුගේ ජීනෝමයට අයත් නියුක්ලියෝටයිඩ අනුක්‍රමයක වෙනස්වීමකි.

DNAවල වෙනස්කම් විශේෂයක ජීවීන්ගේ ලක්ෂණවල කිසියම් වෙනස්වීම්වලට ඉඩ සලසන අතර එහි ප්‍රතිඵලය ලෙස ජීවීන් අතර රූපාණුදර්ශීය ප්‍රභේදන ඇති වේ. ඒ වෙනස්වීම් ස්ථිරව සිදු වන අතර, ඒවා විකෘති ලෙස හැඳින්වේ. **විශේෂයක ජීවීන් අතර දැකිය හැකි ප්‍රභේදනවල ප්‍රභවය විකෘති වේ.**

විකෘතියක බලපෑම උදාසීන, වාසිදායක හෝ හානිකර විය හැකි ය. හානිකර ඒවා මාරක හෝ අඩු තරමින් මුල් රූපාණුදර්ශයට වඩා හිතකර බවින් අඩු විය හැකි ය. විකෘතියක් යම් කෘත්‍යයක් සම්පූර්ණයෙන් නැති වීමට පවා හේතු විය හැකි ය. විකෘතියක් නිසා යම් පොලිපෙප්ටයිඩයක කෘත්‍යය වැඩිදියුණුවන දුලබ අවස්ථා ද ඇත. ඒවා වාසිදායක විකෘති වේ. විකෘතිවලින් සම්පූර්ණයෙන් නව කෘත්‍යයක් ද ඇති විය හැකි ය.

උදාහරණ: එක් උපස්තරයකට විශිෂ්ට වූ එන්සයිමයක විශිෂ්ටතාව, විකෘතියක් හේතුවෙන් වෙනත් උපස්තරයක් මත ක්‍රියා කරන සේ වෙනස් විය හැකි ය. විකෘතිය නිසා ලැබූ ඵලයට එනම් වෙනස් වූ එන්සයිමයට නව ජෛව රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් උත්ප්‍රේරණය කිරීමේ හැකියාව ඇත.

ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍ය තුළ සිදු කළ වෙනස්කම්වල පරිමාණය මත පදනම්ව විකෘති ප්‍රධාන වර්ග දෙකකි.

කුඩා පරිමාණ වෙනස්වීම් ජානයක් තුළ නියුක්ලියෝටයිඩ අනුක්‍රමයේ සිදු වන අතර, විශාල පරිමාණ වෙනස් වීම් වර්ණදේහ සංඛ්‍යාව හෝ වර්ණදේහ ව්‍යුහයේ සිදු විය හැකි ය. ඒවා පිළිවෙළින් ජාන විකෘති සහ වර්ණදේහ අපේරණය හෝ වර්ණදේහ විකෘති ලෙස හැඳින්වේ.

ජාන විකෘති

ජානයක DNA අනුක්‍රමයේ ස්ථිර වෙනස් වීමක් ජාන විකෘතියක් ලෙස හැඳින්වේ. DNA ප්‍රතිවලිත වීමේ දී සිදු වන දුලබ දෝෂ හේතුවෙන් ඒවා ඇති විය හැකි ය. ඒවා ස්වයංසිද්ධ විකෘති ලෙස හැඳින්වේ. ඊට අමතරව ඉහළ ශීඝ්‍රතාවකින් විකෘති හට ගැන්වීමේ හැකියාවක් ඇතැම් බාහිර සාධකවලට ඇත. විකෘති ජනනය කරන බැවින් ඒ සාධක විකෘති කාරක ලෙස හඳුන්වයි. විකෘති ජනක කාරක රසායනික හෝ භෞතික සාධක ලෙස වර්ග කළ හැකි ය.

X කිරණ සහ UV කිරණ විකෘතිජනක භෞතික කාරක වේ. විකෘති ජනක කාරක මගින් සෛලයක් තුළ ප්‍රතිවලිත වෙමින් පවත්නා DNAවල විකෘති සිදු කළ හැකි ය. පිළිකා ජනනයට ද හේතුව විකෘති වේ. ඒ නිසා විකෘති කාරක පිළිකාකාරක ද, පිළිකාකාරක විකෘතිකාරක ද වේ. මේ රසායනික සහ විකිරණ උපරිම වශයෙන් සැලකිලිමත්ව පරිහරණය කළ යුතු ය.

ජාන විකෘති වර්ග

නියුක්ලියෝටයිඩ එක් යුගලක් පමණක් හෝ එක් යුගලයකට වඩා වැඩි ගණනක් හෝ සහභාගි වන කුඩා පරිමාණ විකෘති වේ. එක් නියුක්ලියෝටයිඩ යුගලක් පමණක් වෙනස් වූ විට ඒවා ලක්ෂ්‍ය විකෘති ලෙස හැඳින්වේ.

ජාන විකෘති වර්ග තුනක් ඇත. ඒවා නම්,

- තනි නියුක්ලියෝටයිඩ යුගලක ආදේශය - එක් නියුක්ලියෝටයිඩ යුගලක් තවෙකක් සමග මාරු වීම
- නියුක්ලියෝටයිඩ යුගලක් නිවේෂණය - නියුක්ලියෝටයිඩ යුගල් එකක් හෝ වැඩි ගණනක් එකතු වීම
- නියුක්ලියෝටයිඩ යුගල ලෝපය - නියුක්ලියෝටයිඩ යුගල එකක් හෝ වැඩි ගණනක් ඉවත් වීම

නියුක්ලියෝටයිඩ යුගලක් ආදේශය ලක්ෂ්‍ය විකෘතියකි. නිවේෂණය හෝ ලෝපය ලක්ෂ්‍ය විකෘතියක් වීම හෝ නියුක්ලියෝටයිඩ යුගල එකකට වඩා වැඩි ගණනක් ඒවාට සහභාගි වීම විය හැකි ය.

ආදේශය

මෙහි දී එක් නියුක්ලියෝටයිඩ යුගලක් වෙනත් යුගලක් මඟින් ආදේශයට ලක් වේ. (රූපය 7.23) ජානයේ දිග වෙනස් නොවේ. ඇතැම් ආදේශ නිහඬ විකෘති වේ. ජානයක එක් නියුක්ලියෝටයිඩ යුගලක ආදේශය හේතුවෙන් එයින් කේතනය වන පොලිපෙප්ටයිඩ දාමයට බලපෑමක් නොවිය හැකි ය. හේතුව එක ම ඇමයිනෝ අම්ලයට කෝඩෝන එකකට වඩා වැඩි ගණනකින් කේතනය වීමයි. ත්‍රික කෝඩෝනයක තෙවැනි අක්ෂරයට වොබ්ල් (වෙවුලුම්)අක්ෂරයක් ඇත. කෝඩෝ-නයක තෙවැනි අක්ෂරය, වෙනත් අක්ෂරයක් මඟින් ආදේශයට ලක් වුව ද, එම තෙවැනි අක්ෂරය මඟින් ද සමාන ඇමයිනෝ අම්ලයට කේතය වන බව ඉන් අදහස් කෙරේ (රූපය 7.16).

උදාහරණ : DNA අච්චු දාමය මත ඇති 3' - CCG- 5. ත්‍රිකයේ G වෙනුවට A ආදේශය මඟින් 3' - CCA- 5' ලෙස වෙනස් කරනු ලැබුව හොත්, mRNA මත වූ 5' - GGC- 3' කෝඩෝනය 3' - GGU- 5' ලෙස විකරණය වනු ඇත. ආදේශය මඟින් පොලිපෙප්ටයිඩයක එක් ඇමයිනෝ අම්ලයක් වුව ද වෙනස් විය හැකි ය. ඒ නිසා පොලිපෙප්ටයිඩයේ ප්‍රාථමික ව්‍යුහයේ අර්ථය මඳ වශයෙන් වෙනස් වීමක් සිදු වේ.ඒ නිසා මෙම විකෘති අපගතාර්ථක විකෘති ලෙස හැඳින්වේ. ඇමයිනෝ අම්ලයක්, වෙනත් ඇමයිනෝ අම්ලයක් සමග සිදු වන ආදේශය මඟින් ප්‍රෝටීනවල කෘත්‍යයමය ආකාර වන තෘතීක හෝ චතුර්ථ ව්‍යුහය කෙරේ බලපෑමක් සිදු වීමට හෝ නොවීමට හැකි ය. ඇතැම් විට නව ගුණාංග සහිතව පවා ප්‍රෝටීනයට වැඩි ක්‍රියාකාරිත්වයක් වුව ද ලැබිය හැකි ය. බොහෝ විට මේ වෙනස්වීම් උදාසීන හෝ අනර්ථදායි වේ. අනර්ථදායි ප්‍රෝටීන නිෂ්ඵල හෝ අඩු කාර්යක්ෂම ඒවා වේ.
ලක්ෂ්‍ය විකෘතියක් මඟින් ඇමයිනෝ අම්ලයකට කේතය සපයන කෝඩෝනයක් නැවතුම් කෝඩෝනයක් (stop codon) බවට ද පරිවර්තනය කළ හැකි ය. මෙය ප්‍රෝටීන සංශ්ලේෂණයේ ප්‍රාග් පරිණත සමාප්තියකට හේතු වන අතර, ඒ නිසා නිරර්ථක විකෘතියක් (**misense mutation**)ලෙස හැඳින්වේ (රූපය 7.23). එහි ප්‍රතිඵලය වන්නේ මුල් දාමයට වඩා කෙටි පොලිපෙප්ටයිඩ දාමයක් ලැබීමයි. ඒ කෙටි පොලිපෙප්ටයිඩ සාමාන්‍යයෙන් කෘත්‍යය රහිත වේ.

නිවේෂණ හා ලෝපය

ආදේශය හා සසඳන විට මේ විකෘති මගින් පොලිපෙප්ටයිඩවල දැඩි වෙනස් වීම් සිදු කරයි (සැ.යු. ආදේශයේ දී වන නිරර්ථ විකෘතිවල ප්‍රතිඵලය ලෙස ද විශාල වෙනස්වීම් විය හැකි ය). නියුක්ලියෝටයිඩයක හෝ නියුක්ලියෝටයිඩ සඟළක නිවේෂණය හෝ ලෝපය මගින් කියවීම් රාමුව විස්ථාපනය වන අතර, විකෘතිය වූ ලක්ෂ්‍යයට පසුව වැරදි කෝඩෝන කියවීම සිදු වේ. ඒ නිසා එබඳු විකෘති රාමු විස්ථාපිත විකෘති (Frame Shift Mutation) (රූපය 7.23) නම් වන අතර දිගින් දිගට ම වැරදි අර්ථ කියවීම එහි ප්‍රතිඵලය ලෙස සිදු වේ. එයින් විශාල අපගතාර්තයක් සිදු වේ. නිවේෂණය හෝ ලෝපය සමාප්ති කෝඩෝනයට ඉතා සමීපව සිදු නොවුණ හොත් පොලිපෙප්ටයිඩය සම්පූර්ණයෙන් ම කෘත්‍ය රහිත විය හැකි ය. එහි දී මුල් අනුක්‍රමය තුළ නැති වූ නව නැවතුම් කෝඩෝනයක් හඳුන්වාදීම ද විය හැකි ය. ඒ අවස්ථාවේ නිරර්ථක විකෘතියක් (nonsense mutation) සාදමින් පරිවර්තනය අවසන් වේ.

රූපය 7.23 ජාන විකෘති වර්ග

කෙසේ වෙතත් නිවේෂණය හෝ ලෝපය ත්‍රිකයක් හෝ ත්‍රික ගුණකයක් නම් කියවීම් රාමුව ලක්ෂ්‍ය විකෘතියට වහා ම පසුව එහි මුල් කියවීම් රාමුව බවට ආපසු පත් වනු ඇත. (රූපය 7.23) එබඳු අවස්ථාවක සම්පූර්ණ අනුක්‍රමයෙන් ඇමයිනෝ අම්ල එකක් හෝ වැඩි සංඛ්‍යාවක් පිළිවෙළින් එකතු වීම හෝ ඉවත් වීම සිදු වේ. පණිවිඩය යාන්තමින් පමණක් වෙනස් වනු ඇති අතර, පොලිපෙප්ටයිඩයේ ක්‍රියාකාරිත්වය, විකෘතියට ලක් වූ ප්‍රදේශයේ එහි නිවැරදි නැවීම (correct folding) සඳහා වන බලපෑම මත රඳා පවතී.

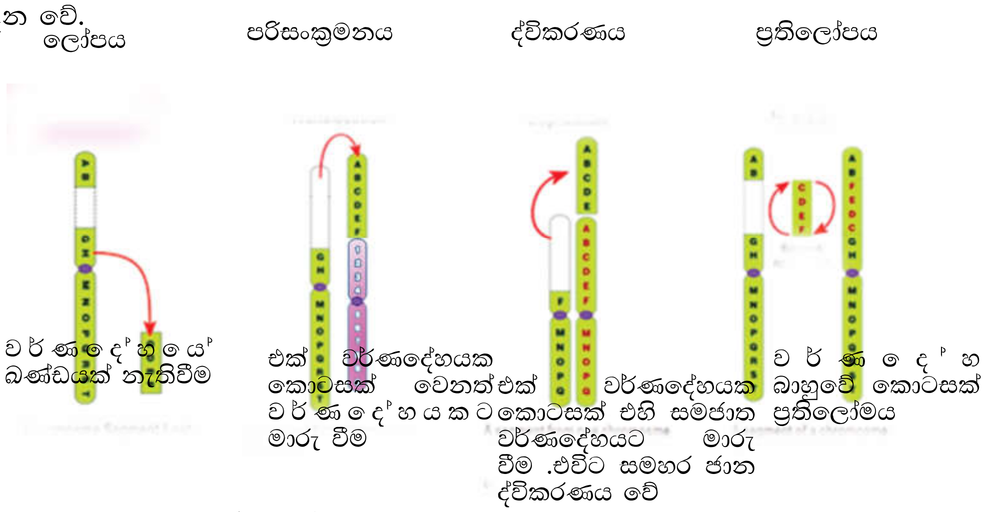
වර්ණදේහ අපේරණ/ වර්ණදේහ විකෘති

බොහෝ ජාන සහභාගි වන බැවින්, වර්ණදේහ විකෘති රාශියක් මාරක වන අතර, අනෙක්වා හානිකර වේ. අසාමාන්‍ය වර්ණදේහ සංඛ්‍යාවක් හෝ අසාමාන්‍ය ව්‍යූහය නිසා, ක්ෂීරපායින්ගේ ස්වයංසිද්ධ ගබ්සා සිදු වේ. විවිධ විකසන ආබාධ ද එබඳු විකෘති නිසා සිදු වේ. වාසිදායක වර්ණ-දේහ විකෘති අතිශයින් දුර්ලභ ය. ශාකවල ඇතැම් වර්ණදේහ විකෘති වාසිදායක ප්‍රභේදන හට ගන්වයි.

වර්ණදේහ ව්‍යූහයේ වෙනස්වීම් නිසා හට ගන්නා විකෘති

වර්ණදේහ විකෘතිවල දී, ජාන කිහිපයක සිට ජාන සිය ගණනක් දක්වා අඩංගු විය හැකි වර්ණදේහයක විශාල කොටස් නැති වීම, වෙනත් වර්ණදේහයක් කරා චලනය (කැපීම සහ ඇලවීම) පිටපත් කිරීම හා වෙනත් වර්ණදේහ කරා චලනය, (පිටපත් කිරීම හා ඇලවීම) හෝ දිශානතිය වෙනස් වීම සිදු වේ. එම වර්ණදේහ විකෘතිවල ආකාර හතර ලෝපය, පරිසංක්‍රමණය, ද්විකරණය සහ ප්‍රතිලෝමය නම් වේ.

වර්ණදේහයක කොටසක් නැති වූ විට ජාන කිහිපයක් ඉවත් වේ. එබැවින් බොහෝ විට මෙම විකෘති මාරක වේ. පරිසංක්‍රමණයේ දි මුළු සමස්ත වර්ණදේහ සංඛ්‍යාවේ අඩුවක් සිදු නොවේ. කෙසේ වුව ද නව පිහිටීමේ දී පරිසරය වෙනස් වීම නිසා ජාන ප්‍රකාශනය වෙනස් විය හැකි ය. වර්ණදේහය කැපී යෑම ජානයක් තුළ සිදු විය හැකි අතර, එය සිදු වුව හොත් ජානයට කෘත්‍යය ඉටු කළ නොහැකි වේ. ද්විකරණයේ දී අතිරේක ජාන රැසක් දරන DNA කැබැල්ලක් ජිනෝමයේ වෙනත් පිහිටුමක පවතී. මේ තත්ත්වයෙන් ද ජාන ප්‍රකාශනය වෙනස් කළ හැකි අතර, සාමාන්‍යයෙන් රූපාණුදර්ශනයට හානිකර බලපෑමක් ඇති කරයි. වර්ණදේහ කොටසක දිශානතිය වෙනස්වීම/ ප්‍රතිලෝමය ද ජාන ප්‍රකාශනය වෙනස් කරයි. මේවා බහුතරය හානිකර ප්‍රභේදන වේ.



රූපය 7.24 වර්ණදේහ විකෘති

වර්ණදේහ සංඛ්‍යාව වෙනස්වී මෙන් වන විකෘති

වර්ණදේහවල ව්‍යූහය වෙනස්වීම්වලට අමතර ව සෛලයක සාමාන්‍ය වර්ණදේහ සංඛ්‍යාවට වඩා එක් සම්පූර්ණ වර්ණදේහයක් හෝ වර්ණදේහ කට්ටලයක් වුව ද සෛලයක් තුළ අඩංගු විය හැකි ය. සෛලයකට සාමාන්‍ය සංඛ්‍යාවට වඩා වර්ණදේහයක් අඩුවෙන් ලැබීමට ද හැකි ය. සෛලයක් තුළ වර්ණදේහ එකක් අඩුවෙන් හෝ එකක් වැඩිපුර පිහිටන විට ඒ තත්ත්වය විෂමගුණකතාව ලෙස හැඳින්වේ. මෙහි දී ගුණක මට්ටම වෙනස් නොවේ. එහෙත් සම්පූර්ණ වර්ණදේහ කට්ටලයක් ම වැඩිපුර පවතින විට ගුණක මට්ටම වැඩි වන බව පැවසේ.

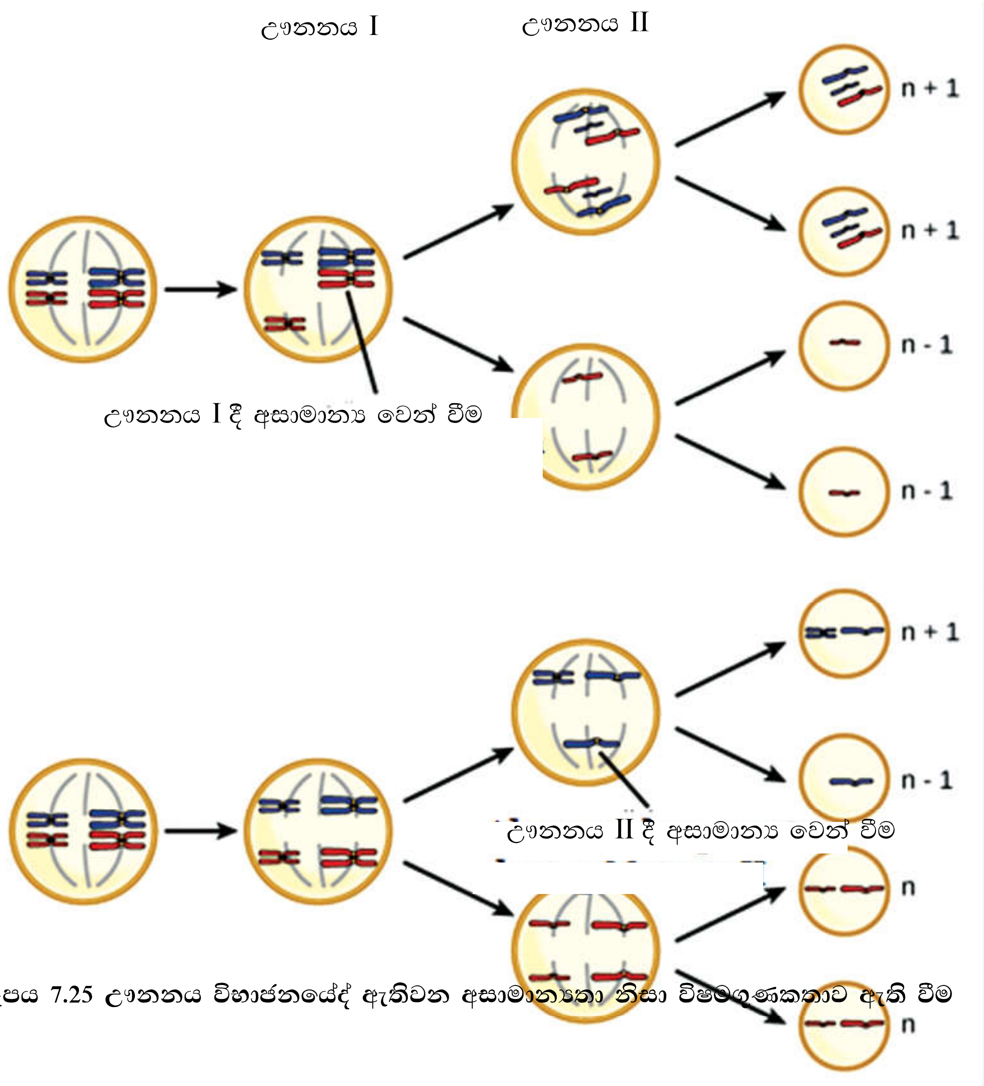
උදාහරණ : ත්‍රිගුණ, චතුර්ගුණ, ෂඩ්ගුණ ආදී ලෙස

විෂම ගුණතාව ඌනනයේ දී සිදුවන වැරදීම්වල ප්‍රතිඵලය ලෙස ලැබෙන්නකි. ඌනනය 1 තුළ දී ද්විගුණ සෛලයක වර්ණදේහ කට්ටල දෙක වෙන් වී සෛලයේ ධ්‍රැව දෙක කරා චලනය විය යුතු ම ය. කෙසේ වුව ද සමජාත වර්ණදේහවල අසාමාන්‍ය සැකසුම නිසා එක් යුගලක වර්ණදේහ දෙක ම එක් ධ්‍රැවයකට සංක්‍රමණය විය හැකි ය. එවිට අනෙක් අන්තයට එක් වර්ණදේහයක් අඩු වේ. ලිංගික ප්‍රජනනයේ දී ප්‍රතිඵල වන සෛල හෝ ජන්මානුවල ද ඒකගුණ වර්ණදේහ සංඛ්‍යාවට වඩා වර්ණදේහ එකක් අඩුවෙන් හෝ එකක් වැඩියෙන් ඇත. ඌනනය II තුළ දී වර්ණදේහයක වර්ණදේහාංශ වෙන් නොවී ප්‍රතිවිරුද්ධ ධ්‍රැව කරා සංක්‍රමණය වූ විට ද සමාන ප්‍රතිඵලය ම ලැබේ. ඌනනයේ දී වර්ණදේහ යුගලකට හෝ යුගල්වලට වෙන් වීමට ඇති නොහැකියාව නිර්විසම්බන්ධනය ලෙස හැඳින්වේ. (රූපය 7.25) එක් වර්ණදේහයක් අඩු ජන්මාණුවක් සාමාන්‍ය ජන්මාණුවක් සමඟ සම්බන්ධ වූ විට ලැබෙන යුක්තාණුව වර්ණදේහ 2n-1 තත්ත්වය දරන විෂම ගුණකයකි. එක් විශිෂ්ට වර්ණදේහයක එකක් පමණක් සහිත බැවින් එබඳු සෛලයක් ඒකුනදේහතාවය ලෙස හැඳින්වේ. සාමාන්‍ය ඒකගුණ වර්ණදේහ සෛල කට්ටලයට වඩා එක් වර්ණදේහයක් වැඩියෙන් ඇති ජන්මාණුවක් සාමාන්‍ය ජන්මාණුවක් සමග සම්බන්ධ විය හැකි ය. එවිට යුක්තාණුව එක් වර්ණදේහයක් පිටපත් තුනකින් රැගෙන යන බැවින් 2n + 1 තත්ත්වය පවතී. මේ විෂමගුණකතාව එම වර්ණදේහය සඳහා ත්‍රිදේහතාවක් ලෙස හැඳින්වේ. එබඳු අසාමාන්‍යතා අනූනනයේ දී ද සිදු විය හැකි ය.
වර්ණදේහවල අසාමාන්‍ය වෙන් වීම මඟින් ද ගුණක මට්ටම ද වැඩි විය හැකි ය. අසාමාන්‍ය ද්විගුණ අණ්ඩයක් සංසේචනය වීමේ ප්‍රතිඵලය ත්‍රිගුණකයක් (3n) විය හැකි ය. පළමු අනූනන විභාජනයෙන් පසුව 2n යුක්තානුව විභාජනය නොවේ නම්, එය වර්ණදේහ කට්ටල් හතරක් රැගෙන යමින් චතුර්ගුණකයක් (4n) බවට විකසනය වේ.

