නිනිති තාක්ෂණයේ ජීව - රොබෝ ක්‍රම

මෙම ක්‍රමය සාමාන්‍යයෙන් හඳුන්වනු ලබන්නේ 'උඩ සිට පහළට ළඟා වීම' යනුවෙනි. උදහරණයක් ලෙස මොටෝරියක් සෑදීමේදී එහි හැඩය ලබගැනීම පිණිස ලෝහ තහඩුවක් යන්ත්‍රයක දමා පීඩනයට පත් කර එම හැඩය ලබා ගැනේ. ෆේන්මන්ගේ කථාවේදී ඔහු සදහන් කළේ 'පහත සිට ඉහළට' යන සංකල්පයයි. එනම් පරමාණු මට්ටමේ කොටස් නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියට යොදගැනීමයි.

ඕස්ට්‍රේලියාවේ මොනෑෂ් විශ්ව විද්‍යාලයයේ,
ආචාර්ය ඇස්. ඩබ්ලිව්. ඒකනායක සහ
ආචාර්ය පී. එන්. පොන්නම්පෙරුම

නිනිති තාක්ෂණයේ නිර්මාතෘ විද්‍යාඥ ආර්. ෆේන්මන්

නිනිති (නැනෝ) තාක්ෂණය ගැන කථා කිරීමේදී නිනිති තාක්ෂණය හඳුන්වාදීම ගැන සඳහන් කිරීම වැළැක්විය නොහැක. මීට අඩසියවසකට පෙර වර්ෂ 1959 දී නොබෙල් ත්‍යාග ලාභී භෞතික විද්‍යාඥයෙක් වූ ආර්. ෆේන්මන් විසින් නිනිති තාක්ෂණ සංකල්පය හඳුන්වා දෙන ලදි. ඔහුගේ සංකල්පය ගැන සාකච්ඡා කිරීමේදී වත්මන් නිෂ්පාදන තාක්ෂණය ගැන සඳහන් කළ යුතුය.

වත්මන් නිෂ්පාදන තාක්ෂණය පදනම් වී ඇත්තේ කැපීම්, කැටයම් කිරීම්, අච්චුවක් ගැනීම, සහ ද්‍රව්‍ය පෑස්සීම වැනි තාක්ෂණික ක්‍රම පදනම් කරගෙන යම් වස්තුවක් නිර්මාණය කිරීමයි. මෙම ක්‍රමය සාමාන්‍යයෙන් හඳුන්වනු ලබන්නේ 'උඩ සිට පහළට ළඟා වීම' යනුවෙනි. උදහරණයක් ලෙස මොටෝරියක් සෑදීමේදී එහි හැඩය ලබගැනීම පිණිස ලෝහ තහඩුවක් යන්ත්‍රයක දමා පීඩනයට පත් කර එම හැඩය ලබා ගැනේ. ෆේන්මන්ගේ කථාවේදී ඔහු සඳහන් කළේ 'පහත සිට ඉහළට' යන සංකල්පයයි. එනම් පරමාණු මට්ටමේ කොටස් නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියට යොදගැනීමයි. මෙම ක්‍රියාදමයේ දී යන්ත්‍ර සාද ඇත්තේ එක අණුවකින් සෑදුන යාන්ත්‍රික කොටස් වලිනි. මේවා එකට බැද තබා ඇත්තේ සහ සංයුජ බන්ධන මගිනි. එම බන්ධන ශක්තිය විශාල පරිමාණයේ උපාංග එකට බැද ඇති බන්ධන වලට වඩා බලවත්ය. පාරම්පරික ක්‍රමවල ඇති සීමාවන් නිසා ඒවා මගින් සෑදිය නොහැකි උපකරණ මෙම සංකල්පය මගින් සෑදිය හැක.

