අධ්‍යයන පොදු සහතික පත්‍ර
(උසස් පෙළ)

ජීව විද්‍යාව

ඒකකය 9 - ක්ෂුද්‍ර ජීව විද්‍යාව

13 ශ්‍රේණිය

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

ජීව විද්‍යාව
සම්පත් පොත

13 ශ්‍රේණිය

ඒකකය - 09

© ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

පළමු මුද්‍රණය - 2019

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

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය

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

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

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

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

අධ්‍යක්‍ෂවරයාගේ පණිවිඩය

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

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

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

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

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

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

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

අනුශාසකත්වය

ආචාර්ය ටී.ඒ.ආර්.ජේ. ගුණසේකර

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්- ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

මෙහෙයවීම

ආචාර්ය ඒ.ඩී. අසෝක ද සිල්වා

අධ්‍යක්ෂ, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විෂය නායකත්වය

පී.ටී.එම්.කේ.සී. තෙන්නකෝන් මෙණෙවිය

සහකාර කථිකාචාර්ය

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

අභ්‍යන්තර සම්පත් දායකත්වය

එච්. එම්. මාපා ගුණරත්න මිය - ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

පී. අච්චුදන් මයා - සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

බාහිර ලේඛක මණ්ඩලය හා සංස්කාරක මණ්ඩලය

මහාචාර්ය එස්. අබේසිංහ - ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය, උද්භිද විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, රුහුණ විශ්වවිද්‍යාලය.

ආචාර්ය ඩබ්. පී.එස්.එම්. කුමාරි - ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්ය, උද්භිද විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, රුහුණු විශ්වවිද්‍යාලය.

මහාචාර්ය එස්. හෙට්ටිආරච්චි - ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය, ජීව විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, රජරට විශ්වවිද්‍යාලය.

මහාචාර්ය එන්. සලීම් - ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය, උද්භිද විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්වවිද්‍යාලය.

ආර්.එස්.ජේ.පී. උඩුපෝරුව - අධ්‍යක්ෂ (විශ්‍රාමික), විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

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

පී.එච්.එන්. කුලතිලක මිය - ගුරු සේවය I, දේවි බාලිකා විද්‍යාලය, කොළඹ 08.

පරිවර්තනය

ඒ.එම්.එස්.ඩී.එන්. අබේකෝන් මිය - ගුරු සේවය I (විශ්‍රාමික), ශාන්ත අන්තෝනි බාලිකා විද්‍යාලය, මහනුවර.

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

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

පටුන

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය	iii
අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිවිඩය	iv
සම්පත් දායකත්වය	v
ඒකකය 09 ක්ෂුද්‍ර ජීව විද්‍යාව	
ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගේ ස්වභාවය	01
ක්ෂුද්‍රජීවී ආකාර	03
මූලික පරීක්ෂණාගාර තාක්ෂණික ශිල්පය	13
කර්මාන්ත, කෘෂිකර්මය හා පරිසරය සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන් භාවිතය	21
පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ ස්වභාවය, ව්‍යාප්තිය හා කාර්යභාරය	29
ගෘහාශ්‍රිත ජලය හා අපජලය හා අදාළ ක්ෂුද්‍රජීවී විද්‍යාව	33
අපජලය කළමනාකරණය	35
ක්ෂුද්‍රජීවීන් හා ආහාර	37

09

ක්ෂුද්‍ර ජීව විද්‍යාව

ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගේ ස්වභාවය

ඒකෙකයකු ලෙස පැහැදිලිව පියවි ඇසකින් නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි හෝ දෘශ්‍යාධාර නොමැතිව (ඇසට) නොපෙනෙන කුඩා ජීවීන් පිළිබඳ අධ්‍යයනය කිරීම ක්ෂුද්‍රජීව විද්‍යාව ලෙස හැඳින්වෙයි. මෙවැනි ජීවීහු ක්ෂුද්‍රජීවීන් ලෙස හඳුන්වනු ලබති. බැක්ටීරියා, ආකියා, සයනොබැක්ටීරියා(නීල හරිත ඇල්ගේ), දිලීර, (යීස්ට් හා පුස් වර්ග) හා ප්‍රෝටිස්ටා ක්ෂුද්‍රජීවීන්ට අයත් ය.

මයිකොප්ලාස්මා හා ෆයිටොප්ලාස්මා යන මොලිකියුටයන් ද (mollicutes), වයිරස, වයිරොයිඩ, ප්‍රියෝන ද ක්ෂුද්‍රජීව විද්‍යාව යටතේ අධ්‍යයනය කෙරේ.

- **ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ අන්වීක්ෂීය ස්වභාවය**

සාමාන්‍යයෙන් ක්ෂුද්‍රජීවීන් විශාලත්වයෙන් 0.1 mm ට වඩා කුඩා නිසා පියවි ඇසින් නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි ය. එබැවින් අන්වීක්ෂයකින් නිරීක්ෂණය කළ යුතු වෙයි. ක්ෂුද්‍රජීවීන් හා ඔවුන්ගේ ව්‍යුහමය සංඝටකවල මිනුම් ලබා ගන්නේ මයික්‍රොමීටර් හා නැනෝමීටර්වලිනි.

මයික්‍රොමීටර් 1 = (μm) = 10^{-6} m

නැනෝමීටර් 1 = (nm) =10^{-9} m

සමහර ක්ෂුද්‍රජීවීන් අනෙකුත් ක්ෂුද්‍රජීවීන්ට වඩා විශාල බැවින් වඩා පහසුවෙන් නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය.

- **ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ සර්වත්‍රික ස්වභාවය**

ඔවුහු පෘථිවිය මත සර්වත්‍රික වෙති. ජලය, වාතය, පස හා ජීවීන්ගේ බාහිර හා අභ්‍යන්තර පෘෂ්ඨවල ඔවුහු හමු වෙති. සාගර හා මිරිදිය ජලාශවල ආහාර දාම පදනම් වී ඇත්තේ සාගර හා මිරිදිය ක්ෂුද්‍රජීවීන් මත ය. සමහරුන් ප්‍රභාසංශ්ලේෂී වන අතර ඔවුහු ජලජ පරිසරවල ප්‍රාථමික නිෂ්පාදකයන් වෙති. පස, ජලය, වාතය සහ ජීවීන් අතර රසායනික මූලද්‍රව්‍ය චක්‍රීකරණය සඳහා පසේ සිටින ක්ෂුද්‍රජීවීන් ආධාර වෙති. ජෛව ඒයරොසොල (ජෛව වාතිලන) ආකාරයෙන් වායුගෝලයේ අවලම්බිතව ඇති ක්ෂුද්‍රජීවීන්ට වායු ධාරා ඔස්සේ දිගු දුරක් ගමන් කර අවක්ෂේප වීමට අවස්ථාව ඇත. ව්‍යාධි ජනක ජෛව ඒයරොසොල රෝග ව්‍යාප්තිය සඳහා අවස්ථා ඇති කරයි. ශාක, සතුන් හා මිනිසුන් ආශ්‍රිත ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් සුළු ප්‍රමාණයක් පමණක් ව්‍යාධිජනක වෙයි. ඔවුන්ගෙන් බහුතරය වාසිදායක හෝ හානිකර නොවෙති. කෙසේ නමුත් සියලු වයිරස ඔවුන් සම්බන්ධ වී පවතින ජීවීන්ට හානිකර වෙයි. සමහර ක්ෂුද්‍රජීවීහු අනෙකුත් ජීවීන්ට මාරාන්තික හෝ ජීවත් වීමට නුසුදුසු ආන්තික පරිසරවල වාසය කරති. එවැනි ක්ෂුද්‍රජීවීහු ආන්තකාමීන් (extremophiles) ලෙස හඳුන්වනු ලැබෙති. ඔවුහු පෘථිවි කබොල්ල තුළ, ඉහළ පීඩන සහිත ගැඹුරු මුහුදු, උච්ච ආම්ලික හා උච්ච භාස්මික තත්ත්ව, ජලතාප මංකඩ විවර, මිදුණු මුහුදු ජලය හා නිර්වායු තත්ත්ව දරන ස්ථානවල හමු වෙති. ආන්තකාමීහු ඔවුන් වර්ධනය වන තත්ත්වවලට අනුරූපව වර්ගීකරණය කරනු ලැබෙති.

වගුව 9.1 -ආන්තකාමී ක්ෂුද්‍රජීවී ආකාර

ක්ෂුද්‍රජීවී ආකාරය	පැවතිය හැකි ආන්තික තත්ත්ව
තාපකාමී	ඉහළ උෂ්ණත්ව
ශීතකාමී	පහත් උෂ්ණත්ව
අම්ලකාමී	ආම්ලික pH තත්ව
භස්ම/ ක්ෂාරකාමී	භාස්මික pH තත්ව
ලවණකාමී	NaCl අවශ්‍ය වෙයි
පීඩකාමී	අධික පීඩන

සමහර ආන්තික පරිසරවල ආන්තික තත්ත්ව එකකට වඩා ඇතුළත් වෙයි.

උදා: - බොහෝ උණුදිය උල්පත් ස්වභාවයෙන් ආම්ලික හෝ භාස්මික වෙයි.

- ගැඹුරු මුහුද සීතල හා අධික පීඩනවලින් යුක්ත වෙයි.

මෙවැනි පරිසරවල ජීවත් වන ක්ෂුද්‍රජීවීන් ආන්තික තත්ත්ව එකකට වඩා වැඩිගණනක ජීවත් වීම සඳහා අනුවර්තනය වී ඇත.

- **ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ අධික වර්ධන වේගය**

ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ වර්ධන වේගය හා ප්‍රජනක වේගය ඉහළ ය. ඔවුන් ප්‍රමාණයෙන් කුඩා නිසා ඉහළ පෘෂ්ඨීක වර්ගඵල/ පරිමා අනුපාතය සහිත ය. මින් අදහස් කරන්නේ බාහිර පරිසරය හරහා ද්‍රව්‍ය හුවමාරුව සඳහා විශාල වර්ගඵලයක් ඇති බවයි. එහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස සෛලය තුළට ද්‍රව්‍ය ගලා යෑම හා අපද්‍රව්‍ය පිටතට ගලා යෑම වේගවත් වී පරිවෘත්තීය වේගය වැඩි වෙයි. එබැවින් සාමාන්‍ය ජනන කාලය (ගහනය දෙගුණ වීමට ගත වන කාලය) සාපේක්ෂ වශයෙන් අඩු ය.

- **ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ රූපීය, පෝෂණ හා කායික විද්‍යාත්මක විවිධත්වය**

ක්ෂුද්‍රජීවීන්ට විවිධ රූපීය ආකාර ඇත. බැක්ටීරියා ඔවුන්ගේ හැඩයෙන් විවිධත්වයක් සහිත ය. ඔවුන්ට මූලික හැඩ ආකාර තුනක් ඇත; දණ්ඩාකාර/ බැසිලස, ගෝලාකාර/ කොකුස හා සර්පිල/ ස්පිරිල්ලුම් වශයෙනි. කොකුස බැක්ටීරියා මොනොකොකුස, ඩිප්ලොකොකුස, ස්ට්‍රෙප්ටොකොකුස, ස්ටැපිලොකොකුස, චතුෂ්ක හා සාසිනා ලෙස පැවතිය හැකි ය. බැසිලස් බැක්ටීරියා ඩිප්ලො බැසිලස හෝ ස්ට්‍රෙප්ටො බැසිලස ආකාරයෙන් පැවතිය හැකි ය. සර්පිල බැක්ටීරියා විබ්‍රියෝ, ස්පිරිල්ලුම් හෝ ස්පයිරොකිටා ලෙස සැකසේ.

ඒක සෛලික සිට දිගු බහු සෛලික සූත්‍රිකා ආකාර දක්වා සයනොබැක්ටීරියා විශාල පරාසයක හැඩ හා සැකසීම් ප්‍රදර්ශනය කරයි. බහු සෛලික සයනොබැක්ටීරියා සූත්‍රිකාකාර හෝ සූත්‍රිකාමය නොවන ආකාර ලෙස හමු වේ. සූත්‍රිකාකාර ආකාර දාම ලෙස ද, සූත්‍රිකාමය නොවන ආකාර ගෝලාකාර, ඝනාභ, චතුරශ්‍රාකාර හා අක්‍රමවත් හැඩ ආකාරයෙන් ගොනු හෝ සනාවාස ලෙස දැකිය හැකි වෙයි.

ප්‍රෝටීනමය ආවරණයේ සමමිතිය මත පදනම් වෙමින් වයිරස්වල වෙනස් රූපීය ආකාර දෙකක් ඇත; බහුතල (icosahedral) හා හෙලික්සීය ය දිලීර සමහරක් ඒක සෛලික වන අතර, සමහරක් බහු සෛලික ය. සූත්‍රිකා ලෙස හඳුන්වන සියුම් නාලාකාර, ශාඛනය වූ නූල් වැනි ගොනුවකින් යුක්ත ය; එක්ව ගත් කල මයිසිලියම සාදති. සූත්‍රිකා සාවාර හෝ නිරාවාර විය හැකි ය. ප්‍රියෝන යනු කුඩා ප්‍රෝටීන අංශු ය. ඒකසෛලික ප්‍රොටිස්ටාවෝ පුළුල් පරාසයක රූපීය විවිධත්වයක් දක්වති. මොලිකියුටයන් (mollecutes) බහුරූපීය (විවිධ හැඩැති) වෙයි.

ක්ෂුද්‍රජීවීන් විවිධ පෝෂණ ආකාර පෙන්වයි. ඔවුන්ගේ පෝෂණ ආකාරය කාබන් ප්‍රභවය හා ශක්ති ප්‍රභවය මත පදනම් කර ගනිමින් වර්ග කර ඇත. ක්ෂුද්‍රජීවීන් අතර ප්‍රධාන පෝෂණ ආකාර හතරක් දැකිය හැකි ය. රසායනික - ස්වයංපෝෂක, රසායනික - විෂම පෝෂක, ප්‍රභා ස්වයං පෝෂක හා ප්‍රභා විෂම පෝෂක යනු ඒ ආකාර වේ. ඔක්සිජන් භාවිතාව මත ක්ෂුද්‍රජීවීන් කායික විද්‍යාත්මක කාණ්ඩ හතරකට වර්ග කර ඇත; අනිවාර්ය සවායු, අනිවාර්ය නිර්වායු, වෛකල්පිත නිර්වායු හෝ හා ක්ෂුද්‍ර වාතකාමී යනු එම ආකාර වේ. සමහර ක්ෂුද්‍රජීවීන්ට වායුගෝලීය අණුක නයිට්‍රජන් තිර කළ හැකි ය; ඔවුහු කායික විද්‍යාත්මක විවිධත්වයක් පෙන්වති. නිදහස්වාසි නයිට්‍රජන් තිරකාරක ක්ෂුද්‍රජීවීහු හා සහජීවී නයිට්‍රජන් තිරකාරක ක්ෂුද්‍රජීවීහු යනු ඒ ආකාර වෙති.

ක්ෂුද්‍රජීවී ආකාර

1. **බැක්ටීරියා**

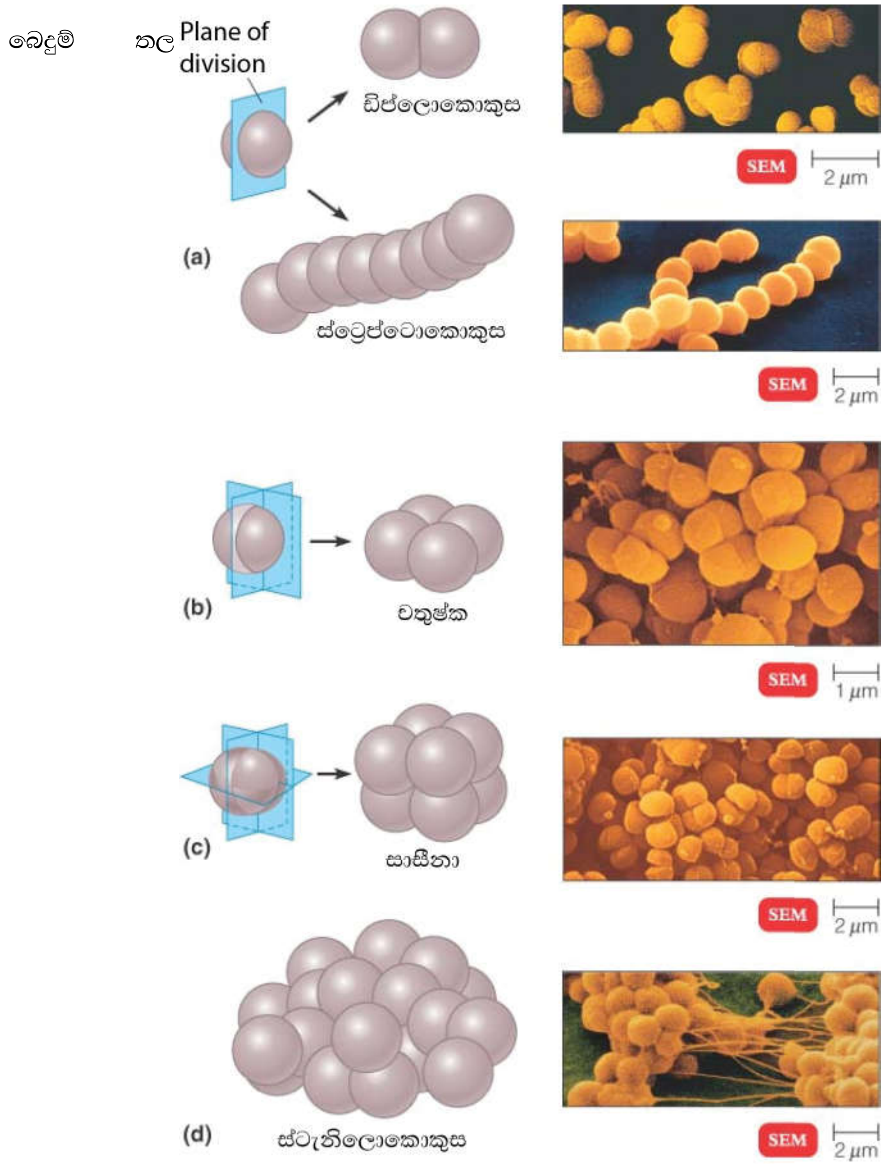
බැක්ටීරියාවෝ ඒකසෛලික ප්‍රෝකැරියෝටාවෝ වෙති. ඔවුහු විවිධ රූප විද්‍යාත්මක ආකාර සහ සැකසුම් සහිත ය. බැක්ටීරියාවල වඩාත් කැපී පෙනෙන ව්‍යුහ ලක්ෂණ වන්නේ ඔවුන් සෑදී ඇති තනි සෛලවල හැඩයයි. මූලික හැඩ ආකාර තුනක් ඇත.

1. ගෝලාකාර (කොකුස)
2. දණ්ඩාකාර (බැසිලස)
3. සර්පිලාකාර (ස්පිරිල්ලුම්)

සෛල විභාජනයේ දී සෛල එකිනෙකට සම්බන්ධව පවත්නා ආකාර අනුව එකිනෙකට වෙනස් වූ සැකසුම් ඇති කරයි.

1. **කොකුස බැක්ටීරියාවන්ගේ සෛල සැකසුම්වල විවිධ ආකාර** (වගුව 9.1)

කොකුස	එක ම තලයක සෛල විභාජනය වෙයි. විභාජනය අවසානයේ බෙදෙන සෛල එකිනෙකින් වෙන් වී යයි.
ඩිප්ලොකොකුස	එක ම තලයක සෛල විභාජනය වෙයි. බෙදී සෑදෙන සෛල යුගල ලෙස පවතියි.
ස්ට්‍රෙප්ටොකොකුස	එක ම තලයක සෛල විභාජනය වෙයි. විභාජනය වූ සෛල දාමයක ආකාරයට එකිනෙකට සම්බන්ධව පවතියි.
චතුෂ්ක	තල දෙකක සෛල විභාජනයෙන් නිපදවෙන සෛල හතර එකිනෙකට සම්බන්ධව පවතියි.
සාර්සිනා	තල තුනක සෛල විභාජනය සිදු වන අතර, සෑදෙන සෛල අටක කාණ්ඩයක් ලෙස එකිනෙකට සම්බන්ධව පවතියි.
ස්ටැෆිලොකොකුස	බහුතලීය ලෙස සෛල විභාජනය වෙයි. මිදි පොකුරු ආකාර සෛල ගොනු සාදයි.

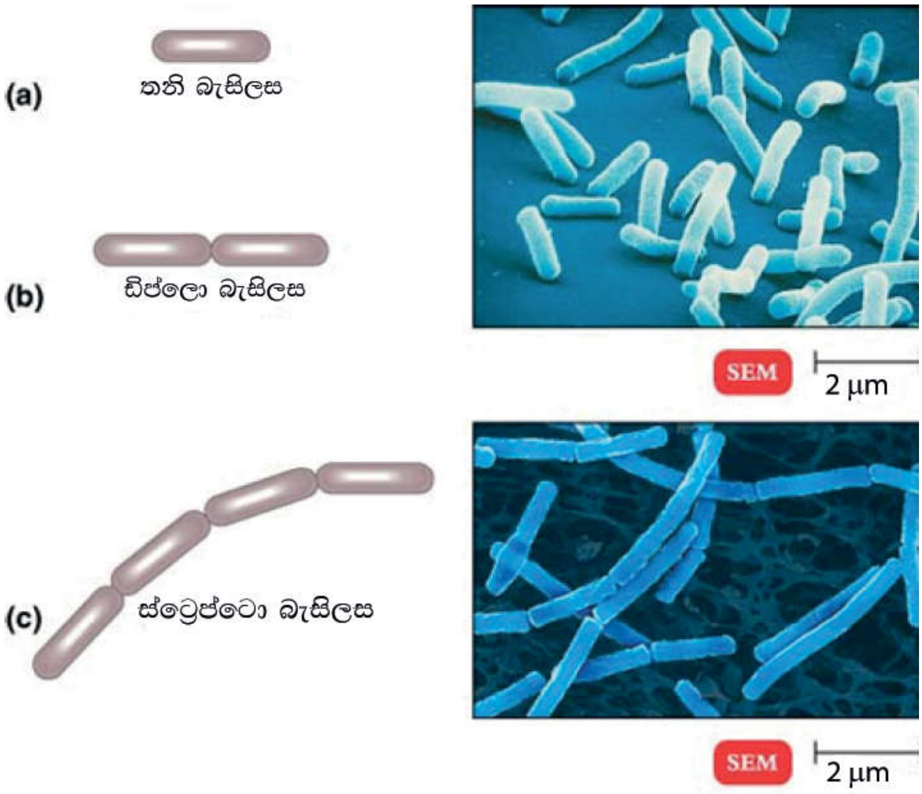


රූපය 9.1: කොකුස බැක්ටීරියාවන්ගේ සෛල සැකසීම.

2. බැසිලස බැක්ටීරියාවල සෛල සැකසීමේ විවිධ ආකාර (වගුව 9.2)

බැසිලස විභාජනය වන්නේ ඔවුන්ගේ කෙටි අක්ෂය හරහා පමණි. එබැවින් සෛල සැකසුම් ආකාර කීපයක් පවතියි.

තනි බැසිලස	තනි දණ්ඩාකාර
ඩිප්ලො බැසිලස	සෛල විභාජනයෙන් පසුව යුගල ලෙස පවතියි
ස්ට්‍රෙප්ටො බැසිලස	සෛල විභාජනයෙන් පසුව දාම ලෙස පවතියි

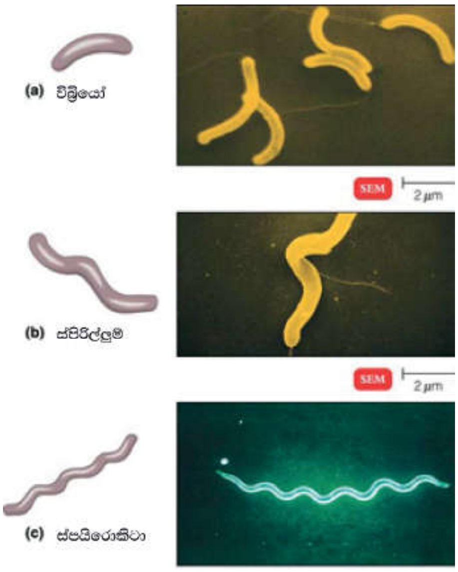


රූපය **9.2:** බැසිලස බැක්ටීරියාවන්ගේ සෛල සැකසීම.