ඉහළ ගුණක මට්ටම් සහිත සතුන් ඉතා දුර්ලභ ය. අනෙක් අතට ශාකවලට ඉහළ ගුණක මට්ටම් දරා ගත හැකි අතර ඒවා බොහෝ විට ඔවුන්ගේ ද්විගුණ ජීවීන්ට වඩා හොඳින් ක්‍රියා කරයි.
ඉහළ ගුණක මට්ටම් සහිත ශාක සඳහා
උදාහරණ: කෙසෙල් - ත්‍රිගුණක (3n) තිරිඟු - ෂඩ් ගුණක (6n) ස්ට්‍රෝබෙරි - අෂ්ටගුණක (8n)

බහුගුණක පෘෂ්ඨවංශීන්ට වඩා අපෘෂ්ඨවංශීන් තුළ සුලභ ය. පෘෂ්ඨවංශීන් අතර බහුගුණකතාව නිරීක්ෂණය කර ඇත්තේ මත්ස්‍යයන් සහ උභය ජීවීන් ස්වල්ප දෙනකුගේ පමණි.

විෂමගුණකයන් හා සසඳන විට බහුගුණකයෝ වඩාත් සාමාන්‍ය වෙති. සාමාන්‍ය තත්ත්වයට වඩා වැඩි වර්ණදේහ සංඛ්‍යාවක් දරන නමුත් බහුගුණක ප්‍රවේණික සමතුලිතතාව පවත්වා ගනී. එහෙත් විෂමගුණකවල ප්‍රවේණික තුල්‍යතාව නැති වී ඇත.



රූපය 7.25 ඌනනය විභාජනයේදී ඇතිවන අසාමාන්‍යතා නිසා විෂමගුණකතාව ඇති වීම

මානව ප්‍රවේණික ආබාධ

ජාන විකෘති නිසා ඇති වන ආබාධ

ජාන විකෘති නිසා ඇති වන මානව ප්‍රවේණික ආබාධ සඳහා උදාහරණ දෙකක් පහත විස්තර කෙරේ.

වර්ණාන්ධතාව

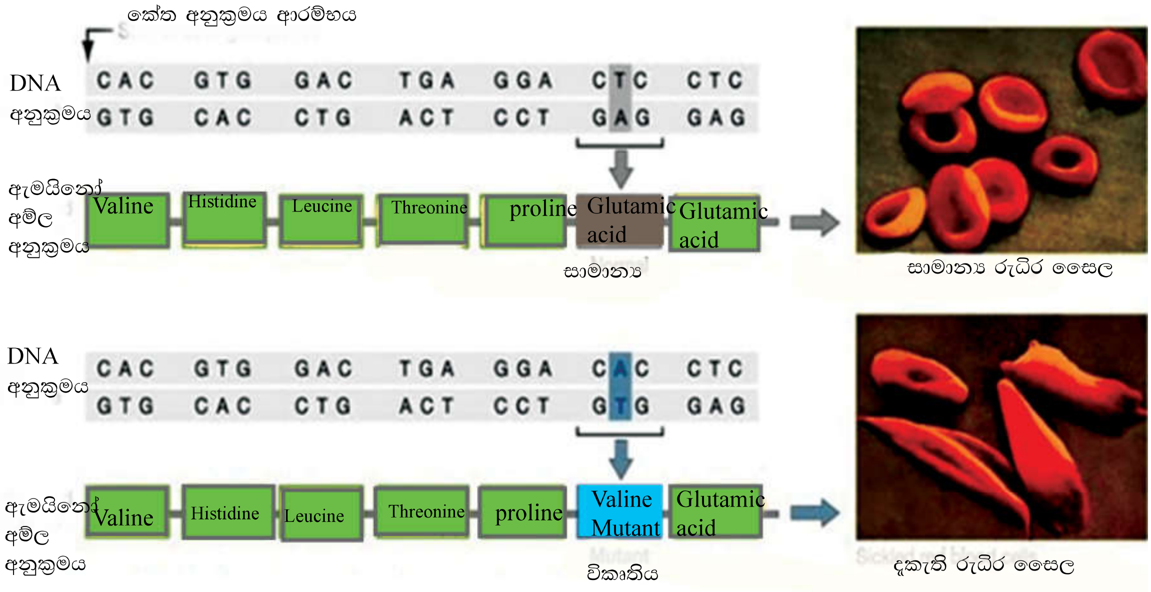
වර්ණාන්ධතාව හෝ වර්ණ දෘෂ්ටි ඌනතාව ස්ත්‍රීන්ට වඩා පුරුෂයන් අතර සුලබ ප්‍රවේණික ආබාධයකි. එය X වර්ණදේහයේ පිහිටි ජාන එකක් හෝ වැඩි ගණනක විකෘති නිසා ඇති වේ. දෘශ්‍ය ආලෝකයේ වෙනස් තරංග ආයාම අවශෝෂණය කරන ප්‍රෝටීන සඳහා එකී ජාන මඟින් කේත

සපයයි. පොටොප්සින් නම් වන එම දෘෂ්ටි වර්ණක රතු, කොළ සහ නිල් ලෙස වර්ග කරනු ලැබේ. සාමාන්‍ය වර්ණ දෘෂ්ටිය ඇති පුද්ගලයකුගේ දෘෂ්ඨි විතානය තුළ වර්ණක කාණ්ඩ තුන ම ඇති බැවින් ඔවුහු වෙනස් වර්ණ හා පැහැයේ ප්‍රමාණය වෙන් කර හඳුනා ගනිති. වෙනස් වර්ණ සහ වෙනස් තරංග ආයාම වෙනස් අනුපාතවලින් අවශෝෂණය කර මොළය මගින් වස්තුවක වර්ණය ලෙස පැහැදිලි කර දෙයි.
මිනිසාගේ රතු සහ කොළ වර්ණකවලට කේත සපයන ජාන X වර්ණදේහයේ ද, නිල් වර්ණකය සඳහා ජානය 7 වන වර්ණදේහය මත ද පිහිටයි. පුරුෂයන්ට එක X වර්ණදේහයක් පමණක් ඇති බැවින්, සහ අදාළ ජානය Y වර්ණදේයේ නැති බැවින්, එම ජාන එකක හෝ දෙකෙහි ම ඕනෑ ම දෝෂයක් රූපානුදර්ශය සාදයි.
ස්ත්‍රීන්ගේ විෂමයුග්මක තත්ත්වයේ දී එක් සදොස් ඇලීලයක් x වර්ණදේහයේ තිබුණ ද අනෙක් ඇති දෝෂ රහිත ඇලීලය මගින් එය ආවරණය වේ. ඒ නිසා වර්ණදෘෂ්ටි ඌනතාව ස්ත්‍රීන්ට වඩා (ස්ත්‍රීන්ගේ 1%කට වඩා අඩු ය) පුරුෂයන්ගේ සුලබ ය (පුරුෂයන්ගේ 5-8%). වර්ණාන්ධතාව සම්පූර්ණයෙන් ම පාහේ රතු හා කොළ වර්ණක සංජානනය කෙරේ බලපායි. ඊට හේතුව ඒවා ලිංග ප්‍රතිබද්ධ ජාන වීමයි.

දෑකැති සෛල රක්තහීනතාව

දෑකැති සෛල රක්තහීනතාව යනු අප්‍රිකාව සහ ලෝකයේ වෙනත් උණුසුම් ප්‍රදේශවල මානව ගහන තුළ ව්‍යාප්ත ප්‍රවේණික රෝගයකි. ඔක්සිජන් රැගෙන යන වර්ණකය වන හිමෝග්ලෝබීන්හි β ග්ලෝබීන් උප ඒකකය සඳහා කේත සපයන ජානයේ විකෘත ඇලීලයක් හිමොග්ලෝබීන් අණුව අසාමාන්‍යතාවට හේතු වේ. රතු රුධිර සෛල තුළ අසාමාන්‍ය හිමෝග්ලෝබීන් තිබීම හේතුවෙන් RBCවල හැඩය මඩලාකාර හැඩයේ සිට දෑකැත්තක් බඳු වක්‍රයකට වෙනස් කරයි. මේ ආබාධය සහිත පුද්ගලයන්ට රතු රුධිර සෛල සුළු ප්‍රමාණයක් ඇති බැවින් රක්තහීනතාව වර්ධනය වේ. එසේ සිදු වන්නේ දෑකැති හැඩ රතු රුධිර සෛල ප්‍රාග් පරිණතව බිඳවැටීම හේතුවෙනි. හිමෝග ්ලෝබීන්හි ප්‍රාථමික ව්‍යුහයේ නිශ්චිත ස්ථානයක දී ග්ලූටමික් අම්ලය, වේලින් මගින් ආදේශ වීමේ විකෘතියක් සිදු වේ. එහි ප්‍රතිඵලය ලෙස හිමෝග්ලෝබීන් අසාමාන්‍ය නැමීමක් සිදු වේ. විකෘතියට ලක් වූ ඇලීලය සහප්‍රමුඛ වේ. එම පථය සඳහා විෂම යුග්මක පුද්ගලයන් තුළ සාමාන්‍ය β ග්ලෝබීන් සහ විකෘති β ග්ලෝබීන් යන දෙවර්ගය ම නිපදවෙන බව ඉන් අදහස් කෙරේ. ඒ නිසා ඔවුන් සතුව හොඳ සහ සදොස් හිමෝග්ලෝබීන් දෙවර්ගය ම ඇති බැවින් , සාමාන්‍ය සහ දෑකැති රතු රුධිර සෛල යන දෙවර්ගය ම ද ඇත. ඔවුහු සාමාන්‍යයෙන් නිරෝගි වන අතර විකෘති ඇලීලය සඳහා වාහකයෝ වෙති. විකෘතියට ලක් වූ ඇලීලය සමයුග්මයන් තුළ දරුණු නිශ්චිත බලපෑම් ඇති කිරීමට හේතු වේ.

එබැවින් ඔවුන් ස්වාභාවික වරණය මගින් මානව ගහනවලින් තුරන් වනු ඇත. කෙසේ වුව ද අප්‍රිකාව බඳු උණුසුම් රටවල මැලේරියාව පවතින අතර, සමයුග්මක වල් දර්ශ ඇලීල සහිත පුද්ගලයන්ට වඩා හොඳින් විකෘතිය සඳහා විෂම යුග්මකයෝ මැලේරියාවෙන් ආරක්ෂා වෙති. එයට හේතුව මැලේරියා පරපෝෂිතයන්ට දෑකැති රක්තාණු තුළ සුරැකී ජීවත් වීමට නොහැකි වීමයි. ඒ නිසා විෂමයුග්මයක පුද්ගලයන්ගේ පරපෝෂී ගණත්වය පහළ මට්ටමක පවතී.



රූපය 7.26 දෑකැති සෛල රක්තහීනතාවයේ අණුක පදනම

II වර්ණදේහ විකෘති නිසා ඇති වන ආබාධ

වර්ණදේහ විකෘති මඟින් ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණයේ හෝ වර්ණදේහ ව්‍යුහයේ දැඩි වෙනස් වීම් සිදු කරමින් ක්ෂීරපායි භ්‍රෑණවල ගබ්සාවලට මඟපාදයි. ඔවුන් ජීවත් වුව හොත් රූපානුදර්ශීයව අසාමාන්‍ය ලක්ෂණ විශේෂ කාණ්ඩයක් පෙන්නුම් කරන අතර, එය සහලක්ෂණයක් ලෙස හැඳින්වේ.

විෂමගුණකතාව නිසා ඇති වන ප්‍රවේණික ආබාධ තුනක් පහත විස්තර කෙරේ.

ඩවුන් සහලක්ෂණය

ඩවුන් සහලක්ෂණය 'ත්‍රිදේහතාව' 21 ලෙස ද හැඳින්වේ. බලපෑමට ලක් වූ පුද්ගලයාගේ සෛල තුළ 21 වන වර්ණදේහයේ වැඩිපුර පිටපතක් තිබීම එයට හේතුවයි. මේ සහලක්ෂණය මුහුණේ ලාක්ෂණික අංග, මිටි දේහය, හෘදයේ ආබාධ (ඒවා නිවැරදි කළ හැකි ය) සහ විකසන ප්‍රමාද වීම් පෙන්නුම් කරයි. ඔවුන්ට ලියුකේමියා සහ ඇල්ෂයිමර් (Alzheimer) රෝගය සෑදීමේ ඉහළ අවදානමක් ඇත. ඩවුන් සහලක්ෂණය සහිත ස්ත්‍රීන්ගෙන් අඩක් ද සියලු පුරුෂයන් පාහේ ලිංගික ව නොමේරූ සහ නිසරු අය වේ. ඔවුන්ගේ ආයු කාලය සාමාන්‍ය අයට වඩා කෙටි නමුත් සුදුසු වෛද්‍ය ප්‍රතිකාර ලබමින් මැදිවිය තෙක් ජීවත් විය හැකි ය. කෙසේ වුව ද ඔවුන්ට අධිරුධිර පීඩනය, ඇතරොස්ක්ලෙරෝසිස් (ධමනි දෘඩ වීම) ආඝාතය සහ බොහෝ ඝන අර්බුද (solid tumors) සෑදීමේ හැකියාව සාමාන්‍ය අයට වඩා අඩු ශීඝ්‍රතාවකින් සෑදේ. ඔවුන්ගේ අසාමාන්‍යතා තිබියදීත් වැඩි දෙනෙක් සාමාන්‍ය ලෙස ජීවත් වෙමින් රැකියාවල ද යෙදෙති. ඩවුන් සහලක්ෂණය සහිත දරුවකු ලැබීමේ අවදානම මවගේ වයස සමග ඉහළ යයි. ඌනනය-I සිදු වන නිර්විසම්බන්ධනය මෙයට හේතු වේ. ඩවුන් සහලක්ෂණය අලිංග වර්ණදේහයක ත්‍රිදේහතාව නිසා ඇති වන අතර ලිංග වර්ණදේහවල විෂමගුණකතාව හේතුවෙන් ඇති වන මානව ප්‍රවේණික ආබාධ ද ඇත. ලිංග වර්ණදේහවල විෂමගුණික තත්ත්ව වන ඒකගුනදේහතාව නිසා ටර්නර් සහලක්ෂණය ද ත්‍රිදේහතාව නිසා ක්ලයින්ෆෙල්ටර් සහලක්ෂණය ද හටගන්වයි.

ටර්නර් සහලක්ෂණය

x වර්ණදේහයේ ඒකූනදේහතාව නිසා ටර්නර් සහලක්ෂණය ඇති වේ. ඉතා දුලබ අවස්ථාවල එක x වර්ණදේහයක් පමණක් සහිත ස්ත්‍රීන් සිටින අතර ඒ නිසා ඔවුන්ගේ ප්‍රවේණිදර්ශය XO ය. මිනිසාගේ දන්නා ජීව්‍ය ඒකූනදේහතාව මෙය පමණි. එකී පුද්ගලයන් රූපාණුදර්ශීයව ස්ත්‍රීන් නමුත් ලිංගික අවයව පරිණත නොවීම හේතුවෙන් නිසරු වේ. ටර්නර් සහලක්ෂණය සහිත ගැහැනු ළමයින් ඊස්ට්‍රජන් ප්‍රතිස්ථාපන චිකිත්සාවට භාජනය කළ විට ඔවුන්ගේ ද්විතීයික ලිංගික ලක්ෂණ විකසනය වේ.

ඔවුන් මිටි පෙනුමක් සහිත වන අතර, ඇතැම් අයගේ ගෙල මත අතිරේක සමක් (බැඳි පටල සහිත ගෙල) තිබිය හැකි ය. අත් සහ පාදවල පිම්බුණු හෝ ඉදිමුණු බව (Lymphedema), සැකිලි අසාමාන්‍යතා, හෘදය ආබාධ, අධි රුධිර පීඩනය සහ වෘක්ක ගැටලු වෙනත් ලක්ෂණ වේ. ඔවුන් බහුතරයකට සාමාන්‍ය බුද්ධියක් ඇත.

ක්ලයින්ෆෙල්ටර් සහලක්ෂණය

XXY ප්‍රවේණි දර්ශය තුළ අතිරේක X වර්ණදේහයක් සහිත දුලබ තත්ත්වයක් නිසා ඇති වේ. y වර්ණදේහය රැගෙන යන බැවින් එම පුද්ගලයන් පුරුෂයන් ය. පුරුෂ ලිංගික අවයව දුරුව ද ඔවුහු නිසරු පුද්ගලයෝ ය. ඔවුන්ගේ වෘෂණ අසාමාන්‍ය ලෙස කුඩා ය. x වර්ණදේහ දෙක අතරින් එකක් නිෂ්ක්‍රීය යි. ඒ පුරුෂයන්ට විශාල වූ පියයුරු තිබිය හැකි අතර ම වෙනත් ස්ත්‍රී දේහ ලක්ෂණ ද විකසනය විය හැකි ය. ඔවුන්ට අවප්‍රමාණ බුද්ධියක් ඇත.
XYY ත්‍රිදේහය පුරුෂයන් ද XXX ත්‍රිදේහය ස්ත්‍රීන් ද සාදනු ඇත. කිසිදු සහලක්ෂණයක් නොපෙන් වන ඔවුහු පිළිවෙළින් සාමාන්‍ය පුරුෂ හා ස්ත්‍රී ලක්ෂණ දරති. ඔවුන් සරු පුද්ගලයන් වන අතර සාමාන්‍යයට වඩා මඳක් උසින් වැඩි ය.

ප්‍රවේණි උපදේශනය

ප්‍රවේණි උපදේශනය යනු ප්‍රවේණික ආබාධ තිබෙන හෝ ප්‍රවේණික අබාධවල අවදානම තිබෙන පවුල් සඳහා වැදගත් වන සේවාවකි. කිසියම් යුවලකට ප්‍රවේණික ආබාධ සහිත දරුවකු පිළිසිඳ ගැනීමට තිබෙන අවදානම ඇස්තමේන්තු කිරීම සහ එබඳු අවස්ථා මගහරවා ගැනීමට අවශ්‍ය උපදෙස් සැපයීම එම සේවාවෙන් අපේක්ෂා කෙරේ. ප්‍රවේණි උපදේශනය යනු එක් පැත්තකින් සරල මෙන්ඩලීය ආවේණියේ නියමවලට අනුව ලක්ෂණ හැසිරෙන්නේ කෙසේද යන්න තේරුම් ගත හැකි මානව ප්‍රවේණිය පිළිබඳ හොඳ දැනුමක් ද අනෙක් පැත්තෙන් ප්‍රවේණික ආබාධ සහිත දරුවන් ලැබීමේ අවදානම අවම කර ගැනීමට මගපෙන්වීමක් සැපයීමේ, හැකියාව ද අවශ්‍ය වන වෘත්තියකි. පවුලක දැනටමත් එබඳු දරුවකු සිටී නම් ප්‍රවේණි උපදේශක විසින් එම තත්ත්වය කළමනාකරණය කර ගන්නේ කෙසේද යන්න සහ ඊළඟ දරු උපත සැලසුම් කළ යුතු ආකාරය ගැන උපදෙස් සපයයි.

සමහර ප්‍රවේණික ආබාධ බහුසාධකීය වේ. බහුජාන ප්‍රවේණිය ඇතුළු සාධක ගණනාවක් සහ පරිසරය පවා එයට බලපාන බව ඉන් අදහස් කෙරේ.

උදාහරණ : හෘදයාබාධ සහ දියවැඩියාව ආවේණික විය හැකි නමුත් රෝගය හට ගැනීමේ අවදානමට ජීවන රටාව සහ ආහාර පුරුදු වැනි බාහිර පාරිසරක සාධකවල බලපෑමක් ඇත.

එනිසා රෝගයේ ආවේණිය පිළිබඳ පැහැදිලි රටාවන් අනාවරණය කර ගත නොහැකි ය.

පිළිසිඳ ගනු ලබන දරුවකුට ආවේණිය පිළිබඳ සරල මෙන්ඩලීය නියම අනුගමනය කරන ලක්ෂණවල බලපෑමක් ඇති වීමේ අවදානම ඇස්තමේන්තු කළ හැක්කේ ඒ ආබාධය සලකමින් පවුල් ඉතිහාසය අධ්‍යයනය කිරීමෙනි. මේ නිසා එය ප්‍රවේණි උපදේශනයේ විෂය පථය බවට පත් වී ඇත.

ආබාධය හට ගන්නේ ප්‍රමුඛ ඇලීලයක් මගින් නම් එය විභව්‍ය දෙමවුපියන් තුළ පහසුවෙන් නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. කෙසේ වුව ද ඇලීලය නිලීන නම් සාමාන්‍ය රූපාණුදර්ශය සහිත දෙමවුපියන් එක් අයෙකු හෝ දෙදෙනා ප්‍රමුඛ ඇලීලය සඳහා සමයුග්මක හෝ විෂම යුග්මක වාහකයන් විය හැකිය. පෙළවැල් විශ්ලේෂණ භාවිත කරමින් රෝගයට අදාළ පවුල් ඉතිහාසය අනාවරණය කිරීමෙන් දෙමවුපියන් වාහකයන් බවට පත් වීමේ සම්භාවිතාව ඇස්තමේන්තු කිරීමට ඉඩ සැලසෙනු ඇත. ඊට අනුකූලව ආබාධය සහිත දරුවකු හට ගැනීමේ අවදානම පිළිබඳ සම්භාවිතාව ඇස්තමේන්තු කළ හැකි ය.

පෙළවැල් විශ්ලේෂණය ඔස්සේ ලබා ගත හැකි තොරතුරු සමහර විට දෙමවුපියන් එක් අයෙක්ගේ හෝ දෙදෙනාගේ ම ප්‍රවේණි දර්ශය නිරවද්‍යව නිර්ණය කිරීමට ප්‍රමාණවත් වේ. ප්‍රවේණි උපදේශකයා විභව්‍ය දෙමවුපියන්ට තත්ත්වය පහදා දෙයි. දරුවකු ලබා ගැනීමේ වඩාත් ම සුදුසු විකල්පය තෝරා ගැනීමට මග පෙන්වීමක් සිදු කරයි.

පිළිසිඳ ගෙන ඇති භ්‍රෑණය විකෘති ඇලීල රැගෙන යන්නේ ද යන්න තීරණය කිරීමට අවශ්‍ය තාක්ෂණය දැනටමත් පවතී. ඒ සඳහා මුල් කාලීන භ්‍රෑණයේ සෛල සාම්පලයක් ගෙන එහි DNA අනුක්‍රමය මගින් (DNA sequence) විකෘති ඇලීලය තිබීම හෝ නොතිබීම සහ තිබේ නම් භ්‍රෑණය සමයුග්මක හෝ විෂය යුග්මක ද යන්න සොයා ගත හැකි ය. භ්‍රෑණය තබා ගැනීම හෝ ගබ්සා කිරීම පිළිබඳ මනා දැනුවත් තීරණයක් ගැනීමට එම තොරතුරු ඉතා වැදගත් වේ. සමහර රටවල නීති සම්පාදනය මගින් එබඳු භ්‍රෑණ ප්‍රවේණික ආබාධ සහිතව බිහි වනවාට වඩා ගබ්සා කිරීමට ඉඩ සලසා ඇත. කෙසේ වුව ද එය දෙමවුපියන්ට ගැනීමට අසීරු තීරණයකි. ඒ නිසා විභව්‍ය දෙමවුපියන්ට ගත හැකි හොඳ ම තීරණය ගැනීමට මගපෙන්වීම ප්‍රවේණි උපදේශකගේ කර්තව්‍යයි.

