පළිබෝධනාශක වර්ග සහ ක්‍රියාකාරිත්වය

ආචාර්ය ජේ.ඒ. සුමිත්
පළිබෝධනාශක රෙජිස්ට්‍රාර්

පළිබෝධනාශක–හැඳින්වීම

පළිබෝධ යනු මොනවා ද?

පළිබෝධයෙකු යනු මනුෂ්‍යත්වයේ තරඟකාරයෙකු යැයි ඉතා පුළුල් ලෙස හඳුන්වා දී ඇත (A pest is a competitor of humanity). [1] 1980 අංක 33 දරණ පළිබෝධනාශක පාලනය කිරීමේ පනතේ "පළිබෝධය" යන්න සඳහා විද්‍යාත්මක වූ ද ප්‍රායෝගික වූ ද නිර්වචනයක් සඳහන් වේ.

පනතෙහි සඳහන් අර්ථ නිරූපණයට අනුව "පළිබෝධය" යන්නෙන් "බෝගවලට, ගබඩා කළ නිෂ්පාදනවලට, සකස් කළ ආහාරවලට, දැවවලට, ඇඳුම්වලට, රෙදිපිළිවලට, හෝ අප්‍රාණික වස්තූන්ට හානිකර, පීඩාකාරී හෝ අයෝග්‍ය වූ නැතහොත් මහජන සෞඛ්‍යය හා ස්වස්ථතාව සම්බන්ධයෙන් සලකන කළ අයහපත් වූ යම් කෘමියෙක්, මූෂිකයෙක්, පක්ෂියෙක්, මත්ස්‍යයෙක්, මෘද්වංශිකයෙක්, පණුවර්ගයක්, දිළීර වර්ගයක්, වල් පැළෑටියක්, ක්ෂුද්‍රජීවියෙක්, වයිරසයක් හෝ වෙනත් වර්ගයක ශාක හෝ සත්ත්ව ජීවයක් අදහස් වන අතර, මේ පනත යටතේ සාදන ලද නියෝග මගින් නිශ්චිතව ම ඇතුළත් කළ හෝ බැහැර කළ යම් පළිබෝධයක් නො වන මනුෂ්‍යයාගේ හා ගෘහ සත්ත්වයන්ගේ බහිස්පරපෝෂිතයන් ද ඊට ඇතුළත් වේ" ලෙස සඳහන් වේ.

එහි පුළුල් අන්තර්ගතය කුමක්වුවත්, ඉතා සරල ලෙස ගත් කල මනුෂ්‍යා ගේ ජීවන සුඛවිහරණයට බාධා වන අයුරින් සැලකෙන ඕනෑම ජීවියෙක් (සත්ත්ව හෝ පැළෑටි) පළිබෝධ ගණයේ ලා සැලකේ.

මනුෂ්‍යාගේ මනා-එපාකම් අතර කෘෂිකාර්මික නිෂ්පාදනය, නිෂ්පාදන ප්‍රවාහනය, ගබඩාකරණය, සැකසීම, අලෙවිය යන අවස්ථාවලට බාධා සිදුවන අයුරින් හැසිරෙන ජීවීන් හෝ තමා පරිහරණය කරන ගෘහ භාණ්ඩ දැව යනාදියට හානිකර, සත්ත්ව ආහාර ආදියට හානිකර ජීවීන් ද, මිනිසාගේ හා සත්ත්වයින්ගේ බහිස්පරපෝෂිතයින් ද පළිබෝධ ගණයට අයත් වේ.

බොහෝවිට බෝගවලට හානිකරන කෘමීන්, දිළීර, ගොළුබෙල්ලන් හා වල්පැළෑටි ආදිය ද මිනිසාට ලෙඩ රෝග බෝ කරන මැස්සන්, මදුරුවන්, මීයන් ආදිය ද මිනිසාට සහ ගෘහ සත්ත්වයන්ට හානිකර උකුණන් කිණිතුල්ලන්, මැක්කන් ආදිය ද හානිකර ජීවීන් අතර වේ (**රූප සටහන 1**).

මේ අනුව පළිබෝධ යනු මනුෂ්‍ය මූලික නැඹුරුවක් සහිත යෙදුම කි.

[1] www.wikipedia.org: pest

රූප සටහන 1: ගෘහාශ්‍රිතව ජීවත්වන හිංසාකාරී පළිබෝධ වර්ග

පළිබෝධනාශක යනු මොනවාද?

පළිබෝධ පාලනයට යොදා ගන්නා සක්‍රිය රසායනික ද්‍රව්‍යයක් හෝ සක්‍රිය රසායනික ද්‍රව්‍ය අඩංගු මිශ්‍ර සංයෝගයක් හෝ පළිබෝධනාශක ලෙස හැඳින්වේ. පළිබෝධනාශකයේ ක්‍රියාකාරීත්වය පළිබෝධ විකර්ශනය කිරීම, අඩපණ කිරීම හෝ විනාශ කිරීම හෙවත් මරා දැමීම ඉලක්ක කර සිදු වන කාර්‍යය කි. පළිබෝධනාශක සඳහා පොදු උදාහරණ ලෙස දිලීරනාශක, කෘමිනාශක, වල්නාශක, මීනාශක, ගොළුබෙලිනාශක ආදිය සඳහන් කළ හැකි ය.

විශේෂයෙන් මනුෂ්‍ය-මූලික (human concept) අවශ්‍යතාවයන් උදෙසා පළිබෝධනාශක නිෂ්පාදනය කර ඇති නිසා විෂබීජනාශක, කුරුළුනාශක, කුරුළු හා සත්ත්ව විකර්පක (bird repellents, deer repellents, snake repellents etc) ලෙස තවදුරටත් වූ පුළුල් අවශ්‍යතා වෙනුවෙන් ද පළිබෝධනාශක භාවිතා වේ.

බෝග වගාවන් සම්බන්ධයෙන් පළිබෝධ විකර්ශක පුළුල් ලෙස භාවිතා නො වුව ද අපගේ ශරීරයේ ගල්වනු ලබන ආලේපන ලෙස මදුරුවන්, කිණිතුල්ලන් හා මැක්කන් පළවා හැරීමට යොදා ගන්නා පළිබෝධනාශක වර්ග ඇත. උදාහරණ අතර **ඩයිඑතයිල්ටොලුඑමයිඩ්** (diethyl-m-toluamide, DEET) වැනි කෘත්‍රිම රසායන මෙන් ම පැඟිරි තෙල් හෙවත් **සිට්රොනෙල්ලා** වැනි ස්වාභාවික ශාක නිස්සාරක ද මේ සඳහා උදාහරණ ලෙස සඳහන් කළ හැකි ය.

විජලකාරක (desiccants) විශේෂයෙන් ම වියළි පරිසරවල ජීවත්වන කෘමීන්, එ නම් නිවාස හා ගොඩනැගිලි තුළ වෙසෙන කැරපොත්තන්, කුහුඹුවන් වැනි බඩ ගා යන හෙවත් බිම ඇදී යන සත්ත්වයින් මර්දනය කිරීම සඳහා යොදා ගනී. **බෝරැක්ස්**, **බෝරික් අම්ලය** (borax, boric acid), **ඇමෝෆොස් සිලිකා** (amorphous silica), **කයිටොසාන්** (chitosan) වැනි සංයෝග කෘමීන්ගේ කයිටින උච්චර්මය සිරීමට භාජනය කර ශරීරය විජලනයට භාජනය කරයි; ආමාශගත වූ විට ආහාර මාර්ගය සිදුරු වී ශරීර තරල ඉවත් වීම මගින් ශරීරය විජලනයට පත් කරයි; එ මගින් සතුන් විනාශ වේ.

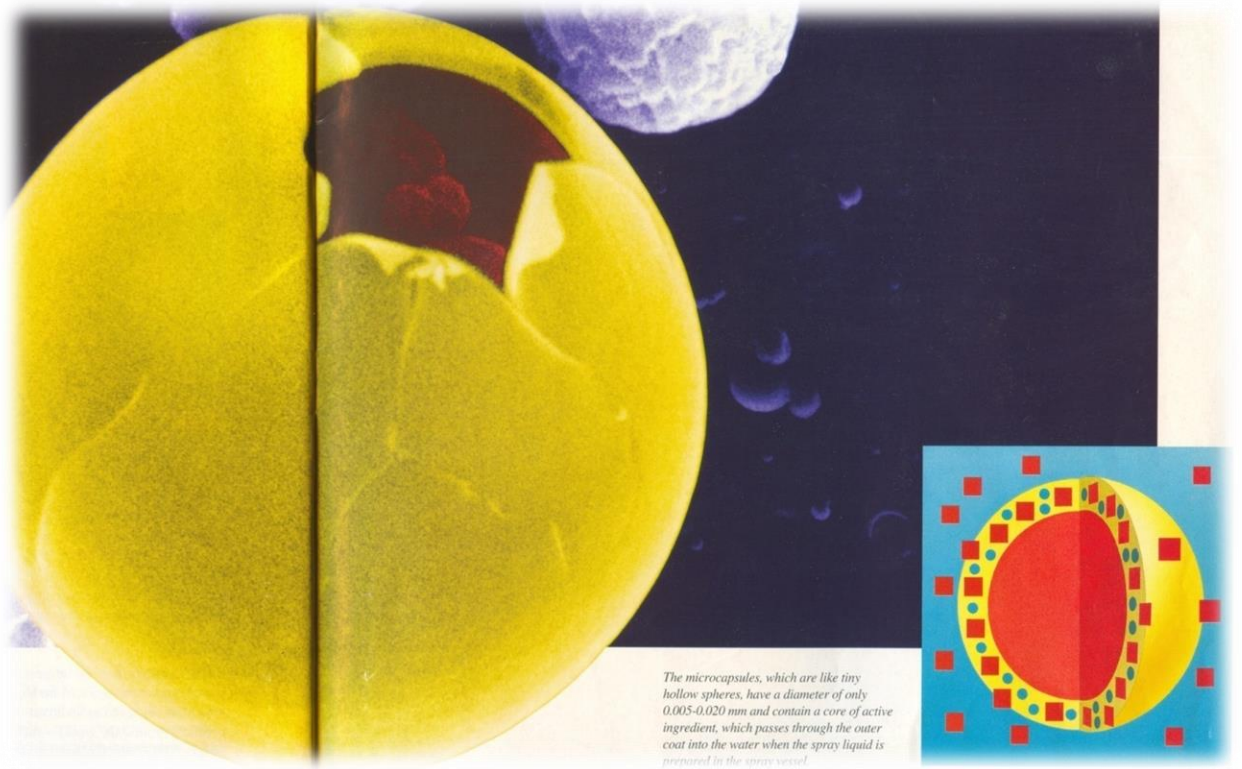
විජලකාරක බාහිර පරිසරයේ දී අක්‍රිය සංයෝග බවට පත් වන අතර, ශාකවලට විෂ විය හැකි ය. **කයිටොසාන්** (chitosan) සංයෝග මෙසේ වල් පැළෑටි විනාශ කිරීම සඳහා ද යොදා ගැනේ; **පැරකොට්** කපු පුළුන් නෙළීමට පෙර කපු ශාක පත්‍ර වියළා දැමීමට යොදා ගනී. එනයින් මේවා ද පලිබෝධනාශක ලෙස සැළකේ.

කෘමිනාශක ගැල්වූ මදුරු දැල් පලිබෝධනාශක වශයෙන් සැළකිය හැකි ද?

කෘමිනාශක ගැල්වූ මදුරු දැල් විශේෂිත පලිබෝධනාශක සංයෝජනයක් වශයෙන් සැළකිය හැකි ය. සාමාන්‍යයෙන් පලිබෝධනාශක ගල්වන ලද, එහෙත් ඒවා ගල්වන ලද ද්‍රව්‍යයේ ආරක්ෂාව හෝ කල් පැවැත්ම වෙනුවෙන් ප්‍රතිකාර සිදුකර ඇති අවස්ථාවල දී හැර අනෙකුත් සියළුම ආකාරයේ ප්‍රතිකාර කරන ලද ද්‍රව්‍ය (treated articles) සඳහා මෙම නිර්වචනය වලංගු වේ.

පොලිමර්කැප්සියුල තුළ අඩංගු කරන ලද කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක (උදා: **පර්මෙත්‍රින්**, **ඩෙල්ටාමෙත්‍රින්** වැනි සංයෝග) අඩංගු කර මදුරු දැල් නිෂ්පාදනයේ දී යොදා ගන්නා අමුද්‍රව්‍ය සමග සහ-සංයෝජනයෙන් මදුරුවන් පළවා හැරීම හෝ විනාශ කිරීම සඳහා දැල් මෙවලම් නිපදවා ඇත (**රූප සටහන 2**). මීට අමතරව, කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක (උදා: **ඩෙල්ටාමෙත්‍රින්**) ගැල්වූ ධාන්‍ය ගබඩා මළු මෙන් ම සත්ත්ව ගොවිපොළවල මැස්සන් (house flies) සහ ඇටමැස්සන් (horse flies) මර්දනය කිරීම සඳහා ද දැල් ආවරණ නිෂ්පාදනය කර ඇත.

රූප සටහන 2: කෘමිනාශක කාවද්දන ලද මදුරු දැල් (insecticide impregnated mosquito nets); මෙහි පොලිමර් කැප්සියුල තුළ අඩංගු කරන කෘමිනාශක සේදුම් වාර 20ක් දක්වා කෘමිනාශක ගුණ නො නැසී පවතින ආකාරයෙන් නිපදවා ඇත.



රූප සටහන 3: නැනෝමීටර 0.005-0.02 විශ්කම්භයක් සහිත පොලිමර් කැප්සියුල තුළ පලිබෝධනාශක සක්‍රීය ද්‍රව්‍ය අඩංගු කර නිපදවා ඇති ජලීය මාධ්‍ය සංයෝජන මගින් ඉසින මිශ්‍රණ වියළියාමේ දී ක්‍රමාණුකූලව සක්‍රීය ද්‍රව්‍ය බාහිරයට නිදහස් වේ.

