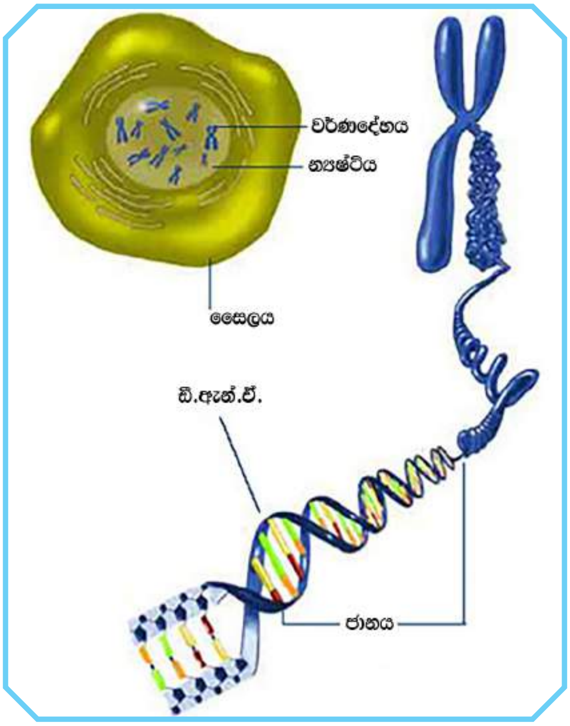
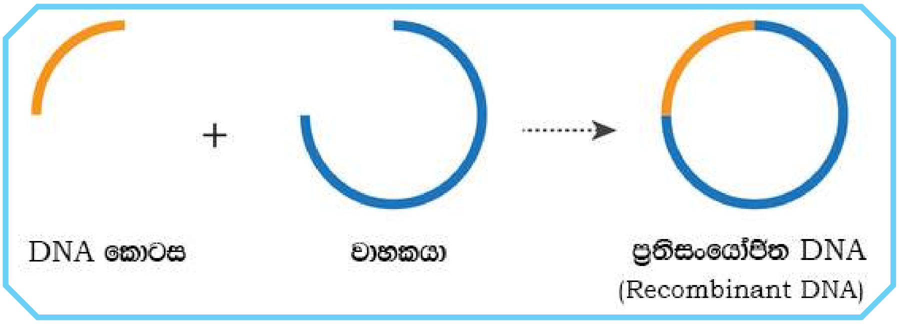
ජෛවතාක්ෂණයේ අණුක අංශය දෙස බැල්මක්