ජාන තාක්ෂණය

ජාන තාක්ෂණයේ උපකරණ, ශිල්ප ක්‍රම සහ ක්‍රමවේද

DNA විසංගමනයෙන් (DNA isolation) ආරම්භ කරමින්, අවශ්‍ය DNA අනුක්‍රමය හඳුනා ගැනීම ඔස්සේ ජාන තාක්ෂණය හෝ ප්‍රතිසංයෝජිත DNA තාක්ෂණය දක්වා ජාන තාක්ෂණයේ ක්‍රියාවලිය මේ කොටසින් පිරික්සනු ලැබේ. විසංගමනය කළ DNA කැපීම, වෙනස් DNA ඛණ්ඩ සම්බන්ධ කිරීම සහ සමහර විට DNA නාලස්ථව පිටපත් කිරීම අවශ්‍ය වේ. DNA මත ක්‍රියා කරන එන්සයිම ගණනාවක් මෙයට සහභාගි වේ.

අනන්‍ය DNA අනුක්‍රමයක් ඉතිරි DNA වලින් වෙන් කර හඳුනා ගැනීමට ඛණ්ඩවල ප්‍රමාණය මත පදනම් ව වෙන් කිරීම සහ හඳුනා ගැනීම අවශ්‍ය වේ. ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ ජීවියකු සාදා ගැනීමේ දී ඒ DNA සුදුසු ක්‍රම භාවිත කරමින් ප්‍රතිග්‍රාහක ජීවියකුට හුවමාරු කිරීම අවශ්‍ය වේ. DNA පිටපත් සෑදීම, ක්ලෝනකරණය භාවිත කරමින් ජීවස්ථව (*In vivo*) සහ පොලිමරේස් දාම ප්‍රතික්‍රියාව (PCR) භාවිත කරමින් නාලස්ථව (*In vitro*) සිදු කළ හැකි ය. DNA පිළිබඳ බොහෝ අධ්‍යයනවල ඉතා වැදගත් ශිල්ප ක්‍රමයක් බවට DNA අනුක්‍රම නිර්ණය (DNA sequence) පත්ව ඇත.

DNA විසංගමනය

දායක සෛලයක සම්පූර්ණ ගෙනෝමයෙන් ඉලක්ක DNA අනුක්‍රමයක් විසංගමනය සමග ජාන තාක්ෂණය ආරම්භ වේ. සංශුද්ධ කළ DNA, DNAවල ව්‍යුහය සහ රසායනය අධ්‍යයනය, DNA ප්‍රෝටීන අන්තර්ක්‍රියා පිරික්සීම, DNA දෙමුහුම්කරණය (DNA hybridization) සිදු කිරීම, DNA

අනුක්‍රමනිර්ණය PCR, බොහෝ ප්‍රවේණික අධ්‍යයන, ජාන ක්ලෝනකරණය සිදු කිරීම වැනි බොහෝ භාවිතයන් සඳහා අවශ්‍ය වේ.

DNA අණු ඉතා දිගු බැවින්, ප්ලාස්මිඩ DNA හෝ වයිරස් DNA වැනි වඩා කෙටි DNA හැර DNA අණුවක සම්පූර්ණ දිග විසංගමනය කළ නොහැකි ය. කෙසේ වුව ද නිස්සාරණ ක්‍රියාවලිය තුළ දී DNA කැඩී යෑම හෝ කැපී යෑම අවම කළ යුතු ය.

DNA විසංගමනයේ මූලික මූලධර්ම සහ ප්‍රධාන පියවර පහත දැක්වෙන පරිදි හඳුනා ගත හැකි ය.

- **සමජාතීයකරණය හෝ සෛල බිඳ දැමීම**

  DNA සූන්‍යෂ්ටික සෛලයක න්‍යෂ්ටිය තුළ පිහිටා ඇති අතර ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික සෛලයක නියුක්ලියෝඩය තුළ ඒකරාශි වී ඇත. DNA විසංගමනයේ පළමු පියවර වන්නේ සෛල බිඳ හෙළීමෙන් හෝ ජීරණය මගින් DNA නිදහස් කර ගැනීමයි. ඇඹරීම (grinding) සහ සමජාතීයකරණය (homogenization) මගින් යාන්ත්‍රිකව සෛල ජාරණය හෝ ලයිසොයිම් වැනි එන්සයිම මගින් බැක්ටීරියා සෛල බිත්ති බිඳහෙලීම සිදු කළ හැකිය.

- **DNase නිෂේධනය**
  සෛල බිඳදැමූ පසු ව DNA, ඩිඔක්සිරයිබොනියුක්ලියේස් (DNAase) වැනි භායනය කරන එන්සයිම සමග ස්පර්ශ වීමට ඉඩ ඇත. එනිසා DNA, එබඳු කැපීම් සිදු කරන එන්සයිමවලින් ආරක්ෂා කළ යුතුම ය. නියුක්ලියේස් ක්‍රියාකාරිත්වය සඳහා අවශ්‍ය ලෝහ අයන ඉවත් කිරීමට නබරීය කාරක එකතු කිරීම මගින් එම එන්සයිමවල ක්‍රියාකාරිත්වය නිශේධනය කළ හැක..

- **නියුක්ලියෝප්‍රෝටීන සංකීර්ණ විඝටනය**
  DNA ඒවා බැඳී ඇති ප්‍රෝටීනවලින් නිදහස් කිරීම අවශ්‍ය වේ. SDS, ෆීනෝල්, හෝ ප්‍රොටියොලිටික එන්සයිම මගින් DNA-ප්‍රෝටීන අන්තර්ක්‍රියා බිඳ දැමීම සිදු වේ.

- **අපවිත්‍රකාරක ඉවත් කිරීම**
  සෛලයක් තුළ ඇති වෙනත් සියලු අණු DNA සඳහා අපවිත්‍රකාරක වේ. ඇතැම් භාවිතයන් සඳහා එම අපවිත්‍රකාරක ඉවත්කිරීම අවශ්‍ය වේ.

- **DNA අවක්ෂේපණය**
  මෙහි දී ජලීය කලාවක දිය වී ඇති DNA ශීත (0°C) එතනෝල් සමග අවක්ෂේපණයට ලක් කරයි. එම අවක්ෂේපය සාමාන්‍යයෙන් ස්වාරක්ෂකයක් තුළ නැවත දිය කරනු ලබයි. DNAase රහිත RNAase (රයිබොනියුක්ලේස්) සමග සීමිත පිරියමකින් RNase ඉවත් කරයි.

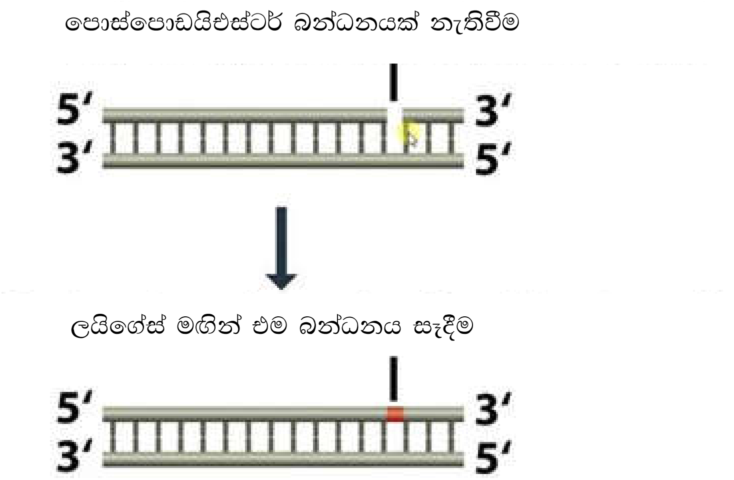
- **DNA සමග ක්‍රියා කරන එන්සයිම**
  නාලස්ථ ව DNA කැපීම, සම්බන්ධ කිරීම සහ පිටපත් සෑදීම සඳහා එන්සයිම අවශ්‍ය වේ.

1. **සීමා එන්ඩොනියුක්ලියේස් එන්සයිම (Restriction endonuclease)**

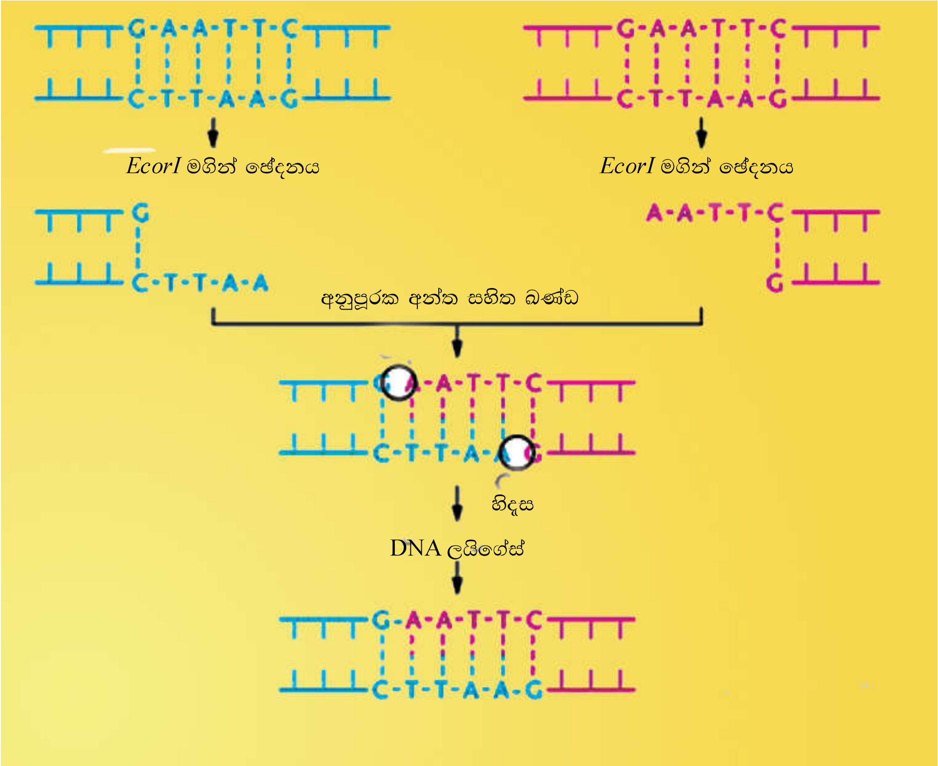
සෛල තුළ වෙනස් කෘත්‍යයක් ඉටු කරන, වෙනස් වර්ගවල නියුක්ලියේස් ගණනාවක් ඇත. ජාන තාක්ෂණයේ දී නිශ්චිත ස්ථානවලින් DNA කැපීම වැදගත් වේ. DNA වල විශිෂ්ට අනුක්‍රමයක් හඳුනා ගෙන ඒ ස්ථානවලින් හෝ අසලින් කපන එන්සයිම සීමා එන්ඩොනියුක්ලියේස් එන්සයිම ලෙස හැඳින්වේ. DNA අනුක්‍රමය කපන ස්ථානය සීමා ස්ථානය හෝ ඡේදන ස්ථානය නම් වේ (රූපය 7.28). උදා : *E co*RI ප්‍රභවය *E.coli*

2. **DNA ලයිගේස්**

ප්‍රතිසංයෝජිත DNA අණුවක් ලබා ගැනීම සඳහා, වෙනස් ප්‍රභවවලින් ලබා ගත් කැපූ DNA ඛණ්ඩ පොස්ෆොඩයිඑස්ටර් බන්ධනයක් සාදමින් එකිනෙක සම්බන්ධ කරන්නේ DNA ලයිගේස් මගිනි (රූපය 7.27). T4 DNA ලයිගේස් ජාන තාක්ෂණයේ දී DNA සම්බන්ධ කරන එන්සයිමය ලෙස වඩාත් සුලබ ව භාවිත වේ. T4 බැක්ටීරියා භක්ෂකය මේ එන්සයිමයේ ප්‍රභවයයි.



රූපය 7.27 : යාබද නියුක්ලියෝටයිඩ අතර හිදැස පිරවීමට නව පොස්ෆොයිඩයිස්ටර් බන්ධනයක් සෑදීම



රූපය 7.28 : *EcorI* සීමා එන්සයිමය මගින් වෙනස් සම්භව සහිත DNA කැපීම සහ ප්‍රතිසංයෝජිත DNA අණුව සෑදීමට DNA ලයිගේස් මගින් වෙනස් DNA කැබලි සම්බන්ධ කිරීම

3. DNA පොලිමරේස

වර්ධනය වන DNA දාමයක, අච්චු දාමයට අනුපූරක ඩිඔක්සිරයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ එකතු කරන, ඒ හේතුවෙන් DNA පිටපත් කරන්නා වූ එන්සයිම වේ. එබැවින් ඒවා ජාන තාක්ෂණයේ දී විශේෂයෙන් PCR සහ ජාන අනුක්‍රමනිර්ණයේ දී ඉතා වැදගත් වේ. වඩාත් ම පුළුල්ව භාවිත වන DNA පොලිමරේසය Taq DNA පොලිමරේස් ය. එය *Thermus aquaticus* තාපකාමී බැක්ටීරියාවෙන් මුලින් ම විසංගමනය කළ තාපස්ථායී එන්සයිමයකි. DNA සමග ක්‍රියා කරන එන්සයිමවලට අමතරව RNA අච්චුවක් මත DNA සාදන එන්සයිම ද ජානතාක්ෂණයේ දී ඉතා ප්‍රයෝජනවත් වේ. ඒවායේ ක්‍රියාව ප්‍රතිලේඛනයට ප්‍රතිවර්තී බැවින් එම එන්සයිම රිවර්ස් ට්‍රාන්ස්ක්‍රිප්ටේස් ලෙස හැඳින්වේ. මෙය mRNA අච්චුවක් මත c DNA (පිටපත් DNA / අනුපූරක DNA) සෑදීමට භාවිත වේ.

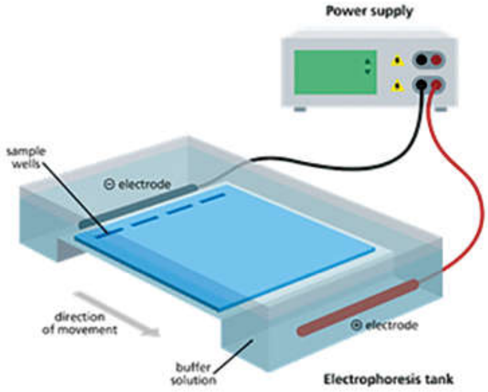
සීමා එන්සයිම මගින් DNA කැපීම මගින් වෙනස් ප්‍රමාණවල DNA ඛණ්ඩ මිශ්‍රණයක් සාදයි. DNA ඇඟිලි සලකුණු තාක්ෂණයේ දී PCR භාවිතයෙන් විවිධ ප්‍රමාණ සහිත DNA දාම මිශ්‍රණයක් ලැබේ. ඒ නිසා DNAවල බොහෝ භාවිතයන් හි දී DNA අණු වෙන් කිරීම වැදගත් වී ඇත. විවිධ ප්‍රමාණ දරන කැබලි ජෙල පූරකයක් මත වෙන් කිරීම මෙය සිදු කිරීමේ වඩාත් ම ප්‍රායෝගික ක්‍රමයයි.

ඇගරෝස් ජෙල විද්‍යුතාගමනය

විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් තුළ ඒවායේ සචලතාවට අනුකූලව විශාල ආරෝපිත අණු (DNA, RNA ප්‍රෝටීන වැනි) වෙන් කිරීමේ ශිල්ප ක්‍රමය විද්‍යුතාගමනයයි. විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් තුළ චලනය වන අණුවක වේගය එහි ශුද්ධ ආරෝපණය සහ ප්‍රමාණය මත රඳා පවතී. ජෙල පූරකයක කුඩා සිදුරු

ඔස්සේ අණු චලනය වේ. මෙමඟින් අණුවල චලනය සීමා කරන අතර ප්‍රමාණයට අනුකූලව වෙන් කිරීමට උදවු වේ.

කුඩා අණු සමග සසඳන විට විශාල අණු සෙමෙන් චලනය වේ. නියුක්ලික් අම්ල සැලකූ විට ශුද්ධ ආරෝපණය අණුවේ දිග මත රඳා පවතින බැවින් වෙන් වීම අණුවේ ප්‍රමාණය මත රඳා පවතී. DNA වෙන් කිරීම සඳහා වැඩි වශයෙන් ම භාවිත වන ශිල්ප ක්‍රමය වන්නේ ඇගරෝස් ජෙල විද්‍යුතාගාමනයයි. මුහුදු පැළෑටි වර්ගයකින් ලබා ගන්නා සංශුද්ධ කළ ඒගාර්, ඇගරෝස් නම් වේ. එය පොලිසැකරයිඩ් පූරකය සාදයි. ඇගරෝස් ජෙල විද්‍යුතාගමන උපකරණයක ජෙලය ස්වාරක්ෂකය තුළ තබා, ජෙලයේ අන්ත දෙකෙහි කැතෝඩය සහ ඇනෝඩය තබා ඇත. (7.29 a රූපය) විදුලි ජනකයක් භාවිත කරමින් ධාරාවක් සැපයූ විට ඍණ ආරෝපිත DNA අණු ජෙලය ඔස්සේ ඇනෝඩය දෙසට සංක්‍රමණය වේ. ජෙලය සැකසීමේ දී සිදුරු සාදන අතර DNA එම සිදුරු තුළට ඇතුළු කරයි. වෙන් වූ DNA ඊතිඩියම් බ්‍රෝමයිඩ්වලින් වර්ණ ගැන්විය හැකි අතර, UV ආලෝකයට නිරාවරණය කිරීම මගින් පෙනීමට සැලැස්විය හැකි ය.(7.29 b රූපය)



(a)

(b)

රූපය 7.29 **:** a) DNA ඇගරෝස් ජෙල විද්‍යුතාගමන උපකරණය

b) ජෙලයක් මත පිහිටි වෙන් වූ DNA පටි UV ආලෝකය භාවිත කර පෙනීමට සැලැස්වීම.

එතිඩියම් බ්‍රෝමයිඩ් වර්ණක, ඇගරෝස් ජෙලයක් මත ද්විත්ව දාම DNA පටියක් තිබීම පෙන්නුම් කරන නමුත් එකී වර්ණකවලට විශිෂ්ට නියුක්ලියෝටයිඩ අනුක්‍රමයක් සහිත පටියක් අනෙක් ඒවායින් වෙන් කර දැක්විය නොහැකි ය. වෙනත් පටි රැසක් අතුරින් එබඳු පටියක් හඳුනා ගැනීම සඳහා DNA ඒෂණයක් භාවිත කෙරේ.

DNA ඒෂණ සහ දෙමුහුම්කරණය

DNA ඒෂණයක් යනු, දෙමුහුම්කරණය මඟින් අනුපූරක නියුක්ලියෝඩයිඩ අනුක්‍රමයක් අනාවරණය සඳහා භාවිත වන තනිදාම සලකුණු කළ DNA ඛණ්ඩයකි. සලකුණු කිරීම (labeling) යනු එම DNA දාමයක් අනාවරණය කර ගැනීමට හැකි සංඥා ලබා දෙන සේ දාමය විකරණය කිරීමයි. විකිරණශීලි සමස්ථානික අන්තර්ගත කිරීම හෝ ඒෂණයේ ව්‍යුහයට ප්‍රතිදීප්ත අණුවක් එකතු කිරීම මඟින් සලකුණු කිරීම සිදු කළ හැකි ය. මේ තනිදාම DNA කොටසට අනුපූරක තනිදාම DNA හෝ RNA සමග දෙමුහුම් වීමට හැකියාව ඇත. ඒනිසා එෂණය සමග දෙමුහුම් සිදුවීමට පෙර ද්විදාම DNA දුස්වාභාවිකරණයට ලක් කර ඒෂණය සඳහා ඉඩ සැදිය යුතු ය. ජෙලය මත ඇති දුස්වාභාවී කළ පටි සදර්න් බ්ලොටින් ක්‍රමය මගින් නයිට්‍රොසෙලියුලෝස් හෝ නයිලෝන්

පෙරහන් පටල මතට මාරු කිරීම අවශ්‍ය වේ. ඉන්පසු, ඒ පටි පටලයට තිර වේ. ඊළඟට සලකුණු කළ ඒෂණ පටලයට එකතු කර සස්වභාවීකරණය (renature) වීමට ඉඩ හරී. පටලයට තිර වී ඇති අනුපූරක අනුක්‍රමයකට පමණක් ඒෂණ ප්‍රබල ලෙස බැඳේ. පටලය සේදූ විට ඉලක්ක නියුක්ලියෝටයිඩ අනුක්‍රමය සහිත පටියට බැඳුණු ඒෂණ හැර අනෙක් ඒෂණ ඉවත් වේ.
ඒෂණය විකිරණශීලිව සලකුණු කර තිබේ නම් ඉලක්ක අනුපිළිවෙළ පටලයේ ස්වයං විකිරණ ලේඛ ශිල්පය මගින් හඳුනා ගත හැකි ය. ඒෂණය ප්‍රතිදීප්ත වර්ණක මඟින් සලකුණු කර ඇති විට එම පටිය පාරජම්බුල කිරණ මගින් හඳුනා ගත හැකි ය.

ප්‍රතිසංයෝජිත DNA තාක්ෂණය

ප්‍රතිසංයෝජිත DNA අණුව
ප්‍රවේණික ප්‍රතිසංයෝජනයේ විද්‍යාගාර ක්‍රමවේද භාවිතා කරමින් වෙනස් ප්‍රභව වලින් ගත් DNA එකට එකතුකර ස්වභාවයේ හමුනොවන අනුක්‍රමයක් නිර්මාණය කරමින් සාදන DNA අණුවයි.

පෘථිවිය මත වූ සියලු ජීවින් පොදු පූර්වජයෙකුගෙන් පරිණාමය වී ඇති අතර, ඇතැම් වයිරස හැර ඔවුන්ගේ ප්‍රවේණික තොරතුරු DNA තුළ ගබඩා වී ඇත. රසායනික මට්ටමේදී සියලු ජීවීන්ගේ DNA එක සමාන වේ. තවදුරට ද, සියලු ජීවීන් එක සමාන ප්‍රවේණී කේතයක් භාවිත කරන අතර, ඒ හේතුවෙන් බැක්ටීරියාවක, ශාකයක හෝ සත්ත්වයකු යන කවරෙකු තුළ එය ප්‍රකාශ වුව ද එක ම ජානයක් එක ම පොලිපෙප්ටයිඩයකට කේතය සපයයි. මෙය ප්‍රතිසංයෝජිත DNA තාක්ෂණයේ පදනම සාදන අතර, එහි දී වෙනස් විශේෂ දෙකක් හෝ වැඩි ගණනක DNA එකට සම්බන්ධ කර නව ප්‍රවේණික සංකලන ලබා ගැනීමට ධාරකයකු තුළට ඇතුළු කරයි. ඒ නව ප්‍රවේණික සංකලනවලට විද්‍යාව, වෛද්‍ය විද්‍යාව, කෘෂිකර්මාන්තය, කර්මාන්ත සහ පාරිසරික භාවිතවල වටිනාකමක් ඇත.

ප්‍රතිසංයෝජිත DNA අණුවක් (rDNA) සෑදීම සඳහා පහත සඳහන් සියලු ශිල්ප ක්‍රම අවශ්‍ය වේ.

- වෙනස් ප්‍රභවවලින් DNA විසංගමනය
- විසංගත කල DNA සීමා එන්සයිමය මගින් සීමිත ජීරණය
- ජෙල විද්‍යුතාගමනය මගින් DNA ඛණ්ඩ වෙන් කිරීම
- අවශ්‍ය නියුක්ලියෝටයිඩ අනුපිළිවෙළ සහිත නිවැරදි ඛණ්ඩ ඒෂණ භාවිත කරමින් හඳුනා ගැනීම
- බහුවිධ ප්‍රභවවලින් ලබා ගත් DNA ඛණ්ඩ DNA ලයිගේස් භාවිතා කරමින් සම්බන්ධ කිරීම

ධාරක සෛලයක් තුළට DNA අණුවක් නිවේශනය අසීරු පියවරකි. සෛල තුළට DNA ලබා ගැනීමට ප්‍රතිරෝධයක් දක්වයි. මෙය ජීවීන්ගේ පැවැත්ම සඳහා වැදගත් වන්නේ, ආක්‍රමණික DNA සාමාන්‍යයෙන් හානිකර ප්‍රවේණික වෙනස්වීම්වලට හේතු වන බැවිනි.

