

## 07

### අණුක ජ්‍යව විද්‍යාව හා ප්‍රතිසංස්‍යෝගීතා DNA තාක්ෂණය

තම ඒකාවයවික හාවිතය මගින් ස්වයං ප්‍රතිවලිත වීම මෙහෙයවීමේ හැකියාව න්‍යාෂ්ටික අම්ල සතුව පවතියි. බොහෝ ජ්‍යවීන්ගේ ප්‍රවේශීක ද්‍රව්‍ය ලෙස DNA පවතියි. එහෙත් සමහර වයිරසවල (ඉන්ංළුවන්සා වයිරසය) ප්‍රවේශීක ද්‍රව්‍ය ලෙස RNA පවතියි. නිවැරදිව ප්‍රතිවලිත වීමේ හැකියාව, එක් පරමිපරාවක සිට තවෙකකට සම්ප්‍රේෂණය වීමට හැකි වීම සහ ප්‍රවේශීක තොරතුරු ගබඩා කිරීමේ හැකියාව හා ප්‍රකාශ කිරීමට ඇති හැකියාව යන ගුණ DNA වලට ඇති නිසා ඒවා ජ්‍යවීන් තුළ අත්‍යවශ්‍ය ප්‍රවේශීක ද්‍රව්‍ය ලෙස ක්‍රියා කිරීමට සුදුසු වේ.

#### DNA ද්‍රව්‍යේ හේලික්සිය ආකෘතිය

මෙම DNA ද්‍රව්‍යේ හේලික්සිය ආකෘතිය ඉදිරිපත් කරන ලද්දේ ජේම්ස් වොටසන් සහ ග්‍රැන්සිස් ක්රික් විසිනි. මේ සඳහා මුවන් විසින් පාදක කර ගන්නා ලද්දේ රෝසලින්ඩ් ගැරෙන්ක්ලින් විසින් X-ray ස්ථිරික විද්‍යාව (X-ray crystallography) මගින් ලබාගන්නා ලද DNA අණුවක වුළුනය පිළිබඳ දත්තයි.

එමගින් DNA අණුව තුළ බිමක්සිරයිබෝස් සිනි, පොස්ගේට් කාණ්ඩය හා නයිට්‍රොජ්නිය හස්ම වර්ග හතර යන අණු වර්ග හය සැකසී ඇති ආකාරයත් එහි ගුණාගත් විස්තර කරයි.

මෙම ආකෘතියට අනුව DNA ඇඟරුණු ඉනීමගක් (සර්පිලාකාර ප්‍රඛිපෙලක්) වැනි ය. එහි අත්වැල ලෙස මාරුවෙන් මාරුවට සැකසුණු සිනි හා පොස්ගේට් අණු මගින් එහි කොඳ තාරවිය සාදයි. පියගැට ලෙස නයිට්‍රොජ්නිය හස්ම යුගල් පවතියි. හස්ම යුගල් වීමේ නිතිවලට අනුව පියුරින්, පිරිමිචින් සමග යුගලනය වෙයි. එහිදී මෙම හස්ම අතර හයිඩ්‍රිජන් බන්ධන දෙකක් (A=T) හෝ තුනක් (G≡C) සැදේ. ටී.ඒ.වි.මෝගේන් සහ මහුගේ කණ්ඩායම මුවන් විසින් කරන ලද පරීක්ෂණවලින් වර්ණදේහ සයැදී ඇත්තේ DNA හා ප්‍රෝටීන්වලින් බව ද, ජාන යනු එම වර්ණදේහවල ඇති යම් නිෂ්චිත ප්‍රදේශ ලෙස ද නිගමනය කළහ.

#### වර්ණදේහවල වුළුනික නිර්මාණය

සුන්‍යාෂ්ටික සෙලයක න්‍යාෂ්ටියේ හෝ ප්‍රාග් න්‍යාෂ්ටික සෙලයක සෙල ප්ලාස්මයේ න්‍යාෂ්ටික ප්‍රදේශයේ (නියුක්ලියෝබයේ/ න්‍යාෂ්ට්‍යාහය/Nucleoid ) DNA අණු සකස් වී ඇති ආකාරය වර්ණදේහයක වුළුනික නිර්මාණයයි.



රූපය 7.1 : DNA, සූන්‍යෑටික න්‍යෑටිය තුළට සහ ප්‍රාග්න්‍යෑටිකයන්ගේ නියුක්ලියෝබය තුළට ඇසිරීම

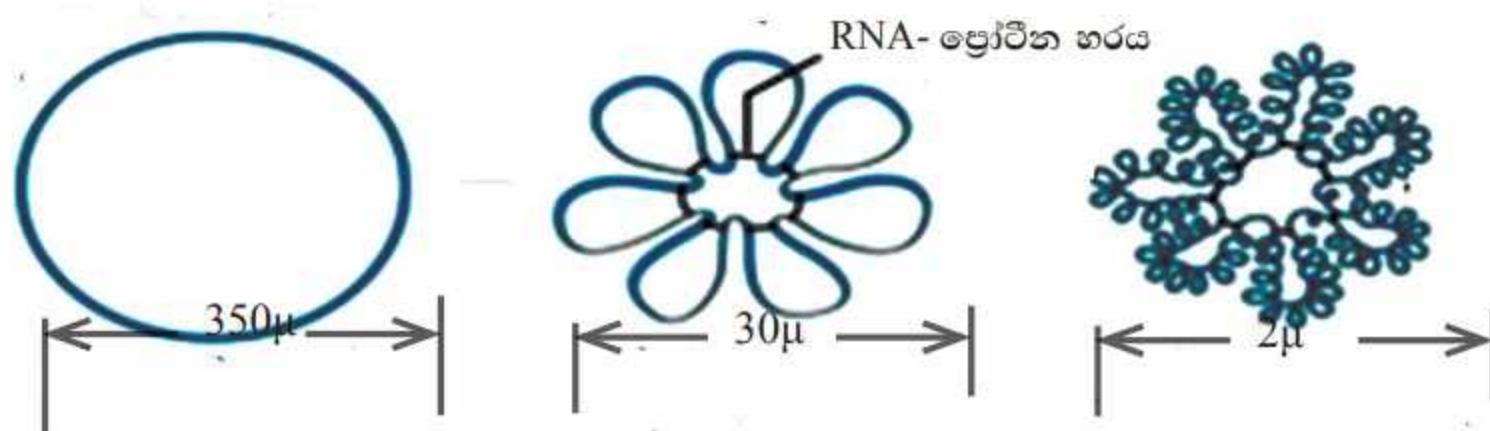
ප්‍රාග්න්‍යෑටික හා සූන්‍යෑටික සෙසල ආකාර දෙකෙහි ම DNA අණු, වර්ණදේහ ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. කෙසේ වුවත්, සතු වර්ණදේහ පවතිනුයේ සූන්‍යෑටිකයන්ගේ පමණි. ප්‍රාග්න්‍යෑටික (බැක්ටීරියා) වර්ණදේහය ද්වීත්ව දාම, වෘත්තාකාර, තනි DNA අණුවක් වන අතර, පෝරීන අණු කිහිපයක් ඒ හා ආශ්‍රිතව සැකසී පවතියි. එහෙත් සූන්‍යෑටික සෙසල තුළ වර්ණදේහ කිහිපයක් පවතී. ඒ එක එකක් හිස්ටෝන් පෝරීන හා අනෙකුත් පෝරීන සම්බන්ධිතව ඇති, ද්වීත්ව දාම තනි රේඛිය DNA අණුවකින් සමන්විත ය.

ඡීවියකුගේ සියලු වර්ණදේහවල විශාලත්වය සලකන විට එහි අතිවිශාල ප්‍රමාණයක් DNA පවතී. මේ අනුව ප්‍රාග්න්‍යෑටික සෙසල නියුක්ලියෝයිඩයේත්, සූන්‍යෑටික සෙසලයක න්‍යෑටියේත් DNA රඳවා ගැනීම පිළිබඳ විශාල ගැටලුවක් පවතියි. නියුක්ලියෝයිඩයේ හෝ න්‍යෑටිය තුළ ගෙනෝමය/ DNA අන්තර්ගත කර ගැනීම DNA ඇසිරීම (DNA Packaging) නම වේ.

### ප්‍රාග්න්‍යෑටික වර්ණදේහයේ වුෂුහික නිර්මාණය

ප්‍රාග්න්‍යෑටික සෙසලවල DNA ආශ්‍රිතව ඇති පෝරීන අණු මගින් DNA ඇසිරීම සඳහා පහසුකම් සලසයි. මේ පෝරීන මගින් DNA අණුවලට දැර ගැසෙමින් (නැමුම් හෝ පුඩු බණ්ඩ්) හා අතිවිශාල දැර (super coil) බවට පත් වෙමින් නියුක්ලියෝයිඩය තුළ තදින් ඇසිරීමට හැකියාව සලසා දෙයි. DNA අණුව මුළුන් ම පුඩු ආකාරයට දැර බවට පත් වේ, ඉන් පසු එම පුඩු එක එකක් ස්වාධීනව තවදුරටත් අතිවිශාල දැර බවට සැකසේ. මේවා ඉලෙක්ට්‍රොන් අණ්වීක්ෂිය ජායාරුපවලින් බොමේන ලෙස හඳුනා ගත හැකි වේ. මේ පුඩු ආකාර සූසංහිත DNA ස්කන්ද, RNA හා පෝරීනවලින් සමන්විත හරයකට බැඳෙයි. ඒ හරය මගින් වර්ණදේහ, ප්ලාස්ම පටලයට ද සම්බන්ධ කරයි.

මේ අතිවිශාල දැර DNA තනි දාම ජේදනය හඳුන්වා දීම මගින් නැවත ලිහිල් කළ හැකි ය. වර්ණදේහය පටලයට ද RNA පෝරීන හරයට ද සම්බන්ධව පවතින බැවින් ප්‍රමාණය වීම වළක්වන බාධකයක් ලෙස එය ක්‍රියා කරයි. එනිසා මේ බොමේනවලට ස්වාධීනව ඉහිල් වීමටත් අතිවිශාල දැර බවට පත්වීමටත් හැකි ය. විශිෂ්ට ජාන ප්‍රතිලේඛනය සඳහා මේ සැකැස්ම වැදගත් ය. RNA ඉවත් වීම පුඩුවල ස්වාධීනත්වය නැති වීමට හේතු වෙයි.



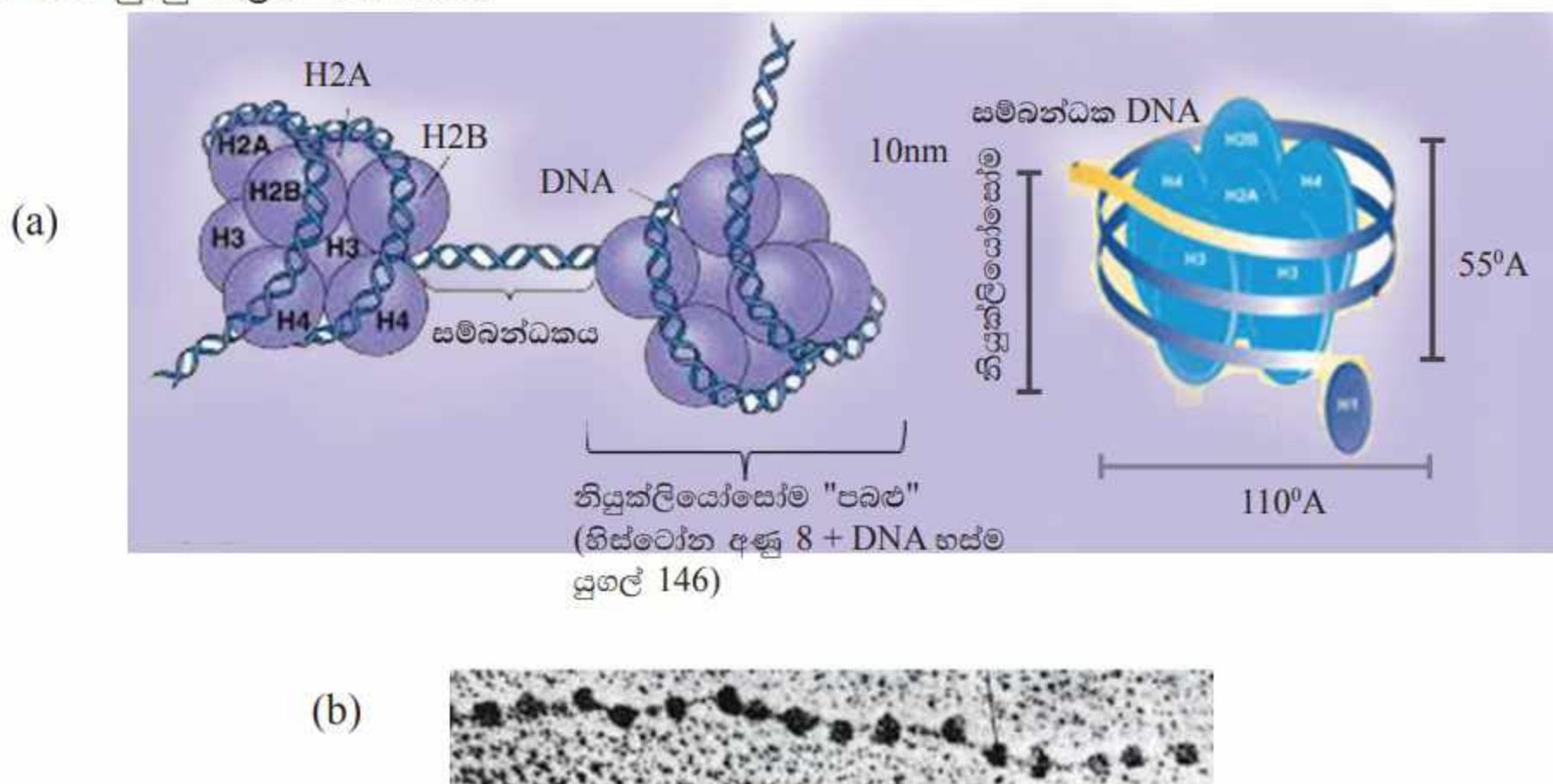
a) වකිය නොනැමුණු  
වර්ණදේහය

b) නැමුණු වර්ණදේහය  
ප්‍රමා 40-50

c) අතිවළින දගර  
වර්ණදේහය

රුපය 7.2 : ප්‍රාග්නාෂ්ථීක වර්ණදේහවල නැමීම හා අතිවළින වීම මගින් පුහුණික වීම

මෙ ප්‍රධාන වර්ණදේහයට අමතරව ඇතැම් ප්‍රාග්නාෂ්ථීක සෙල තුළ ප්ලාස්මිඩ ලෙස බහිස්වර්ණදේහ (Extra chromosomal) ප්‍රවේණික ඉවාස පවතී. ඒවා ද දගර හා අතිවළින දගර බවට පත් වුණු වකිය DNA ය.



රුපය 7.3: (a) අභ්‍යාලිමේ පළමු මට්ටම නියුක්ලයෝසෝම පබල සාදුමීන් සම්බන්ධක DNA මගින් එකිනෙක සම්බන්ධවීම.

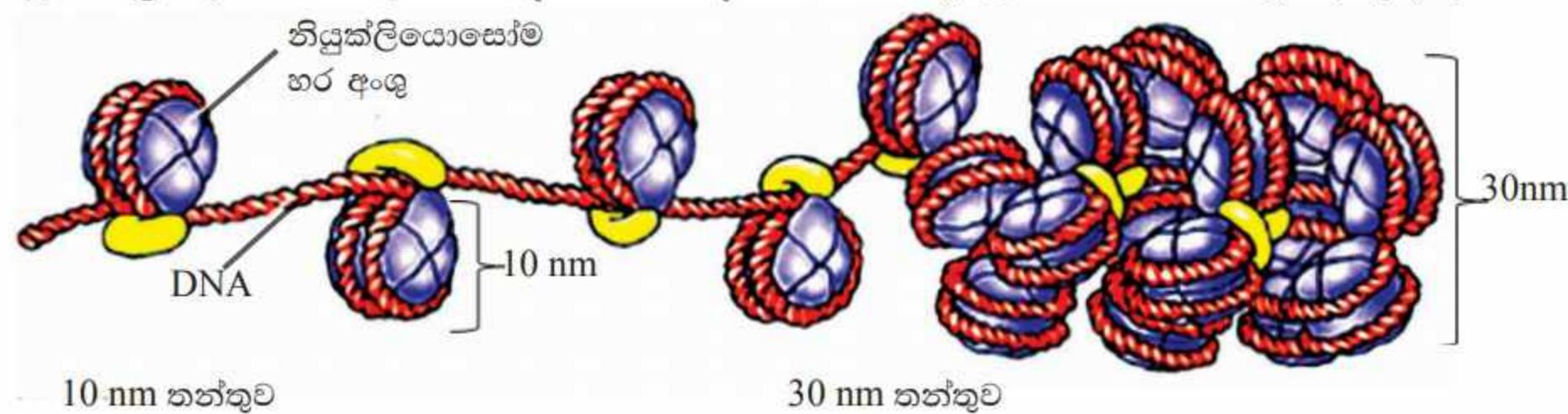
(b) නියුක්ලයෝසෝම (පබල) සහ සම්බන්ධක DNA (රුගුන) (ඉලෙක්ට්‍රොන් අන්ඩික්සිය ජායාරූපයක්)

### සුනාෂ්ථීක වර්ණදේහයේ ව්‍යුහික නිර්මාණය

සුනාෂ්ථීක වර්ණදේහ, හිස්ටෝන ප්‍රෝටීන අණු විශාල ගණනක් සමඟ සම්බන්ධ වී තිබීම සෙලයේ නාෂ්ථීය තුළ DNA සංවිධානය වීමට උපකාරී වේ. මෙ DNA - ප්‍රෝටීන සංකීර්ණය කොමැටින් ලෙස හඳුන්වන අතර ඒවා ලිහිල්ව ඇසුරුණු ඉයුකාමටින් ලෙස හෝ තදින් ඇසුරුණු හෙටරොකාමටින් ලෙස පවතී. ඉයුකාමටින්වල ජාන වැඩි ප්‍රමාණයක් ඇති අතර ඒවා සක්‍රිය ලෙස ප්‍රතිලේඛනය වෙමින් පවතිනවා විය හැකි ය. හෙටරොකාමටින්වල ඇති නියුක්ලයෝටයිඩ අනුපිළිවෙළ බොහෝ විට අත්‍යියයි. ජාන යාමනය, අපිජාන ආවේණිය හා වර්ණදේහවල ස්ථාවරත්වය (chromosomal integrity) ආරක්ෂා කිරීමට මෙවා දායක විය හැකි ය.

පළමු මට්ටමේ දී එක්ත හෝලික්සය හිස්ටේන් අතු අවකින් යුත්ත සංකීර්ණයක් වටා එනෙයි. මෙවා නියුක්ලියෝසෝම ලෙස හැඳින්වන අතර, මාලයක පබඩ් මෙන් දිස් වේ. අනුයාත නියුක්ලියෝසෝම DNA කොටසකින් එකිනෙක සම්බන්ධ වී ඇති අතර මෙවා සම්බන්ධක DNA/Linker DNA ලෙස හැඳින්වේ.

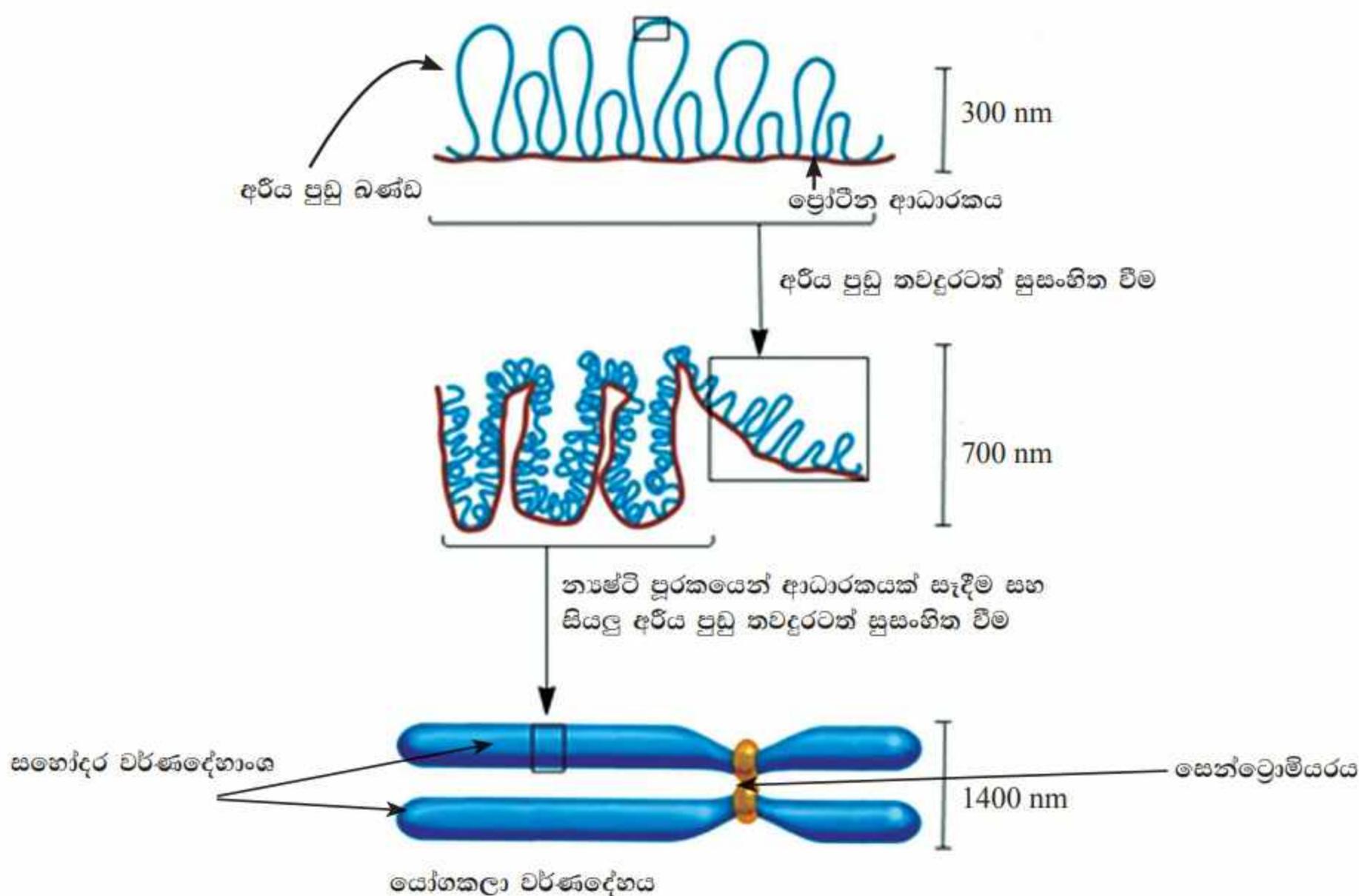
දෙවන මට්ටමේ දී නියුක්ලියෝසෝම ඇඹිරී, සර්පිල රටාවකට ඇසිරී, දළ වශයෙන් 30nm විෂ්කම්භය ඇති කොමැටින් තන්තුවක් සාදයි. මෙහි දී 10nm තන්තුවලින් 30nm තන්තු සැදේ (රුපය 7.4)



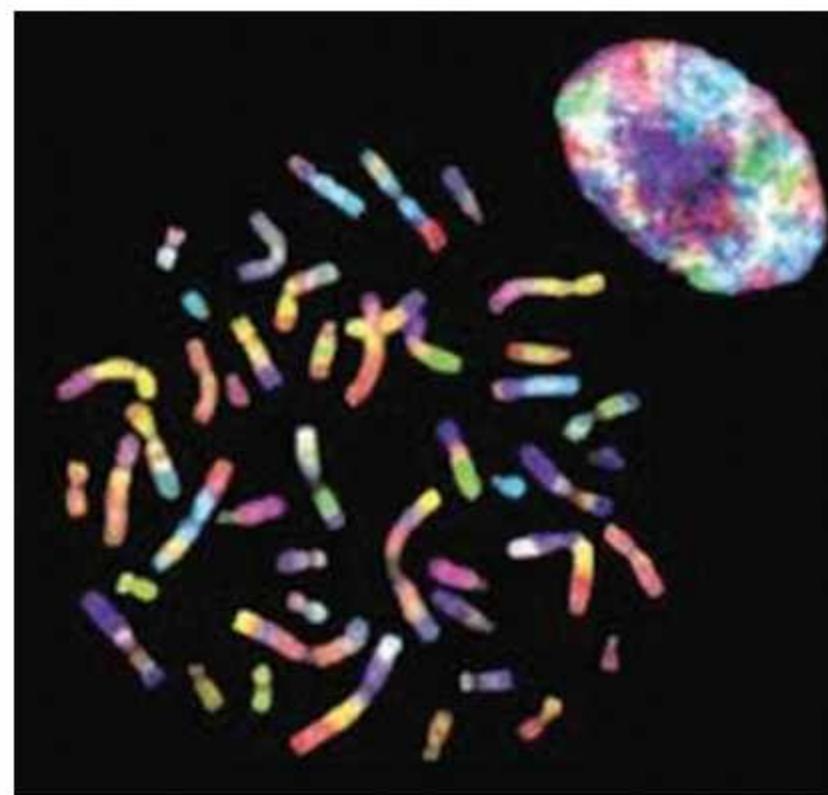
රුපය 7.4 : 30 nm තන්තුව සැදීම

තුන්වන මට්ටමේ දී, 30 nm තන්තුව පූඩු බණ්ඩ (Looped domain) සාදයි. මෙවා ප්‍රෝටීනවලින් සැදුණු ආධාරකයකට (protein scaffold) සවි වේ. මේ ව්‍යුහය 300 nm දක්වා සනාකමින් යුතු ය. (රුපය 7.5)

අවසාන වශයෙන් භතරවන මට්ටමේ දී, පූඩු බණ්ඩ දැගර ගැසී නැමි, තවදුරටත් සුසංහිතව අනුනන වර්ණදේහය සාදයි. වර්ණදේහාංශයක විශ්කම්භය 700nm පමණ වේ. යෝග කළා වර්ණදේහවල වර්ණදේහාංශ මේ වන විට ප්‍රතිවලිත වී පවතී.



රුපය 7.5 : වර්ණදේහාංශ සැදීම සඳහා ප්‍රෝටීන ආධාරකයක් මත පූඩු බණ්ඩවල සුසංහිත වීම



රූපය 7.6 : යෝගකළා වර්ණදේහ (වෙන්ව පටින එකක) සහ අන්තර් කළාවේ කොමැට්ටේන්

## DNA ප්‍රතිවෘතිය

දීවිත්ව දාම DNA අණුව පිටපත් කර සර්වසම පිටපත් දෙකක් සාදන ක්‍රියාවලියයි. ප්‍රාග්න්‍යාෂ්ටීකයන්ගේත්, සූන්‍යාෂ්ටීකයන්ගේත් DNA ප්‍රතිවෘති ක්‍රියාවලිය මූලිකව සමාන ය. එහෙත් මෙයට දායක වන එන්සයිම වර්ග එකිනෙකට වෙනස් ය. එයට හේතු වන්නේ සූන්‍යාෂ්ටීක DNA, වර්ණදේහ ලෙස සංවිධානය වී තිබේ හා එහි ව්‍යුහයේ ඇසිරීම සඳහා හිස්ටෝන් තිබේ මේ, ප්‍රාග්න්‍යාෂ්ටීක DNA වක්‍රිය අණු ලෙස සාමාන්‍යයෙන් පවතිමින් ඇසිරීම සඳහා අතිවෘතව දැර ගැසීමත් ය.

## DNA ප්‍රතිවෘතියේ වැදගත්කම

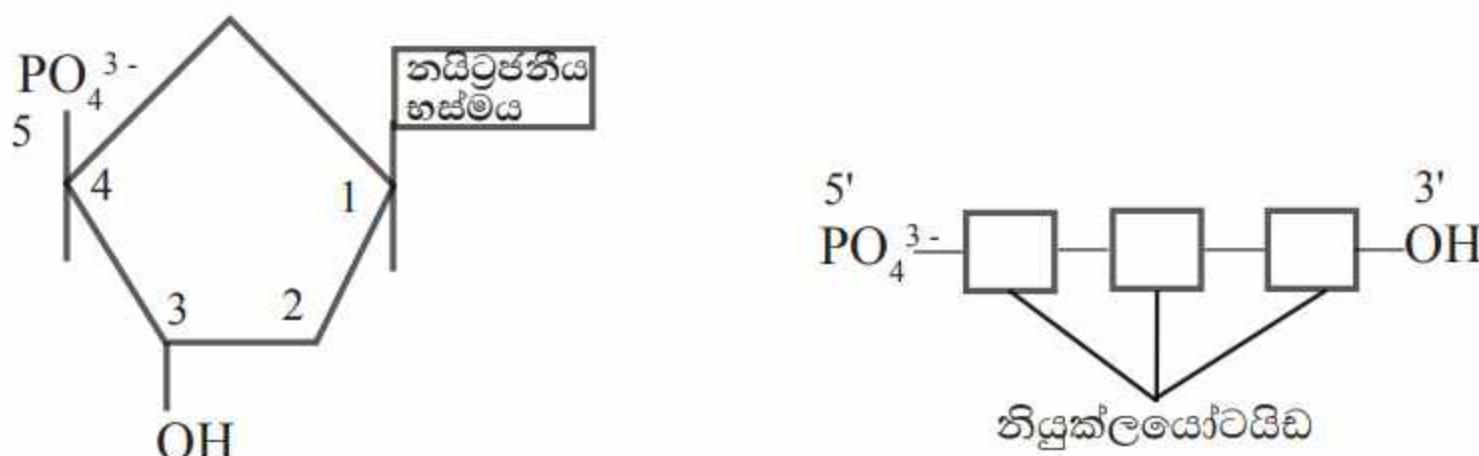
- ජ්‍යව්‍ය සඳහා අත්‍යවශ්‍ය තොරතුරු DNA නි ගෙබා වී ඇත. එම නිසා නිපදවෙන නව සෙලවලට මාතා සෙලවලින් DNA ලැබිය යුතු ය. දීවිගුණ ජීවිකුගේ දේහයේ සැම සෙලයකම යුක්තාණුවේ තිබුණු ප්‍රවේශී තොරතුරු ඒ ආකාරයෙන් ම අන්තර්ගත වෙයි. බහු සෙලික ජීවියා වර්ධනය වන්නේ නව සෙල එකතු වීමෙනි.
- නව සෙල මගින් හානි වූ හෝ මියගිය සෙල ප්‍රතිස්ථාපනය වේ.
- අලිංගික ප්‍රජනනයේ දී නිපදවෙන දුහිතා ජීවීන් මාතා ජීවීන්ට සර්වසම වේ. එය සිදු වන්නේ DNA ප්‍රතිවෘතිය හරහා DNA වල සංවිත වී තිබුණු ප්‍රවේශීක තොරතුරු අනුනා විභාගනය මගින් සර්වසම කට්ටල ලෙස දුහිතා සෙල වෙත ලබා දීම නිසා පමණි.
- ලිංගික ප්‍රජනනය සිදු කරන ජීවීන්ගේ, ජීවන වකුයේ කුමන හෝ අවස්ථාවක උගනය සිදු වී වර්ණදේහ සංඛ්‍යාව නියතව තබා ගැනේ. උගනය විභාගනය සිදු වීමට පෙර DNA ප්‍රතිවෘතිය සිදු වෙයි.
- DNA ප්‍රතිවෘතිය ඉතා නිවැරදිව සිදු වන ක්‍රියාවලියක් නිසා සර්වසම පිටපත් හට ගනියි. එහෙත් කළාතුරකින් DNA ප්‍රතිවෘතියේ දේශ සිදු විය හැකි ය. මේ මගින් විකාශනී ඇතිවීමේ ප්‍රතිඵලය ප්‍රහේදන ඇති වීමයි. ප්‍රහේදන ජීවීන්ගේ පරිණාමයට ඉවහල් වෙයි.
- මේ නිසා තනි ජීවිකුට තම ජ්‍යව්‍ය පවත්වා ගැනීමටත්. ජ්‍යව්‍ය විශේෂයක අඛණ්ඩ පැවැත්මටත් DNA ප්‍රතිවෘතිය වැදගත් ය.

සම්පූර්ණ ප්‍රතිච්ඡත්වය වැනි ප්‍රාග්ධනය හා සමායෝගනය වන්නේ එන්සයිම හා වෙනත් ප්‍රෝටීන වර්ග ගණනාවකිනි. දැනට පවත්නා DNA ද්විත්ව සරපිලයේ දාම මත DNA ප්‍රතිච්ඡත්වය සිදු වේයි. ඒ නිසා, අලුතින් සංශ්ලේෂණය වූ DNA ද්විත්ව හෙලික්සයේ, එක් මාතා DNA දාමයක් සහ එක් නව අනුපූරක දාමයක් අඩංගු වේ.

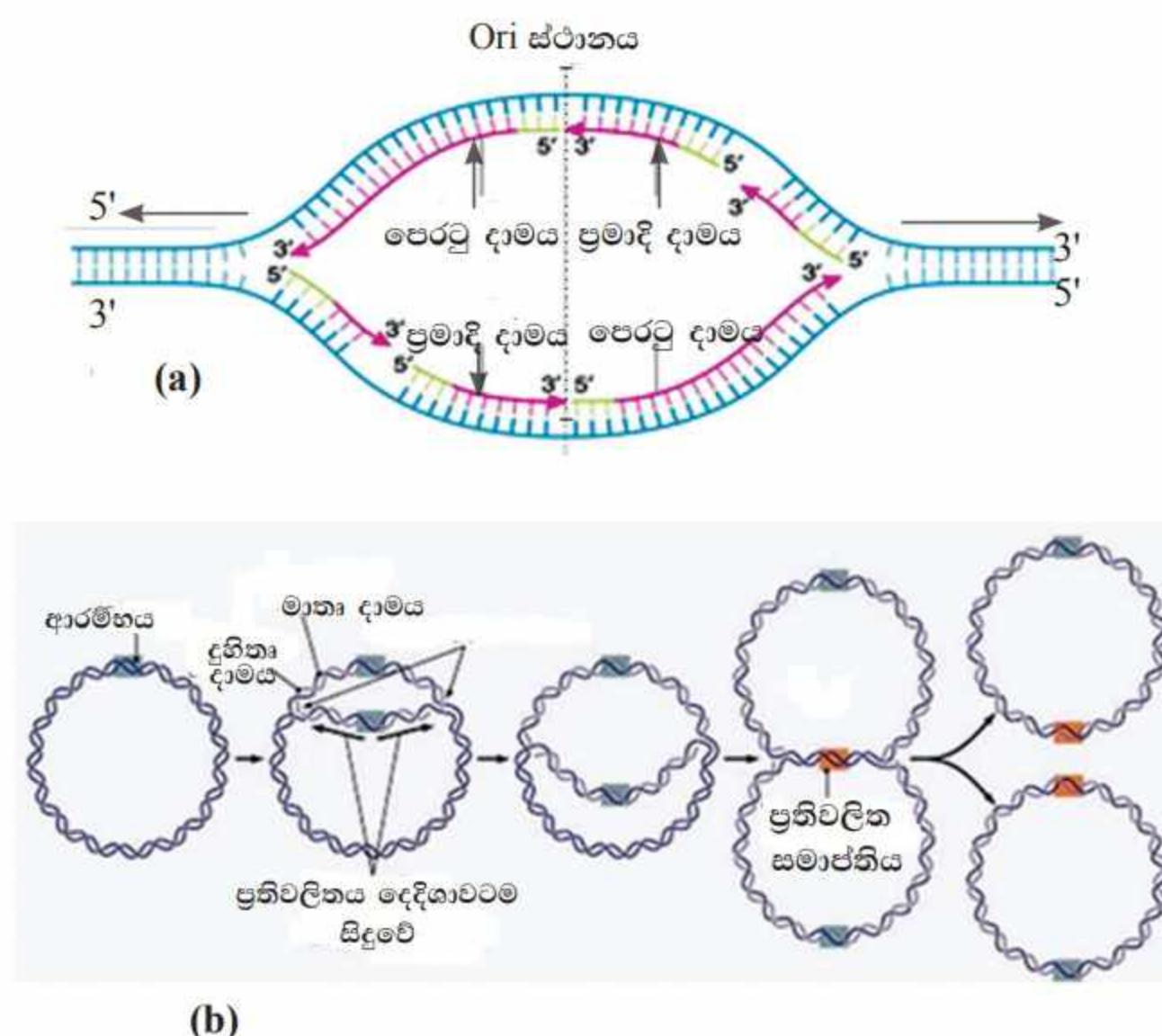
පළමුව තදින් ඇසිරුණු DNA ඉහිල් විය යුතු ය (ප්‍රාග් න්‍යාශේෂණයෙන්ගේ ප්‍රතිච්ඡත්වය න්‍යාශේෂණයෙන්ගේ තොමැටින්). එවිට DNA ප්‍රතිච්ඡත්වය ආරම්භ කරන ස්ථානයට ප්‍රතිච්ඡත්වයෙන්තුයට (replication machinery) ප්‍රවේෂ විය හැකි ය.

ද්විත්ව හෙලික්සය වෙන් වීම "ප්‍රතිච්ඡත්වය ආරම්භය" (origin of replication) අසල දී සිදු වේ. "Ori" හෙවත් ප්‍රතිච්ඡත්වය යනු DNA ප්‍රතිච්ඡත්වය ආරම්භ කරන ප්‍රෝටීන බැඳෙන විශිෂ්ට DNA අනුකූලයයි. එයින් ආරම්භ වී සම්පූර්ණ වන්නා දැනුවත් ප්‍රතිච්ඡත්වය වේ. නව DNA දාමය සංශ්ලේෂණය කරන එන්සයිම වැනි එක්සයිම (5 සිට 3' දිගාවට) වලනය විය හැකි බැවින් නව දාමවලින් එකක් අඛණ්ඩව සංශ්ලේෂණය වන අතර, අනෙක කුඩා බණ්ඩවලින් සංශ්ලේෂණය වේ.

අඛණ්ඩ සංශ්ලේෂණය වන දාමය පෙරටු දාමය ද (leading strand), බණ්ඩ ලෙස සංශ්ලේෂණය වන දාමය ප්‍රමාදී දාමය (lagging strand) ද ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රමාදී දාමයේ කුඩා බණ්ඩ මකසාකි බණ්ඩ ලෙස හැඳින්වේ. විශාල DNA අනුවක ප්‍රතිච්ඡත්වය Ori ගණනාවකින් ඇරඹී එම ක්‍රියාවලියේ වේගය වැඩි කළ හැකි ය.



රුපය 7.7 : DNA අනුවක 5' පොස්ටෝ සහ 3' - OH



රූපය 7.8 : (a) DNA ප්‍රතිච්චයේ තොරතුරු (b) කුඩා වක්‍රිය DNA අණුවක ප්‍රතිච්චය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

DNA ප්‍රතිච්චය යන්තුයට බලපාන ප්‍රධාන එන්සයිම හා අනෙකුත් ප්‍රෝටීන හා ඒවායේ කෘතා:

ප්‍රෝටීන හා එන්සයිම වර්ග ගණනාවක් DNA ප්‍රතිච්චයට අවශ්‍ය වේයි. ඒවා ප්‍රතිච්ච ආරම්භ වන ස්ථානයේ දී රස් වේ.

ප්‍රධාන එන්සයිම වන්නේ හෙලිකේස්, වොපොඳිසොමරේස්, ප්‍රයීමේස්, DNA පොලිමරේස් හා DNA ලයිගේස්ය වෙනත් ප්‍රෝටීන කිහිපයක් ද ප්‍රතිච්චය යන්තුයට දායක වේයි.  
උදා: තනි දාම බන්ධක ප්‍රෝටීන (SSB)

### හෙලිකේස් (Helicase)

මෙ එන්සයිම මගින් ATP ලෙස ගක්තිය වැය කරමින් DNA ද්විත්ව දාමයේ දගර ලිහමින් DNA අණුවේ දාම දෙක එකිනෙකින් වෙන් කරයි. DNA ද්විත්වදාමයේ අනුපූරක හස්ම යුගල අතර පැවති H බන්ධන බිඳ හෙළමින් මෙය සිදු කරයි. නව DNA සංශ්ලේෂණය / ප්‍රතිච්චය සඳහා අවශ්‍ය ලෙස ක්‍රියා කිරීමට හැකි වන පරිදි තනි පට DNA දාම නිරාවරණය සඳහා මෙය වැදගත් වේ.

