දසත පැතිරුණු ක්ෂුද්‍රජීවින්ගේ
කාර්යභාරය

විදුරාව

38 වෙළුම - 4 කලාපය
2021 ඔක්තෝබර් - දෙසැම්බර්

සභාපති
මහාචාර්ය රංජිත් සේනාරත්න

වැඩබලන අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
රවීන්ද්‍ර පත්මප්‍රිය

ජාතික විද්‍යා පදනමේ විදුරාව අනු කමිටුව
තුසිත මලලසේකර
අසෝක ද සිල්වා
ආචාර්ය ගෞරි මූර්ති
ආචාර්ය එන්. කාර්තිකේයන්

සංස්කාරක
තුසිත මලලසේකර

සංස්කරණ උපදේශකත්වය
ආචාර්ය පී. ආර්. එම්. පී. දිල්රුක්ෂි

විදුරාව සම්බන්ධීකාරක
අපේක්ෂා හේරත්

අකුරු සැකසුම හා පිටු නිර්මාණය
ලක්ෂිකා පියුමි නිශ්ශංක

පිටකවරය
ලක්ෂිකා පියුමි නිශ්ශංක

ප්‍රකාශනය සහ මුද්‍රණය
ජාතික විද්‍යා පදනම
47/5, මේට්ලන්ඩ් පෙදෙස
කොළඹ 07

පිළිබිඹු මූලාශ්‍රයඃ ලේඛකයන්/අන්තර්ජාලය
දුරකථනයඃ 2696771
ෆැක්ස්ඃ 2694754
විද්‍යුත් ලිපිනයඃ vidurava@nsf.gov.lk

විදුරාව විද්‍යා සඟරාව ජාතික විද්‍යා පදනමේ වෙබ් අඩවිය වන www.nsf.gov.lk හි අන්තර්ගත කොට ඇත.

පටුන

2 **කතුවැකිය**

3 **ජීවමාන ක්ෂුද්‍රජීවීන්: ඌන භාවිතයට ලක්වූ ජාතික ධනයක්**
ආචාර්ය උපේකා රාජවර්ධන, මහාචාර්ය ඉල්මි ජී. එන්. හේවාජුලිගේ, මහාචාර්ය චන්ද්‍රිකා නානායක්කාර

6 **මයික්‍රෝබියෝම ඉටුකරන අද්විතීය කාර්යභාරය**
ආචාර්ය එරන්දි පතිරණ

10 **ආන්තික පරිසර තත්වයන් යටතේ ක්ෂුද්‍රජීවී පැවැත්ම**
මහචාර්ය එස්. චන්ද්‍රානි විජයරත්න

16 **ක්ෂුද්‍රජීවීන් සහ ආහාර කර්මාන්තය**
මහාචාර්ය උපාලි සමරජීව

24 **වෛද්‍ය විද්‍යාව සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ සහය**
වෛද්‍ය එස්. එස්.වික්‍රමසිංහ

28 **මදුරු මර්දනයට සජීවී ක්ෂුද්‍රජීවීන්**
මහාචාර්ය දීපිකා අමරසිංහ, ආචාර්ය එච්. ඒ කෝෂිලා රණසිංහ

32 **ලැබූ දැනුම විමසමු**

© ජාතික විද්‍යා පදනම-ශ්‍රී ලංකාව

ISSN 1391-0299

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

මෙම ප්‍රකාශනයෙහි අඩංගු ලිපිවල අන්තර්ගතය එම ලිපි සැකසූ ලේඛකයන්ගේ අදහස් වන අතර ජාතික විද්‍යා පදනම ඒ හා සම්බන්ධව වග කියනු නොලැබේ.

කතුවැකිය

අනාගතය හැඩගස්වන ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්

වසර ගණනාවක් මුළුල්ලේ නොදැන සිටියත්, නොසලකා සිටියත් ක්ෂුද්‍ර ජීවිහු මිනිස් ජීවිත කෙරෙහි සුවිශාල හිතකර බලපෑම් සමූහයක් ඒක් කිරීමට සමත්ව සිටිති. වර්තමාන විද්‍යාත්මක දැනුම අනුව ඖෂධ හා ආහාර නිෂ්පාදනයට, අපජලයට ප්‍රතිකාර කිරීමට, කෘෂිකර්මය විප්ලවීය වෙනසකට ලක්කිරීමට, නව පොහොර හා පළිබෝධනාශක නිෂ්පාදනයට, ජෛව ඉන්ධන නිශ්පාදනයට, විවිධ රසායන හා එන්සයිම නිෂ්පාදනයට ආදී වශයෙන් මිල කළ නොහැකි මහඟු සේවාවක් සැපයීමට ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ට හැකිබව පිළිගැනේ. එහෙයින්ම ජෛව තාක්ෂණමය පර්යේෂණ තුළින් ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් සතු හැකියා, මිනිස් අවශ්‍යතා සපුරාලීමට අවස්ථාව උදාකරගෙන ඇත. මෙහිදී ක්ෂේත්‍ර කිහිපයක ලබා ඇති ජයග්‍රහණ සාකච්ඡා කළ හැකිය.

වෛද්‍ය විද්‍යාව

මිනිසාට ඇතිවන රෝග හා උපද්‍රව රැසකට ප්‍රතිකාර කිරීමට සමත් ඖෂධමය නිෂ්පාදන රැසක් ජෛවතාක්ෂණ පර්යේෂණ හරහා ලොවට ලැබී ඇත. උදාහරණයක් ලෙස දැක්වුවහොත් ඉන්සියුලින් නම්, හෝමෝනය රුධිරය තුළ ග්ලූකෝස් මට්ටම පාලනය කිරීමට සමත් හෝර්මෝනය නිපදවනු ලබන්නේ ජාන තාක්ෂණයට ලක්කළ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගෙනි. එසේම මානව පැපිලෝමා වයිරසයට එරෙහි සාර්ථක එන්නතක් නිපදවා ඇත්තේ සැකරොමයිසිස් නම් ක්ෂුද්‍ර ජීවියා ජාන තාක්ෂණයට ලක්කිරීම තුළිනි.

ඔබත් වඩාත් හොඳින්ම දන්නා හඳුනන ප්‍රතිජීවක ඖෂධ ලොවට ඉදිරිපත් වූයේ 1928 දී ඇලෙක්සැන්ඩර් ෆ්ලෙමිං නම් විද්‍යාඥයා කළ සොයා ගැනීම හා හොර්වාර්ඩ් ෆ්ලෝරේ සහ අර්නස්ට් චේන් සිදු කළ පර්යේෂණවල ප්‍රතිඵලයක් ලෙසය. වර්තමාන වෛද්‍ය ප්‍රතිකාර සඳහා සුවිශාල ප්‍රතිජීවක ඖෂධ සංඛ්‍යාවක් සපයාදීමට මෙම පර්යේෂණ සමත්ව ඇත.

කර්මාන්ත

ආහාර නිෂ්පාදනය ඇතුළු විවිධ කර්මාන්ත සඳහා ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් උපයෝගී කර ගැනීම ඇරඹුනේ එම ජීවීන් පිළිබඳ දැනුමක් ඇතිවීමටත් පෙර සිටය. ලැක්ටික් අම්ල බැක්ටීරියාව යොදාගෙන චීස්, යෝගට් සැකසීමට, සැකරොමයිසිස් යොදාගෙන පාන් සෑදීමට, ඇසිටික් අම්ල බැක්ටීරියා විනාකිරි නිපදවීමට යොදා ගැනීම අතීත උදාහරණය. වර්තමානයේදී මෙම ක්ෂේත්‍රය තවත් සංවර්ධනයවී බොහෝ නිෂ්පාදන බිහි කිරීමට දායකත්වය සපයන බව කිව යුතුය.

කෘෂිකර්මය

දිනෙන් දින ඉහළ යන ලෝක ජනගහනයට අවශ්‍ය ආහාර නිෂ්පාදනය කිරීමේ අභියෝගයට මුහුණ දීමට කෘෂිකර්මය සවිබල ගන්වන්නේ ක්ෂුද්‍ර ජීවීහුය. මෙහිදී බෝග වගාවන්ට ඇතිවන රෝග උපද්‍රව මැඩපැවැත්වීම සඳහා ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් යොදා ගැනීම අද බොහෝසේ ඉදිරියට පැමිණ ඇත. එයට කදිම උදාහරණයක් වන්නේ කාබනික පළිබෝධ නාශකයක් ලෙස බැසිලස් තුරෙන්ජෙනින්ස් නම් බැක්ටීරියාව යොදා ගැනීමය. බැකියුලෝවයිරස ලෙස හැඳින්වෙන වයිරස සමූහය බෝග වගාවන්ට හානිකරන කෘමිනාශකයක්ලෙස යොදා ගැනීමද සාර්ථවී ඇත.

ජෛව පොහොර ලෙස ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් යොදා ගැනීම වර්තමානයේදී ඉමහත් උනන්දුවක් ඇති කර ඇත්තේ රසායනික පොහොරවල අධික මිලත්, කාබනික පොහොර ඉතා විශාල ලෙස යෙදීමට අවශ්‍ය වීමත් යන ගැටළු හේතු කරගෙනය. රනිල ශාක, බෝග චක්‍රීකරණයට ඇතුලත් කර ගැනීම තුළින් පස නයිට්‍රජන් වලින් පෝෂිත කිරීමට ඇසිටොබැක්ටර් වැනි බැක්ටීරියා යොදාගැනීමත්, සියුඩොමොනාස් පුටිඩා නම් බැක්ටීරියාව යොදාගෙන පස පොස්පේට් වලින් පොහොසත් කිරීමටත් දැනට හැකියාව ලබා ඇත.

පරිසරය

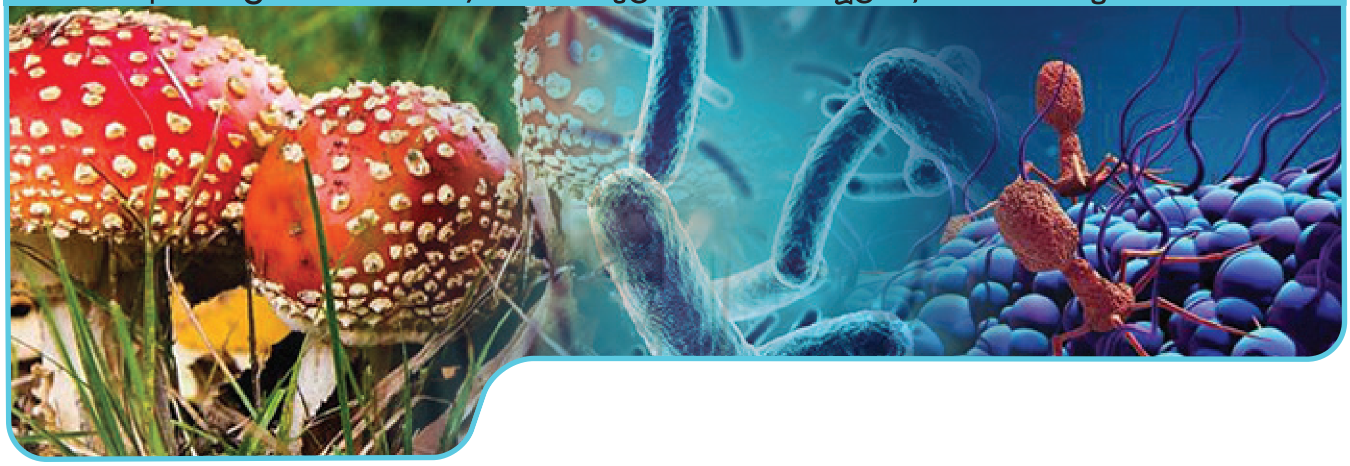
පරිසර දූෂක සතු හැකියා අවකරණය කිරීමට සහ ඒවායේ ධූලකහරණයට (විෂ මැකීමට) සමත් ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් දැනටමත් විද්‍යාඥයන් සොයාගෙන ඇත. මෙයට අමතරව පෙට්‍රෝලියම් සහ ප්ලාස්ටික් ආදී ද්‍රව්‍ය පරිසරයෙන් ඉවත් කිරීමට අතහිත දෙන ක්ෂුද්‍ර ජීවිහු රාශියකි. අපජලය පිරිසිදු කිරීමටද, දැනටමත් ක්ෂුද්‍ර ජීවිහු භාවිත කරති.

මෙවර "විදුරාව" සඟරාව, ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් ගෙන් ලද හැකි සුවිශාල ඵල ප්‍රයෝජන පිළිබඳව සිදු කරන දීර්ඝ විමර්ශන තුළින් ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් මිනිසාගේ අනාගතයට කෙසේ පිළිසරණ වේවිද යන්න ගැන සිතා බැලීමට ඔබට අවස්ථාව උදාකරනු නිසැකය.

තුසිත මලලසේකර

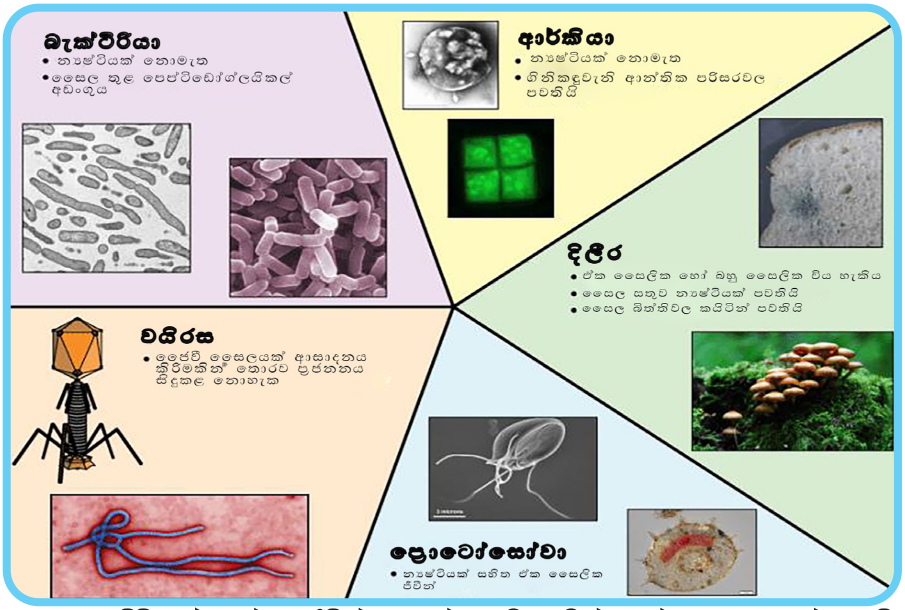
ජීවමාන ක්ෂුද්‍රජීවීන්: ඌන භාවිතයට ලක්වූ ජාතික ධනයක්

ආචාර්ය උපේකා රාජවර්ධන, මහාචාර්ය ඉල්මි ජී. එන්. හේවාජුලිගේ, මහාචාර්ය චන්ද්‍රිකා නානායක්කාර



ක්ෂුද්‍රජීවීන් යනු පෘථිවියේ විශාලතම ජීවී කාණ්ඩයයි. පෘථිවියේ ඇති මුළු ප්‍රොකැරියෝටික් සෛල සංඛ්‍යාව 4-6 × 10^{30} ලෙස ඇස්තමේන්තු කර ඇති අතර එය විවිධ විශේෂ 106 සිට 108 දක්වා ගණනාවකින් සමන්විත වේ. එයට බැක්ටීරියා, දිලීර, ඇල්ගී, පරපෝෂිතයන් වන සමහර ප්‍රොටිස්ටාවන්, ආර්කියාවන් සහ හැඩයෙන්, ප්‍රමාණයෙන් සහ මතුපිට රූපාකාරයෙන් වෙනස් වයිරස් ඇතුළත් වේ (රූපය 1). මෙම ජීවීන් ඔවුන්ගේ කායික විද්‍යාව, ජෛව රසායනය සහ පෝෂණ අවශ්‍යතා අනුව බෙහෙවින් විවිධ වේ. ඒවා බොහෝ විට තනි ප්ලාන්ක්ටොනික් සෛල ලෙස පවතිනවාට වඩා පරිසර පද්ධතිය තුළ සංකීර්ණ පාරිසරික අන්තර්ක්‍රියාකාරී ජාල ලෙස ස්වභාවධර්මයේ දිස්වේ. ක්ෂුද්‍රජීවීන් අතර පවතින මෙම අන්තර්ක්‍රියා එකම විශේෂ අතර, විවිධ විශේෂ සමඟ හෝ සම්පූර්ණයෙන්ම වෙනස් කුල සහ පවුල් අතර පවා විය හැක. අන්තර්ක්‍රියා කරන විශේෂ කෙරෙහි කිසිසේත්ම බලපෑමක් නොමැති මෙම ජාල තුළ අන්තර්ක්‍රියාකාරී රටා ධනාත්මක (වාසි), ඍණාත්මක (අවාසි) හෝ මධ්‍යස්ථ ලෙස වර්ග කළ හැක. අන්තර් ක්‍රියාකාරී හවුල්කරුවන් අතර සිදුවන විවිධ වාසි, අවාසි සහ මධ්‍යස්ථ ආදී වූ, විවිධ ආකාරයේ සම්බන්ධතා විවිධ අන්තර්ක්‍රියාකාරී රටාවන් සඳහා මග පෙන්වයි. බොහෝ ක්ෂුද්‍රජීවීන් ශීඝ්‍රයෙන් ජනනය වන අතර, ඒවායේ ප්‍රවේණික ද්‍රව්‍යවල ඇති සුවිකාර්යතාව වෙනස් වන පාරිසරික තත්ත්වයන්ට පහසුවෙන් අනුවර්තනය වීමට උපකාරී වේ. කෘෂිකාර්මික, ආහාර, ඖෂධ සහ රසායනික නිෂ්පාදන කිහිපයක් රඳා පවතින අත්‍යවශ්‍ය පරිසර පද්ධති කාර්යයන් ගණනාවක් සිදු කිරීමට ඉහත සඳහන් කළ ලක්ෂණ ඔවුන්ට ඉඩ සලසයි.

මෙම ක්ෂුද්‍රජීවී ප්‍රජාවන් පරිසර විද්‍යාව, වෛද්‍ය විද්‍යාව, ඉංජිනේරු විද්‍යාව සහ කෘෂිකර්මාන්තය තුළ දැවැන්ත ප්‍රායෝගික කාර්යභාරයක් ඉටු කරන බැවින් පෘථිවියේ ජීවයට ඉතා වැදගත් වේ. පෘථිවියේ ඇති ක්ෂුද්‍රජීවී විවිධත්වය නව ජාන, පරිවෘත්තීය මාර්ග සහ වටිනා නිෂ්පාදන ප්‍රතිසාධනය සඳහා භාවිත නොකළ, දැවැන්ත විශාල වශයෙන් වැදගත් ජීව විද්‍යාත්මක සම්පතක් ද ඉදිරිපත් කරයි. නමුත් අවාසනාවකට මෙන්, පරිසරයේ ඇති ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් 99% කට වඩා වැඩි ප්‍රමාණයක් රසායනාගාර තත්වයන් යටතේ පහසුවෙන් වගා කළ නොහැක.



රූපය 01: විවිධ වර්ගයේ ක්ෂුද්‍රජීවීන් සතුව ඒවා එකිනෙකින් වෙන්කර හඳුනා ගන්නා සුවිශේෂී ලක්ෂණ ඇත. ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ මෙම වෙනස්කම් පවතින්නේ ඔවුන්ගේ DNA(න්‍යෂ්ටිය) සඳහා මධ්‍යම ගබඩා අවකාශය තිබීම, ඔවුන්ගේ සෛලය (සෛල බිත්තිය) වට කර ඇත්නම් සහ කුමන ආකාරයේ බිත්තියක් තිබේද යන්න සහ ඔවුන් ජීවමාන දෙයක්ද සහ ඒවා ප්‍රජනනය කළ හැකිද යන සාධක මතයි.

එබැවින්, බොහෝ ක්ෂුද්‍රජීවී විශේෂ තවමත් ඒවායේ භූමිකාව පිළිබඳ විස්තර කර හෝ ඒවායේ කාර්මික විභවය සඳහා ප්‍රවේශ වී නොමැත.

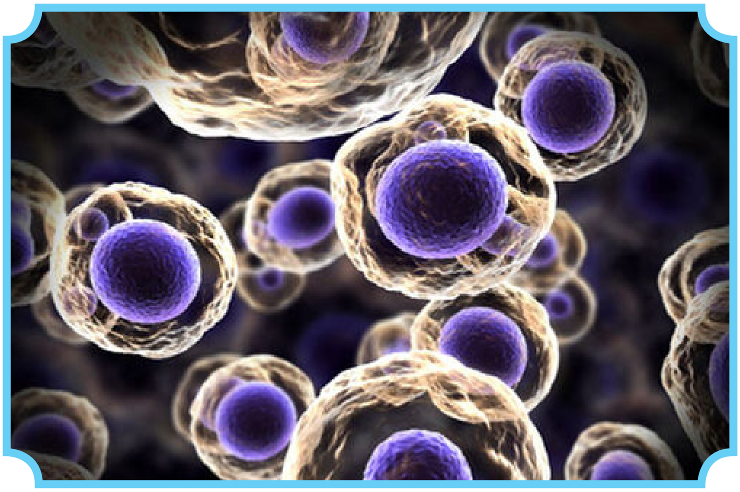
එහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන්, ක්ෂුද්‍රජීවීන් ඔවුන්ගේ පැවැත්ම පිළිබඳව දැන ගැනීමටත් පෙර කාර්මික ක්‍රියාවලීන්හි භාවිතා කරන ලදී. පාන් සෑදීම, පැසුණු ආහාර සහ වයින් වැනි පාන වර්ග, විනාකිරි, චීස් සහ කිරි නිෂ්පාදනය කිරීම උදාහරණ වේ. අද ක්ෂුද්‍රජීවීන් ආහාර, ඖෂධ, ජෛව පොහොර, පළිබෝධ පාලනය, ජෛව ප්‍රතිකර්ම, ජෛව හායනය, ජෛව ඉන්ධන ක්‍රියාවලීන්, ශාක සහජීවනය සහ වර්ධන උත්තේජනය ඇතුළු විවිධ කාර්මික යෙදුම්වල බහුලව භාවිතා වේ. මෙම දීර්ඝ ලැයිස්තුවේ, ඖෂධ, ආහාර, කාර්මික, කෘෂිකාර්මික සහ රසායනික යෙදුම් ඉහළින්ම දිස්වන අතර, එබැවින් වැඩිදුර සාකච්ඡා කිරීම වැදගත් වේ.

ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ වෛද්‍ය විද්‍යාවේ යෙදීම්

1900 ගණන්වල මුල් භාගය වන විට, සියලුම ඖෂධවලින් 80% ක් පමණ ශාක ප්‍රභවයන්ගෙන් සංස්ලේෂණය කරන ලදී. 1928 දී ඇලෙක්සැන්ඩර් ෆ්ලෙමින් විසින් *Penicillium notatum* මගින් පෙනිසිලින් සොයා ගන්නා ලද අතර එම නිසා ශාක ප්‍රභවයන් මගින් එතෙක් සිදු කළ ස්වාභාවික නිශ්පාදනයන් ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් නිශ්පාදනයට අවධානය යොමු විය. ප්‍රතිජීවක පර්යේෂණ ආරම්භයේදී, *Streptomyces griseus* වෙතින් *streptomycin, Streptomyces venezuelae* වෙතින් *chloramphenicol Streptomyces aureofaciens* වෙතින් *chlortetracycline* සහ *Cephalosporium acremonium* වෙතින් *cephalosporin C* සොයා ගන්නා ලදී. විශාල ඖෂධ සමාගම් මෙම සාම්ප්‍රදායික ක්ෂේත්‍රය තුළ දිගටම ආයෝජනය කරන අතර මේ දක්වා අනුමත කුඩා අණු ඖෂධ වලින් ආසන්න වශයෙන් 60% ක් සහ සියලුම ප්‍රතිබැක්ටීරියකාරකයන්ගෙන් 69% ක් ස්වභාවික නිෂ්පාදනවලින් පැමිණේ.

ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ ආහාර කර්මාන්තයේ යෙදුම්

ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ යෙදීම්, ආහාර සුරක්ෂිතතාව සහ ආරක්ෂාව වැඩි දියුණු කිරීම සඳහා සමස්ත කෘෂි



ආහාර දාමය හරහාම යොදා ගැනේ. ක්ෂුද්‍රජීවීන් මත පදනම් වූ ආහාර වෙනස් කිරීම් මගින් ආහාරවල ගුණාත්මකභාවය වැඩි දියුණු කිරීම සහ අස්වනු නෙලීමට පෙර සිදු කරන මැදිහත්වීම් තුලින් ආහාර මගින් සිදුවන අනතුරු අවම කිරීම, ආහාර නරක් වීම වැළැක්වීම මෙන්ම කල් තබා ගැනීමේ ආයු කාලය දීර්ඝ කිරීම, ආහාර සහ ආහාර සංවර්ධනයේ ප්‍රෝබයොටික් සහ ස්වයංක්‍රීය සහ වාණිජ ආරම්භක මුහුම් (starter culture) ආදිය මෙයට ඇතුළත් වේ. FAO (2009) වාර්තා වලට අනුව, ආහාර සැකසීම සඳහා ප්‍රධාන ක්‍රියාකාරී කණ්ඩායම් වන්නේ ප්‍රයෝජනවත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් (ආරම්භක සහ ප්‍රෝබයොටික් බැක්ටීරියා, දිලීර සහ යීස්ට්) ය. ක්ෂුද්‍රජීවීන් භාවිත කිරීමෙන්; අතිරික්ත, ඉක්මනින් නරක් වන සහ ආහාරයට ගත නොහැකි අමුද්‍රව්‍ය ආරක්ෂිත, ස්ථායී සහ රසවත් ආහාර හෝ පාන වර්ග බවට පරිවර්තනය කළ හැකිය. පැසීමට භාවිත කරන ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් පැසුණු ආහාරවල ගුණාත්මකභාවය සහ ලක්ෂණ (ආම්ලිකතාවය, රසය, වයනය, සුවඳ, පෝෂ්‍ය පදාර්ථ සහ සෞඛ්‍ය ප්‍රතිලාභ) තීරණය කරයි. පැසවීමේ තාක්ෂණයේ මෑත කාලීන රසායනික ඉංජිනේරු සොයාගැනීම්, ආහාර නිෂ්පාදකයින්ට චීස්, පැසුණු කිරි වැනි කිරි නිෂ්පාදන වර්ග සිය ගණනක් සහ එළවළු නිෂ්පාදන වන අච්චාරු සහ ඔලිව්, පැසුණු සෝස් සහ සොසේජස් වැනි මාළු සහ මස් නිෂ්පාදන, බේකරි නිෂ්පාදන, බීර, වයින් සහ සයිඩර්, විනාකිරි වැනි මධ්‍යසාර පාන වර්ග, ආහාර අම්ල සහ ක්ෂුද්‍රජීවීන් සම්බන්ධ තෙල් නිෂ්පාදනය කිරීමට පහසුකම් සපයයි.

ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ කෘෂිකාර්මික යෙදුම්

ලොව පුරා කෘෂිකර්මාන්තයේ බහුලව භාවිතා වන ප්‍රයෝජනවත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් අතරට *Rhizobia, Mycorrhizae, Azospirillum, Bacillus, Pseudomon, Trichoderm, Streptomyces* විශේෂ ඇතුළත් වේ. මෙම හිතකර ක්ෂුද්‍රජීවීන් විසින් නයිට්‍රජන් තිර කිරීම, ප්‍රධාන පෝෂ්‍ය පදාර්ථ ලබා ගැනීම, ක්ෂුද්‍ර පෝෂක ද්‍රාව්‍ය කිරීම (පොස්පරස්, පොටෑසියම් සහ සින්ක්) සහ සයිඩ්‍රොෆෝර් නිෂ්පාදනය, මුල් සහ රිකිලි වර්ධනය ප්‍රවර්ධනය කිරීම, ප්‍රතිජීවක, auxin, සහ gibberellins වැනි ප්‍රතිවිරෝධක ද්‍රව්‍ය නිපදවීම මගින් රෝග පාලනය කිරීම හෝ මර්දනය සහ පාංශු ව්‍යුහය වැඩිදියුණු කිරීම යනාදිය සිදු කරයි. මෙම ක්ෂුද්‍රජීවීන් දේශීය මෙන්ම ආන්තික

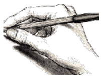
වාසස්ථානවල වැඩෙන බෝග සඳහා ජෛව පොහොර ලෙසද යෙදිය හැකිය. කෘෂිකාර්මික වශයෙන්, විවිධ ධාන්‍ය බෝගවල ක්ෂුද්‍ර පෝෂක ජෛව බල ගැන්වීම සඳහා Fe සහ Zn ද්‍රාව්‍ය කිරීමේ ගුණාංග සහිත වැදගත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් භාවිතා කළ හැක. ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ රසායනික යෙදීම් පැසවීම ක්‍රියාවලීන්හිදී, ක්ෂුද්‍රජීවී තනි සෛල ප්‍රෝටීන් (SCP), සයිලේජ් සහ ක්ෂුද්‍රජීවී ආශ්‍රිතයෙන් සැකසෙන පලිබෝධනාශක නිපදවීමට යොදා ගනී. ක්ෂුද්‍රජීවී මුහුම් (starter culture) ස්ථායීකාරක, තෛලෝදකාරක, එන්සයිම, රස සහ සුවඳ වැනි ආහාර ආකලන කිහිපයක් නිෂ්පාදනය කිරීමට ද යොදා ගනී. සත්ව රෙනට් (chymosin) වලට වඩා මිල අඩු ක්ෂුද්‍රජීවී රෙනට් 1970 ගණන්වල සිට වාණිජමය වශයෙන් නිෂ්පාදනය කරන අතර විවිධ චීස් වර්ග නිෂ්පාදනය සඳහා සුදුසු බව සහතික වී ඇත. *Aspergillus niger, Aspergillus oryzae* සහ *Kluyveromyces lactis* වලින් ලබාගත් ලැක්ටේස් ආරක්ෂිත ලෙස සලකනු ලබන අතර පුළුල් පරාසයක යෙදීම් ඉදිරිපත් කරයි. ක්ෂුද්‍රජීවී ලැක්ටේස්; අයිස්ක්‍රීම්, යෝගට් සහ ශීත කළ අතුරුපසවල ස්කූප් (scoop) සහ ක්‍රීම් ගතිය, පැණි රස සහ ජීර්ණය වැඩි දියුණු කිරීමට සහ ලැක්ටෝස් ස්ඵටිකීකරණය වීම නිසා ඇතිවන වැලි ගතිය (sandiness) අඩු කිරීමට භාවිතා කරයි. ක්ෂුද්‍රජීවී lipases සහිත ප්‍රතිකාරක සහ මේද අම්ල විශේෂයක් ඉතා වැදගත් වන අතර එළවළු තෙල් සිල්ලර වෙළඳාම සහ කොකෝවා බටර් ආදේශක, අඩු කැලරි ට්‍රයිසයිල්ග්ලිසරෝල් සහ ඔලෙයික් අම්ලය බහුල තෙල් වැනි පෝෂණීය වශයෙන් වැදගත් ව්‍යුහගත ට්‍රයිසයිල්-ග්ලිසරෝල් සංස්ලේෂණය කිරීම සඳහා ලාභ තෙල් වැඩිදියුණු කිරීම සඳහා භාවිතා කරයි. ක්ෂුද්‍රජීවී ක්ෂාරීය ප්‍රෝටීස් (alkaline proteases) ඉහළ පෝෂණ අගයක් ඇති ප්‍රෝටීන් හයිඩ්‍රොලයිසේට් (protein hydrolysates) සැකසීමේදීත්, ක්ෂුද්‍රජීවී ග්ලූකෝඇමයිලේස් සහ β-ඇමයිලේස්; අඩු කැලරි බියර් නිෂ්පාදනයේදීත් වාණිජමය වශයෙන් භාවිතා වේ.