අවම වශයෙන් ධාරක සෛල කිහිපයකට හෝ පිටපතක් ලැබීම තහවුරු කිරීම සඳහා ප්‍රතිසංයෝජිත DNA අණුවල පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් අවශ්‍ය වේ. අවශ්‍ය DNA ඛණ්ඩය කෙටි එකක් නම් PCR නම් ශිල්ප ක්‍රම භාවිත කර නාලස්ථ ගුණනය සිදු කෙරේ.

DNA ක්ලෝනකරණය

අවශ්‍ය DNA පිටපත් සෑදීමට ධාරක සෛලයේ DNA ප්‍රතිවලිත යන්ත්‍රය භාවිත වේ. කෙසේ වුව ද ධාරක සෛලය තුළට නිවේශනය කළ DNA ඛණ්ඩයෙහි ප්‍රතිවලිත ආරම්භය (Ori) නොතිබේ නම් එය පිටපත් නොසාදනු ඇත. එනිසා ප්‍රතිසංයෝජිත DNA අණුව හෝ සැලකිල්ලට ගන්නා DNA

ප්‍රතිවලිත වීම උදෙසා Ori සහිත DNA සමග සංයෝජනය විය යුතු අතර, එයට වර්ණදේහය DNAවලින් ස්වාධීනව ප්‍රතිවලිත විය හැකි ය (වර්ණදේහීය DNA ප්‍රතිවලිත වන්නේ සෛල විභාජනය තුළ එක් වරක් පමණි). බැක්ටීරියා ධාරකයකු තුළ ප්ලාස්මිඩ පිටපත් රාශියක් ඇති කළ හැකිය. බැක්ටීරියා භක්ෂකයක් ආසාදනය වූ විට, වයිරස් DNA පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් ද ඇත. අපට අවශ්‍ය DNA අණුව මේ DNA රැගත් ස්වයං ප්‍රතිවලිත ඒකක තුළට සමෝධානිත එම ඒකක වාහක නම් වේ.

වාහක

වාහක යනු අදාළ DNA අණු, ගුණනය හෝ ක්ලෝනකරණය සඳහා ධාරකයා තුළට රැගෙන යන යානාවන් ය. DNA ක්ලෝනකරණය සඳහා භාවිත වන වාහක ක්ලෝන වාහක නම් වේ. වාහකය ආගන්තුක DNA දරන විට එය ප්‍රතිසංයෝජිත වාහකය ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රතිසංයෝජිත වාහකයක් සෑදීමේ දී ද, ප්‍රතිසංයෝජිත DNA අණුවක් සෑදීම සඳහා වූ ක්‍රියාමාර්ගය ම අනුගමනය කරයි. මෙහි දී ප්‍රයෝජනවත් ජානය සීමා එන්සයිමයක් මඟින් කැපිය යුතු අතර, වාහකය ද (ප්ලාස්මිඩ හෝ වයිරස DNA) සීමා එන්සයිමයෙන් ම කැපිය යුතු ය. ඒ දෙවර්ගය මිශ්‍ර කිරීම සහ සමෝධානිත වීම තැබීම සිදු කළ යුතු අතර DNA ලයිගේස් භාවිත කර එකට බැඳිය යුතු ය (රූපය 7.30)

ක්ලෝනකරණ ස්ථානය යනු (cloning site) වාහකයා තුළ ඇති ක්ලෝණීකරණය කළ යුතු DNA නිවේශනය (insert) කරනු ලබන ස්ථානයයි. DNA කැපීමට (වාහකයා සහ ක්ලෝනකරණය සඳහා අවශ්‍ය DNA) සීමා එන්සයිම කිහිපයක් භාවිතය සඳහා ක්ලෝනකරණ සිදුකරන ස්ථානයක සීමා එන්සයිම කිහපයක් සඳහා අණුක්‍රම තිබිය යුතුය.
ධාරක සෛලයකට සාමාන්‍යයෙන්, බැක්ටීරියා ධාරකයාට වාහකය පිටපත් කළ හැකි අතර, ඊළඟට ඒවා ප්‍රතිසංයෝජිත වාහකය මගින් පරිණාමනයට ලක් කරයි. ධාරකයා ඉන් පසු ප්‍රයෝජනවත් DNA දරන වාහකය පිටපත් කරයි. බැක්ටීරියා ධාරක ගණාවාසයෙන් පැවත එන එක් එක් සෛලයේ ප්‍රතිසංයෝජිත ප්ලාස්මිඩ ගණනාවක් ඇත.

වාහක වර්ග හා ඒවායේ වෙනස්කම්

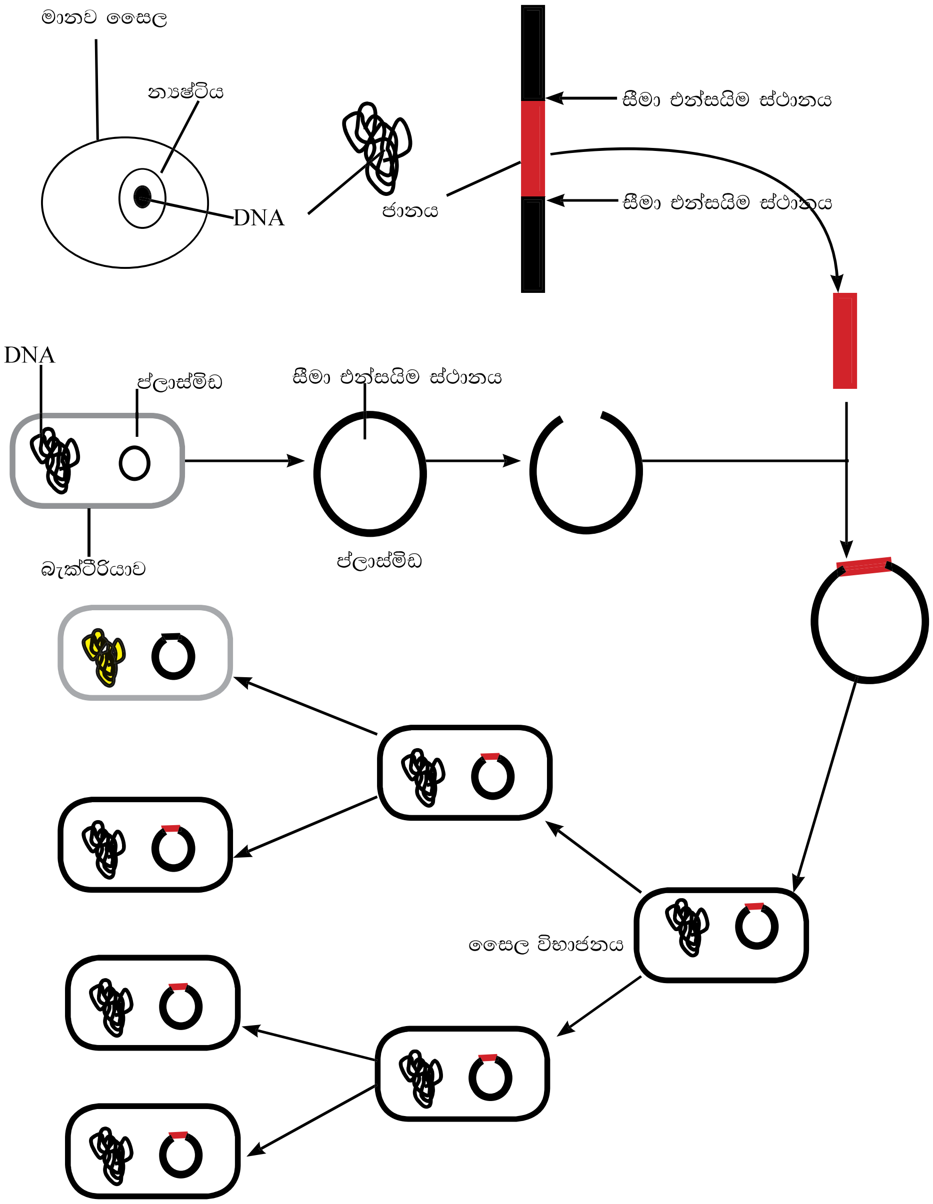
කිසියම් ධාරක සෛලයක් තුළ ඕනෑ ම ස්වයං ප්‍රතිවලිත වන ඒකකයක් වාහකයන් ලෙස භාවිත කළ හැකි ය. බැක්ටීරියා තුළ ප්ලාස්මිඩ සහ බැක්ටීරියා භක්ෂක වාහක ලෙස භාවිත වේ. ප්ලාස්මිඩ යීස්ට් සෛල තුළ ද ඇත. ඒ නිසා ඒවා යීස්ට් තුළ වාහක ලෙස ද භාවිත කළ හැකි ය. යීස්ට් ක්ලෝනකරණ වාහක යීස්ට් කෘත්‍රිම වර්ණදේහ (YACs) ලෙස හැඳින්වේ. ඒවා ප්ලාස්මිඩ නමුත් වර්ණදේහ ලෙස හැඳින්වෙන්නේ සෙන්ට්‍රොමියර අනුක්‍රම දරන බැවිනි. ඒවා රේඛීය විට වර්ණදේහ ලෙස කටයුතු කරයි. ඊට අමතරව සෛල විභාජනයට ස්වාධීනව ප්‍රතිවලිත වීමට ඒවාට උදවු වන ස්වයංපාලක ප්‍රතිවලිත අනුක්‍රම ද (ARS) ඒවායේ ඇත. ඒ සියලු වාහක, වාහකයකු සඳහා අවශ්‍ය නොවන ජාන ද දරයි. ඒවා ඉවත් කරනු ලබන අතර, ඒ ඉඩ අදාළ ජානය ඇතුළු කිරීමට භාවිත වේ. යීස්ට් වාහක තුළ සෙන්ට්‍රොමියර අනුක්‍රම සහ ස්වයංපාලක ප්‍රතිවලිත වන අනුක්‍රම ද (ARS) ඇත.

ඉහත විස්තර කළ ලෙස ක්ලෝනකරණ වාහකයක ප්‍රධාන අරමුණ ජීවස්ථ පද්ධතියක් තුළ DNA පිටපත් කිරීමයි. ඒ සඳහා තනි ධාරකයකු තුළ ඇති පිටපත් සංඛ්‍යාව වැඩි විය යුතු ය. ඒ නිසා මේ තත්ත්වය බැක්ටීරියා ප්ලාස්මිඩ, බැක්ටීරියා භක්ෂක සහ YACs මඟින් ඉටු කරයි. සෛලවල පරිණාමනය ඉතා අකාර්යක්ෂම ක්‍රියාවලියකි.

එහෙත් බැක්ටීරියා භක්ෂක වාහක ලෙස භාවිත කිරීම මගින් එහි ගැටලු මගහරවා ගත හැක්කේ බැක්ටීරියා භක්ෂක ආසාදන යන්ත්‍රණය මගින් වාහකය ධාරක සෛල තුළට නිවේශනය කළ හැකි බැවිනි. එහි වාසිය වන්නේ YAC විශාල බැවින් ඒවා භාවිත කරමින් DNA විශාල ප්‍රමාණයක් පිටපත් කළ හැකි වීමයි. ඒවා සුන්‍යෂ්ටික පද්ධති තුළ ක්‍රියා කරන බැවින් වෙනත් වාසියක් ද ඇත.

පරිණාමනය

ධාරකයකුගේ වටපිටාවෙන් බහිර්ජන්‍ය DNA ඔවුන්ගේ ප්ලාස්ම පටලය ඔස්සේ කෙළින්ම ඇතුළු කර ගැනීම සහ ප්‍රවේණික වෙනස්වීමක් ප්‍රතිඵල කරමින් ඒකාබද්ධ කරගැනීමයි.



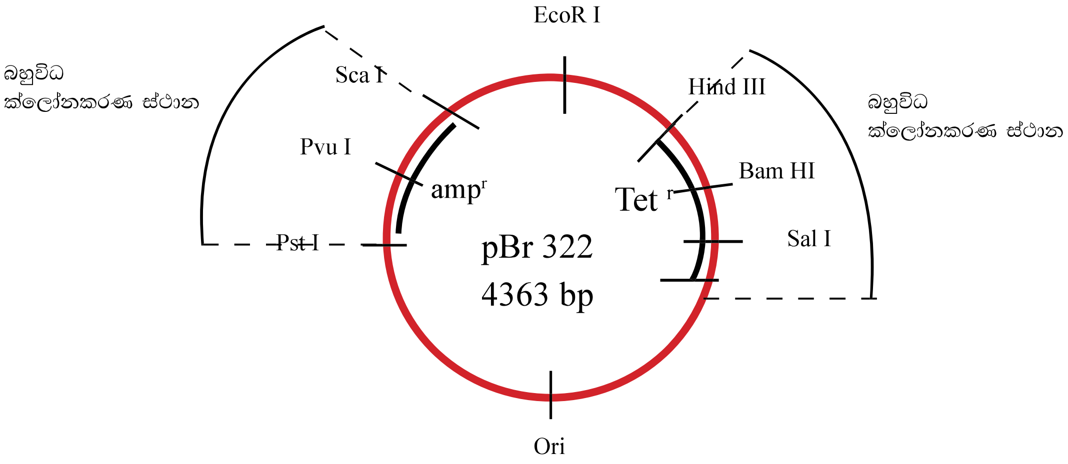
රූපය 7.30 : බැක්ටීරියා ධාරකය හා ප්ලාස්මිඩ වාහකය භාවිත කරමින් ප්‍රයෝජනවත් ජානයක් ක්ලෝනීකරණය.

ප්‍රයෝජනවත් ජානයේ හෝ ප්‍රතිසංයෝජිත DNAවල පිටපත් ලබා ගැනීමට, ධාරක සෛල එකතු කර ගැනීම, එම සෛල ජාරණය මඟින් වාහක නිදහස් කර ගැනීම, වාහක ප්ලාස්මිඩ විසංගමනය සහ DNA ඛණ්ඩ විසංගත කිරීම සිදු කළ යුතුය. මුලින් ම භාවිත කළ සීමා එන්සයිමය මඟින් ම DNA කැපීම මඟින් අවශ්‍ය DNA ඛණ්ඩය යළි ලබා ගත හැකි ය. විසංගත කර ගත් ප්‍රතිසංයෝජිත DNA ඇගරෝස් ජෙලයක් මත විද්‍යුතාගමනය මඟින් වෙන් කර අනාවරණය කර ගත හැකිය.

සලකුණු ජාන (selectable marker genes) භාවිතය

ප්‍රතිසංයෝජිත ප්ලාස්මිඩ වාහකයක් ධාරක සෛලවල ගෙන ඒමේ දී පරිණාමන කාර්යක්ෂමතාව ඉතා අඩු ය. එක් පරිණාමනයට ලක් වූ ධාරක සෛලයකට, පරිණාමනය නොවූ සෛල මිලියන හෝ බිලියන ගණනක් ඇති බව ඉන් අදහස් කෙරේ. පරිණාමනය සහ පරිණාමනය නොවූ යන සෛල දෙවර්ගය ම සුදුසු මාධ්‍යවල ගණාවාස සාදනු ලැබුවත් ඒවා වෙන් කර හඳුනා ගත නොහැකි ය. ඒ නිසා කිසියම් ආකාරයක සලකුණු ජානයක් යම් ශිල්ප ක්‍රමයක් මගින් හසුරවමින් ක්ලෝන වාහකය තුළට ඇතුළු කළ යුතු ය. එනිසා බොහෝ පරිණාමනය නොවූ සෛල අතුරින්, පරිණාමනය වූ සෛලවලින් සම්භවය වූ ගනාවාස කිහිපය හඳුනා ගත හැකි ය. ප්‍රතිජීවක ප්‍රතිරෝධී ජාන, බොහෝ සුලභ සලකුණු වේ. ධාරක සෛල විශේෂ ප්‍රතිජීවකයකට සංවේදී වන අතර, එම ප්‍රතිජීවකය අඩංගු වන මාධ්‍යයක වර්ධනය නොවේ. වාහකයා මේ ප්‍රතිජීවක වලට ප්‍රතිරෝධී ජාන රැගෙන යන බැවින් පරිණාමණය වූ සෛල මේ ප්‍රතිජීවකය සහිත මාධ්‍යවල වර්ධනය වේ.
එබඳු සලකුණු වරණීය සලකුණු ලෙස හැඳින්වෙන්නේ ඒවා පරිණාමනයට ලක් වූ සෛලවල වර්ධනයට පමණක් ඉඩ සලසන බැවිනි.
විසඳා ගත යුතු තවත් ගැටලුවක් ඇත. එනම්: නිවේශකය එහි ඇති බව පරිණාමනය යන්නෙන් අනිවාර්යයෙන් ම අදහස් නොවේ. සියලු වාහක ප්‍රයෝජනවත් ජානය සමග ප්‍රතිසංයෝජිත නොවේ. ඒ නිසා නිවේශකය අඩංගු වන වාහක සහිත ගනාවාස, වාහක පමණක් ඇති ගණාවාසවලින් වෙන් කර හඳුනා ගැනීමට තවත් සලකුණක් අවශ්‍ය වේ.

ක්ලෝන වාහකයක තිබිය යුතු අත්‍යවශ්‍ය ලක්ෂණ 7.31 රූපසටහනේ දැක්වේ.



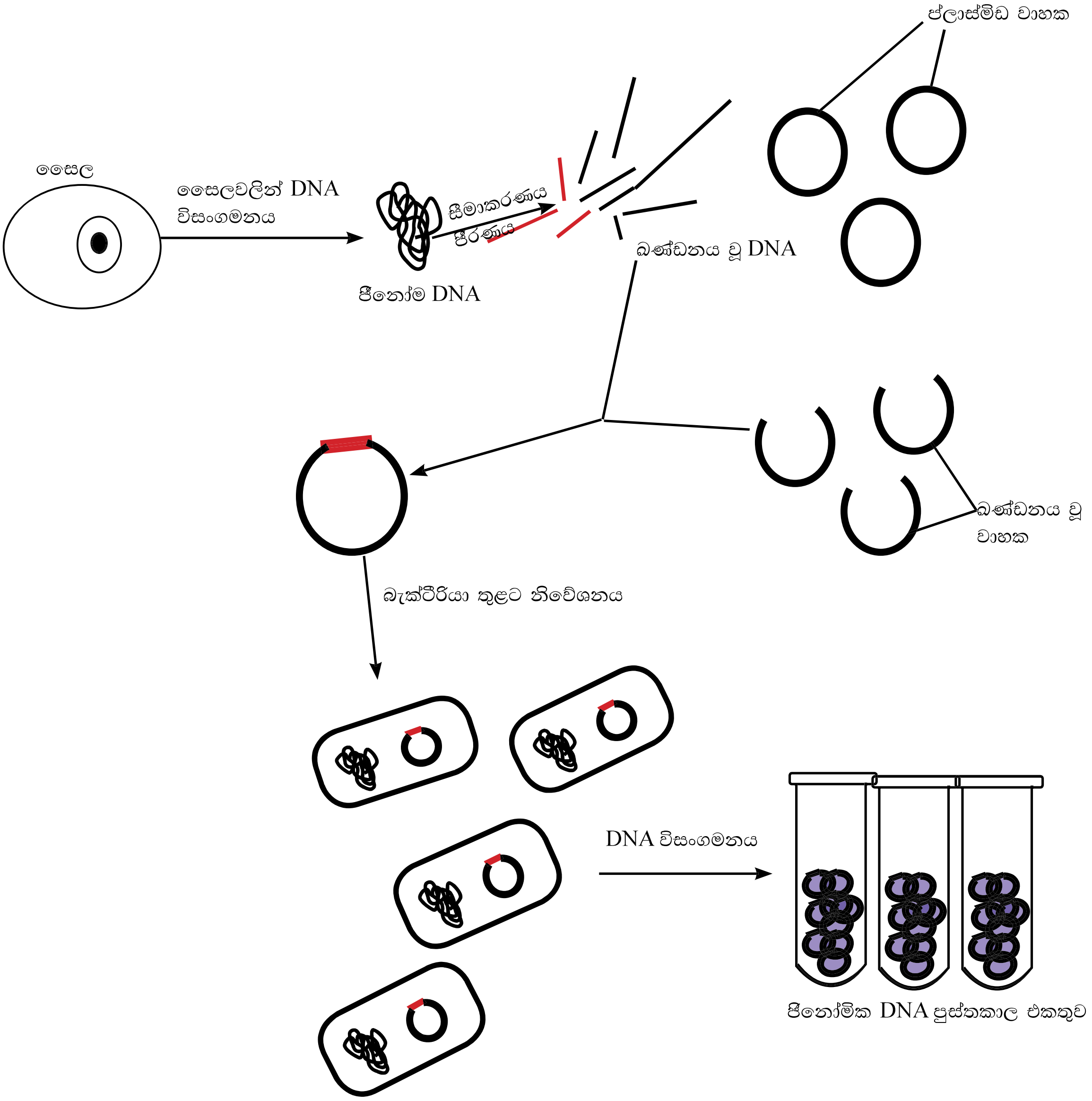
රූපය 7.31 : ක්ලෝන වාහකයක් සඳහා උදාහරණ (pBR 322) මෙහි දැක්වේ. අත්‍යවශ්‍ය ලක්ෂණ (Ori, බහුවිධ ක්ලෝනකරණ ස්ථාන)

DNA පුස්තකාල

යාන්ත්‍රික බල හෝ සීමා එන්සයිම භාවිත කරමින් ජීනෝමයක් අහඹු කැබලිවලට කැපූ විට, ජීනෝමයේ ප්‍රමාණය මත රඳා පවතිමින් වෙනස් අනුක්‍රම අතිවිශාල සංඛ්‍යාවක් ඇති වේ. ඒ සියලු කැබලි ක්ලෝනකරණ වාහක සහ ප්‍රතිසංයෝජිත වාහක තුළට සමෝධානිත කර බැක්ටීරියා ධාරකයන්ට පරිණාමනය කළ හැකි ය. පරිණාමනය වූ සෛල තෝරා ගැනීම සහ නිවේශකය දරන වාහක සහිත පරිණාමනය වූ සෛල වෙන් කර ගැනීමට එම ධාරකයන් සුදුසු මාධ්‍යයක

රෝපණය කළ හැකි ය. විශේෂ DNA ඛණ්ඩයක් සඳහා වරණයක් නැති බැවින් නිවේශකය සහිත එක් එක් පරිණාමනය වූ සෛලයකට කලින් තෝරා ගත් ජිනොමයේ ඕනෑම වෙනස් DNA කොටසක් දැරිය හැකි ය. සියලු ගණාවාස විසංගත කර වෙන් වෙන්ව රෝපණය කළ විට එම ගනාවාසවල එකතුව ජිනෝම DNA පුස්තකාල ලෙස හැඳින්වේ (රූපය 7.32). DNA පුස්තකාල යනු, සමස්ථ ජිනෝමික DNAවලින්, එකිනෙකට වෙනස් ඛණ්ඩ ප්‍රචාරණය කළ හැකි ක්ෂුද්‍රජීවී රෝපණ එකතුවකි. මේවා සර්වසම වාහක ගහනයක ක්ලෝනකරණය කර ඇත.

ජිනෝමයේ සම්පූර්ණ අනුක්‍රමය ලබා ගැනීම උදෙසා එක් එක් ගණාවාසයේ නිවේශක වෙන් වෙන් ම අනුක්‍රමණය කළ හැකි ය. මානව ජිනෝම ව්‍යාපෘතිය යටතේ මානව ජිනෝමයේ අනුක්‍රමය පහදා දීම ඒ ආකාරයට සිදු විය.