රසායන ගල්වන ලද ද්‍රව්‍යයේ ආරක්ෂාව සහ කල්පැවැත්ම සඳහා පලිබෝධනාශක භාවිතා කරන අවස්ථාවන් සඳහා උදාහරණයක් වශයෙන් දිලීර, බැක්ටීරියා සහ ඇල්ගී වැනි ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගෙන් තීන්ත මිශ්‍රණ ආරක්ෂා කොට ගබඩාගත ආයු කාලය පවත්වා ගැනීම සඳහා ප්‍රතිජීවක හෝ ජෛවනාශක (biocides) මිශ්‍ර කරනු ලබයි. සාමාන්‍යයෙන් තීන්ත මිශ්‍රණවල අඩංගු කරන ජෛවනාශක වර්ග වශයෙන් **කාබෙන්ඩසිම්** (දිලීරනාශක), **ඩයියුරෝන්** (ඇල්ගීනාශක), සහ **ඔක්ටයිල් අයිසොතයොසොලින්**–3–**ඔන්** (බැක්ටීරිනාශක) හැඳින්විය හැකි ය.

එහෙත්, ගොඩගැගිලිවල බාහිර බිත්ති සහ පෘෂ්ඨ මත ආලේපනය කිරීම සඳහා සමහර විශේෂ තීන්ත මිශ්‍රණ (exterior paints) සකස් කරන අවස්ථාවල දී මෙම ප්‍රතිජීවක හෝ ජෛවනාශක අධිමාත්‍රාවලින් අඩංගු කර ජෛව ප්‍රතිරෝධී ගුණාංග හුවා දැක්වීමට තීන්ත නිෂ්පාදකයින් විසින් ක්‍රියාකරන අවස්ථා ඇත. එ වැනි නිෂ්පාදන අතියම් ආකාරයෙන් පලිබෝධනාශක සංයෝජයක් ලෙස සැලකිය හැකි ය. මෙ වැනි සමාන අවස්ථා සබන්, දන්තාලේප, ෂැම්පු වැනි පාරිභෝගික නිෂ්පාදන සම්බන්ධයෙන් ද හඳුන්වා දිය හැකි ය. මෙවැනි නිෂ්පාදනවල ප්‍රතිජීවක හෝ ජෛවනාශක ගුණාංග ඇති කිරීම සඳහා **ට්‍රයික්ලෝසාන්** (triclosan), **සින්ක් පයිරිතියෝන්** (zine pyrithione) වැනි රසායන අඩංගු කෙරේ. මෙ වැනි නිෂ්පාදන ප්‍රතිකාර කරන ලද මෙවලම් (treated articles) ලෙස හැඳින්වේ.

ප්‍රතිකාර කරන ලද මෙවලම් (treated articles) සාමාන්‍ය පලිබෝධනාශක නියාමන අවශ්‍යතාවයන්ගෙන් නිදහස් කිරීම සමහර රටවල නියාමන ආයතන විසින් සිදු කරයි.

උදාහරණයක් ලෙස ඇමෙරිකානු එක්සත් ජනපද පාරිසරික ඒජන්සිය (USEPA) විසින් මෙ වැනි නිදහස් කිරීම් (treated article exemptions) සිදුකර ඇත. එහෙත්, එ වැනි නිදහස් කිරීම් යම් යම් සීමාකාරී තත්ත්වයන් යටතේ පමණක් සිදුකරයි. ඒ විශේෂයෙන් ප්‍රතිජීවක හෝ ජෛවනාශක අඩංගු කරන ලද නිෂ්පාදන සම්බන්ධයෙන් සිදු කළ හැකි සෞඛ්‍ය ආරක්ෂණ වගන්ති (health claims) ඉතා සුපරීක්ෂාවෙන් යුතුව පාලනය කළ යුතු බැවිනි.

මෙම කාරණයට අමතරව, පළිබෝධ මර්දනය කිරීමේ අරමුණු සහිතව නිෂ්පාදනය කර ඇති ප්‍රතිකාර කරන ලද මෙවලම් (treated articles) නියාමනය කිරීම හේතු සාධක ගණනාවක් මත ඉතා වැදගත් සහ අනිවාර්ය අවශ්‍යතාවයක් බවට පත්ව ඇත. එ නම්:

i) කෘත්‍රිම පයිරත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක ඉතා පහසුවෙන් ඉලක්ක කෘමීන් සම්බන්ධයෙන් ප්‍රතිරෝධීතාවයට පාත්‍රවන බැවින් මෙවලම් තුළ ප්‍රතිකාර කරන ලද සක්‍රිය සංඝටක මාත්‍රා ක්‍රියාකාරී නො වන නිසි කාලයේ දී පරිහරණයෙන් ඉවත් කළ යුතු වීම:

ii). ආහාර (food) සහ ආහාර ද්‍රව්‍ය (food stuffs) සමඟ ගැටෙන මෙවලම් (උදා: ප්‍රතිකාර කරන ලද ගබඩා මළු) මගින් ආහාර දූෂණය වීමට ඇති අවකාශ නිසි ඇගැයීමට යටත් කළ යුතු වීම:

iii). ප්‍රතිකාර කරන ලද රසායන ද්‍රව්‍ය පරිහරණය සඳහා පිළිගත් ද්‍රව්‍යයක් බව සහතික කිරීම:

iv). ප්‍රතිකාර කරන ලද මෙවලම් අනුමත කාර්යයන් සඳහා පමණක් භාවිතා වන බවට සහතික වීම; සහ

v). අනුමත ආයුකාලය අවසානයේ දී නිසි අපහරණ ක්‍රමවේදයකට අනුව විනාශ කරන බවට සහතික වීම:

මේ අතර ප්‍රධාන වේ.

පූර්ව හෙවත් "අංකුර" පළිබෝධනාශක(Pro-pesticide) යනු මොනවා ද?

පළිබෝධනාශක ගුණාංග සතුවීමට ප්‍රථමයෙන් යම් සංඝටකයක් යම් ජීවියෙකුගේ ශරීර කායකර්මීය පරිවෘත්තිය ක්‍රියාකාරිත්වය මගින් "සක්‍රිය" ද්‍රව්‍ය බවට පරිවර්තනය විය යුතු රසායන විශේෂ මෙසේ හැඳින්වේ. පළිබෝධනාශකයක ක්‍රියාකාරී කාලය වැඩි කිරීම උදෙසා මෙන් ම පළිබෝධනාශකයේ ආරක්ෂාව වැඩි කිරීම උදෙසා ද "අංකුර" පළිබෝධනාශක නිෂ්පාදනය කෙරේ.

උදාහරණය 1:

බෙනොමිල්[2] (benomyl) නම් දිලීරනාශකය සළකා බලන්න.

බෙනොමිල් දිලීරනාශකය ශාකය තුළ දී **කාබෙන්ඩසිම්** (carbendazim) බවට පරිවර්තනය වන නමුත් දිලීර පාලනයේ සක්‍රිය කාර්යයක් මෙම රසායන දෙකින් ම සිදුවේ.

නවතම පර්යේෂණයක්[3] පෙන්වා දී ඇත්තේ **බෙනොමිල්** ඉතා ශීඝ්‍රයෙන් ශරීරය තුළ දී වියෝජනය වී **කාබෙන්ඩසිම්** (carbendazim) හා බියුටයිල් අයිසොසයනේට් (butyl isocyanate, BIC) නම් වියෝජක අතුරුඵල බවට පත්වන බවත් බියුටයිල් අයිසොසයනේට් සහ ඊට පහළ අතුරුඵල මගින් ඇල්ඩිහයිඩ් ඩීහයිඩ්‍රජනේස් (ALDH) නම්

[2]වසර 2003 දී ශ්‍රී ලංකාවේ බෙනොමිල් භාවිතය දැඩි ලෙස සීමා කරන ලදී.

[3]Arthur Fitzmaurice et al., PNAS, 110, 636-641, 2013 *Citation:* Aldehyde dehydrogenase inhibition as a pathogenic mechanism in Parkinson disease. Proc Natl Acad Sci U S A. 110(2):636-641.

එන්සයිමයේ ක්‍රියාකාරිත්වය නිශේධනය කරන බවත් ය. මොළයේ ස්නායු ක්‍රියාකාරිත්වයට වැදගත් වන ඩෝපැමීන් සංයෝගයේ පරිවෘත්තීය අතුරුඵලය වන 3,4–ඩයිහයිඩ්‍රොක්සිෆීනයිල්ඇසිටැල්ඩිහයිඩ් හෙවත් DOPAL වියෝජනය කිරීම සඳහා අවශ්‍ය ඇල්ඩිහයිඩ් ඩීහයිඩ්‍රජනේස් (ALDH) එන්සයිමය නොමැති වූ විට මොළයේ පටක තුළ එක්රැස් වන DOPAL මගින් මොළයේ සෛලවලට හානි සිදු කිරීමෙන් දිගුකාලීන රෝගී තත්ත්වයක් වන පාකින්සන් රෝගය (Parkinson Disease) ඇති වීමේ ප්‍රවණතාවය ඉහළ යන බව උක්ත පර්යේෂණයේ නිගමනය යි.

මේ අනුව **කාබෙන්ඩසිම්** පිළිබඳව යම් සෛද්ධාන්තික නිගමනයකට එළැඹිය හැකි ය: එ නම්, ඇල්ඩිහයිඩ් ඩීහයිඩ්‍රජනේස් (ALDH) නම් එන්සයිමයේ ක්‍රියාකාරිත්වය නිශේධනය වන්නේ බියුටයිල් අයිසොසයනේට් සහ ඊට පහළ අතුරුඵල මගින් පමණක් වන බැවින් ALDH නිශේධනය කිරීමේ කාර්යයට **කාබෙන්ඩසිම්** දායක නො වන බව පැහැදිලි වේ.

උදාහරණය 2:

ඇසිෆේට් (acephate) හා **මෙතමිඩොපොස්** (methamidophos) යනු ඕගැනෝපොස්පේට් කාණ්ඩයේ කෘමිනාශක වර්ග දෙක කි. ඕගැනෝපොස්පේට් කෘමිනාශක ජීවීන්ගේ ස්නායු පද්ධතියේ ඇසිටයිල්කෝලිනෙස්ටරේස් එන්සයිමය නිශේධනය කරයි. එම නිසා ස්නායු පණිවුඩ හුවමාරු රසායනය වන ඇසිටයිල්කෝලීන් (acetylcholine, ACh) ස්නායු අන්තවල එක්රැස්වීමෙන් කෝලිනර්ජික් ප්‍රතිග්‍රාහක දිගින් දිගටම උත්තේජනය කෙරේ. **ඇසිෆේට්** වනාහි දුර්වල ඇසිටයිල්කෝලිනෙස්ටරේස් එන්සයිම නිශේධකය කි. **මෙතමිඩොපොස්** වනාහි **ඇසිෆේට්**වලට වඩා ප්‍රබල ඇසිටයිල්කෝලිනෙස්ටරේස් එන්සයිම නිශේධකය කි.

ඇසිෆේට් කෘමීන්ගේ ශරීර තුළ දී **මෙතමිඩොපොස්** බවට ජලවිච්ඡේදන ක්‍රියාවලිය මගින් වියෝජනය වන නමුත් ක්ෂීරපායීන්ගේ ශරීර තුළ **ඇසිෆේට්** ප්‍රධාන වශයෙන් ම ඩෙස්–ඕ–මීතයිල්ඇසිෆේට් හෙවත් එස්–මීතයිල්ඇසිටයිල් පොස්පොරාමිඩොතයොලේට් (*des-O-methylacephate, also known as S-methylacetyl phosphoramidothiolate, SMPT*) බවට වහා වියෝජනය වේ. SMPT යනු ක්‍රියාකාරී ඇසිටයිල්කෝලිනෙස්ටරේස් එන්සයිම නිශේධකයක් නො වන රසායනය කි.

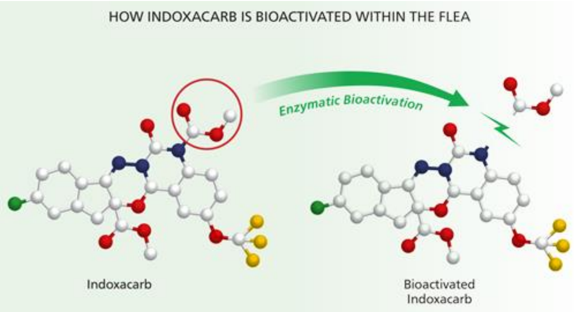
මේ අනුව, **ඇසිෆේට්**වලට සාපේක්ෂව **මෙතමිඩොපොස්** මගින් පෘෂ්ඨවංශීන්ට හා අපෘෂ්ඨවංශීන්ට එක සේ විෂ වීම් සිදු කරනු ලබයි.

උදාහරණය 3:

ඉන්ඩොක්සකාබ් (indoxacarb) යනු තවත් පූර්වජ කෘමිනාශකයක් සඳහා උදාහරණය කි. මෙහි දී මව් රසායනය ජලවිච්ඡේදනය මගින් වියෝජනය වී සෑදෙන *N-decarbomethoxyllated metabolite* සංයෝගය සක්‍රිය කෘමිනාශක ගුණය පෙන්නුම් කරයි.

උදාහරණය 4:

ක්ලෝෆෙනපීර් (chlorfenapyr) කෘමිනාශකය ද ඔක්සීකරණ ක්‍රියාව මගින් වියෝජනය වී *N-ethoxymethyl* අණුක කාණ්ඩය ඉවත් වීමෙන් සෑදෙන සංයෝගය සක්‍රිය කෘමිනාශක ගුණය පෙන්නුම් කරයි.



මේ ආකාරයෙන් "පූර්ව" පළිබෝධනාශක පිළිබඳ උදාහරණ ගණනාවක් පළිබෝධනාශක කර්මාන්තයේ දී හඳුනා දිය හැකි ය.

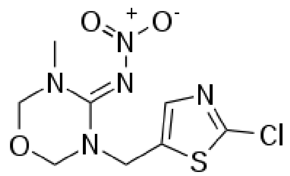
- **කාබොසල්ෆාන් ⟶ කාබොෆියුරාන්**
- **ඩයිමෙතොඒට් ⟶ ඔමිතොඒට්**
- **ෆෝමොතියොන් ⟶ ඩයිමෙතොඒට්**
- **තයමෙතොක්සාම් ⟶ ක්ලෝතයනිඩින්**
- **තයොඩිකාබ් ⟶ මෙතොමිල්**

වාණිජ පළිබෝධනාශකයක් හඳුණා ගත හැකි ආකාර මොනවා ද?