3. **සර්පිල හැඩැති බැක්ටීරියාවන්ගේ වෙනස් වූ සෛල සැකසුම්** (වගුව 9.3)

සර්පිල බැක්ටීරියාවෝ දඟර එකක් හෝ වැඩි සංඛ්‍යාවක් දරති. ඒවා කිසි විටෙකත් ඍජු නොවෙති.

විබ්‍රියෝ	වක්‍ර වූ දණ්ඩාකාර.
ස්පිරිල්ලුම්	සර්පිලාකාරය, කස්කුරුප්පු ආකාර දෘඪ දේහයකින් යුක්ත ය.
ස්පයිරොකිටා	සර්පිලාකාර ය. නම්‍යශීලි ය.



රූපය **9.3:** ස්පිරිල්ලුම් බැක්ටීරියාවන්ගේ සෛල හැඩය

බැක්ටීරියාවෝ පෝෂණ ආකාරවල විවිධත්වයක් පෙන්වති. ඔවුන් අතර ප්‍රධාන පෝෂක ආකාර හතරක් හඳුනා ගෙන ඇත. ශක්ති හා කාබන් ප්‍රභවය මත පදනම් වෙමින් ඒවා වර්ග කර ඇත.

පෝෂණ ක්‍රමය	ශක්ති ප්‍රභවය	කාබන් ප්‍රභවය	නිදසුන
ප්‍රභා ස්වයංපෝෂී	ආලෝකය	කාබන් ඩයොක්සයිඩ් (අකාබනික කාබන්)	දම් සල්ෆර් හා හරිත සල්ෆර් බැක්ටීරියා
ප්‍රභා විෂමපෝෂී	ආලෝකය	කාබනික කාබන්	දම් සල්ෆර් නොවන බැක්ටීරියා
රසායනික ස්වයංපෝෂී	අකාබනික රසායන ද්‍රව්‍ය	කාබන් ඩයොක්සයිඩ් (අකාබනික කාබන්)	*Nitrobacter, Nitrosomonas, Thiobacillus thiooxidans*
රසායනික විෂමපෝෂී	කාබනික රසායන ද්‍රව්‍ය	කාබනික කාබන්	බොහෝ බැක්ටීරියා

ඔක්සිජන් ධාරණය කිරීමේ හැකියාව මත ක්ෂුද්‍රජීවීහු කාණ්ඩ හතරකට බෙදා දක්වනු ලැබෙති.

කායික විද්‍යාත්මක කාණ්ඩය	විස්තරය	උදාහරණ
අනිවාර්ය සවායු	පැවැත්ම සඳහා ඔක්සිජන් අවශ්‍ය ය. ඔක්සිකාරක පොස්ෆොරයිලිකරණයෙන් ශක්තිය නිපදවයි.	*Acetobacter sp*
අනිවාර්ය නිර්වායු	ඔක්සිජන් සහිත විට පැවැතිය නොහැකි ය. පැසීම මගින් ශක්තිය නිපදවා ගනියි.	*Clostridium* sp.
වෛකල්පිත නිර්වායු	ඔක්සිකාරක පොස්ෆොරයිලිකරණයෙන් ශක්තිය නිපදවා ගනිමින් මේ ක්ෂුද්‍රජීවීහු ඔක්සිජන් සහිත තත්ත්වවල වර්ධනය වීමට ප්‍රවනතාවක් දක්වති. එහෙත් පැසීම භාවිත කරමින් නිර්වායු පරිසරවල ද ජීවත් වෙති.	*Escherichia coli*

ක්ෂුද්‍රවාතකාමී	වාතයේ ඇති ඔක්සිජන් සාන්ද්‍රණයට වඩා අඩු ඔක්සිජන් සාන්ද්‍රණයක දී පමණක් මේ ක්ෂුද්‍රජීවීහු ජීවත් වෙති.	*Lactobacillus* sp.

සමහර බැක්ටීරියා වායුගෝලීය නයිට්‍රජන් තිර කිරීමේ හැකියාව සහිතයි. ඔවුහු නයිට්‍රජන් තිර කිරීමේ විවිධත්වයක් පෙන්වති.

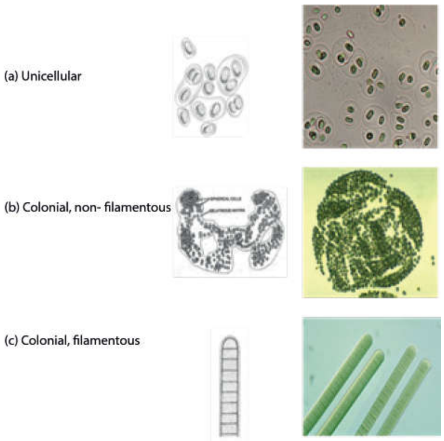
- නිදහස්වාසි නයිට්‍රජන් තිර කරන බැක්ටීරියා : *Azotobacter* sp.
- සහජීවි නයිට්‍රජන් තිර කරන බැක්ටීරියා : *Rhizobium* sp. (රනිල ශාක මුල් සමඟ)

බොහෝ බැක්ටීරියා ද්විඛණ්ඩනය මඟින් අලිංගිකව ප්‍රජනනය කරන අතර කලාතුරකින් කඩ කඩ වීම සහ අංකුරනය දක්වයි. කලාතුරකින් සිදු වන මාදිලි දෙකක බැක්ටීරියා සංයුග්මනය යන ප්‍රජනන ක්‍රියාවලියේ දී ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍ය කොටස් හුවමාරු කර ගැනීම සිදු වේ.

සයිනොබැක්ටීරියා-

ඔවුන්ගේ ලාක්ෂණික නිල්-කොළ (cyan) වර්ණක නිසා ඔවුහු එම නමින් හඳුන්වනු ලැබෙති. සයනො බැක්ටීරියා පුළුල් පරාසයක හැඩ හා සෛල සැකසුම් ප්‍රදර්ශනය කරන අතර ඔවුන් ඒක සෛලික සිට සනාවාස දක්වා ද විවිධත්වයක් දක්වයි (රූපය 9.4).

- **ඒකසෛලික ආකාර -** සෛල විභාජනයෙන් පසුව සෛල වෙන් වෙයි. කෙසේ නමුත් දුහිතෘ සෛල විසින් විශාල වශයෙන් ශ්‍රාවය කරනු ලබන නානු මඟින් බහුතරයක් ඒක සෛලික ආකාර එක්ව පවතී.
- **සනාවාසි ආකාර -** සෛල සනාවාස සෑදීමේ දී ඒවා බිත්තිවලින් එකිනෙකට සම්බන්ධව හෝ පොදු ජෙලටනීමය පූරකයක ගිලී හෝ පවතියි. සනාවාස සූත්‍රිකාකාර හෝ සූත්‍රිකාකාර නොවන හෝ විය හැකි ය. සූත්‍රිකාකාර නොවන සනාවාස සෛල විභාජනය වන තලය හා දිශාව මත ගෝලාකාර, සනාභ, චතුරශ්‍රාකාර හා අක්‍රමවත් හැඩැති යන සෛල සැකසුම් සහිත වෙයි. තනි තලයක, එක් දිශාවකට සෛල විභාජනය වීමේ ප්‍රතිඵලය ලෙස සූත්‍රිකාමය සනාවාසි ආකාර; දාම හෝ නූල් වැනි ව්‍යූහ ඇති කරයි.

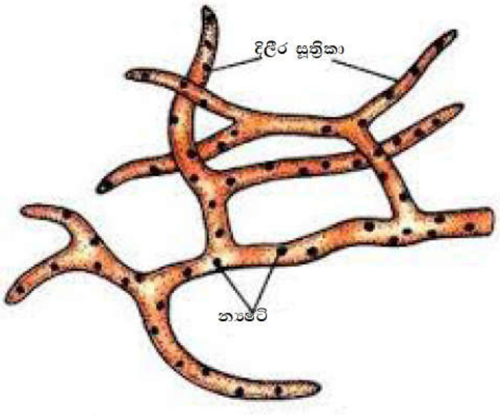


රූපය **9.4:** සයනොබැක්ටීරියාවන්ගේ සෛල හැඩය.

ශාක හා ඇල්ගී මෙන්, ප්‍රභාසංශ්ලේෂණය සිදු කරන සයනො බැක්ටීරියා ද ප්‍රභාස්වයං-පෝෂී වෙයි.

බොහෝ සයනො බැක්ටීරියා වායුගෝලීය නයිට්‍රජන් තිර කිරීමේ හැකියාව දරයි. උදා: *Nostoc* sp. යනු නිදහස්වාසි නයිට්‍රජන් තිර කරන්නෙකි. *Anabaena -Azolla* තම හවුල්කරු සමඟ සහජීවීව (*Azolla* sp. - ජලජ පර්ණාංගයකි) නයිට්‍රජන් තිර කරයි. බොහෝ විශේෂවල නයිට්‍රජන් තිර කිරීම විශේෂ සෛල වර්ගයක් වන හෙටරොසිස්ට තුළ සිදු වෙයි. හෙටරොසිස්ට තුළ දී නයිට්‍රජනේස් යන එන්සයිමයෙන් නයිට්‍රජන් තිර කිරීම උත්ප්‍රේරණය වෙයි. නයිට්‍රජනේස් ඔක්සිජන් වායුවට සංවේදී ය. ජලයෙන්, වාතයෙන් හෝ අසල්වැසි ප්‍රභාසංශ්ලේෂී සෛලවලින් ඔක්සිජන් තම සෛලයට විසරණය වීම වළකා නයිට්‍රජනේස් ආරක්ෂා කිරීම සඳහා හෙටරොසිස්ටවල ඝනකම් බිත්ති ඇත.

සයනො බැක්ටීරියාවන් තවත් විශේෂිත සෛල ආකාරයක් වන ඒකයිනිට දරයි. ඒවා සංචිත ආහාර හා ඝන බිත්ති දරන අක්‍රිය බීජාණු ආකාරයකි. ඒවා නියඟයට හා අධික උෂ්ණත්වවලට ප්‍රතිරෝධී ය. වර්ධක සෛල වියළී ගිය ද අහිතකර පාරිසරික තත්ත්වවල දී නොනැසී පැවැතීමට ඒකයිනිටවලට හැකියාව ඇත. සයනො බැක්ටීරියා අලිංගිකව පමණක් ප්‍රජනනය කරයි. සනාවාසි සූත්‍රිකාකාර හා සනාවාසි ඒකසෛලික ආකාර කඩ කඩ වීම මඟින් ප්‍රජනනය කරන අතර, ඒකසෛලික හා සනාවාසි සූත්‍රිකාමය නොවන ආකාර සරල සෛල විභාජනය මඟින් ප්‍රජනනය සිදු කරයි.



රූපය **9.5:** **දිලීරවල සූත්‍රිකාමය තලස, බෙදුනු මයිසීලියම**

දිලීර (fungi) ඉයුකැරියෝටාවෝ ය. ඒකසෛලික (yeast) හෝ බහුසෛලික (පුස්) විය හැකි ය. සමහර බහුසෛලික දිලීර බිම්මල්/හතු සාදයි. පුස් වර්ග දිලීර සූත්‍රිකා ලෙස හැඳින්වෙන දෘශ්‍යමාන දිගටි සූත්‍රිකාවලින් සමන්විත වූ මයිසිලියම් හෙවත් දිලීර ජාලය ඇති කරයි. බොහෝ පුස් වර්ගවල ආවාර ලෙස හැඳින්වෙන හරස් බිත්ති ඇත. ආවාර මඟින් සූත්‍රිකා කැපී පෙනෙන ඒකන්‍යෂ්ටික සෛල ආකාර ඒකකවලට බෙදයි. සමහර පුස් වර්ග ආවාර නොදරන අතර එමඟින් න්‍යෂ්ටි විශාල සංඛ්‍යාවක් දරන දිගු අඛණ්ඩ සෛල නිපදවයි. ඒවා සංසෛලික සූත්‍රිකා ලෙස හඳුන්වයි. පාන් හා පලතුරු මත ඇති වන පුලුන් ආකාර වර්ධනයන් ඇති කරන්නේ පුස් වර්ගවල මයිසිලියම් මගිනි.

දිලීර රසායනික විෂමපෝෂීන් වන අතර අවශෝෂණය මඟින් ආහාර ලබා ගනියි. ඔවුන් මෘතෝපජීවී පෝෂණ ක්‍රමයක් පෙන්වයි. දිලීර එන්සයිම් ශ්‍රාවය කර මිය ගිය ශාක ද්‍රව්‍ය වියෝජනය

a.

රූපය 9.6 **(a)** :*Penicillium* හි ප්‍රජනනය (බීජාණු නිපදවීම)

b.

රූපය 9.6 **(b)** :යීස්ට් හි ප්‍රජනනය (අංකුරනය)

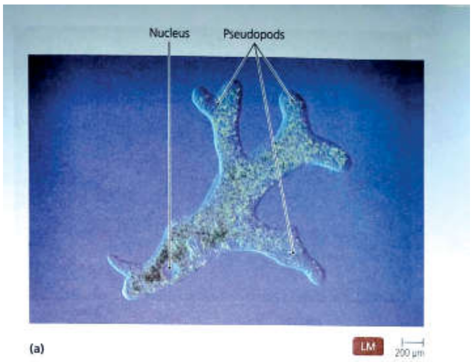
කරමින් ආහාර දාමවල වැදගත් කාර්යභාරයක් ඉටු කරන අතර, එමගින් ඉතා වැදගත් ජෛවීය වශයෙන් අත්‍යවශ්‍ය මූලද්‍රව්‍ය චක්‍රීකරණය සිදු කරයි. පරපෝෂී (ශාක හා සත්ත්ව ව්‍යාධිජනක) හා අන්‍යෝන්‍යාධාර (ලයිකන හා දිලීරකමූල) වැනි පෝෂණ ආකාර දිලීර අතර පවතී. ඒකසෛලික දිලීර ඛණ්ඩනය හා අංකුරණය මගින් අලිංගිකව ප්‍රජනනය සිදු කරන අතර, සූත්‍රිකාකාර දිලීර (පුස් වර්ග) බීජාණු නිපදවමින් අලිංගිකව හා/ හෝ ලිංගිකව ප්‍රජනනය සිදු කරයි.

ඒක සෛලික ප්‍රොටිස්ටාවන්

ඒකසෛලික ප්‍රොටිස්ටාවෝ බහු රූපීය ය. හැඩයෙන් විවිධ වන අතර ව්‍යාජ පාද, පක්ෂම හා කශිකා වැනි සංචරණ ව්‍යුහ දරයි. ඒවා තනි තනි ව හෝ සනාවාසී ලෙස පවතියි. සමහර ප්‍රොටිස්ටාවන් එකට සම්බන්ධ වී සූත්‍රිකා සාදයි.

ප්‍රභාස්වයංපෝෂී, විෂමපෝෂී හෝ මිශ්‍රපෝෂී පෝෂණ ක්‍රම ප්‍රොටිස්ටාවන් අතර හමු වෙයි. ඔවුන් අතර සවායු, නිර්වායු හා වෛකල්පිත නිර්වායු යන ශ්වසන ආකාර හමු වේ. සමහර ඇල්ගී ආකාර

a.

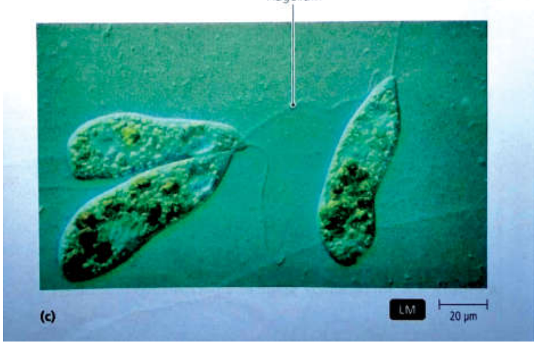


රූපය **9. 7 a.** *Amoeba*

b.

රූපය **9. 7 b.** *Paramecium*

c.



රූපය **9. 7 c.** *Euglena*

ලයිකන්වල සහජීවී අන්තර්ක්‍රියාවලට දායක වෙයි. ඔවුහු ජන්මාණු නිපදවීම මඟින් ලිංගිකව ද හා ඛණ්ඩනය මඟින් අලිංගිකව ද ප්‍රජනනය කරති.

මොලිකියුටයින් (Mollicutes)

මයිකොප්ලාස්මාවෝ, හා ෆයිටොප්ලාස්මාවෝ බැක්ටීරියා අධිරාජධානියට අයත් ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටිකයන් වෙති. සෛල බිත්ති නොමැති වීම මොවුන්ගේ සුවිශේෂ ලක්ෂණයකි.

මයිකොප්ලාස්මාවන් හා ෆයිටොප්ලාස්මාවන්

මයිකොප්ලාස්මාවෝ බහුරූපීය, ගෝලාකාර සිට සූත්‍රිකාකාර දක්වා හැඩයෙන් විවිධ වෙති. ඔවුහු කුඩාම ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික කාණ්ඩය වෙති. ඔවුන් ආලෝක අණ්වීක්ෂය භාවිතයෙන් නිරීක්ෂණය කළ නොහැකි ය. මයිකොප්ලාස්මාවෝ කශිකා නොදරති. මයිකොප්ලාස්මාවෝ සියල්ලක්ම පාහේ මානවයා හා සතුන්ගේ පරපෝෂිතයෝ වෙති. ඔවුන්ට කාබනික වර්ධක සාධක විශාල වශයෙන් අවශ්‍ය වෙයි. ඔවුන් අංකුරනයෙන් හා ද්විඛණ්ඩනයෙන් ප්‍රජනනය සිදු කරන අතර බීජාණු නොසාදයි. ඔවුන් සවායු හෝ වෛකල්පිත නිර්වායු වෙයි.

බොහෝ කරුණුවලින් ෆයිටොප්ලාස්මාවෝ, මයිකොප්ලාස්මාවන්ට සමාන ය. ඔවුහු ප්‍රමාණයෙන් මයිකොප්ලාස්මාවන්ට සමාන ය. දෙවර්ගය ම නිරීක්ෂණය කළ හැක්කේ ඉලෙක්ට්‍රෝන අන්වීක්ෂවලින් පමණි. ගෝලාකාර සිට සූත්‍රිකාකාර දක්වා හැඩයෙන් විවිධ වෙයි. ෆලයිටොප්ලාස්මාවන් ආසාදනය කරන්නේ ශාක පමණක් වන අතර සාමාන්‍යයෙන් ෆ්ලෝයමය යුෂයෙහි හමුවෙයි. කෘත්‍රිම මාධ්‍යවල ඔවුනට වර්ධනය විය නොහැකි ය. ඔවුහු බොහෝ විට පත්‍ර කීඩෑවන් (leafhoppers) මඟින් සම්ප්‍රේෂණය වෙති.

එබැවින් ඔවුහු පත්‍ර කීඩෑවන් හා ශාක දේහය යන දෙකම තුළ ප්‍රජනනය සිදු කරති. ඔවුහු අංකුරණයෙන් හා ද්විඛණ්ඩනයෙන් ප්‍රජනනය කරති. ඔවුන්ට සවායු හෝ වෛකල්පිත නිර්වායු යන ශ්වසන ආකාර ඇත.

වයිරස්

(a) ලාක්ෂණික ලක්ෂණ

ඔවුහු ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික හෝ සූන්‍යෂ්ටික හෝ නොවන අතර කිසිදු ආකාරයක සෛලීය සංවිධානයක් නොපෙන්වති. ජීවිධාරක සෛලවලින් බැහැරව කිසිම පරිවෘත්තීජ ක්‍රියා හෝ ප්‍රජනනය සිදු නොකරති. එබැවින් ඔවුහු ජීවීන් ලෙස හඳුන්වනු නොලබති. කෙසේ නමුත් ධාරක සෛලයකට ඇතුළු වූ විට ගුණනය වී විවිධ පරිවෘත්තික පථ මඟින් ආසාදනය සිදු කර, ලාක්ෂණික ජීවී ගතිගුණ පෙන්වයි. වයිරස ජීවී ධාරක සෛල තුළ පමණක් ගුණනය වීම නිසා ඔවුහු අනිවාර්ය පරපෝෂිතයින් වෙති. වයිරස් ඉතා කුඩා බැවින් නිරීක්ෂණය කළ හැක්කේ ඉලෙක්ට්‍රෝන අන්වීක්ෂ තුළින් පමණි. ඔවුහු සරල ව්‍යුහ දරති. සාමාන්‍යයෙන් න්‍යෂ්ටික අම්ල දරන මධ්‍ය හරයකින් හා කැප්සොමියර ලෙස හඳුන්වන නිශ්චිත වූ ප්‍රෝටීන් උප ඒකක ගණනකින් තැනුණු කැප්සිඩය ලෙස හැඳින්වෙන ප්‍රෝටීනීමය ආවරණයකින් සමන්විත වෙයි. ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍ය ලෙස වයිරස්වල DNA හෝ RNA ඇත. ප්‍රෝටීන් සංශ්ලේෂණය සඳහා අවශ්‍ය වන එන්සයිම හෝ අතිරේක RNA වැනි දේවල් හා ප්‍රෝටීන් සංශ්ලේෂක යන්ත්‍රණයක් නොදරයි. එබැවින් ඔවුහු ධාරක සෛලවල ප්‍රෝටීන් සංස්ලේෂක යන්ත්‍රණ මත රඳා පවතිති. RNA වයිරස, RNAවලින් DNA ප්‍රතිවර්ති ප්‍රතිලේඛනය සඳහා රිවස් ට්‍රාන්ස්ක්‍රිප්ටේස් යන එන්සයිමය දරයි.

(b) වයිරස්වල රූපකාරකය හා ආකාර

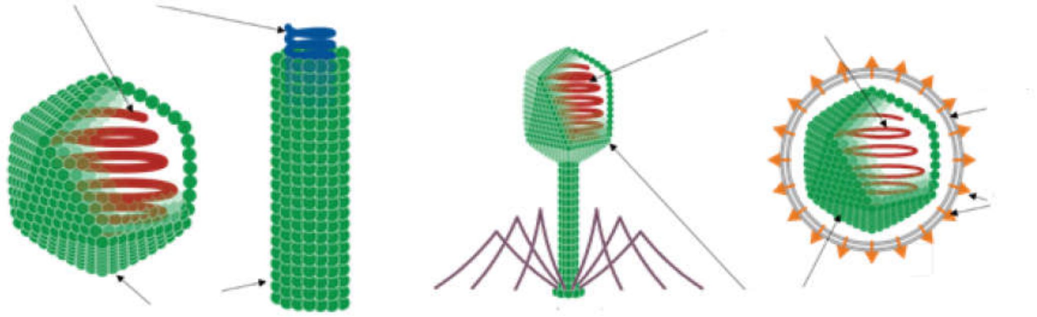
කැප්සිඩවල නිර්මාණය (architecture) මත මූලික රූප විද්‍යාත්මක සමමිති ආකාර දෙකක් හඳුනාගත හැකි ය. (රූපය 9.8)

1. හෙලිකල්

2. අයිකොසාහිඩ්‍රන් (icosahedron)

ඉහත සමමිති මත පදනම් වන, ප්‍රධාන රූපීය ආාකර හතරක් පෙන්වයි; හෙලික්සීය (හෙලිකල්) බහුතල (polyhedron)සංකීර්ණ හා ආවරිත (enveloped) ලෙස වේ.

- හෙලිකල් වයිරස - දිගු, නම්‍යශීලි හෝ දෘඪ දණ්ඩකි උදා: ජලභීතිකා වයිරස
- ඉකොසාහිඩ්‍රන්/ බහුතල - අයිකොසාහිඩ්‍රන් සමමිතිය උදා: ඇඩිනො වෛරසය
- සංකීර්ණ වයිරස - අතිරේක ව්‍යුහ සමඟ එක් ආකාරයකට වඩා වැඩි ගණනක් සමමිති පෙන්වයි. උදා: බැක්ටීරියා භක්ෂක
- ආවරිත වයිරස - උදා: දළ වශයෙන් ගෝලාකාර ය. කැප්සිඩය ආවරණයකින් වට වී ඇත. උදා: හ'පීස් සිම්ප්ලෙක්ස් වයිරසය.