කෙසේ වෙතත්, ශ්‍රී ලංකාවේ කාර්මික අපේක්ෂාවන් සහිත දේශීය ක්ෂුද්‍රජීවීන් ප්‍රභේද හුදකලා කිරීම සහ හඳුනා ගැනීම සම්බන්ධයෙන් සිදු කර ඇත්තේ ඉතා සීමිත පර්යේෂණ ප්‍රමාණයකි. එහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන්, වාණිජ හෝ මූලික පර්යේෂණ යෙදුම් සඳහා දේශීය ක්ෂුද්‍රජීවී ප්‍රභේද ලබා ගත නොහැක. වාණිජමය වශයෙන් ප්‍රවේශ විය හැකි ආනයනික ආරම්භක මුහුම් (starter culture) මිල අධික වන අතර ඒවා ප්‍රචාරණය කර බහු යෙදුම් සඳහා භාවිත කළ නොහැක. ඒවා ගෘහ භාවිතය සඳහා සුදුසු නොවන බැවින් ගෘහ හා කුඩා පරිමාණ ආහාර සැකසුම් යෙදුම් සඳහා නොගැලපේ. තවද, ක්ෂුද්‍රජීවීන් පැසවීමේ ක්‍රියාවලියට ලක් කර නිපදවන ආහාර ලංකාවේ ඉතා සීමිත ප්‍රමාණයක් පමණක් පවතී. එසේම මෙම නිෂ්පාදන වල ක්‍රියාකාරී ගුණාංගද විද්‍යාත්මකව තහවුරු කර නොමැත. එබැවින්, පාරිභෝගි කයින්ගේ ආන්ත්‍රික සහ සාමාන්‍ය සෞඛ්‍ය තත්ත්වය වැඩිදියුණු කිරීම සඳහා සහ එමගින් දේශීයව සංවර්ධිත දේශීය ක්‍රියාකාරී ආරම්භක මුහුන් (starter culture) හඳුන්වාදීම හරහා වෙළඳපොළ ඉල්ලුම තෘප්තිමත් කිරීම සඳහා වෙළඳපොළ ඉලක්ක කරගත් නව නිෂ්පාදන වර්ධනයන් සඳහා බොහෝ අවස්ථාවන් තිබේ. එබැවින්, නව ක්ෂුද්‍රජීවී ප්‍රභේද පිළිබඳ මූලික සහ ව්‍යවහාරික පර්යේෂණ සහ ප්‍රමාණාත්මක දත්ත ලබා ගැනීම සඳහා ඒවා යෙදවීම, දේශීය ක්‍රියාකාරී ආරම්භක මුහුන් (starter culture) සහ ඒවායේ තාක්ෂණික යෙදුම් ක්‍රියාවලි සැලසුම් සංවර්ධනය කිරීම සඳහා ඉතා වැදගත් වේ. මෙය වඩා හොඳ ක්‍රියාවලි පාලනයක්,මෙන්ම වැඩිදියුණු කළ ආහාර සුරක්ෂිතතාව සහ ගුණාත්මක භාවය සහ ආර්ථික අලාභ අඩු කිරීමට හේතු විය හැක.

ආචාර්ය උපේකා රාජවර්ධන
ජ්‍යෙෂ්ඨ පර්යේෂණ විද්‍යාඥ
ආහාර තාක්ෂණ අංශය
කාර්මික තාක්ෂණ ආයතනය.

මහාචාර්ය ඉල්මි ජී. එන්. හේවාජුලිගේ
මහාචාර්ය (පර්යේෂණ)
අතිරේක අධ්‍යක්ෂ ජෙනරාල්
කාර්මික තාක්ෂණික ආයතනය.

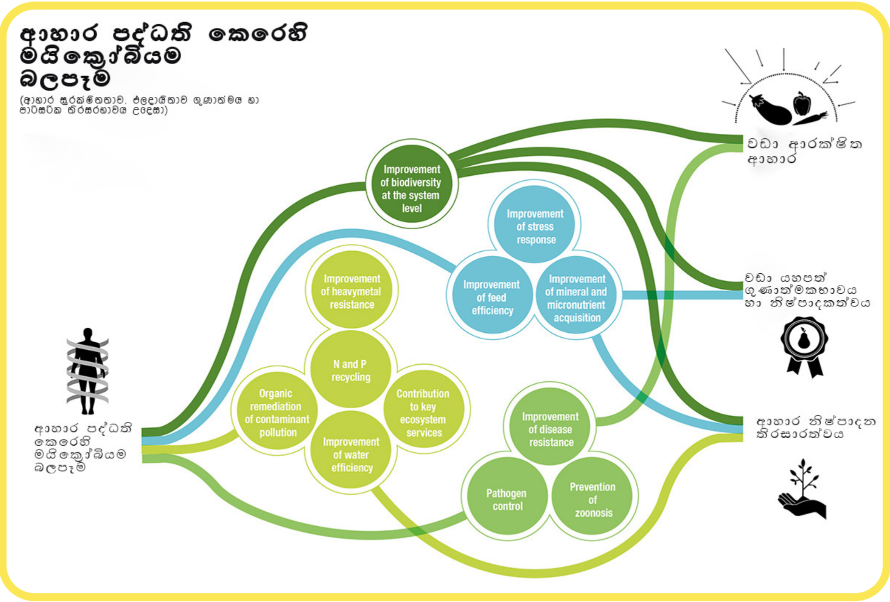
මහාචාර්ය චන්ද්‍රිකා නානායක්කාර
ශාක විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය
කොළඹ විශ්ව විද්‍යාලය.



මයික්‍රෝබියෝම ඉටුකරන අදිසි කාර්යභාරය

ආචාර්ය එරන්දි පතිරණ

අප වෙසෙන, නීල ග්‍රහයා ලෙස හැඳින්වෙන, මෙම පෘථිවිය තුළ වෙසෙන එකම බලපුළුවන්කාරයන්වන්නේ මානවයෝම පමණක් බව තවදුරටත් පැවසිය නොහැකිය. වර්තමානයේ පවත්නා කොරෝනා වයිරස රෝගය (කොවිඩ් 19 ආසාදනය) අපට පැහැදිලිවම පෙන්නුම් කර පවසා සිටින, සිහිපත් කරවන කදිම පාඩම වනුයේ සෞඛ්‍යය, බලය හා ධනය අබිබවා යන බවය. මෙයටත් වඩා එය සනාථකර සිටිනුයේ අප මෙහිදී සිදුකරන සියළු දෙය පාලනය කිරීමට මිනිසුන්වන අපට වඩා තමන් එනම් ක්ෂුද්‍ර ජීවීහු සමත් බවය. අවසාන වශයෙන් සඳහන් කළ හැක්කේ මෙම ලෝකය පාලනය කරනු ලබන්නේ මානව ජීවීන් විසින් නොව, වාතයෙන් පටන් ගෙන, මහ පොළවෙහි සෑම බිම් අඟලකම, සාගරද අත්නොහැර සෑම ජලාශයකම, සෑම පැළයකම සහ මිනිසාද ඇතුළත් සෑම සත්වයෙකු තුළම ආදී වශයෙන් ලෝකයෙහි සෑම තැනකම ක්ෂුද්‍ර ජීවීහු වෙසෙන බවය. තවත් ලෙසකින් කිවහොත් සියලු සතුන් සහ ශාක, ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් හෝ ධාරකයන් හෝ ලෙස කටයුතු කරති. මිනිස් සිරුර ඇතුළත හා පිටත, අති විශාල ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් සංඛ්‍යාවක් තම තමන්ගේ වාසස්ථානය කරගෙන වෙසෙති, මිනිස් සිරුර නිර්මාණයවී ඇත්තේ සෛල ට්‍රිලියන 10 ක් පමණ සංඛ්‍යාවකින් වන අතර එය ට්‍රිලියන 100 කටත් වැඩි ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් සංඛ්‍යාවකට වාසස්ථානය වන ධාරකයෙකු බවට පත්ව ඇත. එහෙයින් මෙය අපගේ "මයික්‍රෝබියෝමය" හෙවත් ක්ෂුද්‍ර ජෛව දර්ශය ලෙස හඳුන්වන්නෙමු.



"මයික්‍රෝබියෝමය" - ක්ෂුද්‍ර ජෛව දර්ශය යනු කුමක්ද?

මයික්‍රෝබියෝමයක් (ක්ෂුද්‍ර ජෛව දර්ශකයක්) යනු අපගේ සිරුර මත/තුළ හෝ වෙනත් ජීවියෙකු මත/තුළ හෝ පමණක් නොව පොකුණු, වැව්, කලපු හා සාගර හෝ වැනි බාහිර පරිසර තුළ වෙසෙන ක්ෂුද්‍ර ජීවී එකතුවකටය. මෙය අප ලෝකයෙහි අනෙක් කවර පරිසරයකවුව මෙපරිද්දෙන් ම බලපායි. අප දන්නා සියලු මයික්‍රෝබියෝම තුළ වැඩිකාර්යභාරයක් බැක්ටීරියා මගින් සිදුකරනු ලැබුවද වයිරස, දිලීර හා මෑතකදී වර්ගීකරණයට ලක්වූ ඒක සෛලික ක්ෂුද්‍ර ජීවී කාණ්ඩයක් වන ආර්කියාවක් ඒතුළ පවතියි.

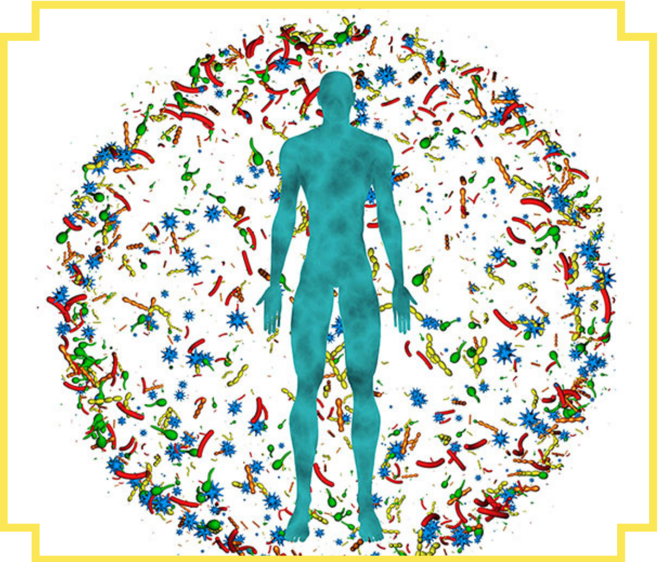
මයික්‍රෝබියෝම ඉතිහාසය

පොළව මත වසර බිලියන 1.2 කාලයක් ශාක සහ සතුන් ජීවත්ව සිට ඇත. ඉහළ ජීවීන් සහ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් අතර අන්තර් ක්‍රියා පැවතීමේ ඉතිහාසය මෙයට වඩා බොහෝ පැරණිය. එතැන් පටන් දැන හෝ

නොදැන හෝ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් හෝ ක්ෂුද්‍ර ජෛව දර්ශයන් හෝ සමඟ අප ජීවත්ව ඇත. මෙම සම්බන්ධතාවය විවිධාකාරයෙන් උසස් ජීවීන්ගේ පරිණාමය හැඩගැස්සීමට උදව්වන්නට ඇතැයි සැලකෙයි. මෙයට අමතරව සතුන් සහ ශාක සමඟ ආශ්‍රිතව පැවති ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් අදාළ සත්වයාගෙන් ශාකය හෝ සමඟ සහ-පරිණාමය වී ඇති බවත් ද සැලකෙයි. ආමාශය ආශ්‍රිතව වෙසෙන හෙලිකොබැකටර් පයිලෝරි (*Helicobacter pylori*) නම් බැක්ටීරියාව මිනිසා සමඟ සහපරිණාම වූ ක්ෂුද්‍ර ජීවියෙකු පිළිබඳව ලබාදිය හැකි හොඳම උදාහරණයය. මේ පිළිබඳව සිදුකරන ලද විමර්ශනයෙන් විද්‍යාඥයන්හට හෙලිකොබැක්ටර් පයිලෝරි හී මාදිලි විවිධත්වය තුළින් අප්‍රිකාවේ සිට හෝමෝ සේපියන්ස් (*Homo sapiens*) ගෝලීයව පැතිර යාමට මුල් වූ සංක්‍රමණ ආකාරය පිළිබඳ සාර්ථක සොයා ගැනීමක් සිදුකළ හැකිව ඇත.

මයික්‍රෝබියෝම අපට වැදගත් ඇයි?

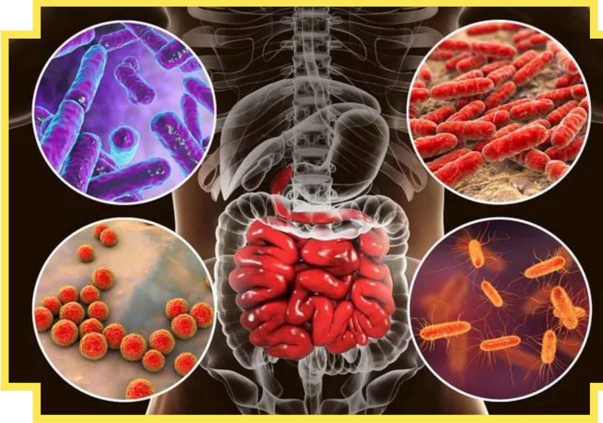
අපගේ අහාර මාර්ගය, විශේෂයෙන් අන්ත්‍ර තුළ වෙසෙන ක්ෂුද්‍ර, ජීවීන් ආහාර ජීර්ණයට උපකාරී වීම සහ හානිකර බැක්ටීරියා හා වයිරස සිරුර තුළ පදිංචි වී වාසස්ථාන ඇති කිරීම වළක්වයි. එමෙන්ම පෘථිවිය මත සිදුවන ප්‍රාථමික ආහාර නිශ්පාදනයෙන් 50% ක් සිදුකිරීමට සාගරයන් හී වෙසෙන ක්ෂුද්‍ර ජීවීහු වග බලාගනිති. පාංශු ක්ෂුද්‍ර ජීවීහු සියළුම පරිසර පද්ධතීන් හී නිසි ක්‍රියාකාරීත්ය හරියාකාරයෙන් සිදුවීම සඳහා වැදගත් කාර්යභාරයක් ඉටුකරති. සැමදා වර්ධනයවන ගෝලීය ජනගහනයට ආහාර සැපයීම අභියෝගයක්වන අතරම ආහාර වගා කිරීමට හැකි ඉඩම් ප්‍රමාණය අඩුවීම, දේශගුණික වෙනස්කම් සහ මානව සම්පත් කෙරෙහි බලපාන ව්‍යාප්ත රෝග වසංගත යනාදිය හේතු කොට මෙම අභියෝගය අඛණ්ඩව පවතින්නක් බවට පත්ව ඇත. ශාක වර්ධනය වේගවත් කිරීමට, පෝෂක භාවිතය කාර්යක්ෂම කිරීමට, ශාක බෝගයන් තුළ රෝගයන්ට එරෙහි ප්‍රතිරෝධය නංවාලීම ආදිය සඳහා සඵලදායී ශාක මයික්‍රෝබියෝම සතු හැකියා භාවිතය නොසලකා හැර ඇති බැවින් ඒ සඳහා වැඩි අවකාශයක් යොමු කිරීම



අවශ්‍යව පවතියි. වර්තමාන ලෝකයට මයික්‍රෝබියෝම මිනිස් ජීවිතයන් හී නිර්මාණය කර ඇති බලපෑම දෙස බලන විට, ලෝකයෙහි පවතින මයික්‍රෝබියෝම සතු සුවිශාල විභවය ගවේෂණය කර ප්‍රයෝජනය ගැනීමට යොමු වීම සඳහා නිසිකළ එළඹ ඇති බව පෙනේ.

අප කෙරෙහිම අවධානය යොමුකළ හොත් පුද්ගලයෙකුගේ සෞඛ්‍යය කෙරෙහි වැදගත් කාර්යභාරයන් සිදුකිරීමට මයික්‍රෝබියෝම සමත්ය. වෙනත් ලෙසකින් කිවහොත් පුද්ගලයෙකු තුළ පවත්නා එම පුද්ගලයාගේ සමස්ත සෞඛ්‍යය නිගමනය කිරීමක් මයික්‍රෝබියෝම සිදුකරයි. පුද්ගලයෙකු, සතෙකු හෝ ශාකයක පවත්නා මයික්‍රෝබියෝම වාස භූමි ඇතිවනුයේ බාහිර පරිසරයෙන් පැමිණෙන ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගෙනි. අප වෙසෙන පරිසරයේ සිටින ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්, අප තුළ හා අප මත වෙසෙන ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් කවරෙකුද යන්න බොහෝ විට නිගමනය කරනු ලබයි. අප ගන්නා ආහාර පමණක් නොව සමීපව ආශ්‍රය කරන පුද්ගලයින් පවා අප වෙත ඇති මයික්‍රෝබියෝම නිගමනය කිරීමට හේතුවෙයි. අන්ත්‍රගත මයික්‍රෝබියෝම නිගමනයේදී එය විශේෂයෙන් සත්‍යයකි. අන්ත්‍ර (ආහාර මාර්ගය) තුළ ඇති මයික්‍රෝබියෝම සංයුතිය කෙරෙහි බලපෑමට අපගේ චිත්තවේගයන් ද සමත්ය. ආතතියෙන් පෙළෙනවිට කළබලයට පත්වූ විට අන්ත්‍ර මයික්‍රෝබියෝම අප රෝගී තත්වයන්ට යොමු කිරීමට සමත්ය.

මානව සහ සත්ව සෞඛ්‍යය කෙරෙහි සිදුකරන බලපෑමට අමතරව, ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් ආහාර සැපයීම සම්බන්ධයෙන් සිදුකරන කාර්යභාර්ය නොසලකා සිටිය නොහැකිය. සීමිත භූමි ප්‍රමාණයක් වගාව සඳහා සුදුසු තත්වයක පවතිද්දී ඉහළ යමින් පවතින ජනගහනයට අවශ්‍ය ආහාර මෙම පෘථිවියෙහි වෙසෙන සතුන්ද ඇතුළුව සැම කෙනෙකුටම ප්‍රමාණවත්ව සැපයීමේ අභියෝගයට අප මුහුණ දී සිටින්නෙමු. මෙම පසුබිම යටතේ, ගවයන් වැනි ශාක භක්ෂක සතුන්ගේ



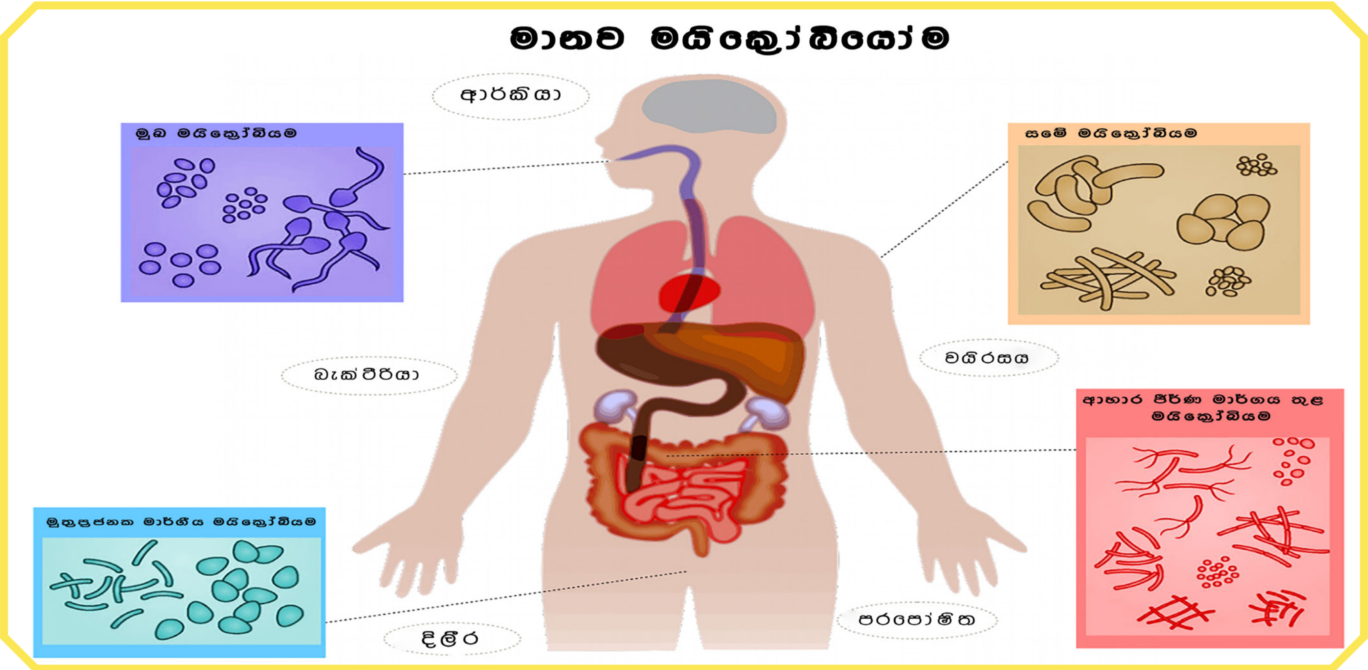
ආහාර අවශ්‍යතා වැඩිවශයෙන් සපයනු ලබන්නේ ශාක පාදක ආහාර මගිනි. මෙම තත්වයේදී දළ ආහාර / දළ ආහාර තුළ පවතින සෙලියුලෝස් ජීර්ණයට පහසුකම් සැපයීමට අන්ත්‍රගත ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් ඉටුකරන කාර්යභාරය අසමසමය. එයට හේතුව දළ ආහාර /දළ ආහාරවල අඩංගු සෙලියුලෝස් ජීර්ණයට අවශ්‍ය සෙලියුලේස් එන්සයිමය ශාක භක්ෂක ධාරකයන් විසින් නිපදවනු නොලබන අතර ඒවා සැපයීම සිදුකරනුයේ මෙම ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් විසින් වීමය.

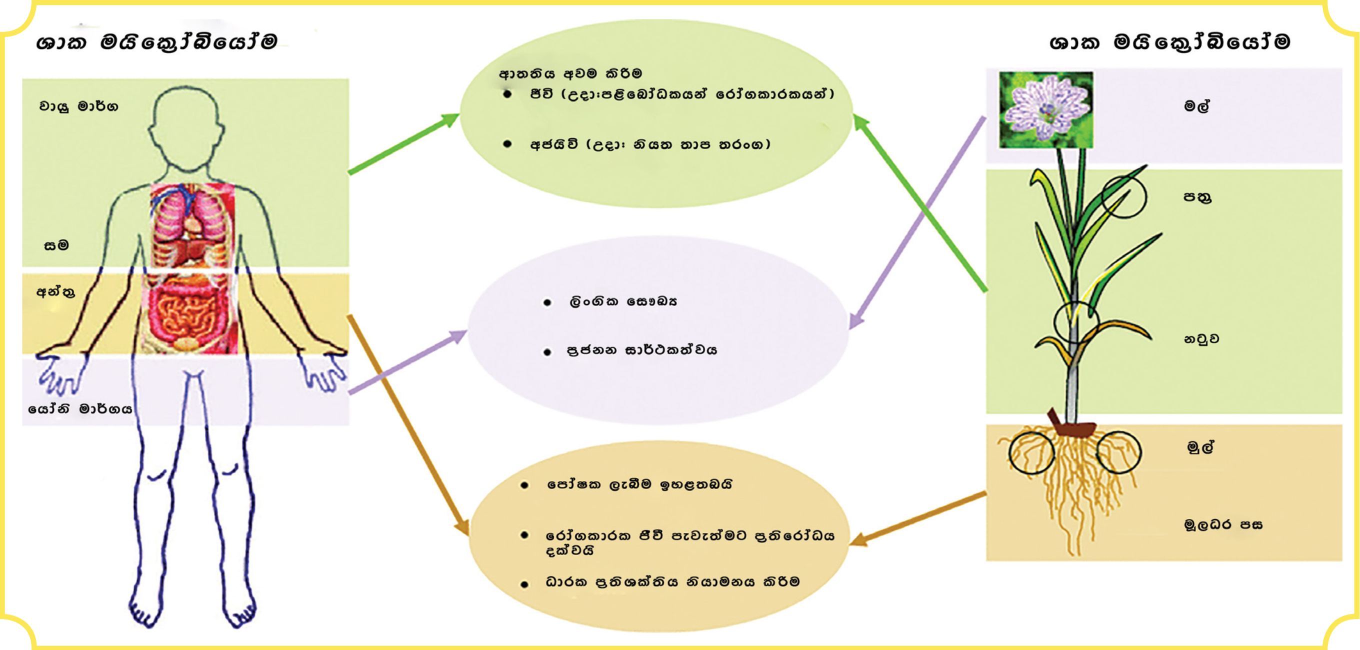
මයික්‍රෝබියෝම නිගමනය කරන සාධක

මයික්‍රෝබියෝම පිළිබඳව සිදුකරන සමහර පර්යේෂණ තුළින් මයික්‍රෝබියෝමයන්හී සංයුතිය පිළිබඳව යම් නිගමනයන් ගැනීමට තරම්වූ දැනුමක් හෙළිපෙහෙළි කර ඇත. හොඳින්ම දැන සිටින කරුණක් වන්නේ, මයික්‍රෝබියෝමය වෙසෙන ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් ගේ ආරම්භය එම ධාරකයා ජීවත් වන පරිසරයෙන්ම සිදුවන බවය. එසේ වුවද ධාරක මයික්‍රෝබියෝමක කොටස්කරුවකුවීමේ සුදුසුකම අදාළ පරිසරයේ වෙසෙන සියලු ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ට නොලැබෙයි. යම් විශේෂිත මයික්‍රෝබියෝමයක විශේෂිත සාමාජිකයෙකු වීමේ වරප්‍රසාදය සමහර ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ට හිමිකරනුයේ ඒවා සතු යම් සුවිශේෂිත ලක්ෂණ හේතුකරගෙනය. උදාහරණයක් ලෙස දැක්වුහොත් අපගේ ආමාශය තුළ පවත්නා ආම්ලික පීඑච් (pH) තත්වයට ඔරොත්තු දීමේ හැකියාව තිබෙන නිසා ඒවාට අපගේ ආමාශය තුළ වෙසෙන වැදගත් සාමාජිකයෙකු බවට පත්වීමේ අවස්ථාව සලසා දී ඇත.

ධාරකයන් සහ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් අතර සිදුවන සමහර අන්තර් ක්‍රියා තරගකාරී, පරපෝෂිත හෝ විලෝපිය විය හැකි අතර තවත් සමහරක් ධාරකයා සහ ක්ෂුද්‍රජීවියා යන දෙදෙනාටම ඵල ප්‍රයෝජන සපයන අන්‍යොන්‍යය ඵලදායී තත්වයක් ඇතිකිරීමට සමත්ය. ඉතා කුඩා වයිරසයක් මගින් ඇතිකළ මාරාන්තික ව්‍යාප්ත වසංගතයක් නිසා හානිකර අන්තර්ක්‍රියාකාරකම් මතුකරන ඵලවිපාක ගැන අපට කදිම වැටහීමක් ලබා දී ඇත. අනෙක් අතට කිරි නිෂ්පාදන කර්මාන්තයේදී බොහෝ උදව් උපකාර සපයන ලැක්ටෝබැසිලස් සහ ලැක්ටොකොකුස ගැනද අප දැනුවත්ය. ඒ අතරට රනිල පැළෑටිවල මූල ගැටිති වල වෙසෙන රයිසෝබියම් සහ මිසෝරයිසෝබියම්වැනි හිතකර බැක්ටීරියා පස සාරවත් තිබීමට නයිට්‍රජන් සැපයීම සහ ශාකවලට නයිට්‍රජන් ලබාගැනීමට සැලැස්වීම හරහා ඉටුකරන වැදගත් මෙහෙවර පිළිබඳවද අප දැනුවත්ය.