### වොපොඳිසොමරේස් (Topoisomerase)

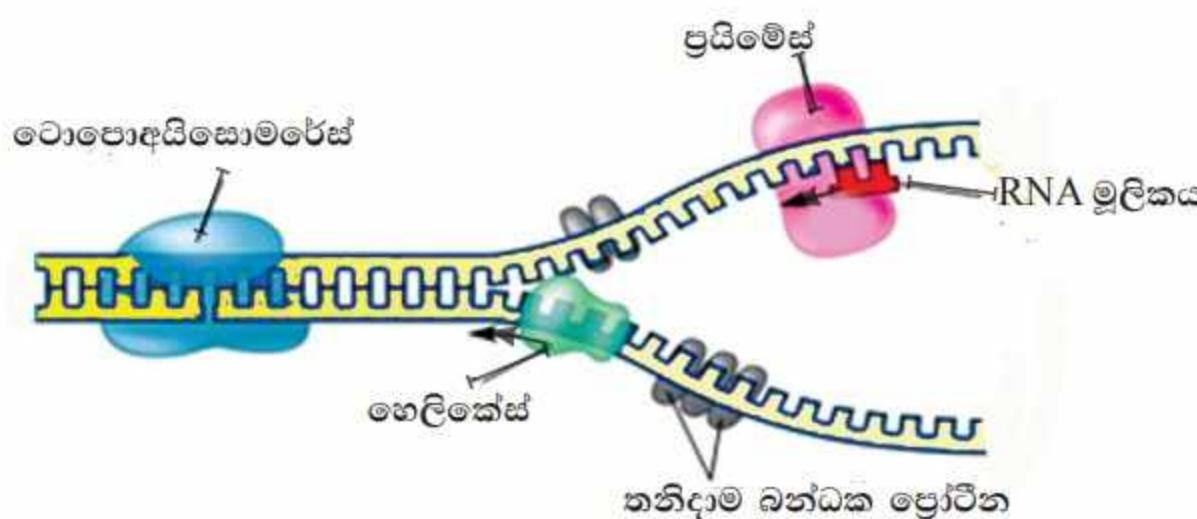
මෙ එන්සයිමය DNA සංශ්ලේෂණය වන දිගාවට ඉදිරියෙන් ක්‍රියා කරයි. DNA දාමයේ එක් ස්ථානයක ඇශරුම ලිහන විට, අනෙක් ස්ථාන තවදුරටත් ඇශරුමට හා ආතතියට ලක් වේයි. වොපොඳිසොමරේස් එන්සයිම මගින්, එක් DNA දාමයක හෝ දාම දෙකෙහි ම හෝ කැඩීම් (breaks) සිදු කර එම ආතතිය සමනය සඳහා ඇශරුමට සලස්වා ඉන් අනතුරුව ඒ කැපු කෙළවර තැවත මුදා තැබීම සිදු කරයි.

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

### ප්‍රයීමේස් (Primase)

DNA අවබුළුව මත නව DNA දාමයක් සංශ්ලේෂණයේදී, අනුපුරක ඩිම්ඩ්සිරයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ් නිවැරදි අනුපිළිවෙළින් එකකට පසු එකක් වන පරිදි එක් කළ යුතු ය. මේ කාර්ය සිදු කරනු ලබන්නේ DNA පොලිමරේස් මගිනි. ඒහෙත් DNA පොලිමරේස්වලට නියුක්ලියෝටයිඩ් සම්බන්ධ කළ හැක්කේ, දැනටමත් පවතින න්‍යාෂේරික අම්ල දාම කොටසක 3' අන්තයටයි.

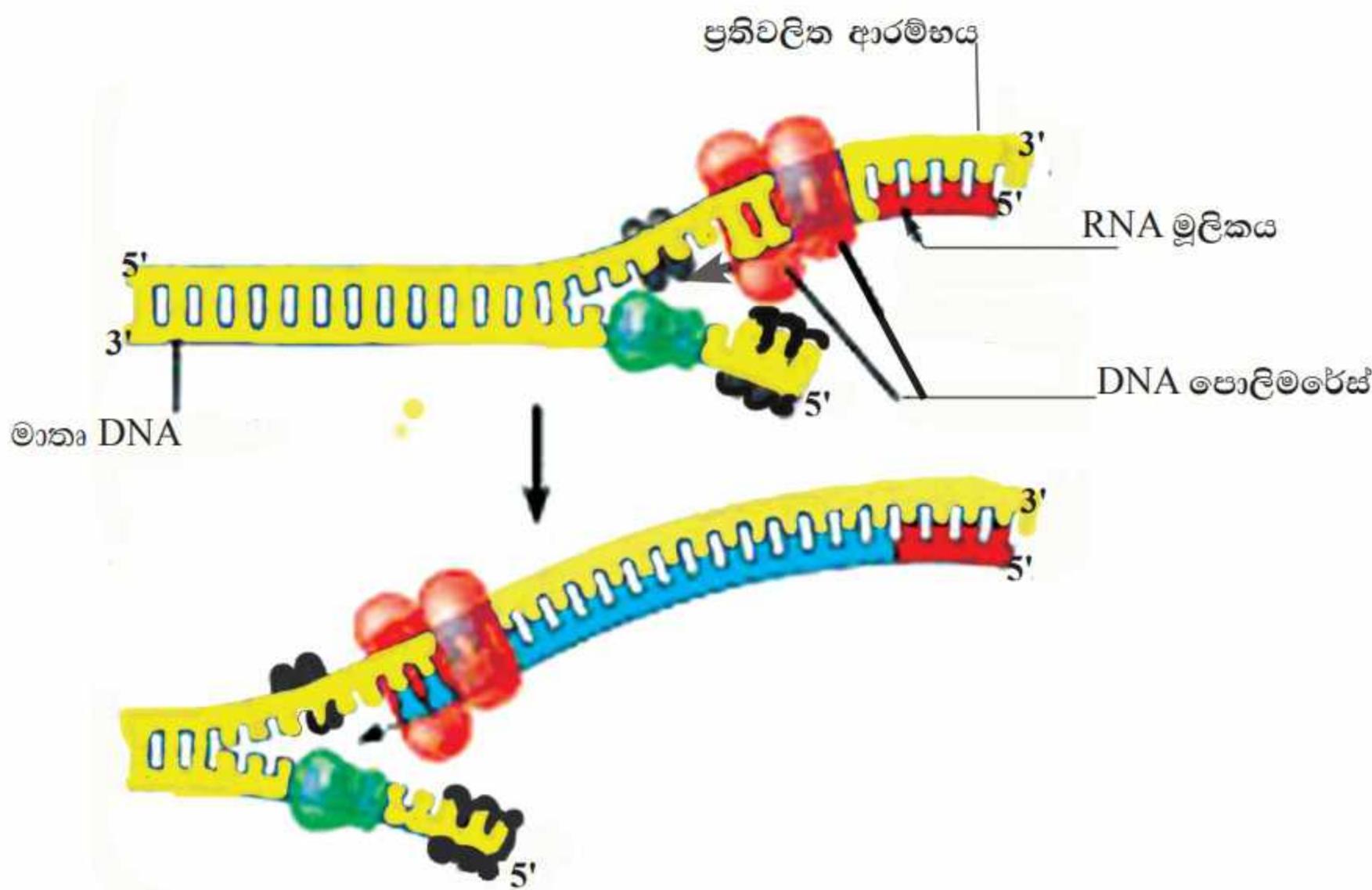
මේ නිසා ප්‍රතිවලිතය ඇරුම් සඳහා න්‍යාෂේරික අම්ල දාමයක කුඩා කොටසක් ප්‍රමාණවත් වන අතර එය මුලිකය (Primer) ලෙස නම් කරයි. ප්‍රයීමේස් යනු RNA පොලිමරේස් වර්ගයක් වන අතර, මේ මගින් DNA අවබුළුව මතට රයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ් එක්කරමින් RNA සංශ්ලේෂණය ආරම්භ කරයි. ප්‍රයීමේස් කෙටි RNA මුලිකයක් DNA අවබුළුව මතට එක් කරමින් DNA -RNA දෙමුහුමක් සාදුමින් DNA පොලිමරේස්වල ක්‍රියාව පහසු කරයි (රුපය 7.9)



රුපය 7.9 : ප්‍රතිවලික බුබුල සාදුමින් ප්‍රතිවලික ආරම්භය අසල දුවික්ව දාම (ds) DNA ප්‍රතිවලිය

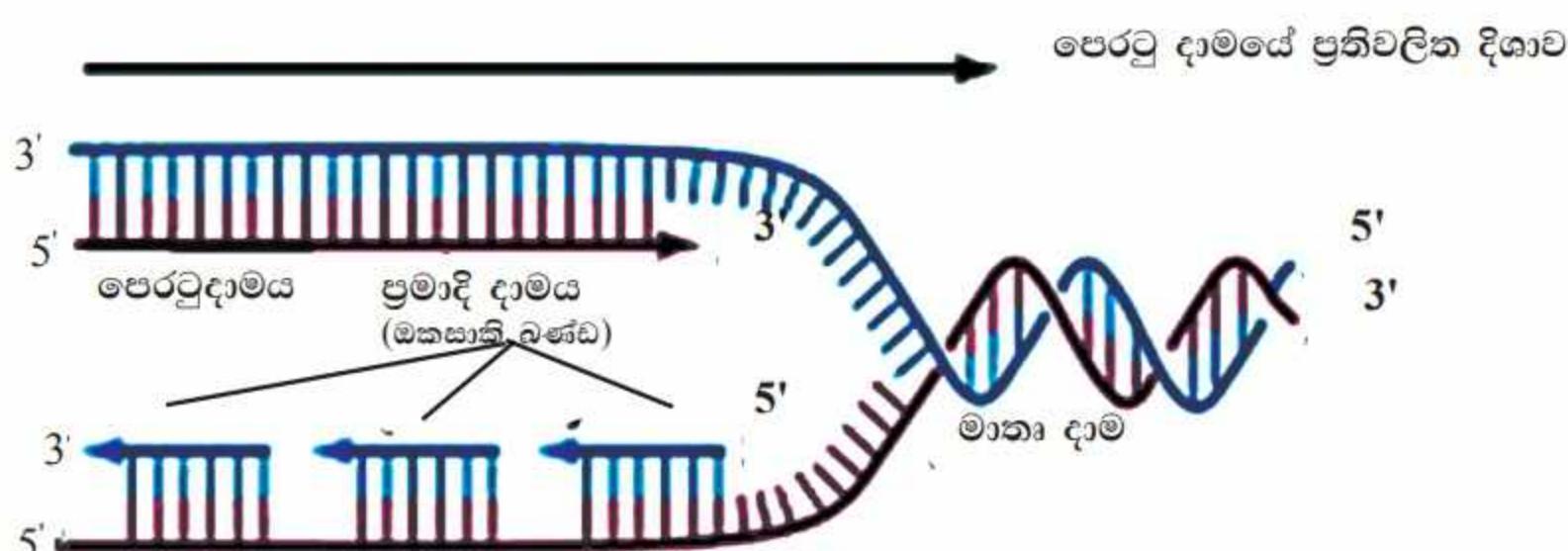
### DNA පොලිමරේස

DNA පොලිමරේස වර්ග කිහිපයකි. ඉන් එක DNA පොලිමරේස් ආකාරයක් මුලිකයේ 3' අන්තයට ඩිම්ඩ්සිරයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ් එක් කරමින් DNA බහු අවයවීකරණය ආරම්භ කිරීම හා DNA අවබුළුවට අනුපුරක හස්ම සහිත ඩිම්ඩ්සිරයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ් එක් කරමින් නව DNA දාමය 5' සිට 3' අන්තයට දික් වන ලෙස බහුජ්‍යවීකරණය පවත්වා ගෙන යයි (රුපය 7.10).



රුපය 7.10 : RNA මුලිකයේ 3' අන්තයෙන් ආරම්භ වී DNA පොලිමරේස් මගින් නව DNA දාමය දිගු කිරීම

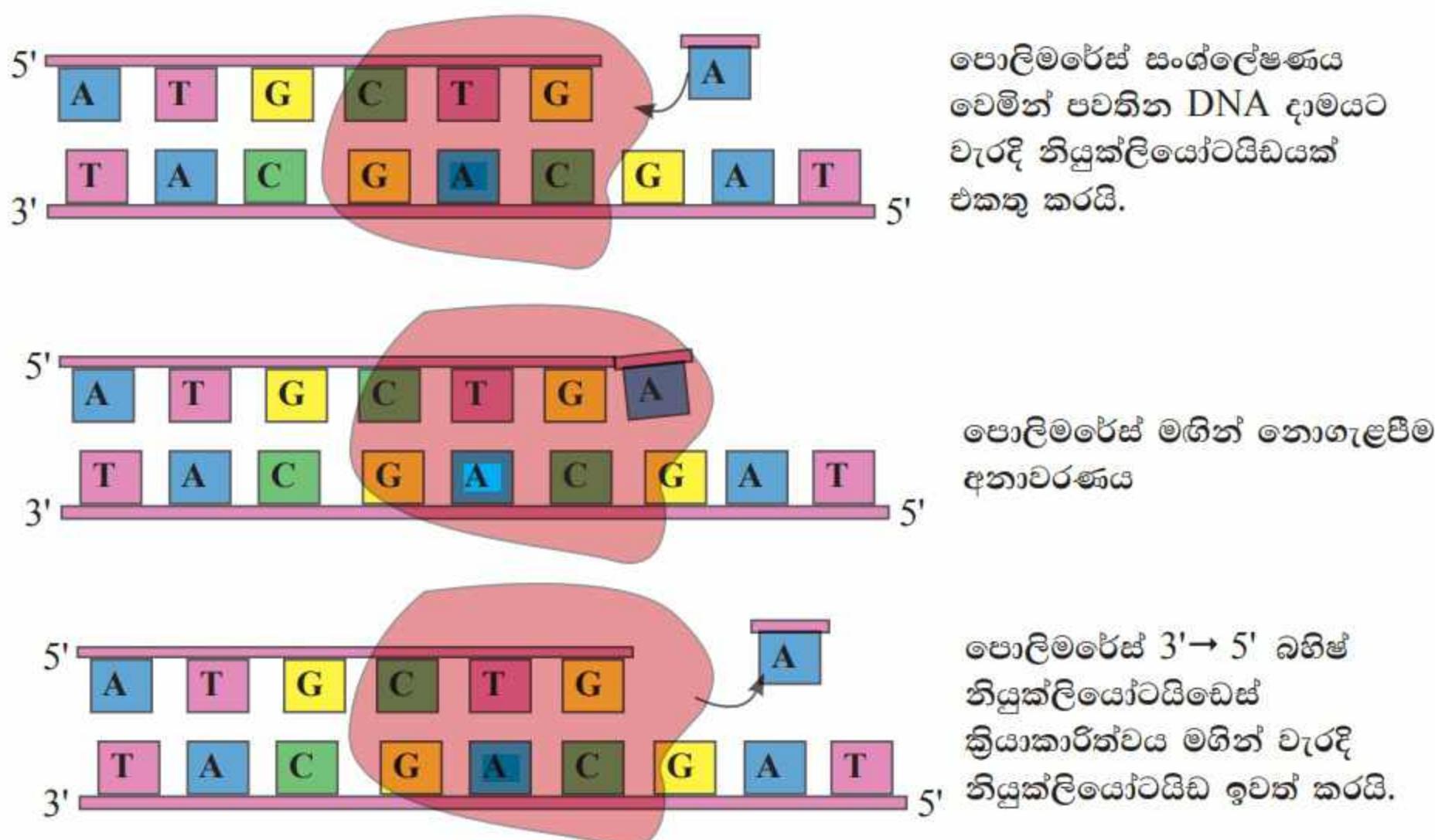
මාත්‍රා DNA දාමයේ නියුක්ලියාටයිඩ් අනුක්‍රමයට අනුව වර්ධනය වන දාමයට නිවැරදි අනුපූරක නියුක්ලියාටයිඩ් එකතු කිරීමේදී DNA පොලිමරේස් බොහෝදුරට 100%ක් ම දේශ රහිත ය. කෙසේ වුව ද එකතු කරන නියුක්ලියාටයිඩ් 10<sup>5</sup> කට එක් දේශයක් සිදු විය හැකි ය. DNA පොලිමරේස්වලට සෝදුපත් කියවීමේ යන්ත්‍රණයක් ඇති බැවින් තම වැරදි නිවැරදි කරගත හැකි අතර දේශ දීසුතාව 10<sup>10</sup> ට එකක් දක්වා 100,000 වාරයකින් අඩු කළ හැකි ය.



රුපය 7.11 : DNA අනුවේ ප්‍රතිසමාන්තර ස්වභාවයේ ගැටුව DNA පොලිමරේස් මගින් විසඳන අන්දම

එබැවින්, සැදෙන නව දුනිතා DNA අනු, මාත්‍රා DNA අනුවලට සර්වසම වන අතර, නව දුනිතා අනු එකිනෙකට ද සමාන ය.

වර්ධනය වන DNA දාමයට වැරදි නියුක්ලියාටයිඩ් යක් DNA පොලිමරේස් මගින් එකතු වුව හොත්, ඒ DNA පොලිමරේස් මගින් මේ වැරදි ගැලපීම හදුනා ගෙන, රේලුග නියුක්ලියාටයිඩ් එක් කිරීම නවතා වැරදි නියුක්ලියාටයිඩ් බහිඡ් නියුක්ලියේස් ක්‍රියාකාරීත්වය මගින් ඉවත් කරයි. ඉන්පසු පොලිමරේස් ක්‍රියාකාරීත්වය අඛණ්ඩව පවත්වා ගෙන යැම සිදු කරයි. මෙය DNA පොලිමරේස්වල සෝදුපත් කියවීමේ ක්‍රියාකාරීත්වය ලෙස හදුන්වයි.

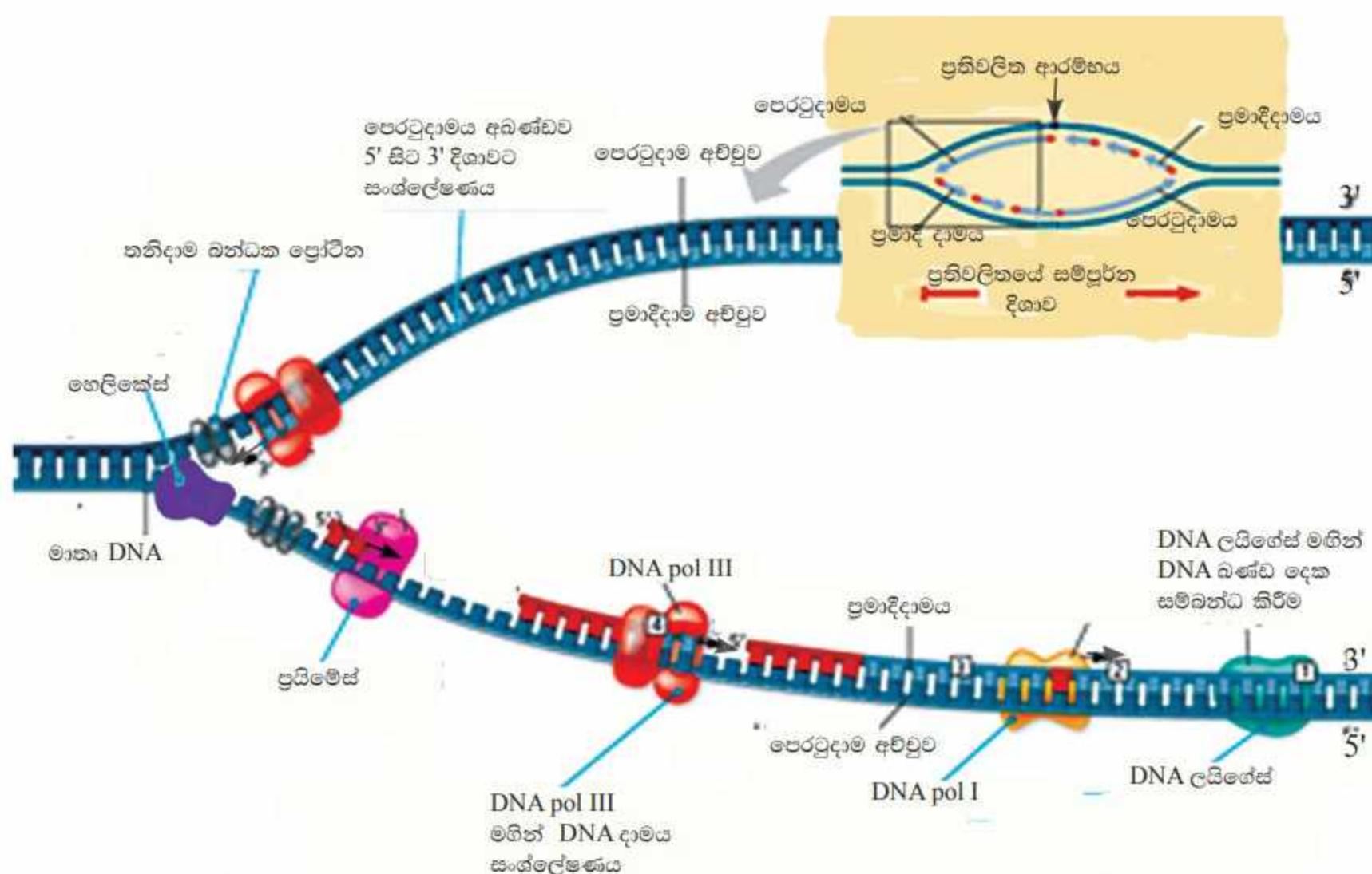


රූපය 7.12 : DNA පොලෝරේස්වල සේයුලත් කියවීමේ ක්‍රියාකාරීත්වය

වෙනත් DNA පොලෝරේස් ආකාරයක් මගින් DNA - RNA දෙමුහුම් හඳුනා ගෙන, රයිබා නියුක්ලියෝටයිඩ් ඉවත් කරමින් ඩීමක්සිරයිලානියුක්ලියෝටයිඩ් මගින් ප්‍රතිස්ථාපනය කරමින්, RNA මූලිකය DNA මගින් ආදේශ කරවයි. දැන් DNA බණ්ඩයේ ප්‍රතිවලිතය සම්පූර්ණ තමුන් ඔකසාකී බණ්ඩවල අන්ත යා කිරීමට DNA පොලෝරේස්වලට හැකියාවක් නැත. එහි ප්‍රතිථිලය ලෙස ඔකසාකී බණ්ඩ අතර හිදුස් ඇති වේ.

### DNA ලයිගේස් (DNA ligase)

DNA සංශ්ලේෂණයේ දී, අලුතින් සංශ්ලේෂණය වූ යාබදු DNA බණ්ඩ යා කරමින් පොස්පොබයිඩ්ස්ටර් බන්ධන සැදීම මගින් සම්පූර්ණ දාමයක් සාදන්නේ DNA ලයිගේස් මගිනි. එය අලුතින් සංශ්ලේෂණය වූ DNA දාමයේ හිදුස් මුදා තබයි.



රූපය 7.13 : DNA ප්‍රතිවලිනයේ සමස්ත ක්‍රියාදාමය

### DNA ප්‍රතිවලිනයේ සමස්ත ක්‍රියාදාමය

- තදින් එහි ඇති DNA ඉහිල් වීම
- DNA ද්විත්ව දාමයේ ඇඟරුම් ඉවත් කිරීම
- තනි දාම DNA ස්ථාපි වීම
- RNA මුළුකය මගින් DNA සංශ්‍යෝධ්‍යය ආරම්භ කිරීම
- නව DNA දාම දිගුවීම සිදු වීම - පෙරවු දාමය සන්තතික
- - ප්‍රමාදි දාමය අසන්තතික
- RNA මුළුකය ඉවත් කිරීම හා RNA (රයිලොනියුක්ලියොටයිඩ්) DNA (ඩ්‍රිම්සිරයිලොනියුක්ලියොටයිඩ්) මගින් ප්‍රතිස්ථාපනය වීම
- යාබද් නියුක්ලියොටයිඩ් අතර හිදුස් මුදා තැබීම

ප්‍රාග්නාෂ්ථීක හා සූනාෂ්ථීක DNA ප්‍රතිවලිනයේ සමානතා හා වෙනස්කම් ප්‍රාග්නාෂ්ථීකයන්ගේ DNA ප්‍රතිවලිනයේ ලක්ෂණ බොහෝමයක්, සූනාෂ්ථීක DNA ප්‍රතිවලිනයේ ද දක්නට ලැබේ. ද්විත්ව දාම DNA දගර ලිහිමට හෙලිකේස් හාවිත කරන අතර බහුඅවයවිකරණ ප්‍රතික්‍රියාව සිදු වන්නේ DNA පොලිමරේස එන්සයිමය හාවිතයෙනි. ආකාර දෙකෙහි ම දීම ප්‍රතිවලිනය ආරම්භ වන්නේ, විශිෂ්ට අනුකුම (ප්‍රතිවලිනය ආරම්භය-Ori) වැනි. ඇසිරුණු DNA, ටොපොඡිසේමරේස මගින් ඉහිල් වේ. ප්‍රතිවලිනය එකම ආකාරයටම සිදු වේ. එනිසා පෙරවු හා ප්‍රමාදි දාම ඇත. RNA මුළුක සැදීම හා ප්‍රතිස්ථාපනය සිදු වේ. ලයිජේස් මගින් හිදුස් මුදා තබයි. මේ ක්‍රියාවලිය මතු පිටින් සමාන සේ පෙනුණ ද සැලකිය යුතු වෙනස්කම් ද ඇත. සූනාෂ්ථීක වර්ණදේහයක DNA අණුවේ තරම බැක්ටීරියාවක වත්‍ය දාම අණුවට වඩා බෙහෙවින් විශාල ය. එනිසා ප්‍රාග්නාෂ්ථීකයන්ට සාමාන්‍යයෙන් Ori එකක් ඇති අතර, සූනාෂ්ථීකයන්ගේ වර්ණදේහයක Ori ගණනාවක් ඇත. ප්‍රාග්නාෂ්ථීක හා සූනාෂ්ථීකයන්ට DNA පොලිමරේස් ඒවායේ ව්‍යුහයෙන් වෙනස් ය. එහෙත් සමාන කෘතිය ඉටු කරයි. ප්‍රාග්නාෂ්ථීක DNA ප්‍රතිවලිනය අඛණ්ඩව සිදු වුව ද සූනාෂ්ථීකයන්ගේ එය සෙසල වකුයේ S කළාවේ ද පමණක් සිදු වේ.

## DNA පිළිසකර කිරීම හා එහි වැදගත්කම

ඇතැම් රසායනික හා හොතික කාරක මගින් DNA වලට හානි වීම් සිදු වේ. ඒවා මගින් DNA ද්විත්ව හේලික්සයේ වැරදි ගැළපීම් ඇති කරන අතර, ඒවා DNA අනුකූලයේ ස්ථීර වෙනස්වීම්වලට මග පාදනි. සෝදුපත් කියවීමේ දී හඳුනා නොගත් DNA ප්‍රතිව්‍යුත්තයේ දෝෂ මගින් ද මෙය සිදු විය හැකි ය. ඒවා විකාශිත නම් වේ.

- විකාශිතයක් හෝ විකාශිත එකතුවක් මගින් සෙලයක්, සෝදුව (malignant) තත්ත්වයට පත් විය හැකි අතර ඒ හේතුවෙන් පිළිකා හට ගත හැකි ය.
- එමෙන් ම විකාශිත නිසා රුපාණුදර්ය වෙනස් වෙයි. ඒවා බොහෝ විට මාරක වන අතර නැතහොත් අවම වශයෙන් අහිතකර රුපාණුදර්ය ඇති කරයි.
- ජන්මාණු නිපදවන සෙල තුළ විකාශිත හට ගත නොත්, ඒවා ර්මුග පරම්පරාවට ආවේණිගත වීමෙන්, ප්‍රජනිතය අතර ප්‍රහේදන හට ගන්වයි.

එබදු නියුක්ලියෝඩයිඩ නොගැළපීමක් තිබේමෙන් ද්විත්ව හේලික්සයේ හැඩය වෙනස් විය හැකි ය. උදා : UV විකිරණ මගින් යාබද තයිමින් හස්ම දෙකක් සහ සංයුත්ව සම්බන්ධ කරවීමෙන් DNA අණුවේ හැඩය වෙනස් කරයි. මේ හේතුව නිසා, ප්‍රතිව්‍යුත්තයේ ඇතිවන DNA පිටපත් දෙකෙන් එකක හස්ම අනුකූලය ස්ථීරව වෙනස් වීමෙන් විකාශිත හට ගනී.

සාමාන්‍යයෙන් මෙවැනි වෙනස් වූ ස්ථාන DNA පිළිසකර කිරීමේ යන්ත්‍රයේ දී හඳුනා ගෙන එය ස්ථීර වීමට පෙර තිවැරදි කිරීමෙන් විකාශිත එක්රස් වීමේ අවධානම අඩු කරයි. DNA පිළිසකර කිරීම ජීවියකුගේ පැවැත්මට වැදගත් වන අතර, ර්ට අදාළ එන්සයිම විශාල සංඛ්‍යාවක් විවිධ ජීවීන් තුළ අන්තර්ගත ය.

හානි වූණ DNA දාමචල පවතින, නොගැළපෙන නියුක්ලියෝටයිඩ අනුකූල කපා දමා තව තිවැරදි නියුක්ලියෝටයිඩ මගින් ප්‍රතිස්ථාපනය කිරීමේ හැකියාව ඇතැම් එන්සයිම සතු ය. නියුක්ලියෝටයිඩ කැපීම (පේදනය/බහිෂ්කාරකය) නියුක්ලියෝටයිඩ එන්සයිම මගින් සිදු කරන අතර, තිවැරදි දාමය අව්‍යව ලෙස හාවිත කර හිදුස් සම්පූර්ණ කිරීම DNA පොලිමරෝස වර්ගයක් මගින් සිදු කරයි. මෙය නියුක්ලියෝටයිඩ බහිෂ්කාර පිළිසකර කිරීම කිරීම (Nucleotide excision repair) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. පොස්පොඩයිලස්ටර බන්ධන සාදුමින් හිදුස් මුදා තැබීම DNA ලයිගේස් මගින් සිදු කරයි.

## ජාන සහ ඒවා ක්‍රියා කරන ආකාරය

### ප්‍රාග්‍රන්ථීක හා සූන්‍යීක ජානවල ස්වභාවය

1860 දී ගෞගර මෙන්ඩල් ආචේරීය පිළිබඳ ඔහුගේ නියම ඉදිරිපත් කරන විට, රුපාණුදර්කීයව ප්‍රකාශ වන ලක්ෂණ පාලනය කිරීම සහ ඒවා පරම්පරාවෙන් පරම්පරාවට සම්ප්‍රේෂණය පැහැදිලි කිරීමට ආචේරීක සාධක නම් පදය භාවිත කරන ලදී. ඒ කාලයේ දී ඒවා පරිකල්පනික ඒකක වූ අතර සෙසලිය ව්‍යුහය තුළ ඒවා පිහිටි ස්ථානය දැන සිටියේ නැත.

අද වන විට මේ ආචේරීයේ හෝතික සහ කෘත්‍යමය ඒකක ජාන ලෙස හඳුනා ගෙන ඇති අතර, ඒවා වර්ණදේහ මත විහින්න (discrete) ඒකක ලෙස පිහිටයි.

සෙසල විද්‍යාවේ වැඩිදියුණුව සහ අනුනනය සහ උග්‍රනනයේ දී වර්ණදේහවල හැසිරීම නිරික්ෂණ හැකියාව සම්ඟින් මේ අනාවරණය ආරම්භ විණි.

#### ජානය

ආචේරීයේ මූලික හෝතික  
හා කෘත්‍යමය ඒකකය ජානයයි.  
වර්ණදේහයක විශිෂ්ට ස්ථානයක් මත  
වූ DNA බණ්ඩයකින් ජානයක් සැදි  
ඇත. එය මගින් RNA අනුකුමයක්  
විශේෂයෙන් දක්වයි.

(Species)

වර්ණදේහවල හැසිරීම සහ මෙන්ඩලිය ප්‍රවේණී සාධකවල හැසිරීම එක ම රටාව පෙන්වුම් කරයි.

සූන්‍යීකයන්ගේ වර්ණදේහ ද්විගුණ දෙනෙහික සෙසල තුළ යුගල් වශයෙන් පවතින අතර, එනිසා ජාන ද යුගල් ලෙස පවතී.

මුළුපිය දෙදෙනාගෙන් පැමිණෙන වර්ණදේහ යුගලක සමාන ජාන අඩංගු වන අතර, ඒවා සමඟාත වර්ණදේහ ලෙස හැදින්වේ.

සාමාන්‍යයෙන් ප්‍රාග්‍රන්ථීකයන්ගේ එක් එක් සෙසලය තුළ එක් වර්ණදේහයක් බැඳින් ඇත. එනිසා ඒකගුණ ලෙස සැලකිය හැකි ය.

- ★ ජානයක් වර්ණදේහය මත පිහිටා ඇති ස්ථානය ජාන පථයයි.
- ★ වෙනස් වර්ණදේහ මත එකම ජාන පථයක පිහිටා ඇති ජානයක විකල්ප ස්වරුප ජානයේ ඇලිල නම් වේ.

ප්‍රාග්‍රන්ථීකයන්ගේ ජාන, වලයාකාර DNA අණුවේ පථවල විහින්න (discrete) DNA බණ්ඩ ලෙස තැන්පත් වී ඇත.

පෙළ රසායනික මාර්ගයක පියවර ගණනාවක් ඇති අතර එක් එක් පියවර ජානයක් මගින් පාලනය වේ. එනිසා කිසියම් රුපාණුදර්ශයක් පාලනයට ජාන රසක් සහභාගි වේ.

සූන්‍යීකයන්ගේ, ඒ ජාන වර්ණදේහ කිහිපයක් අතරේ විසිර ඇති අතර ප්‍රාග්‍රන්ථීකයන්ගේ ඒවා වර්ණදේහයේ එකම පුද්ගලයක එකක් පසුපස එකක් සමුහ (පොකුරු) ලෙස සැකසී ඇත. ඒ සමුහ, තනි පාලක පුද්ගලයක් මගින් එක්ව පුකාගනය වන අතර එක mRNA අණුවක් බවට ප්‍රතිලේඛනගත වේ. DNA අණුවේ ඇති ජානවලට අදාළ ව එම mRNA අණු විවිධ පොලිපෙප්ටයිඩ ගණනාවකට පරිවර්තනය වේ.

ප්‍රාග්‍රහ්‍යීකයන්ගේ මෙසේ සංවිධානය වූ ජාත සමුහ ඔපොරෝන ලෙස හැඳින්වේ.

- ★ ප්‍රාග්‍රහ්‍යීකයන්ගේ වර්ණදේහයේ සියලු DNA බණ්ඩ ක්‍රියාකාරීය (mRNA බවට පිටපත් වේ / පාලන පුද්ගල ලෙස ක්‍රියා කරයි). සුන්‍යීකයන්ගේ DNA වල විශාල කොටසකට හඳුනා ගත හැකි කෘත්‍යක් නැත.
  - ජාත අතර පිහිටි එකඟ DNA බණ්ඩ අන්තර්ජාත (intergenic) DNA ලෙස හැඳින්වේ.
  - ජාත තුළ පිහිටි සමහර DNA අනුකුම ප්‍රතිලේඛන ගත වුව ද පොලිපෙප්ටිඩ් බවට පරිවර්තනය නොවේ. එයින් අදහස් වන්නේ ජාත පිටපතක කේතනය වන අනුකුම මෙන් ම නිරක්ත අනුකුම ද ඇති බවයි. ජාතයක් තුළ ඇති නිරක්ත අනුකුම ඉන්ටෝන ලෙස ද පොලිපෙප්ටිඩ් යක් සඳහා කේත සපයන අනුකුම එක්සෝන ලෙස ද හැඳින්වේ.

### ඔපොරෝන

තනි ප්‍රතිලේඛන ඒකකයක් ලෙස ක්‍රියා කරන ජාත කාණ්ඩයකි. එය පාලක පුද්ගලයක් (ක්‍රියාකරු-operator; ප්‍රාරම්භකය -promotor) සහ එක mRNA අනුවක් බවට ප්‍රතිලේඛනගත වන ව්‍යුහමය ජාතවලින් සමන්විත ය. පෙප්ටිඩ් කිහිපයක් සඳහා කේතනය වේ.

එම අනුව සුන්‍යීක ප්‍රතිලේඛය (ජාත පිටපතක) ඉන්ටෝන මෙන් ම එක්සෝන ද ඇත. ප්‍රතිලේඛය Pre - mRNA වන අතර, එය සැකසීමකට ලක් වේ, එහි දී ඉන්ටෝන ඉවත් කර, එක්සෝන යා කර mRNA නිපදවා ගනී.

### ආවේණියේ වර්ණදේහවාදය

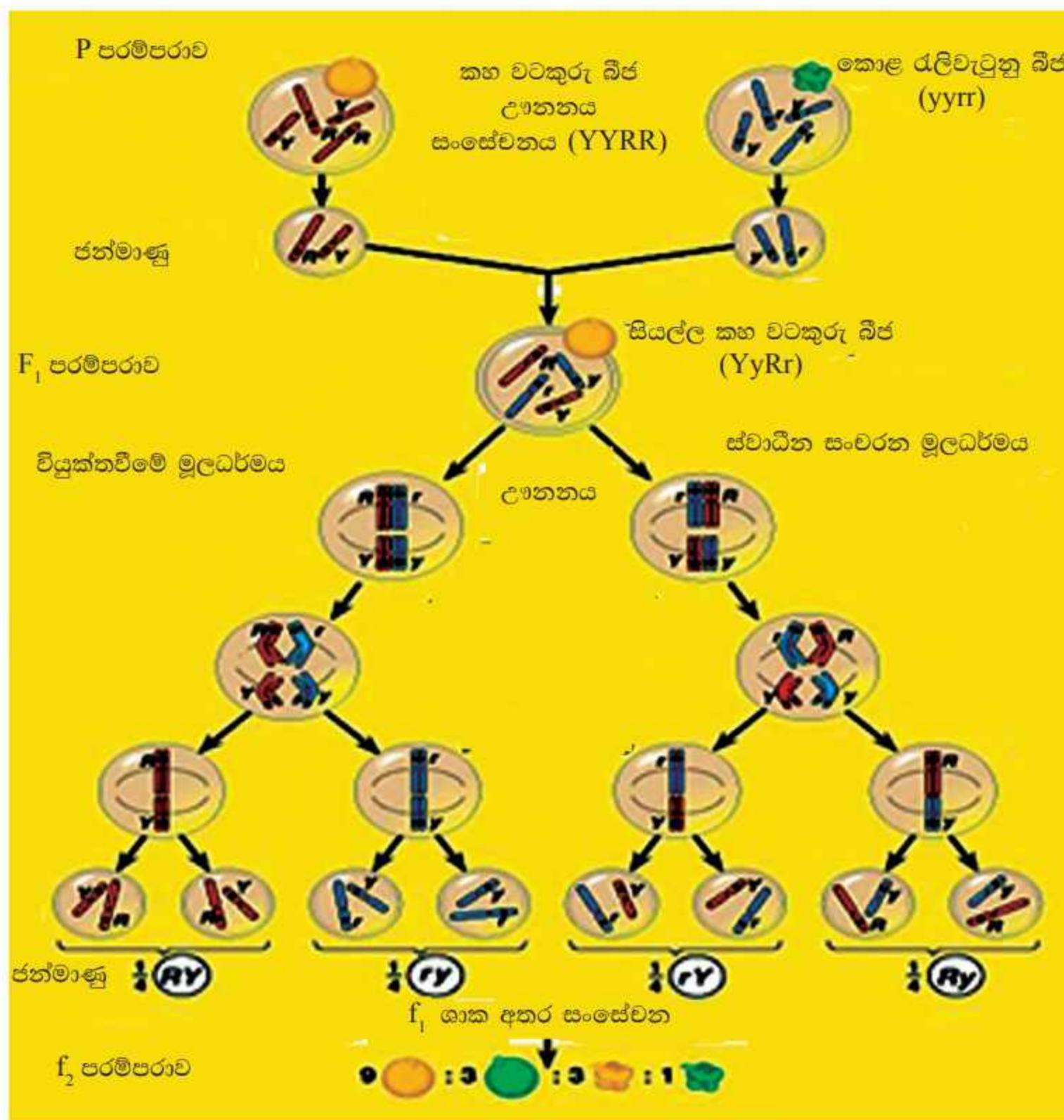
7.14 රුපසටහන මගින් මෙන්ඩලිය ආවේණික සාධක හා ජාත හැසිරීමේ සමාන්තර බව සහ ඒවායේ ඇලිල වර්ණදේහ මත පිහිටා ඇති ආකාරය දක්වයි.

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

මෙන්ඩලිය ප්‍රවේණික සාධක හෝ ජාත වර්ණදේහ මත විශිෂ්ට පර්‍යාක පිහිටයි. එනිසා වර්ණදේහ සහ ඒවා මත ඇති ජාත ද්වීගුණ සෙලවල යුගල ලෙස පවතී.

යෝගකළාව I හි දී සමඟාත වර්ණදේහ අහඹු ලෙස යුගල වන අතර, එනිසා ස්වාධීන සංරචනයක් ද සිදු වේ (එනම් මාතා හා පිතා වර්ණදේහ සැකසීමේ ක්‍රමවත් බවක් නැත).

වියෝගකළාව I හි දී, ස්වාධීනව සංරචනය වන සමඟාත වර්ණදේහ වෙන් වේ, වර්ණදේහ සංඛ්‍යාව හරි අඩකට අඩු වේ. මෙය වියුක්තියයි. වර්ණදේහවල ස්වාධීන සංරචනය සහ වියුක්තිය සමග සමඟාත නොවන වර්ණදේහවල ජාතවල ඇලිල වෙනස් සංකලනවලින් යෝගකළාව I හි දී ස්වාධීනව සංරචනය වේ.