මහාචාර්ය චමරි හෙට්ටිආරච්චි

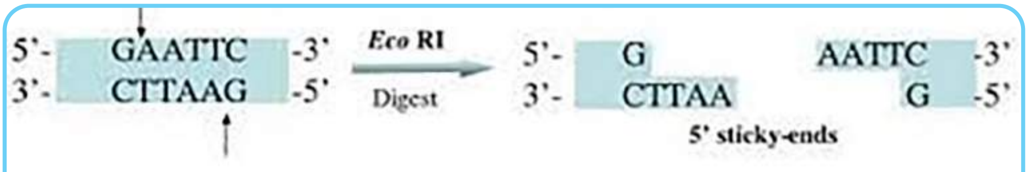
ජෛවතාක්ෂණය ලෙස හැඳින්වෙන්නේ සජීවී ජීවීන් සහ ඒවායෙහි සංරචක, ගැටළු විසඳා ගැනීමට හෝ ප්‍රයෝජනවත් භාණ්ඩ නිෂ්පාදන කිරීමට හෝ භාවිත කිරීමේ තාක්ෂණයටය. මෙය නව්‍ය වූ තාක්ෂණයක් නොවේ. පුරාතනයේ සිටම, කෘෂිකර්මය, ආහාර නිෂ්පාදනය සහ වෛද්‍ය විද්‍යාව සඳහා මානව සංහතිය මෙම තාක්ෂණය යොදාගෙන ඇත. එය සම්ප්‍රදායික ජෛවතාක්ෂණය හෝ සම්මුතික ජෛවතාක්ෂණය හෝ ලෙස හැඳින්වින. එසේවුවත් 1950 දශකයේදී, DNA සහ ජාන සොයාගැනීමත් සමග නූතන ජෛවතාක්ෂණය නමින් ජෛවතාක්ෂණයේ නවයුගයක් සඳහා දිවෙන මාවතක් විවෘත විය. කිසියම් ජීවියකුගේ (ශාකයක්, සත්වයෙක් හෝ ක්ෂුද්‍රජීවියෙක්) ජානමය ද්‍රව්‍ය, ප්‍රතිසංයෝජක DNA තාක්ෂණය යොදාගෙන වෙනසකට ලක්කිරීම, නූතන ජෛවතාක්ෂණය ලෙස හැඳින්වෙයි. එක් ජීවියෙකුගේ DNA තවත් ජීවියෙකුගේ DNA සමග එක්කිරීම, DNA ප්‍රතිසංයෝජනය (recombining of DNA) ලෙස හැඳින්වෙන අතර DNA ප්‍රතිසංයෝජනය ලෙස යොදාගන්නා සියළු තාක්ෂණ ශිල්ප ක්‍රම DNA ප්‍රතිසංයෝජක තාක්ෂණ ලෙස නම් ලබයි. ප්‍රතිසංයෝජක DNA තාක්ෂණය 1970 දශකයේදී හඳුන්වාදෙනු ලැබුයේ බැක්ටීරියා ඇසුරෙනි. එය ජාන ක්ලෝනකරණය සහ ජාන ඉංජිනේරුවිද්‍යාව ලෙස හැඳින්වෙයි. මෙමගින් ස්වභාවික තත්වයන් යටතේ කිසිසේත් පැවතිය නොහැකි නව සංයුක්තයන් අසීමිත ලෙස නිර්මාණය කිරීමේ අවස්ථාව උදාකෙරින. එබැවින් මෙම තාක්ෂණ යොදාගෙන ජීවීන්ගේ ජාන වෙනස් කළ හැකි අතර එමගින් නිපදවෙන ජීවීන්, ජානමය ලෙස විකිරණය කළ ජීවීන් හෝ සජීව විකරණය කළ ජීවීන් හෝ ලෙස හැඳින්වෙයි.



ජානමය ඉංජිනේරුවිද්‍යාව තුළින් සිදුවන ජෛවතාක්ෂණය, ඍජු ලෙස සෛලයක ජානමය ද්‍රව්‍ය සමග ක්‍රියාකරයි. අධිබලැති අන්වීක්ෂයක් තුළින් සෛලයක් පරීක්ෂා කළහොත් ඔබට, නූල් වැනි ව්‍යුහයන් වන ක්‍රොමසෝම හෙවත් වර්ණදේහ දැකිය හැකිය. මෙම වර්ණදේහ, DNA (ඩිඔක්සිරයිබොනියුක්ලික් අම්ලය) වලින් යුක්තවන අතර ඒවා ජාන ලෙස හැඳින්වෙන අංශ ලෙස සංවිධානය වී ඇත. විශේෂිත ප්‍රෝටීන නිෂ්පාදනය ජාන මගින් පාලනය වන අතර මෙම