රූපය 9.8 :වෛරසවල රූපමය ආකාර හතරෙහි රූපමය ඉදිරිපත් කිරීම

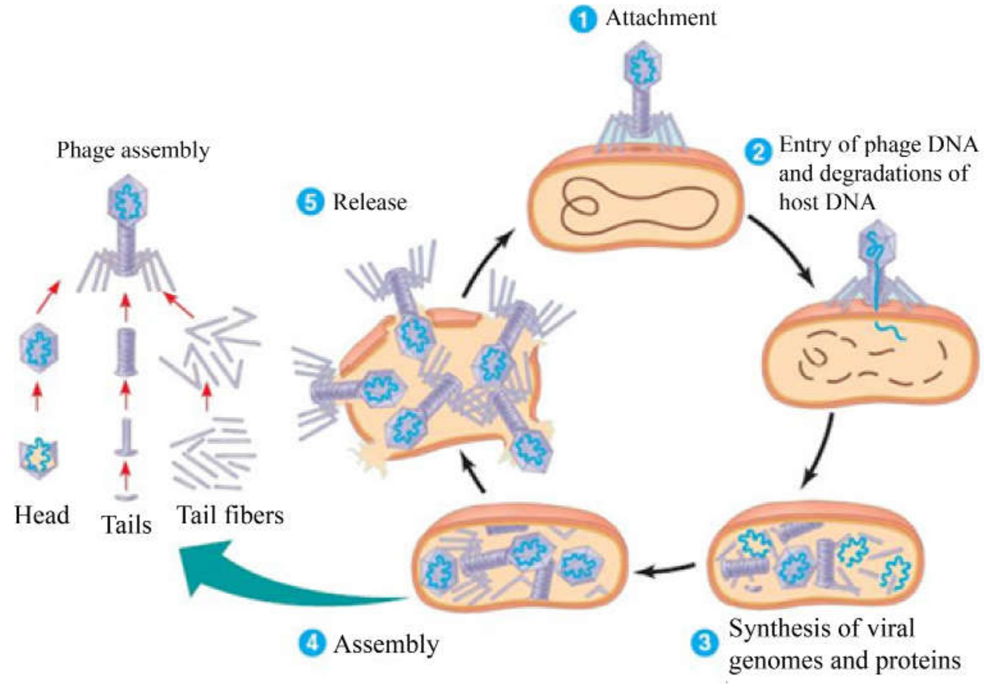
වයිරසවල ගුණනය

එක් වයිරසයකට තනි ධාරක සෛලයක් තුළ ඊට සමාන වයිරස දහස් ගණනක් ඇති කළ හැකි ය. එබැවින් වයිරස තම ධාරකයාට බරපතළ හානි සිදු කරමින්, ශාක සතුන් හා බැක්ටීරියාවන්ට දරුණු රෝග තත්ත්වයන් ඇති කරයි. බැක්ටීරියා භක්ෂකයන් යනු බැක්ටීරියාවන් ආසාදනය කළ හැකි දර්ශීය (typical) වයිරස් කාණ්ඩයකි. ඔවුහු පැහැදිලි යන්ත්‍රණ දෙකක් උපයෝගි කර ගනිමින් ගුණනය වෙති; එනම් ව්‍යංශජනක චක්‍රය (lysogenic) චක්‍රය හෝ ජාරක චක්‍රය (lytic cycle) වේ. ජාරක චක්‍රය මඟින් ධාරක සෛලය ජාරණය කිරීම සිදු වන අතර ව්‍යංශජනක චක්‍රයේ දී ධාරක සෛලය ජාරණයකින් තොරව වයිරස DNA, ධාරක DNA බවට සංස්ථානගත කෙරෙන අතර ධාරකයා ජීරණය නොකරමින් ගුණනය වෙයි.

බැක්ටීරි භක්ෂකයකුගේ ජාරක ජීවන චක්‍රය

මේ චක්‍රයට පැහැදිලි පියවර පහක් ඇතුළත් ය. සම්බන්ධ වීම, විනිවිද යෑම, ජෛවසංශ්ලේෂණය, පරිණත වීම හා නිදහස් වීම.

- **සම්බන්ධ වීම** : බැක්ටීරි සෛලයේ ගැළපෙන ප්‍රතිග්‍රාහක ස්ථානයට වයිරසය සම්බන්ධ වීම පළමු වැනි පියවරයි.
- **විනිවිද යෑම** : සම්බන්ධ වීමෙන් පසු බැක්ටීරි භක්ෂකයා බැක්ටීරි සෛලය තුළට DNA නික්ෂේප කරයි. මේ ක්‍රියාවලිය බැක්ටීරි සෛල බිත්ති බිඳදමන එන්සයිමයකින් පහසු කරනු ලබයි.
- **ජෛව සංශ්ලේෂණය** : ඊළඟ පියවර වන්නේ ධාරක සම්පත් (resources) භාවිත කර ධාරක සෛල ප්ලාස්මය තුළ වයිරස DNA හා ප්‍රෝටීන් ජෛව සංශ්ලේෂනය කිරීමයි. ධාරක සෛලවල DNA බිඳ වැටීම උත්තේජනය කිරීම මේ පියවරට ඇතුළත් ය.
- **පරිණතිය හා සමූහනය** : භක්ෂක DNA හා ප්‍රෝටීන් සංශ්ලේෂණය සිදු වූ පසු සම්පූර්ණ වයිරස් අංශු සෑදීම සඳහා DNA හා ප්‍රෝටීන් කැප්සිඩ සමූහනය සිදු වේ.
- **නිදහස් වීම** : බැක්ටීරියා සෛල බිත්ති කැඩී විවෘත වීම (ජීරණය) බැක්ටීරි භක්ෂක වයිරස මඟින් ප්‍රේරණය වෙයි. අලුතින් නිපදවුණු බැක්ටීරි භක්ෂක ධාරක සෛලයෙන් නිදහස් වෙයි. මෙසේ නිදහස් වන බැක්ටීරි භක්ෂක ආසන්නයේ ඇති සෛල තුළ තවත් ජාරක චක්‍රයක් අරඹයි.



රූපය 9.9 බැක්ටීරි භක්ෂකයකුගේ ජාරක ජීවන චක්‍රය

වයිරොයිඩ

වයිරොයිඩ සමන්විතව ඇත්තේ කුඩා නග්න RNA කොටසකින් පමණි. එය ආරක්ෂක ප්‍රෝටීන ආවරණයකින් වට වී නොපවතී. ධාරක සම්පත් භාවිත කරමින් ජීවිධාරක සෛල තුළ දී පමණක් වයිරොයිඩවලට ගුණනය විය හැකි ය. කෙසේ නමුත් මේවා තුළ කිසිම ආකාරයක ජාන අන්තර්ගත

නොවන අතර, තම ගුණනය සඳහා අවශ්‍ය සංඥා පමණක් දරා සිටියි. වයිරොයිඩ ශාක ආසාදනය කරන අතර මේ දක්වා වෙනත් ජීවී ආකාර ආසාදනයක් පිළිබඳ වාර්තා නොවෙයි.

ප්‍රියෝන

ප්‍රියෝන යනු ප්‍රෝටීනමය ආසාදක අංශු වර්ගයකි. වයිරසවලට වඩා කුඩා ය. ප්‍රියෝන න්‍යෂ්ටික අම්ල රහිත වුව ද, ප්‍රියෝන ප්‍රෝටීන සඳහා කේතය සපයන ධාරක ජානවල උපකාරයෙන් ඒවාට ප්‍රතිවලිත විය හැකි ය. රෝග සඳහා හේතු වන කාරක ලෙස සමහර පක්ෂීන් හා මැමේලියාවන් තුළ මේවා හමු වෙයි. මේවා සියල්ල ස්නායු සම්බන්ධ රෝග තත්ත්වයන් වේ.

- Transmissible Spongiform Encephalopathies (TSEs) : මොළයේ විශාල රික්තක ඇති වීම නිසා එහි ස්පන්ජිමය ස්වරූපයක් ඇති වෙයි.
- උමතු ගව රෝගය : 1987 දී මුල් වරට ගවයන්ට ඇති වූ එක් බරපතළ රෝග තත්ත්වයකි.
- Creutzfeldt-Jakob disease (CJD) : ප්‍රියෝන විසින් මිනිසාට ඇති කරන රෝග තත්වයකි.

මිනිසාගෙන් මිනිසාට සම්ප්‍රේෂණය වීම ආසාදිත පටක හා අවයව බද්ධ කිරීමේ දී ද ආසාදිත රුධිර පාරවිලයන කිරීමේ දී ද සිදු විය හැකි ය. සමහර TSE ගවයන්ගෙන් මිනිසාට ආසාදනය විය හැකි ය.

මූලික පරීක්ෂණාගාර තාක්ෂණික ශිල්ප ක්‍රම

ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ ජෛවරසායනික ගතිලක්ෂණ හා රූපවිද්‍යාව අධ්‍යයනය සඳහා ඔවුන් කෘත්‍රිම මාධ්‍ය මත රෝපණය කිරීම අත්‍යවශ්‍ය ය. අපවිත්‍ර වීමකින් තොරව අවශ්‍ය ක්ෂුද්‍රජීවීන් රෝපණය කිරීමට අනුගමනය කළ යුතු, කෘත්‍රිම රෝපණ මාධ්‍ය සකස් කිරීම හා ජීවාණුහරණ ක්‍රමවේදයන් වැනි විද්‍යාගාරවල සිදු කෙරෙන තාක්ෂණයන් ඇත. මේ කොටසේ දී එවැනි මූලික තාක්ෂණ ශිල්පක්‍රම විස්තර කෙරෙයි.

ජීවාණුහරණ ක්‍රම

අන්තඃබීජාණු ද ඇතුළත්ව සියලු ආකාරයේ ක්ෂුද්‍රජීවීන් විනාශ කිරීමේ හා ඉවත් කිරීමේ ක්‍රමවේදය ජීවාණුහරණය නම් වේ.

භෞතික හා රසායනික ලෙස ජීවාණුහරණ ආකාර දෙකකි.

I. ජීවාණුහරණයෙහි භෞතික ක්‍රම

තෙත් තාපය, වියළි තාපය, පටල පෙරහන් භාවිතයෙන් පෙරීම, පාරජම්බුල විකිරණවලට නිරාවරණය කිරීම මේවායෙන් කිහිපයකි.

- **තෙත් තාප ජීවාණුහරණය**

  රෝපණ මාධ්‍යයන්, තාප අස්ථායී ප්‍රතිකාරක/ තරල හා විවිධ පරීක්ෂණාගාර උපකරණ වැනි අවශ්‍ය කරන ද්‍රව්‍යවල සිටින ක්ෂුද්‍රජීවීන් විනාශ කිරීම සඳහා මෙහි දී තෙත් තාපය භාවිත කරයි. මෙහි දී සිදු කරන්නේ අධික උෂ්ණත්ව හා පීඩන භාවිත කරමින් ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ ප්‍රෝටීන අස්වාභාවිකරණය කිරීමයි.

  උදා:- පීඩතාපකය - උෂ්ණත්වය 121°C වාෂ්ප මඟින් හා වා.ගෝ. 1 පීඩනය/15 psi යටතේ ජීවාණුහරණය කරයි. ප්‍රියෝන හැර සියලු ක්ෂුද්‍රජීවීන් හා ඔවුන්ගේ අන්තඃබීජාණු විනාශ කිරීමට මේ තත්ත්වයන් මි. 15ක් පවත්වා ගෙන යෑම ප්‍රමාණවත් ය.

ඉහළ උෂ්ණත්ව හා පීඩනයට ඔරොත්තු දිය හැකි රෝපණ මාධ්‍ය, ද්‍රාවණ, සිරින්ජ හා ඉඳිකටු, සෞඛ්‍ය ආරක්ෂක උපකරණ හා ආනෙකුත් අයිතමයන් ජීවාණුහරණයට පීඩතාපක භාවිත කරයි. සම්පූර්ණ පෘෂ්ඨය ම හුමාලය ගැටෙන බවට සහතික කළ හැකි නම් වීදුරු උපකරණ ද මේ ක්‍රමයෙන් ජීවාණුහරණය කළ හැකි ය. තෙත් තාප ජීවාණුහරණය සඳහා පීඩන උඳුන් භාවිත කළ හැකි ය.

- **වියළි තාප ජීවාණුහරණය**

වීදුරු උපකරණ, පෙට්‍රි දීසි, පිපෙට්ටු, ආක්‍රමණ (ආමුකුලන) පුඩු, ආක්‍රමණ (ආමුකුලන) කටු හා සැත් වැනි ද්‍රව්‍යවල සිටින ක්ෂුද්‍රජීවීන් විනාශ කිරීමට මෙහි දී වියළි තාපය යොදා ගනියි.

1. විවෘත දැල්ල

මෙය වියළි තාප ජීවානුහරණයේ සරලතම ක්‍රමයයි. ආක්‍රමණ පුඩු, ආක්‍රමණ කටු හා සැත බන්සන් දැල්ලෙන්/ ස්ප්‍රීතු ලාම්පු දැල්ලෙන් රක්තතප්ත වන තෙක් රත් කිරීම මගින් ජීවාණුහරණය කළ හැකි ය.

2. භස්මීකරණය - incineration

භස්මීකරණ උඳුන් බහුතර වශයෙන් මේ සඳහා භාවිත කරයි. ආරෝග්‍යශාලා අපද්‍රව්‍ය ජීවාණුහරණය සඳහා මේ ක්‍රමය භාවිත කරයි. විවෘත දැල්ලෙන් දැවීම හා භස්මීකරණයේ දී ක්ෂුද්‍රජීවීහු දැවී අළු බවට පත් වෙති.

3. උණුසුම් වායු ජීවාණුහරණය

ක්ෂුද්‍රජීවීන් ඔක්සිකරණය මගින් මරා දමයි. වියළි වායු උඳුනක 170 ºC පමණ උෂ්ණත්වයක පැය දෙකක් පමණ කාලයක් තුළ අදාළ අයිතමයන් ජීවාණුහරණය කරයි. පෙට්‍රි දීසි, ෆ්ලාස්කු, බීකර, බෝතල් හා පිපෙට්ටු වැනි වීදුරු භාණ්ඩ ජීවාණුහරණය සඳහා සුලභ වශයෙන් මෙය යොදා ගනියි.

- **පැස්ටරීකරණය**

නිෂ්පාදිතයේ රස වයනය හා පෝෂක අන්තර්ගතයට විශාල හානි සිදු නොවන පරිදි ක්ෂුද්‍රජීවීන් විනාශ කිරීම සඳහා තාපය අධික නොවන ලෙස යෙදීමෙන් (mild heat) බීර හා වයින් නරක් වීම වැළැක්විය හැකි බව ලුවී පාස්චර් විසින් සොයා ගන්නා ලදි. වර්තමානයේ පැස්ටරීකෘත කිරි ලෙස හඳුන්වන කිරි නිෂ්පාදනය සඳහා ද ඒ මූලධර්මය භාවිත කර ඇත. කිරි පැස්ටරීකරණයේ අභිමතාර්ථ වන්නේ ව්‍යාධිජනක ක්ෂුද්‍රජීවීන් ඉවත් කර හා ක්ෂුද්‍රජීවීන් සංඛ්‍යාව අඩු කර ශීතකරණ තත්ත්ව යටතේ කිරිවල ගුණාත්මක භාවය දිගුකාලීනව පවත්වා ගැනීමයි. පැස්ටරීකරණ ක්‍රම දෙකකි.

අධිඋෂ්ණත්ව, කෙටිකාලීන (HTST) පැස්ටරීකරණය අවම වශයෙන් 72 ºC තත්පර 15ක කාලයක් තුළ පවත්වා ගැනීම හා **අඩු උෂ්ණත්ව දිගු කාලීන (LTLT)** පැස්ටරීකරණය 63 ºC උෂ්ණත්වයක මිනිත්තු 30ක කාලයක් තුළ පවත්වා ගැනීම. **ඉතා ඉහළ උෂ්ණත්වයට (ultra-high-temperature (UHT)** භාජනයෙන් ද කිරි ජීවාණුහරණය කළ හැකි ය. වේගයෙන් විදෙමින් පැතිරෙන (flashing) හුමාලයෙන් 140 ºC තත්පර 5ට වඩා අඩු කාලයක් කිරි රත් කිරීම මෙහි දී සිදු කරයි. මේ කිරි ශීතකරණයකින් බැහැරව මාස ගණනක් තබා ගත හැකි වේ.

- **තැම්බීම**

  ශල්‍ය උපකරණ වැනි ද්‍රව්‍ය 100 ℃ දක්වා උෂ්ණත්වයකට ජලයේ තැම්බීම යි. ජලයේ තාපාංකයේ දී බොහෝ ව්‍යාධිජනක ක්ෂුද්‍රජීවීහු මිය යති.

- **පෙරීම - උදා: පටල පෙරහන**

  තාප සංවේදී එන්සයිම විටමින, ප්‍රතිජීවක, එන්නත් අන්තර්ගත ද්‍රාවණ හා සමහර රෝපණ මාධ්‍ය ජීවාණුහරණයට පෙරීම භාවිත කරයි. ජීවාණුහරණය සඳහා ඇති ද්‍රව්‍ය රික්තකයක් භාවිත කරමින් පටලය හරහා ගමන් කරවයි. පෙරහන හරහා තරලය ගමන් කරන අතරතුර ක්ෂුද්‍රජීවීහු පෙරහන තුළ රැඳෙති. තාප සංවේදී ද්‍රාවණ ජීවාණුහරණයට බහුලව භාවිත වේ.

  0.01 µm - 0.45 µm ප්‍රමාණයක සිදුරු පටල පෙරහන්වල ඇත. මේ පෙරහන් මගින් සමහර විශාල ප්‍රෝටීන් අණු හා වයිරස් ද ඇතුළු සියලු ක්ෂුද්‍රජීවීන් පාහේ ඉවත් කළ හැකි ය.

- **පාරජම්බුල විකිරණය (UV විකිරණය)**

  ක්ෂුද්‍රජීවීන් UV කිරණවලට සෘජුව නිරාවරණය කිරීම නිසා ඔවුන්ගේ DNA විනාශ වීම හෝ ඒවාට හානි සිදු වීම මගින් ක්ෂුද්‍රජීවීහු මරා දමෙති. පාරජම්බුල කිරණවල ප්‍රධාන අවාසිය වන්නේ කඩදාසි, වීදුරු හා රෙදි වැනි ආවරණ හා ඝන පෘෂ්ඨ හරහා විනිවිද නොයෑමයි. එබැවින් ජීවාණුහරණයට භාජනය කළ යුතු ද්‍රව්‍ය විකිරණයට සෘජුව නිරාවරණය විය යුතු වෙයි. UV විකිරණය සුලභව භාවිත වන්නේ ශල්‍යාගාර වැනි රෝහල් අවකාශවල ඇති වාතය හා තවාන් (nurseries), ජීවාණුහරණය සඳහා ය.

II. ජීවාණුහරණයෙහි රසායනික ක්‍රම

රසායනික ජීවාණුහරණ කාරක ලෙස එතිලීන් ඔක්සයිඩ් හා ක්ලෝරීන් ඩයොක්සයිඩ් (දෙවර්ගය ම වායු වෙයි) වැනි රසායනික ද්‍රව්‍ය භාවිත කරයි. රසායනික කාරක මගින් ක්ෂුද්‍රජීවී ගහනය ආරක්ෂිත මට්ටමකට අඩු කිරීම හෝ රෝග කාරකයන්ගේ වර්ධක ආකාර ඉවත් කිරීම සිදු කරයි.

එතිලීන් ඔක්සයිඩ් අන්තඃබීජාණු හා ක්ෂුද්‍රජීවීන් මරා දමයි. එය ඉහළ විනිවිද යෑමේ හැකියාවක් සහිත ය. එබැවින් රෝහල් ඇඳන්වල මෙට්ට ජීවාණුහරණයට මෙය භාවිත කරයි.

ක්ලෝරීන් ඩයොක්සයිඩ් *Bacillus anthracis* හි අන්තඃබීජාණුවලින් දූෂිත වූ ආවරණය වූ ගොඩනැගිලි සහිත ප්‍රදේශ දුම් ගැසීම (fumigate) භාවිත කරනු ලැබේ. ක්ලෝරිනීකරණයට පෙර ජලය පිරියම් කිරීමේ දී අති සුලභව භාවිත කර ඇත.

රෝපණමාධ්‍යය සකස් කිරීම

ඔවුන්ගේ ස්වාභාවික වාසස්ථාන වන පස, ජලය හෝ වාතයේ පැවතිය දී ක්ෂුද්‍රජීවීන් අධ්‍යයනය කළ නොහැකි ය. එබැවින් ඔවුන්ගේ වර්ධනයට හා ප්‍රජනනයට අවශ්‍ය තත්ත්ව කෘත්‍රිමව සපයා දෙමින් ක්ෂුද්‍රජීවීන් පරීක්ෂණාගාර තුළට රැගෙන ඒමට අවශ්‍ය විය. පරීක්ෂණාගාර තත්ත්ව යටතේ ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ධනයට අත්‍යවශ්‍ය වන, පෝෂණය හා රැඳී සිටීම (anchorage) සපයා දෙන පෝෂණ ද්‍රව්‍ය රෝපණ මාධ්‍යය ලෙස හඳුන්වයි.

සියලු ක්ෂුද්‍රජීවීන් පරීක්ෂණාගාර රෝපණ මාධ්‍යවල වර්ධනය කළ නොහැකි ය. ඔවුන්ව හඳුන්වනුයේ රෝපණය කළ නොහැකි ක්ෂුද්‍රජීවීන් ලෙස ය. සමහර ක්ෂුද්‍රජීවීන් ඕනම රෝපණ මාධ්‍යයක දී හොඳින් වර්ධනය වන අතර, අනෙකුත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් වගා කිරීම සඳහා විශේෂිත මාධ්‍ය අවශ්‍ය වෙයි.

එක්තරා පාංශු සාම්පලයක සිටින ක්ෂුද්‍රජීවීන් රෝපිතයක් වර්ධනය කර ගැනීමට අවශ්‍ය යැයි සිතමු. ඒ සඳහා අවශ්‍ය පෝෂක, ප්‍රමාණවත් තෙතමනය හා උචිත pH අගයක් රෝපණ මාධ්‍ය තුළ අඩංගු විය යුතු ය. මූලික වශයෙන් මේ මාධ්‍යය කිසි ම ජීව ක්ෂුද්‍රජීවියකු අඩංගු නොවන පරිදි ජීවාණුහරණය කළ යුතු ය. එබැවින් රෝපණ මාධ්‍යයක් සකස් කිරීමේ දී සියලු වීදුරු උපකරණ හා දියරමය පෝෂක ද්‍රාවණ ජීවාණුහරණය කළ යුතු ය.

පෝෂ්‍ය ඒගාර් (NA) හා අර්තාපල් ඩෙක්ස්ට්‍රෝස් ඒගාර් (PDA) යන මාධ්‍ය දෙක පිළිවෙළින් බැක්ටීරියා හා දිලීර වර්ධනය කිරීමට සුලභව භාවිත කරයි. පෝෂ්‍ය ඒගාර් සාදා ඇත්තේ පෙප්ටෝන, මාංස නිස්සාරකය, සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ්, ඒගාර් හා ආස්‍රුත ජලයෙනි. අර්තාපල් ඩෙක්ස්ට්‍රෝස් ඒගාර් සාදා ඇත්තේ අර්තාපල්, ග්ලූකෝස් ඒගාර් හා ආස්‍රුත ජලයෙනි. මෙහි දී ඒගාර් භාවිත කරන්නේ ඝනිකාරකයක් ලෙස ය. 40 ^{o}C අඩු උෂ්ණත්වවල දී ඒගාර් ඝනිකරණය වන බැවින් ඒගාර් සහිත මාධ්‍යයන් ඝන මාධ්‍යයන් වේ. සාමාන්‍යයෙන් ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ධනය සඳහා ඝන රෝපණ මාධ්‍යය අඩංගු වන්නේ පෙට්‍රි දීසි හෝ පරීක්ෂණ නළ තුළ ය.

බොහෝමයක් ක්ෂුද්‍රජීවීහු සම්මත ආලෝක අණ්වීක්ෂයෙන් නිරීක්ෂණයේ දී අවර්ණව දර්ශණය වන හෙයින් නිරීක්ෂණය සඳහා ඔවුන්ගේ නියැදි සකස් කළ යුතුය. ඉන් එක් ක්‍රමයක් ලෙස වර්ණ ගැන්වීම හැඳින්විය හැක. එමගින් ඩයි වර්ගයක් භාවිතයෙන් ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ණගන්වනු ලැබේ.

කෙසේනමුත් වර්ණ ගැන්වීමට පෙර, ක්ෂුද්‍රජීවීහු වීදුරු කදාවට තිර කිරීම (ඇලවීම) කළ යුතුය. එක් මූලික ඩයි වර්ගයක් සහිත ජලීය හෝ මධ්‍යසාර ද්‍රාවණයක් සරල වර්ණකයකි. මෙහි මූලික අරමුණ වන්නේ ක්ෂුද්‍රජීවියා මුලුමනින්ම ඉස්මතු කර දැක්වීම මගින් සෛල හැඩය, සෛල සැකැස්ම මූලික ව්‍යුහ දෘෂ්‍යමානවීමට සැලැස්වීමයි. විද්‍යාගාරයේ දී බහුලව භාවිත වන සරල වර්ණක වර්ග ලෙස, මෙතිලින් බ්ලූ, ක්‍රිස්ටල් වයලට් හා සැෆ්රනින් දැක්විය හැකිය.