පළිබෝධනාශක යනු සමස්ත රසායන ලෝකයේ අනු කාණ්ඩයක් (subset of chemicals) වේ. ලෝකයේ එදිනෙදා අවශ්‍යතා වෙනුවෙන් රසායන ද්‍රව්‍ය 80,000කට ආසන්න සංඛ්‍යාවක් භාවිතා වන අතර, ඉන් පළිබෝධනාශක සක්‍රිය සංඝටක සංඛ්‍යාව 1,400ක් තරම් සුළු සංඛ්‍යාවක් වේ. ඇමෙරිකා එක්සත් ජනපදයේ පමණක් පළිබෝධනාශක සක්‍රිය සංඝටක 1,100ක් නියෝජනය වන වෙළෙඳ නිෂ්පාදන 20,000ක් පමණ භාවිතා වන බව මේ අතර සඳහන් වේ.[4]

පළිබෝධ පාලනය සඳහා ලෝකයේ විවිධාකාර සංයෝජන ආකාරයෙන් පළිබෝධනාශක නිෂ්පාදනය කර ඇති බැවින් හඳුන්වා දීමේ පහසුව සඳහා එක් වාණිජ පළිබෝධනාශක සංයෝගයක් උදාහරණයක් ලෙස ගෙන පහත සඳහන් පරිදි වර්ගීකරණය කර දැක්විය හැකි ය.

- පළිබෝධනාශක සංයෝජනය: ඇක්ටාරා®25 ඩබ්ලිව්.ජී.
- පළිබෝධනාශක සක්‍රිය සංඝටකය (පොදු නාමය): **තයමෙතොක්සාම්**
- පළිබෝධනාශක සක්‍රිය සංඝටකයේ රසායනික නාමය: 3–[(2–ක්ලෝරො–1,3–තයසෝල්–5–යිල්)මෙතිල්]–5–මෙතිල්–එන්–නයිට්‍රො–1, 3,5–ඔක්සාඩයසිනාන්–4–ඉමීන් 3-[(2-Chloro-1,3-thiazol-5-yl)methyl]-5-methyl-*N*-nitro-1,3,5-oxadiazinan-4-imine
- පළිබෝධනාශක සක්‍රිය සංඝටකයේ අනුක ව්‍යුහය:



- පළිබෝධනාශකයේ වෙළෙඳ නාමය: ඇක්ටාරා®
- පළිබෝධනාශකයේ සක්‍රිය සංඝටක ප්‍රමාණය: 25% (බර අනුව)
- පළිබෝධනාශකයේ සංයෝජන ආකාරය: ඩබ්ලිව්.ජී. (WG, ජලයේ විසිර විය හැකි කැට)

සමහර පළිබෝධනාශක සක්‍රීය ද්‍රව්‍ය හැඳින්වීම සඳහා "අම්ල සමානුපාතිකය" භාවිතා වේ. මෙයින් අදහස් කෙරෙන්නේ කුමක් ද?

සමහර සක්‍රීය ද්‍රව්‍ය කාබනික අම්ල ආකාරයෙන් පවතී. මේවා සමහර අවස්ථාවල දී සිට්‍රික් අම්ලයට හෝ ඇසෙටික් අම්ලයට වඩා ආම්ලිකත්වයෙන් අඩු හෝ වැඩි විය හැකි ය. එබැවින්, සංයෝජන සකස් කිරීමේ දී සාන්ද්‍ර ජලීය ලවන සංයෝජනයක් ලෙසින් සකස් කෙරෙන අතර, බහුලව භාවිතා වන ලවන සංයෝජන ආකාර ලෙස අයිසොප්‍රොපයිල් ඇමීන (isopropyl amine salts), ට්‍රයිමීසියම් ලවන (trimesium salts), ඇමෝනියම් ලවන (amonium salts) සහ පොටෑසියම් ලවන (pottasium salts) සඳහන් කළ හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙස **ග්ලයිෆොසේට්** සක්‍රිය ද්‍රව්‍ය සංයෝජනය සඳහා අයිසොප්‍රොපයිල් ඇමීන බහුලව භාවිතා වේ. මේ අනුව භාවිතා වන විවිධ ලවන කාණ්ඩයේ අණුක බර අනුව **ග්ලයිෆොසේට්** ලවන සංයෝගයට විවිධ අණුක භාරයන් ලැබෙන බැවින් සක්‍රිය ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය ප්‍රකාශ කිරීම සඳහා "අම්ල සමානුපාතිකය" (acid equivalent, a.e.) භාවිතා වේ.

---

[4]www.wikipedia.org: Pesticides

බරින් 41%ක් (බර අනුව) **ග්ලයිෆොසේට්** අයිසොප්‍රොපයිල් ලවනයේ සංයෝජන ලීටරයක සක්‍රිය ද්‍රව්‍ය **ග්ලයිෆොසේට්** අම්ල සමානුපාතිකය බරින් 36%ක් අඩංගු වේ. මෙම සංයෝජන අතර සමාන අසමානතා පැහැදිලි වන පරිදි සැමවිට ම නිෂ්පාදන ලේබලවල “අම්ල සමානුපාතිකය” (acid equivalent, a.e.) පමණක් සඳහන් කෙරේ. එමෙන් ම, මෙ වැනි සංයෝගවල මාත්‍රාවන් සහ සියළුම පාරිසරික සාන්ද්‍රණ සහ විෂ විද්‍යාත්මක දත්ත අම්ල සමානුපාතිකය පාදක කර ප්‍රකාශ කෙරේ.

අයනික සක්‍රිය සංඝටක සාමාන්‍ය පාරිසරික තත්ත්වයේ දී ඍණ ආරෝපිත අයන ලෙස පවතින අතර, උදාහරණයක් ලෙස **ඉමසපීර් (imazapyr)** අයන පී.එච්. 4 දී 61%ක් අයනිකරණය වී පවතින අතර, පී.එච්. 5 දී 94%ක් ද පී.එච්. 6 හෝ ඉහළ අගයයන්වල දී 99%ක් දක්වා අයනිකරණය වේ. මිශ්‍රණ සකස් කිරීමේ දී මෙම අයනික සක්‍රිය සංඝටක ජලයේ අඩංගු ධන ආරෝපිත අයන හෝ ඍණ ආරෝපිත මැටි අංශු සමඟ සම්බන්ධ වී ජෛව සඵලතාවය හීන වී යා හැකි ය (පිටුව 27 පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණ සකස් කිරීම බලන්න).

කෘත්‍රිම පළිබෝධනාශක විවේචනය කරන අය ජෛව පළිබෝධනාශක පිළිබඳව පැසසුම් සහගතව කතා කරනවා… ඇත්තවශයෙන් ම ජෛව පළිබෝධනාශක යනු මොනවා ද?

ජීවීන් විසින් සංස්ලේෂණය කරන හෝ ජීවී සංස්ලේෂණයක් අනුසාරයෙන් නිෂ්පාදනය කරන පළිබෝධනාශක ගුණාංග ඇති ද්‍රව්‍ය ජෛව පළිබෝධනාශක ලෙස පුළුල් ලෙස හඳුන්වා දිය හැකි ය. ජෛව පළිබෝධනාශක ලෙස වැදගත් වන ද්‍රව්‍ය නිෂ්පාදනය කරන ජීවී විශේෂ අතර ශාක සහ සත්ත්ව විශේෂ හා බැක්ටීරියා, දිලීර වැනි ක්ෂුද්‍ර ජීවීන් ද අයත් වේ.

ජෛව රසායන පළිබෝධනාශකවල විශේෂ ලක්ෂණ මොනවා ද?

ජෛව රසායන පළිබෝධනාශක ඉතා අඩු සාන්ද්‍රණවලින් ක්‍රියාකාරී වීම (low application rates) සහ ඉතා පටු පරාසයක ජීවීන් (narrow range of target species) සඳහා ක්‍රියාකාරී වීම ප්‍රධාන වේ. විශේෂයෙන් ම ශාකවර්ධක පාලක රසායන විසින් ඉතා පටු පරාසයක ශාක විශේෂ මත හිතකර හෝ වාසි සහගත ක්‍රියාවන් සිදු කරන බව පෙන්නුම් කළ යුතුය. උදාහරණයක් ලෙස බීජ රහිත මිදි ඵලදාව තුනී කිරීම (fruit thinning) සඳහා **ගිබරිලික් ඇසිඩ්** භාවිතා වේ. ඒ සඳහා භාවිතා වන රසායන සාන්ද්‍රණය රසායන කොටස් මිලියනයක කොටස් (parts per million, ppm) පරිමාණයේ වන අතර, වගා දර්ශ අතර සැලකිය යුතු වෙනස් ප්‍රතිචාර පෙන්නුම් කරයි.

තවද, කෘත්‍රිම රසායන ජෛව රසායන පළිබෝධනාශක ලෙස සැලකීම සඳහා ස්වාභාවික රසායනයට ව්‍යුහාත්මකව සහ ක්‍රියාකාරීව සමානතා පෙන්නුම් කළ යුතුය. පෙරෝමෝන යනු ස්වාභාවික ලෝකයෙන් අවශ්‍ය ප්‍රමාණයට නිස්සාරණය කළ නො හැකි එහෙත් කෘත්‍රිම වශයෙන් සංස්ලේෂණය කර වාණිජ මට්ටමින් නිෂ්පාදනය කළ හැකි රසායන විශේෂය කි. එනයින් සළකන කල එ වැනි කෘත්‍රිම රසායන ජෛව රසායන ලෙස සැලකිය හැකි ය.

මෙහි දී අවධාරණය කළ යුතු කරුණ වනුයේ ස්වාභාවික යනු සැමවිටම විෂ නො වන ක්‍රියාකාරීත්වය ලෙස නියම නො වන බවයි. උදාහරණ ලෙස, **පයිරෙත්‍රින්ස්**, බැරලෝහ, ආසනික්, සහ ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගෙන් ලැබෙන ප්‍රතිජීවක ඉලක්ක ජීවීන්ට දැඩි විෂ තත්ත්වයන් ඇති කළ හැකි ය.

ජෛව පළිබෝධනාශක වර්ග මොනවා ද?

ඇමෙරිකානු එක්සත් ජනපද පාරිසරික ඒජන්සිය (USEPA) විසින් ජෛව පළිබෝධනාශක සඳහා පහත සඳහන් නිර්වචනය ලබා දී ඇත.

ජෛව පළිබෝධනාශක ප්‍රධාන කාණ්ඩ 3කට වර්ගීකරණය කෙරේ:

i) ක්ෂුද්‍රජීවී පළිබෝධනාශක;
ii) ශාක තුළ අඩංගු කරන ලද ආරක්ෂක (ශාක විසින් තම

ආරක්ෂාව සඳහා පලිබෝධනාශක නිපදවන අතර, ජාන ඉංජිනේරු තාක්ෂණයෙන් මෙම විකරණය සිදුකෙරේ); සහ

iii) ජෛව රසායන පලිබෝධනාශක

ක්‍රියාකාරිත්වය පාදක කර ගනිමින්, ජෛව රසායන පලිබෝධනාශක තවදුරටත් ක්‍රියාකාරි ප්‍රභේද කීපයකට වර්ග කෙරේ. එ නම්, සෙමියොකෙමිකල්ස් (semiochemicals) නමින් හඳුන්වන පෙරෝමෝන, ස්වාභාවික කෘමි වර්ධක පාලක (natural IGRs), සහ ස්වාභාවික ශාක වර්ධක පාලක (natural PGRs) වශයෙනි.

ඉතා වැදගත් ශාක වර්ධක පාලක (උදා: **ගිබරලින්, ඉන්ඩෝල්-3-බියුට්රික් ඇසිඩ්, එතිලීන්**) ජෛව රසායන පලිබෝධනාශක ලෙස සැලකේ. නිර්වචනයෙන් ම දැක්වෙන පරිදි මෙම රසායන සතු විෂ සිදු නො කරන ආකාරයේ ක්‍රියාකාරිත්වය සහ ස්වාභාවිකව උපදින (හෝ ස්වාභාවික ජෛව රසායනයන්ට ව්‍යුහාත්මකව සමාන සහ ක්‍රියාකාරිත්වයෙන් සමාන) ස්වාභාවය කැපී පෙනේ.

ජෛව රසායන පලිබෝධනාශක සාම්ප්‍රදායික කෘත්‍රිම පලිබෝධනාශකවලින් වෙනස් වන්නේ ස්වාභාවිකව නිෂ්පාදනය වන රසායන වීමත් සහ ඉලක්ක ජීවීන්ට විෂ සිදු නො කරන ආකාරයේ (non toxic mode-of-action) ක්‍රියාකාරිත්වය හේතුවෙනි.

ඉලක්ක ජීවීන්ට විෂ සිදු නො කරන ආකාරයේ (non toxic mode-of-action) ක්‍රියාකාරිත්වය පෙන්නුම් කරන රසායන ප්‍රභේද වශයෙන්–

1). සෙමියෝකෙමිකල්ස් හෙවත් ජෛව රසායන

ස්වාභාවිකව නිෂ්පාදනය වන එන්සයිම, හෝර්මෝන, පෙරෝමෝන, කෛරොමෝන වැනි රසායන ද්‍රව්‍යවලට සමානුකාරක කෘත්‍රිම රසායන ද්‍රව්‍ය මෙසේ හැඳින්වේ.

සෙමියෝකෙමිකල්ස් යනු ඇත්තවශයෙන් ම සත්ත්වයින් හෝ ශාක විසින් බාහිර පරිසරයට නිකුත් කරන්නා වූ ද සමාන හෝ වෙනස් විශේෂයකට අයත් ජීවීන්ගේ හැසිරීමේ රටාව වෙනස් කිරීමට සමත් වූ ද රසායන විශේෂය කි. මෙම රසායන ද්‍රව්‍ය ස්වාභාවයෙන් නිස්සාරණය කර ගැනීම වෙනුවට කෘත්‍රිමව නිෂ්පාදනය කෙරේ.