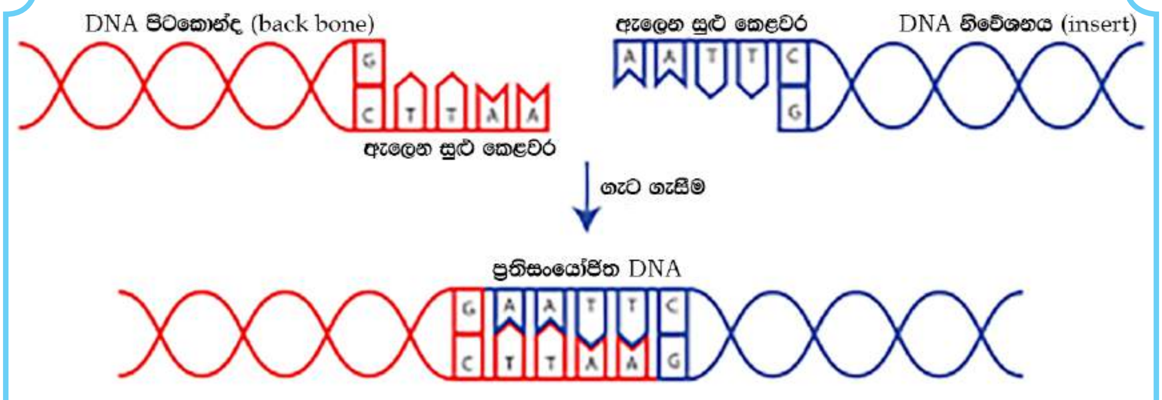


ප්‍රෝටීන අදාළ ජීවියාගේ ගති ලක්ෂණ නිගමනය කරයි. සමහර අවස්ථාවලදී එක් ජානයක් කිසියම් විශේෂිත ලක්ෂණයක් පාලනය කරනු ලබයි. උදාහරණයක් ලෙස ගතහොත් ජීවියා තුළ පවත්නා රෝගවලට එරෙහි ප්‍රතිරෝධය දැක්වීම පෙන්වා දිය හැකිය.



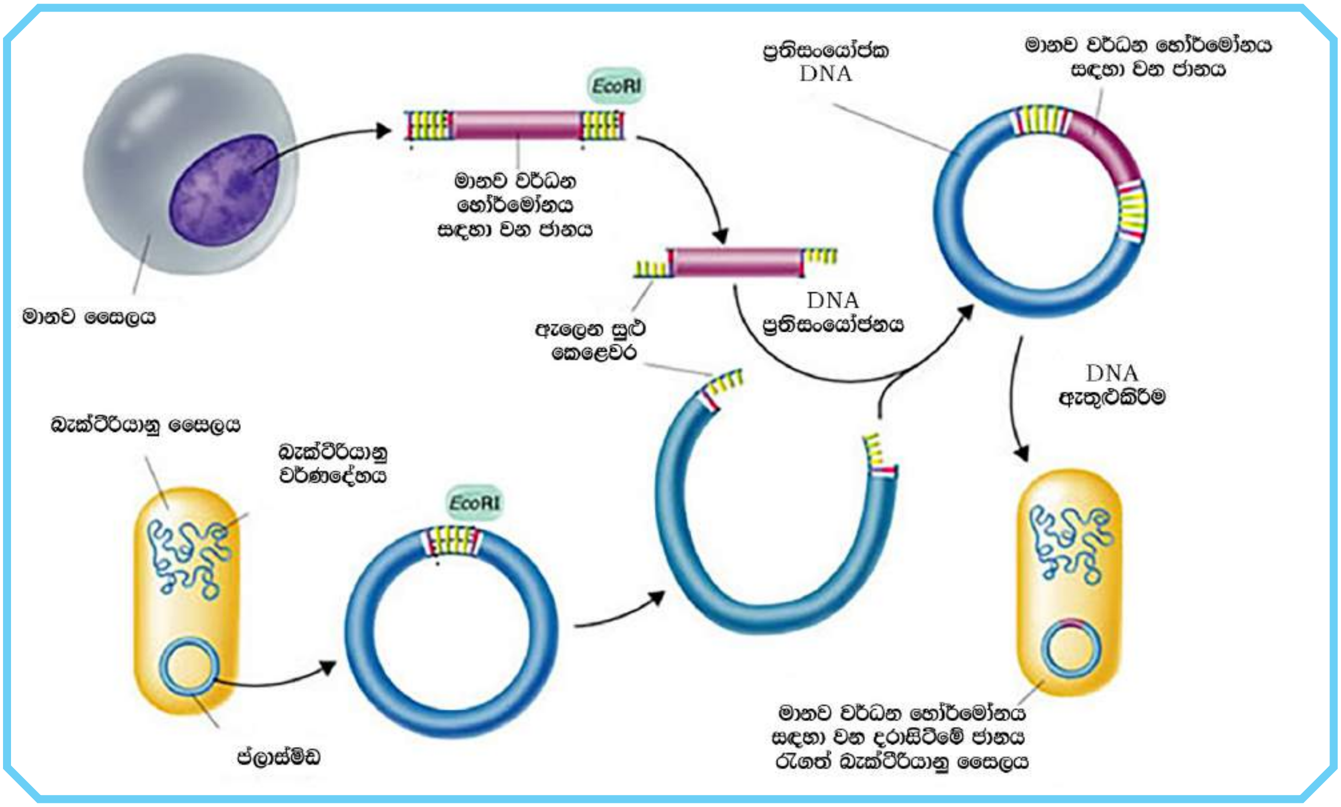
EcoR I **සීමාකිරීමේ එන්සයිමය මගින්** DNA **ජීර්ණය**