රුපය 7.14: මෙන්ඩල් නියමවල වර්ණදේහ පදනම- උග්‍රනයේදී සමඟාත වර්ණදේහවල ජාත්‍යවල ඇලිල හැකිරෙන ආකාරය

විවිධ ඇලිල සංකලන සමාන අනුපාතවලින් දරන ඒකුග්‍රාන සෙල හතරක් සැදීම සඳහා වියෝග කළාව I සම්පූර්ණ වීමෙන් පසු ඇලිල වියුක්ත වේ.

F<sub>1</sub> අහුම් මුහුම් කිරීමෙන් පසු ලබුණු F<sub>2</sub> පරමිපරාවේ මෙන්ඩල් නිරික්ෂණය කළ රුපාණුදරු අනුපාත ඒ හේතු දැක්වීම මගින් ම පැහැදිලි කළ හැකිය.

#### ජාත ප්‍රකාශනය

ජාතයක් කාර්යයෙහි යෙදෙන විට ජාත මගින් ලක්ෂණ පාලනය කරන අතර, එවිට ජාත ප්‍රකාශ වන බව පැවසේ.

ජාත ප්‍රකාශය යනු, ජාත තුළ ගෙඩා වී ඇති තොරතුරු කෘත්‍යානුගත (functional gene product) ජාත නිපැයුමක් සැදීමට භාවිත වන ක්‍රියාවලියයි.

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

උදා: රියොබාසේන්යිඩ RNA (rRNA) සහ සංක්‍රාමිත RNA (tRNA) එබදු සාර්ථක කෘත්‍යානු සහිත RNA වර්ගය.

ජාත මගින් ලක්ෂණ පාලනය වන්නේ කෙසේ ද යන්න පරික්ෂා කිරීමේ දී අනාවරණය වූයේ (ප්‍රථම යෝජනාව 1902 දී ආච්ජේට්ල්ඩ් ගැරඩ් විසින් ඉදිරිපත් කරන ලදී.) ආච්ජේට් රෝගවලට හේතු වන්නේ පරිවෘත්තියේ සහඟ දේශවල ප්‍රතිඵලයක් ලෙස, අදාළ එන්සයිම නිපදවීමේ නොහැකියාව බවයි.

**උදා:** ඇල්කැප්ටොනියුරියා (Alkaptonuria) ලෙස ගැනුන්වන ආච්ජේට් රෝග තත්ත්වයේ රෝග ලක්ෂණ ඇති වන්නේ ඇල්කැප්ටොන් රසායනිකය පරිවෘත්තියට ලක් කරන පරිවෘත්තිය එන්සයිම සැදිමට අසමත් වීමෙනි. රෝගීන්ගේ මූත්‍රවල ඇල්කැප්ටොන් ඉතිරි වන අතර, එය ඔක්සිකරණය මගින් මූත්‍ර කළ පැහැ ගැන්වේ.

ජාත ප්‍රකාශනය ආරම්භ වන්නේ, DNA බණ්ඩයක හෝ ජාතයක ගබඩා වී ඇති තොරතුරු RNA අනුකුමයක් බවට පිටපත් වීමෙනි. පොලිපෙප්ටියිඩ සංශ්ලේෂණයේ දී ජාතය පොලිපෙප්ටියිඩ බවට සාපුව පරිවර්තනය නොවන අතර, DNAහි පණීවිඩය පොලිපෙප්ටියිඩයෙහි පණීවුඩය වෙත යැවීමට RNA අණුවක් සහභාගි වේ. DNA සිට පොලිපෙප්ටියිඩයට තොරතුරු සන්නිවේදනය කරන පණීවිඩකරුවකු ලෙස RNA අණුව ක්‍රියා කරන බැවින් එය mRNA/ පණීවිඩකාර RNA ලෙස හැඳින්වේ.

පොලිපෙප්ටියිඩක් සංශ්ලේෂණයේ පියවර 2කි.

1. ප්‍රතිලේඛනය - DNAහි අනුකුමය mRNA තුළට පිටපත් කිරීම
2. පරිවර්තනය - mRNAහි තොරතුරු ඇමයිනෝ අම්ල අනුකුමයක් බවට පරිවර්තනය DNA දාමය අනුපූරක mRNA දාමයක් සැදිමට අවශ්‍යව ලෙස ක්‍රියා කිරීම නිසා ප්‍රතිලේඛනය, ප්‍රතිවලිතයට සමාන වේ.

ප්‍රතිලේඛනයේ වෙනස වන්නේ

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

බහුඡ්‍යවීකරණය උත්ප්‍රේරණය කරන ප්‍රධාන එන්සයිමය RNA පොලිමරස් වේ. මෙහි දී සැදෙන්නේ mRNA ය. මන්ද එය ජාතයේ ගබඩා වී තිබු පණීවිඩය, පොලිපෙප්ටියිඩ දාමය සැබැවින් ම එකලස් කරනු ලබන ස්පෑනයට සම්ප්‍රේෂණය කරන බැවිනි.

RNAහි වූ පණීවිඩය ඇමයිනෝ අම්ල අනුකුමයක් බවට පරිවර්තනය වේ. මේ ක්‍රියාවලිය සයිටොසොලය තුළ වූ රසිලොසෝම ආශ්‍රිතව සිදු වේ.

mRNAට අමතරව සෙසු RNA වර්ග සහ එන්සයිම ද පොලිපෙප්ටියිඩ සංශ්ලේෂණයට සහභාගි වේ. ප්‍රාග්න්‍ය්‍යේටිකයන්ගේ සහ සූන්‍ය්‍යේටිකයන්ගේ පොලිපෙප්ටියිඩ සංශ්ලේෂණ ක්‍රියාවලියේ මූලික යන්ත්‍රණය වැදගත් වෙනසකම් කිහිපයක් හැරැණු විට සමාන වේ.

ජාත කේතය (ප්‍රච්ඡාලික කේතය)

ප්‍රතිලේඛනයේ දී DNA අවශ්‍යවේ එක් එක් අක්ෂරය mRNAහි අනුරුපී අක්ෂරය බවට පිටපත් වේ. mRNA අණුව, DNA අවශ්‍යව අනුපූරක බැවින්, එය අනෙක් DNA දාමයේ පිටපතකි. එය සරල, එකින් එක පිටපත් කිරීමක් ලෙස දිස් වේ.

DNAවල නිපුක්ලයෝටයිඩ අනුපිළිවෙලක් තුළ A,G,C, T යන අක්ෂර හතරකින් ලියවී ඇති තොරතුරු RNAහි නිපුක්ලයෝටයිඩ අනුපිළිවෙලක් බවට එම රසායනික හාජාවෙන්ම A,G,C, U යන අක්ෂර හතරෙන් ලියවෙමින් පිටපත් වන බැවින් වාය විද්‍යාවේ දී මෙන් ප්‍රතිලේඛයේ දී ද පිටපත් කිරීම යන පදය හාවිතා වේ. එහි එකම වෙනස වන්නේ T, U වලින් ප්‍රතිස්ථාපනය සි. පොලිපෙප්ටියිඩ දාමයේ ඇමයිනෝ අම්ල අනුපිළිවෙල ද රැක්වා වන අතර ජාතය හෝ mRNA හි එම්ම අනුපිළිවෙලට සමාන්තර වේ. නමුත් අක්ෂර හතරකින් ලියවුන හාජාව අක්ෂර විස්සකින් ලියවෙන හාජාවක් බවට පත්වෙන වෙනස් රසායනික හාජාවක් එහි ඇත් දෙවන වියවර පරිවර්තනය ලෙස හඳුන්වන්නේ ඒ හේතුවෙනි.

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

එම නිසා එක් ඇමයිනෝ අම්ලයක් කේතනයට නියුක්ලියෝටයිඩ් සංකලනයක් අවශ්‍ය වේ.

ඇමයිනෝ අම්ල කේතනය වන්නේ නියුක්ලියෝටයිඩ් හස්ම ත්‍රිත්වවලින් බව සහ ප්‍රෝටීන සංශේල්පණය ත්‍රිත්ව කේතය පදනම් වන බව පරීක්ෂණවලින් තහවුරු කර ඇත. එබැවින් ප්‍රවේණික කේතය යනු ත්‍රිත්ව කේතයකි. අක්ෂර තුනක සංකලන හෝ ත්‍රිත්ව සැලකු විට  $4^3 = 64$  සමඟාවිතාවක් එහි ඇත.

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

අතිපිහිත නොවන අකුරු තුනේ වවන ලෙස ජානයක ගබඩා වී ඇති ප්‍රවේණි කේතය, අනුපූරක mRNA දාමයක, අතිපිහිත නොවන අකුරු තුනේ වවනයක් බවට පිටපත් කෙරේ (රුපය 7.16).

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

- mRNA හි නියුක්ලියෝටයිඩ් හස්ම ත්‍රිත්ව, ඇමයිනෝ අම්ල සැකසීම සඳහා හෝ පරිවර්තනය සමාජ්‍ය සඳහා හස්ම ත්‍රිත්ව කේතනය සපය යි. මේවා කේබේන (codon) ලෙස හැඳින්වේ.
- එනිසා ප්‍රවේණි කේතයේ කේබේන 64ක් ඇත.
- එම 64න් ත්‍රිත්ව කේත 61ක් ඇමයිනෝ අම්ල 20ක් සඳහා කේත සපයයි. අනෙක් තුන පරිවර්තනය නැවැත්වීමේ "stop" සංඡා හෝ සමාජ්‍ය කේබේන (UAA, UAG සහ UGA) ලෙස හාවිත වේ.
- AUG කේබේනය මෙතයානින් (Methionine/ Met) සඳහා ආරම්භක කේබේනය ("Start codon") ලෙස කේත සපයමින්, ඒ කේබේනයෙන් අසලින් mRNA හි පරිවර්තනය ආරම්භ කිරීමට ප්‍රෝටීන සංශේල්පණ යන්තුයට සංඡා සපයයි.

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

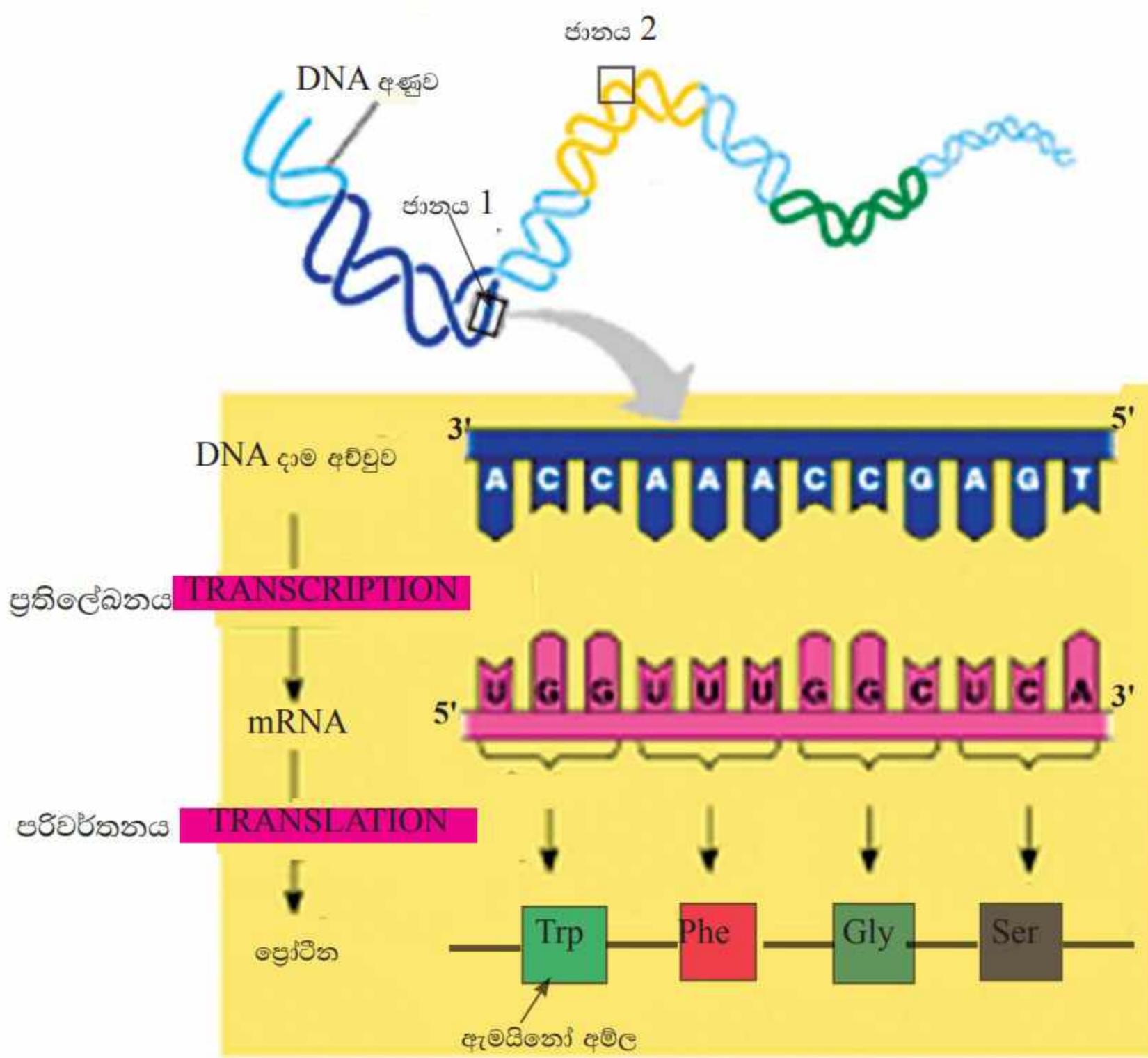
රුපය 7.16 මගින් කේබේන 64 ම පෙන්තුම් කරන අතර, ඒ එක එකින් කේත සපයන්නේ කුමකට ද යන්න පෙන්තුම් කරයි.

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

පණිවිඛිය නිවැරදිව කියවීම සඳහා,

- ආරම්භක ලක්ෂණය
- සමාජ්‍ය ලක්ෂණය මෙන් ම
- නිවැරදි අක්ෂර අනුකූලය හඳුනා ගත යුතු ය.

මෙය කියවීම් රාමුව නම් වේ.



**රුපය 7.15: ප්‍රවේණික කේතය mRNA අණුවට පිටපත් කිරීම හා කොෂෝනා ත්‍රික හාවිතයෙන් පොලිපේටයිඩ දාමය ඇමයිනෝ අම්ල බවට පරිවර්තනය කිරීම**

පෝරීන සංග්ලේෂණ යන්තුය කියවීම ආරම්භ වීම සහ අවසාන වීම, නිශ්චිත ස්ථානයක දී සිදු වන අතර, තිත්ව, එකක් පසුපස එකක් අතිපිළින තොටත් රටාවකට කියවීම සිදු වේ.

සියලු වවන අකරු තත්ත්ව වවන බැවින්, වවන අතර අවකාශ අවශ්‍ය නොවේ.

- කියවීම වැරදි ස්ථානයකින් ආරම්භ වුව හොත්, සම්පූර්ණයෙන් වැරදි පණිවිධියක් කියවනු ලබන අතර වැරදි පොලිපෙප්ටිඩ් පියක් සංශ්ලේෂණය වනු ඇත.
  - එක් අකුරක් තැකි වුව හොත් (missing) හෝ එක අකුරක් කියවීම රාමුවට එකතු වුව හොත් එ ලක්ෂණයේ සිට ඉදිරියට වැරදි පණිවිධියක් කියවනු ලබයි. මෙහිදී ද වැරදි පොලිපෙප්ටිඩ් පියක් සාදනා ලබයි.

සම්මතියක් ලෙස පණිවිධි කියවීම වලේ සිට දක්නට සිද වේ.

ප්‍රවේණික කේතයේ තවත් වැදගත් ලක්ෂණයක් වන්නේ එහි සර්වතු හාටයයි. එයින් අදහස් වන්නේ භාසන්න වශයෙන් සියලු ජීවීන්ට පොද ප්‍රවේණි කේතයක් ඇති බවයි.

ඒ අනුව එක් ජීවියකුගෙන් වෙන් කර ගනු ලබන ජාත්‍යක්, වෙනත් සඛලනා ඇති හෝ නැති ජීවියකට තිබේ යුතු විට එක ම පෝරීනය පකාශනය විය යතිය.

මානව ඉන්සියුලින්, බැක්ටීරියා මගින් නිපදවන්නේ මෙලෙසිනි. ඉන්සියුලින් පෝටිනය සඳහා කියවීම රාමුව, මිනිසාගේ මෙන් ම බැක්ටීරියා සෙල තුළ ද නිශ්චිත එකම ආකාරයට පරිවර්තනය තෙරේ.

කණාමැදිරියකුගේ ජානයක් දුම්කොල ගාක තුළ ද ප්‍රකාශනය වන අතර, ඒ හේතුවෙන් ගාකය ආලෝකය නිකුත් කරයි.

දෙවන අක්ෂරය

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

රුපය 7.16 mRNA කේටුව වගුව

## පොලිපෙප්ටිඩ් සංශ්ලේෂණ යන්ත්‍රණය

### 1. ප්‍රතිලේඛනය

ප්‍රතිලේඛනය යනු, DNA මගින් මෙහෙයවන 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 ස්ථානයක් (transcription initiation site) සහ වෙනත් නියුක්ලයෝටයිඩ් කිහිපයක් හමු වේ.

ද්විත්ව දාම DNAවල එක් දාමයක් පමණක් ප්‍රතිලේඛනය සඳහා අවවුවක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එයට හේතු වන්නේ නිවැරදි දිගානතිය සහිත ප්‍රාරම්භක අනුකූලය අවවු දාමයේ පමණක් තිබීමයි. එය RNA පොලිමරේස් බැඳීමට පහසුකම් සපයයි.

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

RNA පොලිමරේස් ඉන් පසු DNA දාම දෙකෙහි දගර ලිහා ආරම්භක ලක්ෂණයේ සිට ප්‍රතිලේඛනය අරඹයි.

RNA පොලිමරේස්වල සංරච්චයකට හෙළිකේස් ක්‍රියාකාරීත්වයක් ඇති අතර, එතිසා DNA හෙළිකේස් ප්‍රතිලේඛනයට සහභාගි නොවේ.

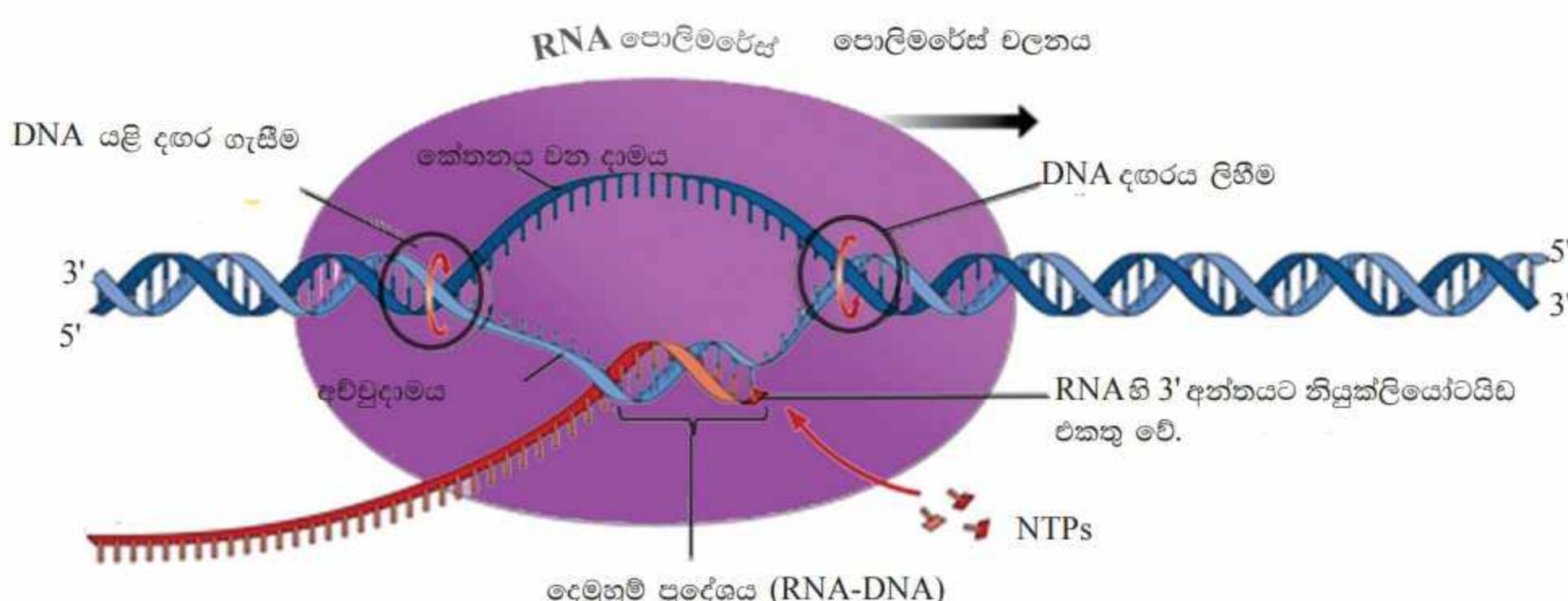
## 2. දිගු වීම

RNA පොලිමරේස් එන්සයිමයට අවශ්‍ය දාමය මත අනුපූරක රයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ් එකතු කිරීම ආරම්භ කළ හැකි ය. RNA පොලිමරේස්, 5' සිට 3' දිගාවට ප්‍රතිලේඛන සමාජ්‍ය ස්ථානය (transcription termination site) ලැබූ වන තුරු නියුක්ලියෝටයිඩ් අඛණ්ඩව එකතු කරයි. RNA පොලිමරේස් ඉදිරියට වලනය වන විට DNA දාම ලිහුමින්, අවශ්‍ය දාමය නිරාවරණය කරමින් රයිබොනියුක්ලියෝටයිඩ් සමග යුගලනයට ඉඩ සලසයි. අනෙක් අන්තයෙන් දාම දෙක යළි දගර වැටේ.

## 3. සමාජ්‍යය

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

සුනාෂ්ටීකයන්ගේ සමාජ්‍යයට පසුව නව්‍යව සංශ්ලේෂණය වූ pre mRNA, RNA සැකසීමට භාජනය වේ. ඉන් පසුව පරිණත RNA න්‍යාෂ්ටීයෙන් පිටව යයි.



රුපය 7.17 නව්‍යව සංශ්ලේෂණය වන RNA පිටපත දිගු වීම

## 2. පරිවර්තනය

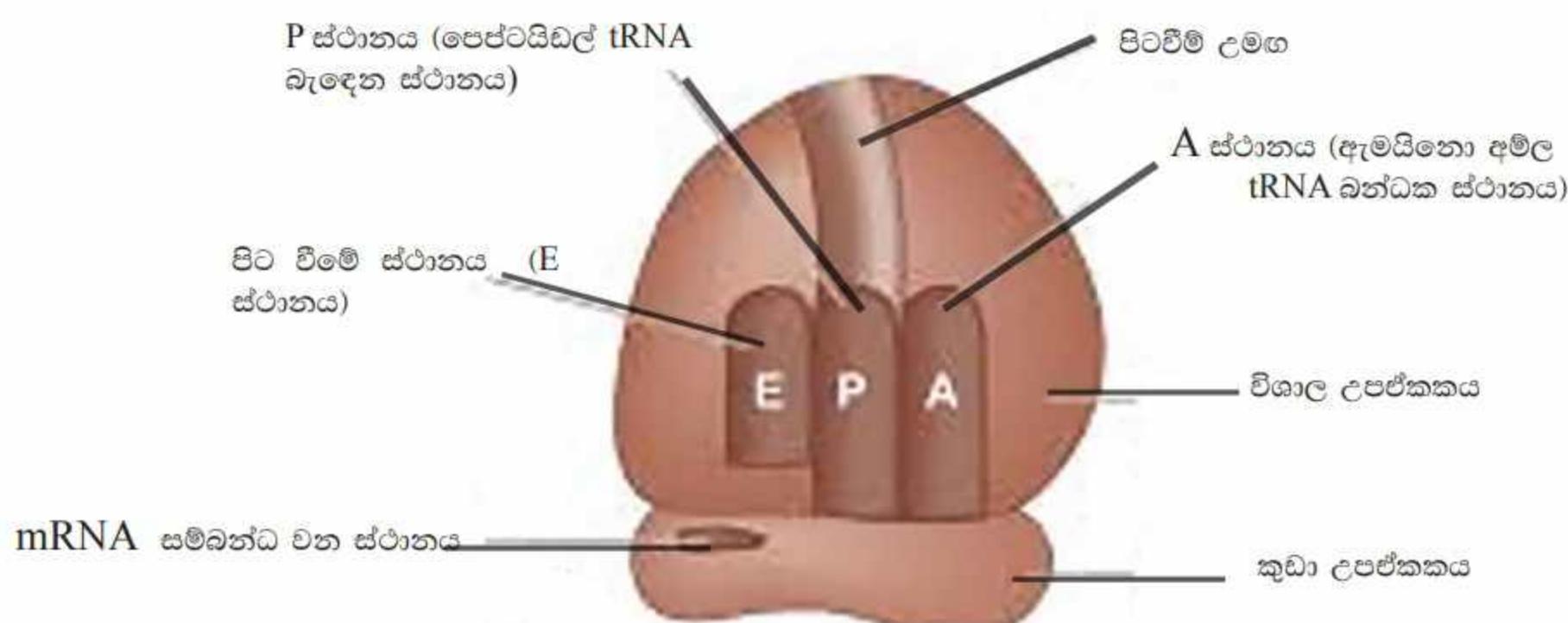
mRNA සයිලොස්ලය කුළට පැමිණුණු විට, පරිවර්තන ක්‍රියාවලිය ආරම්භ වේ. mRNAහි තිත්ව කොබෝනා අනුපිළිවෙළක් ලෙස ලියවී ඇති පණිවිධිය, රයිබසෝමය මගින් කියවමින්, පොලිපෙප්ටයිඩියක ඇමයිනෝ අම්ල අනුපිළිවෙළක් බවට පරිවර්තනය කරන්නේ සංක්‍රාමි tRNA (tRNA) වල සහායෙනි.

සයිලොස්ලයේ සංවිතයේ ඇති තිවැරදි ඇමයිනෝ අම්ලයකට tRNA සම්බන්ධ වේ, එය රයිබොසෝමය කර පරිවහනය කර පෙප්ටයිඩි බන්ධනයක් සාදමින් එම ඇමයිනෝ අම්ලය පොලිපෙප්ටයිඩි දාමයක වර්ධනය වන අන්තර් එකතු කරයි. පරිවර්තනයේදී tRNA මගින් ප්‍රධාන කාර්යයක් සිදු වේ.

යම විශිෂ්ට tRNA අණවක් එයටම විශිෂ්ට වූ ඇමයිනෝ අම්ලයක් එහි එක් අන්තර් ප්‍රතික්‍රියාව බඳවා ගනී. එහි ව්‍යුහයේ විශිෂ්ට පිහිටිමක නියුක්ලියෝටයිඩි තිත්වයක් දරයි. එම tRNA අනුව සමගින් රැගෙන එන ඇමයිනෝ අම්ලයට කොත සපයන mRNA හි කොබෝනායට මේ නියුක්ලියෝටයිඩි තිත්වය අනුපූරක ය. මේ තිත්වය ප්‍රතිකොබෝනාය නම් වේ. එයට කොබෝනාය සමග හස්ම යුගලනය විය හැකි ය. (රුපය: 7.18). tRNA පරිවර්තනය සිදු කරන්නේ, තිත්ව කොබෝනාය සහ එමගින් විශේෂ ඇමයිනෝ අම්ලය අතර ඇඩැප්ටර (adapter) අනුවක් ලෙස ක්‍රියා කරමිනි (රුපය 7.19)



රුපය 7.18 tRNA ද්විමාන ව්‍යුහය (ක්ලෝවර් පත්‍ර ව්‍යුහය)



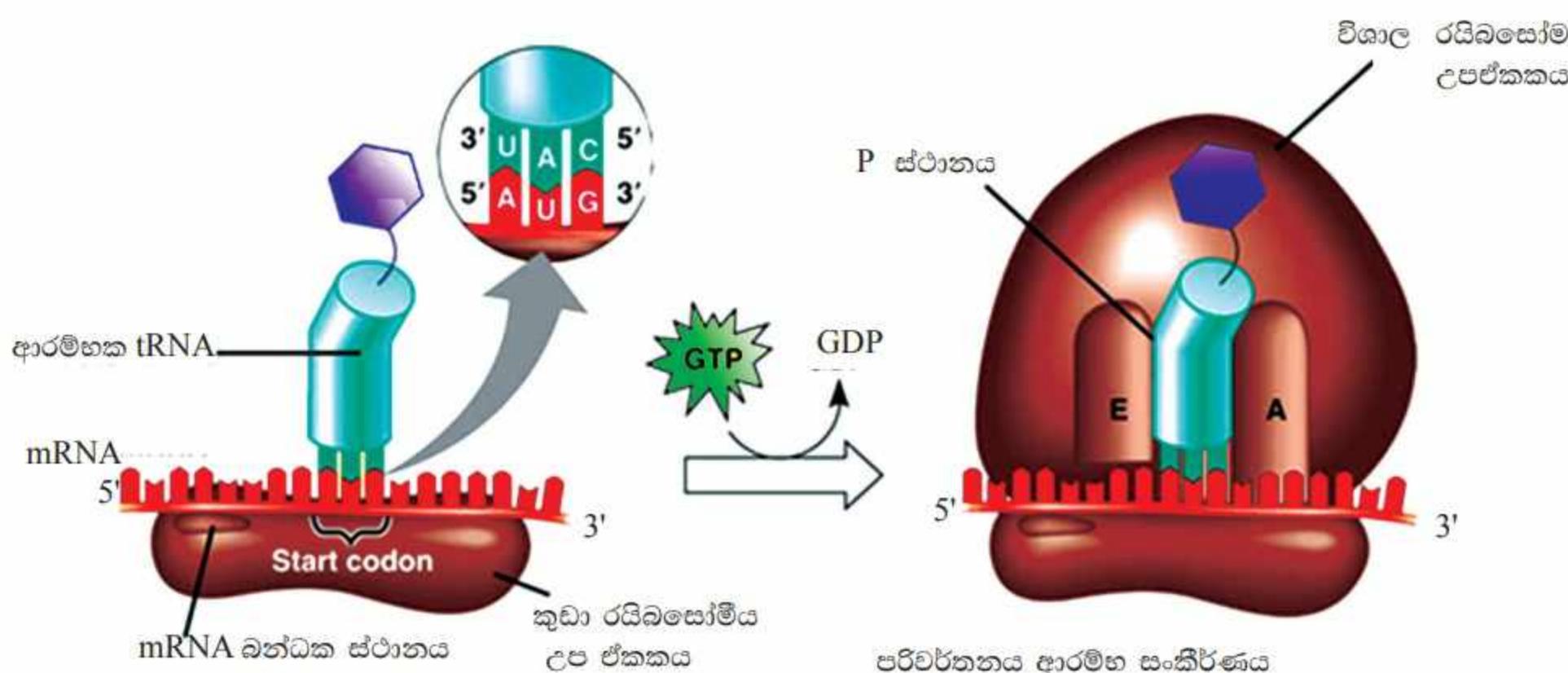
රුපය 7.19 රයිබසෝම ව්‍යුහය

## පරිවර්තන ක්‍රියාවලිය

පරිවර්තනය ද අවධි ලක්ෂණ වේ.

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

- මෙහි පළමු පියවර වන්නේ රයිබොසේෂ්මයේ කුඩා උප ඒකකය සමඟ mRNA හා ආරම්භක tRNA බැඳීමෙනි. ආරම්භක tRNA පළමු ඇමධිනෝ අම්ලය වන මෙතියානින් රැගෙන එයි.
- ර්ලගට රයිබොසේෂ්මයේ උප ඒකක දෙක කෘත්‍යමය රයිබොසේෂ්මයක් සැදිමට සම්බන්ධ වේ. මේ රයිබොසේෂ්මය උප ඒකකය, mRNA සහ ආරම්භක tRNA එක්ව සාදන සංකීරණය පරිවර්තනය ආරම්භ කිරීමේ (ප්‍රාරම්භ) සංකීරණය ලෙස හැඳින්වේ (රුපය: 7.20).
- ර්ලගට AUG ආරම්භක කේබේෂනය, විශාල උප ඒකකයේ P ස්ථානය සමඟ එක එල්ලේ සිටින තෙක් mRNA වලනය වේ.
- ඉන් පසු ආරම්භක tRNA හි ප්‍රතිකේබේෂනය AUG ආරම්භක කේබේෂනය සමඟ හසිලුපත් බන්ධන සාදයි. මෙය පරිවර්තනය ආරම්භ කිරීමට සංයුත සපයයි.



රුපය 7.20: පරිවර්තනය ආරම්භ සංකීරණය සැදීම

## 2. දිගු වීම

මේ අවස්ථාවේ දී වර්ධනය වන පොලිපෝප්ටයිඩ් දාමයේ C අන්තයට පෙප්ටයිඩ් බන්ධන මගින් එකක් පසුපස එකක් ඇමයිනෝෂ් අම්ල බැඳේ. එය ත්‍රිත්ව කොළඹ්හා මගින් පාලනය කරයි.

දිගු වීම සම්පූර්ණ වනුයේ පියවර තුනක වතුයකිනි.

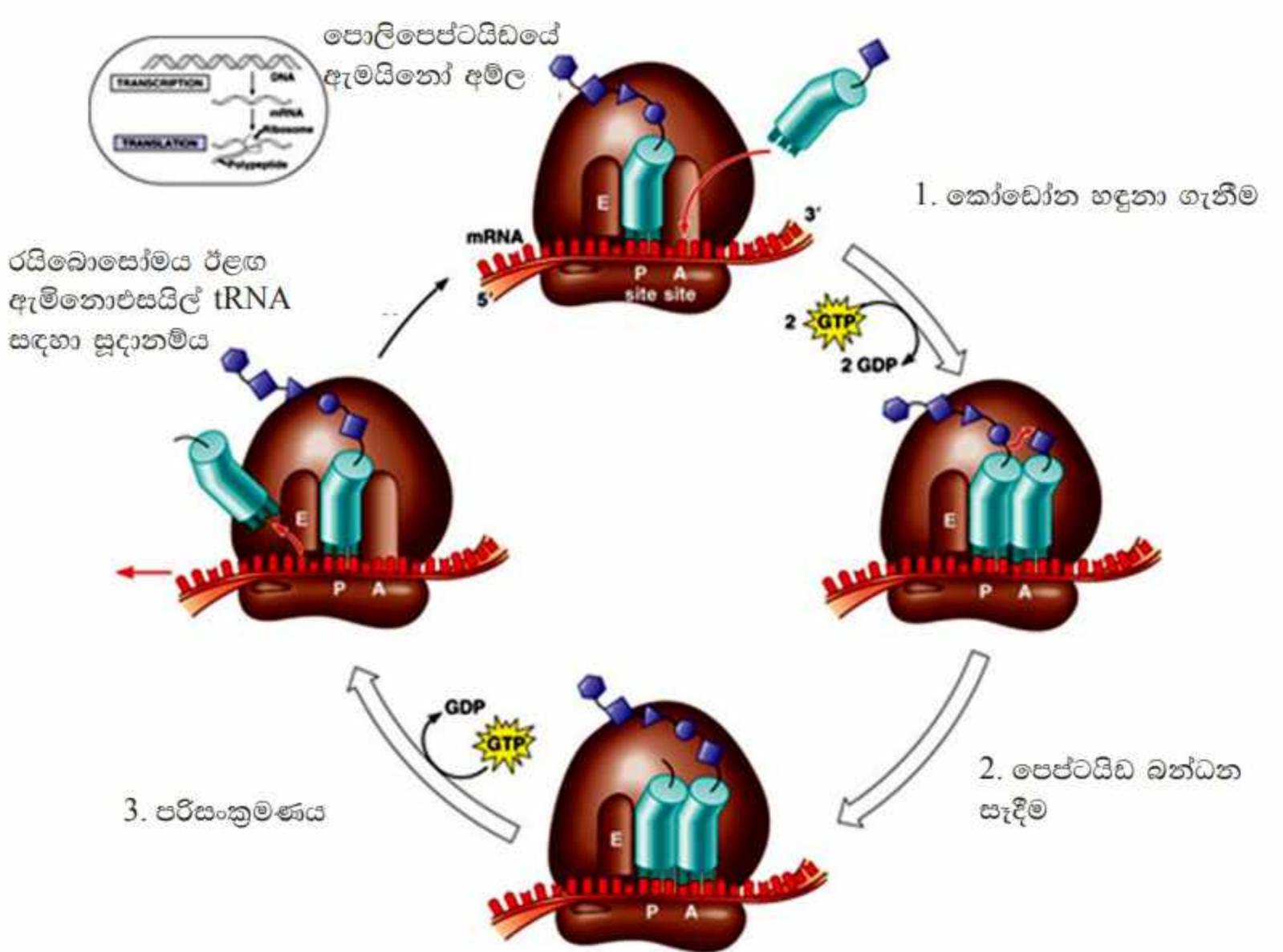
ප්‍රාරම්භ අවධිය අවසානයේ දී P ස්ථානයේ මෙතියොනින්ට සම්බන්ධ tRNA පවතී. A ස්ථානය ඒ වන විට හිස්ට පවතින අතර, එය රේලුග කොළඹ්හා සමග එක එල්ලේ පවතී. දෙවන tRNA අනුරුදු ඇමයිනෝෂ් අම්ලය ද රැගෙන A ස්ථානයට (site) පැමිණේ. කොළඹ්හා හා ප්‍රතිකොළඹ්හා ගැළපේ.

වතුයේ පළමු වන පියවර - කොළඹ්හා හඳුනා ගැනීම

වතුයේ දෙවන පියවර - P ස්ථානයෙහි වර්ධනය වන පොලිපෝප්ටයිඩ් දාමයේ කාබොක්සිල් කාණ්ඩය සහ A ස්ථානයෙහි ඇමයිනෝෂ් අම්ලයේ ඇමයින් කාණ්ඩය අතර පෙප්ටයිඩ් බන්ධනයක් සැදේ. rRNA මගින් මෙය උත්ප්‍රේරණය වේ.

වතුයේ තෙවන පියවර - mRNA පරිසංක්‍රමණයයි. mRNA කොළඹ්හායෙන් කොළඹ්හායට එක දිගානතව වලනය වේ. මේ ක්‍රියාවලියේ දී, A ස්ථානයෙහි ඇති වර්ධනය වන පොලිපෝප්ටයිඩ් දාමය සහිත tRNA අනුව P ස්ථානය කරා වලනය වේ. P ස්ථානයෙහි දී නිදහස් වූ tRNA අනුව එවිට ම E ස්ථානය කරා වලනය වේ, එතැනින් සයිටොසෝලයට නිදහස් වේ.

දුන් A ස්ථානය රේලුග කොළඹ්හා සමග එක එල්ලේ පිහිටන බැවින් වත්මය ක්‍රියාවලිය අඛණ්ඩව සිදු වේ. දිගු වීමේ ක්‍රියාවලිය සඳහා අවශ්‍ය ගක්තිය සපයන්නේ GTP මගිනි. දිගු වීමේ ක්‍රියාවලියේ දී සිදු වන ක්‍රියාවලි පැහැදිලි කිරීම සඳහා රුපය 7.21 බලන්න.



රුපය 7.21: පරිවර්තනයේ දිග විමේ අවධියේ වක්‍රිය ආකාරයට සිදු වන පියවර ක්‍රන

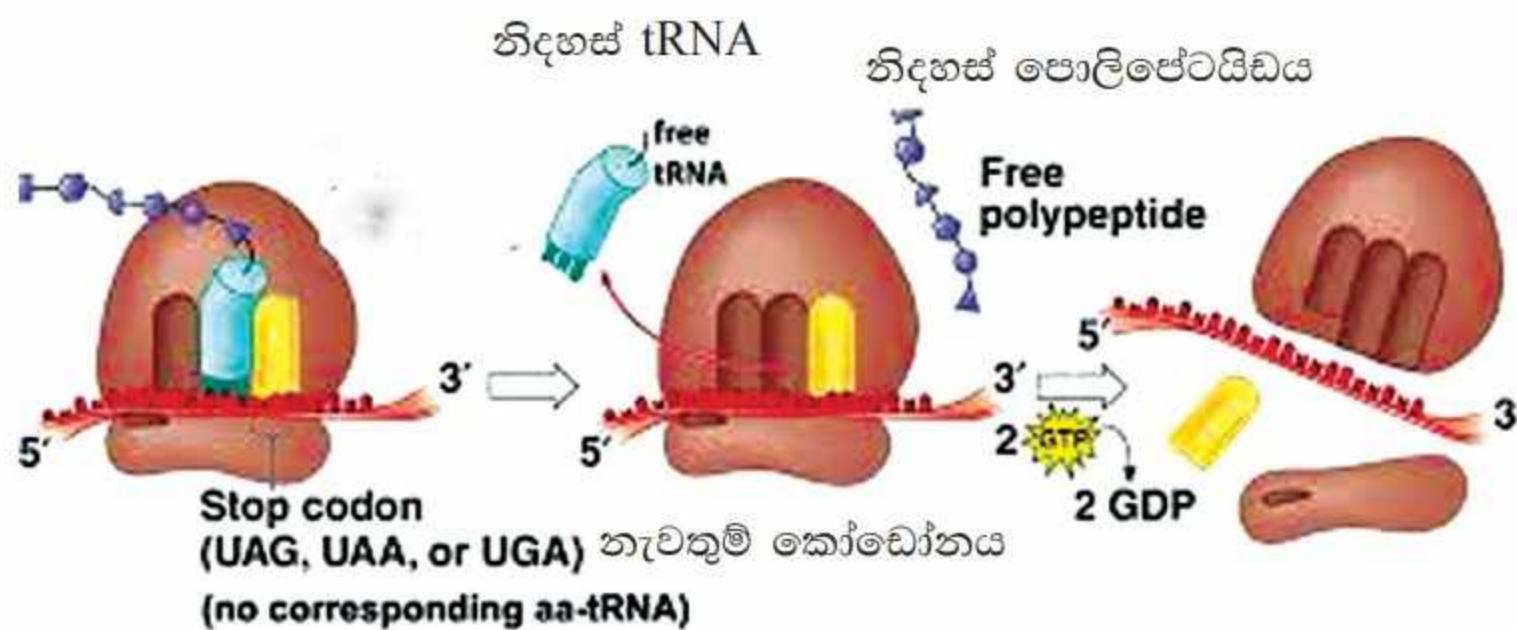
### 3. සමාජ්‍යය / Termination

mRNA වලනය වන විට, එය අවසානයේ A ස්ථානයෙහි දී නැවතුම් කේබිනයක් (stop codon) සමඟ පෙළ ගැසේ (UAG, UAA, UGA).