රූපසටහන 7.32 ජිනෝම **DNA** පුස්තකාල ගොඩනැගීමේ පියවර

වෙනත් DNA පුස්තකාල වර්ගයක් ද ඇත. ඒවා cDNA පුස්තකාල නම් වේ. සෛල/ පටකවලින් විසංගත කළ mRNA වල ප්‍රතිවර්තී ප්‍රතිලේඛනය මගින් ලබා ගත් අනුපූරක DNA එකී පුස්තකාලවල අඩංගු වේ. සෛලයක mRNA එකතුව ට්‍රාන්ස්ක්‍රිප්ටෝමය ලෙස හැඳින්වේ. mRNA විසංගත කරන අතර එයට අනුපූරක DNA දාමය බවට ප්‍රතිවර්තී ප්‍රතිලේඛන කරයි. මෙහි දී රිවර්ස් ට්‍රාන්ස්ක්‍රිප්ටේස් එන්සයිමය භාවිත කරයි. ද්විත්ව දාම cDNA ලබා ගැනීම සඳහා DNA පොලිමරේස් භාවිත කරමින්, ප්‍රථම DNA අච්චුව මත දෙවන DNA දාමය ප්‍රතිවලිත කෙරේ. එම DNA ඛණ්ඩ ක්ලෝන කර cDNA පුස්තකාලය සෑදීම සඳහා ජිනෝම පුස්තකාල සෑදීමට සමාන ක්‍රියාමාර්ගයක් අනුගමනය කරයි. DNA පුස්තකාල මූලික ව භාවිත වන්නේ අනුක්‍රමණය සඳහා DNA ඛණ්ඩවල ප්‍රභව ලෙසයි. cDNA පුස්තකාල ද ජාන ප්‍රකාශනයේ රටාව විදහා දක්වයි.

DNA ඇතුලු කිරීමේ පද්ධති

ආගන්තුක DNA අඩංගු සෙලයක් පරිණාමනයට ලක් වූ සෛලයක් ලෙස හැඳින්වේ. සෛලය තුළට ආගන්තුක DNA ලබා ගැනීම ක්‍රම ගණනාවක් භාවිතයෙන් සිදු කළ හැකි ය.

පරිණාමනය

මේ ක්‍රමයේ දී ප්‍රයෝජනවත් DNAවල පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් (උදා: ප්‍රතිසංයෝජිතවාහකය) ධාරක සෛල සමග මිශ්‍ර කෙරේ. සෛල පටලය හරහා එහි වටපිටාවේ සිට DNA ඇතුළු කර ගැනීමට සෛලයකට ඇති හැකියාව මත මෙය පදනම් වේ. සෛල තුළට DNA ලබා ගැනීමේ කාර්යක්ෂමතාව ඉතා අඩු ය. විවිධ ප්‍රතිකර්ම මගින් ධාරක සෛලවල ශක්‍යතාව (පිටත සිට DNA ලබා ගැනීමේ හැකියාව) වැඩි කළ හැකි ය.

පාරසාදනය

මේ ක්‍රමය ධාරක සෛල බැක්ටීරියා භක්ෂක මඟින් ආසාදනය කිරීමේ හැකියාව මත රඳා පවතී. ශාක හා සතුන් ආසාදනය කරන වයිරස ද ආගන්තුක DNA ශාක හා සත්ත්ව ධාරක තුළට ඇතුලු කරන වාහක ලෙස භාවිත කළ හැකි ය. ප්‍රයෝජනවත් ජානය, විකරණයට ලක් කළ වයිරස ජිනෝමය තුළට සමෝධානිත කර ප්‍රෝටීන කැප්සිඩය තුළට අසුරාලයි. මෙම වයිරස අංශුවට එහි සාමාන්‍ය ආසාදන ක්‍රියාවලියේ දී මෙන් ප්‍රතිසංයෝජිත DNA ද සම්ප්‍රේෂණයට හැකි ය. කැප්සිඩය DNA ආරක්ෂා කරන අතර, මේ ක්‍රමය පරිණාමනයට වඩා වැඩි කාර්යක්ෂමතාවක් දක්වයි.

ජාන තුවක්කුව (Gene Gun)

මේ ක්‍රමයේ දී රත්රන් වැනි බැර ලෝහවල කුඩා අංශු, ප්‍රයෝජනවත් DNAවල පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවකින් ආලේප කර, ඒ අංශු ඉහළ ප්‍රවේගයකින් පරිණාමනය විය යුතු සෛලය තුළට විදියි(shoot). මේ සඳහා භාවිතා වන උපකරණය ජාන තුවක්කුවයි.

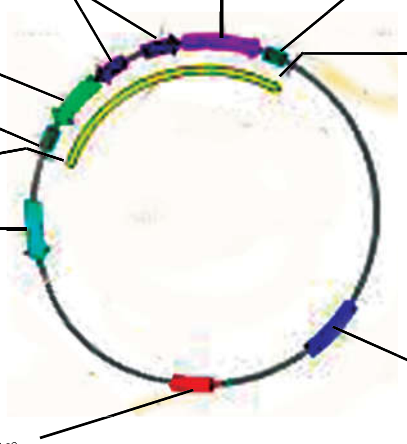
රූපය 7.33 : ජාන තුවක්කුව

***Agrobacterium* භාවිතයෙන් ජාන හුවමාරුව**

Agrobacterium ශාක ආසාදනය කළ හැකි පාංශු බැක්ටීරියාවකි. ඔවුන්ගේ ආසාදනය වන ආකාරය ඉතා විශේෂ වේ. ආසාදනය මඟින් ශාකය මත අර්බුදයක් සාදන අතර, බැක්ටීරියාව එය තුළ ජීවත් වේ. ඒ රෝගය මුදුන් ගඩු රෝගය (crown gall disease) ලෙස හඳුන්වයි. අර්බුදය හෝ ගඩුවේ සෛල *Agrobacterium* ප්ලාස්මිඩයේ ඛණ්ඩයක් මගින් ප්‍රවේණිකව පරිණාමනය වී ඇත. මේ ප්ලාස්මිඩ Ti ප්ලාස්මිඩය (අර්බුද ප්‍රේරණය කරන) නම් වේ (රූපය 7.34). ඒ ප්ලාස්මයේ කොටසක් ශාක ජිනෝමයට මාරු වීමට භාජනය විය හැකි අතර,

මේ නිසා හුවමාරුක DNA හෝ T-DNA ලෙස හැඳින්වේ. T-DNA හි ගඩුවක් සෑදීමට ප්‍රේරණය කරන ජාන සහ ප්‍රචණ්ඩතාව ආශ්‍රිත ලක්ෂණ ද ඇත. DNA හුවමාරුවට අවශ්‍ය වන්නේ T-DNAහි වම් හා දකුණු සීමා අනුක්‍රමයන් ය.

මේ නිසා විද්‍යාඥයන් T-DNAවලින් ප්‍රචණ්ඩ ජාන ද ඇතුළුව බැක්ටීරියා ජාන බහුතරයක් ඉවත් කර, සීමා අනුක්‍රම දෙක අතර අවකාශය තුළට ප්‍රයෝජනවත් ජාන නිවේශනයට ඉඩ ලබා දී ඇත. මේ නිවිෂ්ට ජාන සහිත විකරණය කළ T-DNA තම ආසාදන හැකියාව ඔස්සේ ශාක සෛල වෙත මුදා හැරීමට *Agrobacterium*ට හැකි ය. ප්‍රචණ්ඩ ජාන T-DNAවලින් ඉවත් කර ඇති බැවින් ශාක සෛල රෝගී බවට පත් නොවනු ඇත. මෙය T-DNAවල නිරායුධ කිරීමක් ලෙස හැඳින්වේ.



රූපය 7.10 **: Ti ප්ලාස්මිඩ වාහක**

DNA විශ්ලේෂණය

වර්ග කිරීම සඳහා රූපවිද්‍යාත්මක ලක්ෂණ යොදා ගන්නා විට, භාවිතයට ගත හැකි ලක්ෂණ සංඛ්‍යාව සීමිත බැවින් සාමාන්‍යයෙන් හඳුනා ගත හැකි කුඩා ම කාණ්ඩය විශේෂයි. ලක්ෂණ වැඩි ප්‍රමාණයක් භාවිතයට ගත හැකි වූ විට උපවිශේෂ, මාදිලියේ ප්‍රභේද වැනි තවත් බෙදීම් කළ හැකිය. ජීවීන් කුඩා කාණ්ඩවලට වෙන් කිරීමට වර්ගීකරණයේ දී ජෛව රසායනික ගුණාංග (එන්සයිම ක්‍රියා) ප්‍රයෝජනවත් ලක්ෂණ වේ. ජීවියකුගේ ප්‍රවේණිය සහ ඔවුන්ගේ පරිසරය එක් වූ සංකලනයක් මඟින් ලක්ෂණ පාලනය වන බැවින් ඉහත සඳහන් ලක්ෂණ පරිසරය මත රඳා පවතිමින් වෙනස් විය හැකි ය. කිසියම් අයකුට ජීවීන් කාණ්ඩ දෙකක් ප්‍රවේණිකව සමාන හෝ වෙනස් වන්නේ කෙසේ දැයි පිරික්සීමට අවශ්‍ය නම් ඔහුට DNA මට්ටමින් පරීක්ෂා කිරීමට සිදු වනු ඇත.

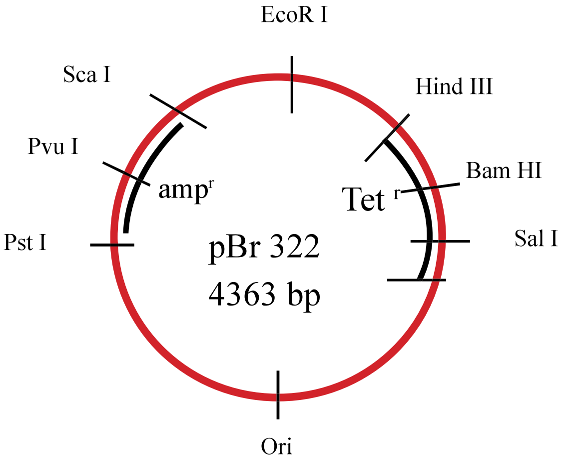
ජීවීන් අතර ප්‍රවේණික සමානතා සහ වෙනස්කම් හඳුනා ගැනීම පහසු කිරීමට DNA විශ්ලේෂණය සඳහා විවිධ ශිල්ප ක්‍රම වැඩි දියුණු කර ඇති අතර, ඒවායින් ඇතැම් ක්‍රමයන් පුද්ගලයන් හඳුනා ගැනීමට පවා භාවිත කළ හැකි ය. මේ ශිල්ප ක්‍රම ඉහත සාකච්ඡා කළ විසංගමනය, ජෙල විද්‍යුත්ග ාමනය ඒෂණ භාවිතය වැනි ශිල්ප ක්‍රම සමග සම්බන්ධ කර භාවිත කළ හැකි ය.

නිරෝධ/ සීමා සිතියම් (Restriction maps)
කලින් පෙන්වා දුන් පරිදි සීමා එන්සයිම, විශේෂිත DNA අනුක්‍රමවලින් ද්විත්ව දාම DNA ඛණ්ඩවලට කපයි. සීමා ස්ථාන සංඛ්‍යාව සහ ඒවා පිහිටා ඇත්තේ කොතැනක ද යන්න මත රඳා පවතිමින් විවිධ ප්‍රමාණයෙන් යුතු ඛණ්ඩ විශාල සංඛ්‍යාවක් නිපදවනු ඇත. වෙනස් සීමා එන්සයිම වෙනස් ස්ථානවලින් කපන අතර වෙනස් ප්‍රමාණවලින් යුතු ඛණ්ඩ වෙනස් ප්‍රමාණවලින් නිපදවේ. සීමා සිතියමක් යනු එක් එක් සීමා ස්ථානයේ එකිනෙකට සාපේක්ෂ පිහිටීම සහ ඒ ස්ථාන අතර දුර දක්වෙන රූප සටහනයි (රූපය 7.35).

රූපය 7.35: කුඩා **DNA** ඛණ්ඩයක සීමා සිතියම

ක්ලෝනකරණ වාහක ගොඩනැගීමේ දී සීමා සිතියම් ඉතා වැදගත් වේ. ක්ලෝනකරණ වාහක සීමා එන්සයිම මඟින් කලෝනකරණ ස්ථානයේ දී කපනු ලබන්නේ වෙනත් ප්‍රභවවලින් ලබා ගත් DNA ඛණ්ඩ ක්ලෝනකරණ ස්ථානයට නිවේශනය කිරීම සඳහායි.

සුලබව භාවිත වන ප්ලාස්මිඩ වාහකයක සීමා සිතියමක් 7.35 රූපයේ දක්වේ.



රූපය 7.36: pBr322 ප්ලාස්මිඩ DNA වාහකයක සීමා සිතියම

DNA අනුක්‍රම නිර්ණය
DNA අණුවක් අනුපූරක සහ ප්‍රතිසමාන්තර දාම දෙකකින් සෑදී ඇති අතර, එක එකක් රේඛීය අනුක්‍රමයක සැකසුණ ඇඩිනීන්, ගුවැනින්, සයිටොසින් සහ තයමින් යන භෂ්ම හතරකින් සමන්විත ය. DNA අණුවක් තුළ එකී භස්මවල නිවැරදි අනුපිළිවෙළ නිර්ණය කිරීමේ ක්‍රියාවලිය DNA අනුක්‍රම නිර්ණයයි.

1977 දී DNA අනුක්‍රමනිර්ණය හඳුන්වා දීමේ සිට ශිල්ප ක්‍රම විශාල වශයෙන් වැඩිදියුණු වී ඇත. 2003 දී සමස්ත මානව ජිනෝමයේ අනුක්‍රමය ලබා ගැනීමේ කාලය වන විට DNA අනුක්‍රමනිර්ණය තාක්ෂණය භාවිතයට ගත හැකි ව පැවතිණි. මානව ජිනෝම ව්‍යාපෘතිය යටතේ එය පළමු පරම්පරාවේ අනුක්‍රමනිර්ණය තාක්ෂණය ලෙස හැඳින්විණි. ඒ ක්‍රම කාලය වැය කරන ඒවා වූ අතර කෙටි DNA ඛණ්ඩවල පමණක් අනුක්‍රමය නිර්ණය කළ හැකි විය. එතැන් සිට ඊළඟ පරම්පරාව අනුක්‍රමනිර්ණය හෝ දෙවැනි පරම්පරාව අනුක්‍රමනිර්ණය දක්වා ද වඩාත් නූතන තෙවැනි පරම්පරාව අනුක්‍රමනිර්ණය තාක්ෂණය දක්වා ද තාක්ෂණය වැඩි දියුණු කර ඇත. වඩාත් ම නූතන තාක්ෂණය මඟින් නියුක්ලියෝටයිඩ මිලියන ගණනක් දිගින් යුතු දාම අනුක්‍රමය කළ හැකි අතර, ඒ නිසා අනුක්‍රමනිර්ණය සඳහා අවශ්‍ය කාලය විශාල වශයෙන් අඩු වී ඇත. මානව ජිනෝම ව්‍යාපෘතියට වසර 15ක් ගත වූ නමුත් අද වන විට අයකුට ඔහුගේ/ ඇයගේ අනුක්‍රම කළ ජිනෝමය පැය ගණනක් තුළ ඇමරිකන් ඩොලර් 1000ක (2018 වර්ෂය) මිලකට ලබා ගත හැකි ය.

DNA අනුක්‍රමනිර්ණය තාක්ෂණයේ සංවර්ධනය සමග එහි භාවිතාවන් ද පුළුල් වීමකට ලක් වී ඇත.

DNA අනුක්‍රමනිර්ණයේ භාවිත

අණුක ජීව විද්‍යාව: DNAවල කෘත්‍යයන් අවබෝධ කර ගැනීමට DNA භස්ම අනුක්‍රමයේ තොරතුරු වැදගත් වේ. DNA අනුක්‍රමය අධ්‍යයනය මඟින් පොලිපෙප්ටයිඩයක් සඳහා කේතනය වන ජානවල පිහිටීම සොයා ගත හැකි ය. ජානයක DNA අනුක්‍රමය තුළ ඇති ඇතැම් බල ප්‍රදේශ ප්‍රෝටීනයේ කෘත්‍යය විශේෂණය කරයි.
උදාහරණයක් ලෙස, ප්‍රෝටීනයක් තීර්යක් පටල ප්‍රෝටීනයක් බවට පත් වේ ද එසේ නැති නම් DNA බන්ධක ප්‍රෝටීනයක් බවට පත් වේ ද යන බව. මානව ජිනෝමය තුළ ජානවල බහුපිටපත් ඇති බව DNA අනුක්‍රමනිර්ණය මඟින් අනාවරණය වී ඇත. ඇමයිනෝ අම්ල අනුක්‍රමික භාවිත කර පෙප්ටයිඩයක ඇමයිනෝ අම්ල අනුපිළිවෙළ නිර්නය කළ හැකි නමුත් DNA අනුක්‍රමය ඔස්සේ ඇමයිනෝ අම්ල අනුක්‍රමය අවබෝධ කර ගැනීම දැන් වඩාත් පහසු වී ඇත.

පරිණාමික ජීව විද්‍යාව: DNA පරම්පරාවෙන් පරම්පරාවට ගමන් කරයි. කාලයත් සමග සිදු වන වෙනස් වීම් DNA තුළ ඒකරාශි වී තිබේ. ඒ නිසා විශේෂයක් තුළ සාමාජිකයන්ගේ සහ වෙනස් විශේෂ අතර DNA අනුක්‍රමවල සමානතා සහ වෙනස්කම් ඔවුන්ගේ පරිණාමික බන්ධුතා අනාවරණය කරයි. ආදි මානවයන්ගේ ආරක්ෂිත ව කාලයක් තිබූ මළසිරුරුවලින් (උදාහරණ ලෙස මමී හෝ අයිස් තුළ වැළලුණු හෝ ෆොසිල බවට පත් වූ මළසිරුරු) ලබා ගත් DNA අනුක්‍රම නිර්ණය මඟින්, *Homo sapiens* පරිණාමය වූයේ කුමන කාලයක ද සහ ලෝකය ජය ගැනීමට ඔවුන් සංක්‍රමණය වූයේ කෙසේ ද යන්න පිළිබඳ සැඟවුණ සත්‍ය දැන ගැනීමේ හැකියාව සලසා දී ඇත.

වෛද්‍ය විද්‍යාව: සමහර ප්‍රවේණික ආබාධ ඇතැම් පවුල්වල ආවේණිගත වේ. නීරෝගී පුද්ගලයකු වාහකයකු වීම හෝ නොවීම DNA අනුක්‍රම නිර්ණය මඟින් අනාවරණය කරයි. යම් විශේෂිත රෝගයකට හේතු වන ඇලීලයක් පවුලක සාමාජිකයන් අතර ව්‍යාප්තව ඇති ආකාරය අවදානම් තක්සේරු කිරීමේ දී සහ කළමනාකරණය සැලසුම් කිරීමට ඉතා වැදගත් වේ. එලෙස ම පිළිකා රෝග විනිශ්චය ද DNA අනුක්‍රම නිර්ණය ඔස්සේ සිදු කළ හැකි ය. පිළිකා සඳහා ඖෂධයක් දීමෙන් පසු රෝගියාගේ රුධිරය තුළ ඇති DNAවල අනුක්‍රමනිර්ණය මඟින් ප්‍රතිචාරය හඳුනා ගත හැකි ය. ඖෂධය ප්‍රතිචාර දක්වන්නේ නම් රුධිරය තුළ වූ පිළිකාවලට සබඳතාවක් දක්වන. DNA අනුක්‍රම අඩු විය යුතු ම ය. භ්‍රෑණයක කලල බන්ධයෙන් විසංගත කළ DNA ප්‍රවේණික ආබාධ තිබීම කල් තබා විනිශ්චයට ප්‍රයෝජනවත් වේ.

වෝහාරික කටයුතු (Forensics)

සර්වසම නිඹුල්ලුන් හැර පුද්ගලයන් දෙදෙනකු සර්වසම DNA අනුක්‍රම දැරීම අතිශයින් දුර්ලභ ය. අපරාධයක් සිදු වූ ස්ථානයකින් හමු වූ DNA ද්‍රව්‍යවලට සමාන (රුධිරය,කෙස්, ශුක්‍රාණු, බේටය) DNA අනුක්‍රම සහිත පුද්ගලයන් හඳුනා ගැනීම DNA අනුක්‍රමනිර්ණය මගින් කළ හැකි බව ඉන් අදහස් වේ. එලෙස ම පිතෘත්වය පරීක්ෂා කිරීම DNA අනුක්‍රමනිර්ණයේ තවත් ප්‍රයෝජනයකි.

මෙටා ජාන විද්‍යාව (Metagenomics)

මානව දේහය සහ වෙනස් පරිසර ඇතුළු යම් විශේෂ වාසස්ථානයක සිටින ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ සම්පූර්ණ එකතුව ක්ෂුද්‍රබියෝමයයි. ක්ෂුද්‍රබියෝමයක සිටින ජීවීන් අධ්‍යයනය සඳහා වන සාම්ප්‍රදායික ක්‍රම ශුද්ධ ලෙස වගා කිරීම මත පදනම් වේ. කෙසේ වුව ද විශාල ක්ෂුද්‍රජීවී සංඛ්‍යාවක් රෝපණය රෝපණ මාධ්‍ය තුළ කළ නොහැකි බැවින් විශාල වශයෙන් නොසලකා හැරීමට ලක්ව ඇත. පරිසරය තුළ තිබෙන DNA ප්‍රජා DNA ලෙස නිස්සාරණය කර මේ සාම්පලය සමස්තයක් ලෙස අධ්‍යයනය සිදු කරන විද්‍යාව මෙටාජාන විද්‍යාවයි. අනුක්‍රමනිර්ණය සහ යෝග්‍ය මෘදුකාංග භාවිත කර මේ ප්‍රජා DNA තුළ ඇති විශිෂ්ට අනුක්‍රම විශ්ලේෂණය මගින් වෙනස් විශේෂ සංඛ්‍යාව සහ ඔවුන්ගේ අනන්‍යතාව අනාවරණය වනු ඇත. ඔවුන්ගෙන් සමහරකු වර්තමානයේ හඳුනා ගෙන ඇති අතර, තවත් විශාල සංඛ්‍යාවක් නව විශේෂ විය හැකි ය. ඒ නිසා පරිසර විද්‍යාව, වසංගත රෝග අධ්‍යයනය සහ වෙනත් ක්ෂේත්‍රවල දී මෙටා ජාන විද්‍යාව වැදගත් වේ.

DNA ඇඟිලි සලකුණු තාක්ෂණය (DNA fingerprinting)

යම් පුද්ගලයකුගේ අනන්‍ය ජාන සලකුණ කට්ටලය මගින් එහි DNA ඇඟිලි සලකුණු හෝ ජාන පැතිකඩ සාදයි. සලකුණු තිබීම හෝ නොතිබීම දැනට තීරණය කරනු ලබන්නේ සලකුණ සඳහා විශිෂ්ට මූලිකයක් භාවිත කරමින් වැඩි වශයෙන් PCR මගිනි. ඒ සලකුණු කුඩා සමපාටික පිළියුම් (small tandem repeats/ STR) හෝ ක්ෂුද්‍ර අනුසැරිය DNA (microsatellite DNA) ලෙස හැඳින්වේ. සූන්‍යෂ්ටික DNAවල ඇතැම් නිර්කේත අනුක්‍රම අඩංගු වන අතර, එහි දී දෙකේ සිට හය දක්වා හස්ම යුගල සංඛ්‍යාවක් එකක් පසුපස එකක් 100 සිට 1000 වාරයක් පුනරාවර්තී වන බැවින් එම පිළියුම්වල දිග විවිධ වේ. ඒවා නිර්කේත බැවින් ඒවායේ විචලනය රූපාණුදර්ශය මත බලපෑමක් නොකරයි. මේවා පුද්ගලයන් අනුව විචල්‍යය වන අතර, එනිසා සලකුණු DNA ලෙස භාවිත කළ හැකි ය.