තවත් සිත් ඇදගන්නා සුළු කරුණක් වන්නේ මයික්‍රොබියෝමයක සංයුතිය හැඩගැස්වීමට සමත්වන ආකාරයේ අන්තර්ක්‍රියාකාරකම් මයික්‍රොබියෝමයක් ඇතුළෙහි පවතින ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් අතර සිදුවීමය. අපගේ සිරුර තුළ/මත ජීවත්වන සහජීවී බැක්ටීරියාවකට, ව්‍යාධිජනක බැක්ටීරියාවක ව්‍යාධිජනකතාවය අඩුකිරීමට, එම බැක්ටීරියාව අහිතකර පරිසරයක් බිහිකිරීම තුළින් සිදුකළ හැකිය. බොහෝ අවස්ථාවලදී මෙම ක්ෂුද්‍ර ජීවී ප්‍රජාවන්, පළමු ධාරකයගේ සමීප සම්බන්ධතා සහිත අනෙකුත් ධාරකයන් තුළ පවත්නා ක්ෂුද්‍ර ජීවී ප්‍රජාවන් සමග අන්තර් සම්බන්ධතා පැවැත්වීමට සමත්ය. මෙයට ඇති කදිම උදාහරණය නම්, ඥාතීන් නොවන පුද්ගලයන් සමග ඇතිවනවාට වඩා වැඩි ක්ෂුද්‍ර ජීවී ප්‍රමාණයක් එකම පවුලේ සාමාජිකයන් අතර පැවතීමය. මෙ ආකාරයේ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් පවුලේ පරිසරය අදාළ විශේෂයේ සීමාවන් පවා ඉක්මවා යා හැකිය. ඒ හේතුව නිසා ඔබගේ මයික්‍රෝබියෝමයේ ඇති යම් ක්ෂුද්‍ර





ජීවීන් නිවසේ ඇති කරන සුරතල් බල්ලා සමඟ හවුල් පරිහරණයක් ඇති කිරීමටද පුළුවන. මෙවැනි අන්තර්ක්‍රියා හේතුකොට අහිතකර ප්‍රතිඵල ඇතිවීමටද ඉඩ තිබේ.

අපගේ සිරුරෙහි පවත්නා මයික්‍රෝබියෝම දෙස බැලුවහොත්, අහාර ජීර්ණය, පෝෂණය, සිරුර ආක්‍රමණය කරන ව්‍යාධිජනකමය ජීවීන්ට ප්‍රතිරෝධය දැක්වීමට පමණක් නොව මෙවැනි ව්‍යාධිජනක ආක්‍රමණයකදී ප්‍රතිශක්ති පද්ධතිය අවදිකිරීම ආදී කාර්යයන් රාශියක් හා සම්බන්ධව අප යැපෙනුයේ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් කෙරෙහිය. වෛද්‍ය පර්යේෂණයන් හී සංවර්ධනයත්, බොහෝ සොයා දැනගෙන ඇති ඉමහත් දැනුම් සම්භාරයත් අනුව මානව මයික්‍රෝබියෝම, රෝග තත්වයන් සමඟම එම මයික්‍රෝබියෝම සංයුතිය වෙනස් වන බව හෙළිව ඇත. අනෙක් අතට ආතතිය වැනි සාධක අපගේ මයික්‍රෝබියෝම සංයුතිය කෙරෙහි ඇති කරන බලපෑම අපව රෝග තත්වයන් වෙත යොමු කරන පූර්ව ප්‍රභවයක් ඇති කරයි.

සත්වයන්ගේ සමාජමය හැසිරීම් ඔවුන්ගේ මයික්‍රෝබියෝම සංයුතිය කෙරෙහි බලපෑමට සමත්ය. සතුන් විශේෂයෙන් ක්ෂීරපායීන් තුළ දැකිය හැකි මාතෘ චර්යාවන් ඔවුන්ගේ නවජන්මයන්ගේ මයික්‍රෝබියෝම සංයුතිය කෙරෙහි විශාල ලෙස බලපෑම් කිරීමට සමත් බව පෙනීගොස් ඇත. පර්යේක්ෂණ මගින් පෙන්වාදී ඇත්තේ ස්වාභාවික ලෙස උපත දෙන නව ජන්මයන්, තම මවුවරුන්ගේ යෝනි මාර්ගයේදී හිමිකර ගන්නා ක්ෂුද්‍ර ජීවීහු, බාහිර පරිසරයේ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගෙන් එල්ලවෙන ගැහැට හා තර්ජනයන්ට මුහුණ දීමට සමත් තත්වයක සිටින බවය. මෙම තත්වය හේතුකොට සිසේරියන් සැත්කම් මගින් නව ජන්මයන් බිහිකිරීමට ක්‍රියාකරන ප්‍රසව හා ශල්‍ය වෛද්‍යවරු ඔවුන්හට මාතෘ යෝනි මාත්තු ගැල්වීමට ක්‍රියා කරති. එ ආකාරයෙන්ම බළල් පවුලේ සාමාජිකයන් තම පැටවුන් ලෙවකමින් කෙළ ගැල්වීම තුළින් ආරක්ෂිත බේටමය ක්ෂුද්‍ර ජීවී පටලයක් ඇති කිරීමට ක්‍රියා කරති.

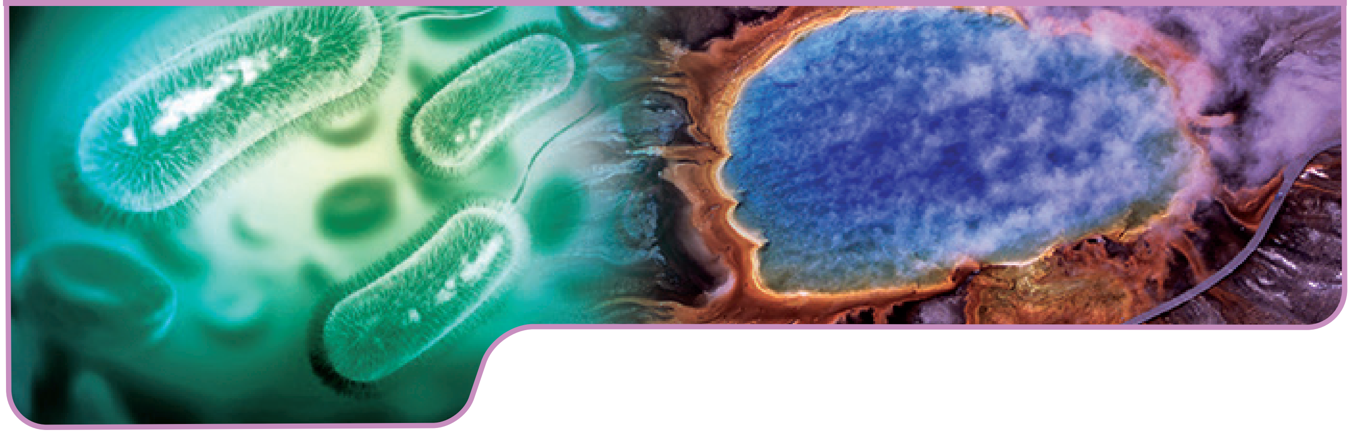
මයික්‍රෝබියෝම සතු විවිධත්වය ආරක්ෂා කිරීම

මිනිස් ක්‍රියාකාරකම්වල හේතුවෙන් ජෛව විවිධත්වය ඉතා ශීඝ්‍රයෙන් පහළ යමින් පවතින ලෝකයක, ක්ෂුද්‍ර ජීවී විවිධත්වය කෙරෙහිද එවැනිම බලපෑමක් ඇති වීම වැළැක්විය නොහැකිය. අප අධ්‍යනය කිරීමට පෙරාතුවම සමහර ජෛව ගෝල තුළ පවත්නා ක්ෂුද්‍ර ජීවී විවිධත්වය ඇතිවීමක් ගැන සිතීම පවා බිය උපද්දයි. පර්යේෂණ අධ්‍යන තුළින් පෙන්වා ඇත්තේ ගෝලීය සහ දේශගුණ වෙනස්කම්වලට ක්ෂුද්‍ර ජීවී ප්‍රජාවන් ඉතා සංවේදී බවය. අපගේම පර්යේෂණ තුළින් මුහුදු ජලයේ ඉහළ යන උෂ්ණත්වය හමුවේ සාගර ජීවීන්ගේ මයික්‍රෝබියෝම සංයුතින් වෙනස්වන බව පෙනී ගොස් ඇත්තේය. අතිශයින්ම තර්ජනයට ලක්ව ඇති ධාරකයන් හා සහජීවනයෙන් වෙසෙන ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් නැතිවීයාමේ තර්ජනයෙන් පෙළෙන බව විද්‍යාඥයන් පෙන්වා දී ඇත්තේ අවවාදාත්මකවය. අවදානමට ලක්ව ඇති පරිසරයන්හී වෙසෙන ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ සහ සතුන්ගේ DNA සුරක්ෂිත කරන ලෙසට යෝජනාවක් ඉදිරිපත්ව ඇත්තේ එබැවිනි.

ආචාර්ය එරන්දි පතිරණ
ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්ය
ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්ව විද්‍යාලය.

ආන්තික පරිසර තත්වයන් යටතේ ක්ෂුද්‍රජීවී පැවැත්ම

මහචාර්ය එස්. චන්ද්‍රානි විජයරත්න



වසර බිලියන 35ක තරම් වූ කාලයක් ජෛව ගෝලයෙහි ආධිපත්‍ය දැරූ ක්ෂුද්‍රජීවීහු පෘථිවියේ සෑම අස්සක් මුල්ලක්ම සිය වාසභූමි කරගනිමින් පැතිරිනි. රසායනාගාර තුළ රෝපණය කර හඳුනාගැනීමට හැකිව ඇත්තේ සියළු ක්ෂුද්‍රජීවීන් අතරින් 1% ක් පමණක් බැවින් මොවුන් පිළිබඳව අප තුළ අදටත් ඇත්තේ ඉතා සුළු දැනුමක් පමණකි. එහෙයින් මෙම රෝපණය කළ නොහැකි වූ ක්ෂුද්‍රජීවීන් පිළිබඳ ලද හැක්කේද සුළු තොරතුරු ප්‍රමාණයක් පමණය. හඳුනාගත හැකි ක්ෂුද්‍රජීවීන් අතරින් වැඩි සංඛ්‍යාවක් පිළිබඳ තොරතුරු වාර්තාකර ඇත්තේ ඒවා මධ්‍යස්ථ පරිසර තත්වයන් යටතේ රසායනාගාර තුළ රෝපණය කිරීම මගිනි. මෙම පරිසර තත්වයන්හි සාධක වන්නේ උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක 37 ලවණතාවය 3%. සාමාන්‍ය වායුගෝලීය පීඩනය. ඔක්සිජන් පැවතීම යනාදියයි. කෙසේවුවත් 'මෙටාගෙනොමික' වැනි නව මෙවලම් සංවර්ධනයත් හේතුකොට මෙයට පෙර ගවේෂණය නොකළ පරිසරයන්හී හමුවන ක්ෂුද්‍රජීවීන් සාම්ප්‍රදායක ලෙස රෝපණය නොකර ඒවායේ ඩී.ඇන්.ඒ සහ ආර්.එන්.ඒ විශ්ලේෂණය කිරීමේ හැකියාව මේ වනවිට ලැබී ඇත. මෙසේ ගවේෂණයට ලක් නොවූ පරිසර තත්වයන් ආන්තික හෝ කර්කෂක වේ. එවැනි තත්වයන් පිළිබඳව උදාහරණ ලෙස යමහල් ද්‍රවතාප සිදුරු, මළ මුහුද හෝ විශාල ලවණ ජලාශ වැනි අති ලවණමය පරිසර හා ඉතා පහළ මුහුද හෝ විශාල ලවණ ජලාශ වැනි අති ලවණමය පරිසර හා ඉතා පහළ උෂ්ණත්වයන්ට සහ අධි පීඩනයට ලක්ව පවතින ධ්‍රැවීය ග්ලැසියර පරිසර සහ සාගර පත්ල ජෛව පටල පෘෂ්ඨ සහ නිර්වායු පරිසරය යනාදිය දැක්විය හැකියි.

ආන්තික පරිසරයන්හිදී හමුවන ක්ෂුද්‍රජීවීන් සමූහ වශයෙන් ගත්කළ එක්ස්ට්‍රිමොර්පයිල්ස් (extremophiles) හෙවත් අන්තලෝලීන් (අන්ත තත්වයන්ට හිතකාමීන්) ලෙස හැඳින්වෙයි. ඒවා කර්කෂ පරිසර තත්වයන්ට ඔරොත්තුදීමට සමත්වනවා පමණක් නොව ඒවායෙහිදී ශක්තිමත්ව වැඩීමටත් සමත්යවේ. මෙම අන්තලෝලී ක්ෂුද්‍රජීවීහු ඔවුන් එකිනෙක ජීවත්වන පරිසරයට අනුව වර්ගීකරණය කෙරේ. තාපලෝලීන් තර්මෝපයිල්ස් (thermophiles) සහ අති තාපලෝලීන් හයිපර්තර්මෝපයිල්ස් (hyperthermophiles) එනම් පිළිවෙළින් ඉහළ හා ඉතා ඉහළ උෂ්ණත්වයන්ට හිතකාමීන්, ශීතකාමීන් හෙවත් සයික්‍රොපයිල්ස් (අඩු උෂ්ණත්වයට ප්‍රියවූ) අම්ල ලෝලීන් සහ ක්ෂාර ලෝලීන් ඇසිඩොපයිල්ස් (psychrophiles) සහ ඇල්කලිපයිල්ස් ලෙස හැඳින්වෙන ආම්ලික මාධ්‍යයන්හී සහ ක්ෂාරමය (පීඑච් අගය වැඩි තත්වයන්හී වැඩෙන) අධිපීඩන ලෝලීන් හෙවත් barophiles හෝ piezophiles වැනි අධිපීඩන පවතින ස්ථානයන්හිදී හොඳින් වැඩීමට සහ ලවණ ලෝලීන් හෙවත් අධික සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් ලවණ සාන්ද්‍රනයක් සිය වැඩීම සඳහා අවශ්‍ය හැලෝපයිල්ස් ආදී වශයෙන් වර්ගීකරණයට ලක්කර ඇති බහුඅන්ත තත්වයන් යටතේ වර්ධනය වීමට සමත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් බහුඅන්ත ලෝලීන් ලෙස හැඳින්වෙයි. මෙහි දැක්වෙන 1 වන වගුව මගින් විවිධ අන්තලෝලීන් කණ්ඩායම් ඔවුන් වාසය කරන පරිසරයන්හී පවතින පසුබිම් තත්වයන් හා වෙසෙන ප්‍රදේශ දක්වා ඇත.

රූපය 01: නටන ද්‍රවතාප පද්ධතිය

අන්තලෝලීන්ගේ විවිධත්වය

අන්තලෝලීන් (Extremophiles) තුළ ජීවී වසම් තුනටම අයත් සාමාජිකයන් සිටිති. එනම් බැක්ටීරියා, අර්කියා සහ ඉයුකැරියෝටාවන්ය. අන්තලෝලීන් අතරින් වැඩි ප්‍රමාණයක් ක්ෂුද්‍රජීවීහුය. ඒ අතරින් බෙහොමයක් අයත් වන්නේ අර්කියා කණ්ඩායමටයි ඔවුන්ගේ අණුක ගතිලක්ෂණ අනෙක් ජීවී

1 වන වගුව - විවිධ වර්ගවලට අයත් අන්ත ලෝලීන් (Extremophiles) සහ ඔවුන් වෙසෙන පරිසර තත්වයන්

වර්ගය	පරිසර තත්වය	ආශ්‍රිත ප්‍රදේශය
තාපලෝලී Thermophiles	80°C – 113 °C	උණුදිය උල්පත්, ගැඹුරු මුහුදේ ද්‍රවතාප කුටීර
ශීතලෝලී Psychrophiles	< 0 °C	ඇන්ටාර්ටික් ප්‍රදේශය ග්ලැසියර්
ලවණලෝලී Halophiles	30 % NaCl	ලුණුලේවා, ලවණ විල්, ලුණු එක්කල ආහාර
අම්ලලෝලී Acidophiles	පී.එච්.අගය 0.5	ද්‍රවතාප පොකුණු සහ අම්ල පතල් ගලායාම්
ක්ෂාරලෝලී Alkaliphiles	පී.එච්.අගය 12.5	ක්ෂාර විල් Soda lakes
විකිරණලෝලී Radiophiles	ඉහළ විකිරණ සහිත	නියුක්ලියර් (න්‍යෂ්ටික) ප්‍රතික්‍රියාකාරක Nuclear reactors
අධිපීඩනලෝලී Barophiles	අධිපීඩන	මැරියානා ආගාධය

වර්ග දෙකටම වඩා වෙනස්ය. එම අන්තලෝලීන් අතරට ඇල්ගී, එනම් දිලීර (ෆන්ගස්), ප්‍රොටොසොවා සහ බහුසෛලීය ජීවීන් සුළු කණ්ඩායමක්ද අන්තර්ගතය.

විවිධ අන්තලෝලී වර්ග

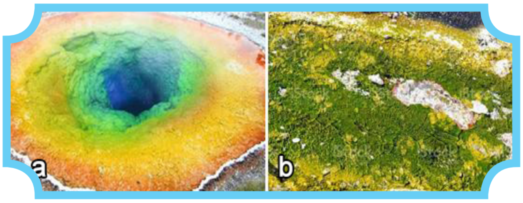
තාපලෝලීන් (Thermophiles)

තාපලෝලීන් නැතිනම් තර්මෝෆයිල්ස් ක්ෂුද්‍ර ජීවීහු ද්‍රවතාප, යමහල් කුහර සහ භෞමික උණුදිය උල්පත් ආදී අධික උෂ්ණත්වයකින් යුත් පරිසර තුළ හොඳින් වර්ධනය වීමට සමත්ය. (1වන රූප සටහන) ඒවායෙහි ප්‍රශස්ත වර්ධනය සිදුවන්නේ සෙල්සියස් අංශක 55-65 පරාසයය වන අතර පැවැත්ම සිදුවීම සඳහා අවශ්‍ය අවම උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක 20 වේ. විවිධ ඉහළ උෂ්ණත්ව පරිසර තුළින් වාර්තා වී ඇති තාපලෝලීන්ට උදාහරණ කිහිපයක් වශයෙන් *Thermus aqticus, Sulfolobus solfataricus, Sulfolobus acidocaldarius* දැක්විය හැකිය (2 වන රූප සටහන) අති තාපලෝලී ක්ෂුද්‍ර ජීවීහු සෙල්සියස් අංශක 80ට වඩා වැඩි උෂ්ණත්ව තත්ව යටතේ වර්ධනය වන අතර විවිධ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් සඳහා වෙනත් උපරිමයන් වාර්තා වී ඇත. උදාහරණ වශයෙන් *Methanopurus kandleri* හී 116 වන මාදිළිය සෙල්සියස් අංශක 122 දී (ෆැරන්නයිට් අංශක 252) දී වර්ධනය වන අතර *Pyrolobus fumarii* සෙල්සියස් අංශක 113 (ෆැරන්නයිට් අංශක 235) සීමාවේදීත් ජීවිතය පවත්වා ගැනීමට සමත්යි *Pyrococcus abyssii, Pyrodictus occultum* යනු සමුද්‍රීය අතිතාපලෝලීන්ය අතිතාපලෝලීන් අතරින් බොහෝමයක් සිය ශක්ති මූලාශ්‍රය ලෙස හයිඩ්‍රජන් (H_2) උපයෝගී කරගැනීමට සමත් අර්කෙයා ගණයේ සාමාජිකයන්ය. තාප ආම්ලික ලෝලීන් හමුවන්නේ ඉතා ඉහළ උෂ්ණත්ව පවතින සහ අන්ත ආම්ලික පරිසර තත්වයන් පවතින ප්‍රදේශවලය.

රූපය 02: තාප ලෝලී බැක්ටීරියා
අ) තර්බිස් ඇක්යුවාඇටිකුස්
(Thermus aquaticus)
ආ) තියෝබැසිලස් ෆෙරෝඔක්සිඩන්ට්ස්
(Thiobacillus ferrooxidans)

අපජ පෘථිවියෙහි පුරෝගාමී පදිංචි කරුවන් වන සයනොබැක්ටීරියා. උණුදිය උල්පත් උදාඃ යෙලෝස්ටෝර්න් උද්‍යානය - 3 වන රූප සටහන වැනි ඉහළ උෂ්ණත්ව පරිසරයන් හී දී ද, විශාල වශයෙන් හමුව තිබේ. අන්ත උෂ්ණත්ව පි. එච්. අගයන් දැඩි ලවණතාවයන්, දැඩි වියළි තත්වයන් යටතේ පවා සිය ජෛවීය ක්‍රියාවන් පවත්වාගැනීමට ඒවා සමත්ය. සයනොබැක්ටීරියා බොහෝවිට වෙනත් බැක්ටීරියා සමඟ සම්බන්ධ වී සාදන ක්ෂුද්‍ර ජීවී කලාල අතිශයින්ම සංවිධානාත්මක ප්‍රජාවන්ය. ඒවා උණුදිය උල්පත්, ග්‍රීෂ්ම ඍතුවේදී ස්තරීභූත වූ විල් සහ සර්මකලාපීය සාගරයන් හී දී දැකිය හැකියි *Calothrix, Phormidium, Synechococcus* සහ *Chloroflexus* යනාදිය තාපලෝලී සයනොබැක්ටීරියාවන්ට උදාහරණය.

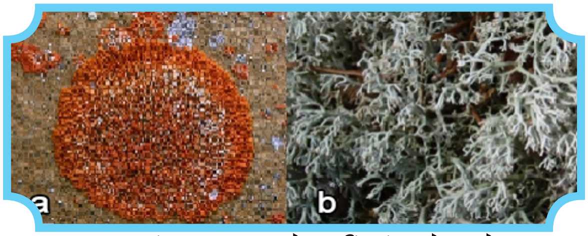
ඉයුකැරියෝටන් ජීවීන් අතර අනුවර්තනයට ඉහළම හැකියාව සහිත මෙන්ම පෘථිවිය මත ඉතාම සාර්ථක වූ කණ්ඩායම ලෙස දිලීර හෙවත් ෆන්ගයි (තනිව හෝ සහජීවීව) ලෙස සැලකෙයි.



රූපය 03: වන රූප සටහන -
(අ) සයිනො බැක්ටීරියා
(ආ) යෙලෝස්ටෝර්න් ජාතික උද්‍යානය තුළ උණුදිය උල්පත් හී දැකිය හැකි බැක්ටීරියානු කලාල

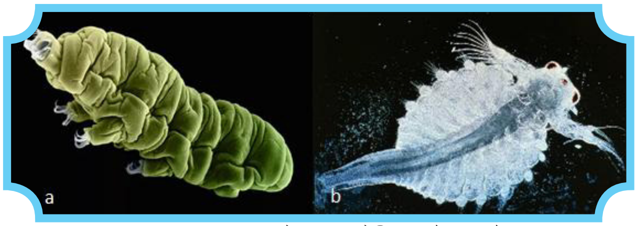
මේ ජීවීන් අතරින් බොහොමයක් සෙලියුලෝටික හා මෘතෝපජීවීවන අතර ඒවායින් වැඩිහරියක් සෞම්‍ය සහ නිවර්තන කලාපීය ප්‍රදේශවල බහුලය. *Thermoascus auranticus, Rhizomucor michi, Humicola insoleus, Chaetomium thermophile* යන දිලීර සෙල්සියස් අංශක 60-70 ඉක්මවන සහ වියෝජනය වන කාබනික ද්‍රව්‍ය මත දැකිය හැකි දිලීර සඳහා උදාහරණ කිහිපයකි. අතිතාප ලෝලීත්වයට අමතරව මෙම දිලීර ආම්ලිකතාව සහ පතල් පවතින ප්‍රදේශයන් හී ලෝහ මිශ්‍රිත ජලය, ක්ෂාරීය තත්වයන්, උණුසුම් හා ශීත කාන්තාර, ගැඹුරු සාගර සහ මල මුහුද වැනි අති ලවණ තාවයෙන් යුත් ප්‍රදේශ ආදී අනෙකුත් අන්ත පරිසර තත්වයන්ට හොඳින් අනුවර්තනය වීමට සමත්ය.

පෘථිවියෙහි වාසයට ඉතා නුසුදුසු පරිසර තත්වයන් යටතේ දී පවා ජීවිතය පවත්වාගෙන යාමට ලයිකන සමත්ව තිබේ. එයට හේතුවන්නේ වර්ධන වේගය අඩුවීම, පෝෂක සඳහා වන ඉල්ලුම අඩුවීම, ඒවායේ රූපකාර සහ කායික අනුවර්තන හැකියාව ආදී ඔවුන් සතුව ආතතියන්ට ඔරොත්තුදීමේ ගති ලක්ෂණ පැවතීමයි. 'රෙයින්ඩියර් මොස්' නම් පාසි විශේෂය, *Cladonia rangiferina,* ලෝකයේ ජීවත් වීමට අසීරුම ජෛව ස්කන්ධයක් පවතින උත්තරධ්‍රැව තුන්ද්‍රා ප්‍රදේශයන්හී බහුලව ජීවත් වෙති. අන්ත උෂ්ණත්ව උච්චාවචනයන්, ඉහළ පාරජම්බුල කිරණ මට්ටම්, අධිවේග සුළං හැමීම්, විවිධ හිම තට්ටු, උස් කඳුවල ලයිකන ආදී වෙනස් වූ පරිසර තත්වයන් යටතේ ඒවා හොඳින් වැඩේ. ඒ අන්ත පරිසර තත්වයන්ට අනුවර්තනය වීමට ඇති හැකියාව *Xanthoria elegans* සහ *Lecanora polytropa* යන දෙවර්ගයම හිමාලය කඳුවැටියේ ඉතා උස් ප්‍රදේශවලින් වාර්තා වී තිබේ. (4 වන රූප සටහන) ලයිකනවලට ශුෂ්ක කාන්තාර කලාපයන් හී පවා සිය ජීවය පවත්වා ගෙන යාමට හැකිය. වාතයේ ඇති තෙතමනය උරාගැනීමට ඇති හැකියාව මෙයට හේතුවයි උදා: රමලිනා මැක්නිෆොර්මිස් *Ramalina maciformis* සාගර පත්ලේ ද්‍රව තාප කුහර සමීපයේ වෙසෙන පොම්පෙයි නම් පණුවන්



රූපය 04: අන්ත පරිසර තත්වයන් යටතේ ජීවත් වන ලයිකන
(අ) *Xanthoria elegans*
(ආ) *Cladonia rangiferina*

නවීන විද්‍යාවට අනුව ලෝකයේ ඉහළම තාපයට ඔරොත්තු දීමට සමත් සත්වයා බව පැවසෙයි. එයට සෙල්සියස් අංශක 113 ක් දක්වා වන උෂ්ණත්වයකයට ඔරොත්තු දීමට හැකිය. ටාර්ඩිග්‍රේඩ්ස් හෙවත් දිය වලසුන් හටද වර්ග කිහිපයක අන්ත තත්වයන්ට මුහුණ දෙමින් ජීවත් විය හැකියි උණු දිය උල්පත්වල මෙන්ම කාන්තාර (ඇන්ටාර්ටික්) හිමෙහිද ඔවුහු ජීවත් වෙති. ප්‍රාථමික ආත්‍රපෝඩා ගණයේ අයෙකු වන *Artemia salina* හට ලවණ විල් හී අධික ලවණ සාන්ද්‍රතාවයට ඔරොත්තු දෙමින් ජීවත් වීමට හැකියි.
තාප ලෝලීන් හා සන්සන්දනය කරන



රූපය 05: අන්ත ලෝලී සත්වයන්
(අ) *Tardigrades* හෙවත් දිය වලසුන්
(ආ) ආර්ටිමියා සේලිනා (මුහුදු වඳුරා)

විට ශීත ලෝලීන් (*Psychrophile*) හෝ ක්‍රයෝපයිල්ස් (*Cryophiles*) හට සෙල්සියස් සෘණ අංශක 20 ක තරම් පහළ උෂ්ණත්වයක ජීවත් වීමට සහ වර්ගයා බෝ කිරීමට හැකියාව ඇති ඔවුන්ගේ වර්ධනය සිදුවීම සඳහා අවශ්‍ය උපරිම උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක 20 ක් වන අතර අවම උෂ්ණත්වය සෙල්සියස් අංශක 0 හෝ ඊට පහළයි. *Arthrobacter sp. Psychrobacter sp, Hyphomonas, Sphingomonas* ශීතලෝලීන් සඳහා දැක්විය හැකි උදාහරණ කිහිපයකි. ශීත ලෝලියෙකුවන *Methanogenium frigidum* යම් දුරකට මදවශයෙන් ලවණ ලෝලියෙකු ද වෙයි. හයිඩ්‍රජන් භාවිත කරන *Methanogen* කාන්තාර (ඇන්ටාර්ටික් හී) නිරන්තරයෙන්ම සීත විල්වල දැකිය හැකියි. ග්‍රීන්ලන්තයේ හිමෙන් වැසුණු ප්‍රදේශවල දී *Calothrix parietina* නම් සයනෝබැක්ටීරියාවෙහි ශීඝ්‍ර වර්ධනය සිදුවීම දැකිය හැකියි. මෙම බැක්ටීරියාවන්ට අතිලවණතාවයෙන් සහ ක්ෂාරමය විල් වල, ජීවත් වීමට, අධි ලෝහ සාන්ද්‍රනයන්ට මුහුණ දීමට සහ අධික ශුෂ්ක (ජලය ඉතා අඩුවෙන් පවතින පරිසර) තත්වයන්ට ඔරොත්තුදීමට පුළුවන.