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

මෙමගින් සම්පූර්ණ වූ පොලිපෙප්ටිඩ් දාමය සයිටොසෝලයට නිදහස් වේ.

රයිලොසෝමය සහ පරිවර්තන සමුහනයේ ඉතිරිය වෙන් වී යයි (රුපය 7.22).



රුපය 7.22 ප්‍රෝටීන සංස්කරණයේ සමාජ්‍යය

### පොලිරයිබාසෝම / පොලිසෝම

mRNA ප්‍රමාණවත් දුරක් වලනය වූ විට දෙවන රයිබාසෝමයකට එයට බැඳිය හැකි ය.

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

පොලිරයිබාසෝම සැදීම මගින් පරිවර්තන දිසුනාව වැඩි කරයි. එසේ වන්නේ, රයිබාසෝම කිහිපයක් මගින් සමගාමීව පරිවර්තනය සිදු කරන බැවිනි.

### ප්‍රෝටීනවල ඉරණම

අදුතින් සංස්කරණය වූ පොලිපේටයිඩයක් යනු ප්‍රෝටීනයේ ප්‍රාථමික ව්‍යුහයයි. එය ප්‍රෝටීනයේ කෘත්‍යමය ආකාරය නො වේ.

පොලිපේටයිඩයට එහි කෘත්‍යමය ආකාරය ආරෝපණය කර ගත හැක්කේ නැමීම (එකකය 02 බලන්න) සහ සමහර විට පෙන්වන් - පරිවර්තන විකරණ මගිනි.

ඇතැම් පොලිපේටයිඩවල එහි කෘත්‍යය සඳහා අවශ්‍ය වනවාට වඩා අතිරේක බණ්ඩ ද ඇත.

උදා: ඇතැම් පොලිපේටයිඩවල කෙටි ඇමධිනෝ අම්ල බණ්ඩයක් සංයුතා පේටයිඩ ලෙස ක්‍රියා කිරීම සඳහා පවතී. සංයුතා පේටයිඩ මගින් සෙලය තුළ යම් ස්ථානයකට හෝ සුළුව වීමට පොලිපේටයිඩට මග පෙන්වයි. මෙය ප්‍රෝටීන ගමනාගමනය (trafficking) ලෙස හඳුන්වයි.

පොලිපේටයිඩය නියමිත ස්ථානයේ ඇති විට, පොලිපේටයිඩ දාමයේ වැඩිපුර ඇති කොටස තවදුරටත් අවශ්‍ය නොවන අතර එය එන්සයිමිය ක්‍රියාවෙන් එම කොටස ඉවත් කළ හැකි ය.

පෙන්වන් පරිවර්තන විකරණ පහත පරිදි වේ,

සිනි (ග්ලයිකොප්‍රීන), ලිපිඩ (ලිපොප්‍රීන), පොස්ටෝ කාණ්ඩ (පොස්ගොර්ලිකරණය කරන ලද ප්‍රෝටීන) හා වෙනත් බණ්ඩ එකතු කිරීම් මගින් ඇමධිනෝ අම්ලවල රසායනික විකරණය. පළමු ඇමධිනෝ අම්ලය, මෙතියොනීන් එන්සයිමියට ඉවත් කළ හැකිය.

- තව ද ආරම්භක පොලිපේප්ටිඩ්සිය කැබලි දෙකකට හෝ වැඩි ගණනකට කැපීමෙන් සහ වෙනස් සංකලන සම්බන්ධ කිරීමෙන් කෘත්‍යමය ප්‍රෝටීන නිපදවිය හැකිය.

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

### ප්‍රෝටීනවල වරණීය හායනය

සෙලයක් තුළ ඇති ප්‍රෝටීන ප්‍රමාණය කරුණු දෙකක් මත තිරණය වේ.

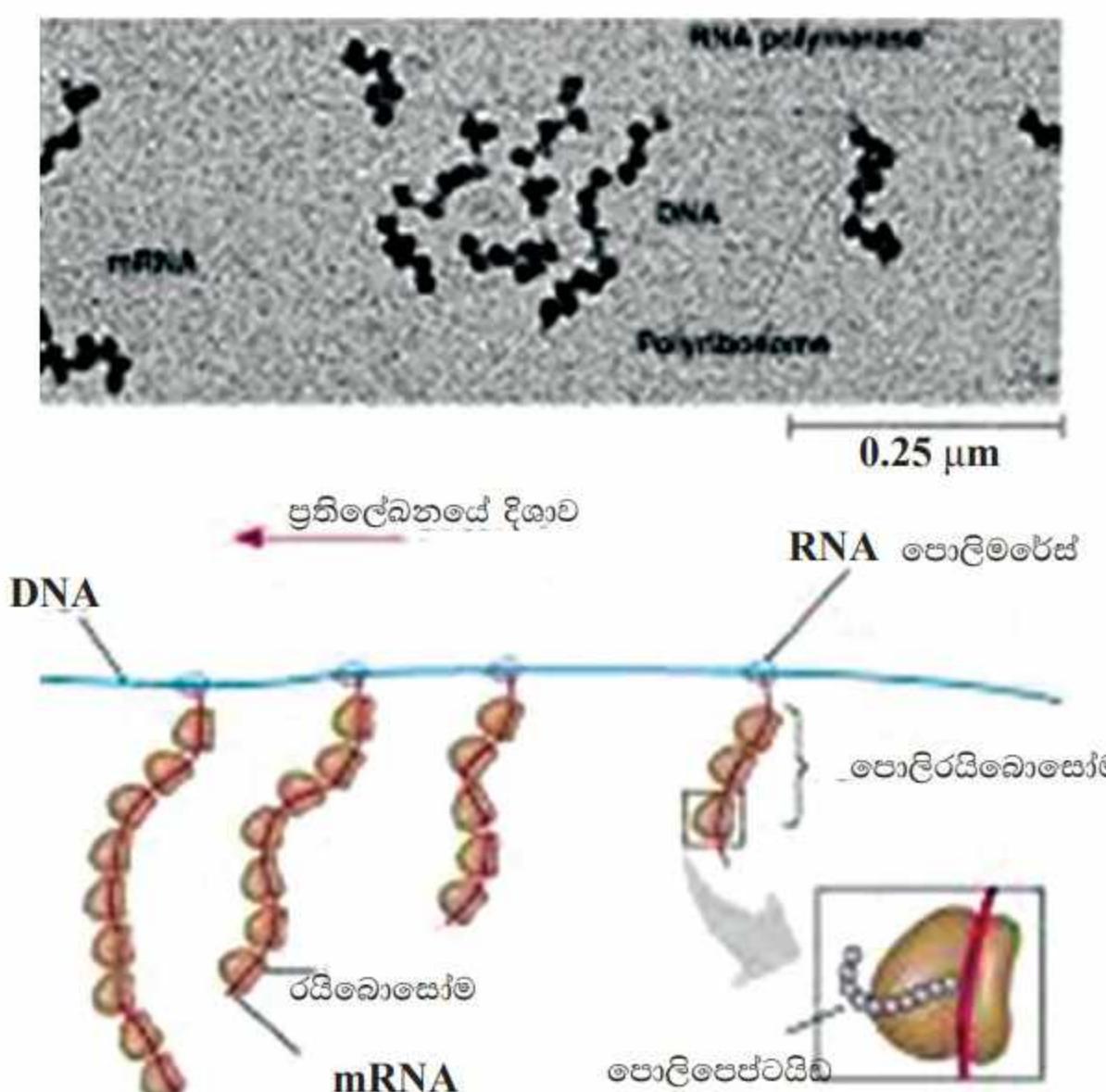
- සංශ්ලේෂණ වේගය
- හායනය වන වේගය

ප්‍රෝටීනවල වරණීය හායනය, සෙලිය ක්‍රියාවන් යාමනය කිරීමේ අත්‍යවශ්‍ය යන්ත්‍රණයකි.

ඇතැම් ප්‍රෝටීන හායනය වන්නේ විශිෂ්ට සංඡාවලට ප්‍රතිවාර ලෙසිනි.

වැරදි හෝ හානි වූ ප්‍රෝටීන භදුනා ගෙන, ශිෂ්‍යයෙන් හායනය කර පොලිපේප්ටිඩ්සිය සංශ්ලේෂණයේ වැරදීම් හෝ නැමීමේ දෝෂ නිසා වූ හානිකර බලපෑම් මගහරවා ගනී.

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



රූපය 7.22 ප්‍රාග්නාෂ්ථීක පිවියෙකුගේ පොලිරසිබාසෝම- mRNA තවමත් වර්ධනය වේ. DNA වලට සවී වී ඇත

## විකෘති

DNA තුළ ගබඩා වී ඇති ප්‍රවේශීක තොරතුරු මත ජීවියකුගේ රුපානුදරුගය මූලිකව රඳා පවතින අතර, අවසන් ප්‍රතිඵලය ජීවියකුගේ ප්‍රවේශීය සහ පරිසරයේ බලපෑම් අතර අන්තර්ක්‍රියාවේ ප්‍රතිඵලයකි.

DNAවල වෙනස්කම් විශේෂයක ජීවීන්ගේ ලක්ෂණවල කිසියම් වෙනස්වීම්වලට ඉඩ සලසන අතර එහි ප්‍රතිඵලය ලෙස ජීවීන් අතර රුපානුදරුගය ප්‍රහේදන ඇති වේ. ඒ වෙනස්වීම් ස්ථීරව සිදු වන අතර, ඒවා විකෘති ලෙස හැඳින්වේ.

**විකෘතිය**

ජීවියකුගේ ජ්‍යෙෂ්ඨමයට අයත් නියුක්ලියෝටයිඩ අනුකූලයක වෙනස්වීමකි.

### පරිණාමයේ දී විකෘතිවල වැදගත්කම

විශේෂයක ජීවීන් අතර දැකිය හැකි ප්‍රහේදනවල ප්‍රහවය විකෘති වේ. විකෘතියක බලපෑම උදාසීන, වාසිදායක හෝ භානිකර විය හැකි ය. භානිකර ඒවා මාරක හෝ අඩු තරමින් මුල් රුපානුදරුගයට වඩා හිතකර බවින් අඩු විය හැකි ය. විකෘතියක් යම් කෘත්‍යායක් සම්පූර්ණයෙන් නැති වීමට පවා හේතු විය හැකි ය. විකෘතියක් නිසා යම් පොලිපෙප්ටයිඩයක කෘත්‍යාය වැඩිදියුණුවන දුලබ අවස්ථා ද ඇත. ඒවා වාසිදායක විකෘති වේ. විකෘතිවලින් සම්පූර්ණයෙන් නව කෘත්‍යායක් 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 එලයට එනම් වෙනස් වූ එන්සයිමයට නව පෙළව රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවක් උත්ස්ථාපනය කිරීමේ හැකියාව ඇත. මෙම වාසිදායක විකෘති, පරිනාමයට දායක වේ.

### විකෘති වර්ග

ප්‍රවේශීක ද්‍රව්‍ය තුළ වෙනස්කම්වල පරිමාණය මත පදනම්ව විකෘති ප්‍රධාන වර්ග දෙකකි. කුඩා පරිමාණ වෙනස්වීම් ජානයක් තුළ නියුක්ලියෝටයිඩ අනුකූලයේ සිදු වන අතර, විශාල පරිමාණ වෙනස් වීම වර්ණදේහ සංඛ්‍යාව හෝ වර්ණදේහ ව්‍යුහයේ සිදු විය හැකි ය. ඒවා පිළි-වෙළින් ජාන විකෘති සහ වර්ණදේහ අපේරුණය හෝ වර්ණදේහ විකෘති ලෙස හැඳින්වේ.

### ජාන විකෘති

ජානයක DNA අනුකූලයේ ස්ථීර වෙනස් වීමක් ජාන විකෘතියක් ලෙස හැඳින්වේ. DNA ප්‍රතිවලිත වීමේ දී සිදු වන දුලබ දේශ හේතුවෙන් ඒවා ඇති විය හැකි ය. ඒවා ස්වයංසිද්ධී විකෘති ලෙස හැඳින්වේ. රීට අමතරව ඉහළ ශිසුතාවකින් විකෘති හට ගැන්වීමේ හැකියාවක් ඇතැම් බාහිර සාධකවලට ඇත. විකෘති ජනනය කරන බැවින් ඒ සාධක විකෘති කාරක ලෙස හඳුන්වයි. විකෘති ජනක කාරක රසායනික හෝ හොතික සාධක ලෙස වර්ග කළ හැකි ය.

X කිරණ සහ UV කිරණ විකෘතිජනක හොතික කාරක වේ. විකෘති ජනක කාරක මගින්, නියුක්ලියෝටයිඩ අනුකූලයේ වෙනස්කම් ඇති කරන අතර, ඒවා මගින් සෙසලයක් තුළ DNAවල ප්‍රතිවලිත වීමේ දී විකෘති සිදු කළ හැකි ය. පිළිකා ජනනයට ද හේතුව විකෘති වේ. ඒ නිසා විකෘති කාරක පිළිකාරක ද, පිළිකාරක විකෘතිකාරක ද වේ. මේ රසායනික සහ විකිරණ උපරිම වගයෙන් සැලකිලිමත්ව පරිහරණය කළ යුතු ය.

## ජාත විකාශනී වර්ග

නියුක්ලියෝටයිඩ් එක් යුගලක් පමණක් හෝ එක් යුගලයකට වඩා වැඩි ගණනක් හෝ සහභාගි වන කුඩා පරිමා මූල්‍ය විකාශනී වේ. එක් නියුක්ලියෝටයිඩ් යුගලක් පමණක් වෙනස් වූ විට ඒවා ලක්ෂ්‍ය විකාශනී ලෙස හැඳින්වේ.

ජාත විකාශනී වර්ග තුනක් ඇත. ඒවා නම්,

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

නියුක්ලියෝටයිඩ් යුගලක් ආදේශය ලක්ෂ්‍ය විකාශනීයකි. නිවේෂණය හෝ ලෝපය ලක්ෂ්‍ය විකාශනීයක් වීම හෝ නියුක්ලියෝටයිඩ් යුගල එකකට වඩා වැඩි ගණනක් ඒවාට සහභාගි වීම විය හැකි ය.

## ආදේශය

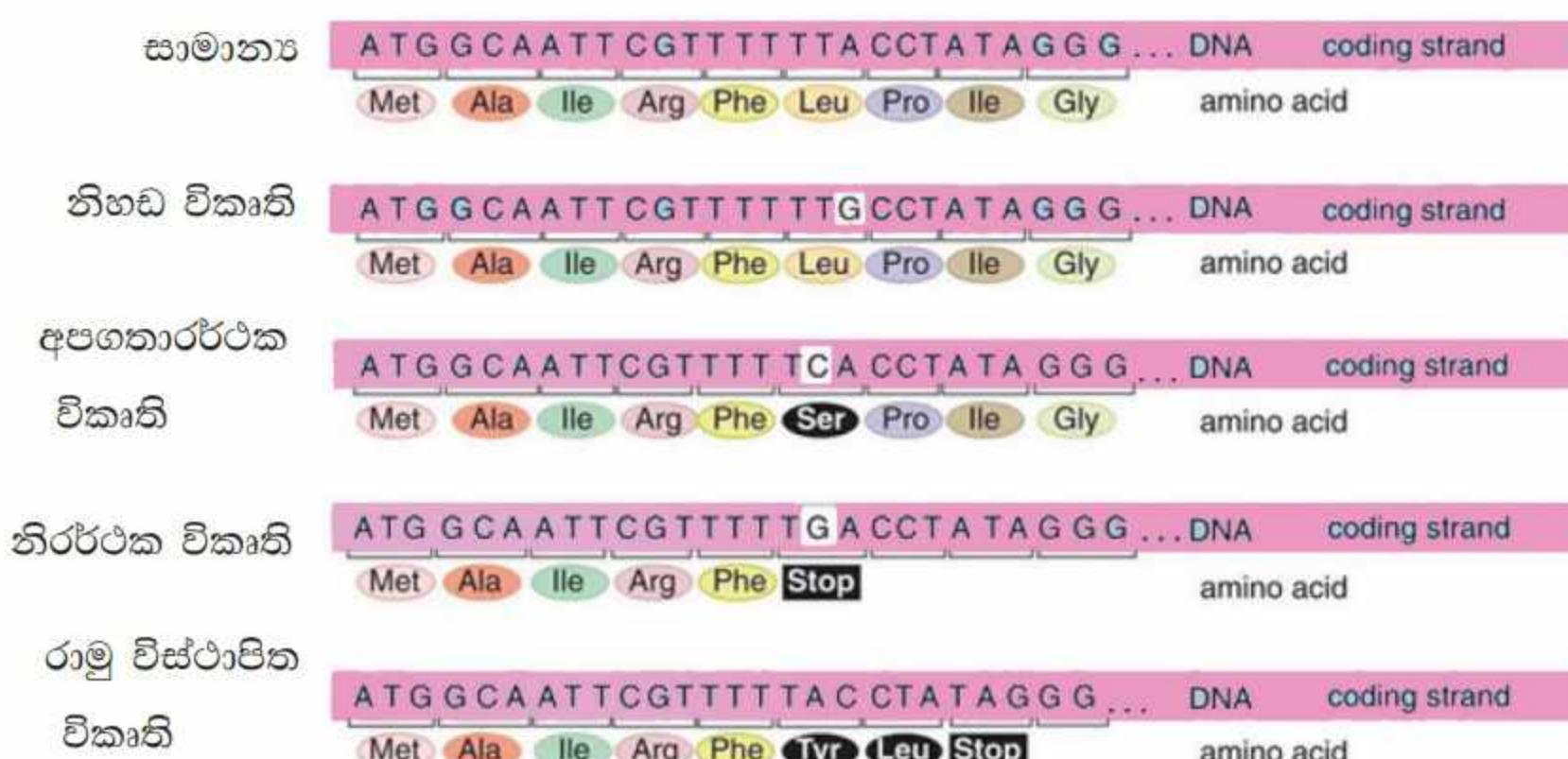
මෙහි දී එක් නියුක්ලියෝටයිඩ් යුගලක් වෙනත් යුගලක් මගින් ආදේශයට ලක් වේ. ( රුපය 7.23) ජාතයේ දිග වෙනස් නොවේ. ඇතැම් ආදේශ නිහඹ විකාශනී වේ. ජාතයක එක් නියුක්ලියෝටයිඩ් යුගලක ආදේශය හේතුවෙන් එයින් කේතනය වන පොලිපෙෂ්ටයිඩ් දාමයට බලපැමක් නොවිය හැකි ය. හේතුව එක ම ඇමයිනෝ අම්ලයට කෝබේෂන එකකට වඩා වැඩි ගණනකින් කේතනය වීමයි. ත්‍රික කෝබේෂනයක තෙවැනි අක්ෂරයට වොල්ල (වෛවුලුම්) අක්ෂරයක් ඇත. කෝබේෂනයක තෙවැනි අක්ෂරය, වෙනත් අක්ෂරයක් මගින් ආදේශයට ලක් වුව ද, එම තෙවැනි අක්ෂරය මගින් ද සමාන ඇමයිනෝ අම්ලයට කේතය වන බව ඉන් අදහස් කෙරේ (රුපය 7.16).

**උදාහරණ :** DNA අව්‍ය දාමය මත ඇති 3' - CCG- 5. ත්‍රිකයේ G වෙනුවට A ආදේශය මගින් 3' - CCA- 5' ලෙස වෙනස් කරනු ලැබුව හොත්, mRNA මත වූ 5' - GGC- 3' කෝබේෂනය 3' - GGU- 5' ලෙස විකරණය වනු ඇත. ආදේශය මගින් පොලිපෙෂ්ටයිඩ් එක් ඇමයිනෝ අම්ලයක් වුව ද වෙනස් විය හැකි ය. ඒ නිසා පොලිපෙෂ්ටයිඩ් ප්‍රාථමික ව්‍යුහයේ අර්ථය මද වශයෙන් වෙනස් වීමක් සිදු වේ. ඒ නිසා මෙම විකාශනී අපගතාර්ථක විකාශනී ලෙස හැඳින්වේ. ඇමයිනෝ අම්ලයක්, වෙනත් ඇමයිනෝ අම්ලයක් සමග සිදු වන ආදේශය මගින් ප්‍රෝටීනවල කාත්‍යයමය ආකාර වන තාකික හෝ වතුරුප ව්‍යුහය කෙරේ බලපැමක් සිදු වීමට හෝ නොවීමට හැකි ය. ඇතැම් විට නව ගුණාංග සහිතව පවා ප්‍රෝටීනයට වැඩි ක්‍රියාකාරීත්වයක් වුව ද ලැබේය හැකි ය. බොහෝ විට මේ වෙනස්වීම් උදාසීන හෝ අනර්ථදායී වේ. අනර්ථදායී ප්‍රෝටීන නිෂ්ප්‍ර හෝ අඩු කාර්යක්ෂම ඒවා වේ.

ලක්ෂ්‍ය විකාශනීයක් මගින් ඇමයිනෝ අම්ලයකට කේතය සපයන කෝබේෂනයක් නැවතුම් කෝබේෂනයක් (stop codon) බවට ද පරිවර්තනය කළ හැකි ය. මෙය ප්‍රෝටීන සංශ්ලේෂණයේ ප්‍රාග් පරිණත සමාජ්‍යියකට හේතු වන අතර, ඒ නිසා නිර්පාක විකාශනීයක් (**misense mutation**) ලෙස හැඳින්වේ (රුපය 7.23). එහි ප්‍රතිඵ්‍යුතු වන්නේ මුළු දාමයට වඩා කෙටි පොලිපෙෂ්ටයිඩ් දාමයක් ලැබේමයි. ඒ කෙටි පොලිපෙෂ්ටයිඩ් සාමාන්‍යයෙන් කාත්‍යය රහිත වේ.

## නිවේෂණ හා ලෝපය

ආදේශය හා සසඳන විට මේ විකෘති මගින් පොලීපේජ්ටයිඩ්වල දැඩි වෙනස් වීම සිදු කරයි (සැ.පු. ආදේශයේ දී වන නිර්පාල විකෘතිවල ප්‍රතිඵලය ලෙස ද විශාල වෙනස්වීම් විය හැකි ය). නියුක්ලියෝටයිඩ්යක හෝ නියුක්ලියෝටයිඩ් සගළක නිවේෂණය හෝ ලෝපය මගින් කියවීම් රාමුව විස්තාපනය වන අතර, විකෘතිය වූ ලක්ෂායට පසුව වැරදි කෝබෝන කියවීම සිදු වේ. ඒ නිසා එබදු විකෘති රාමු විස්තාපිත විකෘති (Frame Shift Mutation) (රුපය 7.23) නම් වන අතර දිගින් දිගට ම වැරදි අර්ථ කියවීම එහි ප්‍රතිඵලය ලෙස සිදු වේ. එයින් විශාල අපගතාර්තයක් සිදු වේ. නිවේෂණය හෝ ලෝපය සමාජ්‍ය කෝබෝනයට ඉතා සම්පව සිදු නොවුණ හොත් පොලීපේජ්ටයිඩ් සම්පූර්ණයෙන් ම කෘත්‍ය රහිත විය හැකි ය. එහි දී මුල් අනුක්‍රමය තුළ නැති වූ නව නැවතුම් කෝබෝනයක් හඳුන්වාදීම ද විය හැකි ය. ඒ අවස්ථාවේ නිර්පාලක විකෘතියක් (nonsense mutation) සාදුමින් පරිවර්තනය අවසන් වේ.



රුපය 7.23 ජාත්‍ය විකෘති වර්ග

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

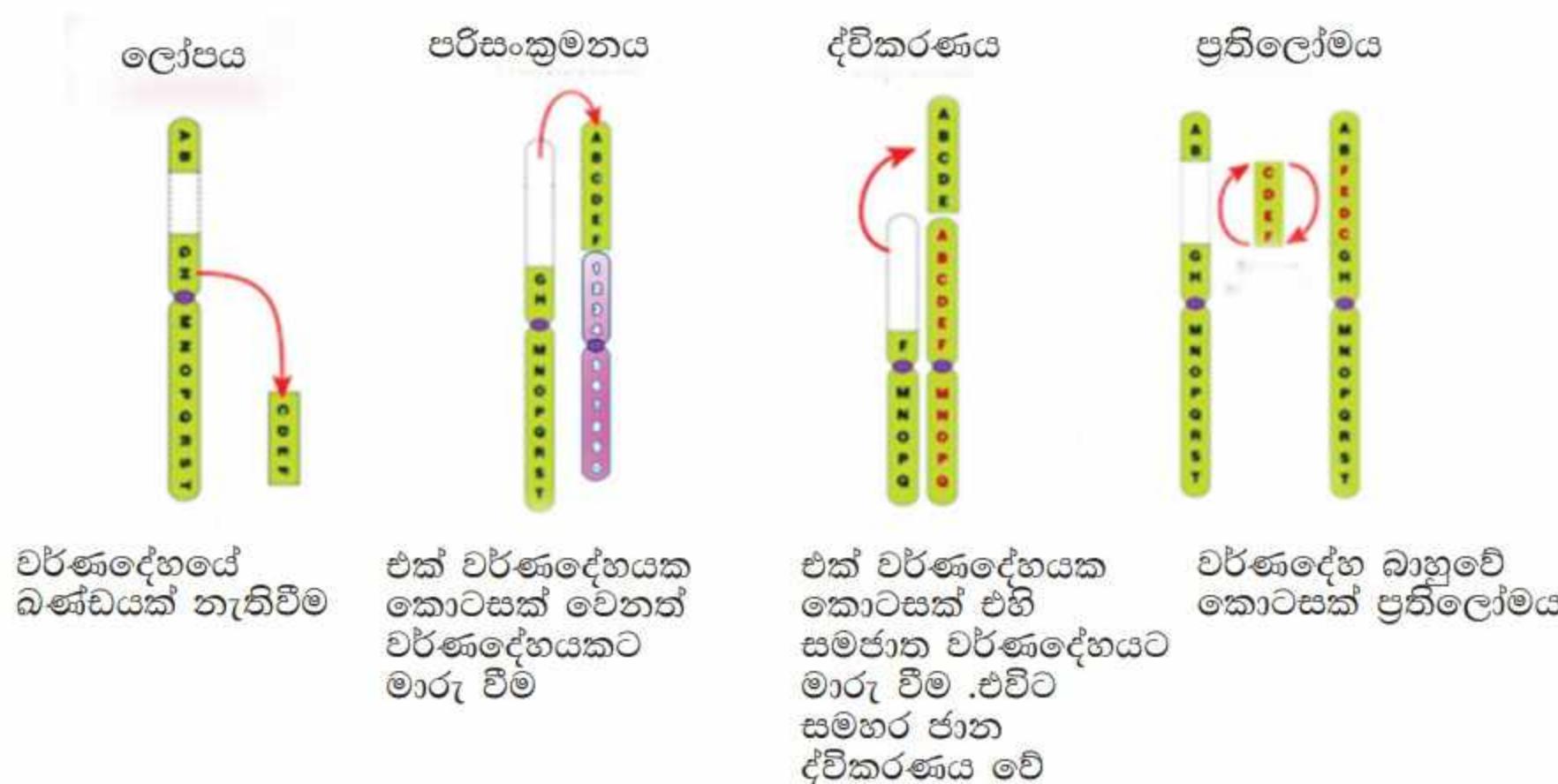
## වර්ණදේහ අපේරන් / වර්ණදේහ විකෘති

බොහෝ ජාත්‍ය සහභාගි වන බැවින්, වර්ණදේහ විකෘති රාඹියක් මාරක වන අතර, අනෙක්වා හානිකර වේ. අසාමාන්‍ය වර්ණදේහ සංඛ්‍යාවක් හෝ අසාමාන්‍ය ව්‍යුහය නිසා, ක්ෂේරපායින්ගේ ස්වයංසිද්ධ ගබඩා සිදු වේ. විවිධ විකසන ආභාධ ද එබදු විකෘති නිසා සිදු වේ. වාසිදායක වර්ණදේහ විකෘති අතිශයින් දුර්ලභ ය. ගාකවල ඇතැම් වර්ණදේහ විකෘති වාසිදායක ප්‍රහේදන හට ගන්වයි.

## I. වර්ණදේහ ව්‍යුහයේ වෙනස්වීම් නිසා හට ගන්නා විකෘති

වර්ණදේහ විකෘතිවල දී, ජාත කිහිපයක සිට ජාත සිය ගණනක් දක්වා අඩංගු විය හැකි වර්ණදේහයක විශාල කොටස් තැති වීම, වෙනත් වර්ණදේහයක් කරා වලනය (කැඩීම සහ ඇලවීම) පිටපත් කිරීම හා වෙනත් වර්ණදේහ කරා වලනය, (පිටපත් කිරීම හා ඇලවීම) හෝ දියානතිය වෙනස් වීම සිදු වේ. එම වර්ණදේහ විකෘතිවල ආකාර හතර ලෝපය, පරිසංක්‍රමණය, ද්විකරණය සහ ප්‍රතිලෝමය නම් වේ.

වර්ණදේහයක කොටසක් තැති වූ විට ජාත කිහිපයක් ඉවත් වේ. එබැවින් බොහෝ විට මෙම විකෘති මාරක වේ. පරිසංක්‍රමණයේ දී මුළු සමස්ත වර්ණදේහ සංඛ්‍යාවේ අඩුවක් සිදු නොවේ. කෙසේ වුව ද නව පිහිටීමේ දී පරිසරය වෙනස් වීම නිසා ජාත ප්‍රකාශනය වෙනස් විය හැකිය. වර්ණදේහය කැඩී යැම ජාතයක් තුළ සිදු විය හැකි අතර, එය සිදු වුව හොත් ජාතයට කෘත්‍යය ඉටු කළ නොහැකි වේ. ද්විකරණයේ දී අතිරේක ජාත රෝසක් දරන DNA කැබැල්ලක් ජ්‍යෙෂ්ඨයේ වෙනත් පිහිටුමක පවතී. මේ තත්ත්වයෙන් ද ජාත ප්‍රකාශනය වෙනස් කළ හැකි අතර, සාමාන්‍යයෙන් රුපාණුදුරුණයට හානිකර බලපෑමක් ඇති කරයි. වර්ණදේහ කොටසක දියානතිය වෙනස්වීම්/ ප්‍රතිලෝමය ද ජාත ප්‍රකාශනය වෙනස් කරයි. මේවා බහුතරය හානිකර ප්‍රහේදන වේ.



රුපය 7.24 වර්ණදේහ විකෘති

## II. වර්ණදේහ සංඛ්‍යාව වෙනස්වීමෙන් වන විකෘති

වර්ණදේහවල ව්‍යුහය වෙනස්වීමෙන් අමතර ව සෙසලයක සාමාන්‍ය වර්ණදේහ සංඛ්‍යාවට වඩා එක් සම්පූර්ණ වර්ණදේහයක් හෝ වර්ණදේහ කට්ටලයක් වුව ද සෙසලයක් තුළ අඩංගු විය හැකිය. සෙසලයකට සාමාන්‍ය සංඛ්‍යාවට වඩා වර්ණදේහයක් අඩුවෙන් ලැබීමට ද හැකිය. සෙසලයක් තුළ වර්ණදේහ එකක් අඩුවෙන් හෝ එකක් වැඩිපූර පිහිටන විට ඒ තත්ත්වය විෂමගුණකතාව ලෙස හැඳින්වේ. මෙහි දී ගුණක මට්ටම වෙනස් නොවේ. එහෙත් සම්පූර්ණ වර්ණදේහ කට්ටලයක් ම වැඩිපූර පවතින විට ගුණක මට්ටම වැඩි වන බව පැවසේ.

උදාහරණ : ත්‍රිගුණ, වතුරුගුණ, ඡ්‍යුඩුගුණ ආදි ලෙස

විෂමගුණකතාව උගානනයේ දී සිදුවන වැරදීම්වල ප්‍රතිඵලය ලෙස ලැබෙන්නකි. උගානනය I තුළ දී ද්විගුණ සෙසලයක වර්ණදේහ කට්ටල දෙක වෙන් වී සෙසලයේ බුව දෙක කරා වලනය විය යුතු ම ය. කෙසේ වුව ද සමඟාත වර්ණදේහවල අසාමාන්‍ය සැකසුම නිසා එක් යුගලක වර්ණදේහ දෙක ම එක් බුවයකට සංකුමණය විය හැකි ය. එවිට අනෙක් අන්තයට එක් වර්ණදේහයක් අඩු වේ. ලිංගික ප්‍රජනනයේ දී ප්‍රතිඵල වන සෙසල හෝ ජන්මානුවල ද එකගුණ වර්ණදේහයක් අඩු වේ. උගානනය II තුළ දී වර්ණදේහයක වර්ණදේහාංශ වෙන් නොවී ප්‍රතිවිරැද්ද බුව කරා සංකුමණය වූ විට ද සමාන ප්‍රතිඵලය ම ලැබේ. උගානනයේ දී වර්ණදේහ යුගලකට හෝ යුගල්වලට වෙන් වීමට ඇති නොහැකියාව නිර්විසම්බන්ධනය ලෙස හැඳින්වේ. (රුපය 7.25) එක් වර්ණදේහයක් අඩු ජන්මානුවක් සාමාන්‍ය ජන්මානුවක් සමග සම්බන්ධ වූ විට ලැබෙන යුක්තානුව වර්ණදේහ  $2n-1$  තත්ත්වය දරන විෂම ගුණකයකි. එක් විශිෂ්ට වර්ණදේහයක එකක් පමණක් සහිත බැවින් එබදු සෙසලයක් එකුනදේහතාවය ලෙස හැඳින්වේ. සාමාන්‍ය එකගුණ වර්ණදේහ සෙසල කට්ටලයට වඩා එක් වර්ණදේහයක් වැඩියෙන් ඇති ජන්මානුවක් සාමාන්‍ය ජන්මානුවක් සමග සම්බන්ධ විය හැකි ය. එවිට යුක්තානුව එක් වර්ණදේහයක් පිටපත් තුනකින් රැගෙන යන බැවින්  $2n+1$  තත්ත්වය පවතී. මේ විෂමගුණකතාව එම වර්ණදේහය සඳහා ත්‍රිදේහතාවක් ලෙස හැඳින්වේ. එබදු අසාමාන්‍යතා අනුනානයේ දී ද සිදු විය හැකි ය.

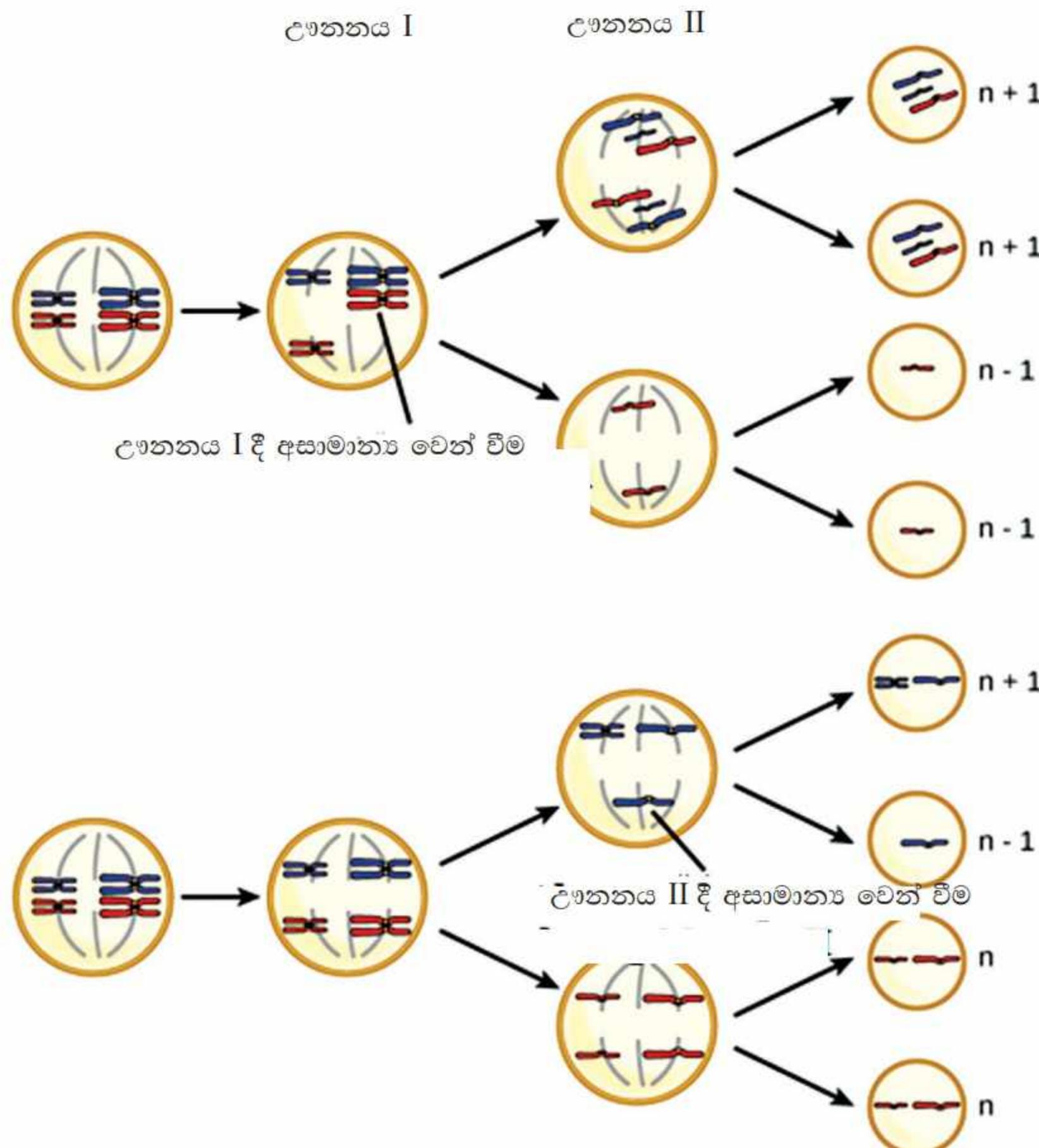
වර්ණදේහවල අසාමාන්‍ය වෙන් වීම මගින් ද ගුණක මට්ටම ද වැඩි විය හැකි ය. අසාමාන්‍ය ද්විගුණ අණ්ඩියක් සංස්කේෂණය වීමේ ප්‍රතිඵලය ත්‍රිගුණකයක් ( $3n$ ) විය හැකි ය. පළමු අනුනා විහාර්යයෙන් පසුව දුනිතා සෙසල වෙන් නොවුනහොත් මාතාසෙසලය වර්ණදේහ කට්ටල හතරක් සහිත ( $4n$ ) වේ. ඉන්පසු වතුරුගුණක ජීවියෙක් බවට පත් වේ.

ඉහළ ගුණක මට්ටම සහිත සතුන් ඉතා දුර්ලභ ය. අනෙක් අතට ගාකවලට ඉහළ ගුණක මට්ටම දරා ගත හැකි අතර ඒවා බොහෝ විට ඔවුන්ගේ ද්විගුණ ජීවින්ට වඩා නොදින් කුසා කරයි. ඉහළ ගුණක මට්ටම සහිත ගාක සඳහා

**උදාහරණ:** කෙසෙල් - ත්‍රිගුණක ( $3n$ ) තිරිගු - ඡ්‍යුඩුගුණක ( $6n$ ) ස්ටෝරොරි - අඡ්‍යුගුණක ( $8n$ )

බහුගුණක පෘෂ්ඨවංශීන්ට වඩා අපෘෂ්ඨවංශීන් තුළ සූලභ ය. පෘෂ්ඨවංශීන් අතර බහුගුණකතාව නිරික්ෂණය කර ඇත්තේ මත්ස්‍යයන් සහ උහය ජීවින් ස්වල්ප දෙනකුගේ පමණි.