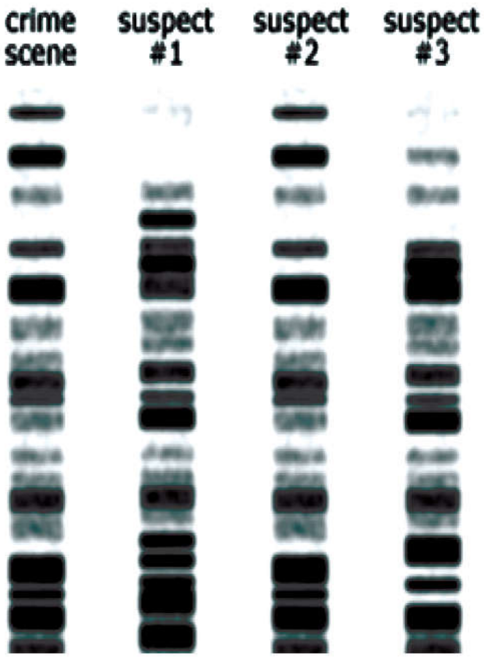
STR සලකුණු භාවිත කිරීමේ වාසි නම්

- ඒවා ජීනෝමය තුළ බහුලව තිබීම
- PCR මගින් පහසුවෙන් ප්‍රගුණනය කළ හැකි වීම
- බෙහෙවින් විචල්‍ය වන බහුරූප්‍යතාව
- ලාක්ෂණික STR විශාල සංඛ්‍යාවක් පැවතීම

කලින් භාවිත කළ ක්‍රමය වන්නේ, පෙර විස්තර කළ පරිදි සලකුණු කරන ලද සලකුණක් (labelled marker) භාවිත කර විශිෂ්ට අනුක්‍රම ඒෂණ කිරීමයි (DNA ඒෂණ සහ දෙමුහුම්කරණය බලන්න). DNA ආකෘති පැතිකඩ සෑදීමේ දී සලකුණු කට්ටලයක් (ඒෂණ හෝ PCR මූලිකය) භාවිත වේ. බොහෝ පුද්ගලයන්ට සමාන පටිගත වීමේ රටාවන් (banding pattern) ඇති බැවින් එක සලකුණක් (marker) භාවිත කර DNA ඇඟිලි සලකුණක් ලබා ගත නොහැකි ය. සලකුණු වඩ වඩාත් වැඩි සංඛ්‍යාවක් සංකලන ලෙස භාවිත වන විට එක ම රටාව හමු වීමේ සම්භාවිතාව අඩු වේ. සලකුණු 13ක් භාවිත වූයේ නම් එකම රටාව හමුවීමේ සම්භාවිතාව බිලියන 10 සිට ට්‍රිලියන ගණනාවක් අතර අගයකට පැමිණෙන බව ගණනය කර ඇත. ලෝක ජනගහනය බිලියන 7ක් පමණ වන බැවින්, පුද්ගලයන් දෙදෙනකු එක ම ප්‍රවේණි පැතිකඩ/ ඇඟිලි සලකුණ දැරීම බෙහෙවින් ම විය නොහැකි දෙයකි.

DNA ඇඟිලි සලකුණු තාක්ෂණයේ යෙදීම්

අපරාධකරුවන් හඳුනා ගැනීම සහ ගොදුරු වූවන් හඳුනා ගැනීම (රූපය 7.37) සැකකරුවන්ගේ ඇඟිලි සලකුණු, අපරාධය සිදු වූ ස්ථානයේ ජෛවීය ද්‍රව්‍යවලින් ලබා ගත් ඇඟිලි සලකුණු සමඟ ගළපයි. අපරාධකරුවන්ගේ අනන්‍යතාව පිළිබඳ විශේෂඥ අදහස අධිකරණය මඟින් පිළිගනියි (රූපය 7.37).

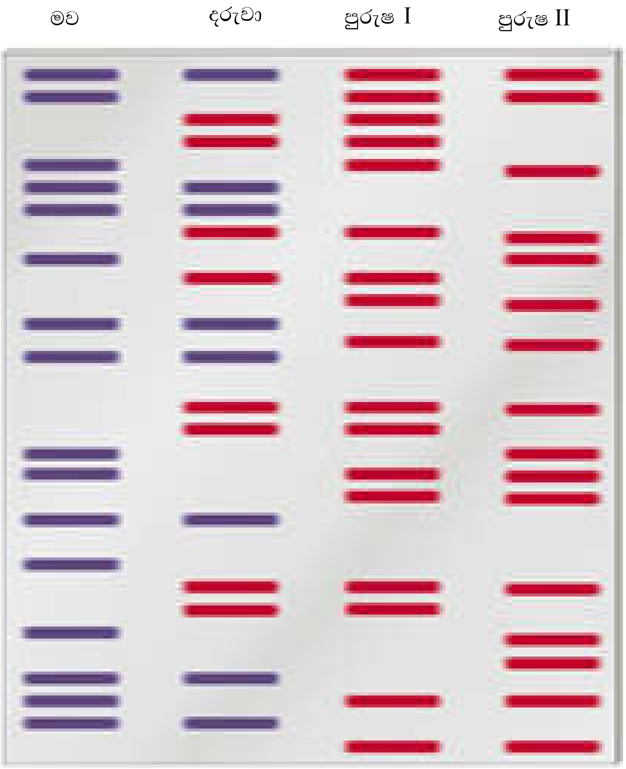


රූපය 7.37 අපරාධකරුවන් හඳුනා ගැනීම

අපරාධයක් වූ ස්ථානයකින් ලැබුණු සාම්පලයක ඇඟිලි සලකුණු සැකකරුවන් තිදෙනකුගේ ඇඟිලි සලකුණු සමග සැසඳීමේ දී, දෙවන සැකකරුගේ DNA පැතිකඩ අපරාධ ස්ථානයෙන් ලැබුණු සාම්පලය සමඟ ගැළපේ.

පිතෘත්ව පරීක්ෂාව

දරුවකුගේ DNA ඇඟිලි සලකුණ, පියාගේ හෝ මවගේ DNA ඇඟිලි සලකුණු සමඟ කිසිවිටෙකත් සර්වසම නොවේ. කෙසේ වුව ද දරුවකුට ඇතැම් සලකුණු පියාගෙන් ද අනෙක්වා මවගෙන් ද ලැබේ. ඒ නිසා දරුවකුගේ පිතෘත්වය ගැටලුවක් වී ඇති විට යම් පුද්ගලයකු එකී දරුවාගේ පියා ලෙස තහවුරු කිරීමට හෝ එසේ නොවේ යැයි බැහැර කිරීමට DNA පැතිකඩ නිරවද්‍යවම භාවිත කළ හැකි ය (රූපය 7.38)



රූපය 7.38 පිතෘත්ව පරීක්ෂා සඳහා **DNA** ඇඟිලි සලකුණු තාක්ෂණය භාවිතය

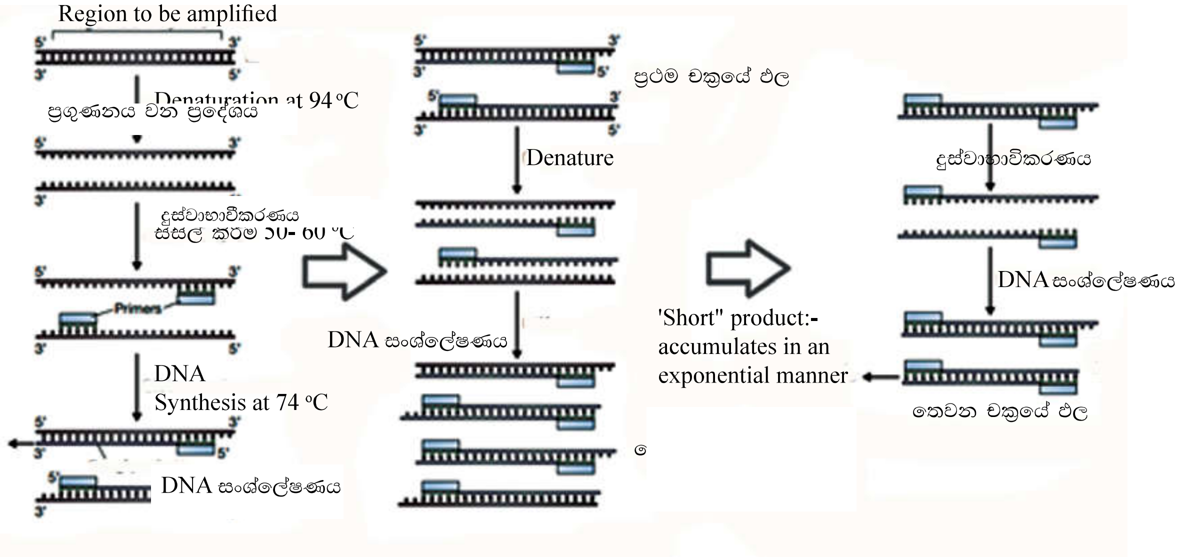
ආසාදිත කාරක හඳුනා හඳුනා ගැනීම: ව්‍යාධිජනක ආසාදක ජීවියකුගේ ඇඟිලි සලකුණ සඳහා ඒෂණ හෝ මූලික ඇති විට මේ ව්‍යාධිජනකයා රෝගියා තුළ, ආහාර හෝ ජලය තුළ සිටීම හෝ නොසිටීම DNA ඇඟිලි සලකුණු තාක්ෂණය මගින් අනාවරණය කළ හැකි ය.

පොලිමරේස් දාම ප්‍රතික්‍රියාව (PCR)

පොලිමරේස් දාම ප්‍රතික්‍රියාව (PCR), DNA ප්‍රතිවලිත වීම අනුකරණය කරමින් නාලස්ථව DNA අනුක්‍රම පිටපත් කිරීමට භාවිත වේ. ප්‍රතිවලිත වීමේ දී මෙන් ම නව DNA දාමය දිගු වීමේ ප්‍රතික්‍රියාව උත්ප්‍රේරණයට DNA පොලිමරේස් එන්සයිමය භාවිත වේ. අමුද්‍රව්‍ය ලෙස dNTP අවශ්‍ය වන අතර, එම ඩිඔක්සිරයිබොනියුක්ලියොටයිඩ වර්ග හතරකි (dATP, dGTP, සහ dTTP dCTP). තනි අච්චු දාමයක් අවශ්‍ය වේ. DNA පොලිමරේස්වලට DNA ප්‍රතිවලිත වීම ආරම්භ කළ නොහැකි බැවින් මූලිකයක් ද අවශ්‍ය වේ. PCR හි මූලිකය නියුක්ලියොටයිඩ සුළු සංඛ්‍යාවක් සහිත (ඔලිගෙ ානියුක්ලියොටයිඩ) විශිෂ්ට DNA අනුක්‍රමයකි. එය පිටපත් කළ යුතු ඉලක්ක DNAවල 3` අන්තයේ අනුක්‍රමයට අනුපූරක වේ. දාම දෙක ම පිටපත් කිරීමට එම දාම දෙකෙහිම 3’ අන්තයට එක එකක් බැඳෙන මූලික දෙකක් අවශ්‍ය වේ. සෛලය තුළ දී මූලිකය RNA අනුක්‍රමයකි. ඒවාට අමතර ව Mg^{2+} ද අවශ්‍ය වේ. මේවා PCR මිශ්‍රණයේ අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය වේ. ds DNA තුළ DNA ඛණ්ඩයක පිටපත් කරනු ලබන අනුක්‍රමය ඇත. මේ නිසා එය දුස්වාභාවී කිරීම අවශ්‍ය වේ. PCR මිශ්‍රණය 95°C ට රත් කිරීම මගින් දුස්වාභාවිකරණය සිදු කරනු ලැබේ. මේ උෂ්ණත්වයේ දී එන්සයිම වැඩි ප්‍රමාණයක් දුස්වාභාවීකරණය වනු ලැබේ. ඒ නිසා දුස්වාභාවිකරණයට පසුව DNA පොලිමරේස් එකතු කිරීම අවශ්‍ය විය හැකි ය. කෙසේ වුව ද තාපකාමී ජීවීන්ගේ එන්සයිම ඉහළ උෂ්ණත්වයට ප්‍රතිරෝධී ය. ඒ නිසා PCR හි දී භාවිත වන සුලබ තාප ප්‍රතිරෝධී DNA පොලිමරේසය Taq DNA පොලිමරේස් වන අතර, එය තාපකාමී බැක්ටීරියාවක් වන *Thermus aquaticus*ගෙන් ලබා ගනී.

දුස්වාභාවීහකරණය කළ අච්චු DNAවල අනුපූරක අනුක්‍රමයට මූලිකය බැඳේ. මෙය අඩු උෂ්ණත්වවල දී සිදු වන අතර, පියවර තාපානුශීත යුගලනය ලෙස හැඳින්වේ. තාපානුශීත

යුගලනය වන උෂ්ණත්වය මූලිකයේ දිග සහ අනුක්‍රමය මත රඳා පවතී. මූලිකයේ තාපානුශීත යුගලනය සම්පූර්ණ
වූ පසුව මූලිකය දිගු වීම (DNA සංශ්ලේෂණය) වෙනස් උෂ්ණත්වයක දී සිදු වේ. මෙය භාවිත කළ DNA පොලිමරේස්වල ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වයයි. ප්‍රමාණවත් කාලයක් ලබා දුන් විට අච්චු DNAවල අනුපූරක පිටපත සම්පූර්ණ වී ලැබේ. ප්‍රථම තාපජ චක්‍රයක අවසානයේ (දුස්වාභාවීකරණය, තාපානුශීත යුගලනය, සහ දිගු වීම සිදු වන උෂ්ණත්ව) එක් එක් දාමයෙන් එක පිටපත බැගින් ලැබී ඇත. කෙසේ වුව ද ඉලක්ක DNA අනුක්‍රමය අපේක්ෂිත පිටපතට වඩා දිගින් වැඩි ය (7.39 රූපය). PCR චක්‍ර දෙකකට පසුව ඉලක්ක DNAවල නිරවද්‍ය පිටපත සංශ්ලේෂණය වේ. මීට පසු ඉලක්ක DNAවල පිටපත් එක් එක් චක්‍රයට පසුව ඝාතීය ආකාරයකට (exponential) (2, 4, 8, 16 ආදි ලෙස) නිපදවේ. දර්ශීය PCRවල චක්‍ර 35-40 දක්වා ඇත. අවසානයේ තනි DNA අච්චු අණුවකින් අවශ්‍ය DNA අනුක්‍රමයේ පිටපත් මිලියන ගණනක් නිපදවෙනු ඇත. මුල් චක්‍ර තුනේ දී PCR ඵල සෑදෙන අන්දම 7.29 රූපසටහනෙන් දැක් වේ.



රූපය 7.39 මුල් චක්‍ර තුනේ දී PCR ඵල සෑදෙන අන්දම

පුනරාවර්තනය වන චක්‍ර ස්වයංක්‍රීයව මෙහෙයවෙන අතර එය PCR යන්ත්‍රය (තාපජ චක්‍රීකාරකය) තුළ සිදු කෙරේ (7.40 රූපය). PCR මිශ්‍රණය PCR නල තුළ පිළියෙල කරන අතර, ඒවා PCR යන්ත්‍රයේ සිදුරු තුළට ඇතුළු කෙරේ (නිවේශනය කරයි).

රූප සටහන 7.40: **PCR සිදු කරන යන්ත්‍රයක්**

PCR යනු ඉහළ නිවරදතාවකින් යුතුව DNA වල පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් ලබා ගත හැකි ශීඝ්‍ර ක්‍රමයකි.
PCR යනු අච්චු දාමයේ ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයකින්, ශුද්ධ DNA විශාල ප්‍රමාණයක් ලබාගැනීමට හා විශේෂිත ජානයක් වැඩිදුර අධ්‍යයනය සඳහා ක්ලෝනකරණයේ දී අත්‍යවශ්‍ය ම ශිල්ප ක්‍රමයකි.

PCR වල භාවිත

- ආසාදී කාරක (උදා : HIV හෙපටයිටිස්, මැලේරියා) තිබීම සඳහා සායනික නිදර්ශක විශ්ලේෂණය
- ප්‍රවේණික රෝග ඇති කරන විකෘති විශ්ලේෂණය

  උදා : සිස්ටික් ෆෛබ්‍රෝසිස්, දෑකැති සෛල රක්තහීනතාව, ෆීනයිල් කීටොනියුරියා)
- වෝහාරික පරීක්ෂණාගාරවල භාවිත වේ. අච්චු DNA කුඩා සංඛ්‍යාවකින් පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් සෑදීමට PCRට හැකි බැවින් එය විශේෂයෙන් ප්‍රයෝජනවත් වේ. මන්ද යත්: ආරම්භක DNA ඉතා සුළු ප්‍රමාණයක් පමණක් අවශ්‍ය බැවිනි (උදා: රුධිර බින්දුවක් හෝ තනි කෙස් ගසක්).
- PCR ක්ලෝනීකරණ ක්‍රියාමාර්ගයේ අත්‍යවශ්‍ය ශිල්ප ක්‍රමයක් වන අතර, එය අච්චු දාම ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයකින් ශුද්ධ DNA විශාල ප්‍රමාණයක් ජනනයට සහ යම් විශේෂ ජානයක් ගැන තවදුරටත් අධ්‍යයනයට ඉඩ සලසයි.
- DNA අනුක්‍රමනිර්ණය PCR මත රඳා පවතී.
- පරිණාමික ජීව විද්‍යා ක්ෂේත්‍රයේ දී විශේෂ අතර සබඳතා හඳුනා ගැනීමට සහ ගවේෂණයට PCR භාවිතයට ගනී.
- මානව විද්‍යාවේ දී පුරාතන මානව සංක්‍රමණ රටා අවබෝධ කර ගැනීමට ද එය භාවිත වේ. පුරාවිද්‍යාවේ දී පුරාතන මානව වර්ගයා පිළිබඳ සොයා බැලීමට එය භාවිතයට ගන්නා ලදි.
- වසර මිලියන ගණනාවක් පැරණි නෂ්ට වූ විශේෂවලින් හෝ අධිශීතසංරක්ෂිත ෆොසිලවලින් ගත් DNA ප්‍රගුණනය මඟින් පාෂාණීය ධාතු විද්‍යාඥයෝ PCR සුලබව භාවිත කරති. එමගින් ඔවුන්ගේ පරිණාමික බන්ධුතා පැහැදිලි කිරීමට තවදුරටත් අධ්‍යයනයට ලක් කළ හැකි ය.

ප්‍රවේණිකව විකරණය කරන ලද ජීවින්ගේ භාවිත (GMOs)

ජාන ඉංජිනේරු ශිල්ප ක්‍රම මගින් අතිරේක ලක්ෂණයක් හඳුන්වා දෙනු ලබන ධාරකයා ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ ජීවියකු (GMO) ලෙස නම් කෙරේ. ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාත්මකව හසුරුවන ලද ක්ෂුද්‍ර ජීවියා (GEM) ජාන සුසංයෝගී ජීවියා, ජීවමාන විකරණය කරන ලද ජීවියා (LMOs) ආදිය එයට සබඳතා සහිත වෙනත් පද වේ. GMOවලින් ලබා ගන්නා ආහාර සහ සත්ත්ව ආහාර ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ ආහාර (GMF) නම් වේ. වර්තමානයේ භාවිත වන හෝ ශාක, ගොවිපොළ සතුන් සහ සුරතල් සතුන් බහුතරය ගෘහාශ්‍රිත කිරීම මඟින් ප්‍රවේණික ව විකරණය කර ඇති බැවින්, වර්තමානයේ GMOs ලෙස සැලකෙන්නේ අත්‍යවශ්‍යයෙන් ම rDNA තාක්ෂණයේ ප්‍රතිඵලයක් ලෙස බිහි වූ ජීවීන් ය.

සටහන:
(සතුන් ක්ලෝන කිරීම ජාන තාක්ෂණය නොවන බව අවබෝධ කර ගැනීම වැදගත් වේ. එහි ඉහත සඳහන් පියවර අන්තර්ගත නොවේ). ප්‍රවේණික ව විකරණය කළ ශාකයක් හෝ සත්ත්වයකු සෑදීමේ ක්‍රියාවලිය පියවර පහත දැක්වේ.

1. සුදුසු ජානය හඳුනා ගැනීම
2. ජානය විසංගමනය හා පවිත්‍රණය
3. ක්ලෝනකරණය මගින් ජානය ප්‍රගුණනය
4. ප්‍රයෝජනවත් ජානය නාලස්ථ විකරණය
5. විකරණය කළ ජානය ක්ලෝනකරණය මඟින් ප්‍රගුණනය
6. ප්‍රතිග්‍රාහක සෛලවලට පරිණාමනය (ක්ෂුද්‍රජීවී සෛල, ශාකවල සෛල හෝ ප්‍රාක්ප්ලාස්ට, සතුන්ගේ සංසේචිත ඩිම්බ)
7. ඇතුළු කරන ලද ප්‍රයෝජනවත් ජානය ප්‍රකාශනය වේදැයි නිවාරණය කිරීම
8. විකරණය කළ ජානය ස්ථායි ලෙස සමෝධනය වීම අධීක්ෂණය
9. වෙනත් බෝග සහ සත්ත්ව ප්‍රභේදවලට නව ගතිලක්ෂණය හඳුන්වා දීමට පිළිමුහුම් කිරීම

ජාන තාක්ෂණයේ භාවිත, කෘෂිකර්මාන්තය, වෛද්‍ය විද්‍යාව සහ කර්මාන්ත ඇතුළු බොහෝ ක්ෂේත්‍රවල හමු වේ.

කෘෂිකර්මාන්තයේ දී GMOවල භාවිත

වර්ධනය වන මානව ජනගහනයට සහ වගා කළ හැකි භූමිය අඩු වීම සමඟ ඒකක ක්ෂේත්‍රඵලයක භෝග අස්වැන්න වැඩි කිරීම අවශ්‍ය බව ප්‍රත්‍යක්ෂ වී ඇත. පිරිමැසුම්දායක, තිරසාර කෘෂිකර්මාන්තයක් කරා ළඟා වීම උදෙසා අඩු නිෂ්පාදන පිරිවැයකින්, වඩා වැඩි බෝග අස්වැන්නක් ලබාගත යුතු ය. ප්‍රමාණයට අමතර ව, ආහාරවල ගුණාත්මය වැඩි දියුණු කිරීම ද කෘෂිකර්මාන්තයේ ප්‍රධාන අවශ්‍යතාවකි. 1930 සිට 1960 දක්වා වූ හරිත විප්ලවය, ඉහළ අස්වැන්නක් ලබා දෙන බෝග, කෘත්‍රිම පොහොර සහ පළිබෝධනාශක හඳුන්වා දෙමින් බෝග අස්වැන්න වැඩි කළේ ය. කෙසේ වුව ද හරිත විප්ලවයේ බලපෑම ද සීමිත වූ අතර, එය දැන් ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ ශාක (GM භෝග) මගින් යටපත් වෙමින් පවතී. තනි ශාක සෛලයක් ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ විට, ශාක සෛලවලට පූර්ණ සමූල ජනන විභවයක් ඇති (totipotent) බැවින් එයට ශාකයක් පුනර්ජනනය කළ හැකි ය. භෝගයක එක් ප්‍රභේදයකට ප්‍රයෝජනවත් ලක්ෂණ හඳුන්වා දුන් විට, එය ශාක අභිජනනය මගින් එම භෝගයේ වෙනත් ප්‍රභේදවලට හඳුන්වා දීමට හැකි ය.

කෘෂිකර්මාන්තයේ දී භෝග අස්වැන්න වැඩි කිරීමෙහි ලා, ජාන තාක්ෂණය මගින් ලැබුණු වඩාත් ම වැදගත් දායකත්වයන් වන්නේ,

- පළිබෝධ හා රෝග
- වල්පැළ නාශක සහ
- පාරිසරික ආතතීන්ට ප්‍රතිරෝධී GM භෝග නිෂ්පාදනය කිරීමයි. ඊට අමතර ව ඉහළ පෝෂණ අගයක් සහිත භෝග ද පවතී.