අම්ලලෝලීන්

ස්වාභාවිකව ආම්ලික පරිසර ඇතිවන්නේ අකාබනික සල්ෆර් පෘෂ්ඨය මතට පැමිණීමෙන් පසු සල්ෆියුරික් අම්ලය බවට ඔක්සිකරණය වීමෙන් පසුවයි (6 වන රූප සටහනී) අම්ලලෝලීන් යනු පී.එච් අගය 3 ක් හෝ ඊට පහළ පී.එච් අගයකදී සිය ප්‍රශස්ත වර්ධනය සිදුකර ගැනීමට සමත් ජීවීන්ය. ඔවුන්ගේ ප්‍රශස්තම පී.එච් අගය 0 - 5.5 අතර පරාසයයි. වර්තමානයේ දී දන්නා වැඩිම අම්ල ලෝලී ජීවීන් අයත්

වන්නේ *Picrophilus* ගණයටය උදා: *Picrophilus torridus* හට 0.06ක් වන පී.එච් අගයක ජීවත් වීමට පුළුවන. අර්කියාවන් අතර සල්ෆර් ඔක්සිකරණයට සමත් බොහෝ ජීවීන් උදා: *Ferroplasma acidiphilum* සහ සල්ෆර් අවකරණයට සමත් උදා: *Pyrodictium abyssii* ද අන්ත අම්ල පරිසරයන් හී ජීවත් වීමට සමත්ය. මෙම ජීවීන් උණුදිය උල්පත් සහ ගැඹුරු මුහුදේ ද්‍රවතාපකුහර තුළින්

06 රූපය :
අම්ල පතලක ද්‍රව ගැලීම

හඳුනාගෙන ඇති ඉයුබැක්ටීරියාවන් අතරින් *Thiobacillus ferrooxidans* හට යකඩ හෝ සල්ෆර් හෝ පරිවෘත්තීය කර සල්ෆියුරික් අම්ලය නිපද වීමට හැකිය. *Helicobacter pylori* ග්‍රෑම් නෙගටිව් බැක්ටීරියාවට මිනිස් ආමාශයේ අන්තඅම්ල පරිසරය තුළ ජීවත් වෙමින් ආමාශ වණ ඇති කිරීමට පුළුවන. (7 වන රූප සටහන) *Pseudevernia furfuracia* සහ *Bryoria* විශේෂයෙන්ට අම්ල වැසි නිසා ඇතිවන තත්වයන්ට ඔරොත්තු දීමේ හැකියාව පවති.

ක්ෂාර ලෝලීන්

ක්ෂාර ලෝලීන් ලෙස හැඳින් වෙන්නේ ක්ෂාරමය පරිසරයන්හි හොඳින් වර්ධනය වීමට සමත් ජීවීන්ය. *Bacillus, Micrococcus, Pseudomon,* හා ස්වායු ක්ෂාර ලෝලීන් සහ යීස්ට් සහ ෆන්ගයි (දිලීර) ආදී ඉයුකැරියෝට, නොයෙකුත් ක්ෂාරමය පරිසරයන් (උදා: අප්‍රිකාවේ සෝඩා විල් රූප සටහන් 8) තුළින් සොයාගෙන ඇත. ක්ෂාර ලෝලීන් සිය ප්‍රශස්තම වර්ධනය සිදුකරන්නේ පී.එච් අගය 8-11.5 ක පරාසයකදීය. *Alkalihalobacillus* (මෙයට පෙර *Bacillus alcolophilus* ලෙස හැඳින්වූ) වැනි අන්ත ක්ෂාර ලෝලීන් පීඑච් අගය 9-10.5 ක්ෂාරමය අප ජලයෙන් සොයා ගෙන ඇත.

07 රූපය: හෙලිකොබැක්ටර් පයිලෝරි නම් අම්ල ලෝලී බැක්ටීරියාව

ලවණ ලෝලීන්

අන්ත ලෝලීන් අතර දැකිය හැකි ලවණ ලෝලී ජීවීන් අධික ලවණ සාන්ද්‍රණයෙන් යුත් පරිසරයන් හි පැවතීමට සහ වර්ධනය වීමට සමත්ය. ලවණ ලෝලීන් වර්ග දෙකකින් පවතියි. ඒවා නම් සියයට 3 ක් හෝ ඊට වැඩි සෝඩියම් ක්ලෝරයිඩ් (NaCl) සාන්ද්‍රත්වයක පැවැත්ම අවශ්‍යතාව හා බැඳුණු ලවණ ලෝලීන් සහ ලවණයන්ට ඔරොත්තුදීමට හැකියාව සහිත සාමාන්‍ය සහ ඉහළ ලවණ සාන්ද්‍රණයන් සහ දෙතැන්හිදීම ජීවිතය පවත්වාගෙනයාමට සමත් ලවණ ලෝලීන් යන වර්ග දෙකය. *Halococcus salifodinae, Halobacterium salinarum,* (09 රූපය) *Limimonas halophilia, Lentibacillus kimchii, Sporohalobacter salinus* යනු විවිධ ලවණ පරිසරයන් තුළ වෙසෙන බවට වාර්තාවී ඇති ලවණ ලෝලී බැකටීරිය-ානුවන් පිළිබඳ උදාහරණය: *Artemia salina* හෙවත් මුහුදු වඳුරා (සී මන්කි) ලෙස හැඳින්වෙන මුහුදු ජීවියා ඉහළ

08 රූපය: සෝඩා විල

අන්තයේ ලවණ සාන්ද්‍රනත්වයකදී ජීවත් විය හැකි ජීවියෙකි. මෙම අන්ත ලෝලීන් ලවණ විල්, ලවණ මඩ ගොහොරු මුහුදු සහ ගල්පර සහිත වෙරළ සිය වාස භූමි කරගනිති.

බැක්ටීරියා

අධිපීඩන ලෝලීන් සහ පීඩන ලෝලීන් (බැරෝපයිල්ස්/පීසෝපයිල්-ස්) සාගර පත්ල වැනි අධිපීඩන පරිසරයන් හී ජීවත් වීමට බැරෝ පයිල්ස් සහ පීසෝපයිල්ස් ගණයට අයත් මුහුදු ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ට හැකිය. මීටර් 100 කට වැඩි මුහුදු යට ප්‍රදේශ ඉහළ ජලස්ථිතික පීඩනයක් සහිත ශීතල, අඳුර සහ කාබනික ද්‍රව්‍ය හිඟතාවක් පැවතීම ගතිලක්ෂණය කර ඇත. මෙම පරිසරය අනෙකුත් බොහෝ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ට ජීවිතය පවත්වා ගැනීමට සුදුසු වාතාවරණයක් නොසලසයි. සීතල ගැඹුරු මුහුදත් රෝපණය කිරීමට සමත්වන නිසා අධිපීඩන ලෝලීන්, ශීත ලෝලීන්ද වෙති. *Photobacterium profundus* සහ *Schewenella benthica* අධිපීඩන ලෝලීන්ට උදාරණය. මරියානා ආගාධයේ අඩි 10,898 ක් තරම් ගැඹුරින් ලත් රොන්මඩ තුළින් හඳුනාගත් *Shewanella benthica* බැඳුණු පීඩ ලෝලියකි. (11 රූපය)

විකිරණ ලෝලීන් (රේඩියෝපයිල්ස්)

ඉහළ විකිරණ මට්ටමක් සහිත පරිසරයන් හි ජීවත් වන ජීවීන් විකිරණ ලෝලීන් ලෙස හැඳින්වෙ-වයි. මෙම පරිසර තුළ පාරජම්බුල හා න්‍යෂ්ටික විකිරණ පවති. *Deinococcus radiodurans, Rhodococcus, Halomonas, Herbaspirillum, Rhodobacter* මෙම ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් සඳහා උදාහරණය.

නිර්වායු පරිසර

පොළව මත ජීවත් වන ජීවීන් වැඩි සංඛ්‍යාවකට තම ජීවිතය පවත්වා ගෙන යාම සඳහා ඔක්සිජන් අවශ්‍ය බැවින් නිර්වායු පරිසර සැලකෙන්නේ අන්ත පරිසරයන් ලෙසය. ආදිකල්පිත පෘථිවිය සතුව පැවතියේ නිර්වායු පරිසරයක් බැවින් එකල පැවතියේ මීතේන් ජනනය කරන මිතෙනොජෙනික් බැක්ටීරියාය. ඒවා නියමාර්ථයෙන්ම

9 වන රූප සටහන :
Halobacter salinarum

10 වන රූප සටහන : ලුණු නිෂ්පාදනයට

නිර්වායු ජීවීන් වූ අතර අවශ්‍ය ශක්තිය උපයාගනු ලැබුවේ හයිඩ්‍රජන් (H_2) සහ කාබන්ඩයොක්සයිඩ් (CO_2), මීතේන් වායුව බවට පරිවර්තනය කර ගැනීම තුළිනි. මෙම ශක්ති රැස්කර ගැනීමේ ප්‍රතික්‍රියාව මෙහෙය වීම සඳහා අදාළ ජීවීන් අතරින් සමහරෙක් තුළ ප්‍රතිදීප්ත වර්ණකයක් පැවතින. මෙම ජීවීන් මඩගොහුරු සහ ගවයන් වැනි සමහර සතුන් තුළ පවතින අතර මීතේන් විශාල ප්‍රමාණයක් පරිසර වායුගෝලයට නිදහස් කිරීමට සමත්ය. *Methanococcus* සහ *Methanobacterium* මෙම ජීවීන්ට උදාහරණය. (12 වන රූප සටහන)

ජලජ ජීවීන් වන ඇමෝනියා ඔක්සිකරණය කරන ආර්කේනයන් (උදා: *Nitrososphaera* සහ *Nitrosopumilus* සහ භූ පරිසරයන් හි වෙසෙන *Nitrosoarchaeum* නයිට්‍රිකරණයට සමත් ජීවීන් ලෙස හඳුනාගෙන ඇත. ඇමෝනියා ඔක්සිකරණය කරන අනෙකුත් බැක්ටීරියාවන්ට වඩා පහළ සාන්ද්‍රණයකදී ඇමෝනියා ඔක්සිකරණය කිරීමට මෙම ක්ෂුද්‍ර ජීවීහු සමත්ය. ඒවා අවසාදිත සහ උණුදිය උල්පත් ආශ්‍රයෙන් හමුවෙයි.

අන්ත පරිසර තත්වයන්ට අනුගත වීම

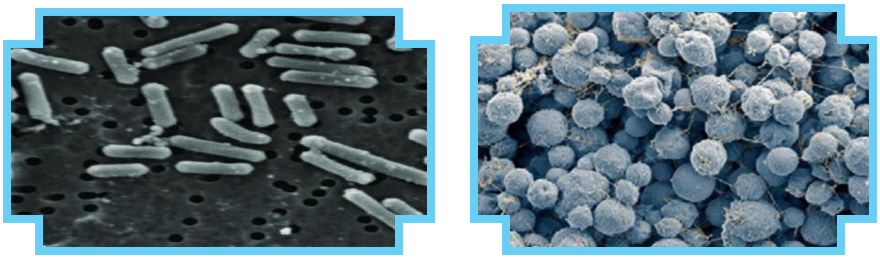
අන්ත ලෝලී ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් ගේ පැවැත්ම පරිසර තත්වයන්ට අනුගතවීම සිදුවන්නේ කෙසේද? විවිධ ක්‍රමෝපායන් යොදාගෙන තිබුණද මෙම අනුගත වීම් කෙසේ සිදුවන්නේද යන්න පිළිබඳව පූර්ණ අවබෝධයක් ලබාගැනීමට තවමත් නොහැකිව ඇත. කෙසේවතත් කිසියම් ජීවියෙකු හට අන්ත පරිසර තත්වයකට අනුවර්තනය වීම සඳහා ක්‍රම තුනක් පවතින බව දනමු. ඒවා අතරින් පළමුවැන්නවන්නේ එම සාධකයන් තමන් බැහැර කරන සාන්ද්‍රනයන් තුළින් සංවර්ධනය කරගැනීමය. දෙවැන්න, අදාළ කොටස නිර්ධුලක්ෂණය සඳහා වන යාන්ත්‍රණයක් පැවතීමය. තෙවැන්න, වන්නේ අදාළ සාධකය සමඟ ජීවත් වීමට බොහෝමයක්ම ඉගෙනගැනී

11 වන රූප සටහන මරියානා ආගාධය

මය. මෙම ජීවීන්සතුව විශේෂිත ජෛව රසායන ක්‍රමවේදයන් සහ අනුරූපී ජෛව අණු පැවතිය හැකිය. ඒවාට අන්ත පරිසර තත්වයන්හිදී මුහුණ දෙන ආතති තත්වයන් මඟහැරයාමට අවස්ථාව හිමිවෙයි. තාප ලෝලීන් සතු මහගුම අවිය වන්නේ ඔවුන් තුළ තාප ස්ථායි එන්සයිම සහ ප්‍රෝටීන පැවැත්මය. අන්ත උෂ්ණත්වය, ලවණතාව, සහ පී.එච් අගය සහ ද්‍රාවක තත්වයන් හී දී උත්ප්‍රේරීය වශයෙන් සක්‍රීයව පැවතීමට සමත් වීමය. මෙම එන්සයිම අතරින් සමහර බහු අන්ත හැකියා විදහා දක්වන අතර එමගින් ඒවා පුළුල් වශයෙන් කර්මාන්තමය ජෛව තාක්ෂණ කාර්යන් හී යොදා ගැනීමේ හැකියාව පවතියි. සමහර අති තාප ලෝලී ක්ෂුද්‍රජීවීන් තුළ පවත්නා DNA gyrase නම් එන්සයිමට ඩීඇන්ඒ හී ස්ථල විද්‍යාත්මක වෙනස්කම් ඇතිකර එහි ස්ථායි බව නංවාලීමට හැකියාව ඇත.

තාප ස්ථායී ප්‍රෝටීන සතුව හයිඩ්‍රජන් සහ අනෙකුත් සහසංයුජ බන්ධන වැඩි ප්‍රමාණයක් ඇති බැවින් ඒවා වඩා ස්ථායි ව්‍යුහයන් ඇති කළ හැකිය. එයට අමතරව Chaperanes ලෙස හැඳින්වෙන විශේෂ ප්‍රෝටීන් සමූහයන් මගින් ප්‍රෝටීන් ස්ථායි කිරීමට සහ හැකිලීමට උදව්කිරීමක් සිදුකරයි. තාප ලෝලී බැක්ටීරියාවන් හී ඩීඇන්ඒ ස්ථායි කිරීම සඳහා නියුක්ලියෝටයිඩ සම්බන්ධිත ප්‍රෝටීන ක්‍රියාකරන බවක් පෙනෙන්නට තිබේ. එයට අමතරව තාප ලෝලීනගේ පටල ලිපිඩ ද වඩාත් සංතෘප්තය. එසේම එය ඉහළ අණුක බරක් සහිතව වැඩිපුර බෙදීගොස් ඇති බැවින් පටල ලිපිඩවල ද්‍රවාංකය ඉහළ ගොස් ඇත. අර්කෙයා හී පටල ලිපිඩ, ඊතර් බන්ධන සහිත බැවින් එවැනි ලිපිඩ ඉහළ උෂ්ණත්වයේදී ජලවිච්ඡේදනයට ප්‍රතිරෝධය දක්වයි.

ඔක්සිජන් ප්‍රධාන කොටගෙන ශ්වසනයක් සහිත මිසොපිලික ජීවීන් හා සන්සන්දනය කරන විට තාපලෝලීහු ඔවුන්ගේ ශ්වසනයේදී ඉලෙක්ට්‍රෝ න ප්‍රවාහන දාමය තුළ ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රතිග්‍රාහකය ලෙස මූලද්‍රව්‍යමය සල්ෆර් උපයෝගී කරගනු ලබයි. තාපලෝලීන් ගිනි කඳු, ගැඹුරු මුහුදේ ක්ෂාර උණුදිය උල්පත් ආදී උණුසුම්, සල්ෆර් පෝෂිත ස්ථානයෙහි හොඳින් වැඩෙන්නේ එහෙයිනි.ඉතා පහළ උෂ්ණත්වයක් පවතින විට තාපලෝලීන්ගේ සෛල ප්ලාස්මය සහ ඩීඇන්ඒ හිමායනයට පත්වීමෙන් වළක්වනු ලබන්නේ ප්ලා ස්ම පටලයේ තරලතාව රැකගැනී මට සමත් ප්‍රතිහිමායන ප්‍රෝටීන නිෂ්පාදනය තුළිනි. හයිඩ්‍රජන් අගය සාන්ද්‍රනය ඉහළ ආම්ලික පරිසරයන් හි ජීවත් වන



12 වන රූප සටහන *Methanococcus sp.*

ජීවීන් වේගයෙන් එම හයිඩ්‍රජන් අගය නිකුත් කිරීම හේතුවෙ න් ඩීඑන්ඒ වලට හානි වීම වැළකෙයි. අනෙක් අතට ක්ෂාර ලෝලී ක්ෂුද්‍ර ජීවීහු සිය අභ්‍යන්තර පීඑච් අගය උදාසීන මට්ටමට සමීපයෙන් රඳවාගන්නේ අභ්‍යන්තර සෝඩියම් ධන අයන, බාහිර ප්‍රෝටෝන සමඟ හුවමාරු කරගනිමිනි. ලවණ ලෝලී ක්ෂුජීවීහු, බාහිර පරිසරය සමඟ සිය සෛල ප්ලාස්ම ආසෘැති ක්‍රියාවලි ඉහළ නංවාලීම සඳහා එකිනෙකට වෙනස් ක්‍රමවේද දෙකක් යොදාගනී. එහිදී බැදුනු අනුරූපී කාබනික ද්‍රව්‍ය නිශ්පාදනය කිරීම හෝ තම සෛල ප්ලාස්මය තුළ විශාල ලවණ සාන්ද්‍රණයන් එක් රැස් කර සමතුලිත තත්වයකට පත්වීම මගින් සෛල තුළ පවත්නා මුල් ලවණ සන්ද්‍රතාව පරිසරයේ පවත්නා තත්වය හා සහසම්බන්ධතා තත්වයකට පත්කරයි.

අධිපීඩන ලෝලීන් ගත් කල ඔවුන්ගේ සෛල පටලවල ද්‍රවතාපය අඩුකිරීමට ලිපිඩවල පවත්නා අසංතෘප්ත මේද අම්ල මට්ටම ඉහළ යැවීම සමත්වේය. එමගින් අධිපීඩන, අඩු උෂ්ණත්ව තත්ව වෙනවෙනම පවතින විට හා එකවර පවතින විට සෛලයට සාමාන්‍ය ලෙස ක්‍රියාකිරීමට අවස්ථාව සැලසෙයි.

අන්ත ලෝලීන් යොදාගැනීම

වර්තමාන අධ්‍යයන විශාල සංඛ්‍යාවක් සිදුවන්නේ අන්ත පරිසර තත්වයන් යටතේ වෙසෙන ක්ෂුද්‍රජීවීන් මිනිස් ජනගහනයේ අනාගත අවශ්‍යතා සපුරා ගැනීම සඳහා යොදාගත හැකි ආකාරයට පිවිසීම උදෙසාය. මේ අධ්‍යයන තුළින් දැනටමත් මෙම විවිධ අන්ත ලෝලීන් සතු තාපස්ථායිබව, ලවණ ඔරොත්තු දීම, ශීතලට හැඩගැනීම සහ අනෙකුත් අද්විතීය හැකියවක් ඇතිකරන නව්‍ය එන්සයිම සතු ජෛව හා තාක්‍ෂණික හැකියා අනාවරණය කරගෙන ඇත. මේ අතරින් අන්ත උෂ්ණත්ව සහ පීඑච් අගයන් සහිත පරිසරයන් හී වෙසෙන ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් තුළින් ලයිවේලයිටික සහ සෙලියුලයිටික එන්සයම ගණනාවක්ද හඳුනා ගෙන ඇත.

පහළ උෂ්ණත්වයකදී කාර්යක්‍ෂමව පැල්ලම් ඉවත් කිරීමේ හැකියාව සහිත රෙදි හා පිඟන් සේදීමට යොදාගන්නා විරංජන තැනීම සඳහා ක්‍ෂාරියව සක්‍රිය ප්‍රෝටියෙස්, ඇමයිලේස්, සෙලියුලේස් සහ ලයිපේස් දැනටමත් යොදාගනී. *Thermus aquaticu* නම් බැක්ටීරියාවෙන් ලබාලන්නා ටැක් පොලිමරේස් නම් එන්සයිමයට, බහු අවයවික දාම ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා යොදා ගැනීමට ඉතා සුදුසුයැයි සැලකෙන්නේ එයට ඉතා ඉහල උෂ්ණත්වයන්ට ඔරොත්තු දීමට පවත්නා හැකියාව මතය. තවද එන්සයිමවලට අමතරව සමහර අන්ත ලෝලී ක්ෂුද්‍රජීවීන් තුළ අතිවිශාල ප්‍රතිකාරක ද්‍රව්‍ය එනම් ප්‍රතිජීවක සහ වෙනත් ඖෂධ නිපද වීමට විද්‍යාත්මකව යොදා ගත හැකි වැදගත් ජෛව රසායනික තටාකයක් පවතියි.

අන්ත ලෝලීන් යොදාගත හැකි තවත් ජෛව තාක්ෂණ යෙදවුමක් වන්නේ ජෛව ක්ෂරණ ක්‍රියාවලියය. ජෛව රසායනික වශයෙන් ඒවායේ අමුද්‍රව්‍ය සල්ෆයිඩ ලෝපස් තුළින් ලෝහ අයන වෙන් කරගනු ලබයි. ජෛව රසායන ඔක්සිකරණ- ඔක්සිහරණ ක්‍රියාවලි උත්ප්‍රේරණය කිරීම තුළින් සල්ෆර් පදනම් ලෝපස් තුළින් විවිධ ලෝහ වර්ග උදා: කොපර්, සින්ක්, ටින්, නිකල් ආදිය නිස්සාරණය කිරීමට ක්ෂුද්‍රජීවීහු සමත්ය. අම්ල ලෝලී ක්ෂුද්‍රජීවීන් උදා: *Thiobacillus* කාණ්ඩයේ අයහට ලෝහ සල්ෆයිඩ පරිවෘත්තීකරණය කළ හැකිය. මීසොපිලික එහෙත් තදින්ම අම්ල ලෝලී (පීඑච් අගය 1.5-2.0) ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් වන *Thiobacillus ferrooxidans, Thiobacillus thiooxidans* සහ *Leptosprillum ferroxidans* යන ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ට සල්ෆර් සංයෝග අවකරණය කළ හැකිය. මේ සඳහා ලෙප්ටොස් ප්‍රිලියම් පෙරක්ස්ඩියන්ස් (*Leptospirillium Foroxidens*) භාවිතා කරන්නේ පෙර අයන පමණය. එක්ව ගත් කළ මේ සියල්ලටම පයිරයිට් FeS_2 ලෙස හැඳින්විය හැකිය. කෙසේ වෙතත්, පරිසර පද්ධතිය තුළ මෙම අන්ත ලෝලීන්ගේ කාර්යභාරය පිළිබඳ දන්නා තොරතුරු ප්‍රමාණය ඉතා සුළුය. මෑතකාලයේදී සිදු කළ අධ්‍යයන පෙන්වා දෙන්නේ ඒවා හරිතාගාර වායු ප්‍රධාන කාබන්, හයිට්‍රජන් සහ නයිට්රේට් වායු නිෂ්පාදනයේදී දායකත්වයක් දක්වන බවය. තවදුරටත් සොයා ගෙන ඇත්තේ ඒවායේ ගෙනෝම තළ නොදන්නා කාර්යයන් ඉටුකළ හැකි ප්‍රෝටීන කේතගතකළ ජාන 90% කට වඩා පවතින බවය. බොහෝ විට මෙම මහා අණු මෙම අන්තලෝලී ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් ඔවුන් වෙසෙන පරිසරයන් හී භෞතික - රසායනික තත්වයන්ට, පෝෂණයට සහ ශක්ති සම්පත් වලට අනුහුරු වීම සඳහා වැදගත් කාර්යභාරයන් ඉටුකරනවා විය හැකි බවය.

අත්‍යවශ්‍යය ජෛව විද්‍යාත්මක ක්‍රියාකාරකම් ඔවුන් වෙසෙන අන්ත ආතති තත්වයන් යටතේ සිදුකෙරෙන මෙම අන්ත ලෝලීහු විද්‍යාත්මක ලෝකයට වැදගත් වන්නේ ඒවා සතු විවිධ කර්මාන්තයන් සඳහා පවතින විභවමය හැකියා හේතුකොට ගෙනය.

මහාචාර්ය එස්. චන්ද්‍රානි විජයරත්න
සම්මානිත මහාචාර්ය
උද්භිත විද්‍යා අධ්‍යනාංශය
ශ්‍රී ජයවර්ධනපුර විශ්ව විද්‍යාලය.

ක්ෂුද්‍රජීවීන් සහ ආහාර කර්මාන්තය

මහාචාර්ය උපාලි සමරජීව

සංකීර්ණ කාබනික සංයෝග සරල සංයෝග බවට පරිවර්තනය කිරීම මගින් ක්ෂුද්‍රජීවීන් ඇතුළු සියළුම ජීවීන් තම ක්‍රියාවන් සඳහා ශක්තිය උකහා ගනී. ආහාරමය අමුද්‍රව්‍ය භාවිත කොට, තම ඉන්ද්‍රිය සංවේදී ලක්ෂණ සහිත වඩාත් පෝෂ්‍යදායී ආහාර ලෙස කාර්මික වටිනාකමක් එක්කොට සකස්කිරීමේ හැකියාව ක්ෂුද්‍රජීවීන් සතු අද්විතීය ලක්ෂණයකි. අතීතයේදී පැසීම යන වචනය, ආහාරමය ද්‍රාවණ තුළ පෙණ නැගීම සමග කාබන් ඩයොක්සයිඩ් වායුව පිටවීම විස්තර කිරීමට යොදාගනු ලැබීය. මෙම ක්‍රියාවලිය කළබලකාරී ලෙස කැළඹීමකින් යුතුව ද්‍රාවනයකින් වායුව පිටවීම ලෙසද විස්තර කෙරේ. නව විද්‍යාත්මක මතයන්ට අනුව ආහාර පැසීම අර්ථ කථනයවන්නේ සංකීර්ණ කාබනික සංයෝග සරල අකාබනික සංයෝග බවට වියෝජනය කිරීමේ ක්‍රියාවලියක් ලෙසය. සීනි, එතනෝල් හා කාබන් ඩයොක්සයිඩ් බවට හැරවීමෙන් ඔබ්බට යන පුළුල් අදහසක් ආහාර පැසීම විස්තර කිරීමේදී දැන් යොදා ගැනේ. ක්ෂුද්‍රජීවීන් සතු ආහාර පැසවීමේ හැකියාව අද කාර්මිකව ප්‍රයෝජනයට ගැනෙයි.

එන්සයිම මගින් සිදුකරන ජෛව ප්‍රතික්‍රියාවන් අද බේකරි නිෂ්පාදන, මද්‍යසාර නිෂ්පාදන, කිරි නිෂ්පාදන, එළවලු නිෂ්පාදන, මස් නිෂ්පාදන හා මාළු නිෂ්පාදන කර්මාන්තයන් හරහා නවතම ඉන්ද්‍රිය සංවේදී ලක්ෂණ සහිත ආහාර නිපදවා ගැනීමට යොදාගැනේ. එමගින් නව රසයයන්, ස්වාදයන් (flavours), වර්ණයන් හා වයනයන් ආහාරයන්ට එක්කෙරේ. සමහර ආහාර පැසීමේ ක්‍රියාවන්හිදී විටමින් වර්ග නිපදවීම හා ආහාර ජීරණය පහසු කිරීමවැනි වැදගත් පෝෂණීය ලක්ෂණ ආහාරයන්ට ලබාදේ. යීස්ට්, බැක්ටීරියා හා දිලීර වර්ග මගින් කෙරෙන පරිවෘත්තිය ක්‍රියාවන් මෙම නව ආහාර ලක්ෂණ බිහිකිරීමට උපකාරී වේ. සමහර දිලීර වර්ග නිපදවන හතු, කාර්මිකව වගාකෙරෙන ආහාරයකි. මානව යහපත සඳහා ආහාර කර්මාන්තයට යොදා ගන්නා ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාවලි මෙම ලිපිය මගින් ඉදිරිපත් කෙරේ.

සීනි පැසවීම

බීර හා වයින් නිෂ්පාදනය සඳහා සීනි යොදාගැනීම වසර 7000ක් දක්වා ඔබ්බට ගිය කර්මාන්තයකි. 1850 වසරේ කළ පර්යේෂණ මගින් ප්‍රංශයේ ලුවී පාස්චර් නමැති රසායන හා ක්ෂුද්‍රජීවීන් පිළිබඳ විද්‍යාඥයා සීනි පැසවීම සැකරෝමයිසිස් සිරිවිසීයේ (*Saccharomyces cerevisiae*) යීස්ට් මගින් කෙරෙන බව ලොවට පෙන්වා දුනි. ග්ලූකෝස් වියෝජනය කොට එතනෝල් හා කාබන් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවීමේදී සිදුවන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාව පහත දැක්වේ.

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + CO_2$$

මෙම සමීකරණය පදනම්කොටගෙන අණුකභාරයන් ගණනය කිරීමේදී ග්ලූකෝස් ග්‍රෑම් 180ක් එතනෝල් ග්‍රෑම් 92ක් හා කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ග්‍රෑම් 44ක් නිපදවන බව පෙනේ. කාබන් ඩයොක්සයිඩ ග්‍රෑම් 44ක් යනු විශාල ප්‍රමාණයකි. මෙම නිකුත්වන විශාල කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රමාණය බේකරි නිෂ්පාදන සැකසීමේදී පිටි තලපය පිපීමට උපකාරී වේ.