විෂමගුණකයන් හා සයදන විට බහුගුණකයේ වඩාත් සාමාන්‍ය වෙති. සාමාන්‍ය තත්ත්වයට වඩා වැඩි වර්ණදේහ සංඛ්‍යාවක් දරන නමුත් බහුගුණක ප්‍රවේශීක සමත්ලිතතාව පවත්වා ගනී. එහෙත් විෂමගුණකවල ප්‍රවේශීක තුළාතාව නැති වී ඇති.



රුපය 7.25 උග්‍ර විභාගනයේදී ඇතිවන අසාමාන්‍යතා නිසා විෂමගුණකතාව ඇති වීම

### මානව ප්‍රවේශීක ආබාධ

ජාත විකෘති නිසා ඇති වන ආබාධ

ජාත විකෘති නිසා ඇති වන මානව ප්‍රවේශීක ආබාධ සඳහා උදාහරණ දෙකක් පහත විස්තර කෙරේ.

### වර්ණාන්ත්‍යව

වර්ණාන්ත්‍යව හෝ වර්ණ දාෂ්ටේ උග්‍රතාව ස්ථීර්ව්වට වඩා ප්‍රුරූපයන් අතර සුලබ ප්‍රවේශීක ආබාධයකි. එය X වර්ණදේහයේ පිහිටි ජාත එකක් හෝ වැඩි ගණනක විකෘති නිසා ඇති වේ. දායා ආලෝකයේ වෙනස් තරංග ආයාම අවශ්‍යෝගීතා කරන ප්‍රේටින සඳහා එකී ජාත මගින් කේත

සපයයි. පොටොජීසින් නම් වන එම දැඡ්ටී වර්ණක රතු, කොළ සහ නිල් ලෙස වර්ග කරනු ලැබේ. සාමාන්‍ය වර්ණ දැඡ්ටීය ඇති පුද්ගලයකුගේ දැඡ්ටීය විතානය තුළ වර්ණක කාණ්ඩ තුන ම ඇති බැවින් ඔවුනු වෙනස් වර්ණ හා පැහැදේ ප්‍රමාණය වෙන් කර හඳුනා ගනිති. වෙනස් වර්ණ සහ වෙනස් තරංග ආයාම වෙනස් අනුපාතවලින් අවශ්‍යෝගීතය කර මොළය මගින් වස්තුවක වර්ණය ලෙස පැහැදිලි කර දෙයි.

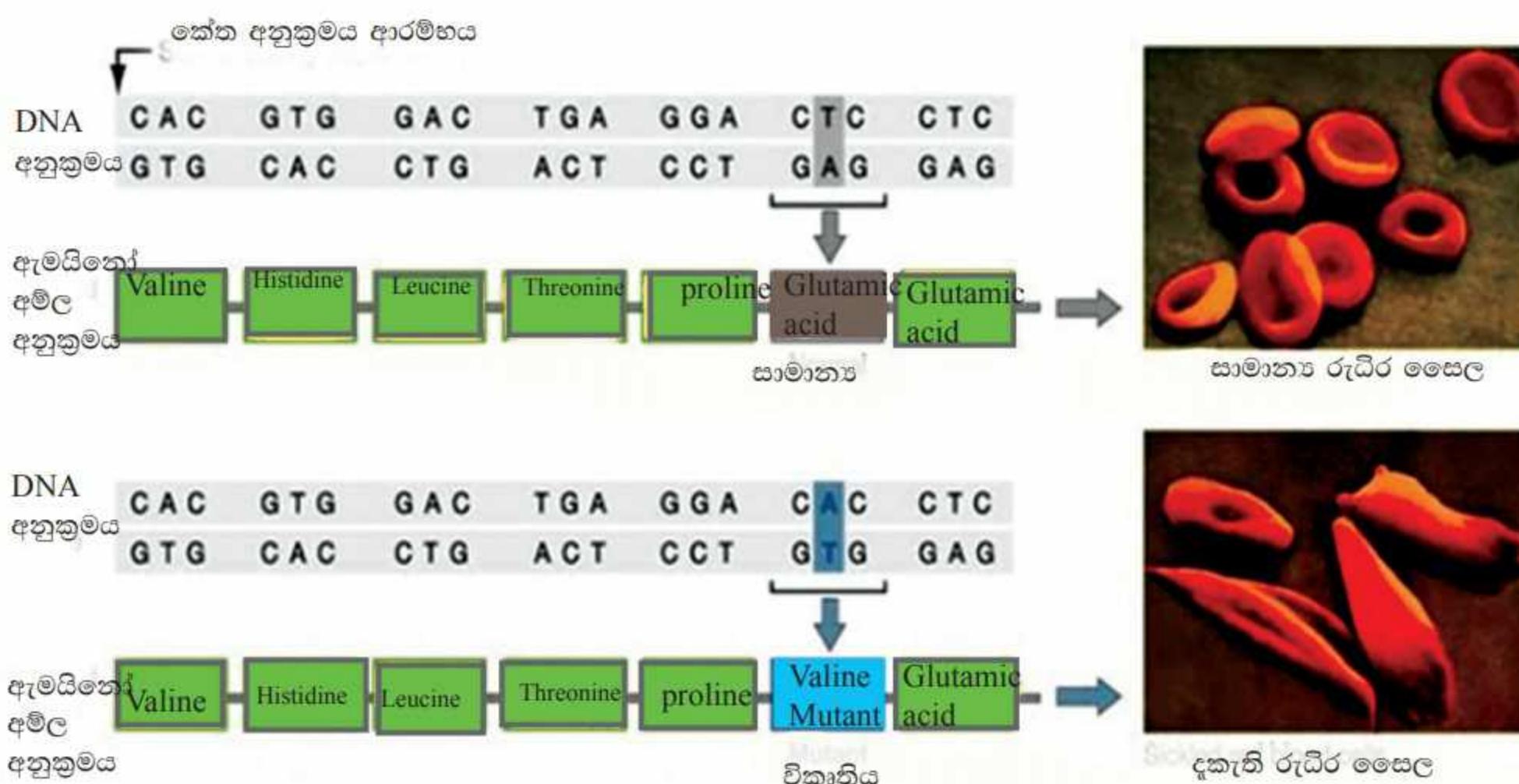
මිනිසාගේ රතු සහ කොළ වර්ණකවලට කේත සපයන ජාත X වර්ණදේහයේ ද, නිල් වර්ණකය සඳහා ජාතය 7 වන වර්ණදේහය මත ද පිහිටයි. පුරුෂයන්ට එක X වර්ණදේහයක් පමණක් ඇති බැවින්, සහ අදාළ ජාතය Y වර්ණදේහයේ නැති බැවින්, එම ජාත එකක හෝ දෙකෙහි ම ඕනෑම දේශයක් රුපානුදරය සාදයි.

ස්ත්‍රීන්ගේ විෂමයුග්මක තත්ත්වයේ දී එක් සදාස් ඇලිලයක් X වර්ණදේහයේ තිබූණ ද අනෙක් ඇති දේශ රහිත ඇලිලය මගින් එය ආවරණය වේ. ඒ නිසා වර්ණදැඡ්ටී උග්‍රතාව 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 ප්‍රතිඵල්ද ජාත වීමයි.

### දැකැති සෙල රක්තහිනතාව

දැකැති සෙල රක්තහිනතාව යනු අප්‍රිකාව සහ ලෝකයේ වෙනත් උණුසුම් පුද්ගලවල මානව ගහන තුළ ව්‍යාප්ත ප්‍රවේශීක රෝගයකි. ඔක්සිජන් රැගෙන යන වර්ණකය වන හිමෝග්ලෝඩ්නින්හි ආරෝග්‍ය උප එකකය සඳහා කේත සපයන ජාතයේ විකෘත ඇලිලයක් හිමෝග්ලෝඩ්නින් අණුව අසාමාන්‍යතාවට හේතු වේ. රතු රුධිර සෙල තුළ අසාමාන්‍ය හිමෝග්ලෝඩ්නින් තිබීම හේතුවෙන් RBCවල හැඩය මඩලාකාර හැඩයේ සිට දැකැත්තක් බදු වකුයකට වෙනස් කරයි. මේ ආබාධය සහිත පුද්ගලයන්ට රතු රුධිර සෙල සුළු ප්‍රමාණයක් ඇති බැවින් රක්තහිනතාව වර්ධනය වේ. එසේ සිදු වන්නේ දැකැති හැඩ රතු රුධිර සෙල ප්‍රාග් පරිණතව බේදවැටීම හේතුවෙනි. හිමෝග්ලෝඩ්නින්හි ප්‍රාථමික ව්‍යුහයේ නිශ්චිත ස්ථානයක දී ග්‍රැට්ටමික් අමිලය, වේලින් මගින් ආදේශ වීමේ විකෘතියක් සිදු වේ. එහි ප්‍රතිඵලිය ලෙස හිමෝග්ලෝඩ්නින්වල අසාමාන්‍ය නැමීමක් සිදු වේ. විකෘතියට ලක් වූ ඇලිලය සහප්‍රමුඛ වේ. එම පරිය සඳහා විෂම යුග්මක පුද්ගලයන් තුළ සාමාන්‍ය ආරෝග්‍ය සහ විකෘති ආරෝග්‍ය සහ විකෘතියන් දැකැති රක්තාණු තුළ සුරකි ජ්වල් වීමට නොහැකි කෙරේ. ඒ නිසා ඔවුන් සතුව හොඳ සහ සදාස් හිමෝග්ලෝඩ්නින් දෙවරුගය ම ඇති බැවින්, සාමාන්‍ය සහ දැකැති රතු රුධිර සෙල යන දෙවරුගය ම ද ඇත. ඔවුනු සාමාන්‍යයෙන් නිරෝගී වන අතර විකෘති ඇලිලය සඳහා වාහකයේ වෙති. විකෘතියට ලක් වූ ඇලිලය සමයුග්මකයන් තුළ දැරුණු නිශ්චිත බලපෑම් ඇති කිරීමට හේතු වේ.

එබැවින් ඔවුන් ස්වාභාවික වරණය මගින් මානව ගහනවලින් තුරන් වනු ඇත. කෙසේ වුව ද අප්‍රිකාව බදු උණුසුම් රටවල මැලේරියාව පවතින අතර, සමයුග්මක වල් දරු ඇලිල සහිත පුද්ගලයන්ට වඩා හොඳින් විකෘතිය සඳහා විෂම යුග්මකයේ මැලේරියාවෙන් ආරක්ෂා වෙති. එයට හේතුව මැලේරියා පරපෝෂිතයන්ට දැකැති රක්තාණු තුළ සුරකි ජ්වල් වීමට නොහැකි වීමයි. ඒ නිසා විෂමයුග්මයක පුද්ගලයන්ගේ දේහ තුළ පරපෝෂි සණන්වය පහළ මට්ටමක පවතී.



රුපය 7.26 දැකැනී සෙල රක්ෂණීතාවයේ අනුක පදනම

## II වර්ණදේහ විකෘති නිසා ඇති වන ආබාධ

වර්ණදේහ විකෘති මගින් ප්‍රවේශීක ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණයේ හෝ වර්ණදේහ වූහයේ දුඩී වෙනස් වීම සිදු කරමින් ක්ෂේරපායි හැණුවල ගෙවාවලට මගපාදයි. ඔවුන් ජීවත් වූව හොත් රුපා-ඡුදරියිව අසාමාන්‍ය ලක්ෂණ විශේෂ කාණ්ඩයක් පෙන්වුම් කරන අතර, එය සහලක්ෂණයක් ලෙස හැඳින්වේ.

විෂමගුණකතාව නිසා ඇති වන ප්‍රවේශීක ආබාධ තුනක් පහත විස්තර කෙරේ.

### චුවුන් සහලක්ෂණය

චුවුන් සහලක්ෂණය 'ත්‍රිදේහතාව' 21 ලෙස ද හැඳින්වේ. බලපෑමට ලක් වූ පුද්ගලයාගේ සෙල තුළ 21 වන වර්ණදේහයේ වැඩිපුර පිටපතක් තිබේ එයට හේතුවයි. මේ සහලක්ෂණය මූහුණේ ලාක්ෂණික අංග, මිටි දේහය, හාදයේ ආබාධ (ඒවා නිවැරදි කළ හැකි ය) සහ විකසන ප්‍රමාද වීම පෙන්වුම් කරයි. ඔවුන්ට ලිපුකේමියා සහ ඇල්ඡයිමර (Alzheimer) රෝගය සැදීමේ ඉහළ අවධානමක් ඇත. ඔවුන් සහලක්ෂණය සහිත ස්ත්‍රීන්ගෙන් අඩක් ද සියලු පුරුෂයන් පාහේ ලිංගික ව නොමේරු සහ නිසරු අය වේ. ඔවුන්ගේ ආයු කාලය සාමාන්‍ය අයට වඩා කෙටි නමුත් සුදුසු වෙදා ප්‍රතිකාර ලබමින් මැදිවිය තෙක් ජීවත් විය හැකි ය. කෙසේ වූව ද ඔවුන්ට අධිරැකිරීම් පිඛිතය, ඇතරාස්ක්ලේරෝසිස් (ධමනි දාඩ් වීම) ආසාතය සහ බොහෝ සන අර්බුද (solid tumors) සැදීමේ හැකියාව සාමාන්‍ය අයට වඩා අඩු ශීසුතාවකින් සැදේ. ඔවුන්ගේ අසාමාන්‍යතා තිබියදින් වැඩි දෙනෙක් සාමාන්‍ය ලෙස ජීවත් වෙමින් රැකියාවල ද යෙදෙති. ඔවුන් සහලක්ෂණය සහිත දරුවකු ලැබීමේ අවධානම මවගේ වයස සමග ඉහළ යයි. උග්‍රනනය-I සිදු වන නිර්විසම්බන්ධනය මෙයට හේතු වේ. ඔවුන් සහලක්ෂණය අලිංග වර්ණදේහයක ත්‍රිදේහතාව නිසා ඇති වන අතර ලිංග වර්ණදේහවල විෂමගුණකතාව හේතුවෙන් ඇති වන මානව ප්‍රවේශීක ආබාධ ද ඇත. ලිංග වර්ණදේහවල විෂමගුණික තත්ත්ව වන ඒකදේහතාව නිසා වර්ණර සහලක්ෂණය ද ත්‍රිදේහතාව නිසා ක්ලයින්ගෙල්ටර සහලක්ෂණය ද හටගන්වයි.

### වර්නර සහලක්ෂණය

X වර්ණදේහයේ ඒකදේහතාව නිසා වර්නර සහලක්ෂණය ඇති වේ. ඉතා දුලබ අවස්ථාවල එක X වර්ණදේහයක් පමණක් සහිත ස්ත්‍රීන් සිටින අතර ඒ නිසා ඔවුන්ගේ ප්‍රවේණිදරුණය XO ය. මිනිසාගේ දත්තා ජ්වල ඒකදේහතාව මෙය පමණි. එකී පුද්ගලයන් රුපාණුදරුණියට ස්ත්‍රීන් තමුත් ලිංගික අවයව පරිණත නොවීම හේතුවෙන් නිසරු වේ. වර්නර සහලක්ෂණය සහිත ගැහැනු ලමයින් රේස්ට්‍රුජන් ප්‍රතිස්ථාපන විකිත්සාවට හාජනය කළ විට ඔවුන්ගේ ද්‍රිතියික ලිංගික ලක්ෂණ විකසනය වේ.

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

### ක්ලයින්ගොල්ටර සහලක්ෂණය

XXY ප්‍රවේණී දරුණය තුළ අතිරේක X වර්ණදේහයක් සහිත දුලබ තත්ත්වයක් නිසා ඇති වේ. Y වර්ණදේහය රැගෙන යන බැවින් එම පුද්ගලයන් පුරුෂයන් ය. පුරුෂ ලිංගික අවයව දුරුව ද ඔවුන් නිසරු පුද්ගලයෝ ය. ඔවුන්ගේ වෘෂණ අසාමාන්‍ය ලෙස කුඩා ය. X වර්ණදේහ දෙක අතරින් එකක් නිෂ්ක්‍රීය යි. ඒ පුරුෂයන්ට විශාල වූ පියුරු තිබිය හැකි අතර ම වෙනත් ස්ත්‍රී දේහ ලක්ෂණ ද විකසනය විය හැකි ය. ඔවුන්ට අවප්‍රමාණ බුද්ධියක් ඇත.

XXX ත්‍රිදේහය පුරුෂයන් ද XXXX ත්‍රිදේහය ස්ත්‍රීන් ද සාමාන්‍ය ඇත. කිසිදු සහලක්ෂණයක් නො-පෙන් වන ඔවුන් පිළිවෙළින් සාමාන්‍ය පුරුෂ හා ස්ත්‍රී ලක්ෂණ දරති. ඔවුන් සරු පුද්ගලයන් වන අතර සාමාන්‍යයට වඩා මදක් උසින් වැඩි ය.

### ප්‍රවේණී උපදේශනය

ප්‍රවේණී උපදේශනය යනු ප්‍රවේණීක ආබාධ තිබෙන හෝ ප්‍රවේණීක ආබාධවල අවදානම තිබෙන පවුල් සඳහා වැදගත් වන සේවාවකි. කිසියම් යුවලකට ප්‍රවේණීක ආබාධ සහිත දුරුවකු පිළිසිද ගැනීමට තිබෙන අවදානම ඇස්තමේන්තු කිරීම සහ එබදු අවස්ථා මගහරවා ගැනීමට අවශ්‍ය උපදෙස් සැපයීම එම සේවාවෙන් අපේක්ෂා කෙරේ. ප්‍රවේණී උපදේශනය යනු එක් පැත්තකින් සරල මෙන්ඩලිය ආවේණියේ නියමවලට අනුව ලක්ෂණ හැසිරෙන්නේ කෙසේද යන්න තේරුම් ගත හැකි මානව ප්‍රවේණීය පිළිබඳ හොඳ දැනුමක් ද අනෙක් පැත්තෙන් ප්‍රවේණීක ආබාධ සහිත දුරුවන් ලැබේමේ අවදානම අවම කර ගැනීමට මගපෙන්වීමක් සැපයීමේ, හැකියාව ද අවශ්‍ය වන වෘත්තියකි. පවුලක දැනටමත් එබදු දුරුවකු සිටි නම් ප්‍රවේණී උපදේශක විසින් එම තත්ත්වය කළමනාකරණය කර ගන්නේ කෙසේද යන්න සහ රේලුග දරු උපත සැලසුම් කළ යුතු ආකාරය ගැන උපදෙස් සපයයි.

සමහර ප්‍රවේණීක ආබාධ බහුසාධකිය වේ. බහුජාන ප්‍රවේණීය ඇතුළු සාධක ගණනාවක් සහ පරිසරය පවා එයට බලපාන බව ඉන් අදහස් කෙරේ.

**දැනුහරණ :** හෘදයාබාධ සහ දියවැඩියාව ආවේණීක විය හැකි තමුත් රෝගය හට ගැනීමේ අවදානමට ජීවන රටාව සහ ආහාර පුරුදු වැනි බාහිර පාරිසරක සාධකවල බලපෑමක් ඇත.

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

පිළිසිද ගනු ලබන දුරුවකට ආවේණීය පිළිබඳ සරල මෙන්ඩලිය නියම අනුගමනය කරන ලක්ෂණවල බලපෑමක් ඇති වීමේ අවදානම ඇස්තමේන්තු කළ හැක්කේ ඒ ආබාධය සලකමින් පවුල් ඉතිහාසය අධ්‍යයනය කිරීමෙනි. මේ නිසා එය ප්‍රවේණී උපදේශනයේ විෂය පථය බවට පත් වී ඇත.

ආබාධය හට ගන්නේ ප්‍රමුඛ ඇලියක් මගින් නම් එය විහවා දෙම්වුපියන් තුළ පහසුවෙන් නිරික්ෂණය කළ හැකි ය. කෙසේ වුව ද ඇලිය නිලින නම් සාමාන්‍ය රුපාණුදරුය සහිත දෙම්වුපියන් එක් අයෙකු හෝ දෙදෙනා ප්‍රමුඛ ඇලිය සඳහා සමුශ්‍රීකීමක හෝ විෂම යුත්මක වාහකයන් විය හැකිය. පෙළවැල් විශ්ලේෂණ හාවිත කරමින් රෝගයට අදාළ පවුල් ඉතිහාසය අනාවරණය කිරීමෙන් දෙම්වුපියන් 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 දෙම්වුපියන් එක් අයෙක්ගේ හෝ දෙදෙනාගේ ම ප්‍රවේණී දරුය නිරවද්‍යව නිර්ණය කිරීමට ප්‍රමාණවත් වේ. ප්‍රවේණී උපදේශකයා විහවා දෙම්වුපියන්ට තත්ත්වය පහදා දෙයි. දරුවකු ලබා ගැනීමේ වඩාත් ම සුදුසු විකල්පය තෝරා ගැනීමට මග පෙන්වීමක් සිදු කරයි.

පිළිසිද ගෙන ඇති භූණය විකාති ඇලිල රැගෙන යන්නේ ද යන්න තීරණය කිරීමට අවශ්‍ය තාක්ෂණය දැනටමත් පවතී. ඒ සඳහා මූල් කාලීන භූණයේ සෙසල සාම්පලයක් ගෙන එහි DNA අනුක්‍රමය මගින් (DNA sequence) විකාති ඇලිය තිබේ හෝ නොතිබේ සහ තිබේ නම් භූණය සමුශ්‍රීකීමක හෝ විෂය යුත්මක ද යන්න සොයා ගත හැකි ය. භූණය තබා ගැනීම හෝ ගබ්සා කිරීම පිළිබඳ මතා දැනුවත් තීරණයක් ගැනීමට එම තොරතුරු ඉතා වැදගත් වේ. සමහර රටවල නිති සම්පාදනය මගින් එබදු භූණ ප්‍රවේණීක ආබාධ සහිතව බිජි වනවාට වඩා ගබ්සා කිරීමට ඉඩ සලසා ඇත. කෙසේ වුව ද එය දෙම්වුපියන්ට ගැනීමට අයිරු තීරණයකි. ඒ නිසා විහවා දෙම්වුපියන්ට ගත හැකි නොදා ම තීරණය ගැනීමට මගපෙන්වීම ප්‍රවේණී උපදේශකගේ කරුත්වයයි.

### ජාන තාක්ෂණය

#### ජාන තාක්ෂණයේ උපකරණ, ශිල්ප ක්‍රම සහ කුමවේද

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

අනනා DNA අනුක්‍රමයක් ඉතිරි DNA වලින් වෙන් කර හඳුනා ගැනීමට බණ්ඩවල ප්‍රමාණය මත පදනම් ව වෙන් කිරීම සහ හඳුනා ගැනීම අවශ්‍ය වේ. ප්‍රවේණීකව විකරණය කළ ජීවියකු සාදා ගැනීමේ දී ඒ DNA සුදුසු ක්‍රම හාවිත කරමින් ප්‍රතිග්‍රාහක ජීවියකුට භුවමාරු කිරීම අවශ්‍ය වේ. DNA පිටපත් සැදීම, ක්ලෝනකරණය හාවිත කරමින් ජීවස්ථ්‍රව (In vivo) සහ පොලිමරෝස් දාම ප්‍රතික්‍රියාව (PCR) හාවිත කරමින් නාලස්ථ්‍රව (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 සෙසලයක සම්පූර්ණ ගෙනෝමයෙන් ඉලක්ක DNA අනුක්‍රමයක් විසංගමනය සමග ජාන තාක්ෂණය ආරම්භ වේ. සංගුද්ධ කළ DNA, DNAවල වුළුහය සහ රසායනය අධ්‍යයනය, DNA ප්‍රෝටීන අන්තර්ත්වියා පිරික්සීම, DNA දෙමුහුමිකරණය (DNA hybridization) සිදු කිරීම, DNA

අනුකුම තිරණය PCR, බොහෝ ප්‍රවේශීක අධ්‍යායන, ජාත ක්ලෝනකරණය සිදු කිරීම වැනි බොහෝ හාටිතයන් සඳහා අවශ්‍ය වේ.

DNA අණු ඉතා දිග බැවින්, ජ්ලාස්ම්බ 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 යැම හෝ කැපී යැම අවම කළ යුතු ය.

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

- සමජාතියකරණය හෝ සෙල බිඳ දැමීම

DNA සූත්‍රාෂ්ථීක සෙලයක තාක්ෂණික තුළ පිහිටා ඇති අතර ප්‍රාග්න්‍යාෂ්ථීක සෙලයක නියුත්ලියෝඩය තුළ ඒකරාඹ වී ඇත. DNA විසංගමනයේ පළමු පියවර වන්නේ සෙල බිඳ හෙළිමෙන් හෝ ජාරණය මගින් DNA තිදහස් කර ගැනීමයි. ඇඟරීම (grinding) සහ සමජාතියකරණය (homogenization) මගින් යාන්ත්‍රිකව සෙල ජාරණය කළ හැකි ය. ලයිසොයිම් වැනි එන්සයිම මගින් බැක්ට්‍රීයා සෙල බිත්ති බිඳහෙලීම සිදු කළ හැකිය.

- DNase නිශේධනය

සෙල බිඳුවූ පසු ව DNA, බිමක්සිරයිබොනියුක්ලියේස් (DNAase) වැනි හායනය කරන එන්සයිම සමග ස්පර්ශ වීමට ඉඩ ඇත. එනිසා DNA, එබදු කැපීම සිදු කරන එන්සයිමවලින් ආරක්ෂා කළ යුතුම ය. නියුත්ලියේස් ක්‍රියාකාරීත්වය සඳහා අවශ්‍ය ලෝහ අයන ඉවත් කිරීමට නඩරිය කාරක එකතු කිරීම මගින් එම එන්සයිමවල ක්‍රියාකාරීත්වය නිශේධනය කළ හැක..

- නියුත්ලියෝඩ්‍රේ සංකීරණ විසටනය

DNA එවා බැඳී ඇති ප්‍රෝටොන් තිදහස් කිරීම අවශ්‍ය වේ. SDS වැනි ක්මාලක, පිනෝල්, හෝ ප්‍රෝටොලිටික එන්සයිම මගින් DNA-ප්‍රෝටින අන්තර්ක්‍රියා බිඳ දැමීම සිදු වේ.

- අපවිතුකාරක ඉවත් කිරීම

සෙලයක් තුළ ඇති වෙනත් සියලු අණු DNA සඳහා අපවිතුකාරක වේ. ඇතැම් හාටිතයන් සඳහා එම අපවිතුකාරක ඉවත්කිරීම අවශ්‍ය වේ.

- DNA අවක්ෂේපණය

මෙහි දී ජලිය කළාවක දිය වී ඇති DNA දින එතනෝල් සමග අවක්ෂේපණයට ලක් කරයි. එම අවක්ෂේපය සාමාන්‍යයෙන් ස්වාරක්ෂකයක් තුළ තැවත දිය කරනු ලබයි. DNAase රහිත RNAase (රයිබොනියුක්ලේස්) සමග සීමිත පිරියමකින් RNase ඉවත් කරයි.

## DNA සමග ක්‍රියා කරන එන්සයිම

නාලස්ටර් ව DNA කැපීම, සම්බන්ධ කිරීම සහ පිටපත් සඳහා එන්සයිම අවශ්‍ය වේ.

### 1. සීමා එන්බානියුක්ලයේස් එන්සයිම (Restriction endonuclease)

සෙසල තුළ වෙනස් කෘත්‍යායක් ඉටු කරන, වෙනස් වර්ගවල නියුක්ලයේස් ගණනාවක් ඇත. ජාන තාක්ෂණයේ දී නිශ්චිත ස්ථානවලින් DNA කැපීම වැදගත් වේ. DNA වල විශිෂ්ට අනුක්‍රමයක් හඳුනා ගෙන ඒ ස්ථානවලින් හෝ අසලින් කපන එන්සයිම සීමා එන්බානියුක්ලයේස් එන්සයිම ලෙස හැඳින්වේ. DNA අනුක්‍රමය කපන ස්ථානය සීමා ස්ථානය හෝ මේදන ස්ථානය නම් වේ (රුපය 7.28). උදා : *EcoRI* ප්‍රහවය *E.coli*

### 2. DNA ලයිගේස්

ප්‍රතිසංයෝජිත DNA අණුවක් ලබා ගැනීම සඳහා, වෙනස් ප්‍රහවවලින් ලබා ගත් කැපු DNA බණ්ඩ පොස්ලොඩිජිලස්ටර් බන්ධනයක් සාදමින් එකිනෙක සම්බන්ධ කරන්නේ DNA ලයිගේස් මගිනි (රුපය 7.27). T4 DNA ලයිගේස් ජාන තාක්ෂණයේ දී DNA සම්බන්ධ කරන එන්සයිමය ලෙස වඩාත් සුලබ ව හාවිත වේ. T4 බැක්ටීරියා හක්ෂකය මේ එන්සයිමයේ ප්‍රහවයයි.

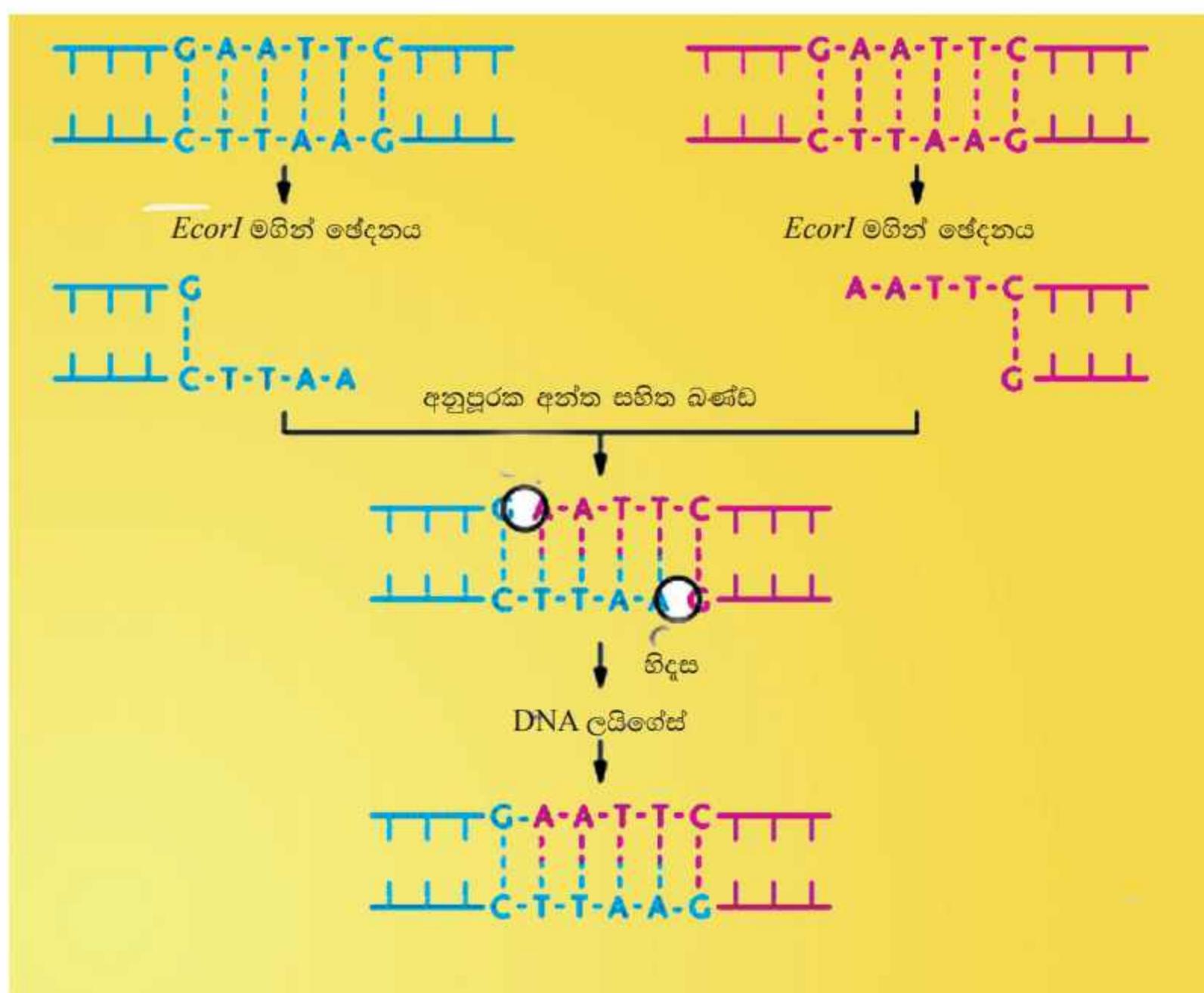
පොස්ලොඩිජිලස්ටර් බන්ධනයක් නැතිවීම



ලයිගේස් මගින් එම බන්ධනය සඳහාම



රුපය 7.27 : යාබද නියුක්ලයේටයිඩ අනර නිදැස පිරවීමට නව පොස්ලොඩිජිලස්ටර් බන්ධනයක් සඳහාම



රුපය 7.28 : *EcorI* සීමා එන්සයිමය මගින් වෙනස් සම්භව සහිත DNA කැපීම සහ ප්‍රතිසංයෝගීක DNA අනුව සැදිමට DNA ලයිජේස් මගින් වෙනස් DNA කැබලී සම්බන්ධ කිරීම

### 3. DNA පොලීමරසය

වර්ධනය වන DNA දාමයක, අව්‍යුත් දාමයට අනුපූරක බිමක්සිරයිලොනියුක්ලියෝටයිඩ එකතු කරන, ඒ හේතුවෙන් DNA පිටපත් කරන්නා වූ එන්සයිම වේ. එබැවින් ඒවා ජාන තාක්ෂණයේ දී විශේෂයෙන් PCR සහ ජාන අනුක්‍රමනිරණයේ දී ඉතා වැදගත් වේ. වඩාත් ම පුළුල්ව හාවිත වන DNA පොලීමරසය Taq DNA පොලීමරස් ය. එය *Thermus aquaticus* තාපකාමී බැක්ටීරියාවෙන් මුළුන් ම විසංගමනය කළ තාපස්ථායි එන්සයිමයකි. DNA සමග ක්‍රියා කරන එන්සයිමවලට අමතරව RNA අව්‍යුත් මත DNA සාදන එන්සයිම ද ජානතාක්ෂණයේ දී ඉතා ප්‍රයෝගනවත් වේ. ඒවායේ ක්‍රියාව ප්‍රතිලේඛනයට ප්‍රතිවර්ති බැවින් එම එන්සයිම රිවරස් චාන්ස්ක්ලිප්ටේස් ලෙස හැඳින්වේ. මෙය mRNA අව්‍යුත් මත cDNA (පිටපත් DNA / අනුපූරක DNA) සැදිමට හාවිත වේ.

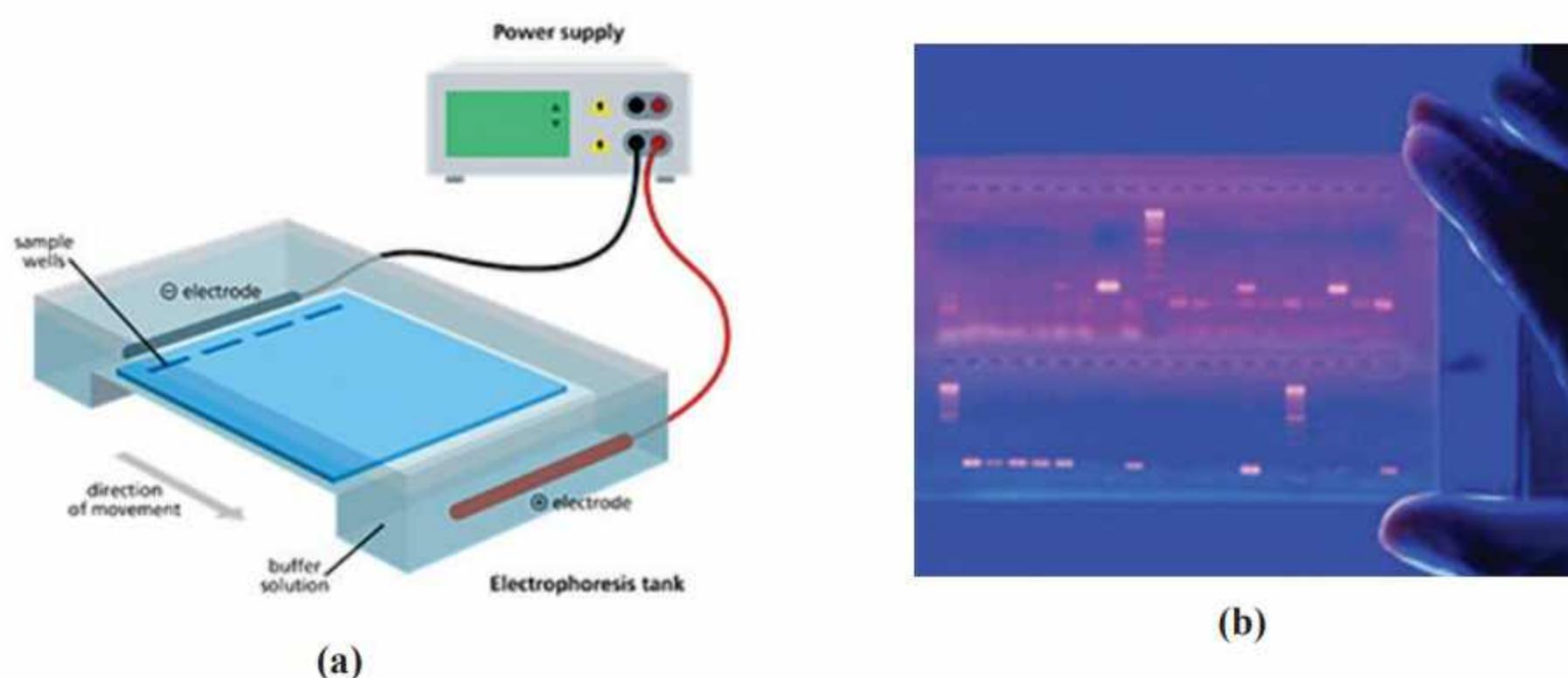
සීමා එන්සයිම මගින් DNA කැපීම මගින් වෙනස් ප්‍රමාණවල DNA බණ්ඩ මිශ්‍රණයක් සාදයි. DNA ඇගිලි සලකුණු තාක්ෂණයේ දී PCR හාවිතයෙන් විවිධ ප්‍රමාණ සහිත DNA දාම මිශ්‍රණයක් ලැබේ. ඒ නිසා DNAවල බොහෝ හාවිතයන් හි දී DNA අනු වෙන් කිරීම වැදගත් වී ඇත. විවිධ ප්‍රමාණ දරන කැබලී ජේල ප්‍රරකයක් මත වෙන් කිරීම මෙය සිදු කිරීමේ වඩාත් ම ප්‍රායෝගික ක්‍රමයයි.

### ඇගරෝස් ජේල විද්‍යාතාගමනය

විද්‍යාත් ක්ෂේත්‍රයක් තුළ ඒවායේ සවලතාවට අනුකූලව විශාල ආරෝපිත අනු (DNA, RNA ප්‍රෝටීන වැනි) වෙන් කිරීමේ දිල්ප ක්‍රමය විද්‍යාතාගමනයයි. විද්‍යාත් ක්ෂේත්‍රයක් තුළ වලනය වන අනුවක වේගය එහි ගුද්ධ ආරෝපණය සහ ප්‍රමාණය මත රඳා පවතී. ජේල ප්‍රරකයක කුඩා සිදුරු

මස්සේ අණු වලනය වේ. මෙමගින් අණුවල වලනය සීමා කරන අතර ප්‍රමාණයට අනුකූලව වෙන් කිරීමට උදුව වේ.

කුඩා අණු සමග සයදන විට විශාල අණු සෙමෙන් වලනය වේ. නියුක්ලික් අම්ල සැලකු විට ගුද්ධ ආරෝපණය අණුවේ දිග මත රඳා පවතින බැවින් වෙන් විම අණුවේ ප්‍රමාණය මත රඳා පවතී. DNA වෙන් කිරීම සඳහා වැඩි වශයෙන් ම හාවිත වන ශිල්ප ක්‍රමය වන්නේ ඇගරෝස් ජේල විශ්‍යතාගමනයයි. මුහුදු පැලැටි වර්ගයකින් ලබා ගන්නා සංගුද්ධ කළ එගාර්, ඇගරෝස් තම වේ. එය පොලිසැකරයිඩ් පුරකය සාදයි. ඇගරෝස් ජේල විශ්‍යතාගමන උපකරණයක ජේලය ස්වාරක්ෂකය තුළ තබා, ජේලයේ අන්ත දෙකකි කැනෙස්ඩය සහ ඇනෙස්ඩය තබා ඇත. (7.29 a රුපය) විදුලි ජනකයක් හාවිත කරමින් ධාරාවක් සැපයු විට සාම් ආරෝපිත DNA අණු ජේලය මස්සේ ඇනෙස්ඩය දෙසට සංක්‍රමණය වේ. ජේලය සැකසීමේ දී සිදුරු සාදන අතර DNA එම සිදුරු තුළට ඇතුළු කරයි. වෙන් වූ DNA එතිඩ්යම් බෝමයිඩ්වලින් වර්ණ ගැන්විය හැකි අතර, UV ආලෝකයට නිරාවරණය කිරීම මගින් පෙනීමට සැලැස්විය හැකි ය. (7.29 b රුපය)



රුපය 7.29 : a) DNA ඇගරෝස් ජේල විශ්‍යතාගමන උපකරණය

b) ජේලයක් මත පිහිටි වෙන් වූ DNA පටි UV ආලෝකය හාවිත කර පෙනීමට සැලැස්වීම්.