උදාහරණ :

- විටමින් Aවලින් පොහොසත් රන් සහල්
- කැනෝලා ඔයිල් තුළ ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ අන්තර්ගතය වැඩි කිරීම

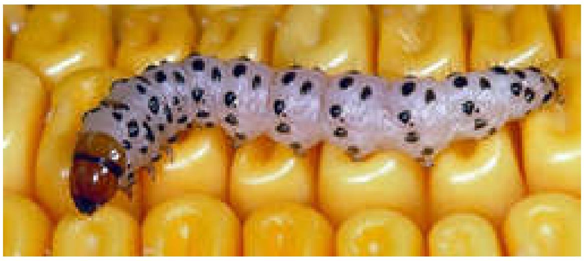
පළිබෝධවලට ප්‍රතිරෝධී ශාක

ඇතැම් ලෙපිඩොප්ටෙරා සහ කොලියොප්ටෙරා කෘමීන්ගේ ශාක බුදින කීට අවස්ථා නසන විෂ ප්‍රෝටීන නිපදවන ජාන, ජාන ඉංජිනේරු ශිල්ප ක්‍රම මගින් ඇතුළු කළ GM භෝග ගණනාවක් ඇත. කපු, බඩඉරිඟු, කැනෝලා සහ අර්තාපල් වඩාත් පුළුල්ව වගා කරන පළිබෝධ ප්‍රතිරෝධී GM ශාක වේ. ලෙපිඩොප්ටෙරා කෘමීන්ට ප්‍රතිරෝධී වූ ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාත්මකව නිපදවූ වී ප්‍රභේදයක් ද පවතී. ඒ ප්‍රෝටීනය Bt විෂ ලෙස හැඳින්වෙන්නේ, එම ප්‍රෝටීනය ආරම්භකව ලැබුණේ *Bacillus thuringiensis* බැක්ටීරියාවෙන් බැවිනි. එම බැක්ටීරියාවේ වෙනස් මාදිලි විවිධ වෙනස් Bt විෂ නිපදවයි. කීටයන් එම Bt විෂ නිකුත් කරන ශාක කොටස් අනුභව කළ විට, විෂ අධිග්‍රහණය වී ඔවුන් මිය යයි.

Bt විෂ ක්ෂීරපායීන්ට හානිකර නොවන අතර, ඒ නිසා මිනිස් පරිභෝජනයට ද සුරක්ෂිත ලෙස සැලකේ. කෙසේ නමුත් Bt බඩඉරිඟු (Bt corn) වැඩි වශයෙන් වගා කරනු ලබන්නේ ජෛව ඉන්ධන සහ සත්ත්ව ආහාර සඳහායි. ශාක පටක තුළ විෂ අඩංගු බැවින් මරණයට පත් වන එක ම කෘමීන් වන්නේ ශාක පළිබෝධන් ය. ඒ නිසා Bt බෝග හිතකර කෘමීන් සඳහා සුරක්ෂිත ලෙස සැලකේ. 7.41 රූපය මගින් බඩඉරිඟු හා කපුවල ඇතැම් කෘමි පළිබෝධ දැක්වේ. Bt විෂ ස්වාභාවික නිෂ්පාදන වන අතර ඒ නිසා ජෛව හායනය කළ හැකි ය.

කෙසේ නමුත් කෘමීන් එක ම විෂට දිගු කාලයක් තිස්සේ නිරාවරණය වූ විට එම GM භෝගය නිෂ්ඵල තත්ත්වයට පත් කරමින්, එම විෂට ප්‍රතිරෝධයක් විකසනය වේ. කෘමීන් තුළ ප්‍රතිරෝධය විකසනය ප්‍රමාද කිරීමට විසඳුම් ගණනාවක් යෝජනා වී ඇත. පරාග කණිකාවල විෂ අඩංගු බැවින් Bt බෝග වගා කරන ලද ක්ෂේත්‍රයෙන් ඉවතට ගැලවී යා හැකි, එවැනි පරාග අහම්බෙන් අධිග්‍රහණය කළ, ඒ භෝග ආහාරයට නොගන්නා කෘමීන් ද මරණයට පත් විය හැකි ය. එනිසා. Bt බෝගවල ඉලක්ක නොවන කෘමීන්ට විභව්‍ය අනතුරක් ඇත.

(a)



(b)

(c)

(d)

රූපය 7.41 බඩ ඉරිඟුවල කෘමි පළිබෝධකයෝ
(a) බඩඉරිඟු කරල් පණුවා
(b) යුරෝපී බඩඉරිඟු ගුල්ලා
(c) බඩඉරිඟු මුල් පණුවා
(d) කපුගෙඩි පණුවා

රෝගවලට ප්‍රතිරෝධී ශාක

ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාව මගින් සකස් කළ රෝගවලට ප්‍රතිරෝධී භෝග සඳහා ප්‍රකට උදාහරණයක් වන්නේ පැපොල් මුදු පුල්ලි වයිරසයට (PRSV) ප්‍රතිරෝධී නව පැපොල් ප්‍රභේද නපදවීමයි. මේ වයිරසය ලොව පුරා පැපොල් වගාවේ සාර්ථකත්වය සීමා කරමින් සිටී. එම වයිරසය කුකර්බිට් ශාක ද ආක්‍රමණය කරයි. එම වයිරසයට ප්‍රතිරෝධය සහිත පුහුල් (කුකර්බිට් ශාක) සාර්ථකව නිපදවා වගා කර ඇත.

Potato virus Y (PVY)වලට ප්‍රතිරෝධී Potato leaf roll virus (PLRV) සහ පශ්චිම අංගමාර රෝගයට ප්‍රතිරෝධී අර්තාපල් ප්‍රභේද රෝගවලට ප්‍රතිරෝධී භෝග සඳහා සෙසු උදාහරණ වේ.

රූපය 7.43 පැපොල් මුදු පුල්ලි වයිරසය මගින් ආසදනය වූ පැපොල්

වල්නාශකවලට ප්‍රතිරෝධී ශාක

බෝගය ක්ෂේත්‍රය තුළ තහවුරු කළ පසුව, වැල්පැළෑටි පාලනයට පුළුල් පරාසයක වල් නාශක ඉසිය හැකි වීම උදෙසා වල් නාශකවලට ඔරොත්තු දෙන බෝග (HTCs) සකස් කරනු ලැබ ඇත. ඉසින ලද වල් නාශකයට භෝගය ප්‍රතිරෝධී වූ විට භෝගයට හානියකින් තොරව සියලු වල් පැළ නැසීමට හැකියාව ඇත. ගොවීන්ට වල් පැළෑටි ගැටලුවක් බවට පත් වේ දැයි බලා සිටිය හැකි වීම මෙහි වාසියයි. එවිට වල් නාශක අවශ්‍ය නම් පමණක් භාවිත කළ හැකි ය. මෙය වල් නාශක භාවිත අඩු කරයි. කෙසේ නමුත් එක ම වල් නාශකය නැවත නැවතත් භාවිත වූ විට, එම විශේෂ වල් නාශකයට වල් පැළෑටිවල ප්‍රතිරෝධී බව වර්ධනය වීමට හැකි ය. ඒවා සුපිරි වල් පැළෑටි ලෙස හැඳින්වේ. එක් වල් නාශකයකට ප්‍රතිරෝධීතාවක් සහිත භෝගයක් ඒ වල්නාශකයට ම ප්‍රතිරෝධීතාව සහිත GM භෝගයකට පසු ව වගා කරනු ලැබුව හොත්, මුල් භෝගයෙන් ඉතිරි වූ බීජ ප්‍රරෝහණය වී වල් පැළෑටි බවට පත් වන අතර, ඒවා එම වල් නාශකයෙන් මර්දනය කළ නොහැකි ය. ඒ ගැටලුව මග හැරීම උදෙසා වෙනස් වල් නාශක දරා ගත හැකි භෝග සමග බෝග මාරුව අත්හදා බැලීමට හැකි ය.

වල් නාශකවලට ඔරොත්තු දෙන භෝග (HTCs) සඳහා දන්නා හොඳ ම උදාහරණයක් වන්නේ ග්ලයිපොසේට් වල් නාශයට ඔරොත්තු දීමට විකරණය කළ භෝග වේ. එම ශාක "RoundUp Ready" භෝග ලෙස හැඳින්වේ. මන්ද යත් ග්ලයිපොසේට්වල වෙළෙඳ නාමය "RoundUp" බැවිනි. වාණිජව ලබා ගත හැකි " Roundup ready" භෝග නම් බඩඉරිඟු, කපු, කැනෝලා, සෝයා බෝංචි, බීට්රූට් සහ තිරිඟු ආදියයි. වල්නාශකවලට ඔරොත්තු දෙන වෙනත් ජනප්‍රිය භෝග වර්ග වන්නේ "Liberty link" සහ "In Vigor" ආදියයි. ඒවා ග්ලුෆොසිනේට්වලට ප්‍රතිරෝධී ය. ග්ලුෆොසිනේට් ප්‍රතිරෝධී භෝගවල උදාහරණවලට කපු, බඩඉරිඟු, කැනෝලා, සෝයා, බීට්, සහ වී අයත් ය.
බ්‍රොමොක්සිනොල්වලට ඔරොත්තු දීමට විකරණය කළ කපු BXN කපු ලෙස හැඳින්වේ.

වෙනත් වැදගත් ලක්ෂණ සහිත GM ශාක

වෙනත් කෘෂිකාර්මිකව වැදගත් ලක්ෂණවලට නිෂ්පාදිතවල ගුණාත්මය වැඩි දියුණු කිරීම අයත් ය.
ඒ ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රමුඛතාවලින් එකක් වන්නේ භෝගවල පෝෂණ අගය වැඩි කිරීමයි.

- ට්‍රයිග්ලිසරයිඩ් සංඝටකය වැඩි කළ සහ ජීරණය කළ නොහැකි ශාක ෆයිටේට් (phytate) බිඳ හෙලා පොස්ෆරස් නිදහස් කරන ෆයිටේස් එන්සයිමය වැඩි කරන ලද GM කැනෝලා ප්‍රභේද අඩු ඇමයිලෝස් සහ වැඩි ඇමයිලොපෙක්ටින් අන්තර්ගතයක් සමග GM අර්තාපල්
- බීජ තුළ වැඩි කළ ඔලෙයික් අම්ල අන්තර්ගතයක් ඇති සෝයා බෝංචි වාණිජව ලබා ගත හැකිය.
- වැඩි කළ ප්‍රෝවිටමින් A මට්ටම් සමග රන් සහල් ලෙස නම් කළ සහල් ප්‍රභේදය නිෂ්පාදිතවල ගුණාත්මය වැඩි දියුණු කිරීම පිළිබඳ අවධානය ගන්නා උදාහරණයකි. කහ පැහැති වර්ණකයක් අඩංගු වන ශාක ව්‍යාධිජනක බැක්ටීරියාවක් වන *Pantoea ananatis* ගෙන් ලබා ගත් ජාන සමග විකරණය කළ ප්‍රභේදයක් වාණිජව ලබා ගත හැකි ය.
- රසය (flavour) වැඩි කිරීම සඳහා එල ඉදීම ප්‍රමාද කළ සහ මෘදු වීමේ ශීඝ්‍රතාවය අඩු කළ තක්කාලි GM බෝග විකසනයේ තවත් අවධානයට ලක් වන්නකි. ජානයේ ප්‍රභවය තක්කාලි ම ය. ප්‍රාරම්භකයේ (Promoter) දිශානතිය වෙනස් කිරීම මගින් ජානයේ

කොටසක් ප්‍රතිවර්තීය දිශාවකට පිටපත් කර ඇත.

- පොලිෆීනෝල් ඔක්සිකරණය අඩු කිරීම නිසා දුඹුරු නොවන ඇපල් සහ ජෛව එතනෝල් නිෂ්පාදනයට උදවු වන ඇමයිලේස්වල තාපස්ථායිතාව වැඩි කළ බඩඉරිඟු තවත් උදාහරණ වේ.

පාරිසරික ආතති දරා ගැනීමට ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ හැකි ශාක අතුරින්, නියං ප්‍රතිරෝධය සහිත බඩඉරිඟු සහ සෝයාබෝංචි පමණක් වාණිජකරණයට ලක් කර ඇත.

වෛද්‍ය විද්‍යාවේ භාවිත

මානව ඉන්සියුලින්, එන්නත් සහ වෙනත් චිකිත්සක. GMO භාවිතයෙන් නිපදවනු ලබයි. GMO මඟින් නිෂ්පාදනය කරනු ලබන මේ ඖෂධ අඩු පිරිවැයකින් මහා පරිමාණයෙන් නිෂ්පාදනය සිදු කළ හැකි බැවින් වඩාත් ලාභ දායක වේ. ඒවා සුරක්ෂිත ඖෂධ ලෙස සැලකේ.

ඖෂධ නිපදවා ගැනීමට ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ ජීවීන් භාවිතයට හොඳින් දන්නා උදාහරණයක් වන්නේ ප්‍රවේණිකව හැසිරවූ *E. coli* භාවිතයෙන් මානව ඉන්සියුලින් නිපදවා ගැනීමයි. සත්ත්වයන්ගෙන් නිස්සාරණය කර ගත් ඉන්සියුලින් දියවැඩියා රෝගීන් හට විවිධ අතුරු බලපෑම් ඇති කරන ලදි. ඉන්සියුලින් නිස්සාරණයට ඇති ප්‍රභවයේ සීමිත ප්‍රමාණය නිසා නිෂ්පාදන පිරිවැය ද ඉතා වැඩි විය. එකී ඉන්සියුලින් මානව ඉන්සියුලින්වලට සමාන නොවන බැවින් ඒවායේ ඵලදායිත්වය අඩු විය. දැන් සම්පූර්ණ ඉන්සියුලින් සැපයුම මානව ඉන්සියුලින් ජාන නිවේශනය කරමින් ප්‍රවේණිකව හසුරුවන ලද *E. coli*වලින් ලැබේ. ඒනිසා බැක්ටීරියාවලින් නිපදවන ලද ඉන්සියුලින් ඒවායේ ආරම්භක නිෂ්පාදිතයට නිවැරදිව ම සමාන වේ.

වර්තමානයේ භාවිත වන හෙපටයිටිස් B එන්නත, යීස්ට් තුළ නිපදවෙන ප්‍රතිසංයෝජිත එන්නතකි. ශාකවල ආහාරයට ගත හැකි කොටස් තුළ එන්නත් නිපදවීමට හැසිරවීම පරීක්ෂා මට්ටමේ පවතින සංකල්පයකි.

එහි අදහස වන්නේ ශාක සෛල තුළ ප්‍රතිදේහ ජනකීය ප්‍රෝටීනයක් ප්‍රකාශ කිරීමයි. ප්‍රතිදේහජනකයක් සහිත ආහාරයට ගත හැකි කොටස (උදා: ඵලයක්) යම් අයෙක් ආහාරයට ගත් විට, ඒ පුද්ගලයා තුළ ප්‍රතිදේහජනකයට එරෙහි ප්‍රතිදේහ විකසනය වනු ලැබේ. ඒ නිසා එම විශේෂ රෝගයට එරෙහිව ප්‍රතිශක්තිය විකසනය වේ. ඒවා ආහාරයට ගත හැකි එන්නත් ලෙස හැඳින්වෙන අතර, මෙය සාර්ථක වුව හොත් අඩු පිරිවැයකින්, සුරක්ෂිත එන්නතක් නිපදවිය හැකි අතර එන්නත් ලබා දීම වේදනා රහිත වනු ඇත. ශබඩා කිරීම් ද ප්‍රධාන ගැටලුවක් නොවේ. ඒ නිසා මෙය ලෝකයේ ඌන සංවර්ධිත ප්‍රදේශවලට වඩා වැදගත් වේ.

සෛල රෝපණ තුළ වගා කරනු ලැබූ GM ක්ෂීරපායි සෛල VIII සාධකය නිස්සාරණය කිරීමට භාවිත වේ. VIII සාධකය හීමොෆීලියා රෝගීන්ට ප්‍රතිකාර කිරීමට භාවිතයට ගනී. පටක ප්ලාස්මිනෝජන් සක්‍රියකය (tPA) හෘදයාබාධවලට සහ ආඝාත රෝගීන්ට ප්‍රතිකාර කිරීමට භාවිත වේ.

මානව ජිනෝම ව්‍යාපෘතිය සම්පූර්ණ වූ පසු විවිධ ප්‍රවේණික රෝග සඳහා හේතු පහසුවෙන් සහ වේගයෙන් හඳුනා ගනු ලැබේ. හේතුව හඳුනා ගනු ලැබූ විට, දෝෂ සහිත ජානයේ වැරැද්ද නිවැරදි කරන්නේ කෙසේ ද යන්න අවබෝධ කර ගැනීමට කටයුතු කළ හැකි ය. වැරදි ජානය, නිවැරදි ජානය මඟින් ආදේශ කරවීම ජාන තාක්ෂණය මඟින් කළ හැකි ය. ගැටලුව යම් විශිෂ්ට ජානයක ප්‍රකාශනය නම් මේ තාක්ෂණයට ඒ ජානයේ ප්‍රකාශ වීම කෙරේ බලපෑමක් කළ හැකි

ය. මේ ප්‍රතිකාරය ජාන චිකිත්සාව හෝ මානව ජාන හුවමාරුව ලෙස හැඳින්වේ. රෝගියාගෙන් නිස්සාරණය කළ DNA ඉලක්ක සෛලවලට ඇතුලු කිරීම වයිරස් වාහකයකු භාවිත කර හෝ විවිධ ශිල්ප ක්‍රම භාවිත කරමින් නග්න DNA ලෙස හෝ සිදු කෙරේ. නිවැරදි කළ ජානය සහිත සෛල රෝගියාගේ අදාළ පටකය තුළට නැවත හඳුන්වා දෙනු ලැබේ. ජාන චිකිත්සක සංකල්පයට 1972 සිට දීර්ඝ ඉතිහාසයක් තිබුණ ද මේ දක්වා භාවිත කිහිපයක් පමණක් ඇත.

ලියුකේමියාවට ප්‍රතිකාර කිරීම සඳහා වන ජාන චිකිත්සාව ඇමරිකා එක්සත් ජනපදයෙහි දී සිදු කළ ඒ වර්ගයේ පළමුවැන්නයි. ජාන චිතික්සාවට තවත් උදාහරණයක් වන්නේ දෑකැති සෛල රක්තහීනතාවට හේතු වන විකෘති බීටා ග්ලෝබීන් ජානය, නිවැරදි ජානයෙන් ආදේශ කිරීමයි. එම ක්‍රියාමාර්ගය තුළ දී ඇටමිදුළුවල හීමොපොළුටික් මූලික සෛල රෝගියාගෙන් නිස්සාරණය කර, සාමාන්‍ය β - ග්ලෝබීන් ජානය ඒ සෛල තුළට නිවේෂණය කර, විකරණය කළ සෛල රෝගියා තුළට ආපසු ඇතුළු කරයි. නිවැරදි කළ ඇටමිදුළු මූලික සෛල සාමාන්‍ය රක්තාණු නිපදවනු ඇත. පුද්ගලාරෝපණය කළ ප්‍රතිකාර (personalized medicine) සංකල්පය දියුණු කරමින් පවතින අතර එය රෝගවලට ප්‍රතිකාර කිරීමට සහ රෝග වැළැක්වීමට රෝගියාගේ ප්‍රවේණික තොරතුරු මත පදනම් වූවකි.

GM කෘමීන්, කෘමි වාහකයන් නිසා සෑදෙන රෝග පාලනයට යොදවනු ලැබේ. මැලේරියා පරපෝෂිතයන්ට තම ආහාර මාර්ගය තුළට ඇතුළු වීමට ඉඩ නොදෙන සේ GM මදුරුවන් හසුරුවනු ලැබීම නිසා පරපෝෂිතයාගේ ජීවනචක්‍රය බිඳවැටේ. ඒ මදුරුවන් පරිසරයට නිදහස් කළ විට මැලේරියා ප්‍රවණතාව අඩු කරයි. තවත් උදාහරණයක් වන්නේ පුරුෂ වන්ධ්‍ය ජානය දරන GM පිරිමි මදුරුවන් සෑදීමයි. එම පිරිමි වඳ කෘමීන් සමූහ නිදහස් කළ විට ගැහැනු සතුන් සමග සංවාසය සිදු වූව ද ප්‍රජනනයක් සිදු වන්නේ නැත. මේ තාක්ෂණය ''වඳ කෘමි තාක්ෂණය (SIT) ලෙස හැඳින්වේ. බ්‍රසීලයේ සිදු කළ අත්හදා බැලීමක දී වඳ GM පිරිමි මදුරුවන් හඳුන්වා දීම මගින් *Aedes aegypti* ගහනය 95%කින් අඩු විය.

කර්මාන්තවල භාවිතය

කර්මාන්තවල GMO භාවිතය මඟින් අඩු පිරිවැයකින්, පාරිසරික බලපෑම් අවම කරමින් නවතම නිෂ්පාදිත නිෂ්පාදනය කිරීමට හැකියාව ලැබේ. ජීවීන් හෝ ඔවුන්ගේ නිෂ්පාදිත මත පදනම් වූ කර්මාන්ත පරිවේෂී (ambient) උෂ්ණත්ව සහ පීඩනවල දී අඩු ශක්ති ඉල්ලුමක් සහිතව සිදු වේ.

GMO මත පදනම්ව ඇති ලාභදායක ඖෂධ කර්මාන්තය සහ GM භෝග කර්මාන්තය හැරුණු විට GMOවලින් මූලික වන බිහි වන ඇතැම් නිෂ්පාදිත කාර්මිකව නිෂ්පාදනය කරනු ලැබේ.

ආහාර සැකසීමට අවශ්‍ය ඇතැම් එන්සයිම, සහ ක්ෂාලක GEMවල නිෂ්පාදිත වේ. කයිමොසීන් (රෙනින් හෝ රෙනට්) GMOවලින් නිපදනු වනු ලැබූ, ප්‍රථමයෙන් ම අනුමත කළ එන්සයිමයයි. එය චීස් කර්මාන්තයේ දී මෝරු වෙන් කිරීම සඳහා කිරි කැටිගැසීමට භාවිතයට ගනී. කයිමොසීන් ලබා ගන්නේ ඝාතනය කරන ලද වසුපැටවුන්ගේ ආමාශවලින් නිස්සාරණය කිරීමෙනි. සැපයුම සීමිත වූ බැවින් මිල අධික වූ අතර එයින් කිරි කර්මාන්තයට බලපෑමක් විය. ගවයන්ගෙන් ලබා ගත් කයිමොසීන් ජානය යීස්ට් සෛල තුළ හැසිරවීමට ලක් කරන ලදි. ඒ ප්‍රතිසංයෝජිත යීස්ට් වර්තමානයේ කයිමොසීන් ප්‍රභවයයි. එහි මිල සැලකිය යුතු ලෙස පහළ ගොස් ඇති අතර, නිෂ්පාදිතය පිරිසිදු ය. සත්ත්ව සම්භවය සහිත දූෂකවලින් තොර ය. ඇමයිලොමෝල්ටේස් GM *Bacillus* sp මගින් නිෂ්පාදනය කරනු ලබන තවත් එන්සයිමයකි. ඒ එන්සයිමය මඟින් පිෂ්ටය කිරි කර්මාන්තයේ දී අවශ්‍ය ද්‍රව්‍යයක් ලෙස භාවිතයට ගත හැකි සේ විකරණය කරයි. Aspartame ප්‍රබල පැණිරස කාරකයක් වන අතර GM *E.coli* මගින් නිපදවන ලද ආහාර ආකලන ද්‍රව්‍යයකි.

GMO භාවිතය සම්බන්ධයෙන් සැලකිලිමත් විය යුතු දේ

GMO භාවිතයේ වඩාත් ම වැදගත් අවදානම් සාධකය වන්නේ ඔවුන්ගේ අපේක්ෂා නොකළ බලපෑම් දැක්විය හැකි වීමයි. එය සාපේක්ෂව නව තාක්ෂණයක් බැවින් මහජනතාව එය ක්ෂණිකව පිළිගැනීමට අකැමැත්තක් දක්වයි. කෙසේ නමුත් මහජනතාව GMO වල අසීමිත විභවතාවන් ද පිළිගනී. GMO සඳහා පක්ෂ සහ විරුද්ධ කාණ්ඩ සංවිධාන සහ පුද්ගලයන් අතර තීව්‍ර විවාද ඇත. GMO සම්බන්ධ මතභේදාත්මක ගැටලු පහත සඳහන් වේ.

සෞඛ්‍ය ගැටලු

1. මීයන් සහ වෙනත් සතුන් සහභාගි කර ගත් ඇතැම් පරීක්ෂණවල දත්ත මඟින් අර්තාපල්, බඩඉරිඟු, තක්කාලි සහ සෝයාබෝංචි වැනි ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ ආහාර අනුභව කිරීමෙන් පසු ඇතැම් සෞඛ්‍ය ගම්‍යාර්ථ (Implications) පෙන්වා දුනි. ඒ වාර්තාවේ ආමාශය, අක්මාව, වෘක්ක වැනි පටකවලට හානි වීම් සහ මරණ වැඩි වීම පවා අන්තර්ගත ය. කෙසේ නමුත් වෙනත් බොහෝ විද්‍යාඥයන් එබඳු පරීක්ෂණවල භාවිත වූ ක්‍රමවේදය ගැන ප්‍රශ්න නගන අතර ඒ ප්‍රතිඵල නැවත උපදවා ගත නොහැකි බව කියා සිටී. ඒ නිසා එබඳු ප්‍රකාශ තහවුරු කිරීම හෝ ප්‍රතික්ෂේප කිරීමට වඩාත් ස්වාධීන පර්යේෂණ අවශ්‍ය ය.