ක්ෂුද්‍රජීවීහු හා රෝග

උපතේ දී සාමාන්‍යයෙන් මානවයන් ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් තොර වෙයි. එහෙත් බිහි වීමේ දී අලුතින් උපත ලබන්නා මුලින් ම මවගේ යෝනි මාර්ගයේ සිටින ක්ෂුද්‍රජීවීන් සමග ස්පර්ශ වේ. සාමාන්‍යයෙන් ඔවුන් *Lactobacilli* වෙයි. *Lactobacilli* ළදරුවාගේ අන්ත්‍රයේ ඝනාවාසිකරණය වේ. උපතින් පසුව දේහය මත හා ඇතුළත අනෙකුත් ක්ෂුද්‍රජීවි ඝනාවාස ස්ථාපනය වීමට පටන් ගනියි. මොවුහු මානව දේහයේ සාමාන්‍ය ක්ෂුද්‍රජීවී සමුදාය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. කෙසේ නමුත් නීරෝගි මානව දේහවල අභ්‍යන්තර පටක ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් තොර ය.

මේ ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් කොටසක් හම මත ඝනාවාසිකරණය වන අතර බහුතරයක් දේහයට ඇතුළු වී නාසය, උගුර, ශ්වසන මාර්ගයේ ඉහළ ප්‍රදේශය, ආන්ත්‍රික මාර්ගය හා මෞත්‍රලිංගික මාර්ගය වැනි ස්ථානවල පෘෂ්ඨවල (ශ්ලේෂ්මල පටලය වැනි)ආවරණයේ ඝනාවාසිකරණය වේ.

සාමාන්‍ය නීරෝගි මිනිස් සිරුරක ක්ෂුද්‍රජීවීහු විශාල සංඛ්‍යාවක් ජීවත් වෙති. මිනිස් සිරුරක 1×10^{13} මුළු දේහ සෛල සංඛ්‍යාවකට 1×10^{14} ක්ෂුද්‍රජීවී සෛල, එනම් දේහ සෛල සංඛ්‍යාව මෙන් දහ ගුණයක් ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් යුක්ත බව ඇස්මේන්තු කර ඇත. මේ ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් වැඩි ප්‍රමාණයක් සාමාන්‍යයෙන් හානිකර නොවන හෝ වාසිදායක වෙයි. උදා: මහා අන්ත්‍රය තුළ අවමව ඝනාවාසිකරණය වී ඇති *Escherichia coli* විසින් *Salmonella typhi* වැනි ව්‍යාධිජනක බැක්ටීරියා ඝනාවාසිකරණය වළක්වයි. මහා අන්ත්‍රය තුළ වෙසෙන *E. coli* විසින් විටමින් K හා සමහර විටමින් B වර්ග සංශ්ලේෂණය කර රුධිර ධාරාවට අවශෝෂණය කර අනතුරුව දේහ සෛල විසින් භාවිත කරයි.

මානව සෞඛ්‍ය කෙරෙහි හිතකර අන්දමින් බැක්ටීරියා භාවිතය පිළිබඳ මෑතකදී අධ්‍යයනය කරන ලදී. එම හිතකර ක්ෂුද්‍රජීවී රෝපණ ප්‍රෝබයොටික්ස් නම් වන අතර, එමගින් අදහස් වන්නේ සජීවී බැක්ටීරියා රෝපණය යන්නයි. උදාහරණ යෝගට් මගින් එම වාසි දායක ප්‍රතිඵලය ලැබේ. යෝගට්

පරිභෝජනය මඟින් ලැක්ටික් අම්ල බැක්ටීරියා ආහාර මාර්ගයට ඇතුලු වී *Salmonella enterica* මඟින් ඇති කරන පාචන තත්ව මෙන් ම සාන්ද්‍රගත වීම වළක්වාලන බව අධ්‍යනයන්ගෙන් හෙළි වී ඇත.

මානව ක්ෂුද්‍රජීවී සමුදායෙන් බහුතරයක් හානිදායක නොවන නමුත් සමහර තත්ත්ව යටතේ ඔවුහු මිනිස් දේහය සමග ඇති අන්තර්ක්‍රියා වෙනස් කර ගනිමින් ආසාදන තත්ත්ව ඇති කරති. එවැනි ක්ෂුද්‍රජීවීහු අවස්ථාවාදි ව්‍යාධිජනකයන් ලෙස හඳුන්වනු ලබති. උදා: මහා අන්ත්‍රය තුළ පවතින තාක් කල් *E. coli* සාමාන්‍යයෙන් හානිදායක නොවෙති. කෙසේ නමුත් ඔවුහු අනෙකුත් දේහ කොටස්වලට ඇතුළු වූ පසු රෝග ඇති කරති. (මූත්‍රාශය මූත්‍ර මාර්ගය ආසාදනය, පෙණහලු පුප්ඵුසීය ආසාදනය)

ආසාදන රෝගවලට අදාළ යෙදුම්

- **ව්‍යාධිජනකයා:** රෝගයක් හට ගැන්වීමට හැකියාව ඇති ක්ෂුද්‍රජීවියකු හෝ ජීවී නොවන ආකාර (වයිරස් හා ප්‍රියෝන වැනි අජීවී ආකාර)
- **ධාරකයා:** ආසාදිත ව්‍යාධිජනකයා හට තම දේහය මත හෝ තුළ ජීවත් වීමට හා ගුණනය වීමට පහසුකම් සපයන ජීවියා
- **ව්‍යාධිජනකතාව:** ධාරකයාගේ ආරක්ෂක යන්ත්‍රණ මැඩපවත්වා ගනිමින් දාරකයා තුළ රෝග යක් හට ගැන්විමට ව්‍යාධිජනකයා සතු හැකියාව
- **පරපෝෂිතයා:** වෙනත් ජීව්‍ය ජීවියකු (ධාරකයා) මත හෝ ඒ ජීවියා තුළ ජීවත් වෙමින් පෝෂක හා අනෙකුත් සම්පත් ධාරකයාගෙන් ලබා ගන්නා ජීවියකු හෝ ජීවී නොවන ආකාර

ව්‍යාධිජනක ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ ලාක්ෂණික

- ධාරක දේහයේ තත්ත්වවලට අනුරූපව ප්‍රශස්ත වර්ධන තත්ත්වයක් (උදාඃ උෂ්ණත්වය) පැවතීම
- ධාරක ආරක්ෂක යන්ත්‍රණවලට විරුද්ධව ආරක්ෂා වීම සඳහා සහ ධාරක සෛලවලට ඇලී සිටීම සඳහා ව්‍යුහයන් සහිත වීම (උදාඃ කෝෂ්ඨ හා පිලයි)
- ධූලක නිපදවීම; අන්තඃධූලක හා බහිඃධූලක
- ආක්‍රමණතාව සඳහා පොස්ෆොලයිපේස්; ලෙසිතිනේස් හා හයලුරොනිඩේස් වැනි එන්සයිම දැරීම
- ධාරකයාගේ පරිවෘත්තීය ක්‍රියා වෙනස් කිරීමට සමත් DNase වැනි එන්සයිම දැරීම

ප්‍රචණ්ඩතාව හා ප්‍රචණ්ඩතා සාධක

ප්‍රචණ්ඩතාව මඟින් ක්ෂුද්‍රජීවීහු ඔවුන්ගේ ව්‍යාධිජනකතාව ප්‍රකාශ කරති. ව්‍යාධිජනකයාගේ, ව්‍යාධිජනකත්වයේ ප්‍රමාණය ප්‍රචණ්ඩත්වයයි. සමහර ව්‍යාධිජනකයන් අධික ප්‍රචණ්ඩකාරි වන අතර (උදාඃ පැපොල වයිරසය) සමහරක් අඩු ප්‍රචණ්ඩකාරිත්වයක්/ ප්‍රචණ්ඩ නොවන ස්වභාවයක් දක්වති.

ව්‍යාධිජනකයන් සතුව ඇති සුලු ජාන සංඛ්‍යාවකින් ප්‍රකාශ කරන සාධක මඟින් ධාරකයා ආසාදනය කර රෝග ඇති කිරීමේ හැකියාව ඇති කරයි. එවැනි සාධක ප්‍රචණ්ඩතා සාධක ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

ධාරකයා හා ව්‍යාධිජනකයා අතර ඇති සම්බන්ධතාව ගතිකය එකෙක් අනෙකාගේ ක්‍රියාකාරිත්වයන් හා කෘත්‍යයන් වෙනස් කරයි. එවැනි සම්බන්ධතාවල අන්තඵලය ව්‍යාධිජනකයාගේ ප්‍රචණ්ඩත්වය හා ධාරක ආරක්ෂක යන්ත්‍රණවල කාර්යක්ෂමතාව මත රඳා පවතියි.

ප්‍රචණ්ඩතා සාධක මගින් ව්‍යාධිජනකතාව වැඩිදියුණු කරන අතර, ව්‍යාධිජනකයන්ට ධාරක පටක ආක්‍රමණය කර සනාවාසීකරණය වී සාමාන්‍ය දේහ ක්‍රියාකාරිත්වයට හානි පැමිණවීමට ඉඩ සලසයි. ව්‍යාධිජනකයින් ව්‍යාධිජනකතාව ඇති කිරීමට ප්‍රධාන යන්ත්‍රණ දෙකක් භාවිත කරති.

1. ආක්‍රමණතාව

ධාරකයාගේ ආරක්ෂණ යන්ත්‍රණ අබිබවා යමින් ධාරක පටක ආක්‍රමණය කිරීමේ හා සනාවාසීකරණය සඳහා ගුණනය වීමේ හැකියාවයි. ව්‍යාධිජනකයන් මගින් නිපදවනු ලබන බහිඃසෛලීය එන්සයිම ගණනාවක් ආක්‍රමණතාවට හේතු වෙයි.

උදා:
- පොස්ෆොලයිපේස් - සත්ත්ව සෛල පටල විනාශ කරයි.
- ලෙසිතිනේස් - සත්ත්ව සෛල පටලයේ ලිපිඩවල ලෙසිතීන් සංරචකය ජල විච්ඡේදනය කරයි.
- හයලුරොනිඩේස් - සෛල සම්බන්ධ කරන බදාම ද්‍රව්‍ය වන හයලුරෝනික් අම්ලය බිඳදමමින් දේහ පටක විනාශ කරයි.

ව්‍යාධිජනක ක්ෂුද්‍රජීවීහු හමෙහි ඇති තුවාල, ශ්වසන, ආමාශ, ආන්ත්‍රික හා මෞත්‍රලිංගික මාර්ග වැනි ස්වාභාවික විවර හෝ විවිධ ප්‍රවේශන මාර්ග ඔස්සේ අක්‍රිය ලෙස ධාරකයා තුළට ඇතුළු වෙති.

2. ධූලකජනකතාව

සෛලවල සාමාන්‍ය ක්‍රියාකාරිත්වයට බාධා පමුණුවන ධූලක යනුවෙන් හැඳින්වෙන ජෛව රසායනික ද්‍රව්‍ය නිපදවීමට ඇති හැකියාව ධූලකජනකතාව නම් වෙයි. මේවා ප්‍රෝටීන හෝ ලිපොපොලිසැකරයිඩ වන අතර, ධාරකය කෙරෙහි විශේෂිත වූ හානියක් සිදු කරයි. ඒ නිසා මේවා ජෛව විෂ ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මේවා ආකාර දෙකකි.

- **අන්තඃධූලක -** අන්තඃධූලක ලිපොපොලිසැකරයිඩ වෙයි. ක්ෂුද්‍රජීවී සෛලවල කොටස් වන මේවා තාපස්ථායී ධූලක වෙයි. බැක්ටීරියාවන් මිය ගොස් බිත්ති බිඳී වෙන් වූ පසු මේ ධූලක නිදහස් වෙයි. ව්‍යාධිජනක විශේෂය කුමක් වුව ද සියලු අන්තඃධූලක එක ම රෝග ලක්ෂණ පෙන්නුම් කරයි. සීතල, උණ, දුර්වලභාවය හා සාමාන්‍ය කැක්කුම් මේ රෝග ලක්ෂණ වන අතර සමහර අවස්ථාවල දී කම්පනය හා මරණය පවා සිදු විය හැකි ය. අන්තඃධූලක ග්‍රෑම් - (සෘණ) බැක්ටීරියාවන් මගින් පමණක් නිපදවෙයි.

  උදා: *Salmonella typhi*ගේ සෛල බිත්තිවල ලිපොපොලිසැකරයිඩ

- **බහිෂ් ධූලක -** බැක්ටීරියා සෛලවල වර්ධනයේ හා පරිවෘත්තියේ කොටසක් ලෙස බහිෂ් ධූලක සෛල තුළ නිපදවී සෛල ජීරණයෙන් පසු ඒවා බාහිර පරිසරයට ශ්‍රාවය හෝ නිදහස් කිරීම සිදු වෙයි. බහිෂ් ධූලක ප්‍රෝටීන වෙයි. ඒවා වැඩි ප්‍රමාණයක් එන්සයිම ය. ඒවාගේ උත්ප්‍රේරක ස්වභාවය අනුව ඉතා ස්වල්ප ප්‍රමාණයක් වුව ද අතිශයින් හානිකර ය. මේවා තාප අස්ථායි ප්‍රෝටීන ධූලක වෙයි. ජලයේ තැම්බීමෙන් මේවා අක්‍රිය වෙයි. බහිෂ් ධූලක බහුතරයක් පොදුවේ ග්‍රෑම් (ධන) බැක්ටීරියා මගින් නිපදවන අතර සුළු ප්‍රමාණයක් ග්‍රෑම් සෘණ බැක්ටීරියා මගින් නිපදවයි.

  බහිෂ් ධූලක ආකාර තුනකට වර්ග කර ඇත.

  - නියුරොටොක්සින් - සාමාන්‍ය ස්නායු ආවේග සන්නයනයට බාධා කරයි.
    උදා: *Clostridium tetani* මගින් නිපදවන විෂ

- එන්ටරොටොක්සින් - ආමාශ ආන්ත්‍රික මාර්ගයේ සෛල අසාමාන්‍ය ආකාරයට උත්තේජනය කරයි.
  උදා: *Vibrio cholerae* මගින් නිපදවන ධූලක
- සයිටොටොක්සින් **-** එන්සයිම මගින් පහර දී ධාරක සෛල විනාශ කරයි.
  උදා: *Corynebacterium diptheriae* මගින් නිපදවන ධූලක

ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් මිනිසාට ඇති කරන රෝග

Organ	Disease	Causal agent
සම	පැපොල රුබෙල්ලා සරම්ප	Herpesvirus varicella-zoster රුබෙල්ලා වයිරසය සරම්ප වයිරසය
ඇස	අක්ෂි පටල ප්‍රදාහය	Haemophilus *influenzae/ Adenoviruses*
ස්නායු පද්ධතිය	බැක්ටීරියා මෙනෙන්ජයිටිස්	*Streptococcus pneumonia* *Haemophilus influenzae* *Neisseria meningitidis*
ස්නායු පද්ධතිය	පිටගැස්ම ජලභීතිකාව	*Clostridium tetani* Rabies virus
හෘත් සනාල පද්ධතිය	රූමැටික උණ	*Streptococcus pyogenes*
ස්වසන පද්ධතිය	ක්ෂය රෝගය ඉන්ෆ්ලුවෙන්සා නියුමෝනියාව	*Mycobacterium tuberculosis* Influenza virus *Streptococcus pneumoniae*
ආහාර ජීරණ පද්ධතිය	හෙපටයිටිස් ආහාර විෂ වීම කොලරාව උණ සන්නිපාතය	*Hepatitis A virus* *Staphylococcus aureus* *Vibrio cholerae* *Salmonella typhi*
මූත්‍ර පද්ධතිය	ලෙප්ටොස්පයිරෝසියාව	*Leptospira interrogans*
ප්‍රජනන පද්ධතිය	ගොනෝරියාව ලිංගික හර්පීස්	*Neisseria gonorrhoeae* Herpes simplex virus
ප්‍රතිශක්ති පද්ධතිය	AIDS	Human immune deficiency virus (HIV)

ක්ෂුද්‍රජීවී රෝග පාලනය ආසාදනයට ඇති අවස්ථා මඟහැරීම හා වැළැක්වීමේ ක්‍රම අනුගමනය කිරීමේ සිට ප්‍රතිකාර කිරීම හෝ ආසාදනයෙන් පසුව සුව කිරීමේ ක්‍රම අනුගමනය කිරීම දක්වා පරාසයක පැතිරේ.

ක්ෂුද්‍රජීවී රෝග මඟහැරීම හා වැළැක්වීම

ක්ෂුද්‍රජීවී ආසාදන රෝගවලින් වැළකී සිටීම සඳහා ඉතා හොඳ ක්‍රමය වන්නේ එදිනෙදා ජීවිතයේ දී යහපත් සෞඛ්‍ය පුරුදු අනුගමනය කිරීම ය. ආසාදනවලින් වැළකී සිටීම සඳහා පූතිනාශක, ව්‍යාසාධක හා ප්‍රතිශක්තිකරණය වැදගත් කාර්යභාරයක් ඉටු කරයි.

මිනිසාට ක්ෂුද්‍රජීවීන් මඟින් වැලඳෙන රෝග පාලන ක්‍රම

- **පූතිනාශක හා ව්‍යාසාධක (විෂබීජ නාශක) භාවිතය**

ව්‍යාසාධක හා පූතිනාශක යනු ආසාදන වැළැක්වීම සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන් මරාදමන හෝ ක්ෂුද්‍රජීවී ගහනය අඩු කිරීමට භාවිත කරනු ලබන රසායනික ද්‍රව්‍යය. කෙසේ නමුත් මේ රසායනික ද්‍රව්‍ය සමහර ක්ෂුද්‍රජීවීන් සඳහා සඵලදායි නොවෙයි. උදා: පෝලියෝ වයිරසය, ක්ෂයරෝග බැක්ටීරියාව, බැක්ටීරි බීජාණු හා දිලීර බොහෝ පූතිනාශක හා ව්‍යාසාධක මඟින් විනාශ නොවෙයි.

පූතිනාශක හා ව්‍යාසාධක අතර ප්‍රධානතම වෙනස්කම වන්නේ පූතිනාශක මිනිස් දේහයට ආරාක්ෂාකාරී හා සෘජුව ම යෙදිය හැකි අතර, ව්‍යාසාධක එසේ භාවිත කළ නොහැකි වීම ය. එබැවින් හම වැනි ජීවී පෘෂ්ඨ විෂබීජ නාශනය සඳහා පූතිනාශක භාවිත කළ හැකි ය. ශල්‍යාග ාර, ස්නානය සඳහා භාවිත වන ප්‍රදේශ, දෙවුම් බේසම් (sinks), මුළුතැන්ගෙයි මතුපිටවල්, හැඳි ගැරුප්පු හා කානු වැනි අජීවී පෘෂ්ඨවල විෂබීජ නාශනය සඳහා ව්‍යාසාධක භාවිත කරනු ලැබේ. පූතිනාශක ව්‍යාසාධක සාමාන්‍යයෙන් දක්වා ඇත්තේ දියර වර්ග ලෙස ය. ඒවාගේ සඵලතාව සාන්ද්‍රණය, ඒවාට විවෘත වන කාලසීමාව, උෂ්ණත්වය හා කාබනික ද්‍රව්‍යවල පැවතීම ආදිය මත රඳා පවතියි.

පූතිනාශක හා ව්‍යාසාධක සඳහා උදාහරණ කීපයක් පහත දැක්වේ.

පූතිනාශක : එතිල් මද්‍යසාරය, අයිසොප්‍රොපනෝල්, ක්ලෝරොසයිලනෝල්

ව්‍යාසාධක : ෆිනෝල, හයිපොක්ලෝරයිට් (කැල්සියම් හයිපොක්ලෝරයිට් හා සෝඩියම් හයිපොක්ලෝරයිට්)

- **ක්ෂුද්‍රජීවී රෝග පාලනය සඳහා ප්‍රතිජීවක භාවිතය**

දේහය ආසාදනයකින් ආරක්ෂා කර ගැනීමට හෝ රෝගය මැඬ පවත්වා ගැනීමට දේහ ආරක්ෂණ යන්ත්‍රණ අපොහොසත් වූ විට ප්‍රතික්ෂුද්‍රජීවී ඖෂධ අඩංගු රසායනික චිකිත්සකවලින් ප්‍රතිකාර කළ යුතු වේ. ධාරක සෛලවලට හානියක් සිදු නොකරමින්, ප්‍රතික්ෂුද්‍රජීවී ද්‍රව්‍යය ක්ෂුද්‍රජීවීන් මරා දැමීම හෝ වර්ධනයට බාධා පැමිණවීම සිදු කරයි. ප්‍රතිජීවක යනු බැක්ටීරියාවන්ට විරුද්ධව ක්‍රියා කරන ඵලදායි ප්‍රතික්ෂුද්‍රජීවී ද්‍රව්‍යයකි. සමහර ප්‍රතිජීවක පුළුල් පරාසයක බැක්ටීරි විශේෂවලට විරුද්ධ ව ක්‍රියා කරන අතර ඒවා පුළුල් පරාස ප්‍රතිජීවක (broad-spectrum antibiotics) ලෙස හඳුන්වයි. අනෙක් ඒවා ක්‍රියා කරන්නේ සුවිශේෂ බැක්ටීරි කාණ්ඩයක් මත පමණි. ඒවා පටු පරාස ප්‍රතිජීවක (narrow-spectrum antibiotics) ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

ප්‍රතිජීවක විවිධ ආකාර ක්‍රියාකාරිත්වයන් පෙන්නුම් කරයි. උදාහරණ කීපයක් පහත දක්වා ඇත.

- සෛල බිත්ති සංශ්ලේෂණය නිෂේධනය - පෙනිසිලින්
- ප්‍රෝටීන් සංශ්ලේෂණය නිෂේධනය - එරිත්‍රොමයිසින් හා ටෙට්‍රාසයික්ලින්
- ප්ලාස්ම පටල කඩාබිඳදැමීම - ඩැප්ටොමයිසින්
- DNA/RNA සංශ්ලේෂණය නිෂේධනය - රිෆැම්පින් (rifampin)

ප්‍රතිශක්තිකරණයː එන්නත්

ප්‍රතිශක්තිය ප්‍රේරණය කිරීම සඳහා භාවිත කරනු ලබන දුර්වල කරන ලද ක්ෂුද්‍රජීවීන් හෝ ඉතා කුඩා ක්ෂුද්‍රජීවී කොටස් අඩංගු අවලම්බනයක් එන්නතක් නම් වෙයි. ආසාදනයක් සිදු වුව හොත් වෙනත් පාලන ක්‍රම නැති බැවින් වයිරස මගින් ඇති කරනු ලබන රෝග පාලනය සඳහා එන්නත් නිතර භාවිත කරයි. එන්නත් ආකාර කීපයක් ඇත.

1. අඩපණ කරන ලද ජීවී එන්නත්

ඉතා පරීක්ෂාකාරිව (deliberately) ව්‍යාධිජනකතාව පාලනය කරන ලද ජීව්‍ය ක්ෂුද්‍රජීවීන් අඩංගු එන්නත් ය. මේ එන්නත් සැබෑ ආසාදනය අනුකරණය කරයි. ධාරකය තුළ ව්‍යාධිජනකයා සක්‍රියව පවතින බැවින් ජීවිතාන්තය දක්වා පවතින ප්‍රතිශක්තියක් මෙවැනි එන්නත්වලින් සපයයි. බොහෝ විට බූස්ටර - (booster) (ද්විතීයික) ප්‍රතිශක්තිකරණයක් අවශ්‍ය නොවෙයි. අඩපණ කරන ලද ජීවී එන්නත් පහත සඳහන් රෝග සඳහා භාවිත කෙරේ.