බේකරි කර්මාන්තය

බේකරි කර්මාන්තයේදී, උක් සීනි (සුක්‍රෝස්) පැසවීම හරහා වේගයෙන් පිටවන කාබන් ඩයොක්සයිඩ් වායුව මගින් පාන් සහ අනිකුත් නිෂ්පාදන පිම්බී (පිපී) වැඩි පරිමාවක් දේ. පිටි සැකසී ඇති කබෝහයිඩ්රේට ව්‍යුහයන් තුළ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් වායුව සිරවීම නිසා පිපීම සිදුවේ. පිපීම මගින්

පාරිභෝගික ආකර්ශණය බිහිකරන මෙන්ම මුඛය පිනවන මෘදු වයනයක් බේකරි නිෂ්පාදන තුළ බිහිවේ. මෙම කාබන් ඩයොක්සයිඩ් පිට කිරීමේ ප්‍රතික්‍රියාව, සරල ග්ලූකෝස් පැසවීමට වඩා සංකීර්ණය. පළමුව සුක්‍රෝස් අණු, ග්ලූකෝස් හා ෆෘක්ටෝස් අණු බවට යීස්ට් එන්සයිම මගින් බිඳ දැමේ. එම සීනි අණු දෙවර්ගයම අනතුරුව යීස්ට් එන්සයිම මගින් එතනෝල් හා කාබන් ඩයොක්සයිඩ් බවට හැරවේ. පිටි ගුලිය පිපීමේදී හා පාන් පෝරණුවෙහි රත් කිරීමේදී නව මෘදු ව්‍යුහය ගොඩ නැගෙන අතර වාෂ්පශීලි එතනෝල් ඉවත්වේ. පැසීමෙන් පසුව ඉතිරිවන සීනි මගින් පැණි රසය හා බේකරි නිෂ්පාදනයන්ට ආවේනික අනෙකුත් ඉන්ද්‍රීය පිනවන ලක්ෂණ බිහි කෙරේ.

කාබෝහයිඩ්රේටමය ආහාර ද්‍රව්‍ය පැසවීම මගින් නවතම ප්‍රසන්න ආහාරමය ව්‍යුහයන් සැකසීම දකුණු ආසියාතික සංස්කෘතියේ කොටසක් ලෙස අනාදිමත් කලෙක සිට පැවතිනි. ආප්ප, ඉඩ්ලි හා තෝසේ සැකසීමේදී යීස්ට් මගින් උකු ධාන්‍යමය පිටි ද්‍රාවණයක් තුළ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් එක්වීමට පැය 8-12 කාලයක් තබා, ස්වාදය හා වයනය වෙනස් ආහාර සාදාගැනීම සිරිතකි. යීස්ට් මගින් බිහිවන ද්විතීයක පරිවෘත්තික සංයෝග නව ස්වාදයන් ලබාදීමට උපයෝගී වේ. පැසෙමින් පවතින රා මිලිලීටර කිහිපයක් යොදාගනිමින් එක් කෙරෙන යීස්ට් මගින් ආප්ප පිසගැනීම අපේ ප්‍රචලිත පුරුද්දකි. මෙම රා තුළ අමතරව වැඩෙන ලැක්ටෝබැසිලස් ජීවියා ආහාරයන්ට විශේෂිත ස්වාදයන් නිපදවන බව පර්යේෂණ මගින් පෙන්වා ඇත.

මද්‍යසාර පැසවීමේ කර්මාන්තය

සුක්‍රෝස්, මොල්ටෝස් හෝ ග්ලූකෝස් වැනි සීනි වර්ග සැකරොමයිසිස් සිරිවිසියේ (*Saccharomyces cerevisiae*) ජීවියා මගින් පැසවා ගැනීමේ ජෛවරසායනික ප්‍රතික්‍රියාව මද්‍යසාර කර්මාන්තයේද යොදා ගැනේ. මද්‍යසාර පැසවීමට යොදාගන්නා යීස්ට් වර්ගය බේකරි කර්මාන්තයේ යොදාගන්නා වර්ගයම වුවද, එහි ක්‍රියාකාරී හැකියාවන් වෙනස්ය. බේකරි නිෂ්පාදනයන්හි යොදාගන්නා යීස්ට් විශාල වශයෙන් කාබන් ඩයොක්සයිඩ් නිපදවන අතර මද්‍යසාර කර්මාන්තයේ යොදාගන්නා යීස්ට් වැඩි එතනෝල් ප්‍රමාණයක් නිපදවේ. විවිධ මද්‍යසාර නිපදවෙන කර්මාන්තයන්හි යොදාගන්නා යීස්ට් උපවිශේෂයන් අතර පවා එතනෝල් නිපදවෙන ප්‍රමාණයන් වෙනස්වේ.

මද්‍යසාර නිපදවන එක් එක් අමුද්‍රව්‍යයන්හි පැසීමට භාජනය වන සීනි වර්ගය වෙනස්ය. බීර කර්මාන්තයේ යොදාගන්නා බාර්ලිවලින් ලැබෙන්නේ මොල්ටෝස් සීනි ය. වයින් කර්මාන්තයේදී මිදි යුෂයෙන් ලබාගන්නේ ග්ලූකෝස් ය. පොල්, කිතුල් හා තල් මද්‍යසාර කර්මාන්තයන්හිදී පැසෙන්නේ සුක්‍රෝස් ය. උක් සීනි නිෂ්පාදනයේ අතුරු පලයක් වන මොලැසස්වල ඇත්තේ සුක්‍රෝස්, ග්ලූකෝස් හා ෆෘක්ටෝස් මිශ්‍රණයකි. පැසවීමේ ක්‍රියාවන්හි අවසාන ඵලය ලෙස මද්‍යසාර 4-5% ඇති බීරද, මද්‍යසාර 12-14 % ඇති වයින් ද, මද්‍යසාර 6-8 % ඇති රා ද, මද්‍යසාර 2-3% ඇති ඇපල් සයිඩර් ද නිපදවේ. මෙලෙස අවසාන ඵලය ලෙස කාර්මිකව නිපදවෙන මද්‍යසාර ප්‍රමාණය ආරම්භයේ ඇති පැසවීමට හැකි සීනි ප්‍රමාණය හා තෝරාගත් සැකරොමයිසිස් සිරිවිසි ක්ෂුද්‍රජීවී ප්‍රභේදයේ හැකියාව මත තීරණය වේ.

කාර්මිකව මද්‍යසාර නිපදවීමේදී සැකරොමයිසිස් සිරිවිසි ප්‍රභේදයේ උපරිම කාර්යක්ෂමතාවය ලබාගැනීමට බාධා මතුවේ. පැසීමේ ක්‍රියාවලිය අතරතුරදී අනිකුත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් සැකරොමයිසිස් සිරිවිසි සමග තරගකොට අම්ල, බැර ඇල්කොහොල් හා එස්ටර වැනි අප්‍රියජනක ස්වාදයන් දෙන සංයෝග නිපදවේ. එමගින් අවසාන නිෂ්පාදනයේ ස්වාදයට සිදුවන හානිය වළක්වා ගත යුතුය. මෙලෙස අනවශ්‍ය ලෙස එක්වන ක්ෂුද්‍රජීවීන් "නොහික්මුණු ක්ෂුද්‍රජීවීන් (wild yeasts)" ලෙස හැඳින්වේ. නොහික්මුණු ක්ෂුද්‍රජීවීන් පැසීමේ ක්‍රියාවලියට එක්වීම විවිධ ආකාරයන්ගෙන් කාර්මිකව පාලනය කෙරේ.

බීර කර්මාන්තයේදී බාර්ලි සමග බීර මල් (hops) එක්කෙරේ. බීර මල් මගින් තිත්ත රසයක් දෙන අතරම නොහික්මුණු ක්ෂුද්‍රජීවීන් පාලනය එක්තරා ප්‍රමාණයකට සිදුකරයි. එක් එක් බීර කර්මාන්තයන් යොදාගන්නා සැකරොමයිසිස් සිරිවිසි ප්‍රභේද වෙනස්වන අතර, ඒ ප්‍රභේද හා බැඳුණු නිශ්චිත ස්වාදයන් ඇත. ලොව වඩාත්ම ප්‍රචලිත වෙළඳ නාමයන් සහිත බීර කර්මාන්ත සතු වසර සියගණනක් තිස්සේ රහසිගතව රැකගෙන යොදාගන්නා සැකරෝමයිසිස් ප්‍රභේද ඇත. සැකරෝමයිසිස් කාල්ස්බර්ජෙනිසිස් (*Saccharomyces calsbergensis*) එවැනි බීර වෙළඳ නාමයක් සතු යීස්ට් ප්‍රභේදයකි. බීර නිෂ්පාදනයේදී, පළමුව බාර්ලි ධාන්‍යයේ තිබෙන කාබෝහයිඩ්රේට වියෝජනය කොට මොල්ටෝස් සීනි බවට හැරවිය යුතුය. බාර්ලි ඇට මොට් ඇදෙනසේ වගාබිමේදී සිදුවන මෙම ක්‍රියාවලිය මොල්ටින් (malting) ලෙස හැඳින්වේ. මොට් ඇදීමත් සමගම ධාන්‍යය තුළ පවතින පෙප්ටිඩසෙස් (peptidases) හා ප්‍රෙටියේසස් (proteases) එන්සයිම මගින් ඇමයිනෝ අම්ල නිපදවීම හා

බීටා-ග්ලූකනේසස් (β-glucanase) එන්සයිම මගින් සෛල බිත්ති බිඳදැමීම සිදුකෙරේ. ඒ අතරතුර ඇමයිලේස් (amylase) එන්සයිමය මගින් පිෂ්ඨය සීනි බවට හැරවේ. ඉන් අනතුරුව බාර්ලි ඇට පෝරණුවක රත්කිරීම මගින් එන්සයිම ක්‍රියාකාරිත්වය අත්හිටවේ. බාර්ලි ඇට මීළඟට කුඩු කෙරේ. පෝරණුවෙහි දී බාර්ලි ඇට දුඹුරු වර්ණය තෙක් රත්කෙරේ. කුඩු දියකර ලබාගන්නා ද්‍රාවනය තුළ පවතින සංයෝග මගින් "නොහික්මුණු ක්ෂුද්‍රජීවී" පැතිරීම පාලනය වේ. ඉන් අනතුරුව බීර තුළ බලාපොරොත්තු වන ස්වාදයන් හා ගති ලක්ෂණ ලබා දිය හැකි විශේෂිත සැකරෝමයිසිස් ජීවී ප්‍රභේදය එක්කෙරේ. මද්‍යසාර පැසවීම ජෛවතාක්ෂණික ක්‍රියාවකි. ක්‍රියාවලියේ උෂ්ණත්වය හා pH අගය පාලනයකිරීම මගින් එක් එක් බීර කර්මාන්තයට හෝ නිවෙස්වල නිෂ්පාදනයට ආවේනිකවූ ඉන්ද්‍රිය පිනවන ගති ලක්ෂණ ලබාගනී. මද්‍යසාර පානයන්හි රසය, සුවඳ හා ස්වාදය විස්තර කෙරෙන විද්‍යාව බීර සැකසීමේ විවිධ පියවර හා සම්බන්ධ පාරිභෝගික තෘප්තිය සැසඳීමේ කලාවක් බවට පත්ව ඇත.

වයින් නිෂ්පාදනයේදී "නොහික්මුණු ක්ෂුද්‍ර ජීවී" පාලනය සඳහා පළමුව ගණනය කරගත් සෝඩියම් මෙටාබයිසල්ෆයිට ප්‍රමාණයන් එක්කිරීම සිදුකෙරේ. සෝඩියම් මෙටාබයිසල්ෆයිට යොදා " නොහික්මුණු ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්" පාලනය මගින්, පැසවීම සඳහා තෝරාගත් සැකරෝමයිසිස් සිරිවිසි ජීවියාට තරඟකාරී වාසියක් ලබාදේ. පැසීම අවසානයේ ලැබෙන මද්‍යසාර ප්‍රතිශතය රැඳී පවතින්නේ තෝරාගත් සැකරෝමයිසිස් සිරිවිසි ජීවියා සතු වැඩිවෙමින් පවතින එතනෝල් හා කාබන් ඩයොක්සයිඩ ප්‍රමාණයන්ට ප්‍රතිරෝධීව තවදුරටත් ක්‍රියාත්මක වීමේ හැකියාව හා මිදි යුෂයන්හී අන්තර්ගත සීනි ප්‍රමාණය අනුවය.

රා කර්මාන්තයේදී, තාල වර්ගයේ ගස්වලින් පැසවීම සඳහා යුෂ (මීරා) ලබාගැනීම සිදුවෙයි. මේ සඳහා ශ්‍රී ලංකාවේ පොල්, කිතුල් හා තල් මල තැලීමෙන් යුෂ ලබාගනී. අප්‍රිකානු තාල වර්ගයේ ගස්වල මලෙන් හෝ කඳෙන් ලබාගන්නා යුෂ මගින් නිෂ්පාදනය වන රා හා සමාන මද්‍යසාර "තාල වයින්" (palm wine) ලෙස පොදුවේ හැඳින්වේ. මෙම මද්‍යසාර සෙන්ඩි (sendi), ටාරි (tari), නරෙලි (nareli) ආදී නම් වලින් විවිධ රටවල හැඳින්වේ. මෙහිදී පැසීම ඉටුකරන ක්ෂුද්‍රජීවීන් වාතයෙන් හෝ රොන් සොයා එන බඹරුන් හරහා යුෂයට එක්වේ. මෙම ස්වභාවික ක්ෂුද්‍රජීවීන් අතර බහුලව ඇත්තේ ලැක්ටික් අම්ල බැක්ටීරියා සහ යීස්ට් ය. පැසෙන සීනි වර්ගය සුක්‍රෝස් ය. ආරම්භයේදී බැක්ටීරියා මගින් සීනි ලැක්ටික් අම්ලය බවට පත්වේ. ඒ සමග pH අගය 7 සිට 4 දක්වා පහත වැටේ. පහත වැටුණු pH අගය යීස්ට් එන්සයිම ක්‍රියාකාරිත්වයට වඩාත් උචිත පරිසරයක් ලබාදේ. ශ්‍රී ලංකාවේ රා පැසවීමේ ක්‍රියාවලියේ මූලික ක්ෂුද්‍රජීවියා සැකරෝමයිසිස් චෙවලිරි (*Saccharomyces chevalieri*) ය. එය සැකරෝමයිසිස් සිරිවිසිවලට වෙනස් වන්නේ මොල්ටෝස් සීනි වර්ගය පැසවීමේ හැකියාව නොමැති බැවිනි. මෙම වෙනස මොල්ටෝස් රහිත තාල වර්ගයේ ගස් වලින් ලබාගන්නා යුෂයන්හී සුක්‍රෝස් වඩාත් කාර්යක්ෂමව පැසවීමට සකස්වූ වෙනස්වීමක් ලෙස සැලකේ.

ස්වාභාවික ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් මද්‍යසාර නිපදවීමේදී ලැබෙන අස්වැන්න අඩුය. එතනෝල් 10% නිපදවීමට තරම් සුක්‍රෝස් මීරා තුළ ඇති නමුත් කාර්මිකව පොල් රා නිපදවීමේදී ලැබෙන්නේ 6% එතනෝල් ය. රා එක්කරන මුට්ටියට සෝඩියම් මෙටාබයිසල්ෆයිට් ගණනයකොට ගත් ප්‍රමාණයන් එක්කිරීම් මගින් සැකරෝමයිසිස් Y-18 ප්‍රභේදය යොදාගෙන කාර්මිකව මද්‍යසාර 9% ලබාගතහැකි බව පර්යේෂණ මගින් ඔප්පුකර ඇත. පැරණි ක්‍රමවේදයන්ගෙන් ඉවත්ව වැඩි ආදායමක් ලබාගැනීම සඳහා කර්මාන්තය වෙනස් වියයුතුය. පැසීම මගින් නිපදවෙන මද්‍යසාර අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස යොදාගෙන විනාකිරි කාර්මිකව නිපදවීමේ මීළඟ පියවරක් ඇත. නිපදවන මද්‍යසාර සාන්ද්‍රණය ආසවනය කිරීම මගින් සාන්ද්‍ර කොට වෙනත් කාර්මික නිෂ්පාදන සඳහා යොදාගත හැකිය.

කාර්මිකව විනාකිරි පැසවීම

එතනෝල් මත ක්‍රියාත්මක වන ඇසිටෝබැක්ටර් ඇසිටයි (*Acetobacter acetii*) හා ග්ලූකොනොබැක්ටර් (*Gluconobacter*) බැක්ටීරියා මගින් ඇසිටික් අම්ලය නිපදවේ. මේ සඳහා අවශ්‍ය ඔක්සිජන් වායුව පරිසරයෙන් ලබාගනී. මෙලෙස නිපදවෙන 4-6% අම්ල ද්‍රාවනය විනාකිරි ලෙස හැඳින්වේ. පැසීමේදී නිපදවෙන විටමින් B1 හා රයිබෝෆ්ලේවින් සමග ආරම්භක යුෂයේ පවතින පොටෑසියම් හා සෝඩියම් ලවණ එක්වීමෙන් විනාකිරිවලට විශේෂිත ස්වාදයක් ගෙන දේ. ආහාර පිසීමේදී ස්වාදය හා කල්තබා ගැනීමේ හැකියාව එක්කරන විනාකිරි, වැදගත් කුළුබඩු ද්‍රව්‍යයක් ලෙස සැලකේ. ඇට ඉවත්කළ ඉරිඟු බඩ තැන්පත්කළ බැරලයක් හරහා රා සංසරණය කිරීමෙන් විනාකිරි නිපදවේ. ඉරිඟු බඩ මත තැන්පත්වන බැක්ටීරියා, වාතයෙන් ඔක්සිජන් ලබාගෙන කාර්මික මට්ටමින් විනාකිරි නිපදවයි. ලීටර සිය ගණනක පරිමාව ඇති මෙවැනි බැරල් පොල් විනාකිරි කර්මාන්තයේ යොදාගනී. ඉරිඟු බඩ වෙනුවට ලී පතුරු කැබලිද බැක්ටීරියා රඳවා ගැනීමේ කාර්යය සඳහා යොදාගත හැකිය. වෙනත් රටවල කාර්මික විනාකිරි නිෂ්පාදනය සඳහා අමුද්‍රව්‍ය ලෙස ඇපල් සයිඩර්, උක් යුෂ, මිදි යුෂ, සහල් ද්‍රාවණ හෝ රට ඉඳි සීනි ද්‍රාවණ යොදාගනී.

පැසීමෙන් ලබාගත් එතනෝල් ආසවනය කොට ගත්කළ වටිනා කාර්මික අමුද්‍රව්‍යයකි. එය 20% දක්වා පෙට්‍රෝල් සමග මිශ්‍ර කළ හැකිය. විවිධ ජලය ප්‍රමාණයන් හා මිශ්‍ර කරගත් ආසවනය කළ එතනෝල් අමුද්‍රව්‍යයක් ලෙස යොදාගෙන මද්‍යසාර පානයන්, සුවඳවිලවුන් දියකිරීමට, රැවුල කැපීමට පසුව අලේප කරන ක්‍රීම් වර්ගයන්හි, බෙහෙත් වර්ග දියකර ගැනීමට, මුඛය සෝදන ද්‍රාවන සඳහා, විවිධ ආලේපන

හා අත්ල මත බැක්ටීරියා ඉවත්කිරීමට යොදාගැනේ. කොවිඩ් 19 වයිරසය අත්ලෙන් ඉවත් කරගැනීමට 70% එතනෝල් ද්‍රාවණ ලොව පුරාම භාවිත විය.

කිරි කර්මාන්තය

ලැක්ටෝස්, ප්‍රෝටීන හා මේද අඩංගු කිරි, පෝෂණීය වශයෙන් උසස් ආහාරයකි. ක්ෂුද්‍රජීවී පැසවීම මගින් කිරිවල පෝෂණගුණය හා පාරිභෝගික ප්‍රියමනාපබව වැඩිකෙරෙන මෙන්ම කල් තබාග ැනීමටද හැකි ආහාර නිපදවේ. සමහර දකුණු ආසියානු හා අප්‍රිකානු වැසියන්ට ලැක්ටෝස් දිරවීමේ අපහසුතාවයක් ඇත. මෙම අපහසුතාවය මගහැරීම සඳහා කිරි පැසවීමට ආදි කල සිට වැසියන් පුරුදු විය. ලක්ටෝබැසිලස් බැක්ටීරියා ප්‍රභේද කිරිවල ඇති සංකීර්ණ ලැක්ටෝස්, සරල ග්ලූකෝස් සහ ගැලක්ටෝස් බවට විභේදනය කෙරේ. මෙයට අමතරව එම ජීවීන් ඇසිටික් අම්ලය, ඩයිඇසිටයිල් (diacetyl) හා ඇසිටැල්ඩිහයිඩ් වැනි විවිධ ප්‍රියජනක ස්වාදයන් නිපදවන සංයෝග බිහිකෙරේ. මෙම ස්වාදයන් එක් එක් කිරි කර්මාන්තය සඳහා තෝරාගන්නා ලක්ටෝබැසිලස් ප්‍රභේදය අනුව වෙනස් වේ.

මී ගවදෙනුන්ගෙන් හා එළදෙනුන් ගෙන් ලබාගන්නා කිරි පැසවීමෙන් මුදවාපු කිරි නිපදවේ. මෙය ලංකාවේ මෙන්ම වෙනත් රටවලද පවතින සම්ප්‍රදායික සුළු කර්මාන්තයකි. නටවා සිසිල් කරගත් දියර කිරි තුළට පෙර දිනයේ මුදවාගත් කිරි ස්වල්පයක් මුහුන් ලෙස එක් එක්කර කිරි මුදවා ගැනේ. කිරි නැටවීම මගින් එහි තුළ පවතින තරඟකාරී විය හැකි සියලුම රෝග ජනක බැක්ටීරියා අක්‍රිය කෙරේ. මුහුන් තුළ ලක්ටෝබැසිලස් ප්‍රභේද කිහිපයක් බලවත්ව ක්‍රියාත්මක වේ. මුහුන් තුල මෙම ජීවීන් ඉතාමත් සක්‍රියව පවතින අතර ප්‍රෝටීන් හා විටමින් B12 නිසා වඩාත් හොඳින් ක්‍රියාත්මක වේ. ලැක්ටෝබැසිල මගින් ලැක්ටික් අම්ල නිපදවා ආම්ලික pH අගයක් බිහිකිරීම නිසා කිරිවල සංඝටකයක් වන කේසීන් (casein) කැටිගැසේ. මුහුන් තුළ බොහෝ විට ලැක්ටෝකොකස් ලැක්ටිස් (*Lactococcus lactis*), ස්ට්‍රෙප්ටොකොකස් ඩයිඇසිටිලැක්ටිස් (*Streptococcus diacetylactis*), ස්ට්‍රෙප්ටොකොකස් ක්‍රිමොරිස් (*Streptococcus cremoris*), ලැක්ටෝබැසිලස් ඩෙල්බ්‍රැකයි (බල් ගැරිකස් උප ප්‍රභේදය) (*Lactobacillus delbrueckii* sub species *bulgaricus*) ස්ට්‍රෙප්ටොකොකස් තර්මොෆිලස් (*Streptococcus thermophiles*) බැක්ටීරියා මිශ්‍රණයක් ලෙස හෝ තනිව පවතී.

යෝගට් පැසවීම මුදවාපු කිරි පැසවීමට සමාන වන නමුත්, මෙහිදී 1:1 අනුපාතයට ඇති බැක්ටීරියා දෙවර්ග යක් යොදා ගනී. මෙම මිශ්‍රණයේ ලැක්ටෝබැසිලස් බල්ගරිකස් (*Lactobacillus bulgaricus*) ක්ෂුද්‍රජීවියා ලැක්ටික් අම්ලය නිපදවන අතර, ස්ට්‍රෙප්ටොකොකස් තර්මෝෆිලස් (*Streptococcus thermophiles*) ක්ෂුද්‍රජීවියා යෝගට්වලට විශේෂිත ස්වාදය නිපදවනු ලැබේ. මෙම බැක්ටීරියා දෙවර්ගය වැඩීමේ වේගයන් එකිනෙකට වෙනස්ය. මේ නිසා මුලින් පැසවීමට 45 °C පවත්වා ගැනීමෙන් පසුව යෝගට් ශීතකරණයක් තුළ තබාගත යුතුය. ශීතකරණය මගින් ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාකාරීත්වය ප්‍රශස්ථ මට්ටමක සති කිහිපයක් පවත්වා ගත හැකිය. සිසිල් කිරීම මගින් අධික ආම්ලික රසයක් බිහිවීම වැළකෙයි.

කිරි මුදවා ගැනීමේදී භාවිත කරන ආකාරයට, යෝගට් මුහුන් දෙවන දිනයේ පාවිච්චි කළ නොහැක. එයට හේතුව දෙවන දින වනවිට බැක්ටීරියා අනුපාතය වෙනස්වී තිබීමය. අඹ, ස්ට්‍රෝබෙරි හෝ වෙනත් රසකාරක මගින් යෝගට් රසය වෙනස් කල හැකිය. කලතාගත් උකු යෝගට් දියර (stirred yoghurt), බීමට සුදුසු යෝගට් (drinking yoghurt), හෝ අධිශීතකරණය කළ යෝගට් (frozen yoghurt) ලෙසද, යෝගට් පරිභෝජනය කළ හැක. යෝගට් නිෂ්පාදනය විශාල මෙන්ම සුළු කර්මාන්ත ලෙසද පවත්වා ගත හැකිය.

එළු, අශ්ව හා ඔටු කිරි පැසවා ගැනීමෙන් වයිමීර් (Ymir), කෙෆීර් (Kefir), මුහුන් යෙදූ බටර් කිරි (cultured butter milk), ස්කැන්ඩිනෙවියානු ඇඹුල් කිරි (Scandinavian sour milk), මුහුන් කළ ක්‍රීම් (cultured cream), හා කුමිස් (koumiss) නිපදවේ. කෙෆීර් පැසවීම ලැක්ටික් අම්ල හා යීස්ට් මිශ්‍රණයකින් සිදු කෙරේ. මුහුන් යෙදූ බටර් කිරි කැලතීම හා වෙනත් ක්‍රම මගින් බටර් නිපදවේ.

චීස් නිපදවා ගැනීමේ පළමු පියවර කිරි මුදවා ගැනීමය. දෙවනුව, මුදවාගත් ඝන කොටස දියර කොටසින් පෙරා වෙන්කර ගනී. මෙලෙස වෙන්කරගත් ඝන කොටසට ලුණු එක්කොට විවිධ ස්වාදයන්ගෙන් හා පෙනුමෙන් යුක්ත චීස් වර්ග නිපදවේ. මෙහිදී ස්වාදයන් එල්ලකොටගත් පහත දැක්වෙන ක්ෂුද්‍රජීවීන් එක්කොට පැසීමට භාජනය කෙරේ.

1. *Penicillium camemberti* for Camembert cheese කැමම්බර්ට් චීස්
2. *Penicillium roqueforti* for Roquefort cheese with blue veins නිල් ශිරා වැනි පෙනුමක් දෙන රොක්ෆොට් චීස්
3. *Penicillium glaucum* to produce greenish blue veins in cheese කොළ-නිල් ශිරා වැනි පෙනුමක් දෙන චීස්

4. *Brevibacterium linens* to produce red colour in Limburger heese රතු පැහැති ලිම්බර්ගර් චීස්
5. *Propionibacterium freundenreichii* creating holes inside Swiss cheese due to carbon dioxide කාබන් ඩයොක්සයිඩ් හිරවීම නිසා කුහර සැදුනු ස්විස් චීස්

පාරිභෝගික වැඩි කැමැත්ත සඳහා විවිධ ස්වාදයන්, වයනයන්, හා ආකර්ශනීය ලක්ෂණ බිහි කිරීමට චීස් කර්මාන්තයේදි ඉහත දැක්වූ ක්ෂුද්‍රජීවීන් යොදා ගනී.

මාළු පැසවීම

ලුණු ද්‍රාවණ සහිත භාජනවල ගිල්වා නිර්වායු තත්වයකදී මාළු පැසවීමට භාජනය කෙරේ. ගොරකා (*Garcinia cambogia*) හා පොටෑසියම් නයිට්‍රේට් මෙම ද්‍රාවණයට එක්කෙරේ. එමගින් බිඳ දැමීම මගින් නව විශේෂිත ස්වාදයන් බිහිකෙරේ. මත්ස්‍ය පේශීන් තුළ ස්වභාවිකව පවතින එන්සයිම මගින් පේශීන්ගේ වයනය මෘදු කරන අතරම, ප්‍රෝටීන සරල සංයෝග බවට බිඳ දැමේ. ජාඩි, ලංකාවේ මෙලෙස සැකසෙන ආහාරයකි. පිලිපිනයේ හා ඉන්දුනීසියාවේ පැසවාගත් මාළු ජනප්‍රිය ආහාරයකි. පැසවාගත් මාළු සැකසීම විශේෂිත පාරිභෝගික අවශ්‍යතාවයන් වෙත යොමුවන නිවෙස් ආශ්‍රිත සුළු කර්මාන්තයකි. ලුණු සමග මාළු මැටි භාජනවල බහා දිගුකලක් පොළොව යට වළලා තැබීමෙන් සියලුම මත්ස්‍ය පේශීන් දියරයක් බවට හරවා ගත හැකිය. මෙය මාළු සෝස් නිපදවීමේ ක්‍රමයකි. මෙහිදී බැසිලස් (*Bacillus*), මික්රෝකොකස් (*Micrococcus*), ලැක්ටෝබැසිලස් (*Lactobacillus*) හා ජසියුඩෝමොනස් (*Pseudomonas*) ක්ෂුද්‍රජීවීන් ක්‍රියාත්මක වේ.