අඟහරු ගවේශණය සඳහා සංවර්ධනය කරන ලද රෝවර් යානය (වමේ)

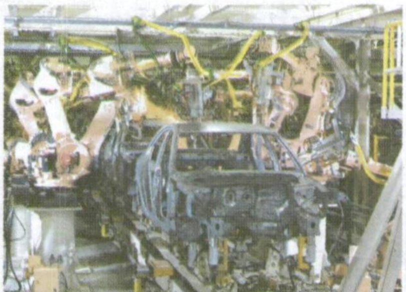
නිනිති තාක්ෂණයේ වත්මන් දියුණුව

මෙම සංකල්පය හඳුන්වා දී දශක හතරකට පමණ පසු නැනෝ පරිමාණයේ උපකරණ සෑදීම පිළිබඳ ලොව වටා විද්‍යාඥයෝ දැන් උනන්දුවක් දක්වති. මෙම උපකරණය උදව්වෙන්, සම්භාව්‍ය ක්‍රම මගින් කළනොහැකි කාර්යයන් කිරීමට යොදගත හැක. නැනෝ තාක්ෂණයේ යොද ගැනීම එක් අංගයක් වන්නේ හපන් ද්‍රව්‍ය හඳුන්වා දීමයි. උදහරණයක් ලෙස උස් ගොඩනැගිලිවල විදුරු පිරිසිදු කිරීම අනතුරු දයක, කල්ගන්නා, වියදම් අධික කාර්යයකි. ස්වයං පිරිසිදු කිරීමේ ක්‍රම හඳුන්වාදීමට පෙර මෙම ක්‍රමය යොද ගැනින. ස්වයං පිරිසිදු කිරීමේ ක්‍රමයේදී තමා විසින්ම පිරිසිදු කර ගන්නා කොටස් විදුරුවලට එකතු කර ඇත. හපන් ද්‍රව්‍යවලට අමතරව, ලොව වටා විද්‍යාඥයින්ගේ පර්යේෂණවලට ලක් වී ඇති ඉතා සිත් ඇද ගන්නා සුලු, ඉල්ලුමක් ඇති දෙයක් වන්නේ නිනිති රොබෝවරුය.

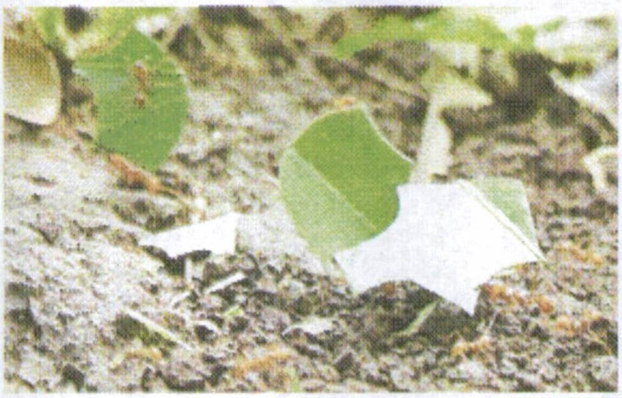
රොබෝවරු සහ කණ්ඩායම් වැඩ

රොබෝ ක්‍රම හැඳින්වීමට පෙර සුළු පරිමාණයේ රොබෝවරු ගැන හැඳින්වීමක් කළ යුතුය. රොබෝවරු යනු යම් කාර්යයක් කිරීම පිණිස මිනිසා විසින් නිපදවන ලද උපකරණ වෙයි. මෙම කාර්යය සරල හෝ සංකීර්ණ එකක් විය හැක. කර්මාන්ත ශාලාවලදී නිෂ්පාදන ක්‍රියාදමයට සම්බන්ධ රොබෝවරුන්ගේ සිට අජටාකාශ ගවේශණ සඳහා යොද ගන්නා එහා මෙහා ගමන් කරන වාහන දක්වා පරාසයක් මෙහි වෙයි. මූලික වශයෙන් රොබෝ කෙනෙක් සෑදී ඇත්තේ පොදු මූල කොටස් එකතුවෙනි. බලශක්ති ප්‍රභවයක්, එය ක්‍රියා කරවන උපකරණ, යමක් හඳුනා ගැනීමේ ස්පර්ෂ සංවේදී උපකරණ, සහ ගණනය කිරීමේ හැකියාව (ලැබෙන සහ පිටකරන දත්ත ගණනය කිරීම) කාර්යයන් ගණනාවක් කළ හැකි වේගයෙන් දත්ත සැකසීමේ ඉහළ හැකියාවක් ඇති රොබෝවරු නිපදවීම මීට ඉහත පර්යේෂකයෝ වෙහෙසුනහ. මෙම යන්ත්‍ර දැනට හොඳින් ස්ථාපනය වී ඇති අතර, ඒවා විවිධ ක්ෂේත්‍රවලදී මිනිසා සඳහා සේවය කරනු ලබයි.