- සරම්ප, කම්මුල්ගාය, රුබෙල්ලා (MMR)
- පැපොල

2. අක්‍රිය කරන ලද එන්නත්

එන්නතෙහි අඩංගු වන ව්‍යාධිජනක ක්ෂුද්‍රජීවීන් අක්‍රිය කරන ලද හෝ මරණ ලද ඒවා වෙයි. අඩපණ කරන ලද ජීවී එන්නත් හා සැසඳීමේ දී අක්‍රිය කළ එන්නත් භාවිතයේ දී බූස්ටර - booster (ද්විතීයික) මාත්‍රාවන් නැවත නැවත ලබා දීම අවශ්‍ය වෙයි. අක්‍රිය කරන ලද එන්නත් භාවිත කරන රෝග සඳහා උදාහරණː

- ජල භීතිකා රෝගය, ඉන්ෆ්ලුවෙන්සාව හා පෝලියෝ වැනි වයිරස් රෝග
- කොලරාව වැනි බැක්ටීරියා රෝග

3. උපඒකක (subunit) එන්නත්

මේවායේ අඩංගු වන්නේ ප්‍රතිග්‍රාහකයාගේ ප්‍රතිශක්තිය ප්‍රේරණය කළ හැකි ප්‍රතිදේහ ජනක ඛණ්ඩ පමණි. ටොක්සොයිඩ් (ධූලකාභ) එන්නත් මේ සඳහා හොඳ උදාහරණයක් වේ. මෙම එන්නත් බොහෝ කලක පටන් භාවිත කර ඇත. ධූලකාභවල අන්තර්ගත වන්නේ ව්‍යාධිජනකයාගෙන් මූලාරම්භ වූ අක්‍රිය කරන ලද ධූලක ය. ධූලකාභ එන්නත් භාවිත කරන රෝග සඳහා උදාහරණ වන්නේ ගලපටලය, පිටගැස්ම යනාදියයි. වර්තමානයේ ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාව මගින් උපඒකක එන්නත් නිපදවනු ලැබේ.

උදාː හෙපටයිටිස්-B එන්නත

පූර්ණ ප්‍රතිශක්තිය ලබා ගැනීම සඳහා උප ඒකක එන්නත්වල දී සාමාන්‍යයෙන් නැවත නැවත බූස්ටර (ද්විතීයික) මාත්‍රා ලබා ගැනීම අවශ්‍ය වේ.

කර්මාන්ත, කෘෂිකර්මය හා පරිසරය සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන් භාවිතය

ක්ෂුද්‍රජීවීන් අනාවරණය කර ගැනීමටත් පෙර සිට විවිධ කාර්ය සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන් යොදා ගෙන ඇත. ක්‍රි.පූ. 6000 තරම් ඈත කාලයේ දී බැබිලෝනියානුවෝ හා සුමේරියානුවෝ මද්‍යසාර සෑදීම සඳහා යීස්ට් භාවිත කළහ. දහ නව වැනි ශත වර්ෂයේ අග භාගයේ දී ක්ෂුද්‍රජීවීන් සොයා ගැනීමෙන් පසු, ක්ෂුද්‍රජීවී නුමුහුන් රෝපණ (pure cultures) ආහාර නිෂ්පාදනය සඳහා භාවිත කර ඇත. මේ මගින් ක්ෂුද්‍රජීවීන් පිළිබඳ අවබෝධය, ඔවුන්ගේ ක්‍රියාවලීන් හා නිෂ්පාදනය පිළිබඳ දැනුම වැඩි වී තිබේ. වර්තමානයේ විවිධ කර්මාන්ත සඳහා තෝරාගත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් හා ඔවුන්ගේ ගුණාංග භාවිත කරනු ලැබේ.

1. රසායනික ක්‍රියාවලිවලට වඩා ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාවලි භාවිතයේ ඇති වාසි

- ඔවුන්ගේ වර්ධනය සඳහා සරල පෝෂක අවශ්‍යතා ප්‍රමාණවත් වීම
- පුළුල් පරාසයක අමුද්‍රව්‍ය පරිවර්තනයට (පරිවෘත්තිය) ඇති හැකියාව
- ලාභදායි අමුද්‍රව්‍ය කාර්මික වශයෙන් වැදගත් අන්තඵල බවට පරිවර්තනය කිරීමේ හැකියාව
- ඉහළ වර්ධන වේගය නිසා, කෙටි කාලයක් තුළ අමුද්‍රව්‍ය අන්තඵල බවට පත් කළ හැකි ය
- අපේක්ෂිත අන්තඵල ලබා ගැනීම සඳහා ඔවුන්ගේ වර්ධන තත්ත්ව පාලනය කළ හැකි ය
- සාම්ප්‍රදායික කාර්මික ක්‍රම හා සංසන්දනය කරන විට ඔවුන් අඩු උෂ්ණත්ව ශක්තිය හා පීඩන යටතේ ප්‍රතික්‍රියා සිදු කිරීම
- සාම්ප්‍රදායික කර්මාන්ත හා සංසන්දනය කරන විට ඔවුන් ලබාදෙන ඉහළ අස්වැන්න සුවිශේෂීභාවයෙන් හා ප්‍රමාණයෙන් ඉහළ ය.
- ඉහළ කාර්යක්ෂමතාවකින් බලාපොරොත්තු වන උසස් තත්ත්වයේ ඉහළ අස්වැන්නක් හා ගුණාත්මයන් ලබා ගැනීම සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන් ප්‍රවේණික වෙනස්කම්වලට භාජනය කළ හැකි ය

අන්තඵල සෑදීම සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ පරිවෘත්තීය ක්‍රියාවලීන්හි මූලික මූලධර්ම

1. අන්තඵල ලෙස ක්ෂුද්‍රජීවී සෛල යොදා ගැනීම (උදා: තනිසෛල ප්‍රෝටීන්)
2. අන්තඵල ලෙස ක්ෂුද්‍රජීවී පරිවෘත්තීය ඵල යොදා ගැනීම. ඒවා ප්‍රාථමික අන්තඵල හෝ ද්විතීයික පරිවෘත්තිජ විය හැකි ය. (උදා: ප්‍රාථමික අන්තඵල - මද්‍යසාරික පාන, ද්විතීයික පරිවෘත්තිජ -ප්‍රතිජීවක)
3. අන්තඵල ලෙස ක්ෂුද්‍රජීවී පරිවෘත්තීය ක්‍රියාවලි යොදා ගැනීම. උදා: ජෛව ප්‍රතිකර්මනය (බැර මූලද්‍රව්‍ය ප්‍රතිකර්මනය), ලෝහ නිස්සාරණය (Cu, Fe), පල් කිරීම (කෙඳි නිෂ්පාදනය)
4. අන්තඵල ලබා ගැනීමට ප්‍රවේණිකව විකරණය කළ ක්ෂුද්‍රජීවීන් යොදා ගැනීම. උදා: වාණිජමයව එන්සයිම නිපදවා ගැනීම (*Aspergillus niger* මගින් ඇමයිලේස් නිපදවීම), එන්නත් (hepatitis B), හෝමෝන (ඉන්සියුලින්).

ක්ෂුද්‍රජීවීන් කාර්මික ක්ෂේත්‍රයෙහි යොදා ගැනීම

කර්මාන්ත ක්ෂුද්‍රජීව විද්‍යාව යනු ක්ෂුද්‍රජීවීන් සහ ඔවුන්ගේ පරිවෘත්තීය ක්‍රියාවලි භාවිතයෙන් වාණිජමය වැදගත් නිෂ්පාදන මහා පරිමාණයෙන් නිෂ්පාදනය කිරීමයි. මෑත කාලීන තාක්ෂණික හා ජෛව තාක්ෂණික දියුණුව කාර්මික ක්ෂුද්‍රජීව විද්‍යාත්මක විෂය පථය පුළුල් කරයි. බැක්ටීරියා, දිලීර, ඇල්ගී හා වයිරස කර්මාන්ත සඳහා භාවිත කරයි.

ශක්තිය නිදහස් කරමින් (අපවෘත්තීය) සහ ශක්තිය උපයෝගි කරමින් (සංවෘත්තිය) විවිධ රසායනික ප්‍රතික්‍රියා සිදු වන, ක්ෂුද්‍ර රසායනික කර්මාන්ත ශාලා ලෙස කාර්මික ක්ෂුද්‍රජීව විද්‍යාවේ දී ක්ෂුද්‍රජීවීහු හඳුන්වනු ලැබෙති.

මේ කර්මාන්තශාලාවල දී අමුද්‍රව්‍ය (උපස්තර), අන්තඵල, අතුරුඵල එකක් හෝ කීපයක් බවට හා අපද්‍රව්‍ය බවට පත් වෙයි. සංශුද්ධ කාර්මික ඵලය ලබා ගැනීම සඳහා පිරිසිදු කිරීම මගින් අන්තඵලය, අතුරුඵල හා අපද්‍රව්‍යවලින් වෙන් කර ගත හැකි වෙයි.

ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් හා ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාවලි මගින් නිපදවන ලද වාණිජමය ඵල

1. තනි සෛලික ප්‍රෝටීන

- ආහාර පරිපූරක ලෙස මහා පරිමාණයෙන් වගා කරනු ලබන ප්‍රෝටීන බහුල ක්ෂුද්‍රජීවී සෛල තනි සෛල ප්‍රෝටීන ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. උදා: යීස්ට්, ස්පිරුලයිනා විශේෂ (*Spirulina* sp.) සහ ක්ලොරෙල්ලා විශේෂ (*Chlorella* sp)

2. මද්‍යසාර හා මද්‍යසාරීය පාන

බියර්, වයින්, සාකේ, රා හා එතිල් මද්‍යසාර වැනි බොහෝ මද්‍යසාරීය පාන නිෂ්පාදක සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීහු දායක වෙති. යීස්ට් *(Saccharomyces cerevisiae)*, එතනෝල් හා කාබන් ඩයොක්සයිඩ් බවට සීනි පැසවනු ලබයි.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{යීස්ට්}} 2C_2H_5OH + 2\,CO_2$$

ගෝලීය වශයෙන් එතනොල් නිෂ්පාදනයෙන් 70%කට වඩා පැසීම මගින් නිපදවයි. උක්වලින් ලබා ගන්නා සුක්‍රෝස් පැසීමේ උපස්ථරය ලෙස පුළුල්ව භාවිත කෙරෙයි. මීට අමතරව ශාකවලින් ලැබෙන සරල සීනි හා කිරි නිෂ්පාදන අපද්‍රව්‍ය ද භාවිත කරනු ලැබේ.

උදා: 1. බියර් - ධාන්‍යවල මෝල්ට් පැසීම මගින් නිපදවයි.
2. වයින් - මිදි හෝ වෙනත් සුදුසු පලතුරු පැසීම මගින් නිපදවයි.
3. රා - පොල්, තල් වැනි තාල ශාකවල යුෂය පැසීම මගින් නිපදවා ගනියි.
4. අරක්කු - පොල් හා උක් වැනි ශාකවල යුෂ පැසීම මගින් නිපදවා ගනියි.

3. විනාකිරි නිෂ්පාදනය

විනාකිරි නිෂ්පාදනය පියවර දෙකකින් සිදු වේ.

I. මද්‍යසාර පැසීම - මෝල්ට් ධාන්‍යවල අඩංගු සීනි, තාල ශාකවල ෆ්ලෝයමීය යුෂය, උක් හා පලතුරු යුෂ *S. cerevisiae* මගින් පැසීමට භාජනය කරනු ලැබීමේ දී එතනෝල්, ඇසිටික් අම්ලය බවට පරිවර්තනය කෙරේ.

II. ඇසිටික් අම්ල පැසීම - මද්‍යසාර පැසීමෙන් ලබා ගත් එතනෝල් අසම්පූර්ණ ඔක්සිකරණයකින් ඇසිටික් අම්ලය බවට පරිවර්තනය කරනු ලැබේ. මෙම පියවර අතිශයින්ම සවායු වන අතර *Acetobacter* විශේෂ හා *Gluconobacter* විශේෂ එයට දායක වේ.

$$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{\text{ඇසිටික් අම්ල බැක්ටීරියා}} CH_3COOH + H_2O$$

4. කිරි නිෂ්පාදන

කිරි පැසීමට ලක් කිරීමෙන් කිරි නිෂ්පාදන සිදු කරයි. ලැක්ටික් අම්ල නිෂ්පාදනය කරන බැක්ටීරියා මගින් කිරිවල අඩංගු ලැක්ටෝස් සීනි ලැක්ටික් අම්ලය බවට පැසීම සිදු කරයි. පැස්ටරීකරණයේ දී කිරිවල ඇති බැක්ටීරියා මරා දමන බැවින්; කිරි නිෂ්පාදනවල දී ඔවුන් නැවත එකතු කළ යුතු වෙයි.

උදා:

- කිරිවල අඩංගු ලැක්ටෝස් සීනි *Lactobacillus bulgaricus,Lactococcus lactis* හා *Streptococcus thermophilus* අඩංගු මිශ්‍ර ගහන මගින් පැසවීමෙන් මුදවපු කිරි හා යෝගට් නිපදවනු ලැබේ. *L. bulgaricus* මගින් රසය ද (flavour), *Streptococcus* විශේෂ මගින් ක්‍රීම් ආකාර (creamy texture) වයනය ද, රසය ද (flavour) ලබා දෙයි.
- චීස් නිෂ්පාදනය - *Streptococcus* විශේෂ හා *Penicillium* දිලීර භාවිත කරයි.
- ලැක්ටික් අම්ලය වාණිජව නිෂ්පාදනයේ දී චීස් හා බටර් කර්මාන්තයෙන් නිපදවෙන අපද්‍රව්‍ය භාවිත කරයි. *L. bulgaricus* මගින් ලැක්ටෝස්, ලැක්ටික් අම්ලය බවට පැසීම සිදු කරයි.

5. කාබනික අම්ලය

වාණිජ වශයෙන් නිපදවනු ලබන කාබනික අම්ල වැඩි ප්‍රමාණයක් ලබා ගන්නේ ක්ෂුද්‍රජීවී පැසීම් මගිනි. බීට්, උක්, පැණි මණ්ඩි (molasses) වැනි පැසීමේ උපස්තර හා *Aspergillus niger* දිලීරය භාවිත කෙරෙයි.

උදා: සිට්‍රික් අම්ලය - සුක්රෝස් - *Aspergillus niger* යොදා ගෙන පැසීම මගින් සිට්‍රික් අම්ලය නිපදවයි

6. ලෝහ නිස්සාරණය

ක්ෂුද්‍රජීවීන් උපකාර කර ගෙන අශුද්ධ ලෝහ සමහර ලෝහ නිෂ්පාදනය කර ගනු ලැබේ. මේ ක්‍රියාවලිය ක්ෂීරණය ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. එක් උදාහරණයක් වනුයේ අනෙකුත් නිස්සාරණ ක්‍රම වාසිදායක නොවන බැවින් බාල වර්ගයේ අශුද්ධ ලෝහවලින් තඹ නිස්සාරණය කර ගැනීමයි. යකඩ හා සල්ෆර් අඩංගු අශුද්ධ ලෝහවලින් තඹ වෙන් කර ගැනීමට *Thiobacillus ferrooxidans* බැක්ටීරියාව භාවිත කරයි. මේ ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාවලිය මගින් අශුද්ධ ලෝහ අඩංගු කොපර් 70% ක් පමණ වෙන් කර ගත හැකි ය. යුරේනියම්, රත්රන් හා කොබෝල්ට් අඩංගු ලෝපස් ද මෙවැනි ම ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාවලි මගින් ක්ෂරණය කරනු ලැබේ.

7. විටමින් නිෂ්පාදනය

පුද්ගල ආහාර පරිපූරක සඳහා ලාභදායි විටමින් ප්‍රභව ක්ෂුද්‍රජීවී ප්‍රභව මගින් සැපයෙයි.

උදා: විටමින් B12 - *Pseudomonas sp.* විශේෂ හා *Propionibacterium* sp

රයිබොෆ්ලේවින් - දිලීර මගින් සිදු කරන පැසීමෙන්

විටමින් C- *Acetobacter* විශේෂ

8. එන්නත්

විවිධ රෝගවලට එරෙහිව සක්‍රිය ප්‍රතිශක්තිකරණ සඳහා වාණිජමය වශයෙන් එන්නත් නිෂ්පාදනයේ දී විවිධ වූ ක්ෂුද්‍රජීවී ප්‍රතිදේහජනක යොදා ගනියි. ඒවායින් සමහරක් ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාව මගින් නිපදවන ලද එන්නත් වේ.

උදා: හෙපටයිටිස් - B එන්නත

අක්‍රිය ප්‍රතිශක්තිකරණය සඳහා විවිධ ප්‍රතිදේහ සැකසුම්වල වාණිජමය නිෂ්පාදන භාවිත කරයි.

උදා: ජලභීතිකාවට එරෙහිව ඉමියුනොග්ලොබියුලින්, පිටගැස්මට එරෙහිව ප්‍රතිධූලක, බොටියුලිනසම් ධූලක

9. එන්සයිම

වාණිජමය වශයෙන් විශාල පරාසයක එන්සයිම ප්‍රමාණයක් ක්ෂුද්‍රජීවීන් විසින් නිපදවනු ලබයි.

- ඇමයිලේස් (Amylase) : *Aspergillus niger, A. oryzae, Bacillus subtilis*
- ප්‍රොටියේස් (Protease) : *A. oryzae*
- ලයිපේස් (Lipase) : *Rhizopus spp.*
- ඉන්වර්ටේස් (Invertase) : *Saccharomyces cerevisiae*
- සෙලියුලේස් (Cellulase) : *A. niger*

10. ප්‍රතිජීවක

ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ ඉතා වැදගත් ද්විතීයික පරිවෘත්තීජ ද්‍රව්‍ය ප්‍රතිජීවක වෙයි. ප්‍රතිජීවක රාශියක් නිපදවනු ලබන්නේ ක්ෂුද්‍රජීවී පැසීම මගිනි.

- ටෙට්‍රාසයික්ලින් (Tetracycline) : *S. aureofaciens*
- පෙනිසිලින් (Penicillin) : *Penicillium chrysogenum*
- ස්ට්‍රෙප්ටොමයිසින් (Streptomycin) : *Streptomyces griseus*

11. හෝමෝන

a. මානව ඉන්සියුලින්

සාමාන්‍යයෙන් ඉන්සියුලින් නිස්සාරණය කර ගනු ලැබුවේ සත්ත්ව අග්න්‍යාසවලිනි. මෙය මිල අධික ක්‍රමයක් බැවින් ඉල්ලුමට සරිලන සැපයුමක් සිදු කිරීමට නොහැකි විය. දැනට ලාබදායි ලෙස ඉන්සියුලින් නිපදවනු ලබන්නේ ජාන විකරණයට ලක් කරන ලද *E. coli* හා *S. cerevisiae* මඟිනි. මේ ඉන්සියුලින් මානව ඉන්සියුලින්වලට සර්වසම වේ.

b. මානව වර්ධක හෝමෝන

මුල් කාලවල දී මානව වර්ධක හෝමෝනය සඳහා විකල්පයක් ලෙස සතුන්ගෙන් ලබා ගත් හෝමෝන වර්ග භාවිත කර ඇත. මෙහි කාර්යක්ෂමතාව අඩු ය. වර්තමානයේ ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාවෙන් ලබා ගත් *E. coli* මගින් මේ හෝමෝනය විශාල පරිමාණවලින් සාර්ථක ලෙස නිපදවයි.

12. පල් කිරීම

පල් කිරීම යනු කාෂ්ඨීය කඳෙහි හෝ කොහු වැනි වෙනත් ශාක ද්‍රව්‍යයක හෝ අඩංගු කෙඳි ලිහිල් කිරීමේ ක්‍රියාවලියයි. මේ ක්‍රියාවලියේ දී ශාක ද්‍රව්‍ය ජලයේ ගිල්ලා තබනු ලැබේ. ජලයේ ගිල්ලා තබන කාලය ශාක ද්‍රව්‍යය මත තීරණය වේ. සවායු මෙන් ම නිර්වායු බැක්ටීරියා අයත් විෂමජාතීය ක්ෂුද්‍රජීවී ගහනයක් මේ ක්‍රියාවලියේ දී සහභාගි වෙයි. ලිහිල් වීම පහසු කිරීමට බැක්ටීරියා මඟින් පෙක්ටිනේස් එන්සයිම ප්‍රධාන වශයෙන් ශ්‍රාවය කරයි.

13. ජීව වායු නිෂ්පාදනය

ජීව වායුව යනු කාබනික අපද්‍රව්‍ය නිර්වායු වියෝජනයෙන් ලැබෙන වායු වර්ගයකි. ජෛව හායනයට භාජනය වන උපස්තරය මත නිෂ්පාදනය වන ජීව වායු ආකාරය රඳා පවතියි. කාබනික අපද්‍රව්‍ය මත ඇසිටොජෙනික බැක්ටීරියා ක්‍රියාකාරිත්වයෙන් කාබන්ඩයොක්සයිඩ් හා හයිඩ්‍රජන් ද මෙතනොජෙනික බැක්ටීරියා ක්‍රියාකාරිත්වයෙන් මීතේන් ද නිෂ්පාදනය කරයි.

14. ජෛව ඉන්ධන නිෂ්පාදනය

පෙට්‍රෝලියම් පාදක වූ ඉන්ධන සැපයීම මිල අධික වන අතර, සමහර විට අවිනිශ්චිත වෙයි. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් එතනෝල්, බියුටනෝල්, ජෛව ඩීසල් හා ජීව වායු වැනි පුනර්ජනනය කළ හැකි ඉන්ධන සඳහා විශාල අවධානයක් යොමු වී ඇත. බ්‍රසීලයේ උක් ශාකය ක්ෂුද්‍රජීවී පැසීමට භාජනය කිරීම මගින් ඉන්ධන ප්‍රභවයක් ලෙස භාවිත කළ හැකි එතනෝල් විශාල ප්‍රමාණයකින් නිපදවා ඇත. ජාන විකරණය කරන ලද බැක්ටීරියා යොදා ගනිමින් දූව, ඉවත ලන කඩදාසි හා ඉරිඟු ශාකවල කඳන් (cornstalks) වැනි සෙලියුලෝස් සහිත ද්‍රව්‍ය භාවිතයෙන් එතනෝල් හා බියුටනෝල් නිපදවීම සඳහා උත්සාහයක් දරා ඇත. ක්ෂුද්‍ර ඇල්ගීවලින් ජීව ඩීසල් නිෂ්පාදනය සඳහා බොහෝ පර්යේෂකයෝ කටයුතු කරති.

15. බේකරි නිෂ්පාදන

අනන ලද පාන් පිටිවල ඇති සීනි බේකරි යීස්ට්වල අඩංගු *S. cerevisiae* මඟින් පැසීමට ලක් කරයි. පාන්වල සිදු වන පැසීමේ ප්‍රාථමික කෘත්‍යය වන්නේ කාබන්ඩයොක්සයිඩ් නිෂ්පාදනයයි. පිටි මෝලිය (dough) සාදනු ලබන්නේ තිරිඟු, රයි හා සහල්වලින් ලබා ගත් පිටිවලිනි. පිටි මෝලියේ කාබන්ඩයොක්සයිඩ් සිර වී රැඳෙන අතර, පාන් පිලිස්සීමේ දී ඇති වන පීඩනය නිසා පිපීම සිදු වී අදාළ වයනය (crumb texture) ඇති කරයි.

පරිසර කළමනාකරණයේ දී ක්ෂුද්‍රජීවීන් යෙදීම

ස්වභාවයේ පහසුවෙන් හායනය නොවන රසායනික ද්‍රව්‍ය කර්මාන්ත හා කෘෂිකර්මාන්තවල දී පරිසරයට මුදාහරියි. උදා: ප්ලාස්ටික් යනු ජෛව හායනයට භාජනය නොවන කෘත්‍රිම ද්‍රව්‍යයකි. ක්ෂුද්‍රජීවීන් මඟින් හායනය නොවන හෝ සෙමෙන් හායනය වන බැරලෝහ වැනි පළිබෝධනාශක ශේෂ, වල්නාශක 2,4-D, DDT කෘමිනාශක හා තවත් සමහර රසායනික ද්‍රව්‍ය පසේ දිගු කාලයක් රැඳෙමින් පාංශු ජලය දූෂණය කරයි.