(*Staphylococci*) හා මික්රෝකොකස් (*Micrococcus*) භාවිත වේ. ක්ෂුද්‍රජීවීන් මස් ප්‍රෝටීන බිඳ දැමීම නිසා අම්ල, පෙප්ටයිඩ, ඇමයිනෝ අම්ල, ඇමීන, හා විවිධ කාබනික අම්ල නිපදවේ. මෙම සංයෝග මගින් පැසවෙන මස් වලට විවිධ ස්වාදයන් එක්කෙරේ. මස් පැසවීමේදී විෂකාරක ක්ලොස්ට්‍රිඩියම් බොටුලිනම් (*Clostridium botulinum*) ක්ෂුද්‍රජීවියා වැඩීම පාලනය කිරීමට නයිට්‍රයිට හා නයිට්රේට එක්කෙරේ. නයිට්‍රයිට හා නයිට්රේට පැසුණු මස්වලට ප්‍රිය ජනක රෝස වර්ණයක් දීම මගින් වඩාත් ආකර්ශනීය කෙරේ. සම්ප්‍රදායික සොසේජස් නිෂ්පාදනයේදී ලැක්ටෝබැසිලස් ප්ලන්ටාරුම් (*Lactobacillus plantarum*), ලැක්ටෝබැසිලස් කර්වේටස් (*Lactobacillus curvatus*) හා ලැක්ටෝබැසිලස් සාකේ (*Lactobacillus sake*) මූලිකව ක්‍රියාත්මක වේ. කාර්මිකව මස්

වගුව 1 - මස් නිෂ්පාදන පැසවීමේදී බහුලව යොදාගන්නා ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්

Lactobacillus	Pediococcus	Micrococcaeae	Yeasts	Molds
L. plantarum	*P. acidilactici*	*M. varians*	*Debaromyces hansenii*	*Penicillium nangiovense*
L. sake	*P. pentosaceus*	*Staphylococcus xylosus*		
L. curvatus				
L. pentosus		*Staphylococcus carnosus*		

කල්තබාගැනීමේ හැකියාව හා ස්වාදය බිහිකෙරේ. ලුණු මගින් අනවශ්‍ය ක්ෂුද්‍රජීවීන් පාලනය කරන අතර ලැක්ටික් අම්ල නිපදවන බැක්ටීරියාවන් සක්‍රිය වීමට මග සැලසේ.
පොදුවේ ගත්කල මාළු පැසවීමේදී ලැක්ටෝකොක්ස් ප්‍රභේද (*Lactococcus species*), ලක්ටෝබැසිලස් බ්‍රැවිස් (*Lactobacillus brevis*) පීඩියෝකොකස් ප්‍රභේද (*Pediococcus species*) ක්‍රියාකාරී වේ. ක්ෂුද්‍රජීවීන් විසින් ලිපිඩ අණු සරල අණු බවට

මස් නිෂ්පාදන පැසවීම

මස් නිෂ්පාදන පැසවීමේදී, කල්තබා ගැනීම එල්ලකොටගෙන ආම්ලික තත්වයක් බිහිකෙරේ. සොසේජස්, හැම් හා සලාමි වඩාත් ප්‍රචලිත පැසවූ මස් නිෂ්පාදන ය. සම්ප්‍රදායික මස් පැසවීමේදී ස්වභාවික ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාවන් යොදා ගනී. කාර්මික මට්ටමින් මස් පැසවීමේදී ආරම්භක මුහුන් ලෙස ලැක්ටික් අම්ල නිපදවන බැක්ටීරියා, ස්ටැෆිලොකොකයි

නිෂ්පාදන පැසවීමේදී, කටුවලින් මස් ඉවත් කොට අඹරා ගම්මිරිස් කුඩු, ලුණු හා නයිට්‍රයිට එක්කෙරේ. එයට ලැක්ටෝබැසිලස්, හා මික්රෝකොකස් එක්කෙරේ. එම මිශ්‍රණය විශේෂිත සියුම් පාරදෘශ්‍ය කොපු තුළ බහා උෂ්ණත්වය හා සාපේක්ෂ ආර්ද්‍රතාවය පාලනය කළ තත්වයක් යටතේ පැසීමට ඉඩ සැලසේ. යීස්ට් හා පෙනිසිලියම් වැනි ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් ලිපිඩ හා ප්‍රෝටීන බිඳ දැමීමෙන් නව ස්වාදයන් බිහි කර ගනී. මේ සඳහා

යොදාගන්නා විවිධ ක්‍ෂුද්‍ර ජීවීන් පළමු වගුවේ පෙන්නුම් කරයි.

එළවලු නිෂ්පාදන පැසවීම

පැසවාගත් එළවලු වර්ග ආසියාවේ බහුලව භාවිත වේ. එළවලු වර්ගවල පවතින එන්සයිම අක්‍රිය වන ලෙස තාපයෙන් රත්කොට (blanching), අහිත කර බැක්ටීරියා ක්‍රියාවන් පාලනයට ලුණු යොදා ඇසුරුම් කර ලැක්ටෝබැසිලස් ක්‍ෂුද්‍රජීවීන් මගින් පැසවා එහි pH අගය අඩුකරනු ලැබේ. ගෝවා පැසවීමෙන් නිපදවෙන සවර්ක්‍රවුට් (sauerkraut) ජර්මනියේ ජනප්‍රිය ආහාරයකි. එලෙසම කොරියාවේ හා නැගෙනහිර ආසියාවේ ප්‍රචලිත ආහාරයකි, කිම්චි (kimchi). කිම්චි පැසවීමේදී ගෝවා හෝ ගර්කින් සමග සුදුළුනු, ඉඟුරු හා මිරිස් කුඩු මිශ්‍ර කරගනී. එළවලු පැසවීමේදී බහුලව ක්‍රියාකාරී වන්නේ එන්ටරෝබැක්ටීරියේසි (*Enterobacteriaceae*), ලැක්ටික් අම්ල බැක්ටීරියා (lactic acid bacteria) හා යීස්ට් ය. ලියුකොනොස්ටොක් මිසෙන්ටෙරොයිඩ්ස් (*Leuconostoc mesenteroides*), පීඩියෝකොකස් පෙන්ටොසාසියස් (*Pediococcus pentosaceus*), පීඩියෝකොකස් ඇසිඩිලැක්ටිසි (*Pediococcus acidiolactici*), ලැක්ටෝබැසිලස් බ්‍රෙවී (*Lactobacillus brevi*), ලැක්ටෝබැසිලස් ප්ලන්ටාරුම් (*Lactobacillus plantarum*) හා ලැක්ටෝබැසිලස් පෙන්ටෝසස් (*Lactobacillus pentoses*) ය. මෙම ක්‍ෂුද්‍රජීවීන් අඩු ලවණ හා අඩු ආම්ලික තත්වයන් යටතේ ක්‍රියාකාරී වේ.

පැසවීමට භාජනය කල ගර්කින් ආසියාවේ ජනප්‍රිය ආහාරයකි. මෙම පැසවීමේදී ටොරියුලොප්සිස් (*Torulopsis*), බ්‍රෙටනොමයිසිස් (*Brettanomyces*), සයිගොසැකරෝමයිසිස් (*Zygosaccharomyces*), හන්සෙනියුලා (*Hansenula*) හා ක්ලොයකෙරා (*Kloeckera*) ක්‍ෂුද්‍රජීවීන් ක්‍රියාත්මක වේ. මෙයට අමතරව ඩෙබරෝමයිසිස් (Debaromyces), පිචියා (Pichia) සහ මයිකෝඩර්මා (Mycoderma) ගණයන්හි ඔක්සිකාරක යීස්ට් වාර්තා වී ඇත. මෙම සමහර ක්‍ෂුද්‍රජීවීන් පැසෙන එළවලු මත සිනිඳු පටල ලෙස පවතී. මෙම සියලුම ක්‍ෂුද්‍රජීවීන් සාමාන්‍යයෙන් එළවලු මත ස්වභාවිකව පවතිමින් අඩු ආම්ලික හා අඩු ලවණ තත්වයේදී ක්‍රියාකාරී වේ. මෙම ක්‍ෂුද්‍රජීවීන් අතර සමහරෙක් පැසවීමේ ක්‍රියාවලියේ විවිධ අවස්ථාවන්හිදී පවතින ලවණ, කාබෝහයිඩ්‍රේට හා අම්ල ප්‍රමාණයන් අනුව ප්‍රබලව ක්‍රියාකාරී වේ. පැසවාගත් එළවලු සම්බන්ධව සෞඛ්‍යමය වටිනාකම් දැක්වෙන වාර්තා ඇත. ඒ අතර ආහාර දිරවීමේ පහසුව පිළිබඳ වාර්තා කිම්චි ආශ්‍රිතව ඇත.

සෝයාබෝංචි පැසවීම

මිසෝ (miso), සුෆු (sufu), හා නැටෝ (nato) බොහෝ රටවල ප්‍රචලිත සෝයාබෝංචි නිෂ්පාදන වේ. ශාකමය ආහාර පමණක් පරිභෝජනය කරන්නන්, පැසීමට භාජනය නොකළ සොයා කිරි හා ටෝෆු (tofu) මස් මාංශ වෙනුවට කෑමට ගනිති. කිරි ආහාර පැසවීමට යොදාගන්නා තාක්ෂණය මගින් සොයා කිරි යොදාගෙන යෝගට්, බටර් හා චීස් සකසා ගනී. සෝයාබෝංචි තුල පවතින ප්‍රතිපෝෂක ලෙක්ටින්ස් (lectins) හා ෆයිටික් අම්ලය (phytic acid) පැසවීමේදී අක්‍රිය වේ. ෆයිටික් අම්ල මගින් ආහාරයේ අඩංගු ලවන වර්ග බැඳ ගැනීම නිසා මිනිස් සිරුරට අහිමිවේ. පොදු සෝයා නිෂ්පාදන කිහිපයක් සකසන අයුරු පහත විස්තර කෙරේ.

මීසෝ:

මෙහිදී කොජි (koji) නමින් හඳුන්වන මුහුන් යොදා ගෙන මීසෝ නමැති ඝන තලපයක් නිපදවේ. මෙම පැසවීම සඳහා යොදාගන්නා ඇස්පජිලස් ඔරයිසි (*Aspergillus oryzae*) දිලීරය සෝයා බෝංචි තුළ ඇති සංකීර්ණ කාබෝහයිඩ්‍රේට සංයෝග සරල සංයෝග බවට හරවා කොජි නිපදවේ. ලවණ එක්කොට තවදුරටත් පැසීමට භාජනය කරන කොජි, බැක්ටීරියා හා යීස්ට් මගින් පැසවේ. කොජි නමැති වචනය වරෙක මුහුන් හැඳින්වීමටත්, වරෙක පැසීමේ ක්‍රියාවලිය හැඳින්වීමටත් උපයෝගී කරගනී. මෙම නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියට වසර දෙකක් පමණ කාලයක් ගනී. මීසෝ සුප් වල සංඝටකයක් ලෙසද, එළවලු අච්චාරු වල සංඝටකයක් ලෙසද, මස් වල රසය තියුණු කිරීමටද යොදා ගැනේ. එහි අධික ප්‍රෝටීන, විටමින හා ලවණ ප්‍රමාණයන් ඇත.

ටෙම්පේ:

ටෙම්පේ ඉන්දුනීසියාවේ බහුලව භාවිතා වන සෝයා නිෂ්පාදනයකි. ටෙම්පේ පැසීමේ ක්‍ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාවලිය ගැඹුරු ලෙස අධ්‍යයනය කල මහාචාර්ය K. H. ස්ටයින්ක්‍රවුස් නමැති ඇමරිකානු ක්‍ෂුද්‍ර ජීවී විද්‍යාඥයා එම ක්‍රියාවලිය ජාත්‍යන්තර නීති වලට අනුකූලවන හා ආහාර ආරක්ෂිතතාවය රැකෙන නවීන ආහාරයක් බවට පර්වර්තනය කලේය. සෝයා ඇට ඝන තත්වයේදීම පැසීමට ලක්කර එය කේක් කැබලිවල ස්වභාවයට නිපදවීමට ඔහු සමත්විය. පැසවීමේ ක්‍රියාවලිය සිදු වන්නේ ඇස්පර්ජිලස් ඔරයිසි දිලීරය මගිනි. මස් වැනි රසයක් හා පෝෂණීය ගුණයක් ඇති ටෙම්පේ, මාංශ ආදේශකයක් ලෙස හැඳින්වේ. එය කැබලිවලට කඩා හෝ පෙති කපා තෙල් රහිතව හෝ සහිතව බැද, භෝජනය කෙරේ.

සෝයා සෝස්:

බෞද්ධ සංස්කෘතියේ අංගයක් වන නිර්මාංශ ආහාර හා බැඳුනු වසර 2500ක අතීතයක් සෝයා සෝස් සමග ඇත. එහි ආරම්භක රටවන චීනයේ හා අනිකුත් රටවල බත් රස ගැන්වීමේ සංඝටකයක් ලෙස සොයා සෝස් භාවිත වේ. එය පැසවීම පියවර දෙකකින් ඉටුකෙරේ. පළමු පියවරේදී කොජි හා තවත් දිලීර වර්ග භාවිත කෙරේ. කුඩු කරන ලද සෝයා බෝංචිවල පවතින සංකීර්ණ සංයෝග සරල සංයෝග බවට මෙම පළමු පියවරේදී හැරවේ. මෙම පැසීමේ ක්‍රියාව සඳහා ප්‍රෝටීන බිඳ දමන එන්සයිම (proteases) හා කාබෝහයිඩ්‍රේට බිඳදමන එන්සයිම (amylases)

වගුව 02- ස්වභාවික වර්ණක ලෙස ආහාරයන්හි භාවිත වන හෝ භාවිත කිරීමේ හැකියාව ඇති ක්ෂුද්‍රජීවීන් ගෙන් ලබාගතහැකි සංයෝග

නම	වර්ණය (භාවිතයට ඇති අවසරය)	ක්ෂුද්‍රජීවියා
ඇස්ට්‍රොසැන්තීන් Astaxanthin	රතු-තැඹිලි (මාළු හා මාංශ ආහාර)	*Basidiomycetous yeasts*
බීටා කැරොටීන් Beta-carotene	රතු-තැඹිලි (විවිධ ආහාර)	*Dunaliella salina, Blakeslea trispora*
Canthaxanthin	තැඹිලි - තද රෝස (සැමන් හා කුකුළු මස්)	*Bradyrhizobium sp.*
ලයිකොපීන් Lycopene	දීප්තිමත් රතු (මස් වර්ග)	*Fusarium, Sporotrichioides, and Blakeslea trispora,*
මෙලනීන් Melanin	කළු (විවිධ ආහාර)	*Several micro-organisms*
ෆයිකොක්යැනින් Phycocyanin	ක්ලොරොෆිල් වලින් ලබාගන්නා නිල් වර්ණක (පැණි රස ආහාර හා අයිස් ක්‍රීම්)	*Aphanizomenon flos-aquae and Spirulina*
ප්‍රොඩිජියොසින් Prodigiosin	රතු (කාබනීකරණය කල බීම, කිරි හා යෝගට්)	*Serratia marcescens*
රයිබොෆ්ලේවීන් (විටමින් බී2) Riboflavin (Vitamin B2)	කහ (කිරි ආහාර, උදැසන ධාන්‍යමය ආහාර, සොසස් , පලතුරු බීම හා ශක්තිජනක පානයන්)	බොහෝ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් නිපදවති
වයොලැසීන් Violacein	(ආහාර වර්ණක ලෙස යොදාගැනීමේ හැකියාව ඇත)	*Chromobacterium violaceum*

දිලීරය මගින් නිකුත් කෙරේ. දෙවන පියවරේදී ටෙට්රාජිනොකොකස් හැලෝෆිලස් (*Tetragenococcus halophilus*) බැක්ටීරියාව හා සැයිගෝසැකරෝමයිසිස් රෞක්සි (*Zygosaccharomyces rouxii*) යීස්ට් වර්ගය මගින් පැසවීම සිදුකෙරේ. එමගින් එතනෝල්, ලැක්ටික් අම්ලය හා වෙනත් විශේෂිත ස්වාද ජනක සංයෝග නිපදවේ. දෙවන අදියරයේ යොදන මුහුන් වර්ගය මොරොමි (moromi) ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රෝටීන වලින් නිපදවෙන මොනොසෝඩියම් ග්ලුටමේට් සොයා සෝස් තුළ බහුලව ඇත. ස්වාදය උද්දීපනය කිරීමේ සංයෝගයක් වන මොනොසෝඩියම් ග්ලුටමේට් සෝයා සෝස් මත සැලකිය යුතු ස්වාදයක් ඇතුළත් කෙරේ. ලෝක ආහාර කර්මාන්තයේ වැදගත් රසකාරකයක් ලෙස සෝයා සෝස් භාවිතා වේ.

නැටෝ:

නැටෝ (nato) ජපානයේ සම්ප්‍රදායික මුලික ආහාරයකි. එය පැසවීමට යොදාගන්නා ක්ෂුද්‍රජීවී මිශ්‍රණයෙහි බැසිලස් සබ්ටිලිස් නැටෝ (*Bacillus subtilis nato*) බැක්ටීරියාව ප්‍රමුඛය. නැටෝ බහුලවම පරිභෝජනයට ගන්නේ උදේ ආහාරයක් ලෙසය. ප්‍රෝටීන, විටමින් හා ලවණ නැටෝ වල බහුලය. ඒ අතර විටමින් K වැදගත්ය. ප්‍රබල ස්වාදයක්, සුවඳක්, දිව හාරවන රසයක් හා වයනයක් නැටෝවල ඇත. එය උසස් පෝෂණමය ආහාරයක් ලෙස ජපානයේ ප්‍රචලිතය.

මොනෝ සෝඩියම් ග්ලුටමටේ පැසවීම

මොනෝ සෝඩියම් ග්ලුටමටේ 1908 දී මුහුදු පැළෑටිවලින් සොයාගත් රස උද්දීපකයකි. ජලවිච්ඡේදනය කළ මයියොක්කා පිටි, බීට් සීනි, උක් සීනි, හෝ මෝලැසස්වලට ඇමෝනියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් එකතුකර පැසවා ගැනීමෙන් කාර්මිකව මොනෝ සෝඩියම් ග්ලුටමේට් නිපදවාග නී. මික්රෝකොකස් ග්ලුටනිකම් (*Micrococcus glutanicum*) හෝ කොරිනිබැක්ටිරියම් ග්ලුටනිකම් (*Corynebacterium glutanicum*) බැක්ටීරියාවන් මගින් එය පැසවේ. මොනෝ සෝඩියම් ග්ලුටමේට් නිපදවෙන රසායනික ප්‍රතික්‍රියාව පහත දැක්වේ.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + 3O_2 + 2NH_3 \rightarrow 2C_5H_9O_4N + 2CO_2 + 5H_2O$$

මොනෝ සෝඩියම් ග්ලුටමේට් බොහෝ ආහාර තුළ ස්වභාවිකව සුළු වශයෙන් පවතින බැවින් එය ස්වභාවික සංයෝගයක් ලෙස සැලකේ. පිරිසිදු කළ එම සංයෝගය සුදු කැටිති ලෙස ඇත. එය ලොවෙහි වැඩියෙන්ම භාවිත වන ආහාර ආකලනයයි.

ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගෙන් ලබාගන්නා ආහාර වර්ණක

පාරිභෝගිකයා බොහෝවිට කෘත්‍රිම වර්ණක සහිත ආහාර වලට වඩා රුචියක් ස්වාභාවික වර්ණ සහිත ආහාර සඳහා දක්වති. රස

උද්දීපක මෙන්ම ස්වභාවික වර්ණක නිපදවීමටද ක්ෂුද්‍රජීවීන්ට හැකිය. කැරටිනොයිඩ්ස් (carotenoids) හා ඇන්තෝසයනින් (anthocyanin) වැනි ක්ෂුද්‍රජීවීන් නිපදවන වර්ණක ආහාර සඳහා කාර්මික වශයෙන් බහුලව යොදාගැනේ. ෆ්ලේවින් වර්ග (flavins), මෙලනින් වර්ග (melanins), ක්විනින් වර්ග (quinines), මොනැසින් වර්ග (monascins) හා වයලසින් වර්ග (violacein) වැනි වර්ණයන් ක්ෂුද්‍රජීවීන් තුළ නිපදවේ. ක්ෂුද්‍රජීවී වර්ණයන් ප්‍රති ඔක්සිකාරක, වර්ණ උද්දීපකයන් හා කාර්යමය ආහාර වශයෙන් ද ක්‍රියා කරයි. දැනට භාවිතයේ පවතින හා අනාගතයේදී යොදාගත හැකි ක්ෂුද්‍රජීවී වර්ණක වගු අංක 2 හි පෙන්නුම් කෙරේ.

මොනෝ සෝඩියම් ග්ලුටමේට් කාර්මිකව නිපදවෙන ආකාරයටම අනාගතයේදී ක්ෂුද්‍රජීවී වර්ණක කර්මාන්තය ප්‍රචලිත වනු ඇත. කෙසේ නමුත්, කෘත්‍රිම වර්ණක සමග ඇතිවන තරඟය, නීතිමය වශයෙන් අවසර ලබා ගැනීමේ අවශ්‍යතාවය හා නිපදවීමට වැයවන අධික වියදම මේ සඳහා බාධක වේ. කෘත්‍රිම වර්ණක මෙන් නොව ස්වභාවික වර්ණකයන්හි වර්ණ හා පැහැයෙහි තීව්‍ර බව විවිධ ආහාරයන්හිදී වෙනස් වේ. කෙසේ නමුත් මෙම දුර්වල තාවය මගහරවා ගැනීමට ක්ෂුද්‍ර-කැප්සියුල නිපදවීම, නැනෝ-තෛලෝද හා නැනෝ-සූත්‍රායන වැනි නව තාක්ෂණ මගින් ආහාරයන්ගේ බලපෑම අවම කරගත හැකිය.

හතු වගාව හා ආහාර කර්මාන්තය

දිලීරයන්හි බීජ රැගත් පලතුරු ගෙඩි ලෙස හතු විස්තර කළ හැකිය. හතු කාර්මිකව වගා කෙරෙන මිනිස් පරිභෝජනය උදෙසා ආහාරයක් ලෙස ලංකාවේ හා බොහෝ රටවල ප්‍රචලිතය. හතු පරිභෝජනයෙන් ලැබෙන කැලරි ප්‍රමාණය, කාබෝහයිඩ්රේට ප්‍රමාණය හා මේද ප්‍රමාණය ස්වල්පය. සෙලේනියම්, පොටෑසියම්, රයිබෝෆ්ලේවින්, නයසින්, විටමින් D හා ප්‍රෝටීන හතු තුළ බහුලය. ආහාර ලෙස වඩාත්ම බහුලව වගාකරන හතු වර්ග නම් අගාරිකස් බයිස්පොරස් (*Agaricus bisporus*), ලේන්ටිනස් ඉඩොඩ්ස් (*Lentinus edodes*), ප්ලියුරෝටස් ප්‍රභේද (*Pleurotus spp*) සහ ෆ්ලම්යුලිනා වෙලුටිප්ස් (*Flammulina velutipes*) ය. ද්විතීය පරිවෘත්තික ක්‍රියාවන් හරහා ටර්පින්ස් (terpenes), ස්ටේරොයිඩ්ස් (steroids), ඇන්ත්‍රාක්විනොන්ස් (anthraquinones), බෙන්සොයික් සංයෝග (benzoic acid derivatives) හා ක්විනොලින් (quinolone) වැනි නව ප්‍රති ක්ෂුද්‍රජීවී සංයෝග නිපදවන හතු වර්ග වැදගත්ය. හතු වර්ග පෙප්ටයිඩ, ප්‍රෝටීන හා ඔක්සලික් අම්ලය ලබාගැනීමටද යොදා ගත හැකිය. අත්‍යවශ්‍ය මේද අම්ලයක් වන ලිනොලිනික් (linolenic) අම්ලය, හතු වලින් ලැබේ. ආහාරයන්ට එක්කරන ද්‍රව්‍යයක් ලෙස වියලා කුඩු කරගත් හතු පිළිබඳ විද්‍යාත්මක උනන්දුවක් ඇත. ශිටාකේ හතු ලෙසින් හඳුන්වන ලේන්ටිනස් ඉඩොඩ්ස් (*Lentinus edodes*) ක්‍රියාකාරී ඖෂධ වෙන්කරගැනීමට භාවිත වේ. ඉතා අඩු ඉඩ ප්‍රමාණයක වගා කිරීමේ හැකියාව හා වැඩි ප්‍රෝටීන ප්‍රමාණයක් අන්තර්ගත වීම නිසා, හතු කාර්මිකව නිපදවියහැකි ක්ෂුද්‍රජීවී වර්ගයේ ආහාරයකි. එය දැනටමත් ශ්‍රී ලංකාවේ සිදුවෙමින් පවතී.

ආහාර පැසවීම හා ජෛවතාක්ෂණය

ජෛවතාක්ෂණයයේදී, ජෛව විද්‍යාව හා ඉංජිනේරු තාක්ෂණය මුසු කිරීම මගින් ක්ෂුද්‍රජීවීන්, එන්සයිම ක්‍රියාකාරකම්, සෛල ක්‍රියාකාරකම් හා ඒවායේ අණුක මට්ටමේ ක්‍රියාකාරකම් එක්කොට නව නිෂ්පාදන හා නව සේවාවන් සැපයීම කෙරෙහි අවධානය මෙම තාක්ෂණය මගින් ක්ෂුද්‍රජීවීන් යොදා විවිධ සංයෝග නිපදවීමේ හැකියාව මානව සුබසෙත සඳහා යොදාගත හැකිය. මෙම ක්‍රියාවලිය සඳහා විශාල විද්‍යාත්මක වියදම්, යන්ත්‍ර සූත්‍ර හා ඒ සඳහා කැපවිය හැකි විශාල කර්මාන්ත අවශ්‍යය.

(අධ්‍යාපනික අවශ්‍යතාවයන් පෙරදැරි කොටගෙන සැකසුනු මෙම ලිපිය සඳහා විවිධ විද්‍යාත්මක පළකිරීම් තුලින් කරුණු ලබාගත් අතර ඒ සැමට කෘතඥ වෙමි)

මහාචාර්ය උපාලි සමරජීව
සම්මානිත මහාචාර්ය
ආහාරවිද්‍යාව හා තාක්ෂණය
පේරාදෙණිය විශ්වවිද්‍යාලය.

වෛද්‍ය විද්‍යාව සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ සහය

වෛද්‍ය.එස්. එස්.වික්‍රමසිංහ

ක්ෂුද්‍රජීවීන් පෘථිවිය මත සර්වත්‍රික වන අතර, අනෙකුත් සියලු සතුන් හා මිනිසුන්ගේ පැවැත්මට අත්‍යවශ්‍ය වේ. මෙම ක්ෂුද්‍රජීවීන් ප්‍රෝකැරියෝටාවන්/ ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික (Prokaryotes) හෝ ඉයුකැරියෝටාවන්/සූන්‍යෂ්ටික (eukaryotes) ගණයට අයත්වන අතර, ඒකසෛලික හෝ බහුසෛලික ජීවීන් ලෙස දක්නට ලැබේ. බැක්ටීරියා හා ආකියා ප්‍රාග්න්‍යෂ්ටික ජීවීන් වන අතර, ඔවුන් තුළ න්‍යෂ්ටියක් නොමැත. ඉයුකැරියෝටා අධිරාජධානියට ප්‍රෝටෝසෝවා (protozoa) සහ දිලීර (fungi) වැනි ක්ෂුද්‍රජීවීන් අයත් වන අතර, ඔවුන් තුළ න්‍යෂ්ටික පටලයකින් වටවූ න්‍යෂ්ටියක් ඇත.

බැක්ටීරියා

බැක්ටීරියාවන් ආලෝක අන්වීක්ෂයක් භාවිතයෙන් නිරීක්ෂණය කළ හැකි, ඒකසෛලික ප්‍රෝකැරියෝටාවන්

ස්ට්‍රෙප්ටොකොකැස විශේෂ | ඊ. කෝලයි

වන අතර, ඔවුන් තුළ න්‍යෂ්ටිය, මයිටොකොන්ඩ්‍රියා, ගොල්ගි දේහ වැනි ඉන්ද්‍රියිකා නොමැත. බැක්ටීරියාවන් සතුව සෛල බිත්තියක් ඇති අතර, සෛල බිත්තියක් නොමැති බැක්ටීරියාවන් ධාරක සෛල තුළ ජීවත් වීමට හැඩ ගැසී ඇත. බැක්ටීරියාවන් වර්ගීකරණය කිරීම

Aspergillus spp. | *C. difficile*

සඳහා ඒවායේ ප්‍රමාණය (1-20 µm), හැඩය (ගෝලාකාර, දණ්ඩාකාර, සර්පිලාකාර) සහ පිහිටීම (වෙන් වෙන් වශයෙන්, තන්තු ලෙස කාණ්ඩ වශයෙන්) සලකනු ලැබේ. නිශ්චිත වර්ගීකරණයක් සඳහා රූපාණු දර්ශ හා ප්‍රවේණි දර්ශ පදනම් කරගනිති.

වයිරස

වයිරස යනු 18nm සිට 600nm දක්වා විෂ්කම්භයකින් යුත් කුඩාම ආසාදිත අංශු වේ. බොහෝ වයිරසවල විෂ්කම්භය 200nm ට වඩා අඩු වන අතර ඒවා ආලෝක අන්වීක්ෂයෙන් නිරීක්ෂණය කළ නොහැක. වයිරසයක් තුළ සාමාන්‍යයෙන් ඩිඔක්සිරයිබොනියුක්ලික් අම්ලය (DNA) හෝ රයිබොනියුක්ලික් අම්ලය (RNA) අඩංගු වන අතර එකම වයිරසය තුළ එම නියුක්ලික් අම්ල 2කම අඩංගු නොවේ. මෙම න්‍යෂ්ටික අම්ල ප්‍රෝටීන කවචයක් තුළ, මේද අම්ලවලින් සෑදුණු පටලයකින් ආවරණය වී හෝ නොවී පිහිටයි. වයිරස අන්තර් සෛලීය ජීවීන් වන අතර වර්ධනය සඳහා සෑමවිටම ධාරක සෛල අවශ්‍ය වේ. වයිරස් විශේෂ 2000 කට වඩා හඳුනා ගෙන ඇති අතර, එයින් මිනිසුන්ට සහ සතුන්ට ආසාදන ඇති කරනුයේ විශේෂ 650ක් පමණි.