ජීවීන් ආකර්ෂණය කිරීමට "පෙරෝමෝන" යොදා ගන්නා අතර, බොහෝවිට කෘමීන්ගේ විරුද්ධ ලිංගික සතුන් ලිංගික ක්‍රියාවලිය සඳහා ඒකරාශි වීම හෝ ආහාර ප්‍රභවයන් වෙත ආකර්ෂණය වීම ප්‍රධාන ජෛව ක්‍රියාකාරකම් වශයෙන් මේ සඳහා උපයෝගී වේ. ලිංගික පෙරෝමෝන මගින් පළිබෝධ සත්ත්ව ගහණයක විශාලත්වය හඳුණාගෙන පලිබෝධනාශක නියම කාලයේ දී යෙදීමට භාවිතා කළ හැකි ය. ඒකරාශී පෙරෝමෝන මගින් සතුන් යම් ස්ථානයකට ආකර්ෂණය කර පලිබෝධනාශක සමඟ ගැටීමට සලස්වා එම සතුන් පාලනය කෙරේ. පෙරෝමෝන යම් යම් පලිබෝධනාශක නීතිරාමු තුළ පලිබෝධනාශක ලෙස අර්ථ නිරූපණය වන අතර (උදා: ඇමෙරිකා එක්සත් ජනපදය USEPA), ශ්‍රී ලංකාවේ ඒවා පලිබෝධනාශක පාලනය කිරීමේ නීතිය යටතේ නියාමනය නො වන රසායන විශේෂය කි.

ශ්‍රී ලංකාවේ භාවිතා වන පෙරෝමෝන කීපයක් සඳහා උදාහරණ පහත සඳහන් වේ.

i) පළතුරු මැස්සාගේ (*Bactrocera cucurbitae*) පිරිමි සතුන් ආකර්ෂණය කිරීම සඳහා 2–බියුටනෝන්–4–(පී–හයිඩ්‍රොක්සිෆීනයිල්) ඇසිටේට් 2-butanone-4-(p-hydroxyphenyl)acetate ($C_{12}H_{14}O_3$)

ii) පොල් රතු කුරුමිණියාගේ ගැහැණු හා පිරිමි සතුන් ආකර්ෂණය කරන ඒකරාශි පෙරෝමෝන වන

4–මීතයිල් 5–නොනැනෝල් 4-methyl-5-nonanol ($C_{10}H_{22}O$)හා අයිසො–පෙන්ටනෝල් iso-pentanol ($C_5H_{12}O$)

iii) සිගරට් කුරුමිණියාගේ පිරිමි සතුන් ආකර්ෂණය කිරීමට 4,6–ඩයිමීතයිල්–7–හයිඩ්‍රොක්සි–නොනාන්–3–ඕන් 4,6-dimethyl-7-hydroxy-nonan-3-one

iv) කෙසෙල්ගුල්ලා ආකර්ෂණය කරන ඒකරාශි පෙරෝමෝන වන 2–මීතයිල් 4–හෙප්ටානෝල් 2-methyl-4-heptanol ($C_8H_{18}O$)

මීට අමතරව, විකර්ෂක (repellents), සංවේදක (irritants), සහ ශ්වසන බාධක (suffocants) (සමහර ශාක සහ ඛණිජතෙල් වර්ග) ද ජෛව රසායන පලිබෝධනාශක වර්ගීකරණයේ ඇතුළත් වේ.

2). ශාක වර්ධක පාලක

ස්වාභාවිකව නිෂ්පාදනය වන හෝ ස්වාභාවික ශාක වර්ධක පාලක අනුකරණය කරන කෘත්‍රිම රසායන මේ යටතේ නම් කළ හැකි ය. මෙම රසායන මගින් ශාක වර්ධනය සහ පටක විභේදනය නියාමනය කරයි.

උදාහරණ:

- ඔක්සීන්, ගිබරලින්, සයිටොකයිනීන්
- ෆීනොක්සි හෝර්මෝන විශේෂ (**එම්.සී.පී.ඒ., 2,4–ඩී**)

3). ශාක නිස්සාරක පලිබෝධනාශක

ශාකවලින් නිස්සාරණය කර ගන්නා ආකාරය හෝ එම නිස්සාරක සමග සංයෝග කරනු ලබන කෘත්‍රිම සහකාරක කුමක් වුව ද මෙසේ සකස් කරගනු ලබන ද්‍රව්‍ය ජෛව පලිබෝධනාශක ලෙස සැලකේ.

උදාහරණ:

- **නිකොටින්** (දුම්කොළ ශාකයෙන් ලබා ගන්නා රසායනය කි),
- **ඇසඩිරැක්ටින්** (කොහොඹ ශාකයේ පත්‍ර, පොතු, බීජවලින් ලබා ගන්නා රසායනය කි),
- **රොටිනෝන්** (ඩෙරිස් ශාකයෙන් ලබා ගන්නා රසායනය කි),

රූප සටහන 4: නවීන පලිබෝධනාශක කාණ්ඩයකට පාදක වූ *Ryania speciosa* ශාකය: මෙම ශාකයේ කෘමිනාශක ගුණ සහිත සක්‍රිය සංඝටකයක් අනුසාරයෙන් **ෆ්ලුබෙන්ඩියමයිඩ්** (බෙල්ට්®) කෘමිනාශකයත් (Bayer, 2004) **ක්ලෝරැන්ට්‍රැනිලිප්‍රෝල්** (රයිනෙක්සපීර්®) කෘමිනාශකයත් (Dupont, 2005) නිෂ්පාදනය කර ඇත.

4). කෘමි වර්ධක පාලක

මෙම රසායන ද්‍රව්‍ය කෘත්‍රිම වුව ද කෘමීන්ගේ ශරීරාවරණය තනන කයිටින් සංයෝග නිෂ්පාදනය නිශේධනය කිරීම (chitin inhibition) හෝ බාහිර සැකිළි නිර්මාණය වීම අඩපණ කිරීම (impairment of skeletal formation) හෝ නො මේරූ වර්ධන අවධි සහිතව හැව හැලීම සිදුවීම (pre-mature lethal molt) යනා දී ප්‍රධාන ජෛව ප්‍රතිරෝධී කාර්‍ය්‍යාවලීන් සිදු කිරීමට සමත් අනුකාරක රසායනයන් වේ. මෙම සංයෝග කෘමි පරිවෘත්තිය ක්‍රියාවලිය මත සැළකිය යුතු ලෙස විශේෂණය වීමක් දැකිය හැකි බැවින් රසායන භාවිතා කිරීමෙන් ඉලක්ක නො කරන පරපෝෂිතයින් (parasites), විලෝපිකයින් (predators) හෝ උපරි–පරපෝෂිතයින් (hyper-parasites) වැනි හිතකර ජීවීන් සැළකිය යුතු ප්‍රමාණයකට ආරක්ෂා වේ.

ඊට හේතුව, විශේෂයෙන් ම මෙම කෘත්‍රිම කෘමි වර්ධන පාලක බෝග මතට යෙදීමෙන් පසුව පළිබෝධයින්ගේ ආහාර පරිභෝජනය සමඟ ශරීරගත විය යුතු බැවින් ශාක කොටස් ආහාරයට නො ගන්නා අවශේෂ හිතකර ජීවීන්ට සිදුවිය හැකි බලපෑම් අවම වේ. කෙසේ වුවත් හිතකර ජීවීන් සක්‍රියව ගැවසෙන කාල සීමා මඟ හැර කෘත්‍රිම රසායන භාවිතා කිරීම මගින් උපරිම පාරිසරික ආරක්ෂාවක් ලැබිය හැකි ය.

උදාහරණ:

- කයිටින් ජෛව සංස්ලේෂණ නිශේධක (chitin biosysthesis inhibitors): **බියුප්‍රොෆෙසින් (buprofezin)**, **ලුෆෙනියුරෝන් (lufenuron)**, **ක්ලෝෆ්ලුවසියුරෝන් (chlorfluazuron)**, **ඩයිෆ්ලුබෙන්සියුරෝන් (diflubenzuron)**
- 20–OH Ecdysone හෝර්මෝනයේ ක්‍රියාකාරීත්වයට සමානුකාරක (mimic) ලෙස ක්‍රියාත්මක වෙමින් නො වැඩුණු කෘමි වර්ධන අවධි මත ක්‍රියාකර හැව හැලීම වේගවත් කර අසම්පූර්ණ ලෙස ජීවියෙකු ලෙස මරණයට පත් කළ හැකි සංයෝග: මීට අමතරව මෙම සංයෝග මගින් වැඩුණු සතුන් වඳ බවට පත් කිරීමත් බිත්තර වඳ බවට පත් කිරීමත් (“transovarial” effect) සිදු කළ හැකි ය. (MAC = molt-accelerating chemistry) **ක්‍රොමෆෙනෝසයිඩ්**, **මෙතොක්සිෆෙනෝසයිඩ්**, **ටෙබියුෆෙනෝසයිඩ්**
- ලිංගික වර්ධනය හා සම්බන්ධ හෝර්මෝන සමානුකාරක: **පයිරිප්‍රොක්සිෆෙන්**, **එස්–මෙතොප්‍රීන්**

කෘමි වර්ධක පාලක සතු ආරක්ෂාකාරී ගුණාංග පැවතියත් ඒවා ගොවීන් අතර එතරම් ජනප්‍රිය නො වන බවට පැවසෙන හේතු මොනවා ද?

මිනිසා ද ඇතුළත් පෘෂ්ඨවංශී සත්ත්වයින්ගේ ශරීර කායකර්මය සමඟ කෘමි වර්ධක පාලක ඍජු සම්බන්ධතාවයක් නො දක්වන බැවින් බොහෝ පරිසර හිතකාමී පළිබෝධ පාලන වැඩසටහන්වල රසායන ප්‍රතිකර්ම අතරට කෘමි වර්ධක පාලක නිර්දේශ වේ. එහෙත්, කෘමි වර්ධක පාලක වගාකරුවන් අතර සැළකිය යුතු ජනප්‍රියතාවයක් නොමැති බව සාමාන්‍ය පිළිගැනීම යි. ඊට හේතු විය හැකි කාරණා අතර:

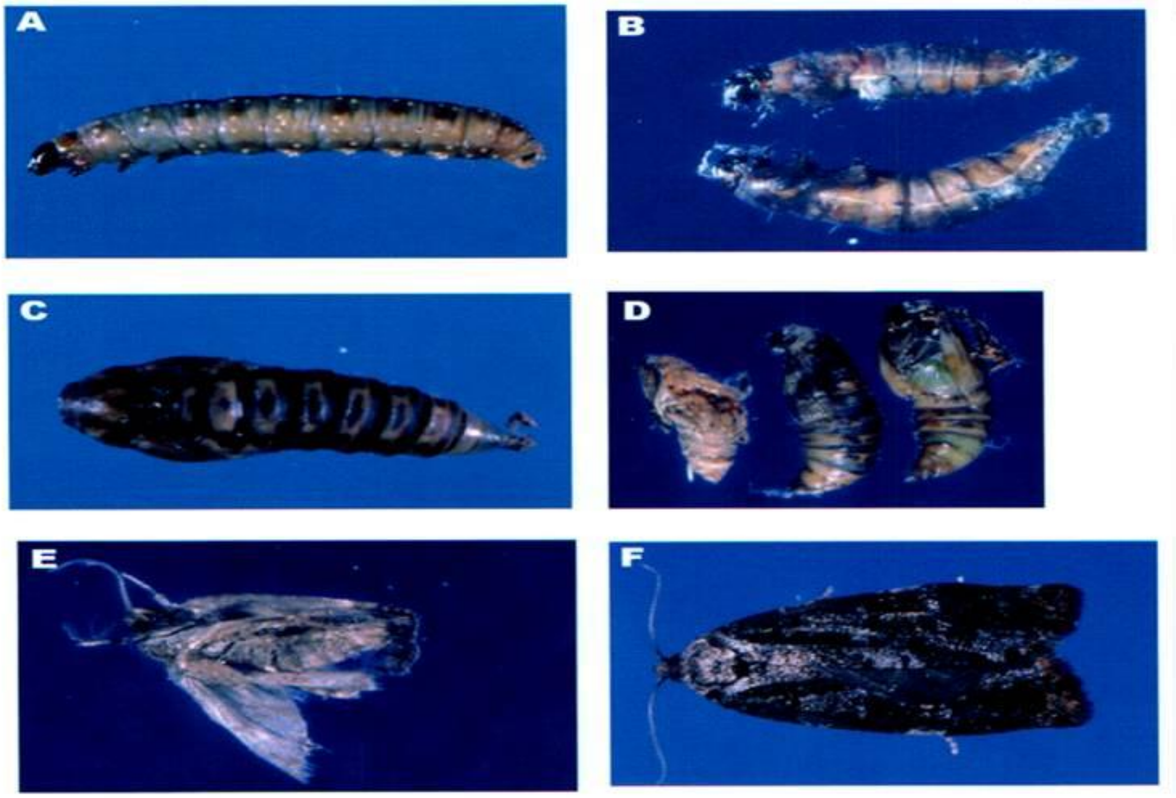
i) මෙම සංයෝගවල ක්‍රියාකාරීත්වය වැඩුණු කෘමීන් මත බල නොපෑම (Adults are not affected)

ii) කෘමි පාලනය සිදුවීමට කල්ගත වීම (සාමාන්‍යයෙන් දින 3-4 ක්) (Delayed action)

iii) ජීවය අඩපණ වූ හෝ මරණයට පත් වූ නො වැඩුණු කෘමි අවධි වගාව මත රැඳී පැවතීම (Carcass remains)

iv) කෘමි වර්ධක පාලක හෝර්මෝන සමානුකාරක හෙයින් රසායනික ක්‍රියාකාරීත්වය අතරතුර

කෘමීන්ගේ ශරීර අසාමාන්‍ය වර්ධනයක් පෙන්නුම් කළ හැකි බැවින් එය දුටු පමණින් පුද්ගල මනසේ කෘමි වර්ධක පාලක ප්‍රතික්ෂේප වීමක් සිදුවීම (“ghost” effect) (**රූප සටහන 5**).



රූප සටහන 5: කයිටින් ජෛවසංස්ලේෂණ නිශේධක කෘමීන් මත ක්‍රියාකරන අයුරු **A.** ප්‍රතිකාර නො කළ සාමාන්‍ය දළඹුවා **B.** බලපෑම් සිදු වූ දළඹුවා **C.** ප්‍රතිකාර නො කළ සාමාන්‍ය පිළවා **D.** බලපෑම් මතින් විකෘති වූ පිළවා **E.** විකෘති වූ සුහුඹුලා **F.** ප්‍රතිකාර නො කළ සාමාන්‍ය සුහුඹුලා.