එතිඩ්යම් බෝමයිඩ් වර්ණක, ඇගරෝස් ජේලයක් මත ද්විත්ව දාම DNA පටියක් තිබීම පෙන්තුම් කරන නමුත් එකී වර්ණකවලට විශිෂ්ට නියුක්ලියෝටයිඩ් අනුක්‍රමයක් සහිත පටියක් අනෙක් එවායින් වෙන් කර දැක්විය නොහැකි ය. වෙනත් පටි රසක් අතුරින් එබදු පටියක් හඳුනා ගැනීම සඳහා DNA එළුණෙයක් හාවිත කෙරේ.

### DNA එළුණ සහ දෙමුහුමිකරණය

DNA එළුණෙයක් යනු, දෙමුහුමිකරණය මගින් අනුපූරක නියුක්ලියෝටයිඩ් අනුක්‍රමයක් අනාවරණය සඳහා හාවිත වන තනිදාම සලකුණු කළ DNA බණ්ඩයකි. සලකුණු කිරීම (labeling) යනු එම DNA දාමයක් අනාවරණය කර ගැනීමට හැකි සංයා ලබා දෙන සේ දාමය විකරණය කිරීමයි. විකිරණයිලි සමස්ථානික අන්තර්ගත කිරීම හෝ එළුණයේ ව්‍යුහයට ප්‍රතිදිජ්‍ය අණුවක් එකතු කිරීම මගින් සලකුණු කිරීම සිදු කළ හැකි ය. මේ තනිදාම DNA කොටසට අනුපූරක තනිදාම DNA හෝ RNA සමග දෙමුහුමි වීමට හැකියාව ඇත. එතිසා එළුණය සමග දෙමුහුමි සිදුවීමට පෙර ද්විතාම DNA දුස්වාහාවිකරණයට ලක් කර එළුණය සඳහා ඉඩ සැදිය යුතු ය. ජේලය මත ඇති දුස්වාහාවී කළ පටි සදර්න් බිලොටින් ක්‍රමය මගින් නයිලොසේලියුලෝස් හෝ නයිලෝස්

පෙරහන් පටල මතට මාරු කිරීම අවශ්‍ය වේ. ඉන්පසු, ඒ පරි පටලයට තිර වේ. රේලැගට සලකුණු කළ ඒෂණ පටලයට එකතු කර සස්වහාවිකරණය (renature) වීමට ඉඩ හරි. පටලයට තිර වී ඇති අනුපූරක අනුක්‍රමයකට පමණක් ඒෂණ ප්‍රබල ලෙස බැඳේ. පටලය සේදු විට ඉලක්ක නියුක්ලියෝටයිඩ් අනුක්‍රමය සහිත පරියට බැඳුණු ඒෂණ හැර අනෙක් ඒෂණ ඉවත් වේ. ඒෂණය විකිරණයිලිව සලකුණු කර තිබේ නම් ඉලක්ක අනුපිළිවෙළ පටලයේ ස්වයං විකිරණ ලේඛ ශිල්පය මගින් හදුනා ගත හැකි ය. ඒෂණය ප්‍රතිදිප්ත වර්ණක මගින් සලකුණු කර ඇති විට එම පරිය පාර්ශමීඩාල කිරණ මගින් හදුනා ගත හැකි ය.

### ප්‍රතිසංයෝගීත DNA තාක්ෂණය

පෘථිවීය මත වූ සියලු ජීවීන් පොදු ප්‍රාග්‍රැමයෙකුගේ න් පරිණාමය වී ඇති අතර, ඇතැම් වයිරස හැර ඔවුන්ගේ ප්‍රවේණික තොරතුරු DNA තුළ ගෙබා වී ඇත. රසායනික මට්ටමේදී සියලු ජීවීන්ගේ DNA එක සමාන වේ. තවදුරට ද, සියලු ජීවීන් එක සමාන ප්‍රවේණි කේතයක් හාවිත කරන අතර, ඒ හේතුවෙන් බැක්ට්‍රීයාවක, ගාකයක හෝ සත්ත්වයකු යන කවරේක තුළ එය ප්‍රකාශ වුව ද එක ම ජාත්‍යයක් එක ම පොලිපෙෂ්ටයිඩ් තාක්ෂණයකට කේතය සපයයි. මෙය ප්‍රතිසංයෝගීත 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 හාවිතවල වටිනාකමක් ඇත.

#### ප්‍රතිසංයෝගීත DNA අණුව

ප්‍රවේණික ප්‍රතිසංයෝගීතනයේ විද්‍යාගාර ක්‍රමවේද හාවිතා කරමින් වෙනස් ප්‍රහවද එක් ග්‍යෙ DNA එකට එකතුකර ස්වහාවයේ හමුනොවන අනුක්‍රමයක් නිරමාණය කරමින් සාදන DNA අණුවයි.

ප්‍රතිසංයෝගීත DNA අණුවක් (rDNA) සැදීම සඳහා පහත සඳහන් සියලු ශිල්ප ක්‍රම අවශ්‍ය වේ.

- වෙනස් ප්‍රහවදලින් DNA විසංගමනය
- විසංගත කළ DNA සීමා එන්සයිමය මගින් සීමිත ජීරණය
- ජේල විද්‍යාතාගමනය මගින් DNA බණ්ඩ වෙන් කිරීම
- අවශ්‍ය නියුක්ලියෝටයිඩ් අනුපිළිවෙළ සහිත නිවැරදි බණ්ඩ ඒෂණ හාවිත කරමින් හදුනා ගැනීම
- බහුවිධ ප්‍රහවදලින් ලබා ගත් DNA බණ්ඩ DNA ලයිගේස් හාවිතා කරමින් සම්බන්ධ කිරීම

ධාරක සෙසලයක් තුළට DNA අණුවක් නිවේගනය අසිරු පියවරකි. සෙසල තුළට DNA ලබා ගැනීමට ප්‍රතිරෝධයක් දක්වයි. මෙය ජීවීන්ගේ පැවැත්ම සඳහා වැදගත් වන්නේ, ආත්‍යමණික DNA සාමාන්‍යයෙන් හානිකර ප්‍රවේණික වෙනස්වීම්වලට හේතු වන බැවිනි.

අවම වශයෙන් ධාරක සෙසල කිහිපයකට හෝ පිටපතක් ලැබීම තහවුරු කිරීම සඳහා ප්‍රතිසංයෝගීත DNA අණුවල පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් අවශ්‍ය වේ. අවශ්‍ය DNA බණ්ඩය කෙටි එකක් නම් DNA ක්ලෝනකරණය නම් ශිල්ප ක්‍රම හාවිත කර නාලස්ථ ගුණනය සිදු කෙරේ.

### DNA ක්ලෝනකරණය

අවශ්‍ය DNA පිටපත් සැදීමට ධාරක සෙසලයේ DNA ප්‍රතිවලිත යන්ත්‍රය හාවිත වේ. කෙසේ වුව ද ධාරක සෙසලය තුළට නිවේගනය කළ DNA බණ්ඩයෙහි ප්‍රතිවලිත ආරම්භය (Ori) නොතිබේ නම් එය පිටපත් නොසාදනු ඇත. එනිසා ප්‍රතිසංයෝගීත DNA අණුව හෝ සැලකිල්ලට ගන්නා DNA

ප්‍රතිවලිත වීම උදෙසා Ori සහිත DNA සමග සංයෝගනය විය යුතු අතර, එයට වර්ණදේහය DNA වලින් ස්වාධීනව ප්‍රතිවලිත විය හැකි ය (වර්ණදේහීය DNA ප්‍රතිවලිත වන්නේ සෙල විභාගනය තුළ එක් වරක් පමණි). බැක්ටීරියා බාරකයෙහි තුළ ඒලාස්ම්බ පිටපත් රාඩියක් ඇති කළ හැකිය. බැක්ටීරියා හක්ෂකයක් ආසාදනය වූ විට, වයිරස් DNA පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් ද ඇත. අපට අවශ්‍ය DNA අණුව මේ DNA රැගේ ස්වයං ප්‍රතිවලිත ඒකක තුළට සමෝධානිත එම ඒකක වාහක නම් වේ.

## වාහක

වාහක යනු ඇදාළ DNA අණු, ගුණනය හෝ ක්ලෝනකරණය සඳහා බාරකයා තුළට රැගෙන යන යානාවන් ය. DNA ක්ලෝනකරණය සඳහා භාවිත වන වාහක ක්ලෝන වාහක නම් වේ. වාහකය ආගන්තුක DNA දරන විට එය ප්‍රතිසංයෝගීත වාහකය ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රතිසංයෝගීත වාහකයක් සැදිමේ දී ද, ප්‍රතිසංයෝගීත DNA අණුවක් සැදිම සඳහා වූ ක්‍රියාමාර්ගය ම අනුගමනය කරයි. මෙහි දී ප්‍රයෝගනවත් ජානය සීමා එන්සයිමයක් මගින් කැපිය යුතු අතර, වාහකය ද (ප්ලාස්ම්බ හෝ වයිරස DNA) සීමා එන්සයිමයෙන් ම කැපිය යුතු ය. ඒ දෙවරුගය මිශ්‍ර කිරීම සහ සමෝධානිත වීම තැබීම සිදු කළ යුතු අතර DNA ලයිගේස් භාවිත කර එකට බැඳිය යුතු ය (රුපය 7.30)

ක්ලෝනකරණ ස්ථානය යනු (cloning site) වාහකයා තුළ ඇති ක්ලෝනීකරණය 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 කිහිපයක් සඳහා අණුකුම තිබිය යුතුය.

බාරක සෙලයකට සාමාන්‍යයෙන්, බැක්ටීරියා බාරකයාට වාහකය පිටපත් කළ හැකි අතර, රේලුගට එවා ප්‍රතිසංයෝගීත වාහකය මගින් පරිණාමනයට ලක් කරයි. බාරකයා ඉන් පසු ප්‍රයෝගනවත් DNA දරන වාහකය පිටපත් කරයි. බැක්ටීරියා බාරක ගණාධිකයෙන් පැවත එන එක් එක් සෙලයේ ප්‍රතිසංයෝගීත ඒලාස්ම්බ ගණනාවක් ඇත.

## වාහක වර්ග හා එවායේ වෙනස්කම්

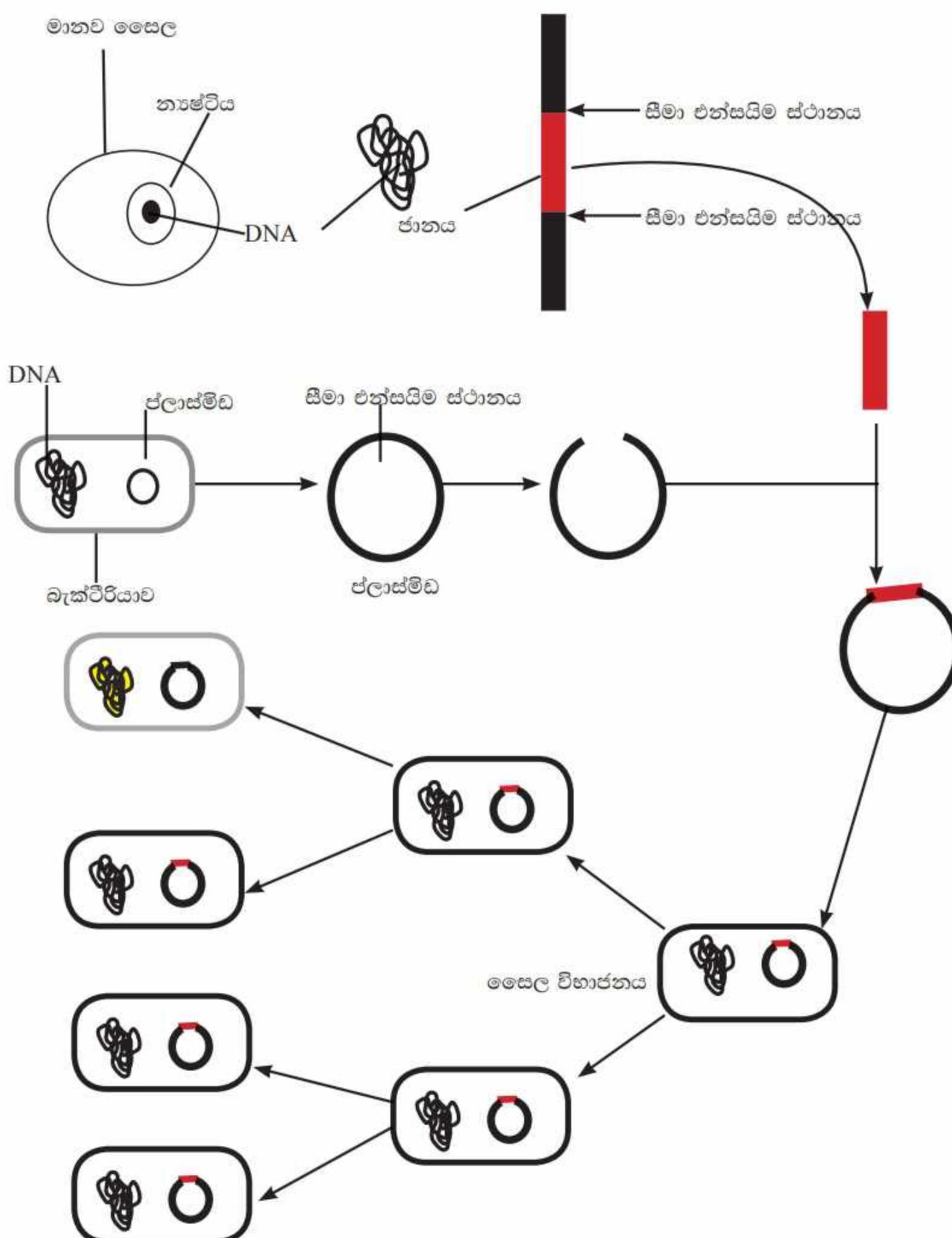
කිසියම් බාරක සෙලයක් තුළ ඕනෑම ස්වයං ප්‍රතිවලිත වන ඒකකයක් වාහකයන් ලෙස භාවිත කළ හැකි ය. බැක්ටීරියා තුළ ඒලාස්ම්බ සහ බැක්ටීරියා හක්ෂක වාහක ලෙස භාවිත වේ. ඒලාස්ම්බ දිස්ට් සෙල තුළ ද ඇත. ඒ නිසා එවා දිස්ට් තුළ වාහක ලෙස ද භාවිත කළ හැකි ය. දිස්ට් ක්ලෝනකරණ වාහක දිස්ට් කාන්තීම වර්ණදේහ (YACs) ලෙස හැඳින්වේ. එවා ඒලාස්ම්බ නමුත් වර්ණදේහ ලෙස හැඳින්වෙන්නේ සෙන්ට්‍රොමියර අනුකුම දරන බැවිනි. එවා රේඛිය විට වර්ණදේහ ලෙස කටයුතු කරයි. රට අමතරව සෙල විභාගනයට ස්වාධීනව ප්‍රතිවලිත වීමට එවාට උදවු වන ස්වයංපාලක ප්‍රතිවලිත අනුකුම ද (ARS) එවායේ ඇත. ඒ සියලු වාහක, වාහකයෙහි සඳහා අවශ්‍ය නොවන ජාන ද දරයි. එවා ඉවත් කරනු ලබන අතර, ඒ ඉඩ ඇදාළ ජානය ඇතුළු කිරීමට භාවිත වේ. දිස්ට් වාහක තුළ සෙන්ට්‍රොමියර අනුකුම සහ ස්වයංපාලක ප්‍රතිවලිත වන අනුකුම ද (ARS) ඇත.

ඉහත විස්තර කළ ලෙස ක්ලෝනකරණ වාහකයක ප්‍රධාන අරමුණ ජ්වස්ථ පද්ධතියක් තුළ DNA පිටපත් කිරීමයි. ඒ සඳහා තනි බාරකයෙහි තුළ ඇති පිටපත් සංඛ්‍යාව වැඩි විය යුතු ය. ඒ නිසා මේ තත්ත්වය බැක්ටීරියා ඒලාස්ම්බ, බැක්ටීරියා හක්ෂක සහ YACs මගින් ඉටු කරයි. සෙලවල පරිණාමනය ඉතා අකාර්යක්ෂම ක්‍රියාවලියකි.

එහෙත් බැක්ටීරියා හක්ෂක වාහක ලෙස හාවිත කිරීම මගින් එහි ගැටුලු මගහරවා ගත හැක්කේ බැක්ටීරියා හක්ෂක ආසාදන යන්ත්‍රණය මගින් වාහකය ධාරක සෙසල තුළට නිවේශනය කළ හැකි බැවිනි. එහි වාසිය වන්නේ YAC විශාල බැවින් ඒවා හාවිත කරමින් DNA විශාල ප්‍රමාණයක් පිටපත් කළ හැකි විමයි. ඒවා සූනාෂ්ට්‍රික පද්ධති තුළ ත්‍රියා කරන බැවින් වෙනත් වාසියක් ද ඇත.

පරිණාමනය

ධාරකයකුගේ වටපිටාවෙන්  
බහිර්ජනා දානා ඔවුන්ගේ  
ප්ලාස්ම පටලය මස්සේ කෙළින්ම  
ඇතුළු කර ගැනීම සහ ප්‍රවේශීක  
වෙනස්වීමක් ප්‍රතිඵල කරමින්  
ඒකාබද්ධ කරගැනීමයි.



**ర్యాప 7.30 :** బైక్లేరియా దీరుకుయా ఖా తేల్కాటేతిచి వాగుకుయ ఖాలిన కరతెన్ ప్రయోజనవాత్ శునుయక్ కుల్యేతీకరణు.

ප්‍රයෝග්‍රනවත් ජානයේ හෝ ප්‍රතිසංයෝගීත DNAවල පිටපත් ලබා ගැනීමට, ධාරක සෙසල එකතු කර ගැනීම, එම සෙසල ජාරණය මගින් වාහක නිදහස් කර ගැනීම, වාහක ඒලාස්මේ විසංග මනය සහ DNA බණ්ඩ විසංගත කිරීම සිදු කළ යුතුය. මූලින් ම භාවිත කළ සීමා එන්සයිමය මගින් ම DNA කැඳීම මගින් අවශ්‍ය DNA බණ්ඩය යැලී ලබා ගත හැකි ය. විසංගත කර ගත් ප්‍රතිසංයෝගීත DNA ඇගරෝස් ජේලයක් මත විද්‍යුතාගමනය මගින් වෙන් කර අනාවරණය කර ගත හැකිය.

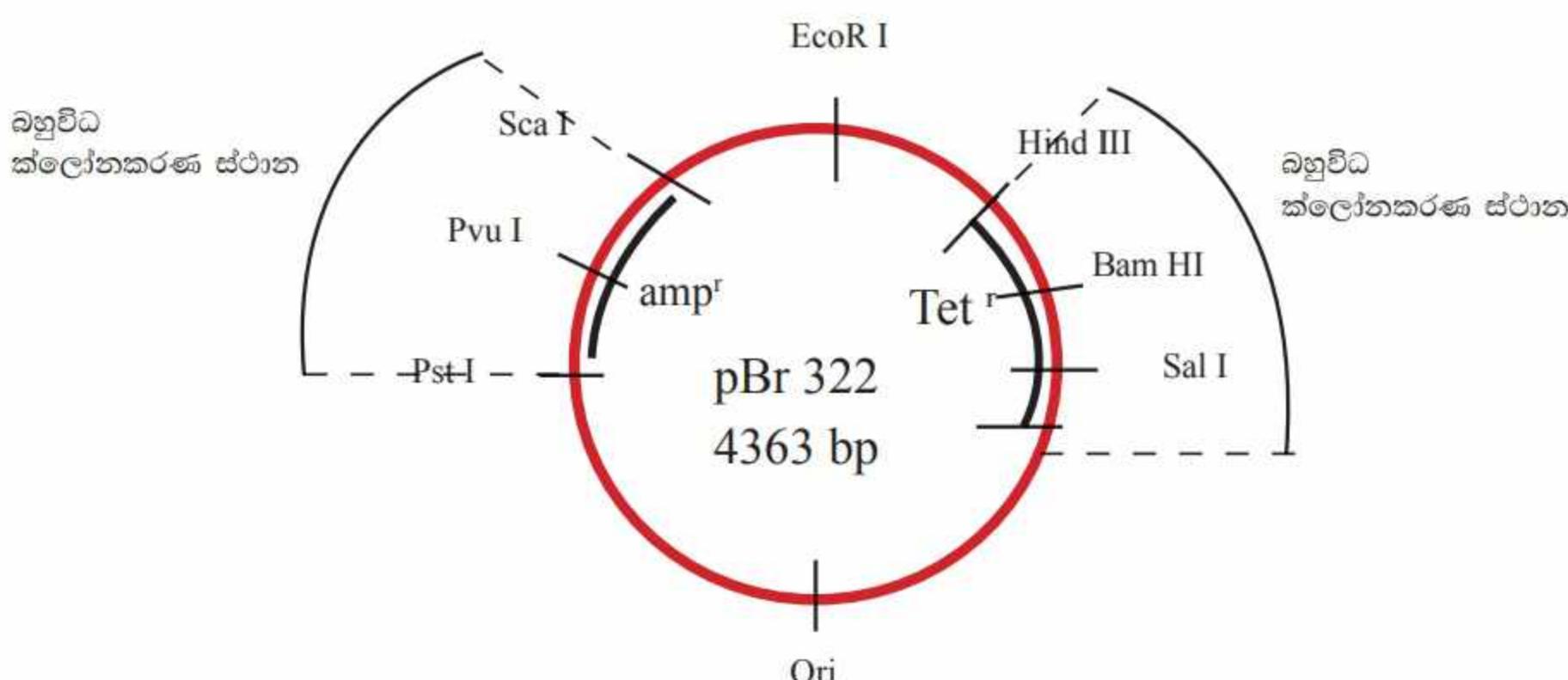
### සලකුණු ජාන (marker genes) හාටිතය

ප්‍රතිසංයෝගීත ප්ලාස්මිඩ වාහකයක් බාරක සෙසලවලට ගෙන ඒමේ දී පරිණාමන කාර්යක්ෂමතාව ඉතා අඩු ය. එක් පරිණාමනයට ලක් වූ බාරක සෙසලයකට, පරිණාමනය නොවූ සෙසල මිලියන හෝ බිලියන ගණනක් ඇති බව ඉන් අදහස් කෙරේ. පරිණාමනය වූ සහ පරිණාමනය නොවූ යන සෙසල දෙවර්ගය ම සුදුසු මාධ්‍යවල ගණාවාස සාදනු ලැබුවත් ඒවා වෙන් කර හඳුනා ගත නොහැකි ය. ඒ නිසා කිසියම් ආකාරයක සලකුණු ජානයක් යම් ශිල්ප ක්‍රමයක් මගින් හසුරුවමින් ක්ලෝන වාහකය තුළට ඇතුළු කළ යුතු ය. එමගින් බොහෝ පරිණාමනය නොවූ සෙසල අතුරින්, පරිණාමනය වූ සෙසලවලින් සම්හවය වූ ගණාවාස කිහිපය හඳුනා ගත හැකි ය. ප්‍රතිඵ්වක ප්‍රතිරෝධී ජාන, බොහෝ සුලඟ සලකුණු වේ. බාරක සෙසල විශේෂ ප්‍රතිඵ්වකයකට සංවේදී වන අතර, එම ප්‍රතිඵ්වකය අඩංගු වන මාධ්‍යයක වර්ධනය නොවේ. වාහකයා මේ ප්‍රතිඵ්වකවලට ප්‍රතිරෝධී ජාන රැගෙන යන බැවින් පරිණාමණය වූ සෙසල මේ ප්‍රතිඵ්වකය සහිත මාධ්‍යවල වර්ධනය වේ.

එබදු සලකුණු වරණීය සලකුණු ලෙස හැඳින්වෙන්නේ ඒවා පරිණාමනයට ලක් වූ සෙසලවල වර්ධනයට පමණක් ඉඩ සලසන බැවිනි.

විසදා ගත යුතු තවත් ගැටලුවක් ඇත. එනම්: නිවේශකය එහි ඇති බව පරිණාමනය යන්නෙන් අනිවාර්යයෙන් ම අදහස් නොවේ. සියලු වාහක ප්‍රයෝගනවත් ජානය සමඟ ප්‍රතිසංයෝගීත නොවේ. ඒ නිසා නිවේශකය අඩංගු වන වාහක සහිත ගණාවාස, වාහක පමණක් ඇති ගණාවාසවලින් වෙන් කර හඳුනා ගැනීමට තවත් සලකුණක් අවශ්‍ය වේ. තවත් සලකුණක් අවශ්‍ය වේ. මෙම දෙවන සලකුණ, බහුවිධ ක්ලෝනකරණ ස්ථානය තුළ පිහිටින අතර, නිවේශනය හේතුවෙන් එම සලකුණ අක්‍රිය වේ.

ක්ලෝන වාහකයක තිබූ යුතු අත්‍යවශ්‍ය ලක්ෂණ 7.31 රුපසටහනෙන් දැක්වේ.



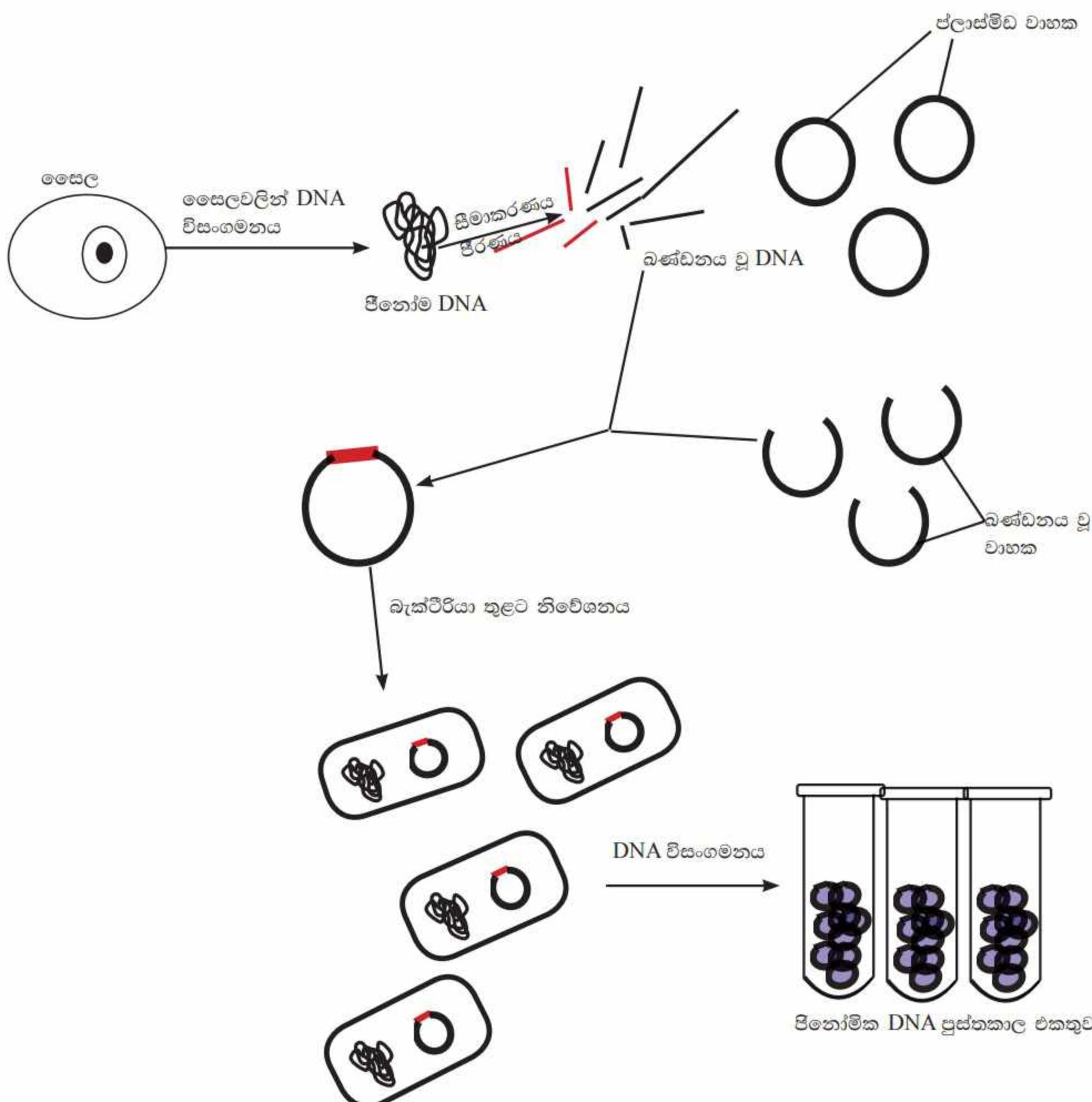
රුපය 7.31 : ක්ලෝන වාහකයක් සඳහා උදාහරණ (pBR 322) මෙහි දැක්වේ. අත්‍යවශ්‍ය ලක්ෂණ : ධරුයල බහුවිධ ක්ලෝනකරණ ස්ථාන\*

### DNA ප්‍රස්ථකාල

යාන්ත්‍රික බල හෝ සීමා එන්සයිම හාටිත කරමින් ඒනෝමයක් අනුමු කැබලිවලට කැඳු විට, ඒනෝමයේ ප්‍රමාණය මත රඳා පවතිමින් වෙනස් අනුකුම අනිවිශාල සංඛ්‍යාවක් ඇති වේ. ඒ සියලු කැබලි ක්ලෝනකරණ වාහක සහ ප්‍රතිසංයෝගීත වාහක තුළට සමෝධානිත කර බැක්ටීරියා බාරකයන්ට පරිණාමනය කළ හැකි ය. පරිණාමනය වූ සෙසල තෝරා ගැනීම සහ නිවේශකය දරන වාහක සහිත පරිණාමනය වූ සෙසල වෙන් කර ගැනීමට එම බාරකයන් සුදුසු මාධ්‍යයක

රෝපණය කළ හැකි ය. විශේෂ DNA බණ්ඩයක් සඳහා වරණයක් නැති බැවින් නිවේශකය සහිත එක් එක් පරිණාමනය වූ සෙයලයකට කළින් තෝරා ගත් ජීනෝමයේ ඡිනැම වෙනස් DNA කොටසක් දුරිය හැකි ය. සියලු ගණාවාස විසංගත කර වෙන් වෙන්ව රෝපණය කළ විට එම ගණාවාසවල එකතුව ජීනෝම DNA ප්‍රස්ථකාල ලෙස හැඳින්වේ (රුපය 7.32). DNA ප්‍රස්ථකාල යනු, සමස්ථ ජීනෝමික DNAවලින්, එකිනෙකට වෙනස් බණ්ඩ ප්‍රවාරණය කළ හැකි සූදුරේවී රෝපණ එකතුවකි. මේවා සර්වසම වාහක ගහනයක ක්ලෝනකරණය කර ඇත.

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



රුපසටහන 7.32 : ජීනෝම DNA ප්‍රස්ථකාල ගොඩනැගීමේ පියවර

වෙනත් DNA ප්‍රස්තකාල වර්ගයක් ද ඇත. ඒවා cDNA ප්‍රස්තකාල නම් වේ. සෙසල/පටකවලින් විසංගත කළ mRNA වල ප්‍රතිවර්තී ප්‍රතිලේඛනය මගින් ලබා ගත් අනුපූරක DNA එකිනෝ ප්‍රස්තකාලවල අඩංගු වේ. සෙසලයක mRNA එකතුව ව්‍යාන්ස්කීජ්ටෝමය ලෙස හැඳින්වේ. mRNA විසංගත කරන අතර එයට අනුපූරක DNA දාමය බවට ප්‍රතිවර්තී ප්‍රතිලේඛන කරයි. මෙහි දී රිවරස් ව්‍යාන්ස්කීජ්ටෝමයේ එන්සයිමය හාවිත කරයි. දීවිත්ව දාම cDNA ලබා ගැනීම සඳහා DNA පොලිමරස් හාවිත කරමින්, ප්‍රථම DNA අවුවුව මත දෙවන DNA දාමය ප්‍රතිවලිත කෙරේ. එම DNA බණ්ඩ ක්ලෝන කර cDNA ප්‍රස්තකාලය සැදීම සඳහා ජීනෝම ප්‍රස්තකාල සැදීමට සමාන ක්‍රියාමාර්ගයක් අනුගමනය කරයි. DNA ප්‍රස්තකාල මූලික ව හාවිත වන්නේ අනුකුමණය සඳහා DNA බණ්ඩවල ප්‍රහාර ලෙසයි. cDNA ප්‍රස්තකාල ද ජාත ප්‍රකාශනයේ රටාව විදහා දක්වයි.

### DNA ඇතුළු කිරීමේ පද්ධති

ආගන්තුක DNA අඩංගු සෙසලයක් පරිණාමනයට ලක් වූ සෙසලයක් ලෙස හැඳින්වේ. සෙසලය තුළට ආගන්තුක DNA ලබා ගැනීම ක්‍රම ගණනාවක් හාවිතයෙන් සිදු කළ හැකි ය.

#### පරිණාමනය

මේ ක්‍රමයේ දී ප්‍රයෝගනවත් DNAවල පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් (උදා: ප්‍රතිසංයෝගීත වාහකය) ධාරක සෙසල සමග මිශ්‍ර කෙරේ. සෙසල පටලය හරහා එහි වටපිටාවේ සිට DNA ඇතුළු කර ගැනීමට සෙසලයකට ඇති හැකියාව මත මෙය පදනම් වේ. සෙසල තුළට DNA ලබා ගැනීමේ කාර්යක්ෂමතාව ඉතා අඩු ය. විවිධ ප්‍රතිකර්ම මගින් ධාරක සෙසලවල ගක්‍රනාව (පිටත සිට DNA ලබා ගැනීමේ හැකියාව) වැඩි කළ හැකි ය.

#### පාරනයනය

මේ ක්‍රමය ධාරක සෙසල බැක්ටීරියා හක්ෂක මගින් ආසාදනය කිරීමේ හැකියාව මත රඳා පවතී. ගාක හා සතුන් ආසාදනය කරන වයිරස ද ආගන්තුක DNA ගාක හා සත්ත්ව ධාරක තුළට ඇතුළු කරන වාහක ලෙස හාවිත කළ හැකි ය. ප්‍රයෝගනවත් ජාතය, විකරණයට ලක් කළ වයිරස ජීනෝමය තුළට සමෝධානිත කර පෝරීන කැප්සිඩය තුළට අසුරාලයි. මෙම වයිරස අංශුවට එහි සාමාන්‍ය ආසාදන ක්‍රියාවලියේ දී මෙන් ප්‍රතිසංයෝගීත DNA ද සම්ප්‍රේෂණයට හැකි ය. කැප්සිඩය DNA ආරක්ෂා කරන අතර, මේ ක්‍රමය පරිණාමනයට වඩා වැඩි කාර්යක්ෂමතාවක් දක්වයි.

#### ජාත තුවක්කව (Gene Gun)

මේ ක්‍රමයේ දී රත්රන් වැනි බැර ලෝහවල කුඩා අංශු, ප්‍රයෝගනවත් DNAවල පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවකින් ආලේප කර, ඒ අංශු ඉහළ ප්‍රවේශයකින් පරිණාමනය විය යුතු සෙසලය තුළට විදිසි(shoot).

මේ සඳහා හාවිතා වන උපකරණය ජාත තුවක්කවයි.



#### Agrobacterium හාවිතයෙන් ජාත භුවමාරුව

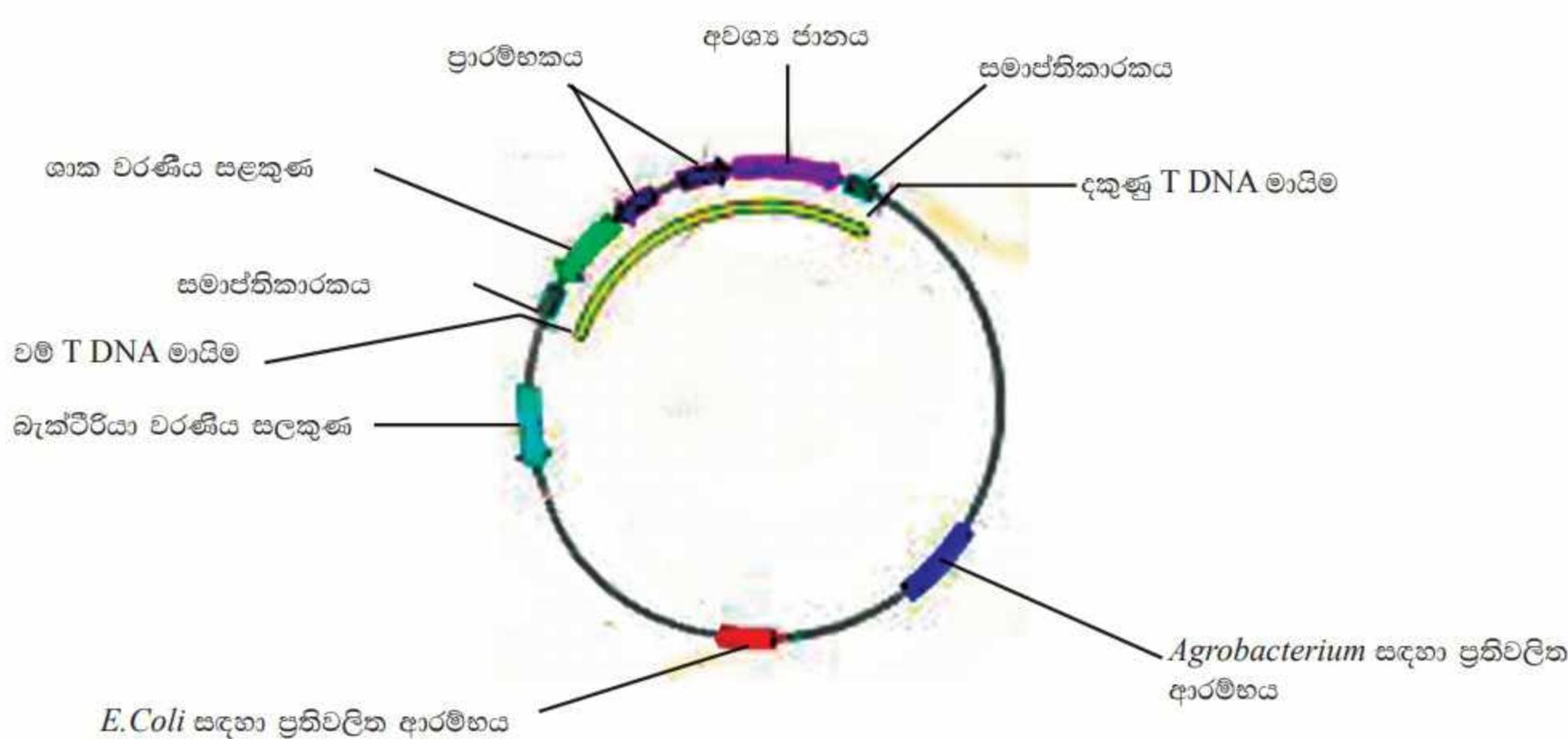
රුපය 7.33 : ජාත තුවක්කව

Agrobacterium ගාක ආසාදනය කළ හැකි පාංශු බැක්ටීරියාවකි.

මලුන්ගේ ආසාදනය වන ආකාරය ඉතා විශේෂ වේ. ආසාදනය මගින් ගාකය මත අරුබුදයක් සාදන අතර, බැක්ටීරියාව එය තුළ ජීවත් වේ. ඒ රෝගය මුදුන් ගඩු රෝගය (crown gall disease) ලෙස හඳුන්වයි. අරුබුදය හෝ ගඩුවේ සෙසල Agrobacterium ජීලාස්ම්බයේ බණ්ඩයක් මගින් ප්‍රවේශීකව පරිණාමනය වී ඇත. මේ ජීලාස්ම්බ Ti ජීලාස්ම්බය (අරුබුද ජීවෝග කරන) නම් වේ (රුපය 7.34). ඒ ජීලාස්ම්බයේ කොටසක් ගාක ජීනෝමයට මාරු වීමට හාජනය විය හැකි අතර,

මේ නිසා පුවමාරුක් DNA හෝ T-DNA ලෙස හැඳින්වේ. T-DNA හි ගබුවක් සැදීමට ප්‍රේරණය කරන ජාන සහ ප්‍රවණ්ඩතාව ආශ්‍රිත ලක්ෂණ ද ඇත. DNA පුවමාරුවට අවශ්‍ය වන්නේ T-DNAහි වම් හා දකුණු සීමා අනුකූලයන් ය.