අනෙක් අවස්ථාවන්හිදී ජාන වැඩි සංඛ්‍යාවක් මගින් ගතිලක්ෂණ නිගමනය කරනු ලබයි. එබැවින් සුවිශේෂී හා පාලිත ආකාරයෙන් ජාන වෙනස් කිරීම තුළින් ජීවියකුගේ ගතිලක්ෂණ තුළ අවශ්‍ය වෙනස්කම් කිරීමට හැකියාව පවතියි. මේ හා සම්බන්ධව ලබා ඇති දැනුම හේතුකොට පර්යේෂකයන්හට විවිධ හා වෙනත් ජීවීන්ගේ සෛල අතර ජාන හුවමාරු කිරීමේ අවස්ථාව සැලසී ඇත. බාහිර DNA හෝ ජානය හෝ ප්‍රතිග්‍රාහක ජීවියා (ධාරකයා) ගේ ගෙනෝමයට හඳුන්වා දෙනු ලබන්නේ ප්‍රතිග්‍රාහකයාගේ ගෙනෝමයේ මුළු ගෙනෝම සංඛ්‍යාව, හසුරුවන ලද තනි ජානයක් පැවතීම හැරුන කොට නොවෙනස්ව පවතියි. එහෙයින් ශාක, සත්ව හෝ ක්ෂුද්‍රජීවීන් (දායකයන්) ගේ සෛල තුළින් වෙන්කරගත් DNA තනි හෝ ඊට වැඩි ජාන කණ්ඩායම් ලෙසට කොටස් කරගත හැකිය. එවැනි කොටස් හෝ ජාන, වාහකයා ලෙස හඳුන්වන වෙනත් DNA කොටසකට සම්බන්ධ කර ධාරක හෝ ප්‍රතිග්‍රාහක සෛලය හෝ වෙතට යොමුකළ හැකිය. වාහකයන්, ප්ලාස්මිඩ ලෙසද හඳුන්වයි. ඒවා බැක්ටීරියා සෛල තුළ ස්වභාවිකව පවතින කුඩා වෘත්තාකාර DNA කොටස්ය. DNA ප්ලාස්මිඩ බැක්ටීරියානු සෛලයෙන් පිටතට ගෙන, නව ජානයක් එක්කර විකරණය කිරීමෙන් පසු නැවතත් බැක්ටීරියා සෛලය තුළ තැන්පත් කළ හැකිය. නව ජානයත් සමග බැක්ටීරියානු සෛලයට දැන් එම ජානයේ නිෂ්පාදන තමන්ටම සිදුකළ හැකිවෙයි. බැක්ටීරියා ප්‍රජනනය ඉතා වේගවත්ව සිදුවන බැවින්, විකරණය කළ ප්ලාස්මිඩය රැගත් බැක්ටීරියා ඉතා විශාල ප්‍රමාණයක් ඇතිකරගත හැකිවීම තුළින් කෙටි කාලයක් තුළ ආහාර ආකලන හෝ සත්ව එන්නත් වැනි ජාන නිෂ්පාදන වානිජව භාවිත කළ හැකි ප්‍රමාණයක් නිෂ්පාදනය කිරීමට යොදාගත හැකිය. එහෙයින් ජාන ඉංජිනේරුවිද්‍යාව තුළින් අභිජනනය සිදුකරන අයහට අපේක්ෂිත ගතිලක්ෂණ සඳහා අවශ්‍ය විශේෂිත ජානය තෝරාගෙන, එය විකරණය කර වෙනත් ජීවියෙකු තුළට පැවරීමට හැකිවෙයි. එක් ජීවියෙකුගෙන් ලබාගත් ජානයක් තවත් ජීවියෙකු වෙත පැවරීම සත්‍ය වශයෙන්ම සිදුවන්නේ සංකීර්ණ වූ "කපා ඇලවීම" (කට් ඇන්ඩ් පේස්ට් / cut and paste) නම් ක්‍රියාදාමයක් මගිනි. මෙම "කපා ඇලවීමේ" ක්‍රියාදාමය මගින් බැක්ටීරියානු සෛල තුළ සත්ව ප්‍රෝටීනයක් (උදා: ඉන්සියුලින්) නිපදවීම සිදුවන්නේ කෙසේදැයි විමසා බලමු. එය මින් ඉහතදී ප්‍රතිසංයෝජිත DNA තාක්ෂණය ලෙස හඳුන්වා දුන් ක්‍රමයමය. මෙහිදී පළමුව, ඉන්සියුලින් හෝර්මෝනය සඳහා විකේතනය (encode) කළ ජානය හඳුනාගැනීම කළ යුතුය. ඉන්පසුව එය සත්ව ගෙනෝමය තුළ විසංගමනය (isolate) කිරීමක් සිදුකරයි. ඉන්පසුව මෙම ජානය බැක්ටීරියානු සෛලයට පැවරීමට පෙර කැපූ වාහකයකු තුළට හඳුන්වා දිය යුතුය. වාහක DNA හෝ DNA කැපීම සඳහා භාවිත කරන විශේෂිත එන්සයිම, සීමාකිරීමේ එන්සයිම (restriction enzymes) ලෙස හැඳින්වේ. කැපූ වාහකයා සමඟ ජානය ඇලවීමට හෝ ගැටගැසීමට නම් ජානයෙහි සහ කැපූ වාහකයාගේ දාර එකිනෙකට සංගත (අනුරූප) විය යුතුය. ජානයෙහි හා කැපූ වාහකයා යන දෙකෙහිම දාර එකිනෙකට සංගතවීමට නම් ඒ දෙකම එකම සීමාකිරීමේ එන්සයිමයෙන් සංගත විය යුතුය.