කෙසේවුවත්, කෘමි වර්ධක පාලකවල සෙමෙන් සිදුවන ක්‍රියාකාරීත්වය වාසි සහගත අන්දමින් වේයන් මර්දනය කිරීම සඳහා වේනාශක ලෙස භාවිතා කෙරෙන අවස්ථා තිබේ. එනම්, කයිටින් ජෛව සංස්ලේෂණ නිශේධක මගින් සිදුකරනුයේ හැව හැලීම අඩපණ කිරීම බැවින්, කෘමීන් මරණයට පත්වීමට හැව හැලීමක් සිදුවිය යුතු හෙයින් ඒ සඳහා වඩාත් වැදගත් වන්නේ සාමාන්‍යයෙන් රසායන ප්‍රමාණයට වඩා රසායන සමඟ ගැටීමේ අවස්ථාවත් හැව හැලීමට ගත වන කාලයත් අතර ගත විය යුතු අන්තරා කාලය වේ. එමනිසා මෙම අන්තරා කාලය තුළ වාහක සතුන්ට (මෙහි දී දාස වේයන්) බලපෑමක් ඇති නො වන පරිදි වේ ගහණය වෙත අවශ්‍ය පරිදි රසායන ද්‍රව්‍ය ප්‍රවාහනය සිදු වේ. මෙම සංසිද්ධිය **“මාත්‍රාවට පරායත්ත නො වන”** (dose independent) ක්‍රියාකාරීත්වයක් ලෙස සැළකේ.

“මාත්‍රාවට පරායත්ත” ක්‍රියාකාරීත්වය කුමක්ද?

දියර කෘමිනාශක සංයෝග පාංශු ප්‍රතිකාර ලෙස යෙදීමෙන් වේයන් මර්දනයේ ප්‍රධාන වශයෙන් කාර්‍යයන් දෙකක් බලාපොරොත්තු වේ. සමහර රසායන සංයෝග, එ නම් පයිරෙත්‍රොයිඩ් කාණ්ඩයේ

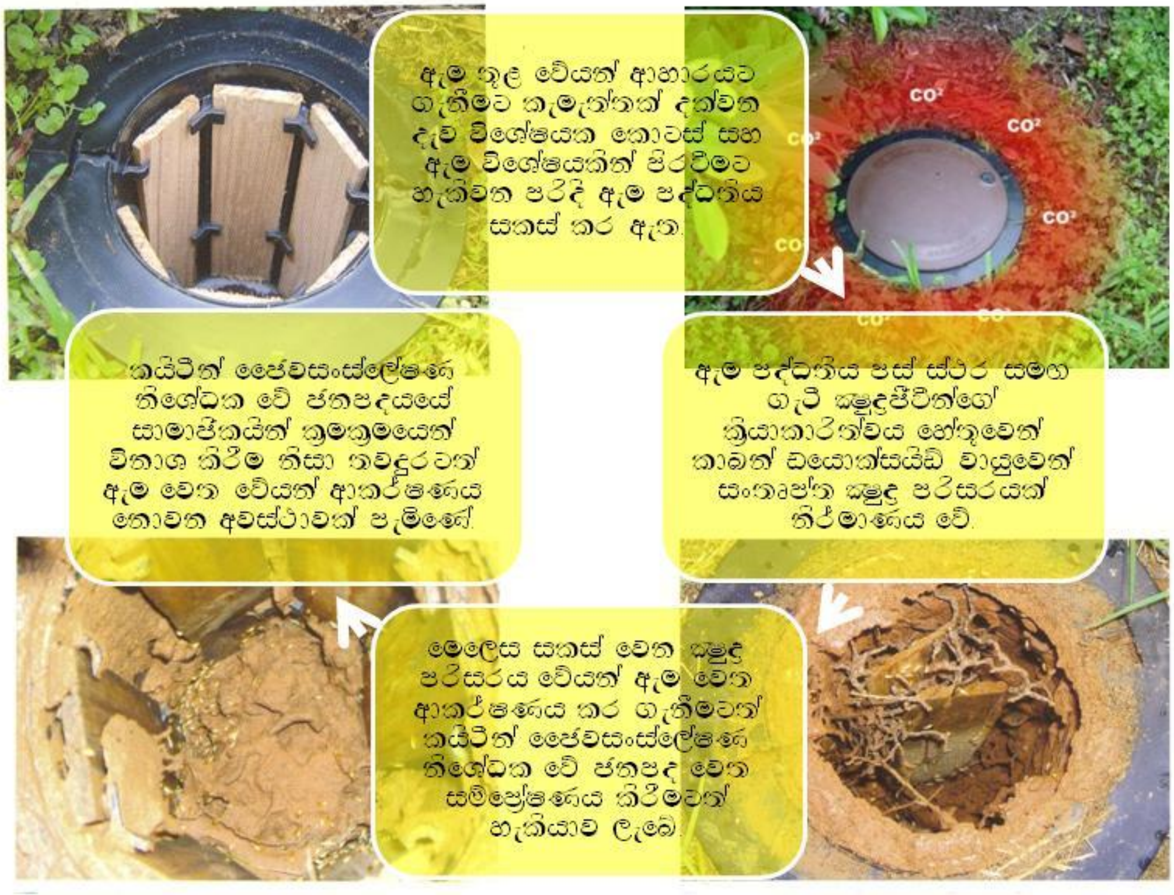
බයිෆෙන්ත්‍රින්[5] සතු කෘමින් පලවා හැරීමේ ගුණය හේතුවෙන් ප්‍රතිකාර කරන ලද ප්‍රදේශයෙන් වේයන් මඟ හැර සිටින පරිදි බාධකයක් නිර්මාණය වන අතර (repel) කෘමින් පලවා හැරීමේ ගුණාංග රහිත රසායන විසින් එම රසායන බාධක හරහා වේයන් ගමන් කිරීමේ දී ඔවුන්ගේ ශරීරමත තැවරීමෙන් සිදු වන විෂ වීම නිසා (prevent) මරණයට පත් වේ.

සමහර නියෝනිකොටිනොයිඩ (උදා: **ඉමිඩාක්ලෝප්‍රිඩ්**) හා ෆීනයිල් පයිරසෝල් (උදා: **ෆිප්රොනිල්**) කාණ්ඩවල කෘමිනාශක කෘමි පලවා හැරීමේ ගුණාංගයෙන් තොර බැවින් පර්යේෂකයින් විශ්වාස කරන්නේ මෙම රසායන මගින් ප්‍රතිකාර කළ පස් ස්තරවලින් රසායන හා නො ගැටෙන වේ ජනපදයක වැඩෙන සාමාජිකයින් වෙත රසායන අංශු සම්ප්‍රේෂණය කළ හැකි බවයි.

මෙහි සෛද්ධාන්තික හැකියාව කෙසේ වෙතත් ක්ෂෙත්‍ර පරීක්ෂණ පෙන්නුම් කර ඇත්තේ ස්නායු විෂ ඇති කරන (neurotoxicants) හා පරිවෘත්තීය නිශේධක (metabolic disruptors) සඳහා වේ ජනපද මුලිනුපුටා දැමීමේ හැකියාවකින් තොර බවත්, ඊට හේතුව මෙම රසායන මාත්‍රාවට පරායත්ත ආකාරයෙන් විෂ සිදු වීම යි: එ නම්, රසායන වැඩිපුර ප්‍රමාණයක් ශරීරගත වන සතුන් වේ ජනපදයේ අනෙක් සතුන් (nestmates) වෙත රසායන අංශු සම්ප්‍රේෂණය කිරීමට ප්‍රථම ජීවිතක්ෂයට පත්වීම නිසා ය. මෙම සංසිද්ධිය "**මාත්‍රාවට පරායත්ත**" (dose dependent) ක්‍රියාකාරීත්වය ලෙස සැළකේ.

[5]**බයිෆෙන්ත්‍රින්** යනු පයිරෙත්‍රොයිඩ් කාණ්ඩයේ තුන්වන පරම්පරාවේ සංඝටකය කි. එහි විශේෂත්වය ප්‍රභා ප්‍රතිරෝධී (greater photostability) සහ වඩා ක්‍රියාකාරී කෘමි මර්දන (greater insecticidal activity) හැකියාව යි.

රූප සටහන 6: ඇඩ්වාන්ස්® නමින් වාණිජ වශයෙන් නිෂ්පාදනය කර ඇති වේනාශක ඇම පද්ධතියක් – මෙම ඇම පද්ධතියේ වේයන් ආකර්ෂණය කර ගැනීමට සමත් සෙලියුලෝස් මිශ්‍රිත ආහාර ප්‍රභවයක් මෙන් ම වාණිජ හේතුමත අනාවරණය නො කරන රසායන ද්‍රව්‍ය විශේෂයක් අඩංගු කර ඇත. ඇම පද්ධතිය ආශ්‍රිතව ගොඩ නැගෙන කාබන් ඩයොක්සයිඩ් වායුව සහිත ක්ෂුද්‍ර පරිසරය වෙත ආකර්ෂණය වන වේයන් ඊට හුරු වූ පසුව මෙම ඇම වෙතට කයිටින් ජෛවසංස්ලේෂණ නිශේධක එක්කරනු ලැබේ. මේ සඳහා **හෙක්සාෆ්ලූමියුරෝන්** (Recruit® III), **ඩයිෆ්ලුබෙන්සියුරෝන්** (Advance®, Exterra and Truth® bait systems) හා **නොවිෆ්ලූමියුරෝන්** (Recruit® IV) යන සක්‍රිය රසායන ද්‍රව්‍ය ලෝකයේ විවිධ වාණිජ නිෂ්පාදනවල භාවිතා වේ.



රූප සටහන 7: එක්ස්ටෙරා® නමින් වාණිජ වශයෙන් නිෂ්පාදනය කර ඇති වේනාශක ඇම පද්ධතියක් ක්‍රියාත්මක වීමෙන් වේ ජනපද විනාශ කිරීමේ ක්‍රමවේදය. උදාහරණක් ලෙස සමහර වාණිජ ඇම පද්ධති සඳහා **ක්ලෝෆ්ලුවසියුරෝන්** 1%ක සංයෝජනයක් භාවිතා වේ (රූප සටහන් සඳහා යොමුව: Exterra® Bait Station Fact Sheet).

වේයන් මර්දනය සඳහා කෘමි වර්ධක පාලක භාවිතා කිරීම

වේ ජනපදයක මිලියන ගණනක් නො වැඩුණු වේයෝ වෙසෙති. පර්යේෂකයින් විසින් පෙන්වා දී ඇත්තේ කෘමි වර්ධක පාලක වේ ගහණයක සිටින වේයන් සංඛ්‍යාව සැලකිය යුතු ලෙස අඩුකිරීමට ඉතා කාර්යක්ෂම අයුරින් දායක කරගත හැකි බවයි. මේ නිසා වේ

ගහණයක් මුලිනුපුටා දැමීමට එ මගින් සමත් (colony elimination) බව සිදුකර ඇති පර්යේෂණ පෙන්වා දී ඇත.

එහි සාර්ථකත්වයට හේතු ගණනාවක් ඉවහල් වේ. වේයන්ගේ විශේෂ හැසිරීමේ ලක්ෂණ එ නම්, ආහාර සොයා ගමන් කිරීමත් (foraging), ආහාර වේ ජනපදය තුළ තැන්පත් කිරීමත්, වේ ජනපදයේ සාමාජිකයින් අතර ශරීර අංගෝපාංග භාවිතා කරමින් සිදුකරන පණිවුඩ හුවමාරු ක්‍රියාවත් (allogrooming action) නිසා වේ ජනපදයකින් පිටස්තරව තැන්පත් කරන ලද ඇමක ආකාරයෙන් කයිටින් ජෛව සංස්ලේෂණ නිශේධක වේ ජනපදය කරා පැතිර විය හැකි ය. ක්ෂණික මාරාන්තික අවදානමකින් තොරව සිදු වන මෙම රසායන ප්‍රවාහන ක්‍රියාවලිය වේ ගහණයේ සම්පූර්ණ සාමාජිකයින් සඳහා ම බලපැවැත්විය හැකි ආකාරයෙන් ක්‍රියාත්මක වීමේ හැකියාවක් ඇත. සාමාන්‍යයෙන් වේ ජනපදයක පරිවාර ජනපද කරා ද මෙසේ රසායන පැතිර විය හැකි හෙයින් වේ ජනපද සහමුලින්ම මර්දනය කිරීමට (colony elimination) මෙම ඇම ප්‍රතිකාර ක්‍රමය භාවිතා කළ හැකි බව විශ්වාසය යි.

5). ක්ෂුද්‍රජීවී පළිබෝධනාශක (microbial pesticides)

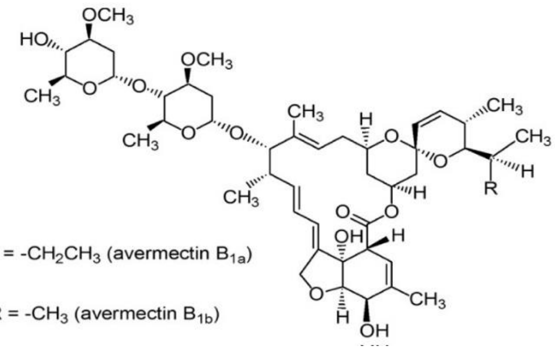
පළිබෝධ පාලනය සඳහා භාවිතා වන ජෛව පාලන ක්ෂුද්‍රජීවීන් හෝ එම ජීවීන් විසින් නිපදවෙන රසායන ද්‍රව්‍ය මේ යටතේ දැක්විය හැකි ය.

මේ සඳහා උදාහරණ ලෙස ප්‍රොටොසෝවාවන්, ඇල්ගී හා දිලීර අයත් වන ඉයුකැරියෝටික් (eucaryotes) හෙවත් බහුසෛලික ජීවීන් ද බැක්ටීරියා අයත් වන ප්‍රෝකැරියෝටික් (procaryotes) හෙවත් ඒකසෛලික ජීවීන් ද ස්වයං ගුණනය වන ක්ෂුද්‍ර ඒකක (autonomous replicating microscopic elements) හෙවත් වෛරස ද අයත් වේ.