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



රූපය 7.10 : Ti ජ්ලෑස්ම්බ වාහක

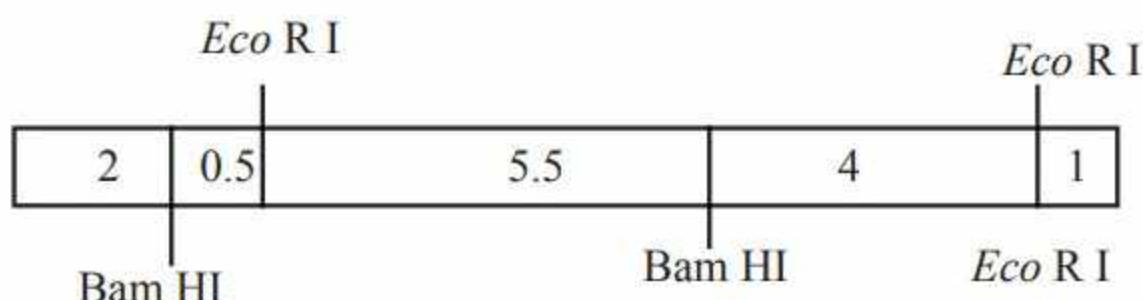
### DNA විශ්ලේෂණය

වර්ග කිරීම සඳහා රුපවීද්‍යාත්මක ලක්ෂණ යොදා ගන්නා විට, හාවිතයට ගත හැකි ලක්ෂණ සංඛ්‍යාව සීමිත බැවින් සාමාන්‍යයෙන් හඳුනා ගත හැකි කුඩා ම කාණ්ඩය විශේෂයි. ලක්ෂණ වැඩි ප්‍රමාණයක් හාවිතයට ගත හැකි වූ විට උපවිශේෂ, මාදිලියේ ප්‍රහේද වැනි තවත් බෙදීම් කළ හැකිය. ජීවීන් කුඩා කාණ්ඩවලට වෙන් කිරීමට වර්ගිකරණයේදී ජේව් රසායනික ගුණාංශ (එන්සයිම ක්‍රියා) ප්‍රයෝගනවත් ලක්ෂණ වේ. ජීවීයකුගේ ප්‍රවේශීය සහ මුවන්ගේ පරිසරය එක් වූ සංකලනයක් මගින් ලක්ෂණ පාලනය වන බැවින් ඉහත සඳහන් ලක්ෂණ පරිසරය මත රදා පවතිමින් වෙනස් විය හැකි ය. කිසියම් අයකුට ජීවීන් කාණ්ඩ දෙකක් ප්‍රවේශීකව සමාන හෝ වෙනස් වන්නේ කෙසේ දැයි පිරික්සීමට අවශ්‍ය නම් මහුව DNA මට්ටමින් පරික්ෂා කිරීමට සිදු වනු ඇත.

ජීවීන් අතර ප්‍රවේශීක සමානතා සහ වෙනස්කම් හඳුනා ගැනීම පහසු කිරීමට DNA විශ්ලේෂණය සඳහා විවිධ ඕල්ප ක්‍රම වැඩි දියුණු කර ඇති අතර, ඒවායින් ඇතැම් ක්‍රමයන් පුද්ගලයන් හඳුනා ගැනීමට පවා හාවිත කළ හැකි ය. මේ ඕල්ප ක්‍රම ඉහත සාකච්ඡා කළ විසංගමනය, ජේව් විශ්වාස්‍යාමනය එළා හාවිතය වැනි ඕල්ප ක්‍රම සමඟ සම්බන්ධ කර හාවිත කළ හැකි ය.

### නිරෝධ/ සීමා සිතියම (Restriction maps)

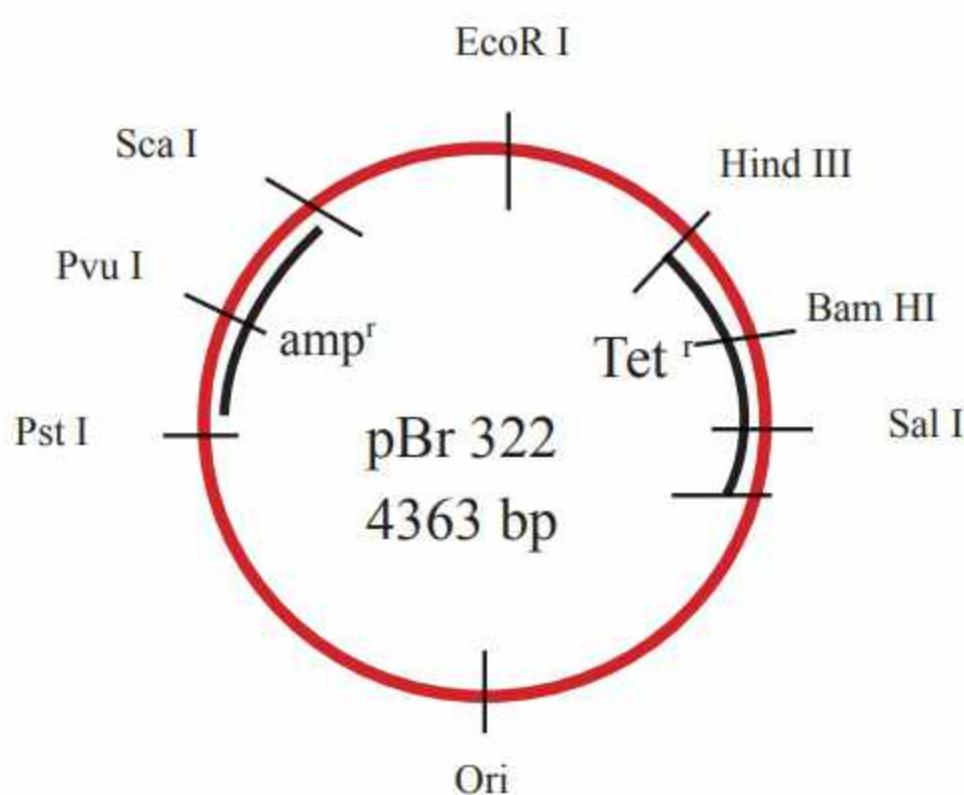
කළින් පෙන්වා දුන් පරිදි සීමා එන්සයිම, විශේෂිත DNA අනුකූලවලින් ද්‍රව්‍යව දාම DNA බණ්ඩවලට කපයි. සීමා ස්ථාන සංඛ්‍යාව සහ ඒවා පිහිටා ඇත්තේ කොතැනක ද යන්න මත රඳා පවතිමින් විවිධ ප්‍රමාණයෙන් යුතු බණ්ඩ විශාල සංඛ්‍යාවක් නිපදවනු ඇත. වෙනස් සීමා එන්සයිම වෙනස් ස්ථානවලින් කපන අතර වෙනස් ප්‍රමාණවලින් යුතු බණ්ඩ වෙනස් ප්‍රමාණවලින් නිපදවේ. සීමා සිතියමක් යනු එක් එක් සීමා ස්ථානයේ එකිනෙකට සාපේක්ෂ පිහිටීම සහ ඒ ස්ථාන අතර දුර දැක්වෙන රුප සටහනය (රුපය 7.35).



රුපය 7.35: කුඩා DNA බණ්ඩයක සීමා සිතියම

ක්ලෝනකරණ වාහක ගොඩනැගීමේ දී සීමා සිතියම ඉතා වැදගත් වේ. ක්ලෝනකරණ වාහක සීමා එන්සයිම මගින් ක්ලෝනකරණ ස්ථානයේ දී කපනු ලබන්නේ වෙනත් ප්‍රහවලින් ලබා ගත් DNA බණ්ඩ ක්ලෝනකරණ ස්ථානයට නිවේශනය කිරීම සඳහායි.මෙම දුරවල් සෙන්ටීමෝග න්වලින් (cM) හෝ නියුක්ලියෝටයිඩ යුගල් සංඛ්‍යාව මගින් දැක්විය හැකි ය.

පූලබව හාවිත වන ඒලාස්ම්බ වාහකයක සීමා සිතියමක් 7.35 රුපයේ දැක්වේ.



රුපය 7.36: pBr322 ඒලාස්ම්බ DNA වාහකයක සීමා සිතියම

### DNA අනුකූල නිර්ණය

DNA අනුවක් අනුපූරක සහ ප්‍රතිසමාන්තර දාම දෙකකින් සැදි ඇති අතර, එක එකක් රේඛිය අනුකූලයක සැකසුණ ඇඟිනීන්, ගුවැනීන්, සයිලොසින් සහ තයමින් යන හැම හතරකින් සමන්විත ය. DNA අනුවක් තුළ එකී හස්මවල නිවැරදි අනුපිළිවෙළ නිර්ණය කිරීමේ ක්‍රියාවලය DNA අනුකූල නිර්ණයයි.

1977 දී DNA අනුකූලනීරණය හඳුන්වා දීමේ සිට ශිල්ප ක්‍රම විශාල වශයෙන් වැඩිදියුණු වී ඇත. 2003 දී සමස්ත මානව ජීනෝමයේ අනුකූලය ලබා ගැනීමේ කාලය වන විට DNA අනුකූලනීරණය තාක්ෂණය හාවිතයට ගත හැකි ව පැවතිණි. මානව ජීනෝම ව්‍යාපෘතිය යටතේ එය පළමු පරම්පරාවේ අනුකූල නිරණ තාක්ෂණය ලෙස හැඳින්විණි. ඒ ක්‍රම කාලය වැය කරන ඒවා වූ අතර කෙටි DNA බණ්ඩවල පමණක් අනුකූලය නිරණය කළ හැකි විය. එතැන් සිට රේලග පරම්පරාව අනුකූලනීරණය හෝ දෙවැනි පරම්පරාව අනුකූලනීරණය දක්වා ද තාක්ෂණය වැඩිදියුණු කර ඇත. වඩාත් ම තුතන තාක්ෂණය මගින් නියුක්ලියෝටයිඩ මිලියන ගණනක් දිගින් යුතු දාම අනුකූලය කළ හැකි අතර, ඒ නිසා අනුකූලනීරණය සඳහා අවශ්‍ය කාලය විශාල වශයෙන් අඩු වී ඇත. මානව ජීනෝම ව්‍යාපෘතියට වසර 15ක් ගත වූ නමුත් අද වන විට අයකුට ඔහුගේ/ ඇයගේ අනුකූල කළ ජීනෝමය පැය ගණනක් තුළ ඇමරිකන් බොලර් 1000ක (2018 වර්ෂය) මිලකට ලබා ගත හැකි ය.

DNA අනුකූලනීරණය තාක්ෂණයේ සංවර්ධනය සමග එහි හාවිතාවන් ද පුළුල් වීමකට ලක් වී ඇත.

### DNA අනුකූලනීරණයේ හාවිත

**අණුක ජ්‍යෙ විද්‍යාව:** DNAවල කෘත්‍යයන් අවබෝධ කර ගැනීමට DNA හස්ම අනුකූලයේ තොරතුරු වැදගත් වේ. DNA අනුකූලය අධ්‍යාපනය මගින් පොලිපෙජ්ටයිඩයක් සඳහා කේතනය වන ජානවල පිහිටීම සෞයා ගත හැකි ය. ජානයක DNA අනුකූලය තුළ ඇති ඇතැම් බල පුද්ගල ප්‍රෝටීනයේ කෘත්‍යය විශේෂණය කරයි.

ලදාහරණයක් ලෙස, ප්‍රෝටීනයක් තීරයක් පටල ප්‍රෝටීනයක් බවට පත් වේ ද එසේ නැති නම් DNA බන්ධක ප්‍රෝටීනයක් බවට පත් වේ ද යන බව. මානව ජීනෝමය තුළ ජානවල බහුපිටපත් ඇති බව DNA අනුකූලනීරණය මගින් අනාවරණය වී ඇත. ඇමයිනෝ අම්ල අනුකූල හාවිත කර පෙජ්ටයිඩයක ඇමයිනෝ අම්ල අනුපිළිවෙළ නිරණය කළ හැකි නමුත් DNA අනුකූලය ඔස්සේ ඇමයිනෝ අම්ල අනුකූලය අවබෝධ කර ගැනීම දැන් වඩාත් පහසු වී ඇත.

**පරිණාමික ජ්‍යෙ විද්‍යාව:** DNA පරම්පරාවෙන් පරම්පරාවට ගමන් කරයි. කාලයත් සමග සිදු වන වෙනස් වීම DNA තුළ ඒකරායි වී තිබේ. ඒ නිසා විශේෂයක් තුළ සාමාජිකයන්ගේ සහ වෙනස් විශේෂ අතර DNA අනුකූලවල සමානතා සහ වෙනස්කම් මවුන්ගේ පරිණාමික බන්ධුතා අනාවරණය කරයි. ආදි මානවයන්ගේ ආරක්ෂිත ව කාලයක් තිබු මළයිරුරුවලින් (ලදාහරණ ලෙස මළි හෝ අයිස් තුළ වැළැඳුණු හෝ ගොසිල බවට පත් වූ මළයිරුරු) ලබා ගත් DNA අනුකූල නිරණය මගින්, *Homo sapiens* පරිණාමය වූයේ කුමන කාලයක ද සහ ලෝකය ජය ගැනීමට මවුන් සංකුමණය වූයේ කෙසේ ද යන්න පිළිබඳ සැශ්වානු සත්‍ය දාන ගැනීමේ හැකියාව සලසා දී ඇත.

**වෛද්‍ය විද්‍යාව:** සමහර ප්‍රවේශීක ආබාධ ඇතැම් පවුල්වල ආවේණිගත වේ. නිරෝගී පුද්ගලයකු වාහකයකු වීම හෝ නොවීම DNA අනුකූල නිරණය මගින් අනාවරණය කරයි. යම් විශේෂීත රෝගයකට හේතු වන ඇලිලයක් පවුලක සාමාජිකයන් අතර ව්‍යාප්තව ඇති ආකාරය අවදානම් තක්සේරු කිරීමේ ද සහ කළමනාකරණය සැලසුම් කිරීමට ඉතා වැදගත් වේ. එලෙස ම පිළිකා රෝග විනිශ්චය ද DNA අනුකූල නිරණය ඔස්සේ සිදු කළ හැකි ය. පිළිකා සඳහා මාශධයක් දීමන් පසු රෝගියාගේ රැයිරය තුළ ඇති DNAවල අනුකූලනීරණය මගින් ප්‍රතිචාරය හඳුනා ගත හැකි ය. මාශධය ප්‍රතිචාර දක්වන්නේ නම් රැයිරය තුළ වූ පිළිකාවලට සබඳතාවක් දක්වනා. DNA අනුකූල අඩු විය යුතු ම ය. ණැණුයක කළල බන්ධයෙන් විසංගත කළ DNA ප්‍රවේශීක ආබාධ තිබීම කළ තබා විනිශ්චයට ප්‍රයෝගනවත් වේ.

## වෝජාරික කටයුතු (Forensics)

සර්වසම නිමුල්ලෙන් හැර පුද්ගලයන් දෙදෙනකු සර්වසම DNA අනුකුම දුරීම අතිශයින් යුරුලහ ය. අපරාධයක් සිදු වූ ස්ථානයකින් හමු වූ DNA ද්‍රව්‍යවලට සමාන (රුධිරය, කේස්, ඉතුළු, බේවය) DNA අනුකුම සහිත පුද්ගලයන් හඳුනා ගැනීම DNA අනුකුමනිරණය මගින් කළ හැකි බව ඉන් අදහස් වේ. එලෙස ම පිතාත්වය පරීක්ෂා කිරීම DNA අනුකුමනිරණයේ තවත් ප්‍රයෝග්‍රයකි.

## මෙටා ජාත විද්‍යාව (Metagenomics)

මානව දේහය සහ වෙනස් පරිසර ඇතුළ යම් විශේෂ වාසස්ථානයක සිටින ක්ෂේර්ට්වින්ගේ සම්පූර්ණ එකතුව ක්ෂේර්ට්වියෝග්‍යයයි. ක්ෂේර්ට්වියෝග්‍යක සිටින ජීවීන් අධ්‍යයනය සඳහා වන සාම්ප්‍රදායික ක්‍රම ගුද්ධ ලෙස වගා කිරීම මත පදනම් වේ. කෙසේ වූව ද විශාල ක්ෂේර්ට්වි සංඛ්‍යාවක් රෝපණය රෝපණ මාධ්‍ය තුළ කළ නොහැකි බැවින් විශාල වශයෙන් නොසලකා හැරීමට ලක්ව ඇත. පරිසරය තුළ තිබෙන DNAවල එකතුව ප්‍රජා DNA ලෙස නිස්සාරණය කර මේ සාම්ප්‍රදාය සමස්තයක් ලෙස අධ්‍යයනය සිදු කරන විද්‍යාව මෙටා ජාත විද්‍යාවයි. අනුකුමනිරණය සහ යෝග්‍ය මඟුකාංග හාවිත කර මේ ප්‍රජා DNA තුළ ඇති විශිෂ්ට අනුකුම විශ්ලේෂණය මගින් වෙනස් විශේෂ සංඛ්‍යාව සහ මවුන්ගේ අනතුශතාව අනාවරණය වනු ඇත. මවුන්ගෙන් 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 ජාත විද්‍යාව වැදගත් වේ.

## DNA ඇගිලි සලකුණු තාක්ෂණය (DNA fingerprinting)

යම් පුද්ගලයෙන් අනනා ජාත සලකුණ කට්ටලය මගින් එහි DNA ඇගිලි සලකුණු හෝ ජාත පැතිකඩ සාදයි. සලකුණු තිබීම හෝ නොතිබීම දැනට තීරණය කරනු ලබන්නේ සලකුණ සඳහා විශිෂ්ට මූලිකයක් හාවිත කරමින් වැඩි වශයෙන් PCR මගිනි. ඒ සලකුණු කුඩා සමපාරික පිළියුම් (small tandem repeats/ STR) හෝ ක්ෂේර් අනුසැරිය DNA (microsatellite DNA) ලෙස හැඳින්වේ. සූනාෂ්ටීක DNAවල ඇතැම් නිරක්ත අනුකුම අඩංගු වන අතර, එහි දී දෙකේ සිට හය දක්වා හස්ම යුගල සංඛ්‍යාවක් එකක් පසුපස එකක් 100 සිට 1000 වාරයක් ප්‍රනරාවර්ති වන බැවින් එම පිළියුම්වල දිග විවිධ වේ. ඒවා නිරක්ත බැවින් ඒවායේ විවෘත රුපාණුදරුණ මත බලපෑමක් නොකරයි. මෙවා පුද්ගලයන් අනුව විවෘත වන අතර, එනිසා සලකුණු DNA ලෙස හාවිත කළ හැකි ය.

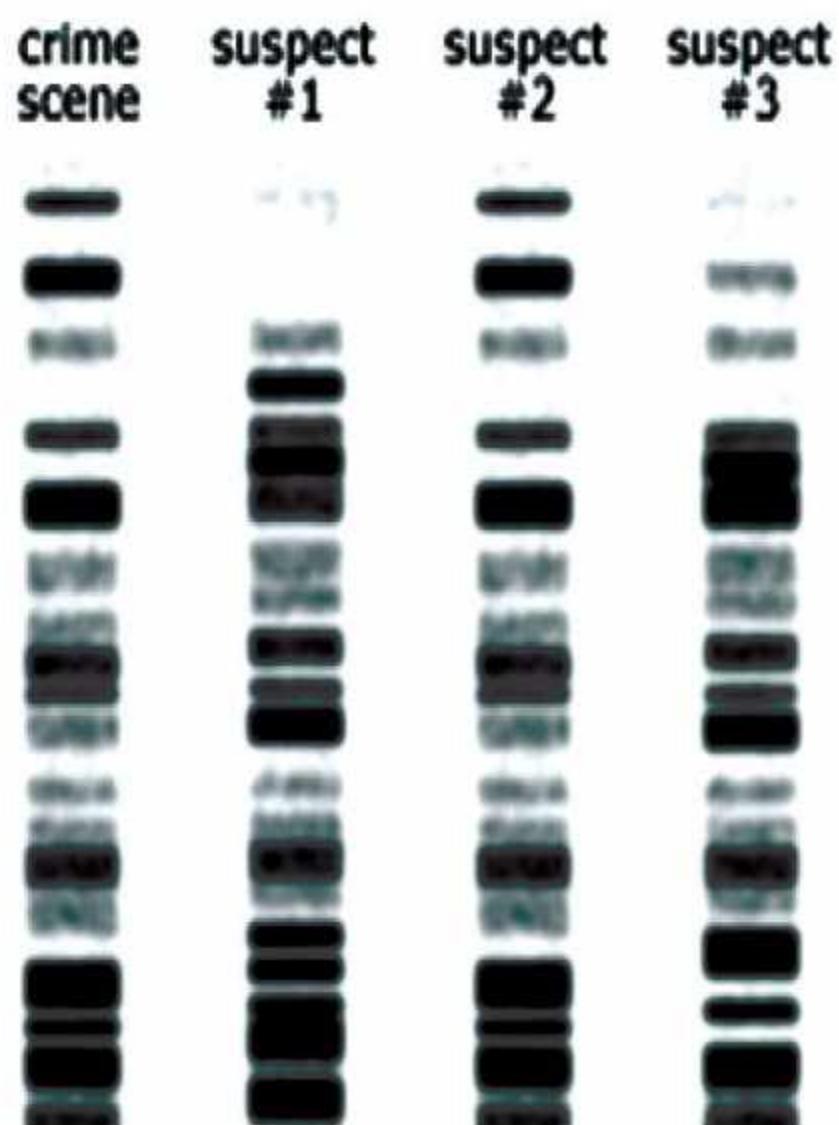
### STR සලකුණු හාවිත කිරීමේ වාසි නම්

- ඒවා ජීනෝමය තුළ බහුලව තිබීම
- PCR මගින් පහසුවෙන් පුරුණනය කළ හැකි වීම
- බෙහෙවින් විවෘත වන බහුරුප්‍යතාව
- ලාක්ෂණික STR විශාල සංඛ්‍යාවක් පැවතීම

කළින් හාවිත කළ ක්‍රමය වන්නේ, පෙර විස්තර කළ පරිදි සලකුණු කරන ලද සලකුණක් (labelled marker) හාවිත කර විශිෂ්ට අනුකුම ඒෂණ කිරීමය (DNA ඒෂණ සහ දෙමුහුමිකරණය බලන්න). DNA ආකෘති පැතිකඩ සැදිමේ දී සලකුණු කට්ටලයක් (ශේෂණ හෝ PCR මූලිකය) හාවිත වේ. බොහෝ පුද්ගලයන්ට සමාන පරිගත වීමේ රටාවන් (banding pattern) ඇති බැවින් එක සලකුණක් (marker) හාවිත කර DNA ඇගිලි සලකුණක් ලබා ගත නොහැකි ය. සලකුණු වඩා වඩාත් වැඩි සංඛ්‍යාවක් සංක්‍ලන ලෙස හාවිත වන විට එක ම රටාව හමු වීමේ සමඟාවිතාව අඩු වේ. සලකුණු 13ක් හාවිත වූයේ නම් එකම රටාව හමුවීමේ සමඟාවිතාව බිජියන 10 සිට ට්‍රිඡියන ගණනාවක් අතර අගයකට පැමිණෙන බව ගණනය කර ඇත. ලෝක ජනගහනය බිජියන 7ක් පමණ වන බැවින්, පුද්ගලයන් දෙදෙනකු එක ම ප්‍රවේශී පැතිකඩ/ ඇගිලි සලකුණ දුරීම බෙහෙවින් ම විය නොහැකි දෙයකි.

DNA ඇගිලි සලකුණු කාක්ෂණයේ යෙදීම්

අපරාධකරුවන් හඳුනා ගැනීම සහ වින්දිතයන් හඳුනා ගැනීම (රුපය 7.37) සැකකරුවන්ගේ ඇගිලි සලකුණු, අපරාධය සිදු වූ ස්ථානයේ ජෙව්වීය ද්‍රව්‍යවලින් ලබා ගත් ඇගිලි සලකුණු සමඟ ගළපයි. අපරාධකරුවන්ගේ අනන්‍යතාව පිළිබඳ විශේෂය අදහස අධිකරණය මගින් පිළිගනියි (රුපය 7.37).



ರೈತಯ 7.37 ಅಪರಾಧಕರ್ವನ್‌ ಹಳ್ಳನು ಗೈನಿಮ

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

පිතාත්ව පරික්ෂාව

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



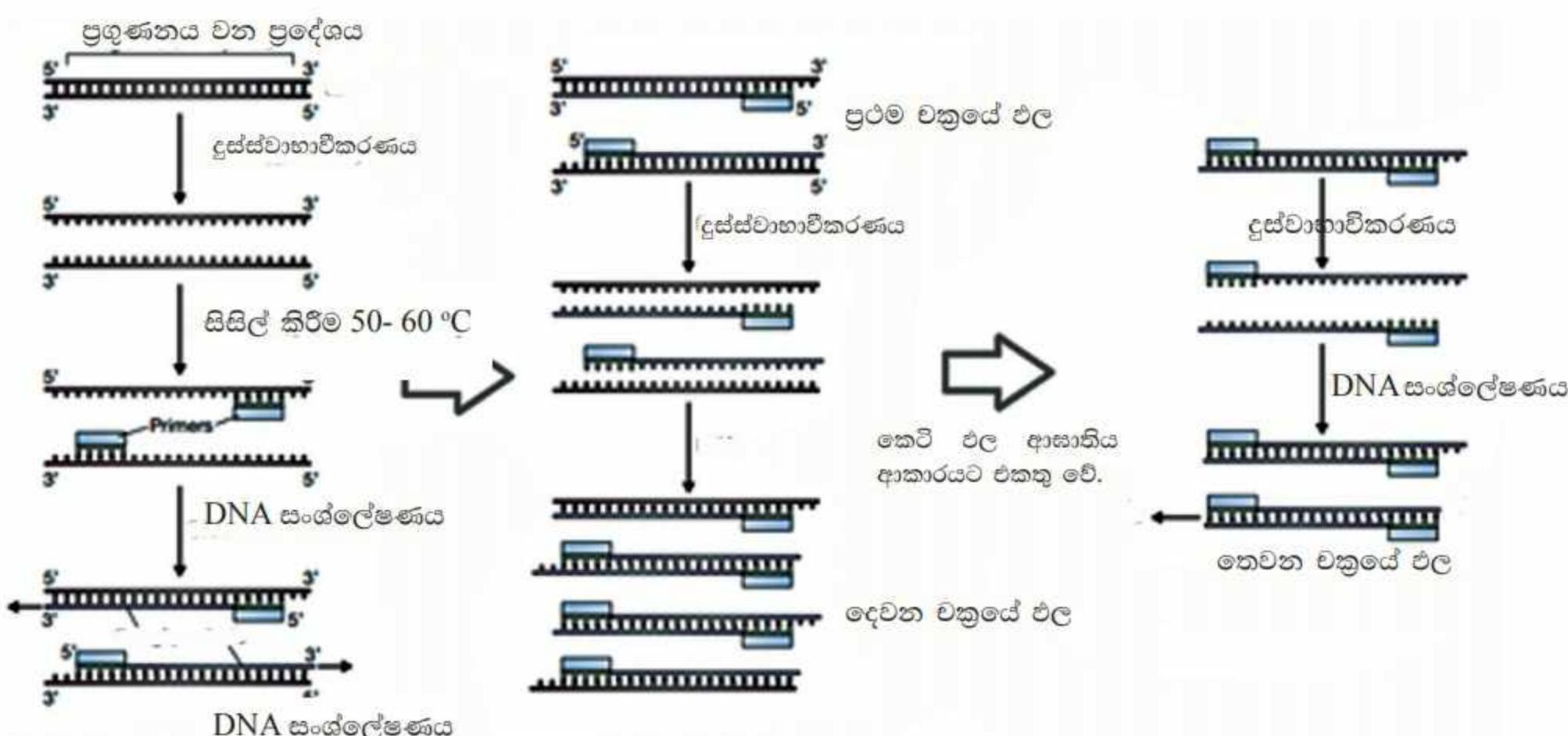
රුපය 7.38 පිනාත්ව පරීක්ෂා සඳහා DNA ඇගිල් සලකුණු තාක්ෂණය හාටිනය ආසාදිත කාරක හඳුනා හඳුනා ගැනීම: ව්‍යාධිතනක ආසාදක ජීවියකුගේ ඇගිල් සලකුණ සඳහා එෂණ හෝ මුළුක ඇති විට මේ ව්‍යාධිතනකයා රෝගියා තුළ, ආහාර හෝ ජලය තුළ සිටීම හෝ නොසිටීම DNA ඇගිල් සලකුණු තාක්ෂණය මගින් අනාවරණය කළ හැකි ය.

### පොලිමරේස් දාම ප්‍රතික්‍රියාව (PCR)

පොලිමරේස් දාම ප්‍රතික්‍රියාව (PCR), DNA ප්‍රතිව්‍ලිත වීම අනුකරණය කරමින් නාලස්ප්‍රව DNA අනුකුම පිටපත් කිරීමට හාටින වේ. ප්‍රතිව්‍ලිත වීමේ දී මෙන් ම නව DNA දාමය දිගු වීමේ ප්‍රතික්‍රියාව උත්ප්‍රේරණයට DNA පොලිමරේස් එන්සයිමය හාටින වේ. අමුදවා ලෙස dNTP අවශ්‍ය වන අතර, එම ඩීමක්සිරසිබොනියුක්ලියොටයිඩ් වර්ග හතරකි (dATP, dGTP, සහ dTTP dCTP). තනි අව්‍යුත් දාමයක් අවශ්‍ය වේ. DNA පොලිමරේස්වලට DNA ප්‍රතිව්‍ලිත වීම ආරම්භ කළ නොහැකි බැවින් මුළුකයක් ද අවශ්‍ය වේ. PCR හි මුළුකය නියුක්ලියොටයිඩ් සූජ සංඛ්‍යාවක් සහිත (මැලිගේ නියුක්ලියොටයිඩ්) විශිෂ්ට DNA අනුකුමයකි. එය පිටපත් කළ යුතු ඉලක්ක DNAවල 3' අන්තයේ අනුකුමයට අනුපූරක වේ. දාම දෙක ම පිටපත් කිරීමට එම දාම දෙකකින් 3' අන්තයට එක එකක් බැඳෙන මුළුක දෙකක් අවශ්‍ය වේ. සෙසලය තුළ දී මුළුකය RNA අනුකුමයකි. එවාට අමතර ව Mg<sup>2+</sup> ද අවශ්‍ය වේ. මෙවා PCR මිගුණයේ අවශ්‍ය ද්‍රව්‍ය වේ. ds DNA තුළ DNA බණ්ඩයක පිටපත් කරනු ලබන අනුකුමය ඇත. මේ නිසා එය දුස්වාහාවී කිරීම අවශ්‍ය වේ. PCR මිගුණය 95°C ට රත් කිරීම මගින් දුස්වාහාවීකරණය සිදු කරනු ලැබේ. මේ උෂ්ණත්වයේ දී එන්සයිම වැඩි ප්‍රමාණයක් දුස්වාහාවීකරණය වනු ලැබේ. ඒ නිසා දුස්වාහාවීකරණයට පසුව DNA පොලිමරේස් එකතු කිරීම අවශ්‍ය විය හැකි ය. කෙසේ වුව ද තාපකාම් ජීවිත්ගේ එන්සයිම ඉහළ උෂ්ණත්වයට ප්‍රතිරෝධී ය. ඒ නිසා PCR හි දී හාටින වන සූලබ තාප ප්‍රතිරෝධී DNA පොලිමරේසය Taq DNA පොලිමරේස් වන අතර, එය තාපකාම් බැක්ටීරියාවක් වන *Thermus aquaticus*ගෙන් ලබා ගනී.

දුස්වාහාවීහකරණය කළ අව්‍යුත් DNAවල අනුපූරක අනුකුමයට මුළුකය බැඳේ. මෙය අඩු උෂ්ණත්වවල දී සිදු වන අතර, පියවර තාපානුයින යුගලනය ලෙස හැදින්වේ. තාපානුයින

යුගලනය වන උෂ්ණත්වය මූලිකයේ දිග සහ අනුකූලය මත රඳා පවතී. මූලිකයේ තාපානුදිත යුගලනය සම්පූර්ණ වූ පසුව මූලිකය දිගු වීම (DNA සංය්ලේෂණය) වෙනස් උෂ්ණත්වයක දිසිදු වේ. මෙය භාවිත කළ DNA පොලිමරෝස්වල ප්‍රශස්ත උෂ්ණත්වයයි. ප්‍රමාණවත් කාලයක් ලබා දුන් විට අව්‍යු දැනුම් අනුපූරක පිටපත සම්පූර්ණ වී ලැබේ. ප්‍රථම තාප්‍ර වකුයක අවසානයේ (දුස්වාභාවිකරණය, තාපානුදිත යුගලනය, සහ දිගු වීම සිදු වන උෂ්ණත්ව) එක් එක් දාමයෙන් එක පිටපත බැහිත් ලැබේ ඇත. කෙසේ වුව ද ඉලක්ක DNA අනුකූලය අපේක්ෂිත පිටපතට වඩා දිගින් වැඩි ය (7.39 රුපය). PCR වකු දෙකකට පසුව ඉලක්ක DNA වල නිරවදා පිටපත සංය්ලේෂණය වේ. මිට පසු ඉලක්ක DNA වල පිටපත් එක් එක් වකුයට පසුව සාන්ධිය ආකාරයකට (exponential) (2, 4, 8, 16 ආදි ලෙස) නිපදවේ. දරුණිය PCR වල වකු 35-40 දක්වා ඇත. අවසානයේ තනි DNA අව්‍යු අණුවකින් අවශ්‍ය DNA අනුකූලයේ පිටපත් මිලියන ගණනක් නිපදවෙනු ඇත. මුද් වකු තුනේ දී PCR එල සැදෙන අන්දම 7.9 රුපසටහනෙන් දැක් වේ.



රුපය 7.39 මල් වක්‍ර තනේ දී PCR එල සැදෙන අන්දම

පුනරාවර්තනය වන වකු ස්වයංක්‍රීයව මෙහෙයවෙන අතර එය PCR යන්ත්‍රය (තාප්‍ර වක්‍රිකාරකය) තුළ සිදු කෙරේ (7.40 රුපය). PCR මිගුණය PCR තුළ තුළ පිළියෙල කරන අතර, ඒවා PCR යන්ත්‍රයේ සිදුරු තුළට ඇතුළ කෙරේ (නිවේශනය කරයි).



ರೈತ ಪರಿಹಾಸ 7.40: PCR ಕಿಡಿ ಕರನ ಯನ್‌ಅಯಕ್

PCR යනු ඉහළ නිවරදාතාවකින් යුතුව DNA වල පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් ලබා ගත හැකි සිසු කුමයකි.

PCR යනු අව්‍යුත් දාමයේ ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයකින්, ගුද්ධ DNA විශාල ප්‍රමාණයක් ලබාගැනීමට හා විශේෂීත ජාත්‍යයක් වැඩිදුර අධ්‍යාපනය සඳහා ක්ලෝනකරණයේ දී අත්‍යවශ්‍ය ම ශිල්ප කුමයකි (PCR වල පියවර මතක තබා ගැනීම අවශ්‍ය නොවේ).

### PCR වල හාවිත

- ආසාදී කාරක (ලදා : HIV හෙපටයිටිස්, මැලේරියා) තිබීම සඳහා සායනික නිදර්ශක විශ්ලේෂණය
- ප්‍රවේශීක රෝග ඇති කරන විකෘති විශ්ලේෂණය  
ලදා : සිස්ටික් ගෙනොටෝසිස්, දැකැති සෞල රක්ෂිත්තිනතාව, පිනයිල් කිටොනියුරියා)
- වේෂාරික පරීක්ෂණාගාරවල හාවිත වේ. අව්‍යුත් DNA කුඩා සංඛ්‍යාවකින් පිටපත් විශාල සංඛ්‍යාවක් සැදිමට PCR වැනි බැවින් එය විශේෂයෙන් ප්‍රයෝගනවත් වේ. මන්ද යන්: ආරම්භක DNA ඉතා සුළු ප්‍රමාණයක් පමණක් අවශ්‍ය බැවිනි (ලදා: රුධිර බින්දුවක් හෝ තනි කෙසේ ගසක්).
- PCR ක්ලෝනිකරණ ක්‍රියාමාර්ගයේ අත්‍යවශ්‍ය ශිල්ප කුමයක් වන අතර, එය අව්‍යුත් දාම ඉතා කුඩා ප්‍රමාණයකින් ගුද්ධ DNA විශාල ප්‍රමාණයක් ජනනයට සහ යම් විශේෂ ජාත්‍යයක් ගැන තවදුරටත් අධ්‍යාපනයට ඉඩ සලසයි.
- DNA අනුක්‍රමනීරණය PCR මත රඳා පවතී.
- පරිණාමික ජීව විද්‍යා ක්ෂේත්‍රයේ දී විශේෂ අතර සබඳතා හඳුනා ගැනීමට සහ ගවේෂණයට PCR හාවිතයට ගනී.
- මානව විද්‍යාවේ දී පුරාතන මානව සංක්‍රමණ රටා අවබෝධ කර ගැනීමට ද එය හාවිත වේ. පුරාවිද්‍යාවේ දී පුරාතන මානව වර්ගයා පිළිබඳ සෞයා බැලීමට එය හාවිතයට ගන්නා ලදී.
- වසර මිලියන ගණනාවක් පැරණි න්‍යා වූ විශේෂවලින් හෝ අධිකිතසංරක්ෂිත ගොසිලවලින් ගත් DNA ප්‍රගුණනය මගින් පාඨාණීය ධාතු විද්‍යායුද්‍යයේ PCR සුලුව හාවිත කරති. එමගින් ඔවුන්ගේ පරිණාමික බන්ධුතා පැහැදිලි කිරීමට තවදුරටත් අධ්‍යාපනයට ලක් කළ හැකි ය.

## ප්‍රශ්නීකව විකරණය කරන ලද ජීවීන්ගේ භාවිත (GMOs)

ජාතික ඉංජිනේරු ශිල්ප ක්‍රම මගින් අතිරේක ගති ලක්ෂණයක් හඳුන්වා දෙනු ලබන බාරකයා ප්‍රශ්නීකව විකරණය කළ ජීවීයකු (GMO) ලෙස නම් කෙරේ. ජාතික ඉංජිනේරු විද්‍යාත්මකව හසුරුවන ලද ක්ෂේත්‍ර ජීවියා (GEM) ජාතික සූසංයෝගී ජීවියා, ජීවමාන විකරණය කරන ලද ජීවියා (LMOs) ආදිය එයට සබඳතා සහිත වෙනත් පද වේ. GMOවලින් ලබා ගත්තා ආහාර සහ සත්ත්ව ආහාර ප්‍රශ්නීකව විකරණය කළ ආහාර (GMF) නම් වේ. වර්තමානයේ භාවිත වන හෝග ගාක, ගොවිපොල සතුන් සහ සුරතල් සතුන් බහුතරය ගැහැණුත කිරීම මගින් ප්‍රශ්නීක ව විකරණය කර ඇති බැවින්, වර්තමානයේ GMOs ලෙස සැලකෙන්නේ අත්‍යවශ්‍යයෙන් ම rDNA තාක්ෂණයේ ප්‍රතිඵලයක් ලෙස බිඟි වූ ජීවීන් ය.

### සටහන:

(සතුන් ක්ලෝන කිරීම ජාතික තාක්ෂණය නොවන බව අවබෝධ කර ගැනීම වැදගත් වේ. එහි ඉහත සඳහන් පියවර අන්තර්ගත නොවේ). ප්‍රශ්නීක ව විකරණය කළ ගාකයක් හෝ සත්ත්වයකු සැදීමේ ක්‍රියාවලය පියවර පහත දැක්වේ.

- සුදුසු ජාතික හඳුනා ගැනීම
- ජාතික විසංගමනය හා ප්‍රවීතුණය
- ක්ලෝනකරණය මගින් ජාතික ප්‍රගුණනය
- ප්‍රයෝගනවත් ජාතික නාලස්ථානික විකරණය
- විකරණය කළ ජාතික ක්ලෝනකරණය මගින් ප්‍රගුණනය
- ප්‍රතිග්‍රාහක සෙලවලට පරිණාමනය (ක්ෂේත්‍රී සෙල, ගාකවල සෙල හෝ ප්‍රාක්ප්ලාස්ටි, සතුන්ගේ සංසේචිත බිම්ල)
- ඇතුළු කරන ලද ප්‍රයෝගනවත් ජාතික ප්‍රකාශනය වේදියි නිවාරණය කිරීම
- විකරණය කළ ජාතික ස්ථායි ලෙස සමෝධනය වීම අධීක්ෂණය
- වෙනත් බෝග සහ සත්ත්ව ප්‍රහේදවලට නව ගතිලක්ෂණය හඳුන්වා දීමට පිළිමුහුම් කිරීම

ජාතික තාක්ෂණයේ භාවිත, කාෂිකර්මාන්තය, වෛද්‍ය විද්‍යාව සහ කර්මාන්ත ඇතුළු බොහෝ ක්ෂේත්‍රවල හමු වේ.