DNA **බන්ධනයක් මගින්** DNA **කොටස් දෙකක් එක්කිරීම**

ඒ සඳහා ඒවා DNA ලයිගේස් (DNA



ligase) නම් එන්සයිමයක් මගින් බන්ධනය කොට ප්‍රතිසංයෝජිත DNA අණුවක් සෑදීමට හැකිය. ඉන්සියුලින් ජානය සමග ගැටගැසුන වාහකයා හට ජීවී සෛලයකින් බාහිරව බෝවීමක් (ව්‍යාප්ත වීම) සිදුවිය නොහැකිය. එහෙයින් අපේක්ෂිත සත්ව ප්‍රෝටීනය බැක්ටීරියා සෛල තුළ නිෂ්පාදනය කිරීම සඳහා එය බැක්ටීරියා සෛලයකට එක්කළ යුතුය.

බැක්ටීරියානු සෛල පමණක් නොව, ශාක සහ සත්ව සෛලද ජාන පරිණාමනය සඳහා භාවිත කර පරිජානීය ශාක (transgenic pants) සහ පරිජානීය සතුන් (transgenic animals) ඇතිකළ හැකිය. කෙසේවෙතත් සත්ව සහ ශාක සෛල පරිණාමනය සඳහා යොදාගන්නා ශිල්ප ක්‍රමය, බැක්ටීරියානු පරිණාමනය සඳහා යොදාගත් ක්‍රමයකට වඩා වෙනස් වූවකි. සත්ව සහ ශාක පරිණාමනයේ යොදාගන්නා ශිල්ප ක්‍රම අතරින් සමහරක් වන්නේ මයික්‍රෝඉංජෙක්ෂන් (ක්ෂුද්‍ර - නික්ෂේපනය) ජාන තුවක්කුව (ජීන් ගන්) හෝ අංශු විවර්ෂණය (පාටිකල් බොම්බාර්ඩිමන්ට් හෙවත් අංශු බැටදීම) *ඇග්රෝබැක්ටීරියම්* (*Agrobacterium*)මැදිහත් පරිණාමනය සහ ප්‍රෝටෝප්ලාස්ට් පරිණාමනය යනාදියය. මෙම ශිල්ප ක්‍රම අතරින් ජානමය ඉංජිනේරුමය ලෙස හෝ පරිජානීය සතුන් ඇතිකිරීම සඳහා බහුලවම භාවිත කරන ශිල්ප ක්‍රමය වන්නේ මයික්‍රෝ - ඉංජෙක්ෂන් (ක්ෂුද්‍ර - නික්ෂේපනය) ක්‍රමයය. මෙම ක්‍රමයේදී සත්ව සෛල තුළට අපේක්ෂිත ගතිලක්ෂණ සහිත (උදා: රෝගවලට ඔරොත්තු දෙන) ජාන අඩංගු DNA අණු සහිත ද්‍රාවණයක් නික්ෂේපනය කිරීමට ඉතා සියුම් ඉඳිකටුවක් භාවිත කරනු ලබයි. බොහෝවිට මෙය සිදුකරනුයේ කළල අවස්ථාවේදීය. ජාන, සත්ව සෛලයේ ජාන ද්‍රව්‍ය සමග ඒකාබද්ධ කරන අතර ඉන් පසුව සෛල නව ජානය මගින් නිගමනය කරන ගතිලක්ෂණ ප්‍රකාශයට පත්කිරීම අරඹයි. මෙම ක්ෂුද්‍ර නික්ෂේපන (මයික්‍රෝ - ඉංජෙක්ෂන්) ශිල්පය කෘෂිකර්ම ක්ෂේත්‍රය තුළද බොහෝ ඵල ප්‍රයෝජන හිමිකර දීමට සමත් බව විශ්වාස කළ හැකිය.