මෙම ජීවීන් විසින් නිපදවන රසායන ද්‍රව්‍ය නිස්සාරණය කර ගැනීම සඳහා පැසවීමේ ක්‍රියාවලිය මගින් ජීවී ගහණය වැඩි කිරීම (multiplication) හා ඉන්පසුව භාගික ආසවනය (distillation) වැනි තාක්ෂණයක් මගින් රසායන ද්‍රව්‍ය වෙන් කර ගැනේ. අවශ්‍ය අවස්ථාවල දී මෙම රසායන ද්‍රව්‍ය සංයෝගකාරක සමඟ සංයෝජනය කර අවසාන වෙළෙඳපොළ නිෂ්පාදන සකස් කරනු ලැබේ. කෙසේවුවත් වර්තමාන නිෂ්පාදන බොහෝමයක් කෘත්‍රිම ලෙස නිෂ්පාදනය වන සංයෝජන වේ.

උදාහරණ:

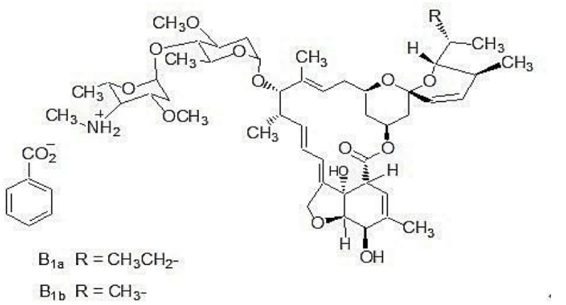
- *Streptomyces avermitilis* නම් දිලීරය විසින් නිපදවන **ඇවමෙක්ටින්–බී** (සමානුකාරක වෙළෙඳ නිෂ්පාදන **ඇබමෙක්ටින්**, **එමමෙක්ටින් බෙන්සොඒට්**)
- *S. hygroscopicus sub sp. aureolacrimosus* නම් දිලීරය විසින් නිපදවන **මිල්බෙමෙක්ටින්**
- *Saccharopolyspora spinosa* නම් බැක්ටීරියාව විසින් නිපදවන **ස්පිනෝසින්** (සමානුකාරක වෙළෙඳ නිෂ්පාදනය **ස්පිනෝසැඩ්**)
- *Lumbriconereis heteropoda* නම් මුහුදු ඇනෙලිඩාවෙකු වන මගින් හඳුණා ගත්තා ලද නෙරෙයිස්ටොක්සින් (Nereistoxin) කාණ්ඩයට අයත් N,N-dimethyl-1,2-dithiolan-4-amine අනුක ව්‍යුත්පන්න **තයෝසයික්ලාම්** (හයිඩ්‍රජන් ඔක්සලේට්) සහ **කාටැප්** (හයිඩ්‍රොක්ලෝරයිඩ්)



(i) R = $-CH_2CH_3$ (avermectin B_{1a})

(ii) R = $-CH_3$ (avermectin B_{1b})

රූප සටහන 8: ඇබමෙක්ටින් හි රසායනික ව්‍යුහය (80% ඇවමෙක්ටින් B1a සහ 20% ඇවමෙක්ටින් B1b).



රූප සටහන 9: එමමෙක්ටින් බෙන්සොඒට් හි රසායනික ව්‍යුහය (90% එමමෙක්ටින් B1a සහ 10% එමමෙක්ටින් B1b).

ඇබමෙක්ටින් සංයෝජන විශේෂ සංයෝගකාරක සමඟ නිෂ්පාදනය කර ශාක පරපෝෂිත වටපණුවන් මර්දනය සඳහා භාවිතා වේ. උදාහරණයක් වශයෙන් **ඇබමෙක්ටින්** 2% මිශ්‍රණයක 40%ක් Fe-EDDHA කිලේට සහ-සංයෝජනය කිරීමෙන් නිෂ්පාදිත ටර්විගෝ®20 එස්.සී. ශාක මූල මණ්ඩලයට යෙදීමෙන් මූලගැටිති ශාක පරපෝෂිත වටපණුවන් මර්දනය කළ හැකි ය. **ඇබමෙක්ටින්** මගින් වටපණුවන් මර්දනය කරන අතර ක්ෂුද්‍ර පෝෂක යකඩ (අයන්) මගින් වටපණුවන් විසින් හානි කරන ලද මූල මණ්ඩලයේ වර්ධනයට උත්තේජකයක් ලෙස ක්‍රියාකරයි.

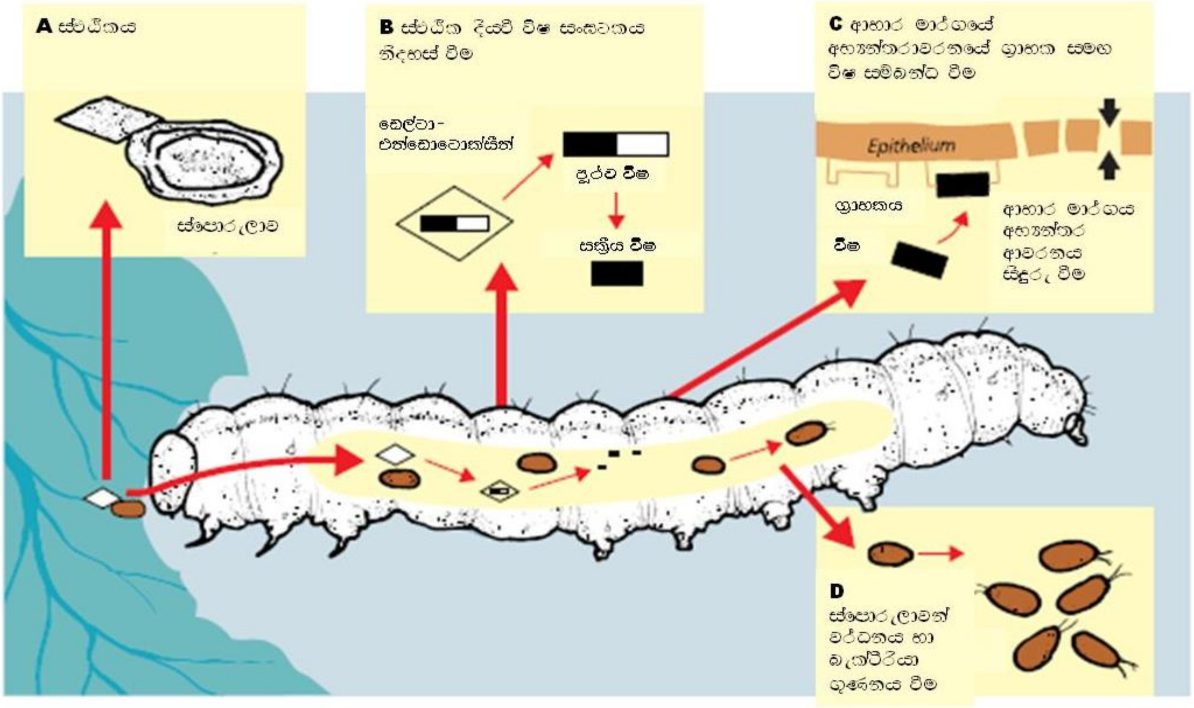
6). ශාක පළිබෝධනාශක (plant pesticides)

පළිබෝධනාශක ගුණාංග සහිත සංයෝග (උදා: Bt *Cry* protein) නිපදවීමට අදාළ වන ජාන සංයුතිය (*Cry* genes) ශාකයේ ජාන සංයුතියට ඇතුළත් කර පළිබෝධ පාලනය කිරීම මෙහි දී අදහස් කෙරේ. ජෛව තාක්ෂණය පදනම් කර ගනිමින් සිදුකරන මෙම ක්‍රියාවලිය plant-incorporated protectants (PIPs) යන නාමයෙන් හඳුන්වයි. එබැවින් PIPs යනු ශාකය තුළට අන්තර්ගත කරන ලද ජාන සංයුතිය මගින් පළිබෝධනාශක ගුණ ඇති ද්‍රව්‍ය ශාකය තුළ නිපදවීමයි. උදාහරණයක් ලෙස, විද්‍යාඥයින් විසින් Bt *Cry* protein[6] නිෂ්පාදනයට අදාළ ජානය ශාකයේ ජාන ව්‍යුහයට බද්ධ කරනු ලබයි. එවිට ශාකය විසින් බැක්ටීරියානු ප්‍රෝටීනය නිෂ්පාදනය කරන බැවින් ශාකය ආහාරයට ගන්නා පළිබෝධයින් විනාශ කර දමයි.

ශ්‍රී ලංකාවේ මෙම ශාක පළිබෝධනාශක පිළිබඳව අවධානයට ගෙන නොමැති නමුත් ඇමෙරිකා එක්සත් ජනපදය වැනි රටවල මෙම බැක්ටීරියානු ප්‍රෝටීනය හා එහි ජාන සංයුතිය නියාමනය කරන නමුත් ශාක පාලනය නො කරයි.

---

[6] *Cry* යනු crystaline protein නිෂ්පාදනය සඳහා මූලික වන ජානය හැඳින්වීමට යෙදෙන නම කි. *Cry* ජානයේ විකරණ ගණනාවක් ඇති අතර ඒ අනුව Bt බැක්ටීරියාව මගින් විෂ සිදු කිරීම විවිධ කෘමි ගෝත්‍ර කෙරෙහි විශේෂීයතාවයක් පෙන්නුම් කරයි. උදා: *CryIA(a), CryIA(b), CryIA(c) Cry1B, Cry1C, Cry1D* ලෙපිඩොප්ටෙරාවන් ද, *CryIII* කෝලියොප්ටෙරාවන් ද, *CryIV* ඩිප්ටෙරාවන් ද, *CryV* ලෙපිඩොප්ටෙරාවන් හා කෝලියොප්ටෙරාවන් ද, *CryII* ලෙපිඩොප්ටෙරාවන් හා ඩිප්ටෙරාවන් ද ඉලක්ක කර විෂ වීම් සිදු කරයි.



රූප සටහන 10: බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස් (Bti බැක්ටීරියාව) නිපදවන ප්‍රෝටීන විෂ ස්ඵයික කෘමීන්ගේ මධ්‍ය අන්ත්‍රයේ ආස්තරණ පටලය සිදුරු කිරීම (Microbial disruptors of insect midgut membranes) මගින් කෘමින්ගේ ආමාශය තුළ විෂ වීම සිදු කරන ආකාරය: බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස් (උප විශේෂය) ඊශ්‍රායෙලෙන්සිස් (*B.t.* var. *israelensis*): බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස් (උප විශේෂය) කර්ස්ටාකි (*B.t.* var. *kurstaki*): බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස් (උප විශේෂය) ටෙනිබ්‍රියොනෙන්සිස් (*B.t.* var. *tenebrionensis*): බැසිලස් තුරින්ජියෙන්සිස් (උප විශේෂය) අයිසාවයි (*B.t.* var. *aizawai*)

නිර්වචන කීපයක්..

- **එන්සයිම**– යනු ජීවයේ පැවැත්මට අත්‍යාවශ්‍ය පරිවෘත්තිය හා සංස්ලේෂණ රසායනික ක්‍රියා උත්ප්‍රේරණය කරන ජෛව අනු විශේෂය කි. බොහෝමයක් එන්සයිම ප්‍රෝටීන වේ.
- **හෝර්මෝන**– යනු ජීවීන්ගේ කායකර්මීය හා හැසිරීම් රටා නියාමනය කරන සංනිවේදන අනු විශේෂයක වන අතර, ශරීරයේ විශේෂිත ග්‍රන්ථි මගින් නිපදවා රුධිර සංසරණ පද්ධතිය ඔස්සේ දුරස්ථ අවයව වෙත ගමන් කරයි. ප්‍රෝටීන, පෙප්ටයිඩ, ස්ටෙරොයිඩ, සමහර ඇමැයිනෝ අම්ල ව්‍යුත්පන්න ඇතුළත් විවිධත්වයෙන් යුත් රසායන විශේෂය කි.
- **පෙරෝමෝන**– යනු සමාන සත්ත්ව විශේෂ අතර සාමාජ්‍ය ක්‍රියාකාරකම් උද්දීපනය හෝ සමායෝජනය සඳහා භාවිතා වන රසායන විශේෂය කි. මෙම රසායන නිපදවනු ලබන ජීවියාගේ ශරීරයෙන් බාහිරව ක්‍රියාත්මක වී ග්‍රාහක ජීවියාගේ හැසිරීම වෙනස් කිරීමට හැකියාව ඇත.
- **කෙරොමෝන**– යනු ජීවී විශේෂ අතර අන්තර් සබඳතා ඇති කර ගැනීම සඳහා භාවිතා වන රසායන විශේෂය කි. මෙම රසායන නිපදවනු ලබන ජීවියාගේ ශරීරයෙන් බාහිරව ක්‍රියාත්මක වී ග්‍රාහක ජීවියා සඳහා යම් වාසි සහගත තත්ත්වයක් නිර්මාණය කරන අතර රසායන නිකුත් කරනු ලබන ජීවියාට විශේෂ වාසියක් අත් නොවේ.

නිර්වචන කීපයක්..

- **සමානුකාරකය (agonist)**– යනු ජෛව ප්‍රතිග්‍රාහක සමග සම්බන්ධ වී ප්‍රතිග්‍රාහක උත්තේජනය සිදුකරන රසායන ද්‍රව්‍ය වේ. මෙම රසායන සාමාන්‍යයෙන් සිය ක්‍රියාකාරීත්වය සිදුකරන්නේ හෝර්මෝන, ස්නායු සංනිවේදක හෝ ප්‍රතිග්‍රාහක ස්ථානවල උපස්තර හා සමාන ආකාරයෙන් ක්‍රියාත්මක වීමෙනි.
- **විරෝධකය (antagonist)**– යනු ජෛව ප්‍රතිග්‍රාහක සංවේදී නො කරන එහෙත් යම් ප්‍රතිග්‍රාහක උත්තේජනය වීම වැළැක්වීම සිදුකරන රසායන ද්‍රව්‍ය වේ. මෙම රසායන සාමාන්‍යයෙන් සිය ක්‍රියාකාරීත්වය සිදුකරන්නේ හෝර්මෝන, ස්නායු සංනිවේදක හෝ ප්‍රතිග්‍රාහක ස්ථානවල උපස්තර සමග තරගකාරී ලෙස බද්ධ වීමෙනි.
- **නිශේධකය (inhibitor)**– යනු රසායන හෝ ජෛව රසායන ප්‍රතික්‍රියාවක වේගය වළක්වන්නා වූ හෝ මන්දගාමී කරන්නා වූ හෝ රසායන විශේෂය කි.