1. ජෛව ප්‍රතිකර්මනය

දූෂක ඉවත් කිරීමට, හායනයට හෝ විෂ හරණයට ජීවීන් භාවිත කිරීමේ තාක්ෂණය ජෛව ප්‍රතිකර්මනයයි. ස්වාභාවිකව ජෛව ප්‍රතිකර්මනය පසෙහි සිදු වෙයි. බොහෝ අවස්ථාවල ජෛව ප්‍රතිකර්මන ක්‍රියාවලි සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීහු යොදා ගැනෙති. දූෂකවල ජෛව හායනය/ (bio-removal) ක්‍රියාවලිය ඉහළ නැංවීම, දූෂිත පසේ හා ජලයේ වර්ධනය වන ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් උත්තේජනය කළ හැකි ය. දූෂිත ස්ථානයක ඇති විශේෂිත දූෂක ප්‍රමාණය හායනය/ ඉවත් කිරීම සඳහා තෝරා ගනු ලැබූ ගතිලක්ෂණ සහිත ක්ෂුද්‍රජීවීන් හෝ තෝරා ගනු ලැබූ ගතිලක්ෂණ දරන ප්‍රවේණිකව විකරණය කරන ලද ක්ෂුද්‍රජීවීන් යොදා ගත හැකි ය. ජෛව ප්‍රතිකර්මණය දනට,

- තෙල් ඉහිරුම්වලින්, විෂ ලෝහ අපද්‍රව්‍ය, කාබනික අපද්‍රව්‍ය යනාදියෙන් අපවිත්‍ර වූ පස හා ජලය ප්‍රතිකර්මණය කිරීමට
- ආහාර සැකසුම් හා රසායනික පිරියත්වල අපජලය වියෝජනයට

2. ඝන අපද්‍රව්‍ය පිළියම් කිරීම (solid waste treatment)

නිවෙස්වලින් ඉවත ලන ඝන අපද්‍රව්‍ය (කසළ) එක්රැස් වීම නිසා විශාල පාරිසරික හා සෞඛ්‍ය ගැටලු රැසක් ඇති කරයි. කසළ පිරියම් කිරීමේ දී ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් කසළ හායනය සවායු හෝ නිර්වායු ලෙස සිදු වෙයි. කොම්පෝස්ට් සෑදීමේ දී අපද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය හායනය කරනුයේ සවායු ලෙස ය. අවසානයේ දී අපද්‍රව්‍ය හියුමස් වැනි ස්ථායි ද්‍රව්‍ය බවට පරිවර්තනය කරයි.

සුසංහිතව ඇසිරූ භූ පිරවුම් හෝ ගොඩවල් ලෙස කසළ තැන්පත් කර ඇත. බොහෝ අවස්ථාවල දී ඒවා නිර්වායු තත්වයේ ඇත. එවැනි තත්ත්වවල දී මෙතනොජෙනික් බැක්ටීරියා භාවිතයෙන් අපද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය නිර්වායුව හායනය කෙරෙයි. හායන ක්‍රියාවලියේ අතුරුඵලයක් ලෙස මීතේන් වායුව නිපදවෙයි. විදුලි උත්පාදනය හෝ ස්වාභාවික වායුවක් ලෙස එය භාවිත වෙයි.

කෘෂිකර්මාන්තයේ දී ක්ෂුද්‍රජීවීන් යොදා ගැනීම

අස්වැන්න, නයිට්‍රජන් හා පොස්ෆරස් අවශෝෂණය, රෝග හා පළිබෝධයන්ට ඇති ප්‍රතිරෝධය හා නියංවලට ඔරොත්තු දීම වැනි දේ වැඩිදියුණු කිරීම සඳහා කෘෂිකර්මාන්තයේ දී ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ විවිධ යෙදීම් ඇත.

1. ජෛව පොහොර

ශාක වර්ධනය හා විකසනය සඳහා පසේ ඇති අතිශය සීමාකාරී පෝෂක වන්නේ නයිට්‍රජන් හා පොස්ෆරස් ය. ඒ නිසා මේ පෝෂකවල ජෛව ප්‍රයෝජ්‍යතාවය (bioavailability) වැඩි කිරීමට රසායනික පොහොර පසට යොදනු ලැබේ. කෘත්‍රිම පොහොරවල අධික භාවිතාව නිසා පසේ හා ජලයේ ගුණාත්මක තත්ත්වය අඩු වීම වැනි පරිසර ගැටලු ඇති වෙයි. එබැවින් N හා Pවල ජෛව ප්‍රයෝජ්‍යභාවය ඉහළ නැංවීම සඳහා භෝග ක්‍රමවල භාවිත කළ හැකි ක්ෂුද්‍රජීවීන් කෙරේ වැඩි අවධානයක් යොමු කළ යුතු ය. මේ ක්ෂුද්‍රජීවී ආක්‍රමණිකයෝ ජෛව - පොහොර ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ.

a. පොස්ෆේට් ද්‍රාව්‍යකාරක බැක්ටීරියා හා දිලීරක මූල

සියලුම ශාක පෝෂක අතරින් වඩාත්ම සීමාකාරී පෝෂකය වන්නේ පොස්ෆරස් ය. ඕනෑම පසක පොස්ෆරස්වල ජෛවීය උපයෝජ්‍යතාවය(bioavailability) (පසට යොදන පොස්ෆරස් වලින් ඉතාම සුළු ප්‍රමාණයක් පමණක් ශාකවලට ප්‍රයෝජනයට ගත හැකිය) නොගිණිය හැකි තරම් ය අඩුය. පොස්ෆරස් ද්‍රාව්‍ය කාරක බැක්ටීරියා හා දිලීරක මූල මගින් පසට යොදන ලද පොස්ෆරස්වල ද්‍රාව්‍යතාවය වැඩි කරයි. මේ බැක්ටීරියා හා දිලීර මගින් කාබනික අම්ල ස්‍රාවය කරයි, එම කාබනික සංයෝග මගින් පොස්ෆරස් සහිත ඛණිජ දිය කරයි. ඒ හේතුවෙන් පොස්ෆේට් අයනවල කැටායන නබර (chelate) සෑදීමෙන් පාංශු ද්‍රාවණයට පොස්ෆරස් මුදාහරිනු ලබයි. වර්තමානයේ දී වාණිජමය ලෙස තනන ලද ක්ෂුද්‍රජීවී ජෛවීය පොහොර වෙළඳපොළේ දැකිය හැකිය.

b. නයිට්‍රජන් තිරකාරි ක්ෂුද්‍රජීවියෝ

ජෛව නයිට්‍රජන් තිර කිරීම යනු ක්ෂුද්‍රජීවීන් විසින් වායුගෝලීය අණුක නයිට්‍රජන් එහි ද්‍රාව්‍ය ආකාර බවට පරිවර්තනය කරන ක්‍රියාවලියයි. මේ නයිට්‍රජන්හි ද්‍රාව්‍ය ආකාර ශාක මගින් ඍජුව ම හෝ ප්‍රයෝජනවත් ද්‍රාව්‍ය ආකාරයකට පරිවර්තනය කිරීමෙන් හෝ ස්වීකරණය කළ හැකි ය. උදා:

- සහජීවී නයිට්‍රජන් තිර කිරීම
  - o *Rhizobium* විශේෂ රනිල ශාක සමග කිට්ටු සම්බන්ධතාවක් ගොඩනගයි. තිර කරන ලද නයිට්‍රජන්, රනිල ශාක මිය ගිය පසු පසට මුදාහැරෙන බැවින් වෙනත් ශාක විසින් ප්‍රයෝජනයට ගනී. විවිධ රයිසෝබියම් ආක්‍රමණික වාණිජමය ලෙසින් ප්‍රයෝජනය සඳහා ඇත.
  - o නයිට්‍රජන් තිරකාරී සයනොබැක්ටීරියා - *Anabaena* sp. ජලජ පර්ණාංගයක් වන *Azolla* සමග සහජීවී සංගමයක් සාදයි. මේ පද්ධතිය බොහෝ රටවල වී වගාවෙහි සාර්ථකව භාවිත කරයි.
- නිදැලි වාසි නයිට්‍රජන් තිර කිරීම
  - o *Azotobacter* වැනි නිදැලි වාසි නයිට්‍රජන් තිරකාරක බැක්ටීරියා මූල ගෝලයේ ඉහළ සාන්ද්‍රණයකින් පැවතෙයි.

c. ශාක වර්ධනය වැඩිදියුණු කරන බැක්ටීරියා

ශාක මූලගෝලයේ වෙසෙන බොහෝ බැක්ටීරියා ශාක වර්ධනය වැඩිදියුණු කරන ඔක්සින් (ඉන්ඩෝල් - 3 - ඇසිටික් අම්ලය), සයිටොකයිනින් හා ගිබෙරිලන් වැනි ද්‍රව්‍ය නිෂ්පාදනය කරයි.

Pseudomonas putida, P. fluorescens: auxin

Azotobacter sp., Rhizobium sp., B. subtilis, P. fluorescens: cytokinins

Acetobacter sp., Azospirillum sp: Gibberellin

(ඉහත සියලුම ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ නම් ශිෂ්‍යයන් විසින් මතක තබා ගත යුතු නැත)

2. ජෛව - පළිබෝධ නාශක / ජෛව පාලක කාරක (BCA)

රසායනික පළිබෝධනාශක අධික ලෙස භාවිතාව මිනිසාට හානිකර අතුරු ප්‍රතිඵල ඇති කිරීමට හේතු වී ඇත.

ඒවා හෝ ඒවායේ විශේෂ ආකාර පරිසරයෙහි දිගුකාලීනව පවතියි. ඉලක්ක නොවූ ජීවීන්ට ද මේ ශේෂවල විෂ බව බලපායි. පළිබෝධනාශක අධිකව භාවිත කිරීම පිළිබෝධනාශකවලට එරෙහිව පළිබෝධයන් අතර ප්‍රතිරෝධයක් ගොඩනංවයි.

එබැවින් කෘත්‍රිම රසායනික පළිබෝධනාශක පරිසර හිතකාමී විෂ අඩු ආදේශක උපාය මාර්ගවලින් ප්‍රතිස්ථාපනය කළ යුතු වේ. පළිබෝධයන් හා රෝග පාලනයට ස්වභාවයේ පැවතෙන ක්ෂුද්‍රජීවීන් සොයා ගෙන ඇත. සමහර ක්ෂුද්‍රජීවී සැකසීම් (formulations) දැනට වානිජව ප්‍රයෝජනයට ගැනීම සඳහා පවතින අතර ඒවා බොහෝ භෝග පද්ධතිවල බහුලව යෙදෙයි. කීටව්‍යාධිජනක (entomopathogenic) දිලීර, බැක්ටීරියා හා වයිරස ඒවාට ඇතුළත් වෙයි.

- කීට ව්‍යාධිජනක දිලීර (entomopathogenic fungi) - මේ දිලීර පුළුල් පරාසයක කෘමීන් ආසාදනය කර, ඔවුන් මරණයට පත් කරයි. ඒවා දිලීර-කෘමිනාශක (myco-insecticides) ලෙස සකසා ඇත.
- කීටව්‍යාධිජනක බැක්ටීරියා (*Bacillus thuringiensis*: entomopathogenic bacteria) - බහුතරයක් කෘමි කීටයන්ට නාශක හෝ විෂ සහිත වෙයි. මේ බැක්ටීරියාවන් විසින් නිපදවන ප්‍රෝටීන් ස්ඵටික අධිග්‍රහණය කිරීමෙන් පසු කීටයන්ට විෂ සහිත වෙයි. මේ විෂ Bt toxin ලෙස හඳුන්වයි. අධිග්‍රහණයෙන් පසු මේ විෂ දිය වී කීට බඩවැල්වල (gut) පටක දිය කිරීම හා

බිඳ වැටීම සිදු කරයි. දැනට භාවිත කරන ජෛව පළිබෝධනාශක සැකසීමේවලින් බහුතරය Bt පදනමක් සහිත වෙයි.

3. කොම්පෝස්ට් සෑදීම

කොම්පෝස්ට් සෑදීම යනු ක්ෂුද්‍රජීවී හායනය මඟින් ශාක ශේෂ ස්වාභාවික හියුමස්වලට සමාන ද්‍රව්‍යයක් බවට පරිවර්තනය කිරීමේ ක්‍රියාවලියයි. මෙහි දී උණුසුම්, තෙත් සවායු තත්ත්වයන් යටතේ මිශ්‍ර ක්ෂුද්‍රජීවී ගහනයක් මඟින් ජෛන්ද්‍රීය ද්‍රව්‍ය හායනය කෙරෙයි.

මූලිකතම ක්‍රියාව වශයෙන් ශාක ද්‍රව්‍ය මත වෙසෙන තාපකාමී බැක්ටීරියා විසින් ද්‍රව්‍ය ගොඩවල උෂ්ණත්වය 55-60 °C දක්වා වැඩි කරයි. මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙස දින කීපයක් සඳහා තාපකාමී බැක්ටීරියා හායන ක්‍රියාවලිය අභිභවනය (dominate) කරයි. කාලයත් සමග උෂ්ණත්වය පහළ වැටීමේ දී තාපකාමී ක්ෂුද්‍රජීවී ගහනය මධ්‍යකාමී ක්ෂුද්‍රජීවීන් ගහනයක් මඟින් ප්‍රතිස්ථාපනය වෙයි. ගොඩවල් පෙරළීමෙන්, තෙතමනය එක් කිරීමෙන් හා ඔක්සිජන් සපයා දීමෙන් මේ ක්‍රියාවලිය වේගවත් කළ හැකි ය. බැක්ටීරියාවන්ට අමතරව දිලීර, ඇක්ටිනොමයිසිටිස් හා ප්‍රොටොසෝවා වැනි ක්ෂුද්‍රජීවීහු ද කාබනික ද්‍රව්‍ය කොම්පෝස්ට් බවට බිඳ දැමීමට දායක වෙති.

පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ ස්වභාවය, ව්‍යාප්තිය හා කාර්යභාරය

අවකාශය, ඛනිජ අන්තර්ගත වන පෝෂක, වියෝජනය වන කාබනික ද්‍රව්‍ය, ජලය, කාබන්-ඩයොක්සයිඩ්, ඔක්සිජන් හා නයිට්‍රජන් වැනි වායු හා අදාළව ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ වර්ධනය සඳහා ප්‍රමාණවත් භෞතික හා රසායනික පරිසරයක් පස මඟින් සපයයි. පසෙහි සෙන්ටිමීටර් කීපයක් ගැඹුරට යන විට පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ විවිධත්වය වැඩි කරමින්, විවිධ ප්‍රමාණවලින් ඔක්සිජන්, තෙතමනය, ආලෝකය හා පෝෂක පවතියි.

පසෙහි මතුපිට සෙන්ටිමීටර් කීපය තුළ විශාලතම බැක්ටීරියා ප්‍රජාවන් පවතියි. පසේ ගැඹුරට යත්ම ක්ෂුද්‍රජීවී සංඛ්‍යාව සීඝ්‍රව අඩු වේ. පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන් ගෙන් බහුතරය නියෝජනය වන්නේ බැක්ටීරියාවන්ගෙනි. ඊට අමතර ව දිලීර, ඇල්ගී, ප්‍රෝටොසොවා හා ඇක්ටිනොමයිසිටිස් ඇත. ඇක්ටිනොමයිසිටිස්, බැක්ටීරියා අධිරාජධානියේ සාමාජිකයකු වුව ද ඔවුන්ගේ වැදගත්භාවය නිසා සාමාන්‍යයෙන් වෙන් කොට සඳහන් කරනු ලබයි. මේ ක්ෂුද්‍රජීවීන් සංකීර්ණ කාබනික ද්‍රව්‍ය වියෝජනයෙහි හා ජෛව රසායනික චක්‍රවල මූලද්‍රව්‍ය චක්‍රියකරණයෙහි ප්‍රධාන කාර්යභාරයක් සිදු කරයි. තම පරිවෘත්තීය අවශ්‍යතා සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීහු විසින් මූලද්‍රව්‍ය ඔක්සිකරණය හා ඔක්සිහරණය සිදු කරති.

1. ඛනිජභවනය

ඛනිජභවනය යනු බැක්ටීරියා හා දිලීරවල බහිඃසෛලීය එන්සයිම භාවිත කර ශාක සත්ත්ව ශේෂ වියෝජනය කිරීමයි. මේ එන්සයිම මඟින් සංකීර්ණ කාබනික ද්‍රව්‍ය CO_2 හා H_2O වැනි සරල අකාබනික ද්‍රව්‍ය බවට බිඳදමයි. ශාකවලට පෝෂක සැපයෙන ආකාරය හා චක්‍රීයකරණය වන ප්‍රධාන ක්‍රමය මෙයයි. පහත සඳහන් ආකාරවලින් ඛනිජභවනය උපකාරී වෙයි.

- අනෙකුත් ජීවීන්ට ජීවත් වීම සඳහා ශාක හා සත්ත්ව සුන්බුන් පෘථිවි පෘෂ්ඨයෙන් ඉවත් කරයි.
- පෘථිවියේ සීමිත ප්‍රමාණවලින් හමු වන ඛනිජ චක්‍රීකරණය කරයි.

2. කාබන් චක්‍රයේ තුළ ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ කාර්යභාරය

- සෙලියුලෝස්, පිෂ්ඨය, ප්‍රෝටීන් හා මේද වැනි ද්‍රව්‍ය කාබනික සංයෝග ලෙස සියලු ජීවීන්

තුළ විශාල ප්‍රමාණයකින් කාබන් අන්තර්ගත වෙයි.

- ප්‍රභාසංශ්ලේෂණය කාබන් චක්‍රයේ වැදගත් ප්‍රධාන පියවර වෙයි. එහි දී අකාබනික කාබන්-ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රභාසංශ්ලේෂී ජීවීන් මඟින් ඔක්සිහරණය/ තිර කිරීම මඟින් කාබනික සංයෝග නිපදවයි. සූර්යාලෝකයෙන් ශක්තිය ලබා ගනිමින් ශාක, සයනොබැක්ටීරියා ඇල්ගී හා ප්‍රභාසංශ්ලේෂී බැක්ටීරියා වැනි ප්‍රභා ස්වයංපෝෂීන් කාබන්ඩයොක්සයිඩ් තිර කරයි.
- ප්‍රොටොසෝවා වැනි රසායනික විෂමපෝෂීහු ඔවුන්ගේ කාබනික ප්‍රභව ලෙස පරිභෝජනය සඳහා ස්වයංපෝෂීන් විසින් නිෂ්පාදනය කරන ලද කාබනික ද්‍රව්‍ය මත යැපෙති.
- ස්වයංපෝෂීන් විසින් කාබන්ඩයොක්සයිඩ්වලින් තිර කරන ලද කාබන්, පහළ පෝෂී මට්ටම්වල ජීවීන්ගේ සිට ඉහළ පෝෂී මට්ටම්වල ජීවීන් දක්වා ආහාර දාම දිගේ සංක්‍රාමණය වෙයි.
- ස්වයංපෝෂීන් හා රසායනික විෂමපෝෂීන් යන දෙවර්ගය ම තිර කරන ලද කාබන්වලින් කොටසක් ශ්වසන ක්‍රියාවලිය මඟින් කාබන්ඩයොක්සයිඩ් ලෙස වායුගෝලයට මුදාහරියි. මෙමඟින් ස්වයංපෝෂීන් සඳහා නැවත කාබන්ඩයොක්සය්ඩ් සැපයෙයි.
- රසායනික විෂමපෝෂින් මල ද්‍රව්‍ය ලෙසින් පරිසරයට මුදාහරින ජීරණය නොවූ ආහාර පසුව පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන් මඟින් වියෝජනය කෙරෙයි.
- ජීවීන් විසින් තිර කරනු ලබන ඉතිරි කාබන් ඔවුන්ගේ මරණය තෙක් ඔවුන් තුළ රැඳී පවතියි. ජීවීන් මිය ගිය පසු ඒ කාබනික සංයෝග වියෝජනය වී කාබන්ඩයොක්සයිඩ් නැවත වායුගෝලයට මුදා හැරේ.
- කාබනික ද්‍රව්‍ය දිරාපත් වීමේ දී ක්ෂුද්‍රජීවීහු, ප්‍රධාන වශයෙන් බැක්ටීරියා හා දිලීර විශාල කාර්යභාරයක් ඉටු කරති.
- මීතේන් වායුව හා සම්බන්ධව ක්ෂුද්‍රජීවීහු තවත් ප්‍රධාන කාර්යභාරයක් සිදු කරති. සාගර අවසාදිත තුළ විශාල ප්‍රමාණයකින් මීතේන් අන්තර්ගත වෙයි. මෙතනොට්‍රෝෆ්ස් ලෙසින් හැඳින්වෙන ක්ෂුද්‍රජීවීන් මඟින් සාගරවල නිපදවෙන මීතේන්වලින් 80%ක් පමණ වායුගෙ ා්ලයට මුදාහැරීමට පෙර පරිභෝජනය කරනු ලබයි.
- ඉහත ක්‍රියාව සිදු වුණත් සාගර පත්ලවල සිටින මෙතනොජෙනික් බැක්ටීරියා නිරන්තරයෙන් වැඩි වශයෙන් ම මීතේන් නිපදවයි.

3. නයිට්‍රජන් චක්‍රය තුළ ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ කාර්යභාරය

ප්‍රෝටීන්, නියුක්ලික් අම්ල හා අනෙකුත් නයිට්‍රජන් අඩංගු වන සංයෝග නිපදවීම සඳහා සෑම ජීවියකුට ම නයිට්‍රජන් අවශ්‍ය වෙයි. 80%ක් පමණ අණුක නයිට්‍රජන් වායුගෝලයේ පවතියි. ඒවා ජීවීන් සඳහා ජෛවවිද්‍යාත්මකව ලබාගත නොහැකිය. එබැවින් වායුගෝලයේ ඇති එම අණුක නයිට්‍රජන් ජෛව ප්‍රයෝජ්‍ය කළ හැකි ආකාරයක නයිට්‍රජන් බවට පත් කිරීම අවශ්‍ය වෙයි. ඇතැම් ක්ෂුද්‍රජීවීන් කණ්ඩායම් වායුගෝලීය අණුක නයිට්‍රජන්, ඇමෝනියා, නයිට්‍රේට් හා නයිට්‍රයිට් වැනි ජීවීන්ට ප්‍රයෝජ්‍ය කළ හැකි ආකාරයට පත් කිරීමේ හැකියාව දරයි. ඒ නිසා පෘථිවියේ, ජීවීන් තුළ හා වායුගෝලයේ අඩංගු නයිට්‍රජන් චක්‍රීය ආකාරයකට ගලා යා යුතු ය.

නයිට්‍රජන් චක්‍රයට ප්‍රධාන පියවර හතරක් ඇතුළත් වේ. එනම්: ඇමෝනීකරණය, නයිට්‍රීකරණය, නයිට්‍රිහරණය හා නයිට්‍රජන් තිර කිරීමයි.

- **ඇමෝනිකරණය**

පසේ අඩංගු ඓන්ද්‍රිය/ කාබනික නයිට්‍රජන්වලින් 90%කට වැඩි කොටසක් ප්‍රෝටීන් ලෙස පවතියි. ක්ෂුද්‍රජීවීන් විසින් ශ්‍රාවය කරන බහිඃසෛලීය ප්‍රෝටියොලිටික එන්සයිමවලින් මිය ගිය ශාක හා සතුන්ගේ ප්‍රෝටීන ඇමයිනො අම්ල බවට වියෝජනය කරයි. මෙසේ ප්‍රතිඵල වූ ඇමයිනෝ අම්ල ක්ෂුද්‍රජීවී සෛල තුළට ලබා ගෙන ඇමෝනිකරණයට භාජනය වී, ඇමයිනො අම්ලවල ඇමයින් කාණ්ඩය ඇමෝනියා (NH_3) බවට පරිවර්තනය කරනු ලබයි. තෙත පසේ දී ඇමෝනියා ජලයේ ද්‍රාව්‍යගත වීමෙන් ඇමෝනියම් අයන (NH_4^+) බවට පත් වෙයි. මේ ඇමෝනියම් අයන ශාක හා පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන් මඟින් භාවිත කරයි. වියළි පසෙහි ඇති ඇමෝනියා වේගයෙන් වායුගෝලයට නිකුත් වෙයි.

- **නයිට්‍රිකරණය**

නයිට්‍රිකරණය යනු ඇමෝනියම් අයනවල ඇති නයිට්‍රජන් නයිට්‍රේට් නිපදවීම සඳහා ඔක්සිකරණය වීමේ ක්‍රියාවලියයි. මෙය පසේ ජීවත් වන නයිට්‍රිකාරි බැක්ටීරියා මගින් පියවර දෙකකින් සිදු කරයි.

ඉන් පළමු පියවරේ දී *Nitrosomonas* වැනි ක්ෂුද්‍රජීවීන්, ඇමෝනියම් අයන නයිට්‍රයිට් බවට ඔක්සිකරණය කරයි.

$$NH_4^+ \xrightarrow{\textit{Nitrosomonas}} NO_2^-$$

දෙවන පියවරේ දී *Nitrobacter* වැනි ක්ෂුද්‍රජීවීන් නයිට්‍රයිට, නයිට්‍රේට් බවට ඔක්සිකරණය කරයි.

$$NO_2^- \xrightarrow{\textit{Nitrobacter}} NO_3^-$$

තම නයිට්‍රජන් ප්‍රභව ලෙස ශාක මේ නයිට්‍රයිට භාවිත කරයි. එබැවින් ශාක හා සතුන්ට ජෛවප්‍රයෝජ්‍ය ආකාරයට නයිට්‍රජන් සපයා දෙමින් ක්ෂුද්‍රජීවීන් විසින් අත්‍යවශ්‍ය කාර්යභාරයක් සිදු කරයි.