මෑත අතීතයේදී පර්යේෂකයින්ගේ අවධානය යොමු වී ඇත්තේ ඉහළ හැකියාවක් ඇති, බහු කාර්යයන් කරන රොබෝවරු නිපදවනවාට වඩා එක කාර්යයක් හෝ කිපයක් කරන කුඩා ප්‍රමාණයේ, අඩු වියදම් රොබෝ කණ්ඩායම් නිපදවීමය. මේවා හඳුන්වා දී ඇත්තේ රොබෝ රංචුවක් ලෙසය. මෙම සංකල්පය ලබා ගන්නේ ජීව විද්‍යාත්මක රංචු අධ්‍යයනය කිරීමෙන් පසුවය. කුහුඹුවන්, මී මැස්සන් විශාල වශයෙන් එකතුවී කණ්ඩායමක් ලෙස වැඩ කර කූඩු සෑදීම, සහ තර්ජනාත්මක ලෙස සටන් කිරීම ආදිය කරනු ලැබේ. රොබෝ ක්‍රම ක්ෂේත්‍රය සලකා බැලීමේදී තනි රොබෝ කෙනෙකුට කළ නොහැකි, බිම් බෝම්බ ඉවත් කිරීම, සොයා බලා අනතුරකින් මුදවා ගැනීම, ආදියට රොබෝවරු කණ්ඩායමක් යොදවනු ලැබේ. උන්ට ඇත්තේ සීමා සහිත ගණනය කිරීමේ සහ ස්පර්ශක, සංවේදී හැකියාවක් වුවද, කණ්ඩායමක් ලෙස වැඩ කිරීමේදී මෙම සීමාවන් ජයගත හැක. නිනිති රොබෝවරු, රොබෝ කණ්ඩායමක විශේෂිත



මොටෝරිය නිෂ්පාදනාගාරයේ ඇති රොබෝවරු (දකුණේ)



කුහුඹු ජනපදයක් සමූහ වැඩ කරන අයුරු

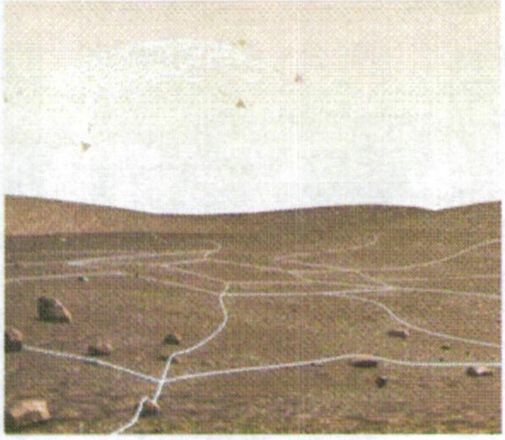
උපවර්ගයක් වෙයි. මේවා ගොඩ නගා ඇත්තේ නිනිති ප්‍රමාණයේ කොටස් වලින් වන අතර, නිනිති පරිමාණයේ කාර්යයන් කරනු ඇත. ඒවා දැක ගැනීමට විශාල පරිමාණයෙන් දර්ශනය විශාල කළ යුතු වෙයි.

නිනිති රොබෝක්‍රම ඇයි?