ජෛව පළිබෝධනාශකවල වාසි මොනවාද?

ජෛව පළිබෝධනාශක සාම්ප්‍රදායික කෘත්‍රිම පළිබෝධනාශකවලට වඩා විෂ අඩු හෝ සෞඛ්‍ය හා පාරිසරික අවදානම අතින් අඩු බව පිළිගැනෙන අතර ඊට හේතු සාධක ගණනාවක් ම සඳහන් කළ හැකි ය.

i) **අස්වනු අඩුවීමකින් තොරව පළිබෝධනාශක අවදානම අඩු කළ හැකි වීම**– ඒකාබද්ධ පළිබෝධ පාලන වැඩසටහන්වල ජෛව පළිබෝධනාශක භාවිතා කළ හොත් අස්වනු ප්‍රමාණයට බලපෑමකින් තොරව අවදානම්

අධික පලිබෝධනාශක භාවිතය අවම කළ හැකි ය.

ii) **බොහෝවිට ජෛව පලිබෝධනාශක නිසඟයෙන් ම විෂ හා අවදානම අඩුය**– එමනිසා භාවිතා කරන්නාට ආරක්ෂා සහිත ය.

iii) **ඉතා සුළු මාත්‍රාවලින් ක්‍රියාකාරී වන අතර, ඉතා කෙටි කාලයකින් වියෝජනය වේ**– මේ නිසා අවශිෂ්ට මගින් ආහාර දූෂණය වීම හා පාරිසරික දූෂණය සිදු වීම ද අඩුය.

iv) **පලිබෝධ විශ්ෂීයතාවය**– සාමාන්‍යයෙන් ජෛව පලිබෝධනාශක මගින් විෂ සිදුකරනුයේ ඉලක්කගත පලිබෝධ විශේෂ හෙවත් ජෛව පලිබෝධනාශකය නිෂ්පාදනයට අදාල ජීවී කාණ්ඩයට සමීප ජීවීන්ට පමණි– මෙම තත්ත්වය විශේෂයෙන් ම පුළුල් ක්‍රියාකාරී බොහෝමයක් කෘත්‍රිම පලිබෝධනාශක ඉලක්ක නො කරන කෘමීන්, කුරුල්ලන්, මාළුන්, ක්ෂීරපායින් වැනි සත්ත්වයන්ට හා වෙනත් ජීවීන්ට ඇතිකරන විෂ සැළකිල්ලට ගත් විට සැළකිය යුතු වාසිය කි.

v) **පලිබෝධ ප්‍රතිරෝධීතාවය අවම කළ හැකි වීම**– සාම්ප්‍රදායික කෘත්‍රිම පලිබෝධනාශක සමඟ මාරුවෙන් මාරුවට යොදා ගැනීමෙන් පලිබෝධ ප්‍රතිරෝධීතාවය අවම කළ හැකි ය.

vi) **පලිබෝධනාශක අවශිෂ්ට කළමනාකරණය කිරීමේ පහසුව**– එළවළු හා පළතුරු මිළ දී ගන්නන් හා පාරිභෝගිකයින් වර්තමානයේ තම මිළ දී ගැනීමේ ක්‍රමවේද ඉතා සැළකිල්ලෙන් යුතුව තෝරන බවක් පෙන්නුම් කරයි. නිත්‍යානුකුල නො වන පලිබෝධනාශක අවශිෂ්ට හේතුවෙන් වෙළෙඳපොල අහිමි වීම (දේශීය හා විදේශීය), පාරිභෝගිකයින් විසින් ප්‍රතික්ෂේප කිරීම හා නීතිය හමුවේ දඬ පැනවීම වැනි කරුණු කාරණා සඳහා මුහුණ දීමට සිදු වේ. ජෛව පලිබෝධනාශකවල බොහෝවිට ස්වාභාවික රසායන අඩංගු බැවින් ද ඒවා නිතර පරිභෝජනයට ගැනෙන බැවින් ද අවශිෂ්ට බලපෑම් නො ගිණිය හැකි ය.

පලිබෝධනාශක ක්‍රියාත්මක වන ආකාර මොනවා ද?

පලිබෝධනාශකයක ක්‍රියාකාරීත්වය (mode-of-action) යනුවෙන් අදහස් කෙරෙනුයේ පලිබෝධනාශකය සෛල ප්‍රතිග්‍රාහකය හා සම්බන්ධ වීමේ සිට අවසාන වශයෙන් විෂ සිදු කිරීම (apical effect) දක්වා සිදුවන අවස්ථා සමුච්චය වේ. මෙයට පලිබෝධනාශකය ඉලක්ක ජීවී දේහය තුළට ගමන් ගන්නා ආකාරය ද අයත් වේ.

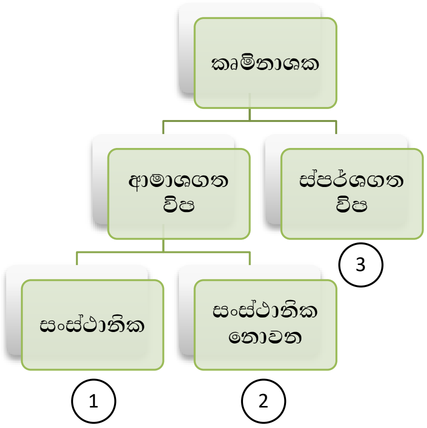
කෘමිනාශක

බොහෝමයක් කෘමිනාශක කෘමීන්ගේ ශරීර තුළට ඇතුළුවන්නේ ස්පර්ශ වීම මගින් උච්චර්මය (cuticle) හරහා හෝ ආහාර ගැනීමේ දී ආහාර මාර්ගය හරහා ය. ස්පර්ශ ක්‍රියාකාරීත්වය ඇත්තවශයෙන් ම සිදුවන්නේ කෘමිනාශක මිශ්‍රණයේ බිඳිති කෙලින් ම කෘමියාගේ ශරීරය සමඟ ගැටීමෙන් හෝ ශාක හෝ පෘෂ්ඨ මත තැන්පත්ව ඇති පලිබෝධනාශක උච්චර්මය හරහා ගමන් කිරීමෙනි. කෘමීන් මෙම පෘෂ්ඨ මතුපිට ඇවිද යද්දී පාද (tarsi) හෝ වෙනත් ශරීර කොටස් සමඟ ගැටීම මගින් ජීවියා මරණයට පත් වීමට ප්‍රමාණවත් තරම් කෘමිනාශක ප්‍රමාණයක් ශරීරගත වේ.

ශ්වසන මාර්ගය ඔස්සේ කෘමිනාශක ශරීරගත වීම ප්‍රධාන ක්‍රියාකාරී මාධ්‍යයක් නොවේ. එහෙත් ධූමකාරක සහ අධික ලෙස වාෂ්පශීලී කෘමිනාශකවල **(වගුව 1)** ක්‍රියාකාරීත්වය කාර්‍යක්ෂම වීම සඳහා

සැලකිය යුතු කාර්‍යයක් ශ්වසන මාර්ගය ඔස්සේ ශරීරගත වීම මගින් ඉටු කරනු ලබයි.

පහත සටහනෙන් දැක්වෙන්නේ කෘමිනාශක ක්‍රියාත්මක වීම සඳහා ජීවී ප්‍රතිග්‍රාහක වෙත ගමන් කිරීම ආරම්භ වන ප්‍රධාන ආකාර වේ.



ඉහත රුක් සටහනේ අංක 1 සිට අංක 3 දක්වා වූ කෘමිනාශක සඳහා උදාහරණ:

1 -**කාබොෆියුරාන්** (කාබමේට කාණ්ඩය)

-**ඉමිඩාක්ලෝප්‍රිඩ්** (නියෝනිකොටිනොයිඩ කාණ්ඩය)

2 –**ක්ලෝපයිරිපොස්** (ඕගැනෝපොස්පේට් කාණ්ඩය)

-**ක්ලෝෆ්ලුවසියුරෝන්** (බෙන්සොයිල්ෆිනයිල්යුරියා කාණ්ඩයේ කෘමි වර්ධක පාලකය)

3 –**ඩෙල්ටාමෙත්‍රින්** (කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ කාණ්ඩය)

වගුව **1**: තෝරාගත් රසායන ද්‍රව්‍ය කිපයක වාෂ්ප පීඩනය

රසායනය	**වාෂ්ප පීඩනය (රසදිය මිලි මීටර් –25^{0}C දී)**
පොස්ෆීන් Phosphine	760
සයික්ලොහෙක්සානෝන් Cyclohexanone	25-1,418
සයිලීන් Xylene	1,141-2,665
මීතයිල්–2–පයිරොලිඩිනෝන් Methyl-2-pyrrolidinone	0.5
නැප්තලීන් (කපුරු බෝල) Naphthalene	$8.2x\ 10^{-2}$
ක්ලෝපයිරිපොස් Chlorpyriphos	1.87×10^{-5}
ෆෙන්තියොන් Fenthion	0.3×10^{-5}
ඩයිමෙතොඒට් Dimethoate	1.85×10^{-6}

උදාහරණයක් ලෙස ඕගැනෝපොස්පේට් කාණ්ඩයේ **ෆෙන්තියොන්** හා **ක්ලෝපයිරිපොස්** යනු ඉහළ වාෂ්ප පීඩනයක් සහිත කෘමිනාශක දෙක කි. මේ අතුරින් **ෆෙන්තියොන්** කෘමිනාශකය පහත සඳහන් විශේෂිත කෘමි පළිබෝධයන් මර්දනය කිරීම සඳහා නිර්දේශ වී පැවතිනි.[7]

අ). පළතුරුමැස්සා (Fruit fly- *Bactrocera dorsalis*, *B. kandyensis* Drew & Hancock) සහ ඉල්මැස්සා (Cucurbit fly- *Dacus ciliatus* Loew) පාලනයට රසායන ප්‍රතිකර්ම අතර **ෆෙන්තියොන්** භාවිතා විය. ඊට මෙම කෘමීන්ගේ ඉතා වේගවත් සංචරණය හා හැසිරීම් රටාව නිසා ස්පර්ශ සහ ශ්වසන මාර්ග දෙකම ඔස්සේ ප්‍රමාණවත් කෘමිනාශක ප්‍රමාණයක් ශරීරගත වීමෙන් එම කෘමීන් මර්දනයේ ඉහළ සාර්ථකත්වයක් බලාපොරොත්තු විය හැකි ය.

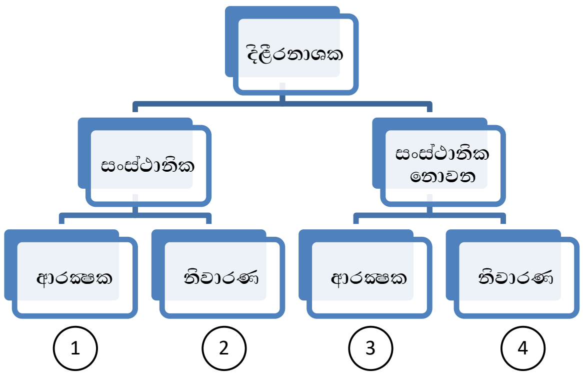
[7]ෆෙන්තියොන් කෘමිනාශක සංයෝග වර්ෂ 2014.03.21 දින අංක 1854/47 දරණ අති විශේෂ ගැසට් නිවේදනය මගින් ශ්‍රී ලංකාවට ආනයනය තහනම් කර ඇත.

ආ). තේ වගාවේ අතු හා රිකිලි ගුල්ලා (Shothole borer- *Xyleborous fornicatus* Eichh.) පාලනයට රසායන ප්‍රතිකර්ම අතර **ෆෙන්තියොන්** භාවිතා විය. ඊට මෙම කෘමීන්ගේ සැඟවුණු සංචරණය හා හැසිරීම් රටාව නිසා ස්පර්ශ සහ ශ්වසන යන මාර්ග දෙකම ඔස්සේ ප්‍රමාණවත් කෘමිනාශක ප්‍රමාණයක් ශරීරගත වීමෙන් එම කෘමීන් මර්දනයේ ඉහළ සාර්ථකත්වයක් බලාපොරොත්තු විය හැකි ය.

දිලීරනාශක

බෝගයකට වැළඳුනු දිලීරනාශක මර්දනය කිරීමේ දී ප්‍රධාන වශයෙන් බලාපොරොත්තු වනුයේ දිලීර රෝග වැළඳීම වැළැක්වීම (protective action) හෝ වැළඳී ඇති දිලීර විනාශ කිරීම (curative action) යි. වැළඳී ඇති දිලීර විනාශ කිරීම සඳහා ශාක දේහය තුළට දිලීරනාශක ඇතුළුවීම අත්‍යාවශ්‍ය වේ. එම දිලීරනාශක සංස්ථානික ක්‍රියාකාරීත්වයෙන් යුතු වේ.

පහත සටහනෙන් දැක්වෙන්නේ දිලීරනාශක ක්‍රියාත්මක වීම සඳහා ශාක දේහය මත හෝ ශාක දේහය තුළ දිලීර ප්‍රතිග්‍රාහක වෙත ගමන් කිරීම ආරම්භ වන ප්‍රධාන ආකාර සහ අවසන් ඉලක්ක ක්‍රියාකාරීත්වය වේ.