- **නයිට්‍රිහරණය**

වායුගෝලීය ඔක්සිජන් රහිත වූ තත්ත්වයන්හි දී සමහර ක්ෂුද්‍රජීවීන් විසින් නයිට්‍රේට, N_2 බවට ඔක්සිහරණය කරයි. මේ ක්‍රියාවලිය නයිට්‍රිහරණයයි. මෙහි දී වායුගෝලයට නයිට්‍රජන් නිකුත් කිරීම සිදු වෙයි. ඒ නිසා පසේ නයිට්‍රජන් පවතින ප්‍රමාණය අඩු වෙයි. ජලහරිත පසෙහි (waterlogged) ඔක්සිජන් සීමිත බැවින් නයිට්‍රිහරණය නිරන්තරයෙන් ම සිදු වෙයි. පහත සඳහන් පියවර ඔස්සේ *Pseudomonas* sp නයිට්‍රේට් අයන අණුක නයිට්‍රජන් බවට පත් කරයි. එහි දී නයිට්‍රේට නයිට්‍රයිට බවටත්, නයිට්‍රයිට නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් බවටත්, හා නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් නයිට්‍රජන් වායුව බවට පත් වේ.

$$NO_3^- \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow N_2O \longrightarrow N_2$$

- **නයිට්‍රජන් තිර කිරීම**

නයිට්‍රජන් වායුව ඇමෝනියා බවට පත් කිරීමේ ක්‍රියාවලිය නයිට්‍රජන් තිර කිරීම නම් වේ. නයිට්‍රජන් තිරකිරීම සිදු කරන බැක්ටීරියා නයිට්‍රජනේස් යන එන්සයිම දරයි. නයිට්‍රජනේස් ඔක්සිජන් මගින් අක්‍රිය වෙයි. නිදැලි හා සහජීවී ලෙස, නයිට්‍රජන් තිර කරන බැක්ටීරියා ආකාර දෙකකි.

- o **නයිට්‍රජන් තිර කරන නිදැලිවාසි බැක්ටීරියා -** ඔවුන් මූලගෝලයේ බහුලව හමු වෙයි. ශාක මුල් ආසන්නව ම පවතින පස මූලගෝලයයි. උදා: *Azotobacter sp* බොහෝ සයනොබැක්ටීරියාවන් ද නයිට්‍රජන් තිරකරයි. උදා:. *Nostoc*. මේ ක්ෂුද්‍රජීවීන් නයිට්‍රජිනේස් එන්සයිම වායුගෝලීය ඔක්සිජන්වලට විවෘත වීම වැළැක්වීමේ යන්ත්‍රණ දරයි. සයනොබැක්ටීරියා - හෙටරොසිස්ට, *Clostridium sp* වැනි සමහර නිර්වායු බැක්ටීරියා ද නයිට්‍රජන් තිර කරයි.

- o **සහජීවී නයිට්‍රජන් - තිරකාරක බැක්ටීරියා -** සොයාබෝංචි, බෝංචි, මෑ, රටකජු වැනි රනිල භෝග වැනි කෘෂිකාර්මික භෝගවල මොවුන් වැදගත් කාර්යභාරයක් ඉටු කරයි. සහජීවීව නයිට්‍රජන් තිරකරන බැක්ටීරියා සාමාන්‍යයෙන් රයිසෝබියා ලෙස හඳුන්වයි. රනිල ශාක සහජීවී නයිට්‍රජන් තිර කිරීම පහසු කිරීම සඳහා විශේෂයෙන් අනුවර්තනය වී ඇත. බැක්ටීරියා සඳහා නිර්වායු තත්ත්ව හා පෝෂක ලබාදීමට ශාක මූල ගැටිති සාදයි. ශාකවලට භාවිත කළ හැකි ආකාරයට (ජෛව ප්‍රයෝජ්‍ය)නයිට්‍රජන් බැක්ටීරියා විසින් තිර කරයි. විවිධ ක්ෂුද්‍රජීවී සමූහයන් සමග සංයෝජනයෙන්, සමහර රනිල නොවන ශාකවලට ද සහජීවී ලෙස නයිට්‍රජන් තිර කළ හැක. ලයිකන, (දිලීර හා ඇල්ගී හෝ සයනොබැක්ටීරියා සංයෝජනයක්) ද නයිට්‍රජන් තිර කරයි. කුඹුරුවල ජලයේ නිදහසේ පාවෙන ජලජ පර්නාංගයක් වන *Azolla, Anabaena sp.* සමග සහයෝගීව නයිට්‍රජන් තිර කරයි.

ශාක වර්ධනය හා අදාළව පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ අන්තර්ක්‍රියා

පසේ සිටින පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන් සෘජුව ම ශාක සමග අන්තර්ක්‍රියා කරයි. මූලගෝලය, දිලීරක මූල, අන්තශ්ශාකීය (endophytes) මේ අන්තර් ක්‍රියා වෙති. අන්තශ්ශාකීය යනු ශාක සෛල, දිලීර හෝ බැක්ටීරියා, සමග ඇති අන්තර්ක්‍රියාවකි. නයිට්‍රජන් තිර කිරීම, ජලය හා පොස්පරස් වැනි පෝෂක ඇතුළු කර ගැනීම, ඉන්ඩෝල් ඇසිටික් අම්ලය වැනි ශාක හෝමෝන ශ්‍රාවය කිරීම, යකඩ සීමාකාරී තත්ත්වවල දී යකඩ ඇතුල් කර ගැනීම හා ව්‍යාධිජනකයන්ට එරෙහිව ආරක්ෂණය වැනි ක්‍රියාවලත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් ශාකවලට විශාල වශයෙන් වාසිදායක වෙයි. ක්ෂුද්‍රජීවීන්ට අත්‍යවශ්‍ය කාබනික ද්‍රව්‍ය ශාකවලින් ඔවුනට සපයයි.

මූලගෝලය

ශාක මුල් හා මුල් වටා මිලිමීටර් කීපයක් දක්වා වූ පස අතර ඇති සහජීවී අන්තර්ක්‍රියාවක් ලෙස සැලකේ. මේ ක්ෂුද්‍ර-පාරිසරික කලාපය මූලගෝලයයි. මූලගෝලය සැලකෙන්නේ පෘථිවිය මත ඇති අධිකතම ජෛව විවිධත්වය සහිත හා ගතික වාසස්ථානයක් ලෙස ය. මූලගෝලයේ ජීවත් වන ක්ෂුද්‍රජීවීහු මුල් විසින් නිර්යාස (exudes) වන සීනි, ඇමයිනෝ අම්ල හා විවිධ ඇරෝමැටික සංයෝග මත පෝෂණය වෙති. මූලගෝලයේ ඇති පෝෂක, අවකාශය හා ජලය සඳහා ප්‍රතික්ෂුද්‍රජීවී ද්‍රව්‍ය භාවිත කරමින් ක්ෂුද්‍රජීවීහු ඔවුනොවුන් එකිනෙකා සමග විරුද්ධ ලෙස තරග කරති. මූලගෝලය බහුල වශයෙන් වාසස්ථානය කර ගනුයේ බැක්ටීරියා වේ. මූලගෝලය වාසස්ථාන කර ගත්තා වූ බොහෝ සුලභතම බැක්ටීරියා ගණ වන්නේ *Pseudomonas, Bacillus* හා *Agrobacterium* ය. මුල්වල මතුපිට පෘෂ්ඨයට චලනය වීම සඳහා මුල්වලින් නිර්යාස කරන ද්‍රව්‍ය (exudates) බැක්ටීරියා සඳහා රසායනික සංඥා ලෙස ක්‍රියා කරයි. ව්‍යාධිජනක හා සහජීවී දිලීර දෙවර්ගය ම මූලගෝලය ආශ්‍රිතව සිටියි.

දිලීරක මූලය

දිලීරක මුල් (myco = දිලීර, rhiza = මූල) යනු ශාක මුල් හා දිලීර අතර සහජීවී සංගමයකි. සියලු භෞමික ශාක පාහේ මූලගෝල දිලීර එකක් හෝ කීපයක් සමග සහජීවී වෙයි. ශාකයට ජලය හා

පෝෂක ලබා ගත හැකි ශාක මුල් මතුපිට පෘෂ්ඨයෙහි ප්‍රමාණය මේ දිලීරක මුල් මගින් වැඩි කරයි. ශාකයක මුල්වලට ළඟා විය නොහැකි පෝෂක ද්‍රව්‍ය අඩංගු, පසේ පවතින කුඩා සිදුරු තුළට මේ දිලීරක මුල්වලට ළඟා විය හැකි ය. වඩාත් ම වැදගත් වන්නේ පොස්පරස්, සින්ක් හා කොපර් වැනි අචල පෝෂක ලබා ගැනීම දිලීරක මුල් මගින් වේගවත් කිරීම වේ. දිලීරක මූල ශාකයෙන් ඓන්ද්‍රිය/ කාබන් ලබා ගනියි.

පාංශු ගුණාත්මකභාවය වැඩිදියුණු කිරීමෙහි ලා පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ කාර්යභාරය

මූල මතුපිට පෘෂ්ඨය ආශ්‍රිතව ජීවත් වන ක්ෂුද්‍රජීවීන් හා නිදැලිවාසි පාංශු ක්ෂුද්‍රජීවීන් පාංශු ගුණාත්මය දියුණු කිරීමෙහි ලා ප්‍රධාන කාර්ය භාරයක් ඉටු කරයි. සරු පසකට යහපත් පාංශු ලක්ෂණයක් වන ස්ථායි පාංශු සමහාර සෑදීම සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන් දායක වෙයි. ඇක්ටිනොමයිසිටිස් සූත්‍රිකා දිලීර සූත්‍රිකා හා බැක්ටීරියා විසින් නිපදවන ලද පොලිසැකරයිඩමය මැලියම්/ නානු පාංශු සමහාර සෑදීමට දායක වෙයි.

ගෘහාශ්‍රිත ජලය හා අපජලය හා අදාළ ක්ෂුද්‍රජීවි විද්‍යාව

පානීය ජලය දූෂණය වන මාර්ග

රසායනික දූෂක හෝ ආසාදක රෝග කාරක ජීවීන්ගෙන් පානීය ජලය දූෂණය විය හැකි ය. පසෙහි ගැඹුරු ස්තරවලින් ජලය ගලා යන විට ක්ෂුද්‍රජීවීන් පෙරීමකට භාජනය වන නිසා, උල්පත් හා ගැඹුරු ළිංවල ඇති ජලයේ ගුණාත්මකභාවය ඉහළ ය. මල ද්‍රව්‍ය ජල සැපයුමට එක් වූ විට පානීය ජලය භයානක ව්‍යාධිජනකයන්ගෙන් අපවිත්‍ර විය හැකි ය. බොහෝ රෝග, මල ද්‍රව්‍ය මුඛයෙන් ඇතුළු වීමේ සම්ප්‍රේෂණ මාර්ගය ඔස්සේ බෝ වෙයි. එනම් ව්‍යාධිජනකයන් අංශු මිනිස් හා සත්ත්ව මල ද්‍රව්‍යවලින් අපවිත්‍ර වූ ජලය පානය කර අධිග්‍රාහකයෙන් රෝග බෝ වීමයි. අතීසාරය, උණසන්නිපාතය හා කොලරාව වැනි රෝග ජලය මගින් පැතිරෙන රෝග සඳහා උදාහරණ වෙයි.

පානීය ජලය රසායනික දූෂකවලින් අපවිත්‍ර වීම ගෝලීය ගැටලුවකි. පසේ මතුපිට පෘෂ්ඨයේ සිට භූගත ජලය දක්වා ක්ෂීරණය වන රසායනික ද්‍රව්‍ය විශාල ප්‍රමාණයක් කර්මාන්ත, නිවෙස් හා කෘෂිකාර්මික අංශවලින් මුදා හැරෙයි. මේ රසායනික ද්‍රව්‍ය රැසක් ජෛව හායනයට ප්‍රතිරෝධී ය. වැව් වැනි බොහෝ මිරිදිය ජලාශවල අධික වශයෙන් නයිට්‍රේට හා පොස්පේට් අඩංගු වේ. එයට හේතුව එම ජලයට නිරතුරුව ම කෘෂිකාර්මික පොහොර හා ගෘහාශ්‍රිත රසායනික ද්‍රව්‍ය වන ක්ෂාලක එකතු වීමයි.

එවැනි ද්‍රව්‍ය අධික වශයෙන් එක්රැස් වීම නිසා සුපෝෂණය හා සයනොබැක්ටීරියා හා ඇල්ගී විශාල වශයෙන් වර්ධනය වීම සිදු වෙයි. ඒවා මිනිසාට විෂදායක ය. මේ ආකාර වශයෙන් සයනොබැක්ටීරියා හා ඇල්ගීවල අධික වර්ධනය වීම ඇල්ගී අතිගහනය (algal blooms) ලෙස හඳුන්වයි. විවිධ කර්මාන්ත ද ජෛව හායනයට භාජනය නොවන රසායනික ද්‍රව්‍ය නිදහස් කරයි. ඒවා ද පානීය ජල සැපයුම් අපවිත්‍ර කළ හැකි ය.

ජලයේ ගුණාත්ව දර්ශකයක් ලෙස ක්ෂුද්‍රජීවියෝ

උණසන්නිපාතය, කොලරාව වැනි ආසාදන රෝග ඇති කළ හැකි *Salmonella spp., Shigella* sp. හා *Vibrio* sp වැනි ව්‍යාධිජනක ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් ජල සැපයුම් අපවිත්‍ර විය හැකි ය.

එබැවින් රෝග පැතිරීම වැළැක්වීම සඳහා පරිභෝජනයට පෙර ජලයේ එවැනි ක්ෂුද්‍රජීවීන් සිටී දැයි නිර්ණය කිරීම අත්‍යවශ්‍ය වෙයි. පරීක්ෂණ සාම්පලවල ඔවුන් අන්තර්ගත නොවීම හෝ ඉතා කුඩා සංඛ්‍යාවලින් අන්තර්ගත වීම නිසා ජල සාම්පල ව්‍යාධිජනක ක්ෂුද්‍රජීවීන් අරමුණු කරගෙන පරීක්ෂා කිරීම ප්‍රායෝගික නොවේ. අනෙක් අතට, ක්ෂුද්‍රජීවීන් සඳහා පරීක්ෂා කිරීමට හා පරීක්ෂණාගාර තුළ ව්‍යාධිජනකයන් අනාවරණය කර ගැනීමට දීර්ඝ කාලයක් ගත වන බැවින් වසංගත තත්ත්වයක් වැළකීම සඳහා ප්‍රමාදය වැඩි විය හැකි ය. එබැවින් ව්‍යාධිජනකයන්ගෙන් ජල සැපයුම් අපවිත්‍ර කිරීම සඳහා විභවයක් දරන සූචක ජීවීන් සඳහා නිතිපතා ජලය සාම්පල පරීක්ෂා කිරීම අත්‍යවශ්‍ය වේ. මේ සූචක ජීවීන්ගේ ප්‍රධාන නිර්ණායක් වන්නේ, මිනිසාගේ මළ ද්‍රව්‍ය වල නිරතුරුවම විශාල සංඛ්‍යා වලින් අන්තර්ගත වීමයි. දර්ශක / සූචක ජීවීන්ගේ තිබීම මගින් මිනිස් මලද්‍රව්‍යවලින් දූෂණය වී ඇති බව සහතික කිරීමට සාක්ෂි සැපයේ.

ශ්‍රී ලංකාව හා අනෙකුත් බොහෝ රටවල් පානීය ජලයේ ගුණත්වය පරීක්ෂා කිරීම සඳහා කොලිෆෝම් බැක්ටීරියා භාවිත කරයි. කෝලිෆෝම් බැක්ටීරියා යනු සවායු හෝ වෛකල්පිත නිර්වායු ග්‍රෑම් ඍණ, අන්තඃබීජාණු නොසාදන, යෂ්ටි හැඩැති 35 °C දී ලැක්ටෝස් ද්‍රව රෝපණ මාධ්‍යය පැසීමෙන් පැය 48ක් තුළ වායු වර්ග නිපදවන ක්ෂුද්‍රජීවීන්ය. මානව ආන්ත්‍රික ක්ෂුද්‍රජීවී ගහනයෙන් වැඩි වශයෙන් අන්තර්ගත වන්නේ කෝලිෆෝම් බැක්ටීරියා වේ. ඔවුන් අන්ත්‍රයේ වෙසෙන ව්‍යාධිජනක නොවන ආකාරයකි. ඒ නිසා ජලයේ කෝලිෆෝම් අන්තර්ගත වීම ජලය මල ද්‍රව්‍යවලින් දූෂණය වී ඇති බවට දර්ශකයකි. කෙසේවෙතත් පස් සාම්පලවල හා ශාකවල සමහර කෝලිෆෝම් බැක්ටීරියා හමු වේ. ශාක හා පස් සාම්පලවල සිටින කෝලිෆෝම් බැක්ටීරියාවන් මල ද්‍රව්‍යවල සිටින කෝලිෆෝම් බැක්ටීරියාවන්ගෙන් වෙන් කොට හඳුනා ගැනීමට විශේෂ පරීක්ෂා ඇත. පානීය ජලයේ ගුණාත්වය නිර්ණය කිරීම සඳහා පරීක්ෂා කිරීම ජාතික ජල සැපයුම් හා ජලාපවහන මණ්ඩල පරීක්ෂණාගාර තුළ නිතිපතා සිදු කෙරේ.

ජලයෙන් බෝ වන රෝග

ජලය මගින් නිතර සම්ප්‍රේෂණය වන ව්‍යාධිජනකයින් මගින් ආන්ත්‍රික මාර්ගය ආසාදනය නිසා උණසන්නිපාතය, පැරාටයිෆොයිඩ් උණ, කොලරාව ගැස්ටරොඑන්ටරයිටිස් සහ අතීසාරය වැනි ආසාදන ඇති කරයි.

පානීය ජලය පිරිසිදු/ පිරියම් කිරීමේ ක්‍රියාවලිය

විවිධ ජල සැපයුම්වලින් පැමිණෙන ජලය ඕනෑ ම අවස්ථාවක දූෂණය විය හැකි ය. ඒ නිසා අපගේ සෞඛ්‍යය හා ආරක්ෂාව සඳහා පරිභෝජනයට පෙර ජලය පිරිසිදු කිරීම අවශ්‍ය වෙයි. ජලය පිරිසිදු කිරීම යනු ජීවානුහරණය නොව ජලය රෝගකාරක ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් තොර කිරීමයි. නාගරික පානීය ජලය පිරිසිදු කිරීමේ පිරියතක පියවර තුනක් ඇත.

- අවසාදනය හා කැටිගැසීම
- පෙරීම
- විෂබීජ නාශණය

I. අවසාදනය හා කැටි ගැසීම

මෙය පළමු පියවරයි. ජලය බොර සහිත නම්, ජලය රඳවා ගැනීමේ ටැංකි තුළ දී අවලම්බන අංශු තැන්පත් වීම සඳහා කාලයක් යුතු ය. මෙය සිදු වන්නේ විශාල සංචායකවල ජලය සැලකිය යුතු කාලයක් රඳවා තබා ගැනීමෙනි. එහි දී අංශුමය ද්‍රව්‍ය විශාල වශයෙන් පත්ලේ තැන්පත් වේ. ඇලම් එකතු කිරීම මගින් (ඇලුමිනියම් පොටෑසියම් සල්ෆේට්) අවසාදනය වැඩි කෙරෙන අතර ඇලෙනසුලු අවක්ෂේපයක් ඇති කරයි. මේ ආකාරයෙන් බොහෝ ක්ෂුද්‍රජීවීන් මෙන් ම සියුම් අවලම්බිත ද්‍රව්‍ය ද ඉවත් කෙරෙයි.

II. පෙරීම

අවසාදනයෙන් හා කැටිගැසීමෙන් පසු සියුම් වැලි තට්ටුවක් තුළින් ජලය පෙරීමට සලස්වයි. අනෙකුත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් හා ප්‍රොටොසෝවා කෝෂ්ඨ මෙහි දී ඉවත් වෙයි. පස් අංශුවල මතුපිටට අධිශෝෂණය වීම නිසා ක්ෂුද්‍රජීවීන් පස් අංශු අතර සිර වේ. මේ මගින් 99%ක් බැක්ටීරියා ඉවත් වෙයි. සමහර නාගරික ජල පිරිපහදුකාගාරවල විෂ රසායනික ද්‍රව්‍ය ඉවත් කිරීම සඳහා සක්‍රිය කරන ලද කාබන් අතිරේක ලෙස භාවිත කරයි.

III. විෂබීජ නාශනය

ජලය පිරියම් කිරීමේ අවසාන පියවර විෂබීජ නාශනයයි. ක්‍රම ගණනාවකින් ජලයේ විෂබීජ නාශනය සිදු කෙරේ. බහුලව භාවිත කරන ක්‍රමයක් වන්නේ ක්ලෝරිනීකෘත කිරීමයි. එහි දී ව්‍යාධිජනක බැක්ටීරියා මරා දමයි. ඕසෝන් (O_3) මඟින් විෂබීජ නාශනය තවත් ක්‍රමයකි. ඕසෝන් අධික ලෙස ප්‍රතික්‍රියාකාරී ය. එය ඔක්සිකරණයෙන් ක්ෂුද්‍රජීවීන් මරා දමයි. එමඟින් සුළු ශේෂ බලපෑමක් පමණක් ඇති හා රසයක් ගන්ධයක් ඇති නොකරන බැවින් ඕසෝන් මඟින් විෂබීජ නාශනය වඩා සතුටුදායක පිළිගත් ක්‍රමයකි.

අපජලය කළමනාකරණය

අපජලයට අතුළත් වන්නේ ගෘහාශ්‍රිත වැසිකිළිවල භාවිතයෙන් හා සේදීම්, නාගරික ජලාපවහන පද්ධති හා කර්මාන්තවලින් භාවිත වූ ජලයයි. බොහෝ සංවර්ධනය වූ රටවලත් ඇතම් සංවර්ධනය වෙමින් පවතින රටවලත් මේ වන විටත් ක්‍රමවත් අපජල පිරියම් කිරීමේ යන්ත්‍රණ නොපවතියි.

කාර්මික අපජලය පිරිසිදු කිරීමේ මූලධර්ම හා ප්‍රධාන පියවර

I. ප්‍රාථමික පිරියම් කිරීම - ප්‍රාථමික පිරියම් කිරීමට පහත සඳහන් පියවර දායක වෙයි.

- පාවන විශාල ද්‍රව්‍ය ඉවත් කිරීම
- වැලි ඉවත් කිරීම
- තෙල් හා ග්‍රීස් ඉවත් කිරීම
- අවසාදක තටාක තුළ ඝන ද්‍රව්‍ය තැන්පත් වීම
- රොන්බොර එකතු කර ඉවත් කිරීම
- මෙහි දී ජෛවීය ක්‍රියාවන් භාවිත නොවේ.
- ප්‍රාථමික පිරියම් කිරීමේ දී 25-35% ක් ඓන්ද්‍රිය ද්‍රව්‍ය ඉවත් වේ.

II. ද්විතීයික පිරියම් කිරීම - පහත සඳහන් පියවර ද්විතීයික පිරියම් කිරීමට ඇතුළත් වේ.

- ප්‍රාථමික පිරියමෙන් පසු පිටතට ගලා යන ද්‍රව්‍ය, ද්විතීයික පිරියම් කිරීමට ඇතුළත් වේ.
- මේ පිරියමේ දී සවායු බැක්ටීරියාවෙන්ගේ වර්ධනයත්, ශීඝ්‍ර ක්ෂුද්‍රජීවී ඔක්සිකරණයත් පහසු කිරීම සඳහා අප ජලය වාතනය කරනු ලැබේ. මෙහි දී සක්‍රිය කළ බොර ක්‍රමය (Activated sludge) හෝ කාන්දු පෙරහන් ක්‍රමය (Trickling filter) යන ක්‍රම දෙකෙන් එකක් භාවිත වේ.
- සක්‍රිය කළ බොර ක්‍රමයේ දී වේගවත් වාතනයක් යාන්ත්‍රිකව සිදු කෙරේ. කාන්දු පෙරහන් ක්‍රමය භාවිතයේ දී පාෂාණමය ද්‍රව්‍ය තට්ටුවක් මත දූෂිත ජලය, සෙමෙන් ඉසීමට සලසා ඉක්බිති එය කාන්දු වීමට සලසනු ලැබේ. මේ ක්‍රමයේ දී පාෂාණමය තට්ටුව මත ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ධනය වී ඓන්ද්‍රිය ද්‍රව්‍ය ඔක්සිකරණය කරයි.