2. GM ආහාර පරිභෝජනය හෝ GM භෝගවල පරාග ආශ්වාස කිරීම නිසා අසාත්මිකතාව වර්ධනය වීම තවත් සෞඛ්‍ය ගැටලුවක් ලෙස සාකච්ඡා වේ. ආගන්තුක DNA ධාරක සෛල තුළ ඒකරාශි වීම නිසා ජාන ප්‍රකාශනය වෙනස්වීම හෝ විකෘති ඇති වීමෙන් පෙරයීම් කළ නොහැකි ඵල ඇති වීමට මඟ පාදයි. ඒවායින් සමහර අසාත්මිකාරක, විෂ හෝ පිළිකා ජනක ඒවා විය හැකි ය. කෙසේ නමුත් නිශ්චිත විද්‍යාත්මක පර්යේෂණ තීන්දු නැති හෝ තීන්දු සැක සහිත ය. දැන් තාක්ෂණය දියුණු කර ඇති නිසා, ධාරකයාගේ වෙනත් කෘත්‍යවලට බාධා රහිතව නිවැරදි ස්ථානයට ම නිවේශනය සිදු කළ හැකි ය.

3. සලකුණු ජාන ලෙස භාවිත වන ප්‍රතිජීවක ප්‍රතිරෝධී ජානවල තිරස් ජාන හුවමාරුව සිදු කළ හැකි වීම ද විභව්‍ය සෞඛ්‍ය ගැටලුවක් ලෙස මතු කර දක්වා ඇත. එබඳු ජාන අඩංගු GM ආහාර විශාල ප්‍රමාණවලින් පරිභෝජකයන් විසින් ආහාරයට ගනු ලැබේ. මෙය සිදු විය හැකි නමුත් සියලු ජීවීන්ට තිරස් ජාන හුවමාරුවට බාධක ඇත. ඒ නිසා මිනිසා තුළට තිරස් ජාන හුවමාරුවට ඇති අවස්ථා ඉතා අඩු ය. බැක්ටීරියා අතර තිරස් ජාන හුවමාරුව වඩාත් විය හැකි බැවින් ප්‍රතිජීවක ප්‍රතිරෝධය ව්‍යාධිජනක ජීවීන්ට හුවමාරුව ඇතැම් සෞඛ්‍ය ගැටලු ඇති වීමට හේතු විය හැකි ය. කෙසේ වුව ද rDNA තාක්ෂණයේ භාවිත වන ප්‍රතිජීවක රසායනික චිකිත්සාවේ දී භාවිත නොවේ.

   අනෙක් අතට මිනිසා සහ සියලු වෙනත් සතුන් ඔවුන් පරිණාමය වූ කාලයේ සිට ම ශාක හෝ සත්ත්ව සම්භව සහිත ආහාර අනුභව කරමින් සිටී. එහෙත් ආහාර අනුභවය නිසා ජාන හුවමාරු වූ බව පෙන්නුම් කරන කිසි ම සාක්ෂියක් නැත.

පාරිසරික ගැටලු

1. කෘමීන්ට ඔරොත්තු දෙන භෝග මඟින් ඉලක්ක නොවන කෘමීන්ට හානිකර විය හැකි ය. එය සිදු වන්නේ අහම්බයෙන් GM බෝග තුළ නිපදවන ලද විෂ අධිග්‍රහණය වීමෙනි. ඒ විෂ පරාග තුළින් ව්‍යාප්ත වී භෝග නොවන ශාඛ මත තැන්පත් වන අතර කෘමීන් ඒවා

මත යැපෙයි. GM බෝගයකින් ලබා ගත් පරාග ඇතිල්ලූ මිල්ක් වීඩ් (Milk weed) පත්‍ර ආහාරයට ගත් මොනාක් (Monarch) සමනලයාගේ කීටයන් මිය ගිය බව පරීක්ෂණයකින් පෙන්වා දී ඇත. කෙසේ වුව ද GM යෝජකයන්ගේ තර්කය වන්නේ පත්‍ර මත ඇතිල්ලූ පරාග ප්‍රමාණය. ස්වභාවික ව තැන්පත් විය හැකි ප්‍රමාණයට වඩා බෙහෙවින් වැඩි බව ය.

2 පරපරාගණය මඟින් ආගන්තුක ජාන එම භෝගයේ ම වෙනත් GM නොවන ප්‍රභේදවලට සහ භෝගයේ වල් දර්ශ බන්ධූන්ට මාරු විය හැකි ය. ඒ නිසා කාබනික හෝ GMO නොවන ගොවිතැන දූෂණය වීමට පුළුවන.

3. Bt ජාන වල් දර්ශ ශාක වෙත හුවමාරු වූ විට ඒවා මත යැපෙන කෘමීන් මිය යෑම හේතුවෙන් පාරිසරික ඇති විය හැකිය.

4. වල් නාශක ප්‍රතිරෝධී ජාන වල් පැළෑටිවලට හුවමාරු වූ විට ඒවා එම වල් නාශකය භාවිත කර පාලනය කළ නොහැකි ය. ඒ නිසා ඒවා සුපිරි වල් පැළෑටි බවට පත් වේ.

5. ස්වාභාවිකව වැඩෙන ශාක තුළ ආගන්තුක ජාන පැතිර යෑම ජාන දූෂණය ලෙස හැඳින්වේ.

6. වල් නාශක ඔරොත්තු දෙන භෝග කිසියම් වල් නාශකයකට ප්‍රතිරෝධී නම් ගොවීන් ඔවුන්ගේ වගා ක්ෂේත්‍ර පවිත්‍රව තබා ගැනීම උදෙසා එම වල්නාශක පමණ ඉක්මවා භාවිතයට නැඹුරු වීමට හැක. එම තත්ත්වය පවතී නම් එක ම වල් නාශකයට දිගින් දිගට ම නිරාවරණය වීම හේතුවෙන් වල් නාශකයට ඔරොත්තු දෙන වල් පැළෑටි විකසනය වේ. කෙසේ වුව ද ගොවීන් වගා ක්ෂේත්‍රය පවිත්‍ර කිරීමට පමණක් මුදල් වැය නොකරන බවට තර්ක කෙරේ. පෙර සූදානමක් ලෙස වල්නාශක ඉසීම වෙනුවට අවශ්‍යතාවය ඇතිවන තුරු බලා සිට අවශ්‍යතාවට පමණක් ඒවා ඉසීම මෙමඟින් ඔවුන්ට කළ හැකි වේ.

වෙනස් කළ වල් නාශකවලට ඔරොත්තු දෙන ලෙස භෝග මාරුවෙන් මාරුවට වගා කිරීම මඟින් එබඳු සුපිරි වල් පැළෑටි විකසනය මඟ හරවා ගත හැකි ය.

7. GM බෝග ගොවීන් මෙන් ම පරිභෝජකයන් විසින් පිළිගනු ලැබූ විට වගා කරන බිම් ප්‍රමාණයේ GM භෝග ප්‍රමුඛ තත්ත්වයට පත් වනු ඇති අතර එය ප්‍රභේද ඉතා සුළු සංඛ්‍යාවකට සීමා වනු ඇත. භෝග විවිධත්වය එබඳු ඉතා කුඩා සංඛ්‍යාවකට අඩු වූ විට පාරිසරික බලපෑම්වලට ඔරොත්තු දීම ද ඉතා අඩු වී තනි පාරිසරික සිදුවීමකින් සම්පූර්ණ වගා ක්ෂේත්‍රය ම විනාශ විය හැකි අතර එය සාගතයකට මඟ පාදයි.

8. භෝග විවිධත්වය අඩු වීම, භෝග ජාන සංචිතයෙන් ජාන ඉවත් වීමට දායක වේ.

සමාජ ආර්ථික ගැටලු

1. අලුතෙන් සංවර්ධනය කරන ලද GM භෝගවල අයිතිය පේටන්ට් බලපත්‍ර ලාභීන් සහ විකාශය කරන්නන් විසින් හිමි කර ගනු ඇත. ඒ නිසා වෙළෙඳ ඒකාධිකාරයක් පවත්වන දැවැන්ත බීජ සමාගම්වලින් විශාල මුදලක් වැය කරමින් ඔවුන්ගේ බීජ මිලට ගැනීමට ගොවීන්ට බල කෙරෙනු ඇත. දුප්පත් ගොවීන්ට බීජ මිලට ගැනීමට වත්කමක් නැති බැවින් පොහොසත් ගොවීන් සහ දුප්පත් ගොවීන් අතර පරතරය පුළුල් වීමේ අවදානමක් පවතී.

2. මහජනතාවගේ සැලකිල්ලට ලක්වුණු තවත් කාරණයක් වන්නේ ස්වභාවයේ පවතින ජාන අඩංගු බෝග සහ ජෛව විද්‍යාත්මක සම්පත් සඳහා පේටන්ට් නිකුත් කිරීම සදාචාරාත්මක ව නිවැරදි ද යන්නයි. කෙසේ වෙතත් සාම්ප්‍රදායිකව වැඩිදියුණු කළ සහ දේශීය මිනිසුන් විසින් භාවිතයට ගත් භෝග සහ නිපැයුම් ජෛව තාක්ෂණ සමාගම් යටතේ පේටන්ට් කර ඇත.

3. තමන් මිලට ගන්නේ GM ආහාර ද නැත හොත් GM නොවන ආහාර ද යන්න තීරණය කිරීමට පාරිභෝගිකයාට හිමිකමක් ඇත. ඒ හිමිකම ආරක්ෂා කිරීමට එම නිෂ්පාදනය GM වීම හෝ නොවීම පැහැදිලිව දක්වන ලේබල් කිරීමේ පද්ධතියක් ක්‍රියාවට නැංවීමට නියාමන නියෝජිත කාර්යාල විසින් සිදු කිරීම අවශ්‍ය වේ. එය GM නිෂ්පාදනයක් නම් ඒවායේ සිදු කර ඇති වෙනස්කම් ද දැක්විය යුතු ය. ඇතැම් රටවල ලේබල් කිරීම අනිවාර්ය වේ. කෙසේ වුව ද GM නොවන ලෙස ලේබල් කර ඇති නිෂ්පාදන බොහෝ විට GMවලින් දූෂණය වී ඇති බව පරීක්ෂණවල දී සොයා ගනු ලැබ ඇත.

4. ඉහළ ජෛව විවිධත්වයක් ඇති ප්‍රදේශ හෝ රටවල ජෛව සම්පත් සහ සාම්ප්‍රදායික දැනුම, ඒ රටවල් හෝ ජනතාව මඟින් බලය පැවරීමකින් තොරව හෝ නිෂ්පාදන සංවර්ධනය සඳහා වන්දි ගෙවීමකින් තොරව ජෛව තාක්ෂණ සමාගම් මඟින් රැගෙන යනු ලැබේ. මෙය ජෛව කොල්ලයක් (biopiracy) ලෙස හැඳින්වේ.

5. GMO සෑදීමේ දී ස්වභාවය හැසිරවීම ඇතැම් ආගම්වල විශ්වාසයන්ට විරුද්ධව කටයුතු කිරීමකි.

GMO, GMF සහ වෙනත් ආශ්‍රිත ක්‍රියාවලිවල විය හැකි/ විභව අවදානම සහ අන්තරාය පිළිබඳ ජනතාවට ප්‍රකාශ කිරීමට ඉතා සැලකිලිමත් ව සම්පූර්ණ පරීක්ෂා කිරීම් සහ හඳුනා ගැනීමේ ක්‍රමවේද ක්‍රියාවට නංවා ඇත. එසේ පාරිභෝගිකයා, සමාජය සහ පරිසරයේ ආරක්ෂාව පවත්වා ගැනීම සඳහා GMO සහ GMF නිපදවන ක්‍රියාවලිය නීති සම්පාදන සහ බලධාරීන් යටතේ දැඩි පාලනයකට ලක් කර ඇත.

ඇතැම් GMOවලට නිෂ්පාදනයේ සිට වෙළෙඳපොළට යැවීම සඳහා අනුමැතිය ලබා ගැනීමට අවුරුදු 25ක් පමණ කල් ගත වී ඇත. උදා: GM අත්ලාන්තික් සැමන්, ඔවුන් නොවන්නන්ට වඩා දෙගුණයක් වේගයෙන් වර්ධනය වේ.

අන්තර්ජාතික එකඟතාවකට උදාහරණ ලෙස කාටජිනා ගිවිසුම දැක්විය හැකි ය. බොහෝ රටවලට අදාළ නීති රාමු ඇත. උදාහරණ: ශ්‍රී ලංකාවේ ජාතික ජෛව සුරක්ෂිතතා රාමුව (NBFSL)

ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාටජිනා ගිවිසුම

ජෛව විවිධත්වය සම්මුතියට 1992 රියෝ මිහිකත සමුළුවේ දී අත්සන් තැබූ අතර, 1993 සිට ක්‍රියාත්මක වේ. ජෛව විවිධත්ව සම්මුතියට අතිරේකයක් ලෙස ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාටජිනා ගිවිසුම නම් අන්තර්ජාතික එකඟතාවට 2000 මැයි 15 වන දින කැනඩාවේ මොන්ට්‍රියල්හි දී අත්සන් තබන ලදි. ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාටජිනා ගිවිසුම 2003 සැප්තැම්බර් 11 වන දින සිට ක්‍රියාවට නැංවිණි. එය අත්සන් කිරීමට මුලින් සැලසුම් කර තිබුණේ කොලොම්බියාවේ කාටජිනාහිදී බැවින් එය ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාටජිනා ගිවිසුම ලෙස නම් කෙරේ.

GMO හා සම්බන්ධ ජෛව විවිධත්වයේ අංග රැසක් ආවරණය කිරීමට CBD හි කොන්දේසි ප්‍රමාණවත් නොවේ. කාටජිනා ගිවිසුමට අත්සන් තැබූ පාර්ශ්ව සංඛ්‍යාව 100 ඉක්මවයි. ඒ අතරට 2004 අප්‍රේල් 28 වන දින සිට ගිවිසුම වලංගු කළ ශ්‍රී ලංකාව ද අයත් ය.

ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාටජිනා ගිවිසුමෙහි අරමුණ වන්නේ නූතන ජෛව තාක්ෂණයෙහි ප්‍රතිඵල ලෙස නිපදවූ ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ ජීවීන් (GMO) හෝ සජීවී විකරණය කළ ජීවීන් ගෙන් (LMOs) විය හැකි/ විභව අවදානමෙන් ජෛව විවිධත්වය ආරක්ෂා කිරීමයි. CBD මගින් ජෛව තාක්ෂණය අර්ථ දක්වන්නේ ''ජෛව විද්‍යාත්මක පද්ධති, සජීවී ජීවීන් හෝ ඔවුන්ගේ ව්‍යුත්පන්න භාවිත කරමින් විශේෂිත ප්‍රයෝජන සඳහා නිපැයුම් හෝ ක්‍රියාවලි, සෑදීම හෝ විකරණය කරන ඕනෑ ම තාක්ෂණයකි'' යනුවෙනි. මේ ගිවිසුම CBDහි පෙර සූදානම් වීමේ මූලධර්මය මත පදනම් වේ. එනිසා නව ජෛව තාක්ෂණ නිපැයුම්වල දී පරිසරයට හෝ මානව සෞඛ්‍යයට බලපාන ඕනෑ ම විය හැකි විභව අවදානමක් මගහරවා ගැනීමට දැඩි පාලන පියවර අනුගමනය කළ යුතු ය. එමෙන් ම දේශ සීමා හරහා පරිවහනයට, සංක්‍රාමණයට, පරිහරණයට, ජෛව විවිධත්ව සංරක්ෂණයට සහ තිරසර භාවිතය මත හානි කර බලපෑම් ඇති කළ හැකි LMOs භාවිතයට ද එම පාලනය කෙරේ. මානව සෞඛ්‍යය කෙරේ අවදානම් වීම්වල දී ද මේ ගිවිසුම භාවිත වේ. සංවර්ධනය වන ජාතීන්ට ආර්ථික වාසිවලට එරෙහි ව මහජන සෞඛ්‍යය තුලනය කිරීමට ඉඩ සැලසීම ගිවිසුමේ කොන්දේසිවලින් අදහස් කෙරේ. LMO පරිසරය සහ මානව සෞඛ්‍යය මත සුරක්ෂිත බව තහවුරු කිරීමට විද්‍යාත්මක තොරතුරු නොමැති බව හැඟී යයි නම් පෙර සූදානමක් ලෙස ඒවා ඔවුන්ගේ ප්‍රදේශයට ඇතුළු වීම සීමා කිරීමට සුදුසු ක්‍රියාමාර්ග ගැනීමට රටවලට හෝ ප්‍රාන්ත රාජ්‍යයන්ට හැකියාව ඇත. LMO පරිසරයට හඳුන්වා දීමට හෝ ආහාර හෝ සත්ත්ව ආහාර ලෙස භාවිත කිරීමට බලාපොරොත්තු විය හැකි ය. ඒවා නැව්ගත කරන විට තොරතුරු සහිත අදාළ ලේබනයක් ද ඒ සමඟ තිබිය යුතු ය. එමඟින් LMO හඳුන්වා දීම සහ තවදුරටත් තොරතුරු ලබා ගැනීමට සම්බන්ධ විය යුත්තේ කවුරුන් සමඟ ද යන්න දැක්වීම කළ යුතු ය. අපනයනය කළ LMO පිළිගැනීම හෝ ප්‍රතික්ෂේප කිරීම පිළිබඳ තොරතුරු මත පදනම්ව තීරණ ගැනීමටත් ගත් විට, ඒවා ආරක්ෂිත ආකාරයට පරිහරණය කරන්නේ කෙසේ දැයි දැන ගැනීමට ප්‍රමාණවත් තොරතුරු ආනයනකරු හෝ ආනයනකරු විසින් අපනයනය කරන පාර්ශ්වයන්ට සැපයිය යුතු ය.

ඒ ගිවිසුම මඟින් "Bio safety Clearing House " (BCH) ස්ථාපනය කර ඇත. එය ගිවිසුම ක්‍රියාවට නංවන පාර්ශ්වවලට විද්‍යාත්මක, තාක්ෂණික, පාරිසරික සහ නෛතික තොරතුරු හුවමාරු කිරීම මගින් සහාය වීම සහ LMO වල ඉදිරි ගමන පිළිබඳ අත්දැකීම් ලබා ගැනීම සිදු කරයි.

ශ්‍රී ලංකාව 2000 මැයි මාසයේ දී ගිවිසුමට අත්සන් කළ අතර, එය 2004 ජූලි මාසයේ සිට ශ්‍රී ලංකාවේ බලපැවැත්වේ. ගිවිසුමට අදාළ ක්‍රියාකාරිත්වයක් සම්බන්ධීකරණය සඳහා වගකිව යුතු ආයතනය ලෙස පරිසර හා ස්වාභාවික සම්පත් අමාත්‍යාංශය හඳුනා ගෙන ඇත.

ශ්‍රී ලංකාවේ ජාතික ජෛව සුරක්ෂිතතා රාමුව

ශ්‍රී ලංකාවේ ජාතික ජෛව සුරක්ෂිතතා රාමුව (NBFSL) පරිසර හා ස්වාභාවික සම්පත් අමාත්‍යාංශය මඟින් (දැනට මහවැලි සංවර්ධන හා පරිසර සම්පත් අමාත්‍යාංශය, MoMDE) 2005 දී කෙටුම්පත් කර සම්පූර්ණ කරන ලදි. මෙය නූතන ජෛව තාක්ෂණය සහ එහි නිපැයුම් හේතුවෙන් විය හැකි අවදානම් අවම කිරීම තහවුරු කර ගැනීම අරමුණු කර ගත්, ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාටජිනා ගිවිසුමට අනුකූලව පෙර පරිස්සම් වීමේ ප්‍රවේශය මත පදනම් වූවකි. අදාළ ප්‍රතිපත්ති නිවැරදිව ප්‍රකාශ කිරීම මගින් දේශ සීමා හරහා පරිවහනය නියාමනය කිරීම නීතිරීති, තාක්ෂණික මගපෙන්වීමේ නිර්ණායක කළමනාකරණ මණ්ඩල ස්ථාපනය සහ අධීක්ෂණ යාන්ත්‍රණ මඟින් ජෛව විවිධත්වය, මානව සෞඛ්‍යය සහ පරිසරය උපරිම ආකාරයෙන් ආරක්ෂා කෙරේ.

ශ්‍රී ලංකාවේ ජාතික ජෛව සුරක්ෂිතතා ගිවිසුම, ශ්‍රී ලංකාව තුළ ජෛව සුරක්ෂිතතාවට ස්ථිර නීති රාමුවක් සඳහා ඇරඹුම් ලක්ෂ්‍යය විය. NBFSL මත පදනම් ව ප්‍රතිපත්ති දෙකක් ප්‍රකාශයට පත් කර ඇත.

ජෛව සුරක්ෂිතතා ප්‍රතිපත්තිය (2005) මින් එකකි. එහි සමස්ත රාමුව (framework) ජෛව තාක්ෂණයෙන් උපරිම යහපත අත් කර ගැනීමත්, මානව සෞඛ්‍යයට හා පරිසරයට ඇති විය හැකි අනතුරු අවම කරමින් ප්‍රමාණවත් ආරක්ෂක උපක්‍රම ක්‍රියාත්මක කිරීමත් සම්බන්ධ කර ඇත.

ජෛව සම්පත් සඳහා ප්‍රවේශය, තිරසර භාවිතය හා ප්‍රතිලාභ බෙදා ගැනීම පිළිබඳ ජාතික ප්‍රතිපත්තිය 2013 දී මහවැලි සංවර්ධන හා පරිසර සම්පත් අමාත්‍යාංශය මගින් සකස් කර ඇත.

එහි අරමුණ කාටජිනා ගිවිසුම හා ජාතික ජෛව සුරක්ෂිතතා රාමුවට අනුකූලව ජෛව සම්පත් සංරක්ෂණය හා තිරසර භාවිතයත්, ඒවායේ ප්‍රතිලාභ සාධාරණ හා සමානාත්වයෙන් යුතුව භුක්ති විඳීමත් වේ.

එහෙත් මේ ප්‍රතිපත්ති නෛතිකව පනවා නැත. ජාතික ජෛව විවිධත්ව උපායමාර්ගික සැලැසුමෙහි (2016-2022) 12 වන ඉලක්කයට අනුව, මහවැලි සංවර්ධන හා පරිසර අමාත්‍යාංශයේ ජෛව විවිධත්ව ලේකම් කාර්යාලය 2022 වන විට ජෛව සුරක්ෂිතතාව තහවුරු කරයි.

මීට අනුකූලව ගත යුතු ක්‍රියා මාර්ග වනුයේ,

1. ජෛව සුරක්ෂිතතා ප්‍රතිපත්තිය ශක්තිමත් කිරීම
2. ජෛව සුරක්ෂිතතා ප්‍රධාන සැලසුම ක්‍රියාත්මක කිරීම හා ජෛව සුරක්ෂිතතා නීති සම්පාදනය කිරීම
3. නව තාක්ෂණය සඳහා අනතුරු තක්සේරු කිරීමේ ක්‍රියාවලිය ශක්තිමත් කිරීම
4. අනතුරු තක්සේරු කිරීම සඳහා ඇති ඉඩ ප්‍රමාණය ශක්තිමත් කිරීම
5. දේශීය ජෛව විවිධත්වය හා දේශීය භෝග GMOවලින් දූෂණය වීමෙන් ආරක්ෂාවීමට නෛතික උපකරණ දියුණු කිරීම හා ක්‍රියාත්මක කිරීම
6. ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ ශ්‍රී ලංකාවේ විද්‍යාත්මක ධාරිතාව වැඩි කිරීම

පරිශීලන ග්‍රන්ථ

Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L.,Wasserman, S.A., Minorsky, P.V, & Jackson, R.B.(2015). **Campbell biology**. Pearson Higher Ed.

https://www.ncbi.nlm.nih.gov.lk