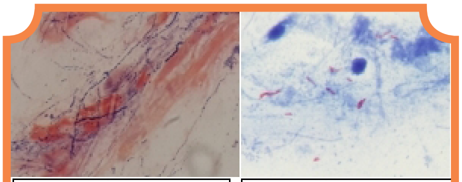
දිලීර

දිලීර යනු සංකීර්ණ සෛල ව්‍යුහයක්, හොඳින් වර්ධනය වූ න්‍යෂ්ටියක්, මයිටොකොන්ඩ්‍රියා, ගොල්ගි දේහ සහ අන්තඃප්ලාස්මීය ජාලිකා අඩංගු සූන්‍යෂ්ටික (eukaryotes) ජීවීන් වේ. ඒවා ඒක සෛලික ආකාරයෙන් (යීස්ට්) හෝ සූතිකා ආකාරයෙන් (පුස්) පැවතිය හැකිය. සමහර දිලීර ඉහත දෙයාකාරයෙන්ම පැවතිය හැකි අතර එක් උෂ්ණත්වයකදී ඒකසෛලික ආකාරයෙන්ද තවත් උෂ්ණත්වයකදී සූත්‍රිකා ආකාරයෙන්ද දැකිය හැකිය. මේවා ද්විරූපි දිලීර ලෙස හඳුන්වන අතර හිස්ටොප්ලාන්මා (Histoplasma), බ්ලාන්ටෝමයිනිස් (Blastomyce) සහ කොසිඩිඕඅයිඩිස් (Coccidioide) වැනි දිලීර ඒ සඳහා උදාහරණ වේ.

පරපෝෂිතයන්

පරපෝෂිතයන් ඒක සෛලික හෝ බහු සෛලික වේ. ඒවා විෂ්කම්භය 4-5µm වන කුඩා ප්‍රොටෝසෝවාවන්ගේ සිට 10m දිගැති පටි පණුවන් දක්වා වන විශාල පරාසයක් තුළ විහිදේ. ඒවායේ ජීවන චක්‍ර සංකීර්ණවන අතර සමහර පරපෝෂිතයන් මිනිසුන් සමඟ ස්ථිර සබඳතාවක් ගොඩනගා ගැනීමට සමත්ය. අනෙකුත් පරපෝෂිතයන් සත්ව ධාරකයන් තුළ සංවර්ධන අවධීන් මාලාවක් හරහා ගමන් කරති.

මිනිසා ගත් කළ, මිනිසුන්ගේ සම, නාසය, මුඛය, ආන්ත්‍රික මාර්ගය සහ මෞත්‍ර ලිංගික පද්ධති ඇතැම් බැක්ටීරියා, දිලීර හා පරපෝෂිතයන්ගෙන් ජනාවාස වී ඇත. මෙම පරපෝෂී ක්ෂුද්‍රජීවීන් සමහරක් තාවකාලික ජනාවාස සාදන අතර තවත් සමහරක් ස්ථිර පරපෝෂිත සම්බන්ධතාවයන් ඇති කර ගනී. මෙම ක්ෂුද්‍රජීවීන් මිනිසුන්ගේ ප්‍රතිශක්තිකරණ පද්ධතියේ වැඩි දියුණුව, පරිවෘත්තීය ක්‍රියාකාරකම් ලෙස ආහාර දිරවීම සහ අනවශ්‍ය රෝග කාරක ආසාදනයන්ගෙන් ආරක්ෂා වීමවැනි ක්‍රියාවන් සඳහා ඉතා වැදගත් වේ. මෙවැනි ජීවීන්, සහජීවී ක්ෂුද්‍රජීවීන් ලෙස හැඳින්වේ.



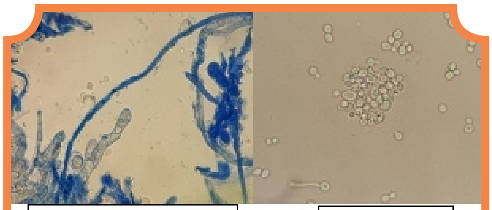
Streptomyces spp. (x10x 100x1) | *Mycobacterium* spp. (x10x 100x1)

ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ ප්‍රයෝජන

පෘථිවියේ සිටින මිලියන ගණනක් වූ ක්ෂුද්‍රජීවීන් අතුරින්, රෝග කාරක ජීවීන් වන්නේ ඉතා කුඩා කොටසකි. සාමාන්‍යයෙන් බොහොමයක් ජීවීන් මිනිස් ජීවිතයට තර්ජනයක් නොවන අතර ඒවා විවිධ ආකාරවලින් අපට ප්‍රයෝජනවත් වේ.

ප්‍රතිජීවක ඖෂධ නිෂ්පාදනය

ප්‍රතිජීවක ඖෂධ යනු ක්ෂුද්‍රජීවීන් විනාශ කරන හෝ වර්ධනය වීම වළක්වන රසායනික ද්‍රව්‍යවන අතර ඒවා ක්ෂුද්‍රජීවී ආසාදන වලට ප්‍රතිකාර කිරීමට භාවිතා කරයි. මෙම ප්‍රතිජීවක ඖෂධ විවිධ නම් වලින් හැඳින්වේ.



Filamentous fungi (x10x 40x1) | Yeasts (x10x 40x1)

උදා: Antibiotics (ප්‍රති-බැක්ටීරියාමය හෙවත් බැක්ටීරියා වලට එරෙහිව ක්‍රියා කරන), antivirals (ප්‍රති- වෛයිරසීය හෙවත් වෛරස් වලට එරෙහිව ක්‍රියා කරන) සහ antifungals (ප්‍රති දිලීරමය හෙවත් දිලීර වලට එරෙහිව ක්‍රියා කරන) ප්‍රතිජීවක ඖෂධ ස්වභාවිකව නිපදවා ගැනීමට පාංශු බැක්ටීරියා සහ දිලීර යොදා ගනු ලැබේ. මෙම ඖෂධ රෝග කාරක ක්ෂුද්‍රජීවීන් මත විවිධාකාරයෙන් ක්‍රියාකර ඒවා විනාශ කරනු ලැබේ.

උදා:-බැක්ටීරියාවන්ගේ සෛල බිත්ති හා පටල සෑදීම වැළැක්වීම. බැක්ටීරියාවන්ගේ ප්‍රෝටීන හෝ න්‍යෂ්ටික අම්ල නිෂ්පාදනය වැළැක්වීම.

ප්‍රතිජීවක ඖෂධ භාවිතය මුලින්ම ආරම්භ වූයේ 1929 දී ඇලෙක්සැන්ඩර් ෆ්ලෙමින් විසින් පෙනිසිලින් (Penicillin) සොයා ගැනීමත් සමඟය. ඒ අනුව පළමු ප්‍රතිජීවකය වන පෙනිසිලින්, *Penicillium notatum* දිලීරයෙන් නිස්සාරණය කෙරුණි. එලෙස පෙනිසිලින් සොයා ගැනීමෙන් වසර කිහිපයක් ඇතුළත එය බැක්ටීරියා ආසාදනවලට ප්‍රතිකාර කරන වාණිජමය ප්‍රතිජීවක ඖෂධයක් ලෙස භාවිතය ඇරඹුණි. ඉන්කෙටි කාලයක් තුළ ස්ට්‍රෙප්ටොමයිසින් (Streptomycin) සහ ක්ලෝරම්ෆෙනිකෝල් (Chloramphenicol) යන ප්‍රතිජීවක ඖෂධද සොයා ගැනුණු අතර මේවා තවමත් බැක්ටීරියා ආසාදන වලට ප්‍රතිකාර කිරීමට භාවිත කරති.

දැනට බහුලව භාවිතා වන ප්‍රතිජීවීක ඖෂධ Penicillium, Streptomyce, Cephalosporium, Micomonosporm සහ Bacillus spp යන ගණයන්ට අයත් ක්ෂුද්‍රජීවීන් භාවිතයෙන් නිස්සාරණය කරගනු ලැබේ. Polymyxin, colistin සහ cirulin වැනි සංයෝග බැක්ටීරියාවන්ට එරෙහිව ක්‍රියා කරන අතර, bacillomycin, mycobacillin සහ fungistatin වැනි සංයෝග දිලීර ආසාදනවලට එරෙහිව ප්‍රතික්‍රියා කිරීමට යොදා ගැනේ.

මෑත කාලයේ දී මුහුදේ හා සාගරයේ වෙසෙන ක්ෂුද්‍රජීවීන් පවා ප්‍රතිජීවක ඖෂධ සඳහා මෙන්ම පිළිකා නාශක ඖෂධ නිපදවීම සඳහා යොදා ගත හැකි බව පර්යේෂණ වලින් සොයාගෙන ඇත.

එන්නත් නිෂ්පාදනය

එන්නත් කිරීම හෝ ප්‍රතිශක්තිකරණය යනු රෝග කාරකයකට එරෙහිව ප්‍රතිශක්තිය ප්‍රේරණය කිරීම මඟින් ප්‍රතිශක්තිකරණය කළ පුද්ගලයා තුළ ආසාදනයක් ඇතිවීම වැළැක්වීමයි. මෙම එන්නත්වල අඩංගුව ඇත්තේ අජීවී ක්ෂුද්‍රජීවීන් හෝ ජීවී (නමුත් දුර්වල කරන ලද) හෝ රෝග කාරක කොටසක් වේ.

මෙලෙස ප්‍රතිශක්තිකරණය මඟින් බිහිසුණු රෝග මුළු ලෝකයෙන්ම සම්පූර්ණයෙන් තුරන් කර ඇත. (උදා: වසූරිය) තවත් සමහරක් රෝග ලෝකයේ ඇතැම් කලාපවලින් තුරන් කර ඇත (උදා: පෝලියෝ).

වගුව 01:- ශ්‍රී ලංකාවේ භාවිතා කරන සමහර එන්නත්

එන්නත	එන්නතේ ඇති ක්‍රියාකාරී සංඝටක	වළක්වන රෝග
BCG බී.සී.ජී	දුර්වල කරන ලද බැක්ටීරියාවන් (Mycobacterium bovis)	ක්ෂය රෝගය (Tuberculosis)
DT ද්විත්ව	උදාසීන කරන ලද විෂ- ටොක්සොයිඩ් (ගලපටලය හා පිටගැස්ම සාදන බැක්ටීරියා වර්ග වල)	ගලපටලය පිටගැස්ම
හෙපටයිටිස් බී (Hepatitis B)	හෙපටයිටිස් රෝග කාරක වයිරසය මතුපිට ඇති ප්‍රෝටීන	සෙංගමාලය (Hepatitis B)
පෝලියෝ (injectable)/ Salk එන්නත	මැරුණු වයිරස	පෝලියෝ
පෝලියෝ (oral)/ Sabin එන්නත	දුර්වල කරන ලද ජීවී පෝලියෝ වයිරස	පෝලියෝ
Hib හිබ්	බැක්ටීරියාවන්ගේ ආවරණය තුළ ඇති සංඝටක	*H. influenzae* type b බැක්ටීරියාව මගින් ඇති කරන ආසාදන
MMR එම්'එම්'ආර්	දුර්වල කරන ලද වයිරස (කම්මුල්ගාය" සරම්ප හා රුබෙල්ලා වයිරස)	කම්මුල්ගාය සරම්ප රුබෙල්ලා

ශ්‍රී ලංකාවේ භාවිතා කරන සමහර එන්නත් වර්ග ආසාදන වැළැක්වීමට පමණක් නොව වෙනත් ප්‍රයෝජන සඳහා ද භාවිත කළ හැකි වේ. උදා:BCG *(Bacillus Calmette-Guerin)*: මෙම එන්නත ක්ෂය රෝගයෙන් ප්‍රතිශක්තිකරණය වීමට නිර්මාණය කර ඇති නමුත් මුත්‍රාශයේ පිළිකා වලට ප්‍රතිකාර කිරීම සඳහාද යොදාගනු ලැබේ. එහි ඇති මයිකොබැක්ටීරියම් බැසිලසය පිළිකාවට එරෙහිව ප්‍රතිශක්තියක් උත්තේජනයකර පිළිකාව නැති කිරීම, නැවත ඇතිවීම වැළැක්වීමටද සමත්ය.

ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාව මඟින් හෝමෝන, එන්නත් සහ විටමින් නිෂ්පාදනය

ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාව යනු විද්‍යානුකූලව ජාන හැසිරවීමයි. එය ප්‍රතිසංයෝජිත ඩී.ඇන්.ඒ (recombinant DN) තාක්ෂණය ලෙසද හැඳින්වේ. ජාන ඉංජිනේරු විද්‍යාවේදී DNA කැබලි (ජාන) විවිධ ක්‍රම මඟින් ධාරකයකට හඳුන්වා දෙනු ලැබේ. මෙහිදී මෙම ආගන්තුක DNA ධාරකයාගේ ස්ථිර ලක්ෂණයක් බවට පත්වන අතර සෛල විභාජනයෙන් ඇතිවන දුහිතෘ සෛලවලටද සම්ප්‍රේෂණය වේ. මෙම ක්‍රමෝපාය විවිධ ජීවීන් අතර DNA හුවමාරු කිරීමේ දී, නව හෝමෝන සංශ්ලේෂණය දී හා ප්‍රතිසංයෝජක ප්‍රෝටීන නිපදවීමේදී භාවිතා කරනු ලැබේ.

උදා: මහාන්ත්‍රයේ සිටින ඊ. කෝලයි (Escherichia coli) බැක්ටීරියාවන් රයිබොෆ්ලේවින් (Vitamin B2) සහ විටමින් K යනාදිය වාණිජමය වශයෙන් සකස් කිරීම සඳහා යොදාගනී. මේවා විවිධ රෝග යන්ට ඌනතා ප්‍රතිකාර කිරීම සඳහා භාවිතයට ගනු ලැබේ.

මිනිස් පැපිලෝමා වෛරස (HPV) එන්නත ජානමය වශයෙන් නිර්මාණය කරන ලද එන්නතකි. මෙහිදී HPV කැප්සිඩයේ ව්‍යුහාත්මක අනුකරණය, Saccharomyces විශේෂය යොදා ගැනීමෙන් නිපදවනු ලැබේ. මේ ආකාරයෙන් නිපදවනු ලබන එන්නත ගැබ්ගෙළ පිළිකා වැළැක්වීමට ඉවහල් වේ.

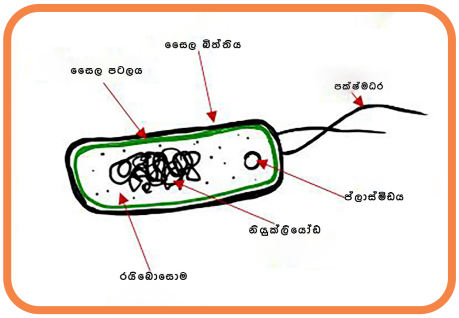
නව නිපදවීම් සඳහා ක්ෂුද්‍රජීවීන් භාවිතය

ප්‍රතිජීවික ඖෂධ සොයා ගැනීම, බෝවන රෝග සඳහා ප්‍රතිකාර කිරීමේදී විශාල විප්ලවයක් ඇති කළද, මෑතකාලීනව අලුතින් හඳුන්වා දී ඇති ප්‍රතිජීවක ඖෂධ ප්‍රමාණය ඉතා ස්වල්පයක් වේ. එමෙන්ම ක්ෂුද්‍රජීවීන් දැනට භාවිතයේ ඇති ඖෂධ වලට ප්‍රතිරෝධයක් ශීඝ්‍රයෙන් පෙන්නුම් කිරීමට ගැනීම ද විශාල ගැටලුවක්ව පවති. මේනිසා විකල්ප ප්‍රතිකාර සඳහා වැඩි උනන්දුවක් ඇති වී තිබේ. මේවා අතර ඩෙංගු වැනි රෝග පැතිරීම සීමා කිරීම සඳහා කෘමි වාහකයින් යොදා ගනිමින් ජෛව පාලනය සිදු කිරීම හා බැක්ටීරියා භක්ෂක භාවිතයෙන් ආසාදනයන්ට ප්‍රතිකාර කිරීම වැනිදේ ඇතුළත්ය.

ප්‍රතිරෝධී බැක්ටීරියා මඟින් ඇති කරන ආසාදනවලට ප්‍රතිකාර කිරීම සඳහා බැක්ටීරියා භක්ෂක භාවිතය

බැක්ටීරියා භක්ෂක(Bacteriophages) යනු ඇතැම් බැක්ටීරියා පමණක් ආසාදනය කර විනාශ කරන වයිරසය. විවිධ ඖෂධවලට ඔරොත්තු දෙන ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් මගින් ඇති කරන ආසාදනවලට ප්‍රතිකාර කිරීම සඳහා විකල්ප මාධ්‍යයක් ලෙස දැනට phages අධ්‍යයනය කෙරේ. මෙම "ෆේජ්" චිකිත්සාව බැක්ටීරියා ආසාදන වලට ප්‍රතිකාර කිරීමට යොදා ගැනීමෙන්

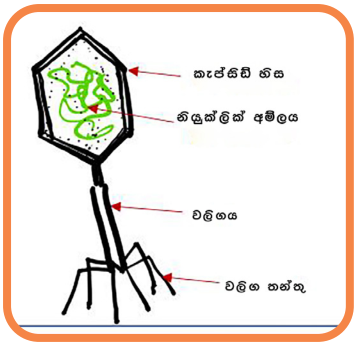
බොහෝ ප්‍රයෝජන ලබාගත හැකි බව



රූපය 01: බැක්ටීරියාවක ව්‍යුහය

පෙනේ. උදාහරණයක් ලෙස ප්‍රතිජීවක මගින් ඇතැම්විට බැක්ටීරියාවන් විනාශ කළ නොහැකි අතර වර්ධනය වීම පමණක් වළක්වාලයි. නමුත් මෙම "ලයිටික් ෆේජ්" මගින් ඉලක්කගත බැක්ටීරියාවන් විනාශ කරයි.

එසේම බැක්ටීරියා නාශක ප්‍රතිජීවක මගින් රෝග කාරක විනාශ කිරීමට පැය කිහිපයක් හෝ දින ගණනක් ගතවනවිට, "ලයිටික් ෆේජ්" සාමාන්‍යයෙන් මිනිත්තු කිහිපයකින් ඒවා ඉවත් කර රෝගීන්ට ඉක්මනින් සහනයක් ගෙන දෙයි.

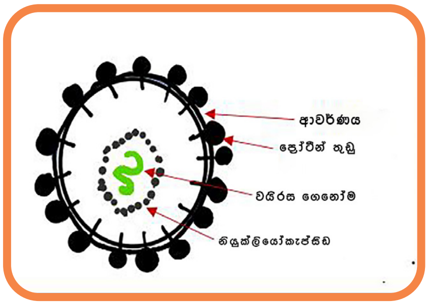


රූපය 03: බැක්ටීරියා භක්ෂකයක ව්‍යුහය

කෙසේනමුත් මෙම ෆේජ් යොදා ගැනීමේ අවාසියක් නම් ඒවා මගින් ජීවී දේහ තුළ දී විෂ මුදා හැරිය හැකි වීමයි.

කෘමි වාහකයන්ගේ ජෛව පාලනය මගින් රෝග පැතිරීම වැළැක්වීම

රෝග පැතිරීම සීමා කිරීම සඳහා කෘමි වාහකයන්ගේ ජෛව පාලනය සිදුකළ හැකිය. ඩෙංගු රෝගය කෘමි වාහකයාවන ඒ.ඩීස් ඊජිප්ටය *(Aedes aegypti)* මදුරුවන් මගින් බෝවන රෝගයකි. මෙම මදුරුවන්ට වොල්බැචියා (Wolbachia) නම් බැක්ටීරියාව ආසාදන වූ විට ඩෙංගු වයිරසය ආසාදනය වීමේ අවදානම අඩුය. එසේ මදුරුවන්ට ඩෙංගු වයිරසය ආසාදනය වීම වැළැක්වීම මගින් මදුරුවන්ගෙන් මිනිසුන්ට ඩෙංගු සම්ප්‍රේෂණය වීම වැළැක්විය හැක. ශ්‍රී ලංකාවේද ඩෙංගු අවදානම සමස්ත දිවයින පුරා වසර මුළුල්ලේම පවතී. ඒ අනුව ඩෙංගු වයිරසය



රූපය 02: වයිරස වල ව්‍යුහය

මඩපැවැත්වීමට ලංකාවේ සමහර ප්‍රදේශ වල නියමු ව්‍යාපෘතියක් ලෙස වොල්බැචියා බැක්ටීරියාව ඇතුලු කරන ලද ඒඩීස් මදුරුවන් පරිසරයට මුදා හරින ලදි.

ප්‍රතිකාර කළ නොහැකි බඩවැල් ආසාදනයන් සුව කිරීම සඳහා මළපහ ආශ්‍රිත බැක්ටීරියාවන් යොදා ගැනීම

නිස්සාරණය කරනු ලබන බැක්ටීරියාවන් අලුත් ප්‍රතිකාර ක්‍රම සඳහා යොදා ගත හැකිය. උදා: මළ ක්ෂුද්‍රජීවී බද්ධ කිරීම (FMT) මෙහිදී *Clostridium difficile* බැක්ටීරියාව මගින් අන්ත්‍රයේ ඇති කරන දරුණු ආසාදනයන් සඳහා ප්‍රතිකාරයක් ලෙස නිරෝගී පුද්ගලයන්ගේ මළපහ භාවිතා කර නිස්සාරණය කරනු ලබන බැක්ටීරියා සමූහයන් ලබා දෙනු ලැබේ. මෙලෙස ආන්ත්‍ර මාර්ග ආසාදන ඇති වන්නේ එහි වෙසෙන සාමාන්‍ය හිතකර බැක්ටීරියා ඉවත් වී ඉහත සඳහන් කරන ලද අහිතකර බැක්ටීරියාවන්ගෙන් ආසාදනය ඇති වීමෙනි.

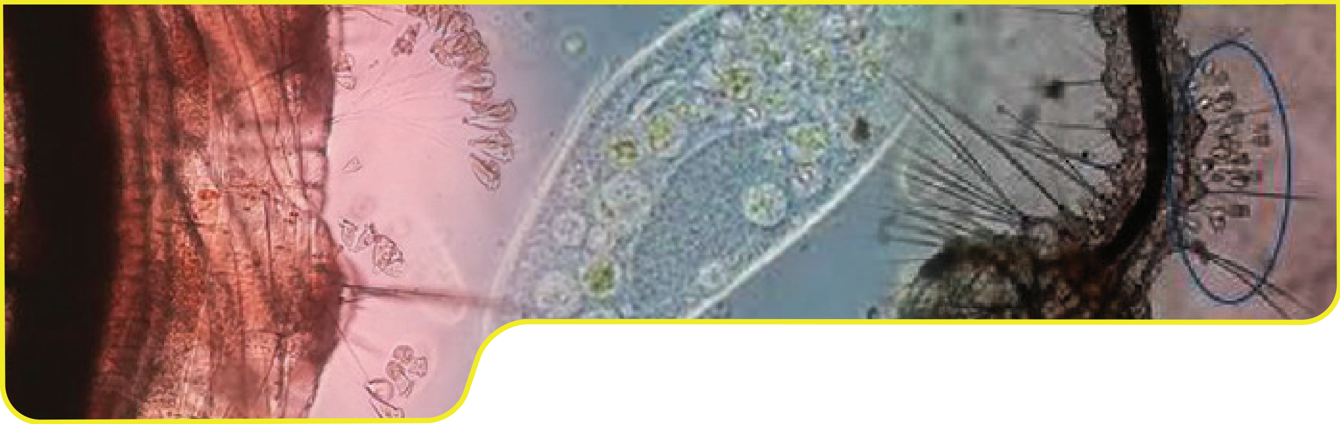
ජාන චිකිත්සාව

නව පර්යේෂණාත්මක ප්‍රවේශයක් ලෙස ජාන චිකිත්සාව දැනට රසායනාගාරවල සහ සායනික අත්හදා බැලීම්වල විමර්ශනය වෙමින් පවතී. මෙහිදි සිදුවන්නේ රෝග යකට හෝ ජාන විකෘතිතා සඳහා ප්‍රතිකාර කිරීමට රෝගියාගේ සෛල තුළට න්‍යෂ්ටික අම්ල (DNA හෝ RNA) ඇතුල් කිරීමයි. මෙම න්‍යෂ්ටික අම්ල සෛල තුළට ඇතුලු කිරීමේ වාහක ලෙස ජානමය වශයෙන් වැඩි දියුණු කළ වයිරස් කිහිපයක් (උදා: adenoviruses, retroviruses) යොදා ගනී. ඇතැම් පිළිකා වර්ග, වයිරස ආසාදන (HIV/AIDS) සහ ප්‍රවේණිගත ජානමය ආබාධ සඳහා මෙම ක්‍රමය ඇසුරෙන් ප්‍රතිකාර කළ හැකිය.

වෛද්‍ය.එස්. එස්.වික්‍රමසිංහ
විශේෂඥ ක්ෂුද්‍ර ජීව වෛද්‍ය /ජ්‍යේෂ්ඨ කථිකාචාර්ය,
ක්ෂුද්‍ර ජීව විද්‍යා අධ්‍යයන අංශය,
වෛද්‍ය පීඨය,
රුහුණු විශ්ව විද්‍යාලය,
ගාල්ල.

මදුරු මර්දනයට සජීවී ක්ෂුද්‍රජීවීන්

මහාචාර්ය දීපිකා අමරසිංහ, ආචාර්ය එච්. ඒ කෝෂිලා රණසිංහ



කියුලෙක්ස් ට්‍රයිටිනියෝරින්කුස් මදුරු කීට වල ස්වභාවික පරපෝෂිතයින් ලෙස ක්‍රියා කරන, කුඹුරු පරිසර යන්හී සශ්‍රීකව වැඩෙන පක්ෂ්මධර ප්‍රොටිස්ටාවන්ගේ කාර්යභාරය සාකච්ඡා කිරීම මෙම ලිපියේ අරමුණයි.

මදුරුවාගේ ජීවන චක්‍රය අවධි හතරකින් යුක්තය. එනම් ඩිම්බය (බිත්තරය) කීටය, පිලවා සහ සුහුඹුලා යනුවෙනි. මදුරුවා ගේ අපරිණත අවධි ජලජය. තවද ජීවන චක්‍රයේ වැඩි හරියක් ගත කරනු ලබන්නේ ද ජලජ පරිසරවල ය. එම නිසා මදුරුවන් ගේ අපරිණත අවධි සහ ගහණ ඝනත්වයේ ප්‍රවර්ධනය සඳහා උචිත වන පරිදි ඩිම්බ නිධානයට (බිත්තර දැමීමට) ස්ථානයක් තෝරා ගැනීම වැදගත් වේ. කීට ඝනත්වය, ප්‍රගුණනය, විශේෂ සමාවාසය සහ විශේෂ සන්නතිය යන ඒවා තීරණය වීමේ දී මදුරුවාගේ පරිසරය වැදගත් කෘතියක් ඉටු කරයි. කීටයන්ගේ පරිසර තත්ත්වය මදුරු බහුලත්වය ද උගේ කාලානුරූපී සහ අවකාශී ව්‍යාප්තිය ද තීරණය කරන වැදගත් නිර්ණායකයකි. මදුරුවන්ගෙන් බෝවන රෝග ශ්‍රී ලංකාවේ ප්‍රජා සෞඛ්‍යය සමග කැපී පෙන්න ලෙස බැඳී ඇති එක් හේතුවක් වන හෙයින් මදුරුවාගේ ජීවන චක්‍රය හා ආශ්‍රිත පරිසරික සාධක අධ්‍යයනය කිරීම අත්‍යවශ්‍ය වේ. මදුරු විශේෂ ගණනාවක්ම ඔවුන් බෝවන ස්ථාන සඳහා ස්වභාවික සහ කෘත්‍රිම බඳුන් දෙවර්ගයම තෝරා ගැනීමට නැඹුරුතාවයක් දක්වයි.

ශ්‍රී ලංකාවේ කුඹුරු ආශ්‍රිත පරිසරය වූ කලී වාහක මදුරුවන් ඇතුළත් විවිධ මදුරු ගහණවල ව්‍යාප්තිය කෙරෙහි බෙහෙවින් බලපාන, මදුරුවන් බෝවන එවැනි එක් ස්වභාවික පරිසරයකි. මෙම රෝග ව්‍යාප්තියට ඉවහල් වේ. කුඹුරු, වී පැළ තවාන් සහ කුඹුරුවල නිශ්චල ජලය රැඳී ඇති ස්ථානවල කියුලෙක්ස් (Culex) සහ ඇනොපිලස් (Anopheles) යන මදුරු විශේෂවල කීට ප්‍රධාන වශයෙන් දක්නට ලැබේ.

මදුරුවන් බෝවන ඕනෑම වාසස්ථානයක් තෝරා ගතහොත් එහි මදුරුවන් පැතිරීම, බහුලත්වය සහ ඔවුන්ගේ හැකියාව (උචිතබව) රඳා පවත්නේ එම බෝවන පරිසරය හා ආශ්‍රිත ජෛව සාධක මතයි. මේ ජෛව සමුදායට, මහා ජෛව සමුදායට අයත් විශේෂ ගණනාවක් මෙන්ම ක්ෂුද්‍ර ජෛව සමුදායට අයත් විශේෂ ගණනාවක් ද ඇතුළත් වේ.

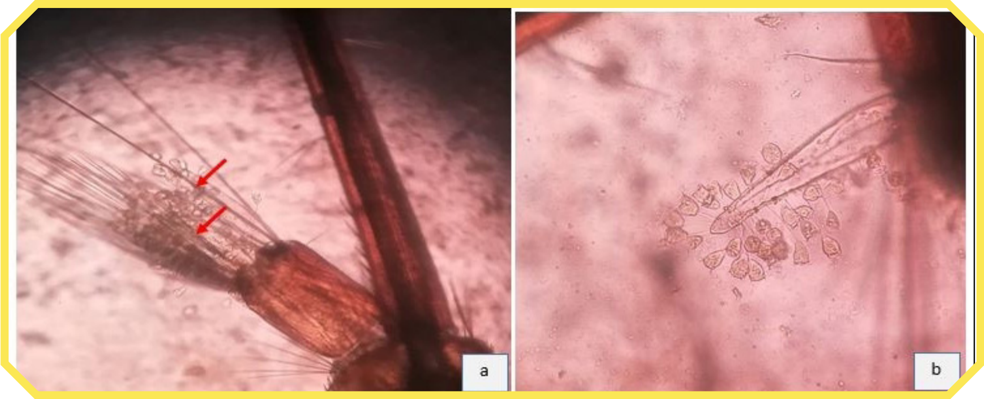
මෙම ජීවීන් ස්වයංපෝෂීන්, විෂමපෝෂීන් සහ නික්ෂේපයන් ලෙස බෙදා දැක්විය හැකිය. මදුරුවන් බෝවන ස්ථාන (පරිසරය) සමග ආශ්‍රිතව ජීවත්වන ක්ෂුද්‍ර ජෛව සමුදා විශේෂයන් ඇත්තේය. මොවුන් පරපෝෂීන් ව්‍යාධිජනකයන්, විලෝපිතයන්, තරගකාරීන්, තරගකාරී නොවන ජීවීන් සහ ඔවුන් තුළ වර්ධනයවන කීටාවන්ට ආහාර ලෙස පාත්‍ර වන්නන් ලෙස ක්‍රියා කරති.