නිනිති රොබෝක්‍රම ක්ෂේත්‍රය පර්යේෂණවල ප්‍රමුඛ තැනක් ගෙන ඇත. මෙයට හේතු ගණනාවක් වෙයි. යුද පිටියේ වෛද්‍ය විද්‍යාවේ සහ අජටාකාශ විද්‍යාවේ ඔවුන් විශාල ලෙස යොදවා ගැනීමේ හැකියාවක් ඇත. උදහරණයක් ලෙස මේ ගැන සිතන්න. සාමාන්‍ය එන්නත් සිරින්ජරයක් මගින් රුධිරය තුළට විදින ලද රොබෝ කණ්ඩායමක් රුධිර නාල ඔස්සේ ගමන් කර, වෙනත් කොටස්වලට හානි නොකර පිළිකා සෛල පමණක් විනාශ කරන දූත මෙහෙවරක් ගැන සිතන්න. (අති සූක්ෂම වෛද්‍ය විද්‍යාව) මෙය විද්‍යා ප්‍රබන්ධයක් ලෙස පෙනෙනු ඇත. ලොව වටා සිදු කරන නිනිති රොබෝ පර්යේෂණ මෙය නුදුරු අනාගතයේදී කළ හැකි දෙයක් ලෙස පෙනියයි.

යුද්ධෝපක්‍රම සහ අභ්‍යවකාශ ගවේශණයේදී වෛද්‍ය ක්‍රමවලට වඩා වෙනත් දූත මෙහෙවරක් රොබෝවරු ඉටු කරනු ඇත. උදහරණයක් ලෙස සතුරාට නොදැනෙන පරිදි ආක්‍රමණික පැත්තකට ඇතුලු වී තොරතුරු ඔත්තු බලා ඒවා සැපයීමට - නිනිති රොබෝවරු කණ්ඩායමක් යෙදවිය හැක. නැත්නම් බිම් බෝම්බ ඇති තැන් සොයා ඒවා ඔවුන් විසින් පුපුරුවා හැරීමට කටයුතු කළ හැක. යෝජිත රොබෝවරුන්ගේ විශේෂ හැකියාව වන්නේ ඔවුන් විසින්ම ස්වයං ජනනය වීමේ හැකියාවයි. නිනිති කර්මාන්තශාලා මෙන් මේවායේ වියදම ඉතා අඩු වනු ඇත. අභ්‍යාවකාශ හෝ දියයට හෝ කරන ගවේශණවලදී නිනිති රොබෝවරුන්ගේ ස්වයං ජනනය ඉතා අවශ්‍ය වනු ඇත. මක්නිසාද යත්? ගවේශණය කරනු ලබන ඉලක්කයක් වටා නිනිති රොබෝවරු විශාල සංඛ්‍යාවක් මුදහැර ඒ අයගෙන් තොරතුරු ලබා ගැනීමට අවශ්‍ය වීමයි.

මෙය, තොරතුරු ලබා ගැනීමට තනි රොබෝකෙනෙක් යැවීමට වඩා ඉහළ සහ වඩාත් විශ්වාසදායි ක්‍රමයක් වෙයි. වත්මන් අජටාකාශ ගමන්වලදී ගගන ගාමීන්ගේ සෞඛ්‍යය පවත්වාගෙන යාම පුළුල් ලෙස සාකච්ඡාවට භාජනය වූ කරුණකි. ගගන ගාමීන්ගේ සෞඛ්‍යය ආරක්ෂා කිරීම පිණිස නිනිති රොබෝවරු යොද ගැනීමට හැක. ගගන ගාමීන්ගේ සිරුර තුළට එන්නත් කරනු ලබන, එක්තරා ක්‍රමයකට අණ දෙන ලැබූ නිනිති රොබෝවරු ගගන ගාමියාගේ සෞඛ්‍යය, තර්ජනවලින් ආරක්ෂා කරගෙන තබයි.



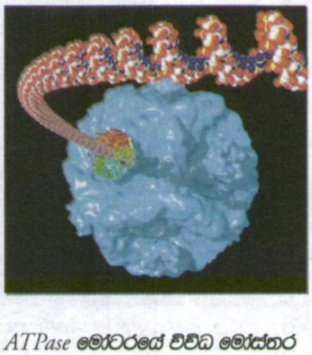
චිත්‍ර ශිල්පියෙකුගේ දැක්ම, නිනිති රොබෝවරු විසින් ග්‍රහලොව මතුපිට ගවේෂණය කිරීම
(දත්ත එකතුකිරීමට යොදගන්නා නැනෝ රොබෝවරු පාවිච්චිය ගන්නා මාර්ග සුදු ඉරි වලින් දක්වා ඇත.)