- ද්විතීයික පිරියමේ දී ඓන්ද්‍රීය ද්‍රව්‍ය 75-95 % ප්‍රමාණයක් ඔක්සිකරණය කෙරේ.
- මේ පද්ධති තුළින් ගලාගෙන යන ජලය ඉන් පසු විෂබීජ නාශනය කර ස්වාභාවික ජලාශවලට ගලා යෑමට සලස්වනු ලැබේ.
- මේ පිරියම් ක්‍රම දෙකේ දී ම ඉතිරි වන රොන්බොර නිර්වායු රොන්බොර ජීරකයක් වෙත යවනු ලැබේ. එහි දී සිදු වන නිර්වායු වියෝජනයේ දී ඒ රොන්බොරවල අඩංගු ඓන්ද්‍රීය ද්‍රව්‍ය අවසානයේ දී මීතෙන් හා CO_2 බවට පත් කෙරේ.
- ජීර්ණය වූ රොන්බොර පොහොර වශයෙන් භාවිත කළ හැකි ය.

ස්වාභාවික ජලාශවලට විශාල ප්‍රමාණවලින් අපජලය මුදාහැරීම නිසා ඇති වන හානිකර බලපෑම

- ව්‍යාධිජනක ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ ව්‍යාප්තිය
- ජෛව හායනය විය හැකි ද්‍රව්‍ය හා ඒවා වියෝජනයෙන් ඇති වන ඵලවල එක්රැස් වීමෙන් ජලය දූෂණය වීම
- එසේ වියෝජනය වීමේ දී ජලයේ අඩංගු ඔක්සිජන් විශාල ප්‍රමාණයක් ප්‍රයෝජනයට ගැනීම ජලරූහ ජීවීන් කෙරෙහි බලපෑමක් ඇති කරයි (ඉහළ BOD අගය - අධික ජෛව ඔක්සිජන් ඉල්ලුම)
- දුර්ගන්ධය ඇති කරන නිර්වායු වියෝජනයක් සිදු වීම

ඝන අපද්‍රව්‍ය පිරියම් කිරීම

ඝන අපද්‍රව්‍යවල ස්වභාවය

ශාක හා සත්ත්ව ශේෂ, ආහාරවල ඉවත ලන කොටස්, කඩදාසි, ප්ලාස්ටික්, පොලිතීන් හා වීදුරු වැනි ද්‍රව්‍ය ඝන අපද්‍රව්‍යවලට අයත් වෙයි. මේවා අතරින් කාබනික අපද්‍රව්‍ය වන ශාක හා සත්ව ශේෂ හා ආහාරවල ඉවතලන කොටස් වේගයෙන් හායනය වෙයි. ප්ලාස්ටික්, හා පොලිතින් වැනි ද්‍රව්‍ය ඉක්මනින් හායනය නොවෙන අතර අඛණ්ඩව එක්රැස් වෙයි. නිසි ලෙස ඝන අපද්‍රව්‍ය කළමානාකරණය, ප්‍රජා සෞඛ්‍යය හා පාරිසරික ආරක්ෂණය සහතික ඇති කරයි. විවෘත පරිසරවල කළමනාකරණය නොකරන ලද අපද්‍රව්‍ය විශාල ගොඩවල් ලෙස එක්රැස් වීම පස, වාතය හා ජලය දූෂණය කරන අතර එහි සිටින ජීවීන්ට හා පරිසරයට හානිකර වෙයි.

ඝන අපද්‍රව්‍ය ප්‍රතිචක්‍රීකරණයේ පාරිසරික හා සෞඛ්‍ය ප්‍රයෝජන

- ඝන අපද්‍රව්‍ය විවෘතව බැහැර කිරීමෙන් මදුරුවන්, මැස්සන්, අනිකුත් කෘමීන් හා මීයන් සඳහා බෝ වීමට ස්ථාන සැපයෙයි. මේ ජීවීන් ඩෙංගු, චිකුන්ගුන්යා වැනි භයානක රෝග, ආහාර මඟින් බෝ වන විවිධ රෝග හා ලෙප්ටොස්පයිරෝසියාව (මී උණ) සඳහා වාහකයන් ලෙස ක්‍රියා කරයි.
- දූෂිත ජල ප්‍රභව, උණ සන්නිපාතය, පැරාටයිෆොයිඩ්, කොලරා, පාචනය හා ගැස්ට්‍රොඑන්ටරයිටිස් වැනි ජලයෙන් ව්‍යාප්ත වන රෝග පැතිර වීමේ අවදානමක් දරයි.
- පොදු ස්ථානවල හා මිනිස් වාසස්ථාන සහිත ප්‍රදේශවල කසළ ගොඩගැසීමෙන් ඒවායේ නිර්වායු ජීර්ණය මඟින් දුර්ගන්ධය ඇති කර, සමාජීය ගැටලු නිර්මාණය කරයි.
- අපද්‍රව්‍යවල නිර්වායු ජීර්ණය නිසා ඇති වන මීතේන් එකතු වීම නිසා අපද්‍රව්‍ය විශාල ගොඩවල් සමහර විට භයානක විය හැක. මීතේන් එක්රැස් වීම පිපිරීම් හා ගිනි හට ගැනීමට හේතු වේ.
- විශාල අපද්‍රව්‍ය ගොඩවල්වල සිදු වන ක්ෂරිත (leachate) නිසා භූගත ජලය දූෂණය විය හැක. ක්ෂරිත යනුවෙන් අදහස් කරනුයේ අපද්‍රව්‍ය ගොඩවල් හරහා ද්‍රවයක් ගලා යන විට එහි

අවලම්බිත හා ද්‍රාවණය වී ඇති ද්‍රව්‍යයන් උකහා ගැනීමයි (නිස්සාරණය කර ගැනීමයි).

එබැවින් සමාජයීය වශයෙන් පිළිගත් හා පාරිසරික හිතකාමී යෝග්‍ය තාක්ෂණවේදයන් යොදා ගෙන ඝන අපද්‍රව්‍ය සුදුසු ලෙස කළමනාකරණය කළ යුතු ය.

ඝන අපද්‍රව්‍යවලින් ඇති වන ගැටලු අවම කර ගැනීමේ ක්‍රම (ඝන අපද්‍රව්‍ය කළමනාකරණය)

1. වර්ග කිරීම හා ප්‍රතිචක්‍රීකරණය

බොහෝ රටවල නාගරික අපද්‍රව්‍ය මුළුතැන්ගෙයි කසළ, ශාක ද්‍රව්‍ය, කඩදාසි, ප්ලාස්ටික්, වීදුරු යනාදිය ලෙස වෙන් කරන අතර ඒවා වෙන වෙන ම බහාලුම්වල එකතු කරනු ලබයි. මෙසේ වර්ග කිරීමේ දී කඩදාසි, ප්ලාස්ටික් හා වීදුරු වැනි ප්‍රතිචක්‍රීකරණය කළ හැකි ද්‍රව්‍ය අනෙකුත් අපද්‍රව්‍යවලින් වෙන් කර ගත හැකි ය. කඩදාසි ජෛව හායනය කළ හැකි බව අනුමාන කළත් ඒවා විශාල කුණු දමන ප්‍රදේශයක සුසංහිත ලෙස තැන්පත් කළ පසු, ක්ෂුද්‍රජීවීන්ට ඵලදායි ලෙස ආක්‍රමණය කළ නොහැකි නිසා පහසුවෙන් හායනය කළ නොහැකි ය.

2. ඓන්ද්‍රීය ද්‍රව්‍ය හායනය/ වියෝජනය

කොම්පෝස්ට් සෑදීමේදී පහසුවෙන් හායනය විය හැකි මුළුතැන්ගෙයි හා ගෙවතු අපද්‍රව්‍ය ස්වාභාවිකව ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් වියෝජනය වීමේ ක්‍රියාවලිය සිදු වේ. ප්‍රතිඵල ලෙස ලැබෙන කොම්පෝස්ට් කෘෂිකර්මාන්තයේ දී හා වගා කිරීමේ දී භාවිත කරයි මහානගර සභා වැනි කසළ කළමනාකරණ අධිකාරීන්ට කොම්පෝස්ට් මගින් අතිරේක ආදායමක් ලබා දෙයි. කොම්පෝස්ට් ගොඩවල නිර්වායු තත්ව මෙතනොජෙනික් බැක්ටීරියා ක්‍රියාකාරිත්වය වර්ධනය කරයි. එහි දී නිපදවෙන මීතේන් වායුව විදුලිය ජනනයට යොදා ගනියි.

3. සනීපාරක්ෂක භූ පිරවීම්

සනීපාරක්ෂක භූ පිරවීම් වඩාත් ජනප්‍රිය වූ අපද්‍රව්‍ය ඉවත් කිරීමේ ආකාරය ලෙස සලකා ඇත්තේ මූලිකව එය ලාභදායී ඝන අපද්‍රව්‍ය ඉවත් කිරීමේ ක්‍රමයක් බැවිනි. නාගරික ඝන අපද්‍රව්‍යවලින් 4/5ක් ම මෙම ක්‍රමයෙන් බැහැර කරයි. මෙය සැළසුම් සහගත ක්‍රම පදනම් කර ගත් ඝන අපද්‍රව්‍ය බැහැර කිරීමේ ක්‍රමයකි. මෙහි දී සාමාන්‍යයෙන් ආන්තතික හෝ උප ආන්තික බිම්තීරු මත ඝන අපද්‍රව්‍ය ස්තර ලෙස පතුරුවනු ලැබේ. මෙහි අරමුණ වන්නේ ස්තර ලෙස පැතිරවීම හා සුසංහිතව ඇසිරීම මගින් අපද්‍රව්‍යවල පරිමාව විශාල වශයෙන් අඩු කිරීමයි. ඉන්පසු පසු මගින් මේ අපද්‍රව්‍ය ස්තර ආවරණය කරනු ලැබේ. භූ ජලගත මට්ටම උසින් වැඩි ස්ථානවල භූ පිරවුම් සිදු නොකරයි. සනීපාරක්ෂක භූ පිරවීම්වල ඇති අපද්‍රව්‍ය ඝන, ද්‍රව හා වායුමය නිෂ්පාදන ඇති කරමින් ජීව විද්‍යාත්මක හා රසායනික ක්‍රියාවලියක් මගින් වියෝජනය වෙයි.

ක්ෂුද්‍රජීවීන් හා ආහාර

ආහාර ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් නරක් වන්නේ ඇයි?

මිනිසාගේ පරිභෝජනය සඳහා ලද හැකි සියලු ආහාර ද්‍රව්‍ය ශාක හා සත්ත්ව සම්භවයකින් යුක්ත වේ. පෘථිවියේ සෑම පාරිසරික නිකේතනයක ම ශාක මෙන්ම සත්ත්ව සම්භවයකින් යුක්ත ආහාර සැපයුම් ද තොර නොවී ක්ෂුද්‍රජීවීහු වාසය කරති. ආහාරවල ස්වාභාවික ක්ෂුද්‍රජීවී ග්‍රහනයක් අඩංගු වන අතර ආහාර හැසිරවීමේ දී හා ආහාර සැකසුම් ක්‍රියාවලිවල දී ඒවා ස්වාභාවික ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් දූෂණය වේ. ජලය හා පෝෂක අඩංගු ආහාර ද්‍රව්‍ය ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ධනය සඳහා රෝපණ මාධ්‍ය ලෙස ක්‍රියා කරයි. ආහාර ද්‍රව්‍යවල අන්තර්ගත පෝෂක බොහෝ ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ වර්ධනයට අවශ්‍ය ඒවාම වේ. ඒ නිසා ආහාර ද්‍රව්‍යයන්, පෝෂක ද්‍රව රෝපණ මාධ්‍ය වර්ග වැනි රෝපණ මාධ්‍යයක්

ලෙස ක්‍රියා කරයි. මේ සූපවල බැක්ටීරියා, යීස්ට්, පුස් වර්ග විශාල වශයෙන් වර්ධනය වෙයි.

ආහාර නරක් වීමේ දී සිදු වන භෞතික හා රසායනික විපර්යාස

ආහාර නරක් වීම යනු ආහාරවල ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ධනය වීම නිසා ඒ ආහාරවල භෞතික, රසායනික හා ජීවවිද්‍යාත්මක ව්‍යූහ වෙනස් වී පරිභෝජනයට නුසුදුසු තත්ත්වයකට පත් වීමයි. ආහාර මත වැඩෙන ක්ෂුද්‍රජීවීන් විෂමපෝෂී බැක්ටීරියා හා දිලීර වේ. මේ ක්‍රියාවලියේ දී මෙම ක්ෂුද්‍රජීවීහු, කාබෝහයිඩ්‍රේට, ප්‍රෝටීන හා මේදය බිඳ හෙළමින් ඔවුන්ගේ වර්ධනය සඳහා අවශ්‍ය ශක්තිය හා අනෙකුත් අවශ්‍යතාව ලබා ගනිති. ඉහත ක්‍රියාවලිය සම්පූර්ණ කිරීම සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන් ඇමයිලේස්, පෙක්ටිනේස්, සෙලියුලේස්, ප්‍රෝටියේස් හා ලයිපේස් වැනි බහිඃසෛලීය එන්සයිම ශ්‍රාවය කරයි. මෙහි ප්‍රතිඵලය වශයෙන් ආහාරවල අඩංගු ප්‍රධාන සංඝටකවල රසායනික, භෞතික හා ජීව විද්‍යාත්මක විපර්යාස ඇති වෙයි.

ආහාරයේ සිදු වන රසායනික විපර්යාස

1.පූතිභවනය

ආහාර ප්‍රභවයේ අඩංගු ප්‍රෝටීන, ප්‍රෝටියෝලිටික ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් ශ්‍රාවය කරන ප්‍රෝටියෝලිටික එන්සයිම මගින් ඇමයිනෝ අම්ල, ඇමීන, ඇමෝනියා හා හයිඩ්‍රජන් සල්ෆයිඩ් (H_2S) බවට බිඳදමයි.

2. පැසීම

ක්ෂුද්‍රජීවීන් ශ්‍රාවය කරන ඇමයිලේස් මගින් ආහාර ප්‍රභවවල අඩංගු සංකීර්ණ කාබොහයිඩ්‍රේට, සරල කාබොහයිඩ්‍රේට බවට බිඳ හෙළයි. සැකරොලිටික ක්ෂුද්‍රජීවීන් ශ්‍රාවය කරන එන්සයිම මගින් මේ සරල කාබොහයිඩ්‍රේට, කාබොහයිඩ්‍රේට ආහාරමය අම්ල, මද්‍යසාර හා වායු වර්ග බවට පරිවර්තනය කරයි.

3. මුඩු වීම

ආහාර ප්‍රභවවල ඇති ලිපිඩ ලිපොලිටික ක්ෂුද්‍රජීවීන් විසින් ශ්‍රාවය කරන එන්සයිම මගින් මේද අම්ල හා ග්ලිසරෝල් බවට පරිවර්තනය කරයි.

ආහාරවල සිදු වන භෞතික විපර්යාස

1. ආහාර මෘදු වීම
2. වර්ණිභවනය
3. නූල් වැනි ස්වාභාවය (Ropiness)
4. සෙවල හා මැලියම් සෑදීම (පොලිසැකරයිඩ)
5. විෂ එකතු වීම

ආහාර නරක් වීම කෙරේ බලපාන බාහිර සාධක

බාහිර සාධක යනු ආහාර හා ක්ෂුද්‍රජීවීන් යන දෙකොටසට ම බලපාන පරිසර සාධකයි.

1. **ගබඩා කිරීමේ උෂ්ණත්වය** - ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ වර්ධනය කෙරෙහි පුළුල් උෂ්ණත්ව පරාසයක් බලපායි. පහළ උෂ්ණත්වවල දී වර්ධනය සෙමෙන් සිදු වන අතර ආහාර නරක් වීම ද සෙමෙන් සිදු වේ. පරිවේෂී උෂ්ණත්වයේ දී වර්ධනය අධික වේගයකින් සිදු වන අතර නරක් වීම ද අධික වේ. කෙසේ වුව ද ඉතා පහළ උෂ්ණත්වවල දී පවා (උදා: $4\,^0C$ දී ශීතකරණ තුළ)

ශීතකාමී බැක්ටීරියා මගින් ආහාර නරක් වේ.

2. **පරිසරයේ සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව (RH) -** ප්‍රයෝජ්‍ය තෙතමන ප්‍රමාණය ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ධනය වී ආහාර නරක් වීම කෙරෙහි බලපාන වැදගත් සාධකයක් වන බැවින්, ආහාර ගබඩා කෙරෙන පරිසරයේ සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව ඉතා වැදගත් වෙයි. අඩු තෙතමන ප්‍රමාණයක් ඇති ආහාර, ඉහළ සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාව ඇති පරිසරවල ගබඩා නොකළ යුතු ය. මන්ද යත්, ඒ ආහාර මගින් තෙතමනය උරා ගැනීම හේතුවෙන් ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ධනය පහසුවෙන් සිදු වන බැවිනි.

3. **පරිසරයේ වායුවල පැවැත්ම හා සාන්ද්‍රණය** - ආහාර නරක් වීමට හේතු වන දූෂක ආකාරය O_2 හි පැවැත්ම හෝ නොපැවැත්ම මත තීරණය වෙයි. සවායු හා නිර්වායු යන ක්ෂුද්‍රජීවී දෙයාකාරය ම ආහාර නරක් වීමට හේතු වෙයි.

ආහාර නරක් වීම කෙරෙහි බලපාන අභ්‍යන්තර සාධක

අභ්‍යන්තර සාධක යනු ආහාරයෙහි ම අඩංගු සාධක වෙයි.

1. pH - බොහෝ ක්ෂුද්‍රජීවීන් හොඳින් ම වර්ධනය වන්නේ pH 7.0 (6.6-7.5) ට ආසන්න අගයක් අවට ය. අඩු අගයක වර්ධනය වන්නේ ඉතා සුලු ප්‍රමාණයකි. පුස් හා යීස්ට්වලට පුළුල් පරාසයක් තුළ, එනම්ඃ ඉතා පහළ සිට ඉතා ඉහළ (pH 2 - 10)පරාසයක තුළ වර්ධනය විය හැකි ය.

   බැක්ටීරියා සාමාන්‍යයෙන් pH 5 - 7 අතර වර්ධනය වේ. දෙහි, දොඩම්, කෙසෙල් වැනි පලතුරු වර්ග පුස් හා යීස්ට්වලින් නරක් විය හැකි ය. හරක් මස්, කුකුළු මස්, මාළු, කිරි වැනි සත්ත්වමය ආහාර බැක්ටීරියා, පුස් හා යීස්ට්වලින් නරක් වෙයි.

2. තෙතමන ප්‍රමාණය - ආහාර පරීක්ෂණයේ පැරණිම ක්‍රමය වන වියළීම, තෙතමන ප්‍රමාණය අඩු කිරීම මත පදනම් වේ. අධික තෙතමන ප්‍රමාණයක් ඇති මස්, මාළු වැනි ආහාර බැක්ටීරියා මගින් නරක් වෙයි. අඩු තෙතමන ප්‍රමාණයක් ඇති වියළි බිස්කට්, පාන් වැනි ආහාර පුස් වර්ගවලින් නරක් වෙයි. ඉතා අඩු තෙතමන ප්‍රමාණයක් ඇති වියළි කිරිපිටි, පිටි වැනි ආහාර බැක්ටීරියා හා පුස් මගින් පහසුවෙන් නරක් නොවේ. ලුණු හා සීනි අඩංගු ආහාර (ජලය ප්‍රමාණය ඉතා අඩු) සාමාන්‍යයෙන් නරක් වීමට ලක් වනුයේ ලවණකාමී බැක්ටීරියා, (ලුණු සහිත ආහාර) ආශුනකාමී හා ශුෂ්කකාමී පුස්/ යීස්ට් මගිනි (සීනි සහිත ආහාර).

3. පෝෂක ප්‍රමාණය - ජලය, ශක්ති ප්‍රභවය, නයිට්‍රජන් ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ධනය සඳහා අත්‍යවශ්‍ය පෝෂක වේ. පෝෂකවලින් සරුසාර ආහාර ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් පහසුවෙන් නරක් වේ.
   උදාඃ කිරි, මස්.

4. ජීව විද්‍යාත්මක ව්‍යූහය - සමහර ආහාරවල ස්වාභාවික ආවරණය, ආහාර තුළට ඇතුළු වන ක්ෂුද්‍රජීවීන් ඇතුළු වීම හා හානි පැමිණවීම වළක්වාලයි.
   උදාඃ පලතුරුවල බාහිර ආවරණය, බිත්තර කටුව

ආහාර මගින් මිනිසාට පැතිරෙන ව්‍යාධිජනක

- උණසන්නිපාතය - *Salmonella typhi*
- අතීසාරය - *Shigella*
- කොලරාව - *Vibrio cholerae*
- ආහාර විෂ වීම - *Staphylococcus aureus*

- බොටියුලිනියාව - *Clostridium botulinum*
- ඇෆ්ලටොක්සින් - *Aspergillus flavus*

ආහාර නරක් වීම මානව සෞඛ්‍යයට ඇති කරන බලපෑම්

ඇතැම් ක්ෂුද්‍රජීවීන් ආහාර මත විවිධ විෂ ද්‍රව්‍ය නිපදවති. එම විෂ සහිත ආහාර පරිභෝජනයට ගැනීමෙන් ආහාර ආසාදන සහ විෂ වීම් ඇති වේ. ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් නරක් වීමට ලක් වූ ආහාර පරිභෝජනයට ගැනීමෙන් රෝගී විය හැකි ය. ක්ෂුද්‍රජීවීහු ආහාර තුළ වර්ධනය වී, ගුණනය වීමේ දී, ක්ෂුද්‍රජීවී සෛල සංඛ්‍යාව ද වැඩි කරමින් විෂ රසායනික ද්‍රව්‍ය ද නිපදවති. අධික ලෙස දූෂිත වූ ආහාර ගන්නා කෙනකු ක්ෂුද්‍රජීවී සෛල විශාල සංඛ්‍යාවක් ද, විෂ රසායනික ද්‍රව්‍ය ද අධිගහනය කිරීම මගින් රෝගී විය හැකි ය. මේ රෝග ආකාර දෙකකි.

(a) ආහාර මගින් වැලදෙන ආසාදන - ආහාර මගින් ඇති වන ආසාදනවල දී, නරක් වූ ආහාර පරිභෝජනය කරන පුද්ගලයන්ගේ දේහ තුළට ක්ෂුද්‍රජීවීන් ඇතුළු වී වර්ධනය වෙමින් ගුණනය වන අතර, රෝගයට ලාක්ෂණික වූ රෝග ලක්ෂණ ඇති කරන විෂ ද්‍රව්‍ය නිපදවයි.

උදා: උණසනිපාතය - *Salmonella typhi*
අතීසාරය - *Shigella*
කොලරාව - *Vibrio cholerae*

(b) ආහාර විෂ වීම - ආහාර විෂ වීමේ දී නරක් වූ ආහාරවල ක්ෂුද්‍රජීවීන් වර්ධනයේ දී නිපදවූ විෂ ද්‍රව්‍ය අඩංගු වන අතර මේ විෂ ද්‍රව්‍ය අඩංගු ආහාර පරිභෝජනය කරන ඕනෑම අයෙකුට කෙටි කාලයක් තුළ රෝග ලක්ෂණ පහළ වෙයි.

උදා:
- ආහාර විෂ වීම - *Staphylococcus aureus*
- බොටියුලිනියාව - *Clostridium botulinum*
- ඇෆ්ලටොක්සින් - Produced by fungi *Aspergillus flavus*

සාමාන්‍යයෙන් ඉහත සඳහන් සියලු රෝග තත්ත්ව ආහාර විෂ වීම නිසා ඇති වේ.

(c) වයිරසවලට (එන්ටරොවයිරස- enterovirus) ද සමහර ආහාර මගින් පැතිරෙන රෝග ඇති කළ හැකි ය.

පරිශීලන ග්‍රන්ථ

- Tortora, G.J.,Funke, B. R., & Case, C. L. (2011). *Microbiology, An Introduction.* Pearson Education Ltd.