මේ නිසා මදුරුවන්ගේ කීටාවන්ට එරෙහිව පාලක කාරක ලෙස විභවයක් ඇති සහ ඇතැම් විට මාරාන්තික බලපෑම් ද ඇති කරන ස්වභාවික පැතිර ඇති ක්ෂුද්‍ර ජෛව සමුදායෙහි විශේෂ ඇත්තේය. එම නිසා මදුරුවන් බෝවන වාසස්ථානවල ඇති ක්ෂුද්‍ර ජෛව සමුදායේ සංයුතිය සහ ඔවුන් හා කීටයන් අතර සිදුවන අන්තර් ක්‍රියාකාරකම් මදුරුවන්ගේ අපරිණත අවධිවල ප්‍රවර්තනතාව කෙරෙහි බලපෑම් සිදුකරයි. තවද ක්ෂුද්‍ර ජෛව සමුදාය කීටයන්ගේ වර්ධනය වේගය කෙරෙහි බලපෑම හේතුවෙන් අන්තිමේදී සුහුඹුල් ලක්ෂණ සහ ගහණ ගතිකත්වය වෙනස් වේ. එම නිසා වාහක හැකියාව සහ රෝග සම්ප්‍රේෂණය හැකියාව කෙරෙහි සිදුකරන බලපෑම වඩාත් වැදගත් වේ. මෙවැනි ස්වභාවිකව පැතිර ඇති ක්ෂුද්‍ර ජෛව සමුදාය සහ ඔවුන් හා මදුරු කීටයන් අතර අන්තර් ක්‍රියා සහ විශේෂයෙන්ම පරපෝෂී ව්‍යාධිජනක තරගකාරී නැතහොත් විලෝපිත ජීවීන් හඳුනාගැනීම, පරිසර හිතකාමී ලෙස මදුරු කීටයන්ට එරෙහිව පාලක කාරක විභවයක් සහිත ක්‍රම යොදා ගැනීමට උපකාරී වනු ඇත. වෙනත් ලෙසකින් බලන විට මෙවැනි පිවිසුමකින් තවත් ඵලදායි විසඳුම් ලැබෙනු ඇත. එනම්

රූපය 01:- කුඹුරු ආශ්‍රිත වාසස්ථානවල දක්නට ලැබෙන පක්ෂමධර ප්‍රොටිස්ටාවන්:a- *V. microstoma. b- zoothamnium* විශේෂයක්, *c-Chilodinella* විශේෂයක්

පුහුණුවලත් නිලධාරීන් සීමාසහිත වීම, ආයෝජනය කළ හැකි මුදල් සීමාසහිත වීම නිසා මෙමගින් මූල්‍ය සහ මිනිස් සම්පත් බුද්ධිමත් ලෙස යොදා ගැනීමෙන් මදුරුවන් පාලනය කිරීමේ වැඩසටහන් වඩාත් ඵලදායී වනු ඇත. සෞඛ්‍යමය වැදගත්කමක් උසුලන රෝග වාහකයන් පාලනය සඳහා පරිසර හිතකාමී මුළු රටටම අදාළ පුළුල් පාලන ක්‍රම වෙත පිවිසුමකින් මෙවැනි වාහක පාලන ක්‍රම යොදා ගැනීම උචිත වේ.

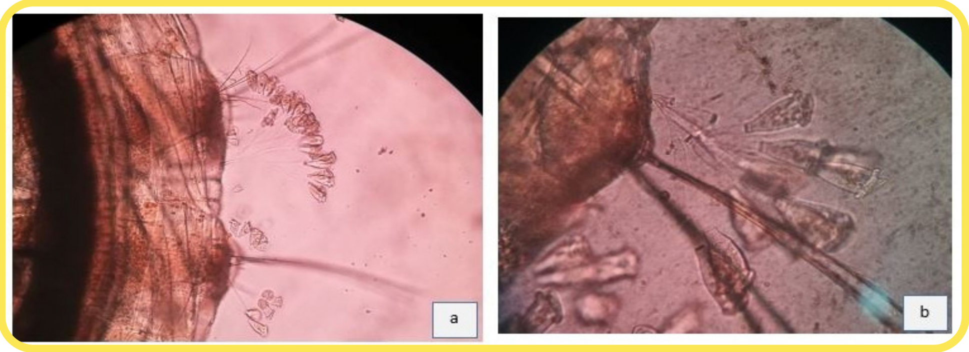
කුඹුරුවල ඇති වාසස්ථානවල බලපෑම් ඇති කරන බව සොයාගෙන තිබේ. මේ අතරතුර දී ශ්‍රී ලංකාවේ මදුරුවන් බෝවෙන විවිධ වාසස්ථාන විශේෂයෙන්ම තෝරාගෙන පරිපූර්ණ අධ්‍යයනයක් නැතහොත් පිරික්සුම් ලයිස්තු ආශ්‍රිත ක්ෂුද්‍ර ජෛව සමුදාය අළලා මෑතක දී පිළියෙළ කර ඇත. මෙසේ වාර්තා කර ඇති පක්ෂමධර ප්‍රොටිස්ටා විශේෂ අතරින් කුඹුරු ආශ්‍රිත තැන් වාසස්ථාන කර ගත් විශේෂ තුනක් එනම් *zoothamnium* විශේෂයක් *Chilodinella* විශේෂයක් සහ *Vorticella microstoma* යන ඒවා මදුරු කීටයන්ට පරපෝෂිතයන්, අයත් මදුරුවන් කෙරෙහි බලපාන බව සොයා ගැනීම වැදගත් කරුණකි. අපිජීවී පරිපෝෂිත පක්ෂමධරයෙක් වූ V. microstoma මගින් මදුරුවන්ගේ අපරිණත අවධි ස්වභාවිකව ආසාදනය කිරීමේදී පෙනී ගොස් ඇත්තේ ධාරක විශේෂ සහ මර්ත්‍යතාවේ ප්‍රමාණය විවිධ වන බවයි. V. microstoma මගින් සිදුකරන ආසාදනය මදුරු විශේෂ කෙරෙහි දක්වන පරපෝෂිතතාවේ ප්‍රමාණය විවිධ මට්ටම්වලින් යුක්ත බව පෙනී ගොස් ඇත.



රූපය 02:- *Cx.tritaeniorhynchus* වල තෙවන අනුරුව අවධියේ ගුද පිටිකා පෙදෙස පරපෝෂිතයා (*V. microstom*) මඟින් ආසාදනය වීම (විශාලනය × 40) සහ ඇලී පවතින *V. microstoma* වල ට්‍රොෆෙපන්න (විශාලනය × 100)

Cx.tritaeniorhynchus පාතුවු මර්ත්‍යතා ප්‍රමාණය වේගය ගම්පහ සහ කුරුණෑගල දිස්ත්‍රික්කවල ඉහළ අගයක් දරන ලදී. *Culex quinquefaseiatus* වල කීටාවන් පුරන් කුඹුරු ආශ්‍රිතව දක්නට ලැබුණි. මේ කීටාවන් 26.78 ක්ම *V. microstoma* මගින් ආසාදනය වීමෙන් මරණයට පත් වී ඇති බව සොයා ගන්නා ලදී. මෙයින් පෙනී යන්නේ *Cx.tritaeniorhynchus* වැනි වෙනත් විශේෂ සමග සන්සන්දනය කරන විට *Culex quinquefaseiatus* හී කීටයන්

පක්ෂමධර ප්‍රොටිස්ටාවන්, බැක්ටීරියා, සහ ඇල්ගී වැනි ඒක සෛලික විශේෂ තක්සෝන ගණනාවක්, විකසනයවන කීටයන් කෙරෙහි සෘණාත්මක නැතහොත් මාරක ව්‍යාධිජනකයින් සහ අපිජීවී වූ විශේෂ ලෙස (රූපය 1) යොදා ගත හැකි බව හඳුනාගෙන තිබේ. මේ විශේෂ තුනම කැපී පෙනෙන ලෙස කුඹුරුවල දක්නට ලැබෙන Culex ගණයට පක්ෂමධරයන් මගින් ආසාදනය වීමේ ප්‍රමාණය අඩු බවයි. *V. microstoma* මගින් දූහනය වූ මදුරු කීටයන්ට අන්වීක්ෂයක් (40 x විශාලනයක්) ආධාරයෙන් නිරීක්ෂණය කළවිට ඔවුන්



රූපය 03:- *Cx.tritaeniorhynchus* වල තෙවැනි අනුරුව අවධියේ උදර පෙදෙස පරපෝෂිතයා zoothamnium මඟින් ආසාදනය වීම (විශාලනය × 100) සහ සජීවී ඇති ජනාවාස (විශාලනය × 100)

නිර්වෘත්තිය ට්‍රොෆොපන්න අවධියේ වූ සජීවී ජීවීන් බව හඳුනාගන්නා ලදී. මෙම ජීවීන්ගෙන් වැඩිප්‍රමාණයක් මරණයට පාත්‍ර වී සිටි මදුරු කීටයන්ගේ දේහයේ හිස, සැදල සහ උදර පෙදෙස්වලට ඇලී සිටියහ. *V. microstoma* සාමාන්‍යයෙන් සජීවී මදුරු කීටවල නිනාල පෙදෙසට ඇලුනේ නැත. ඔවුන් ඇලී සිටියේ කීට දේහයේ වෙනත් පෙදෙස් වලය. එසේ වෙනත් මැරුණු කීටවල නිනැලයට සහ හිස පෙදෙසට *V. microstoma* ඇලී තිබුණි. *V. microstoma* ට්‍රොෆොපන්න අවධිය ධාරකයා වශයෙන් ඉතාමත් වැඩියෙන් තොරාගෙන තිබුණේ *Culex tritaeniorhynchus* විශේෂයයි. මොවුන් මදුරු කීටයන් 100% ජීවිතක්ෂයට පත් කළහ. එසේ වෙතත් මේ තත්වයට නියම හේතුව තවමත් සොයාගෙන නැත. එහෙත් පෘෂ්ඨයට ඇලී සිටීමට (බැඳී සිටීමට) භාවිතා වූ ජෛව බහු අවයවික මැලියම් ද්‍රව්‍යය, ආසාදනය වූ කීටයන්ගේ සංවේදක පද්ධති විනාශකර දැමීම සහ සිදුරු ඇති කිරීමට ඉඩ තිබේ. එමගින් ශ්වසන කාර්යාවලියට බාධා පැමිණේ.

කුඹුරුවල ප්‍රධාන වශයෙන් දක්නට ලැබුණේ *V. microstoma* විශේෂයයි. ගොයම/වී නෙළාගැනීමෙන් පසුව වාහකයා බෝවන වාසස්ථාන සීමා වේ. මේ නිසා ධාරක මදුරු කීටයන් මත පැතිර ඇති පරපෝෂිත නැතහොත් ව්‍යාධිජනක පක්ෂමධරයන්ද සීමා වේ. මෝසම් වර්ෂාවත් සමඟ ඊළඟ ගොයම් පැළ සිටුවන කාලය/නෙලන කාලය එළඹෙන තෙක් පරපෝෂිතයන් වියළි තත්වවලට මුහුණ දිය යුතුයි. මේ සමඟම ඉහළ වාහක ගහණයක් යළි උද්ගත වේ. පක්ෂමධරයන්ගේ පරිකෝෂ්ඨනය මේ කල්පමාවට හේතුවක් විය හැකියි. ප්‍රශස්ත පාරිසරික තත්ව යළි ඇති වූ විට කෝෂ්ඨ පිපිරීමෙන් පසුව මෙම පක්ෂමධරයන්ගේ ට්‍රොෆොපානයන්ගේ ගහණය (නිදහසේ ජීනන අවධිය) පහසුවෙන්ම ඉහළ යා හැකිය. *Chilodinella uncinat* විශේෂයද වියැළීමට ප්‍රතිරෝධතාවක් දක්වන බව වාර්තා වී ඇත.

ගම්පහ, කෑගල්ල, මහනුවර සහ කුරුණෑගල යන දිස්ත්‍රික්කවලද *Cx.tritaeniorhynchus* විශේෂයේ අපිජීවියෙක් ලෙස *zoothamnium* වාර්තා වී ඇත. (රූපය 3) එක් ප්‍රධාන වෘන්තයක් බෙදීමෙන් ඇති වූ ශාඛා ගණනාවක් *zoothamnium* වල දක්නට ලැබේ. මේ ශාඛා ජීවාංග වලින් කෙළවර වේ. *Vorticella* වල ඇත්තේ තනි වෘන්තයක් සහ ජීවාංග යක් හෙයින් මෙය *zoothamnium* සහ *Vorticella* අතර ඇති ප්‍රධාන වෙනසකි. උත්තේජනය වූ විට *'oothamnium* වල මුළු ගණාවාසයම තනි විශාල ගෝලිකාවක් සාදන පරිදි සංකෝචනය වී ප්‍රධාන වෘන්තය ද හකුළා ගනී. තවද ශ්‍රී ලංකාවේ කුඹුරු හා ආශ්‍රිත පක්ෂමධර ප්‍රෝටිස්ටාවන් ලෙස *zoothamnium* විශේෂ වාර්තා වී ඇත. මේවා *Cx.tritaeniorhynchus* මදුරුවාගේ කීටවල පරපෝෂිතයන් ලෙස ක්‍රියා කරන අතර මාරක බලපෑම් සිදු කරයි. මිරිදිය ක්‍රස්ටේසීය කුනිස්සන් සහ ඇතැම් මාළු විශේෂවල බහිෂ් පරපෝෂිතයන් ලෙසද *zoothamnium* විශේෂ ක්‍රියා කරනු ලැබේ. එම නිසා ඉහළ ගහණයන් වශයෙන් මේවා කුඹුරු වලට (ක්ෂේත්‍රයට) යෙදීමට ඇති හැකියාව සහ අවදානම් තක්සේරුව වැඩි දුරට අධ්‍යයනය කළ යුතුය .

ගම්පහ දිස්ත්‍රික්කයේ කුඹුරකින් ලබාගත් *Cx.tritaeniorhynchus* මදුරු විශේෂයේ කීටයන් කෙරෙහි ස්වාභාවික පාරිසරික තත්වයන් යටතේ ආසාදන බලපෑම් ඇති කරවන තවත් පක්ෂමධරයෙක් වශයෙන් *Chilodinella* විශේෂයක් හඳුනාගෙන ඇත්තේය. ව්‍යාධිජනක පක්ෂමධරයා මඟින් ආසාදනය වීමේ හේතුවෙන මදුරු කීටයන්ගෙන් 4.58% ක් මරණයට පත් විය. ආසාදනය නිසා මැරුණු, පාරදෘශ්‍ය කීටයන්ගේ දේහ කුහර *Chilodinella* විශෙෂයේ චාලක, අන්තඃ පරපෝෂී අවධියේ ජීවීන් දහස් ගණනාවක් කින් පිරී තිබුණි. මොවුන් මදුරු කීටවලට පහර දී ධාරකයාගේ රුධිර හෙබ ආක්‍රමණය කරන්නේ ධාරකයාගේ උච්චර්මය දියකර හරිමින් උච්චර්මීය කෝෂ්ඨද සාදමිනි. ධාරක කීට මැරුණයින් පසුවද, පක්ෂමධරයාතම ධාරකයාගේ මුළු දේහ කුහරයම වාගේ පිරෙන තුරු තවත් කාලයක් පුරා නොනවත්වා ප්‍රජනනය කරයි. මේ අවධියේදී, ආසාදනය වූ කීටයන් පාරදෘශ්‍ය බවට පත් වේ. එසේම ධාරකයාගේ දේහ කුහරය තුළ චාලක, අන්වීක්ෂීය අන්තඃ පරපෝෂී අවධි දහස් ගණනාවක් දක්නට ලැබේ. තවද මෙම පක්ෂමධරයා ඉතාමත් ඉහළ උග්‍රතාවක් සහ වෛරස ප්‍රතිරෝධයක් දක්වන බව සහ ඉහළ ප්‍රතිජනක විභවයක් සහිත බව සොයා ගෙන ඇත. පාරඩිම්බ කෝෂ සම්ප්‍රේෂණය මඟින් මදුරු ධාරකයා ඔස්සේ පරිසරය පුරා පැතිරීමේ හැකියාවක් සහිත බවද සොයා ගෙන ඇත.

රූපය 04:- ධාරක දේහය තුළ අන්තඃපරපෝෂී පක්ෂමධර (Chilodin) පෙන්වන පාරිදෘශ්‍ය *Cx.tritaeniorhynchus* කීටයන් (විශාලනය × 40) ඃ ධාරක දේහයේ උච්චර්මයෙහි පලිබෝධකයාගේ කවාකාර ආක්‍රමණ කෝෂ්ඨ (ඊතල, Chilodinell) (විශාලනය × 100)

එම නිසා මේ ස්වාභාවිකව දක්නට ලැබෙන ක්ෂුද්‍රජෛව සමුදාය පාරසරිකව හිතකාමී ලෙස වාහකයන් පාලනය කිරීම සඳහා යොදා ගැනීමේ විභවයක් සහිත බව ප්‍රත්‍යක්ෂ වේ. මෙම විභවය ඇති විශේෂ ඒ සඳහා යොදා ගැනීමට පෙර ඉලක්ක නොකළ ප්‍රජා කෙරෙහි දක්වන බලපෑම් නිසියාකාර අගැයුමකට ලක්කළ යුතුය. එසේ වෙනත් මදුරුවන් බෝවෙන බඳුන් වර්ගයේ වාසස්ථානවල විශේෂයෙන්ම මෙම පක්ෂමධර ප්‍රෝටිස්ටාවන් විසීමට වඩාත් ඉහළ විභවයන් ඇත.

මේ නිසා පරිසර හිතකාමී දෙසට කීටයන් පාලනය කිරීමේ පිවිසුමකට විභවයක් ඇති කාර්යයන් වශයෙන් ස්වාභාවිකව පැතිර ඇති පක්ෂ්මධර ප්‍රෝටිස්ටාවන් බෝවෙන ස්ථාන හඳුනා ගැනීමද ඔවුන් සහ මදුරු කීටයන් අතර ඇති පරපෝෂිත, ව්‍යාධිජනක, තරඟකාරී සහ විලෝපිත අන්තර් ක්‍රියා හඳුනා ගැනීමද ඵලදායී වේ. මේ අතර ජෛව ආර්ථිකයක් කරා පානැඟීමද සිදු වනු ඇත. වෙනත් පැත්තකින් බැලුවහොත් පුහුණුව ලත් නිලධාරීන් සහ මූල්‍ය ආයෝජන සීමිතව ඇතිවිට, මානව සහ මූල්‍යමය සම්පත් බුද්ධිමත් ලෙස නිසියාකාරව යොදා ගැනීමෙන් ශ්‍රී ලංකාවේ මදුරු පාලන වැඩසටහන්වලින් වඩාත් ඵලදායී ප්‍රතිඵල ලබා ගැනීම සඳහා මෙවැනි පිවිසුමක් වාසිදායක විසඳුමක් වනු ඇත.

මුල් කාලයේදී ශ්‍රී ලංකාවේ මදුරු ගහණ පාලනය කිරීම සඳහා බහුල ලෙසම යොදා ගත්තේ කෘමිනාශක මත පදනම් වූ ක්‍රමයන් වේ. ප්‍රජා සෞඛ්‍ය කටයුතු සඳහා නීත්‍යානුකූලව (ලියාපදිංචි කළ) භාවිතා කරන සක්‍රීය සංඝටක (පලිබෝධනාශක) කිහිපයක් මත රඳා සිටීම නිසා දැන් බොහෝ පෙදෙස්වල කෘමිනාශක ද්‍රව්‍ය හතරටම ප්‍රතිරෝධතාවක් දක්වන මදුරුවන් ඇති වී තිබේ. වැයවන අධික මුදලට අමතරව කෘමිනාශක යෙදීමට සෞඛ්‍ය නිලධාරීන් පුහුණු කිරීම, කෘමිනාශක යෙදීමේදී ආරක්ෂක උපකරණ (මෙවලම්) වලට වැය වන මුදල, ඉලක්ක කර නොගත් ජීවීන් කෙරෙහි ඇතිවන බලපෑම්, පරිසරහිතකාමී නොවූ අවස්ථා වලදී අහාර දාම ඔස්සේ රසායනික ද්‍රව්‍ය ජීවීන් තුළ සාන්ද්‍රණව එක් රැස් වීම (Bioaccumulatoin) යනාදිය මදුරු ගහණ පාලනය සඳහා කෘමිනාශක භාවිතා කිරීමේදී මතුවී ඇති අභියෝග වේ. මේ හේතු නිසා වාහක පාලනය සඳහා විකල්ප ක්‍රම - විශේෂයෙන්ම ජෛව සංඝටක භාවිතා කිරීම වැනි ක්‍රම- යොදා ගැනීමට විද්‍යාඥයන් යොමු වී ඇත.

මහාචාර්ය දීපිකා අමරසිංහ
සත්ව විද්‍යාව පිළිබඳ මහාචාර්ය
කැළණිය විශ්ව විද්‍යාලය.

ආචාර්ය එච්. ඒ කෝෂිලා රණසිංහ
කථිකාචාර්ය
CINEC විශ්ව විද්‍යාලය
මාලඹේ.

ලැබූ දැනුම විමසමු

38 වෙළුම - 4 කලාපය 2021 ඔක්තෝබර් - දෙසැම්බර්

විදුරාව සඟරාවේ මෙම කලාපය කියවීමෙන් ඔබ ලද දැනුම විමසා බලමු.

මෙම කලාපයෙහි පළව ඇති ලිපි කියවා පහත දැක්වෙන ප්‍රශ්නවලට ඔබට පිළිතුරු දිය හැකිදැයි බලන්න.

1) හරිද? වැරදිද?

අ. පෘථිවියේ විශාලතම ජීවී කාණ්ඩය ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ය.

ආ. ක්ෂුද්‍රජීවීන් පෘථිවි ජීවීන් වන අතර ඔවුන් අපගේ පරිසරයට, වෛද්‍ය විද්‍යාවට, ඉංජිනේරු ශිල්පයට ආදී වශයෙන් වන ක්ෂේත්‍ර ගණනාවකට වැදගත්ය.

ඇ. බැක්ටීරියා, ආර්කියා (පූර්ව බැක්ටීරියා), වයිරස් දිලීර හා ප්‍රොටොසෝවාවන් ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් අතර දැකිය හැකි විවිධ කණ්ඩායම්ය.

ඈ. ශ්‍රී ලංකාවේ කාර්මික අපේක්ෂාවන් සඳහා දේශීය ක්ෂුද්‍රජීවීන් යොදාගැනීමට බොහෝ පර්යේෂණ සිදුකර ඇත.

ඉ. දේශීය ක්‍රියාකාරී ආරම්භක මුහුන් නිපදවීම සඳහාවන තාක්ෂණික ශිල්ප සංවර්ධනය ඉතා වැදගත්ය.

2) හරිද? වැරදිද?

අ. මයික්‍රෝබියෝමයක් ලෙස හැඳින්වෙන්නේ අපගේ සිරුර තුළ හෝ ඒමත මෙන්ම සත්ව හා පරිසරයෙහි සාමූහිකව ජීවත්වන ක්ෂුද්‍රජීවී සමූහයකි.

ආ. ශාක සහ සතුන් මෙම පෘථිවිය මත වසර බිලියන 1.2කට පෙර සිට ජීවත් වෙති.

ඇ. මයික්‍රෝබියෝමයක් තුළ ක්ෂුද්‍රජීවීන් හා ක්ෂුද්‍රජීවීන් අතර අන්තර්ක්‍රියා සිදුනොවේ.

ඈ. ධාරකයා ජීවත්වන පරිසය තුළින් ආරම්භවන ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගෙන් මයික්‍රෝබියෝමයන් සකස් වෙයි.

ඉ. මානව මැදිහත්වීම් හේතු කොට ලෝක ජෛව විවිධත්වය ශීඝ්‍රයෙන් පහත වැටෙමින් පවතියි.

3) හරිද? වැරදිද?

අ. විවිධ ආන්තික පරිසරයන් තුළ වෙසෙන සියළු ආකාරයේ ක්ෂුද්‍රජීවීන් එකට ගත්කළ ආන්ත ජීවීන් ලෙස හැඳින්වෙයි.

ආ. පෘථිවියේ ඉතා දුෂ්කර ස්ථානයන් හි ලයිකන දැකිය නොහැකිය.

ඇ. අම්ලලෝලීන් ඉතා ප්‍රශස්තව වර්ධනයවනු ඇත්තේ pH අගය 3ට වඩා අඩු පරිසරයන්හිදීය.

ඈ. පරිසර පද්ධති තුළ අන්ත ජීවීන් සතු කාර්යභාරය ගැන මෙතෙක් බොහෝ දේ හෙළිව ඇත.

ඉ. ආන්තජීවීන් ලෙස හැඳින්වෙන ක්ෂුද්‍රජීවී සමූහය පිළිබඳ තවත් අධ්‍යනය කිරීම අනාගතයට බොහෝ ප්‍රයෝජනවත් විය හැක.

4) හරිද? වැරදිද?

අ. ඉන්ද්‍රිය සංවේදී ආහාර නිෂ්පාදනය සඳහා එන්සයිම මගින් සිදුකරන ජෛව ප්‍රතික්‍රියා බොහෝ ආහාර කර්මාන්ත සඳහා යොදාගැනේ.

ආ. පැසවීමෙන් ලබාගන්නා එතනෝල් ආසවනය කොට ගත්කළ එය වටිනා කාර්මික අමුද්‍රව්‍යකි.

ඇ. ඇසිටික් අම්ලය (විනාකිරි) නිපදවීම ඇසිටොබැක්ටර් ඇසිටයි එතනොල් මත ක්‍රියාකිරීමෙන් සිදුවෙයි.

ඈ. යෝගට් නිපදවීමට යොදගන්නේද මී කිරි නිපදවීමට යොදගන්නා ක්ෂුද්‍රජීවීන්මය.

ඉ. මස් පැසවීමේදී විෂ කාරක ක්ලොස්ට්‍රිඩියම් බොටුලිනම් ක්ෂුද්‍රජීවීන්ගේ වර්ධනය පාලනය කිරීම සඳහා නයිට්‍රයිට සහ නයිට්‍රේට් එක්කෙරේ.

5) හරිද? වැරදිද?

අ. බැක්ටීරියා යනු සරල ඒක සෛලීය ජීවීන් වුවද ඒවා සතුව න්‍යෂ්ටීය පටල මයිටොක්‍රොන්ඩ්‍රියා ගොල්ගි දේහ යනාදිය නොමැත.

ආ. වයිරස යනු ඉතා කුඩාම ආසාදිත අංශු වන අතර ඒවා තුළ ඩී.ඇන්.ඒ හෝ ආර්.එන්.ඒ පැවතියද එකම වයිරසයක් තුළ දෙවර්ගයම නොපවතියි.

ඇ. දිලීර, සතුව බැක්ටීරියාවලින් වෙනස්වන ව්‍යුහයක් ඇති අතර ඒ සතුව සංකීර්ණ සෛලීය ව්‍යුහයක් පවතියි.

ඈ. පෘථිවියෙහි පවතින මිලියන සංඛ්‍යාත ක්ෂුද්‍රජීවීන් අතරින් ඉතා වැඩි ප්‍රමාණයකට රෝග බෝකිරීම සිදු කළ නොහැකිය.

ඉ. 1929 දී ඇලෙක්සැන්ඩර් ෆ්ලෙමිං පෙනිසිලින් සොයා ගැනීමත් සමඟ ප්‍රතිජීවක ඖෂධ නිෂ්පාදනය ඇරඹින.

6) හරිද? වැරදිද?

අ. ශ්‍රී ලංකාවේ කුඹුරු ආශ්‍රිත පරිසරය මදුරුවන් බෝනොවෙන පරිසරයකි.

ආ. මදුරුවන් බෝවෙන ස්ථාන අනුව ඒ ආශ්‍රිතව පිවත්වන ක්ෂුද්‍රජීවී සමුදා ඇත්තේය.

ඇ. මිනිස් සම්පත් බුද්ධිමත් ලෙස යොදගත හැකිනම් මදුරුවන් පාලනය කිරීමේ වැඩසටහන් ඵලදායි වනු ඇත.

ඈ. කියුලෙක්ස් ට්‍රයිටීරියෝරින්ස් මගින් මදුරු මර්ධනය සාර්ථක ලෙස කළ හැකි බව පැවසේ.

ඉ. මේ වනවිට බොහෝ ප්‍රදේශවල කෘමිනාශක සියල්ලටම පාහේ ප්‍රතිරෝධය දක්වන මදුරුවන් පරිණාමය වී ඇත.

1.	(අ) හරි	(ආ) හරි	(ඇ) හරි	(ඈ) වැරදි	(ඉ) හරි
2.	(අ) හරි	(ආ) හරි	(ඇ) වැරදි	(ඈ) හරි	(ඉ) හරි
3.	(අ) හරි	(ආ) වැරදි	(ඇ) හරි	(ඈ) හරි	(ඉ) හරි
4.	(අ) හරි	(ආ) හරි	(ඇ) හරි	(ඈ) වැරදි	(ඉ) හරි
5.	(අ) හරි	(ආ) වැරදි	(ඇ) හරි	(ඈ) හරි	(ඉ) හරි
6.	(අ) වැරදි	(ආ) හරි	(ඇ) හරි	(ඈ) හරි	(ඉ) හරි

ජාතික විද්‍යා පදනම
47/5 මේට්ලන්ඩ් පෙදෙස
කොළඹ 07