ශාක සෛල බිත්ති වඩා තද බවක් ගන්නා බැවින්, ශාක සෛල තුළට ජාන ඇතුළු කිරීම, බැක්ටීරියා සහ සත්ව සෛල තුළට ජාන ඇතුළු කිරීමට වඩා අභියෝගාත්මකය. මෙම ක්‍රියාදාමය සිදුකිරීමේදී ප්‍රධාන ශිල්ප ක්‍රම දෙකක් භාවිත කෙරෙයි. ඉන් පළමුවැන්න සඳහා *ඇග්රෝබැක්ටීරියම්* ලෙස හැඳින්වෙන විකරණය කළ බැක්ටීරියා විශේෂයක් සම්බන්ධ කර ගැනෙයි. ස්වභාවයේදී මෙම *ඇග්රෝබැක්ටීරියම්,* ශාකයක් ආක්‍රමණය කළ විට, එහිම DNA කොටසක් ආසාදනය කරනුයේ "මුදුන් ගඩු රෝගය" (*crown goal disease*) වර්ධනය වන "ක්ෂේත්‍රගත" කිරීමකි. එම DNA, ශාකයේ DNA සමග ඒකාබද්ධ වීම තුළින් ශාකය "මුදුන් ගඩු රෝගයට" පාත්‍රවෙයි. ජානමය වශයෙන් ශාක විකරණය *ඇග්රෝබැක්ටීරියම්* යොදගන්නා විට *ඇග්රෝබැක්ටීරියම්* හී රෝග ඇති කළ හැකි කොටසේ DNA ඉවත් කරනු ලබයි. ඉන්පසුව "කපා ඇලවීමේ" ක්‍රියාදාමය භාවිතය මගින් එතැනට අවශ්‍ය ගතිලක්ෂණ (උදා: දියුණු පෝෂණමය අගය) සහිත ජාන ආදේශ කිරීම සිදුවෙයි. ඉන්පසුව ශාක සෛල ද්‍රව්‍ය තුළට *ඇග්රෝබැක්ටීරියම්* හඳුන්වා

දීමට පුළුවන. එමගින් එයට ශාක සෛල ආක්‍රමණය කිරීමට හැකිවෙනවා මෙන්ම, අවශ්‍ය ගතිලක්‍ෂණ සහිත නව ජානයක් ඇතුළු කිරීමටත් හැකිවෙයි. මෙම ශාක සෛලවලින් වර්ධනය වන පූර්ණ ශාකයටම නව ජානය නිගමනය කරන ගතිලක්‍ෂණ ප්‍රකාශ කිරීමට හැකිවෙයි. එබැවින් *ඇග්‍රොබැක්ටීරියම්* යොදාගැනීම, ශාක වෙතට නව ගතිලක්‍ෂණ සැපයීමේ පහසු ක්‍රමයක් වෙයි.