යොදගන්නා ක්ෂේත්‍රය සහ ස්වභාවය අනුව පර්යේෂණ කටයුතු ඉතා තරගකාරී සහ රහසිගත වෙයි. එම හේතුව නිසා මෙම අංශයෙන් කරන ලද පර්යේෂණ සහ එහි ප්‍රතිඵල මාධ්‍යවලට මුද නොහරී.

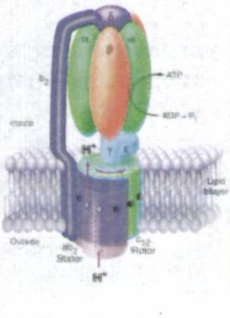
ජීව විද්‍යාත්මක ආභාශයක්ද?

නිනිති පරිමාණයේ උපාංග සමග ඇති අපහසුකම්

නිනිති රොබෝවරු යොදගැනීම පිණිස බොහෝ ඉල්ලීමක් තිබුණද ඔවුන් නිපදවීම පිණිස නිනිති ප්‍රමාණයේ කොටස් යෙදීම සහ එකලස් කිරීම කළ යුතුව ඇත. මෙය ඉතා අපහසු කාර්යයකි. මක්නිසාද යත් පියවි ඇසට ඒවා නොපෙනෙන බැවිනි. ඉලෙක්ට්‍රෝන අණු දක්නය, පරමාණුක බල අණු දක්නය වැනි උපකරණ මෙහිදී යොද ගැනේ. මේ මගින් නිරාවරණය වන මතුපිට නිනිති ලෝකයට තමන්ගේ ඇස් සහ අත් යොමු කිරීමට විද්‍යාඥයින්ට හැකිවෙයි. නව මාර්ගයේ ගවේශණ සහ නව පන්තියේ ජීව විද්‍යාත්මක සහ භෞතික විද්‍යාත්මක පර්යේෂණ කිරීමට මෙම උපකරණ උදව්වෙයි.



ATPase මෝටරයේ විවිධ මෝස්තර



නිනිති ලෝකය ගවේශණය කිරීමේදී, රොබෝවරු සඳහා අවශ්‍ය නිනිති පරිමාණයේ උපාංග නිපදවීම පිණිස විද්‍යාඥයෝ විශාල ප්‍රශ්නවලට මුහුණ දී සිටිති. උදහරණයක් ලෙස නිනිති රොබෝවරුන්ගේ නිර්මාණ කොටස්,

ක්‍රියාත්මක කරන කොටස්, සංවේදී සහ එකලස් කිරීමේ ඒකක නිනිති පරිමාණයෙන් සංවර්ධනය කළ යුතුය. රොබෝවරු සඳහා අවශ්‍ය කොටස් කෘත්‍රිමව නිපදවනු වෙනුවට, විද්‍යාඥයින් තෝරා ගත්තේ දැන් ලබාගත හැකි නිනිති පරිමාණයේ කොටස් යොදා ගැනීමයි.

සොබාදම් මාතාවගේ යන්ත්‍ර

නිනිති පරිමාණයේ දැනට ඇති උපාංග....? රොබෝවරු සඳහා යොදාගැනීමට හැකි නිනිති පරිමාණයේ උපාංග සංවර්ධන කර ඇත්ද? උත්තරය වන්නේ 'ඔව්' යන්නයි. ඒ සියල්ල ඔබ වටා ඇත.

පෘථිවිය මත ජීවය ආරම්භ වූ ද සිට පෘථිවි මාතාව අණුක යන්ත්‍ර සංවර්ධනය කර ඇත. ඒවායේ නිර්මාණය යලි සැලසුම්කර, පරම්පරා ගණනාවක් තිස්සේ පරීක්ෂා කර ඒවායේ ක්‍රියාකාරීත්වය උපරිම මට්ටමකට ගෙනවිත් ඇත. ජීවය සහ පෘථිවිය මේ යන්ත්‍ර වටා එක්රැස් වී ඇත. එහෙයින් තම නිර්මාණ සඳහා එම කොටස් යොදා ගැනීමට යමෙක් පසුබට නොවිය යුතුය.