### කාෂිකර්මාන්තයේ දී GMOවල භාවිත

වර්ධනය වන මානව ජනගහනයට සහ වගා කළ හැකි භුමිය අඩු වීම සමග ඒකක ක්ෂේත්‍රී එලයක හෝග අස්වැන්න වැඩි කිරීම අවශ්‍ය බව ප්‍රත්‍යක්ෂ වී ඇත. පිරිමැසුම්දායක, තිරසාර කාෂිකර්මාන්තයක් කරා ලැගා වීම උදෙසා අඩු නිෂ්පාදන පිරිවැයකින්, වඩා වැඩි බෝග අස්වැන්නක් ලබාගත යුතු ය. ප්‍රමාණයට අමතර ව, ආහාරවල ගුණාත්මය වැඩි දියුණු කිරීම ද කාෂිකර්මාන්තයේ ප්‍රධාන අවශ්‍යතාවකි. 1930 සිට 1960 දක්වා වූ හරිත විෂ්ලේෂණ, ඉහළ අස්වැන්නක් ලබා දෙන බෝග, කෘතිම පොහොර සහ පළිබෝධනාගක හඳුන්වා දෙමින් බෝග අස්වැන්න වැඩි කළේ ය. කෙසේ වුව ද හරිත විෂ්ලේෂණයේ බලපෑම ද සිමිත වූ අතර, එය දැන් ප්‍රශ්නීකව විකරණය කළ ගාක (GM බෝග) මගින් යටපත් වෙමින් පවතී. තනි ගාක සෙලයක් ප්‍රශ්නීකව විකරණය කළ විට, ගාක සෙලවලට ප්‍රූර්ණ සමුල ජනන විභවයක් ඇති (totipotent) බැවින් එයට ගාකයක් ප්‍රනාජනනය කළ හැකි ය. බෝගයක එක් ප්‍රහේදයකට ප්‍රයෝගනවත් ගති ලක්ෂණයක් හඳුන්වා දුන් විට, එය ගාක අහිජනනය මගින් එම හෝගයේ වෙනත් ප්‍රහේදවලට හඳුන්වා දීමට හැකි ය.

කාමිකරමාන්තයේ දී හෝග අස්වැන්න වැඩි කිරීමෙහි ලා, ජාන තාක්ෂණය මගින් ලැබුණු වඩාත් ම වැදගත් දායකත්වයන් වන්නේ,

- පළිබේද හා රෝග
- වල්පැල නායක සහ
- පාරිසරික ආත්මින්ට ප්‍රතිරෝධී GM හෝග නිෂ්පාදනය කිරීමයි. එට අමතර ව ඉහළ පෝෂණ අයයක් සහිත හෝග ද පවතී.

ලදාහරණ :

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

### පළිබේදවලට ප්‍රතිරෝධී ගාක

ඇතැම් ලෙපිඩ්බාප්ටෝරා සහ කොලියෝප්ටෝරා කාමීන්ගේ ගාක බුදින කිට අවස්ථා තසන විෂ ප්‍රෝටීන නිපදවන ජාන, ජාන ඉංජිනේරු ඕල්ප කුම මගින් ඇතුළු කළ GM හෝග ගණනාවක් ඇත. කපු, බඩුරිගු, කැනෝලා සහ අර්තාපල් වඩාත් පුළුල්ව වගා කරන පළිබේද ප්‍රතිරෝධී GM ගාක වේ. ලෙපිඩ්බාප්ටෝරා කාමීන්ට ප්‍රතිරෝධී වූ ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාත්මකව නිපදවී වී ප්‍රහේදයක් 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. කිටයන් එම Bt විෂ නිකුත් කරන ගාක කොටස් අනුහුත කළ විට, විෂ අධිගුහණය වී ඔවුන් මිය යයි.

Bt විෂ ක්ෂීරපායින්ට හානිකර නොවන අතර, ඒ නිසා මිනිස් පරිහෝජනයට ද සුරක්ෂිත ලෙස සැලකේ. කෙසේ තමුන් Bt බඩුරිගු (Bt corn) වැඩි වශයෙන් වගා කරනු ලබන්නේ ජේව ඉන්ධන සහ සත්ත්ව ආහාර සඳහායි. ගාක පටක තුළ විෂ අඩංගු බැවින් මරණයට පත් වන එක ම කාමීන් වන්නේ ගාක පළිබේදන් ය. ඒ නිසා Bt බෝග හිතකර කාමීන් සඳහා සුරක්ෂිත ලෙස සැලකේ. 7.41 රුපය මගින් බඩුරිගු හා කපුවල ඇතැම් කාමී පළිබේද දැක්වේ. Bt විෂ ස්වාහාවික නිෂ්පාදන වන අතර ඒ නිසා ජේව හායනය කළ හැකි ය.

කෙසේ තමුන් කාමීන් එක ම විෂට දිගු කාලයක් තිස්සේ නිරාවරණය වූ විට එම GM හෝග නිෂ්පාදන තත්ත්වයට පත් කරමින්, එම විෂට ප්‍රතිරෝධයක් විකසනය වේ. කාමීන් තුළ ප්‍රතිරෝධය විකසනය ප්‍රමාද කිරීමට විසඳුම් ගණනාවක් යෝජනා වී ඇත. පරාග කණීකාවල විෂ අඩංගු බැවින් Bt බෝග වගා කරන ලද ක්ෂේත්‍රයෙන් ඉවතට ගැලවී යා හැකි, එවැනි පරාග අහම්බන් අධිගුහණය කළ, ඒ හෝග ආහාරයට නොගන්නා කාමීන් ද මරණයට පත් විය හැකි ය. එනිසා, Bt බෝගවල ඉලක්ක නොවන කාමීන්ට විහව් අනතුරක් ඇත.



(a)



(b)



(c)



(d)

රුපය 7.41 බඩ ඉරිගුවල කෑම් පලිබෝධකයේ

- (a) බඩුරිගු කරල් පණුවා
- (b) යුරෝපී බඩුරිගු ගුල්ලා
- (c) බඩුරිගු මුල් පණුවා
- (d) කපුගෙඩි පණුවා

රෝගවලට ප්‍රතිරෝධී ගාක

ජාත ඉංජිනේරු විද්‍යාව මගින් සකස් කළ රෝගවලට ප්‍රතිරෝධී හෝග සඳහා ප්‍රකට උදාහරණයක් වන්නේ පැපොල් මුදු පුල්ලි වයිරසයට (PRSV) ප්‍රතිරෝධී නව පැපොල් ප්‍රහේද නපදවීමයි. මේ වයිරසය ලොව පුරා පැපොල් වගාවේ සාර්ථකත්වය සිමා කරමින් සිටී. එම වයිරසය කුකරුවීට ගාක ද ආක්‍රමණය කරයි. එම වයිරසයට ප්‍රතිරෝධය සහිත පූහුල් (කුකරුවීට ගාක) සාර්ථකව නිපදවා වගා කර ඇත.

Potato virus Y (PVY)වලට ප්‍රතිරෝධී Potato leaf roll virus (PLRV) සහ පය්ලීම අංගමාර රෝගයට ප්‍රතිරෝධී අරකාපල් ප්‍රහේද රෝගවලට ප්‍රතිරෝධී හෝග සඳහා සෙසු උදාහරණ වේ.

රුපය 7.43 පැපොල් මුදු පුල්ලි වයිරසය මගින් ආසදනය වූ පැපොල්



## වල්නාභකවලට ප්‍රතිරෝධී ගාක

බෝගය ක්ෂේත්‍රය තුළ තහවුරු කළ පසුව, වල්පැලැටි පාලනයට පූජල් පරාසයක වල් නාභක ඉසිය හැකි වීම උදෙසා වල් නාභකවලට ඔරෝත්තු දෙන බෝග (HTCs) සකස් කරනු ලැබේ ඇත. ඉසින ලද වල් නාභකයට හෝගය ප්‍රතිරෝධී වූ විට හෝගයට හානියකින් තොරව සියලු වල් පැල නැසීමට හැකියාව ඇත. ගොවින්ට වල් පැලැටි ගැටලුවක් බවට පත් වේ දුයි බලා සිටිය හැකි වීම මෙහි වාසියයි. එවිට වල් නාභක අවශ්‍ය නම් පමණක් හාවිත කළ හැකි ය. මෙය වල් නාභක හාවිත අඩු කරයි. කෙසේ නමුත් එක ම වල් නාභකය තැවත තැවතත් හාවිත වූ විට, එම විශේෂ වල් නාභකයට වල් පැලැටිවල ප්‍රතිරෝධී බව වර්ධනය වීමට හැකි ය. ඒවා සුම්පරි වල් පැලැටි ලෙස හැදින්වේ. එක් වල් නාභකයකට ප්‍රතිරෝධීතාවක් සහිත හෝගයක් ඒ වල්නාභකයට ම ප්‍රතිරෝධීතාව සහිත GM හෝගයකට පසු ව වගා කරනු ලැබුව හොත්, මුල් හෝගයෙන් ඉතිරි වූ බිජ ප්‍රරෝධණය වී වල් පැලැටි බවට පත් වන අතර, ඒවා එම වල් නාභකයෙන් මරදනය කළ නොහැකි ය. ඒ ගැටලුව මග හැරීම උදෙසා වෙනස් වල් නාභක දරා ගත හැකි හෝග සමග බෝග මාරුව අත්හදා බැලීමට හැකි ය.

වල් නාභකවලට ඔරෝත්තු දෙන හෝග (HTCs) සඳහා දන්නා හොඳ ම උදාහරණයක් වන්නේ ග්ලයිපොසේට් වල් නාභයට ඔරෝත්තු දීමට විකරණය කළ හෝග වේ. එම ගාක "RoundUp Ready" හෝග ලෙස හැදින්වේ. මන්ද යත් ග්ලයිපොසේට්වල වෙළඳ නාමය "RoundUp" බැවිනි. වාණිජව ලබා ගත හැකි "Roundup ready" හෝග නම් බඩුරිගු, කපු, කැනෝලා, සේයා බෝංචි, බිටිරුටි සහ තිරිගු ආදියයි. වල්නාභකවලට ඔරෝත්තු දෙන වෙනත් ජනප්‍රිය හෝග වර්ග වන්නේ "Liberty link" සහ "In Vigor" ආදියයි. ඒවා ග්ලොසිනේට්වලට ප්‍රතිරෝධී ය. ග්ලොසිනේට් ප්‍රතිරෝධී හෝගවල උදාහරණවලට කපු, බඩුරිගු, කැනෝලා, සේයා, බිටි, සහ වී අයත් ය.

බොමොක්සිනොල්වලට ඔරෝත්තු දීමට විකරණය කළ කපු BXN කපු ලෙස හැදින්වේ.

## වෙනත් වැදගත් ලක්ෂණ සහිත GM ගාක

වෙනත් කාෂිකාර්මිකව වැදගත් ගති ලක්ෂණවලට, නිෂ්පාදිතවල ගුණාත්මය වැඩි දියුණු කිරීම අයත් ය.

එම ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රමුඛතාවලින් එකක් වන්නේ හෝගවල පෝෂණ අය වැඩි කිරීමයි.

- උයිග්ලිසරයිඩ් සංසටකය වැඩි කළ සහ ජීරණය කළ නොහැකි ගාක ගැයිටේට් (phytate) බිජ හෙලා පොස්ගරස් නිදහස් කරන ගැයිටේස් එන්සයිමය වැඩි කරන ලද GM කැනෝලා ප්‍රහේද අඩු ඇමයිලෝස් සහ වැඩි ඇමයිලාපෙක්ටින් අන්තර්ගතයක් සමග GM අර්ථාපල්
- බිජ තුළ වැඩි කළ ඔලෝයික් අම්ල අන්තර්ගතයක් ඇති සේයා බෝංචි වාණිජව ලබා ගත හැකිය.
- වැඩි කළ ප්‍රෝටීමින් A මට්ටම් සමග රන් සහල් ලෙස නම් කළ සහල් ප්‍රහේදය නිෂ්පාදිතවල ගුණාත්මය වැඩි දියුණු කිරීම පිළිබඳ අවධානය ගන්නා උදාහරණයකි. කහ පැහැති වර්ණකයක් අඩංගු වන ගාක ව්‍යාධිතනක බැක්ටීරියාවක් වන Pantoea ananatis ගෙන් ලබා ගත් ජාන සමග විකරණය කළ ප්‍රහේදයක් වාණිජව ලබා ගත හැකි ය.
- රසය (flavour) වැඩි කිරීම සඳහා එල ඉදිම ප්‍රමාද කළ සහ මෘදු වීමේ ශිසුතාවය අඩු කළ තක්කාලී GM බෝග විකසනයේ තවත් අවධානයට ලක් වන්නකි. ජානයේ ප්‍රහාරය තක්කාලී ම ය. ප්‍රාරම්භකයේ (Promoter) දිගානතිය වෙනස් කිරීම මගින් ජානයේ කොටසක් ප්‍රතිවර්තිය දිගාවකට පිටපත් කර ඇත.

## © 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අ.පො.ස (උ.පෙළ) ජීව විද්‍යාව

සම්පත් පොත

- පොලිනෝල් ඔක්සිකරණය අඩු කිරීම නිසා දූෂිරු නොවන ඇපල් සහ ජේට එතනෝල් නිෂ්පාදනයට උදුව වන ඇමයිල්ස්වල තාපස්පායිතාව වැඩි කළ බඩුරිගු තවත් උදාහරණ වේ.

පාරිසරික ආතති දරා ගැනීමට ප්‍රවේශීකව විකරණය කළ හැකි ගාක අතුරින්, නියං ප්‍රතිරෝධය සහිත බඩුරිගු සහ සෝයාබෝංචි පමණක් වාණිජකරණයට ලක් කර ඇත.

### වෛද්‍ය විද්‍යාවේ හාටින

මානව ඉන්සියුලින්, එන්නත් සහ වෙනත් විකිත්සක. GMO හාටිනයෙන් නිපදවනු ලබයි. GMO මගින් නිෂ්පාදනය කරනු ලබන මේ මාෂධ අඩු පිරිවැයකින් මහා පරිමාණයෙන් නිෂ්පාදනය සිදු කළ හැකි බැවින් වඩාත් ලාභ දායක වේ. ඒවා සුරක්ෂිත මාෂධ ලෙස සැලකේ.

මාෂධ නිපදවා ගැනීමට ප්‍රවේශීකව විකරණය කළ ඒවින් හාටිනයට හොඳින් දන්නා උදාහරණයක් වන්නේ ප්‍රවේශීකව හැසිරවූ *E. coli* හාටිනයෙන් මානව ඉන්සියුලින් නිපදවා ගැනීමයි. සත්ත්වයන්ගෙන් නිස්සාරණය කර ගත් ඉන්සියුලින් දියවැඩියා රෝගීන් හට විවිධ අතුරු බලපෑම් ඇති කරන ලදී. ඉන්සියුලින් නිස්සාරණයට ඇති ප්‍රහවයේ සීමිත ප්‍රමාණය නිසා නිෂ්පාදන පිරිවැය ද ඉතා වැඩි විය. එකී ඉන්සියුලින් මානව ඉන්සියුලින්වලට සමාන නොවන බැවින් ඒවායේ එලදායිත්වය අඩු විය. දන් සම්පූර්ණ ඉන්සියුලින් සැපයුම මානව ඉන්සියුලින් ජාන නිවේශනය කරමින් ප්‍රවේශීකව හසුරුවන ලද *E. coli*වලින් ලැබේ. ඒනිසා බැක්ටීරියාවලින් නිපදවන ලද ඉන්සියුලින් ඒවායේ ආරම්භක නිෂ්පාදනයට නිවැරදිව ම සමාන වේ.

වර්තමානයේ හාටින වන හෙපටයිටස් B එන්නත, සිස්ට්‍රි තුළ නිපදවෙන ප්‍රතිසංයෝගීතා එන්නතකි. ගාකවල ආහාරයට ගත හැකි කොටස් තුළ එන්නත් නිපදවීමට හැසිරවීම පරීක්ෂා මට්ටමේ පවතින සංකල්පයකි.

එහි අදහස වන්නේ ගාක සෙසල තුළ ප්‍රතිදේහ ජනකිය පෝරීනයක් ප්‍රකාශ කිරීමයි. ප්‍රතිදේහතනකයක් සහිත ආහාරයට ගත හැකි කොටස (දැනු: එලයක්) යම් අයෙක් ආහාරයට ගත් විට, ඒ පුද්ගලයා තුළ ප්‍රතිදේහතනකයට එරෙහි ප්‍රතිදේහ විකසනය වනු ලැබේ. ඒ නිසා එම විශේෂ රෝගයට එරෙහිව ප්‍රතිකක්තිය විකසනය වේ. ඒවා ආහාරයට ගත හැකි එන්නතක් ලෙස හැඳින්වන අතර, මෙය සාර්ථක වුව හොත් අඩු පිරිවැයකින්, සුරක්ෂිත එන්නතක් නිපදවීය හැකි අතර එන්නත් ලබා දීම වේදනා රහිත වනු ඇත. ගබඩා කිරීම ද ප්‍රධාන ගැටළුවක් නොවේ. ඒ නිසා මෙය ලෝකයේ උග්‍ර සංවර්ධන ප්‍රදේශවලට වඩා වැදුගත් වේ.

සෙසල රෝගණ තුළ වගා කරනු ලැබූ GM ක්ෂේරපායි සෙසල VIII සාධකය නිස්සාරණය කිරීමට හාටින වේ. VIII සාධකය හිමෙලීලියා රෝගීන්ට ප්‍රතිකාර කිරීමට හාටිනයට ගනී. පටක ජ්ලාස්ම්නෝර්ජන් සක්‍රියකය (tPA) හඳුනාබාධවලට සහ ආසාත රෝගීන්ට ප්‍රතිකාර කිරීමට හාටින වේ.

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

මේ ප්‍රතිකාරය ජාත විකිත්සාව හෝ මානව ජාත පුවමාරුව ලෙස හැඳින්වේ. රෝගීයාගෙන් නිස්සාරණය කළ DNA ඉලක්ක සෙසලවලට ඇතුළු කිරීම වයිරස් වාහකයකු හාවිත කර හෝ විවිධ ශිල්ප කුම හාවිත කරමින් නග්න DNA ලෙස හෝ සිදු කෙරේ. නිවැරදි කළ ජාතය සහිත සෙසල රෝගීයාගේ අදාළ පටකය තුළට තැවත හඳුන්වා දෙනු ලැබේ. ජාත විකිත්සක සංකල්පයට 1972 සිට දිරිස ඉතිහාසයක් තිබුණ ද මේ දක්වා හාවිත කිහිපයක් පමණක් ඇත.

ලියුකේමීයාවට ප්‍රතිකාර කිරීම සඳහා වන ජාත විකිත්සාව ඇමරිකා එක්සත් ජනපදයෙහි දී සිදු කළ ඒ වර්ගයේ පළමුවැන්තයි. ජාත විතික්සාවට තවත් උදාහරණයක් වන්නේ දැකැති සෙසල රක්තහිනතාවට හේතු වන විකෘති බෝට් ග්ලෝබින් ජාතය, නිවැරදි ජාතයෙන් ආදේශ කිරීමයි. එම ක්‍රියාමාර්ගය තුළ දී ඇටමිදුලවල හිමොපොඩික් මූලික සෙසල රෝගීයාගෙන් නිස්සාරණය කර, සාමාන්‍ය  $\beta$  - ග්ලෝබින් ජාතය ඒ සෙසල තුළට නිවේෂණය කර, විකරණය කළ සෙසල රෝගීයා තුළට ආපසු ඇතුළු කරයි. නිවැරදි කළ ඇටමිදුල මූලික සෙසල සාමාන්‍ය රක්තාණු තිපදවනු ඇත. පුද්ගලාරෝපණය කළ ප්‍රතිකාර (personalized medicine) සංකල්පය දියුණු කරමින් පවතින අතර එය රෝගවලට ප්‍රතිකාර කිරීමට සහ රෝග වැළැක්වීමට රෝගීයාගේ ප්‍රවේශීක තොරතුරු මත පදනම් වූවකි.

GM කාමීන්, කාම් වාහකයන් නිසා සැදෙන රෝග පාලනයට යොදවනු ලැබේ. මැලේරියා පරපෝෂිතයන්ට තම ආහාර මාර්ගය තුළට ඇතුළු වීමට ඉඩ නොදෙන සේ GM මදුරුවන් හසුරුවනු ලැබීම නිසා පරපෝෂිතයාගේ ජීවනවතුය බිඳුවැවේ. ඒ මදුරුවන් පරිසරයට නිදහස් කළ විට මැලේරියා ප්‍රවණතාව අඩු කරයි. තවත් උදාහරණයක් වන්නේ පුරුෂ වන්ද්‍ය ජාතය දරන GM පිරිමි මදුරුවන් සැදීමයි. එම පිරිමි වඳ කාමීන් සමුහ නිදහස් කළ විට ගැහැනු සතුන් සමග සංවාසය සිදු වූව ද ප්‍රථනයන් සිදු වන්නේ තැත. මේ තාක්ෂණය "වඳ කාම් තාක්ෂණය (SIT)" ලෙස හැඳින්වේ. මුසිලයේ සිදු කළ අත්හඳා බැලීමක දී වඳ GM පිරිමි මදුරුවන් හඳුන්වා දීම මගින් *Aedes aegypti* ගහනය 95%කින් අඩු විය.

### කර්මාන්තවල හාවිතය

කර්මාන්තවල GMO හාවිතය මගින් අඩු පිරිවැයකින්, පාරිසරික බලපෑම් අවම කරමින් තවතම නිෂ්පාදිත නිෂ්පාදනය කිරීමට හැකියාව ලැබේ. ජීවීන් හෝ මුළුන්ගේ නිෂ්පාදිත මත පදනම් වූ කර්මාන්ත පරිවේෂ (ambient) උෂ්ණත්ව සහ පිඩනවල දී අඩු ගක්ති ඉල්ලුමක් සහිතව සිදු වේ.

GMO මත පදනම්ව ඇති ලාභදායක මාශය කර්මාන්තය සහ GM හෝ කර්මාන්තය හැරුණු විට GMOවලින් මූලික වන බිඩු වන ඇතැම් නිෂ්පාදනය 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 විස් කර්මාන්තයේ දී මෝරු වෙන් කිරීම සඳහා කිරීම කැටිගැසීමට හාවිතයට ගනී. කයිමොසීන් ලබා ගන්නේ සාතනය කරන ලද ව්‍යුහපැටවුන්ගේ ආමාශවලින් නිස්සාරණය කිරීමෙනි. සැපයුම සීමිත වූ බැවින් මිල අධික වූ අතර එයින් කිරීම කර්මාන්තයට බලපෑමක් විය. ගවයන්ගෙන් ලබා ගත් කයිමොසීන් ජාතය යිස්ටි සෙසල තුළ හැසිරවීමට ලක් කරන ලදී. ඒ ප්‍රතිසංයෝගීත යිස්ටි වර්තමානයේ කයිමොසීන් ප්‍රහවයයි. එහි මිල සැලකිය යුතු ලෙස පහළ ගොස් ඇති අතර, නිෂ්පාදිතය පිරිසිදු ය. සත්ත්ව සම්හවය සහිත දුෂ්කවලින් තොර ය. ඇමයිලොමෝල්ටේවිස් GM *Bacillus sp* මගින් නිෂ්පාදනය කරනු ලබන තවත් එන්සයිමයකි. ඒ එන්සයිමය මගින් පිෂ්ටය කිරී කර්මාන්තයේ දී අවශ්‍ය ද්‍රව්‍යයක් ලෙස හාවිතයට ගත හැකි සේ විකරණය කරයි. Aspartame පැල පැණිරස කාරකයක් වන අතර GM *E.coli* මගින් නිපදවන ලද ආහාර ආකලන ද්‍රව්‍යයකි.

## GMO හාටිතය සම්බන්ධයෙන් සැලකිලිමත් විය යුතු දේ

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

### සෞඛ්‍ය ගැටුලු

- මියන් සහ වෙනත් සතුන් සහභාගි කර ගත් ඇතැම් පරීක්ෂණවල දත්ත මගින් අර්ථාපල්, බඩුරිගු, තක්කාලී සහ සෞඛ්‍යබෝංවි වැනි ප්‍රවේශීකව විකරණය කළ ආහාර අනුහව කිරීමෙන් පසු ඇතැම් සෞඛ්‍ය ගම්පාර්ල (Implications) පෙන්වා දුනි. ඒ වාර්තාවේ ආමායය, අක්මාව, වෘක්ක වැනි පටකවලට හානි වීම සහ මරණ වැඩි වීම පවා අන්තර්ගතය. කෙසේ නමුත් වෙනත් බොහෝ විද්‍යාඥයන් එබදු පරීක්ෂණවල හාටිත වූ කුමවේදය ගැන ප්‍රශ්න නගන අතර ඒ ප්‍රතිඵ්‍යුතු නැවත උපද්‍රවා ගත නොහැකි බව කියා සිටී. ඒ නිසා එබදු ප්‍රකාශ තහවුරු කිරීම හෝ ප්‍රතික්ෂේප කිරීමට වඩාත් ස්වාධීන පර්යේෂණ අවශ්‍යය.
- GM ආහාර පරිභේදනය හෝ GM හෝගවල පරාග ආශ්චර්ජ කිරීම නිසා අසාන්මිකතාව වර්ධනය වීම තවත් සෞඛ්‍ය ගැටුලුවක් ලෙස සාකච්ඡා වේ. ආගන්තුක DNA ධාරක සෙල තුළ ඒකරාගි වීම නිසා ජාන ප්‍රකාශනය වෙනස්වීම හෝ විකෘති ඇති වීමෙන් පෙරයිම් කළ නොහැකි එල ඇති වීමට මග පාදයි. ඒවායින් සමහරක් අසාන්මිකාරක, විෂ හෝ පිළිකා ජනක ඒවා විය හැකි ය. කෙසේ නමුත් නිශ්චිත විද්‍යාත්මක පර්යේෂණ තින්දු නැති හෝ තින්දු සැක සහිත ය. දැන් තාක්ෂණය දියුණු කර ඇති නිසා, ධාරකයාගේ වෙනත් කෘත්‍යාවලට බාධා රහිතව නිවැරදි ස්ථානයට ම නිවේශනය සිදු කළ හැකිය.
- සලකුණු ජාන ලෙස හාටිත වන ප්‍රතිඵ්‍යුතු ප්‍රතිරෝධී ජානවල තිරස් ජාන පුවමාරුව සිදු කළ හැකි වීම ද විභව්‍ය සෞඛ්‍ය ගැටුලුවක් ලෙස මතු කර දක්වා ඇත. එබදු ජාන අධ්‍යාපන GM ආහාර විශාල ප්‍රමාණවලින් පරිභේදකයන් විසින් ආහාරයට ගනු ලැබේ. මෙය සිදු විය හැකි නමුත් සියලු ඒවින්ට තිරස් ජාන පුවමාරුවට බාධක ඇත. ඒ නිසා මිනිසා තුළට තිරස් ජාන පුවමාරුවට ඇති අවස්ථා ඉතා අඩු ය. බැක්ටීරියා අතර තිරස් ජාන පුවමාරුව වඩාත් විය හැකි බැවින් ප්‍රතිඵ්‍යුතු ප්‍රතිරෝධය ව්‍යාධීජනක ඒවින්ට පුවමාරුව ඇතැම් සෞඛ්‍ය ගැටුලු ඇති වීමට හේතු විය හැකි ය. කෙසේ වුව ද rDNA තාක්ෂණයේ හාටිත වන ප්‍රතිඵ්‍යුතු රසායනික විකින්සාවේ දී හාටිත නොවේ.

අනෙක් අතට මිනිසා සහ සියලු වෙනත් සතුන් ඔවුන් පරිණාමය වූ කාලයේ සිට ම ගාක හෝ සත්ත්ව සම්භව සහිත ආහාර අනුහව කරමින් සිටී. එහෙත් ආහාර අනුහවය නිසා ජාන පුවමාරුව වූ බව පෙන්නුම් කරන කිසි ම සාක්ෂියක් නැත.

### පාරිසරික ගැටුලු

- කෘමින්ට ඔරොත්තු දෙන හෝග මගින් ඉලක්ක නොවන කෘමින්ට හානිකර විය හැකි ය. එය සිදු වන්නේ අහමිබයෙන් GM බෝග තුළ නිපදවන ලද විෂ අධිග්‍රහණය වීමෙනි. ඒ විෂ පරාග තුළින් ව්‍යාප්ත වී හෝග නොවන ගාබ මත තැන්පත් වන අතර කෘමින් ඒවා

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

2. පරපරාගණය මගින් ආගන්තුක ජාත එම හෝගයේ ම වෙනත් GM නොවන ප්‍රෘතිවලට සහ හෝගයේ වල් දරු බන්ධුන්ට මාරු විය හැකි ය. ඒ නිසා කාබනික හෝ GMO නොවන ගොවිතැන දූෂණය වීමට ප්‍රථමවන.
  3. Bt ජාත වල් දරු ගාක වෙත පුවමාරු වූ විට ඒවා මත යැපෙන කාමීන් මිය යැම හේතුවෙන් පාරිසරික අසමතුලිතතාවක් ඇති විය හැකිය.
  4. වල් නාංක ප්‍රතිරෝධී ජාත වල් පැලැටිවලට පුවමාරු වූ විට ඒවා එම වල් නාංකය භාවිත කර පාලනය කළ නොහැකි ය. ඒ නිසා ඒවා සුපිරි වල් පැලැටි බවට පත් වේ.
  5. ස්වභාවිකව වැඩිනා ගාක තුළ ආගන්තුක ජාත පැතිර යැම ජාත දූෂණය ලෙස හැඳින්වේ.
  6. වල් නාංක ඔරෝත්තු දෙන හෝග කිසියම් වල් නාංකයකට ප්‍රතිරෝධී නම් ගොවින් ඔවුන්ගේ වගා ක්ෂේත්‍ර පවිත්‍රව තබා ගැනීම උදෙසා එම වල්නාංක පමණ ඉක්මවා භාවිතයට නැඹුරු වීමට හැක. එම තත්ත්වය පවතී නම් එක ම වල් නාංකයට දිගින් දිගට ම නිරාවරණය වීම හේතුවෙන් වල් නාංකයට ඔරෝත්තු දෙන වල් පැලැටි විකසනය වේ. කෙසේ වුව ද ගොවින් වගා ක්ෂේත්‍රය පවිත්‍ර කිරීමට පමණක් මුදල් වැය නොකරන බවට තරක කෙරේ. පෙර සූදානමක් ලෙස වල්නාංක ඉසීම වෙනුවට අවශ්‍යතාවය ඇතිවන තුරු බලා සිට අවශ්‍යතාවට පමණක් ඒවා ඉසීම මෙමගින් ඔවුන්ට කළ හැකි වේ.
- වෙනස් කළ වල් නාංකවලට ඔරෝත්තු දෙන ලෙස හෝග මාරුවෙන් මාරුවට වගා කිරීම මගින් එබදු සුපිරි වල් පැලැටි විකසනය මග හරවා ගත හැකි ය.
7. GM බෝග ගොවින් මෙන් ම පරිහෝජකයන් විසින් පිළිගනු ලැබූ විට වගා කරන බිම් ප්‍රමාණයේ GM හෝග ප්‍රමුඛ තත්ත්වයට පත් වනු ඇති අතර එය ප්‍රහේද ඉතා සුළු සංඛ්‍යාවකට සීමා වනු ඇත. හෝග විවිධත්වය එබදු ඉතා කුඩා සංඛ්‍යාවකට අඩු වූ විට පාරිසරික බලපැමිවලට ඔරෝත්තු දීම ද ඉතා අඩු වී තනි පාරිසරික සිදුවීමකින් සම්පූර්ණ වගා ක්ෂේත්‍රය ම විනාශ විය හැකි අතර එය සාගතයකට මග පාදියි.
  8. හෝග විවිධත්වය අඩු වීම, හෝග ජාත සංවිතයෙන් ජාත ඉවත් වීමට දායක වේ.

### සමාජ ආර්ථික ගැටුලු

1. අලුතෙන් සංවර්ධනය කරන ලද GM හෝගවල අයිතිය පේටන්ට් බලපත්‍ර ලාභින් සහ විකාශය කරන්නන් විසින් හිමි කර ගනු ඇත. ඒ නිසා වෙළඳ ඒකාධිකාරයක් පවත්වන දැවැන්ත බිජ සමාගමවලින් විශාල මුදලක් වැය කරමින් ඔවුන්ගේ බිජ මිලට ගැනීමට ගොවින්ට බල කෙරෙනු ඇත. දුප්පත් ගොවින්ට බිජ මිලට ගැනීමට වත්කමක් නැති බැවින් පොහොසත් ගොවින් සහ දුප්පත් ගොවින් අතර පරතරය ප්‍රාථමික වීමේ අවදානමක් පවතී.

2. මහජනතාවගේ සැලකිල්ලට ලක්වුණු තවත් කාරණයක් වන්නේ ස්වභාවයේ පවතින ජාත අඩංගු බේශ සහ ජෛව විද්‍යාත්මක සම්පත් සඳහා ජේටන්ට් නිකුත් කිරීම සඳාවාරාත්මක ව නිවැරදි ද යන්නයි. කෙසේ වෙතත් සාම්ප්‍රදායිකව වැඩිදියුණු කළ සහ දේශීය මිනිසුන් විසින් භාවිතයට ගත් හෝග සහ නිපැයුම් ජෛව තාක්ෂණ සමාගම් යටතේ ජේටන්ට් කර ඇත.
3. තමන් මිලට ගන්නේ GM ආභාර ද නැත හොත් GM නොවන ආභාර ද යන්න තීරණය කිරීමට පාරිභෝගිකයාට හිමිකමක් ඇත. ඒ හිමිකම ආරක්ෂා කිරීමට එම නිෂ්පාදනය GM විම හෝ නොවීම පැහැදිලිව දක්වන ලේඛල් කිරීමේ පද්ධතියක් ක්‍රියාවට නැංවීමට නියාමන නියෝජිත කාර්යාල විසින් සිදු කිරීම අවශ්‍ය වේ. එය GM නිෂ්පාදනයක් නම් එවායේ සිදු කර ඇති වෙනස්කම් ද දැක්විය යුතු ය. ඇතැම් රටවල ලේඛල් කිරීම අනිවාර්ය වේ. කෙසේ වුව ද GM නොවන ලෙස ලේඛල් කර ඇති නිෂ්පාදන බොහෝ විට GMවලින් දූෂණය වී ඇති බව පරික්ෂණවල දී සොයා ගනු ලැබ ඇත.
4. ඉහළ ජෛව විවිධත්වයක් ඇති ප්‍රදේශ හෝ රටවල ජෛව සම්පත් සහ සාම්ප්‍රදායික දැනුම, ඒ රටවල හෝ ජනතාව මගින් බලය පැවරීමකින් තොරව හෝ නිෂ්පාදන සංවර්ධනය සඳහා වන්දි ගෙවීමකින් තොරව ජෛව වෙත ජෛව තාක්ෂණ සමාගම් මගින් රැගෙන යනු ලැබේ. මෙය ජෛව කොල්ලයක් (biopiracy) ලෙස හැඳින්වේ.
5. GMO සැදීමේ දී ස්වභාවය හැසිරවීම ඇතැම් ආගම්වල විශ්වාසයන්ට විරුද්ධව කටයුතු කිරීම්කි.

GMO, GMF සහ වෙනත් ආග්‍රිත ක්‍රියාවලිවල විය හැකි / විහා අවදානම සහ අන්තරාය පිළිබඳ ජනතාවට ප්‍රකාශ කිරීමට ඉතා සැලකිලිමත් ව සම්පූර්ණ පරික්ෂා කිරීම 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 වෙළඳපොලට යැවීම සඳහා අනුමැතිය ලබා ගැනීමට අවුරුදු 25ක් පමණ කළේ ගත වී ඇත. උදා: GM අත්ලාන්තික් සැමන්, මුවන් GM නොවන්නන්ට වඩා දෙගුණයක් වෙශයෙන් වර්ධනය වේ.

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

ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාට්ඵනා ගිවිසුම ( සිසුන් විසින් දින මතක තබා ගැනීම අවශ්‍ය නොවේ).

ජෛව විවිධත්වය සම්මුතියට 1992 රියෝ මිහිකත සමුළුවේ දී අත්සන් තැබූ අතර, 1993 සිට ක්‍රියාත්මක වේ. ජෛව විවිධත්ව සම්මුතියට අතිරේකයක් ලෙස ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාට්ඵනා ගිවිසුම නම් අන්තර්ජාතික එකතුතාවට 2000 මැයි 15 වන දින කැනඩාවේ මොන්ට්‍රෝල්හි දී අත්සන් තබන ලදී. ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාට්ඵනා ගිවිසුම 2003 සැප්තැම්බර 11 වන දින සිට ක්‍රියාවට නැංවීමි. එය අත්සන් කිරීමට මූලින් සැලසුම් කර තිබුණේ කොලොම්බියාවේ කාට්ඵනාහිදී බැවින් එය ජෛව සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාට්ඵනා ගිවිසුම ලෙස නම් කෙරේ.

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

ජේව් සුරක්ෂිතතාව පිළිබඳ කාට්ඨ්නා ගිවිසුමෙහි අරමුණ වන්නේ තුළත ජේව් තාක්ෂණයෙහි ප්‍රතිඵල ලෙස තිපදවු ප්‍රවේශීකව විකරණය කළ ජීවීන් (GMO) හෝ සඡ්‍රේ විකරණය කළ ජීවීන් ගෙන් (LMOs) විය හැකි / විහාර අවදානමෙන් ජේව් විවිධත්වය ආරක්ෂා කිරීමයි. CBD මගින් ජේව් තාක්ෂණය අර්ථ දක්වන්නේ "ජේව් විද්‍යාත්මක පද්ධති, සඡ්‍රේ ජීවීන් හෝ ඔවුන්ගේ වුළුත්පන්න භාවිත කරමින් විශේෂිත ප්‍රයෝගන සඳහා තිපැයුම් හෝ ක්‍රියාවලි, සැදීම හෝ විකරණය කරන ඕනෑම තාක්ෂණයකි" යනුවෙනි. මේ ගිවිසුම CBDහි පෙර සුදානම් වීමේ මූලධර්මය මත පදනම් වේ. එනිසා නව ජේව් තාක්ෂණ තිපැයුම්වල දී පරිසරයට හෝ මානව සෞඛ්‍යයට බලපාන ඕනෑම විය හැකි විහාර අවදානමක් මගහරවා ගැනීමට දැඩි පාලන පියවර අනුගමනය කළ යුතු ය. එමෙන් ම දේශ සීමා හරහා පරිවහනයට, සංක්‍රාමණයට, පරිහරණයට, ජේව් විවිධත්ව සංරක්ෂණයට සහ තිරසර භාවිතය මත භාජි කර බලපැමි ඇති කළ හැකි LMOs භාවිතයට ද එම පාලනය කෙරේ. මානව සෞඛ්‍යය කෙරේ අවදානම් වීම්වල දී ද මේ ගිවිසුම භාවිත වේ. සංවර්ධනය වන ජාතින්ට ආර්ථික වාසිවලට එරෙහි ව මහජන සෞඛ්‍යය තුළනය කිරීමට ඉඩ සැලකීම ගිවිසුමේ කොන්දේසිවලින් අදහස් කෙරේ. LMO පරිසරය සහ මානව සෞඛ්‍යය මත සුරක්ෂිත බව තහවුරු කිරීමට විද්‍යාත්මක තොරතුරු නොමැති බව හැඟී යයි නම් පෙර සුදානමක් ලෙස ඒවා ඔවුන්ගේ ප්‍රදේශයට ඇතුළු වීම සීමා කිරීමට සුදුසු ක්‍රියාමාර්ග ගැනීමට රටවලට හෝ ප්‍රාන්ත රාජ්‍යයන්ට හැකියාව ඇත. LMO පරිසරයට හඳුන්වා දීමට හෝ ආභාර හෝ සත්ත්ව ආභාර ලෙස භාවිත කිරීමට බලාපොරොත්තු විය හැකි ය. ඒවා තැව්තත කරන විට තොරතුරු සහිත අදාළ ලේඛනයක් ද ඒ සමග තිබිය යුතු ය. එමගින් LMO හඳුන්වා දීම සහ තවදුරටත් තොරතුරු ලබා ගැනීමට සම්බන්ධ විය යුත්තේ කුවුරුන් සමග ද යන්න දැක්වීම කළ යුතු ය. අපනයනය කළ LMO පිළිගැනීම හෝ ප්‍රතික්ෂේප කිරීම පිළිබඳ තොරතුරු මත පදනම්ව තිරණ ගැනීමටත් ගත් විට, ඒවා ආරක්ෂිත ආකාරයට පරිහරණය කරන්නේ කෙසේ දැයි දාන ගැනීමට ප්‍රමාණවත් තොරතුරු ආනයනකරු හෝ ආනයනකරු විසින් අපනයනය කරන පාර්ශ්වයන්ට සැපයිය යුතු ය.

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

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

ශ්‍රී ලංකාවේ ජාතික ජේව් සුරක්ෂිතතා රාමුව ( සිසුන් විසින් දින මතක තබා ගැනීම අවශ්‍ය නොවේ).

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

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

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

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

එහි අරමුණ කාටඹිනා ගිවිසුම හා ජාතික ජොව සුරක්ෂිතතා රාමුවට අනුකූලව ජොව සම්පත් සංරක්ෂණය හා තිරසර හා විවිධ ප්‍රතිලාභ සාධාරණ හා සමානත්වයෙන් යුතුව හුක්ති විදිමත් වේ.

එහෙත් මේ ප්‍රතිපත්ති නෙතිකව පනවා තැත. ජාතික ජොව සුරක්ෂිතතා රාමුවට අනුකූලව ජොව සම්පත් සංරක්ෂණය හා තිරසර හා විවිධ ප්‍රතිලාභ සාධාරණ හා සමානත්වයෙන් යුතුව හුක්ති විදිමත් වේ.

මිට අනුකූලව ගත යුතු ක්‍රියා මාර්ග වනුයේ,

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