ජානමය ඉංජිනේරු විද්‍යාත්මක ආකාරයෙන් DNA, ශාක තුළට සැපයීමේ දෙවන ශිල්ප ක්‍රමය වන්නේ DNA "අංශු විවර්ෂණය" හෝ ජීන් ගන් (ජාන තුවක්කු) ක්‍රමයය. දියුණු කළ පෝෂණ අගය වැනි අවශ්‍ය ගතිලක්‍ෂණ සහිත ජාන ලෝහ අංශුවල තවරා, අංශු තුවක්කුවක් තුළට ඇතුළුකර ශාක සෛල තුළට විදීම මෙහිදී සිදුවෙයි. මෙම ජාන ශාක සෛලයේ DNA සමග ඒකාබද්ධ වෙයි. මෙම සෛල පූර්ණ ශාක ලෙස වර්ධනය වෙයි. ඉන්පසුව නව ගති ලක්‍ෂණ මුළු ශාකය තුළම පවතියි. විශේෂ ගති ලක්‍ෂණ සහිත ජාන, ශාක සහ සතුන් තුළට හඳුන්වාදීමට මෙම ශිල්ප ක්‍රම යොදාගෙන කෘෂිකර්මය, ඖෂධ විද්‍යාව, වෛද්‍ය විද්‍යාව, පරිසරය ආදිය විවිධ ක්ෂේත්‍රවල පරිජානිය ශාක සහ සතුන් බිහිකිරීම යොදාගත හැකිය. ශාක ආරක්‍ෂණයේදී නූතන ජෛව තාක්‍ෂණය භාවිත කර ඇති අන්දම දැනගැනීම සඳහා එක් උදාහරණයක් සලකා බලමු.

බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස් නොවන කපු | බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස් කපු

ඉරිඟු, කපු සහ අර්තාපල් ආදී බෝග ශාක ජානමය ඉංජිනේරු විද්‍යාව මගින් මෙම ශාක මත යැපෙන සමහර කෘමීන් මරණයට පත්කළ හැකි ප්‍රෝටීනයක් නිපදවීමට සාර්ථක ලෙස පරිණාමනය කර ඇත. මෙම ප්‍රෝටීනය විසංගමනය කර ඇත්තේ සමහර ස්වභාවික කෘමිනාශක තුළ අඩංගු සංරචකයක් ලෙස දශක ගණනාවක් භාවිත කළ පාංශු බැක්ටීරියාවක් වන *බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස්* (Bacillus thuringiensis) තුළින්ය. සමහර අවස්ථාවලදී දැනට පවත්නා තාක්‍ෂණයන්ට වඩා හොඳින් සහ අඩුවියදමින් පළිබෝධ පාලනයකට, කාර්යක්‍ෂම පාරජානිකමය බෝග ආරක්‍ෂක තාක්‍ෂණයන්ට හැකිය. උදාහරණයක් ලෙස *බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස්* (Bacillus thuringiensis) යොදාගෙන ඉරිඟු බෝගයක් ජාන ඉංජිනේරු තාක්‍ෂණයට ලක් කිරීම තුළින් *බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස්* (Bacillus thuringiensis) කෘමිනාශක යෙදු ශාක කොටස පමණක් නොව සමස්ත වගාවම සමහර පළිබෝධයන්ට ප්‍රතිරෝධී කළ හැකිය. මෙවැනි අවස්ථාවලදී නව තාක්‍ෂණය වඩා සඵලමත් පාලනයක් ඇතිකිරීම හේතුකොට ලැබෙන අස්වැන්න ඉහළ නැංවිය හැකිය. අනෙක් අවස්ථාවන්හිදී නව තාක්‍ෂණයට අනුහුරුවීම හේතුකොට වර්තමාන තාක්‍ෂණයට වඩා අඩු වියදමකින් ප්‍රතිඵල ලද හැකිය. යම් හේතුවක් හෝ වෙනත් හේතුවක් නිසා නව තාක්‍ෂණයකට අනුහුරු නොවුවද එය පවත්නා තාක්‍ෂණය සමග තරඟකාරී නොවේ. උදාහරණයක් ලෙස කාබනික ක්‍රමයට ගොවිතැන් කරන ගොවීන් *බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස්* (Bacillus thuringiensis) කෘමිනාශකයක් ලෙස තම බෝගයෙහි කෘමීන් පාලනයට යොදාගත්තද, පාරජානිත *බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස්* (Bacillus thuringiensis) බෝග පිළිගත නොහැකි බවට මතයක් ඔවුන් පළකිරීම දැක්විය හැකිය.

මහාචාර්ය චමරි හෙට්ටිආරච්චි
රසායන විද්‍යා අංශය
කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය
chamarih@chem.cmb.ac.lk
0714406264