කෙඳිති මෝටරයේ විවිධ දර්ශන

රොබෝ නිර්මාණවලට ජීව විද්‍යාත්මක ආභාශය එකතු කිරීම

සම්භාව්‍ය රොබෝ උපාංග කරන කාර්යය කිරීමට අණුක පරිමාණයේ උපාංග සෙවිය හැකිද? ඔව්, සම්භාව්‍ය රොබෝවරුන්ගේ උපාංග පහසුවෙන් ආදේශ කළ හැකි බොහෝ අණුක කොටස් විද්‍යාඥයින් සොයාගෙන ඇත. එම නිසාම එබඳු පද්ධති නිර්වචනය කර ඇත්තේ ජීව-රොබෝවරු ලෙසය. එම උපාංග කවරේද, ඒවා ජීව විද්‍යාත්මකව ගැලපෙන්නේ කෙසේද?

පළමුවෙන් සෑම රොබෝ කෙනෙකුටම (එක්තරා කාර්යයක් කිරීමට නිර්මාණය කරන ලද) බලශක්ති ප්‍රභවයක් අවශ්‍ය වෙයි. මහා පරිමාණයේ රොබෝවරුන් නිෂ්පාදනය පිණිස යොදා ගන්නේ විදුලි කෝෂ, පැට්‍රල් එන්ජින්, ඉන්ධන කෝෂ, හෝ එක තැන තිබෙන රොබෝවරුන් සඳහා බාහිර විදුලි සැපයුමකින් විදුලි බලය ලබා ගැනීමයි. එහෙත් නිනිති පරිමාණයේ රොබෝ එන්ජින් සඳහා එබඳු බලශක්ති ප්‍රභවයක් දියුණු කිරීම ඉතා අසීරුය (ඇතැම්විට නොහැකිය) සොබාදහමේ යන්ත්‍ර සඳහා සෑම ජීව සෛලයක් සඳහාම බලශක්ති ප්‍රභවයක් ඇත. එය හඳුන්වනු ලබන්නේ 'මයිටොකොන්ඩ්‍රියා' (Mitrochondria) යන නමිනි. එය විසින් ග්ලූකෝස් වැනි කාබනික අණු දහනය කර බලශක්තිය ලබාගෙන එය ඒටීපී (ATP) අණුවේ ගබඩා කර තබයි. එය හඳුන්වනු ලබන්නේ විශ්ව ශක්ති ගබඩාවක් ලෙසය. එම පද්ධතියම නිනිති රොබෝවරුන් සඳහා සුදුසුය. රසායනික ශක්තිය ලෙස බලශක්ති ප්‍රභවය ක්‍රියාකාරී කොටස්වලට සැපයෙයි. ATP සංශ්ලේෂණ එන්සයිමයක් විසින් ATP අණුව සංශ්ලේෂණය කරනු ලබයි. ෆොස්පේට් ඛණ්ඩයක් ADP වලට අධිශක්ති බන්ධනයකින් ඈඳීම එම ක්‍රියාවයි. අවශ්‍ය විටකදී උත්ප්‍රේරක ක්‍රියාවක් මගින් ශක්තිය මුදා හරිනු ලැබේ.

එම ක්‍රියාවලියේදී ATP එන්සයිමය අණුක මෝටරයක් ලෙස ක්‍රියාකරයි. (ක්‍රියාකිරීමේදී එය කරකැවෙයි.) නිනිති පරිමාණයේ රොබෝවරු සඳහා විදුලි මෝටරයක් යොදාගන්නා අයුරින් මෙය උපමා කළ හැක. එම නිසා අණුක පරිමාණයේදී ATP සමග සම්බන්ධවූ ATP එන්සයිම බලශක්ති ප්‍රභවයක් සහ මෝටරයක් ලෙස යොදා ගත හැක.

විශාල පරිමාණයේ රොබෝවරු ක්‍රියාත්මක කරවන විදුලි මෝටර හෝ ක්‍රියා කරවන්නක් ලෙස මෙය සමානවෙයි. ATP වැනි බලශක්ති ප්‍රභවයක් යොදගෙන එබඳු කාර්යයන් කළ හැකි ජීව විද්‍යාත්මක උපක්‍රම තව බොහෝ තිබේ. උදහරණයක් ලෙස බැක්ටීරියා ප්‍රයෝජනයට ගන්නා (flagella) කෙඳිති මෝටරය, මිනිස් පරිමාණයේ මෝටරයකට සමාන වෙයි. එහෙත් කෙඳිති ක්‍රියාත්මක කිරීමට බලශක්ති ප්‍රභවයක් ලෙස යොදා ගන්නේ ATP අණුවයි. වෙනත් වර්ගයේ නිනිති යන්ත්‍ර ද ඇත. DNA ක්‍රියාකරවීම, වයිරස් ප්‍රෝටීන් ආදිය ATP බලශක්ති ප්‍රභවයක් ලෙස යොදා නොගනී. ලෝහ, ප්ලාස්ටික්, පොලිමර් වැනි දේවලින් සාදන ලද මහා පරිමාණයේ රොබෝවරුන්ගේ ව්‍යුහ හන්දි ස්ථාන, නිනිති පරිමාණ රොබෝවරු සමග සංසන්දනය කිරීමේ දී ඒවාට ආදේශ කර ඇත්තේ DNA නිනිති නාල, DNA සරනේරු අණුක බන්ධන සහ සංශ්ලේෂක බන්ධන ආදිය මගිනි. සම්ප්‍රේෂණ කොටස්වලට ආදේශ කිරීමට බිටා තහඩු සුදුසුයැයි යෝජනා කර ඇත.

එය සාර්ථක වෙයිද?

සංවර්ධනය කරන ලද ජීව රොබෝවරු පහසුවෙන් ලබාගත හැකියයි කීම සත්‍යයක් නොවේ. එසේ වුවත් ලොව සෑමතැනම පළමු නිනිති පරිමාණයේ රොබෝ කෙනෙක් නිපදවීම පිණිස බොහෝ පර්යේෂණ කටයුතු සිදුවෙමින් පවතී. නිනිති පරිමාණ යන්ත්‍ර සඳහා නිර්මාණක කොටස් සංවර්ධනය කිරීම පිණිස පර්යේෂණ රාශියක් කටයුතු කරති. ඉන් ලැබෙන පර්යේෂණ ප්‍රතිඵල තවම ප්‍රසිද්ධ කර නැත. මෙය අවසන් කිරීමට පෙරාතුව, නිනිති පරිමාණයේ රොබෝවරු හඳුන්වාදීම නිසා ප්‍රශ්න ගණනාවක් ගැන සිතා බැලිය යුතුය. කෘත්‍රිම යන්ත්‍ර වලට, නිනිති පරිමාණ මට්ටමෙන් ස්වයං බෙදීම සහ ස්වයං එකලස් කිරීම කළ හැකි නම් ඉන් පැන නගින දේ කුමක්විය හැකිද? දැන්වනතුරු අප වැනි ජීවී සතුන්ට පමණක් මෙම හැකියාව තිබිණි. මිනිසා විසින් සාදන ලද යන්ත්‍රයක් සොබාදහමේ සීමාවන් ඉක්මවා යයි නම් එහි ජයග්‍රාහකයා කව්ද? මිනිසාද නැත්නම් ඔවුහු ද?

ඩී. එන්. ඒ. සරනේරු

ඕස්ට්‍රේලියාවේ මොනෑෂ් සරසවියේ සේවය කරන
ශ්‍රී ලාංකික විද්‍යාඥයන් දෙපළක් වන,
ආචාර්ය ඇස්. ඩබ්ලිව්. ඒකනායක සහ
ආචාර්ය පී. එන්. පොන්නම්පෙරුම
නිනිති තාක්ෂණය පිළිබඳ පුරෝගාමී විද්‍යාඥයන් දෙපළකි.