ඉහත රුක් සටහනේ අංක 1 සිට අංක 4 දක්වා වූ දිලීරනාශක සඳහා උදාහරණ:

1-**ටෙබුකොනැසෝල්**, **හෙක්සාකොනැසෝල්**
(ට්‍රයසෝල් කාණ්ඩය)

2-**බෙනොමිල්**, **කාබෙන්ඩසිම්**
(බෙන්සිමිඩසෝල් කාණ්ඩය)

3-**සල්ෆර්**, **කොපර්**
(අකාබනික සංයෝග)

මැන්කොසෙබ්, **ප්‍රොපිනෙබ්**
(ඩයිතයෝකාබමේට කාණ්ඩය)

කැප්ටාන්, **කැප්ටාෆෝල්**
(තැලිමයිඩ කාණ්ඩය)

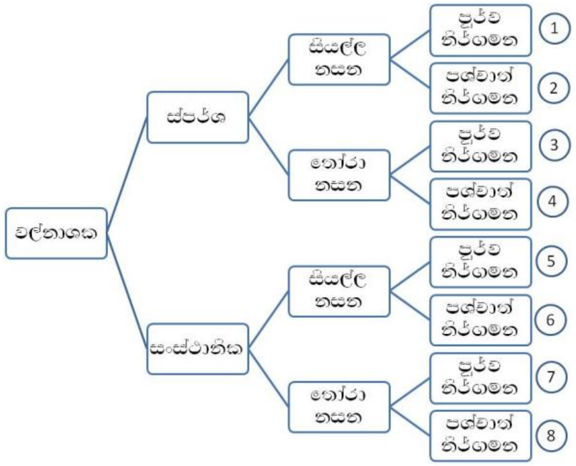
4-**ක්ලෝරොතැලොනිල්**
(ක්ලෝරොනයිට්‍රයිල් කාණ්ඩය)

වල්නාශක

බෝග සහ බෝග සමඟ වැඩෙන වල් පැළෑටි යන දෙවර්ගය ම ශාක විශේෂ වන බැවින් වල්නාශකයක් භාවිතා කිරීමේ දී බෝගයට හානියක් ඇති නො වන පරිදි වල් මර්දනය සිදු කර ගත යුතුය; නොහොත් වල්නාශක වල් පැළෑටි මත පමණක් ක්‍රියාත්මක විය යුතුය.

මෙම වරණීය ක්‍රියාකාරීත්වය සඳහා බෝග සහ වල් පැළෑටි පැළවීමේ අවස්ථාවේ සිට තරඟකාරී ලෙස වර්ධනය වන වැඩුණු අවස්ථාවල දී කාලය සහ ස්ථානීය වශයෙන් ඇති වෙනස්කම් මෙන් ම ශාක කායකර්මයේ ඇති වෙනස්කම් ද වරණීය වල් මර්දනය සඳහා බහුල ලෙස යොදා ගැනේ.

පහත සටහනෙන් දැක්වෙන්නේ වල්නාශක ක්‍රියාත්මක වීම සඳහා ජීවී ප්‍රතිග්‍රාහක වෙත රසායන ගමන් කිරීම ආරම්භ වන ප්‍රධාන ආකාර සහ බෝග සහ වල් පැළෑටි මත සාපේක්ෂ වරණීය ක්‍රියාකාරීත්වය වේ.



ඉහත රුක් සටහනේ අංක 1 සිට අංක 8 දක්වා වූ වල්නාශක සඳහා උදාහරණ:

1-**ඇලැක්ලෝර්**
(ක්ලෝරොඇසිටැනිලයිඩ් කාණ්ඩය)

සිමසීන්
(ට්‍රයසීන් කාණ්ඩය)

ප්‍රෙටිලැක්ලෝර්, බියුටාක්ලෝර්
(ක්ලෝරොඇසෙටමයිඩ් කාණ්ඩය),

2–**පැරකොට්**
(බයිපිරිඩිල් කාණ්ඩය)

3–**පෙන්ඩිමෙතැලින්**
(ඩයිනයිට්‍රොඇනිලීන් කාණ්ඩය)

4–**ප්‍රොපනිල්**
(ඇනිලයිඩ් කාණ්ඩය)

5–**ඩයියුරෝන්**
(ෆීනයිල්ජ්මයිඩ් කාණ්ඩය)

6–**ඩයියුරෝන්**
((ෆීනයිල්ජ්මයිඩ් කාණ්ඩය)

ග්ලයිෆොසේට්
(ඕගැනෝපොස්පේට් කාණ්ඩය)

7–**ක්ලෝමසෝන්**
(අයිසොඔක්සාසොලිඩිනෝන් කාණ්ඩය)

8–**බිස්පයිරිබැක්–සෝඩියම්**
(සල්ෆොනයිල් යූරියා කාණ්ඩය)

එම්.සී.පී.ඒ.
(ෆිනොක්සි හෝර්මෝන කාණ්ඩය)

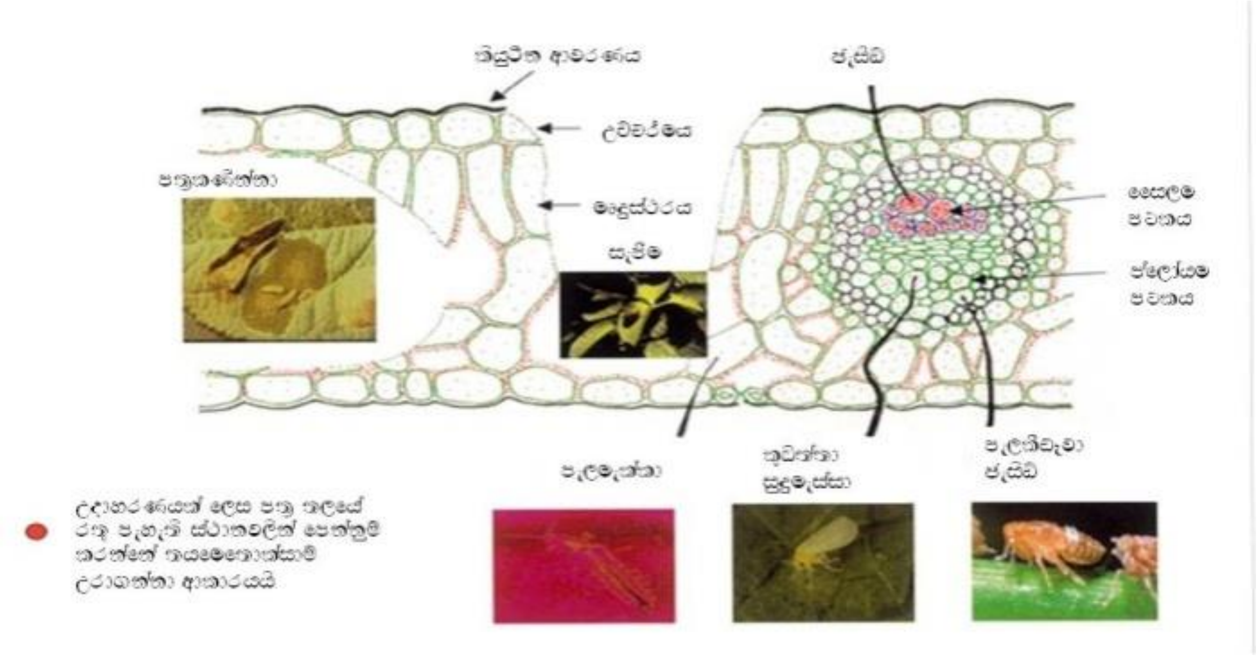
ඉහත සඳහන් වර්ගීකරණ නිර්ණායක සැමවිට ම වල් පැලෑටිවලට සාපේක්ෂ ආකාරයෙන් නිර්වචනය වේ. එ නම්–

- ***ස්පර්ශ*** ක්‍රියාකාරිත්වය සිදුවන්නේ වල් බීජ පැළවීමේ දී බීජ මූලය (cotyledon) හෝ බීජාංකුර (epicotyl) වර්ධනය වීම සමඟ පාංශු මාධ්‍ය තුළ මිශ්‍ර වී ඇති රසායන හා ගැටීමෙන් හෝ වැඩුණු වල් පැලෑටි පත්‍ර සහ කඳන් මත තැවරෙන රසායන හා ගැටීම මගිනි.
- ***සංස්ථානික*** ක්‍රියාකාරිත්වය යනු වල් පැලෑටි දේහයේ ඕනෑම කොටසක් සමඟ ගැටෙන රසායන එම ගැටෙන ස්ථානයේ සිට රසායන නො ගැටෙන ශාකයේ සියළුම කොටස් වෙත ගමන් කරමින් ඉලක්ක විෂ වීම සිදු කිරීම යි.
- ***සියල්ල නසන*** හා ***තෝරා නසන*** යනුවෙන් අදහස් වන්නේ නැවත වරක් වල් පැලෑටි මූලික කරගත් අරමුණින් ම වන අතර, ක්ෂේත්‍රයක පවතින සියළුම ශාක (බෝගය ද ඇතුළුව) විනාශ කරන වල්නාශක සියල්ල නසන (non-selective) වල්නාශක වශයෙන් ද, බෝගය නිරුපද්‍රිතව පවතින අතර, වල් පැලෑටි පමණක් විනාශ කරන වල්නාශක තෝරා නසන (selective) වල්නාශක වශයෙන් ද හැඳින්වේ.

මේ ආකාරයටම ***පූර්ව නිර්ගමන*** (pre-emergent) හා ***පශ්චාත් නිර්ගමන*** (post-emergent) වල්නාශක පිළිවෙළින් වල් පැලෑටි බීජ පැළ වීමට පෙර හා වල් පැලෑටි බීජ පැළ වීමෙන් පසුව භාවිතා කරන වල්නාශක සඳහා ව්‍යවහාර වේ.

පළිබෝධනාශක ශාක තුළ ගමන් ගන්නේ කෙසේ ද?

බෝගයක් මතට පලිබෝධනාශකයක් යෙදීමෙන් යම් පලිබෝධයෙකු සාර්ථක ලෙස මර්දනය කිරීමට අවශ්‍ය වේ නම් එම පලිබෝධනාශකය උපරිම ප්‍රමාණයක් ශරීරගත විය යුතුය.



රූප සටහන 11: ශාකයක විවිධ පටක මත යැපෙන කෘමි පලිබෝධ වර්ග.

- **ආරක්ෂක (protective) පලිබෝධනාශක**: යෙදූ ස්ථානයෙන් හෝ ගැටුණු ස්ථානයෙන් පිටතට ගමන් නො කරයි.
- **සංස්ථානික/පරිසර්පණීය (systemic) පලිබෝධනාශක**: පැලෑටියේ මුල් හෝ පත්‍ර මගින් උරා ගෙන ශාක දේහය තුළ ගමන් කරයි.
- **පත්‍ර තලය විනිවිධක (translaminar) පලිබෝධනාශක:** පත්‍ර මතුපිට තලය හරහා ගමන් කර පත්‍රයේ යටි පෘෂ්ඨය හෙවත් අනෙක් පසට ගමන් කරයි.

ශාකයේ විවිධ පටක තුළ පලිබෝධනාශක පරිවහනය වීම හෝ නො වීම, එහි වේගය හෝ පටක තුළ සාන්ද්‍රණය වීම පලිබෝධනාශකයේ අනුක විශාලත්වය (molecular mass), ජලයේ ද්‍රාව්‍යතාවය (hydrophilicity), මේදයේ ද්‍රාව්‍යතාවය (lipophilicity) වැනි ගුණාංග මත සිදුවන්න කි.

පලිබෝධනාශකයක මේදයේ ද්‍රාව්‍යතාවය මැනීමට විද්‍යාත්මකව log Kow[8] අගය සැලකිල්ලට ගැනේ. මෙම අගය සාමාන්‍යයෙන් 3.5-4.0කට වඩා වැඩි අගයයක් ගන්නා විට මේදයේ ද්‍රාව්‍යතාවය සැලකිය යුතු ලෙස වැඩි වේ. එ වැනි පලිබෝධනාශකයක විශේෂයෙන් ම ශාක පත්‍ර තලයේ ලිග්නින් හෝ කියුටින් ද්‍රව්‍ය (plant solids) වෙත ආසක්ත වේ. එමනිසා, එ වැනි පලිබෝධනාශක ශාකය තුළ සංසරණය වීම ඉතා අඩු ය: වෙනත් අයුරකින් සඳහන් කළ හොත් එය පරිසර්පණීය (systemic) නො වන ලෙස සැලකේ. උදාහරණයක් ලෙස සියළුම පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක ඉහළ log Kow අගයයන් ගන්නා බැවින් ශාක තුළ සංසරණය නොවේ (**වගුව 2**).

---

[8] 1-Octanol/water partition coefficients (Kow)

පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක මගින් කෘමි පාලනය සිදුවන්නේ ශරීර මත කෙලින්ම තැවරීම නිසා හෝ ශාක දේහය මත තැවරුණු පලිබෝධනාශක ආහාර සඳහා ශාක පටක සපා කෑමේ දී ශරීරගත වීම නිසා ය. උදාහරණ ලෙස **ඩෙල්ටාමෙත්‍රින්**, **පර්මෙත්‍රින්**, **බයිෆෙන්ත්‍රින්** සඳහන් කළ හැකි ය. තවද, අතීතයේ දී භාවිතා කරන ලද ඕගැනෝක්ලෝරින් කාණ්ඩයේ පලිබෝධනාශක ද ශාක තුළ සංසරණය වීම සම්බන්ධයෙන් පරිසර්පණීය (systemic) නො වන ගුණාංග පෙන්නුම් කරයි.

උදාහරණ: **ඩී.ඩී.ටී.**, **එන්ඩොසල්ෆාන්**, **ලින්ඩේන්.**

එහෙත්, ඕගැනෝපොස්ෆේට් හා කාබමේට් කාණ්ඩවලට අයත් පලිබෝධනාශක විශාල පරාසයක log Kow අගයයන් පෙන්නුම් කරන බැවින් ශාක දේහය තුළ සංසරණය වීම හෝ සංසරණය නො වීම එක් එක් රසායන ද්‍රව්‍යයේ මේදයේ ද්‍රාව්‍ය ගුණාංග මත තීරණය වේ. උදාහරණ ලෙස **ඩයිමෙතොඒට්**, **මොනොක්‍රොටොපොස්** හා **ඇසිෆේට්** ඉතා පහළ log Kow අගයයන් පෙන්නුම් කරන බැවින් ශාක තුළ සංස්ථානික වන අතර **ක්ලෝපයිරිපොස්**, **ෆෙන්තියොන්**, **ප්‍රොතියොපොස්** වැනි කෘමිනාශක ඉහළ log Kow අගයයන් පෙන්නුම් කරන බැවින් සංස්ථානික නො වන ගණයට වැටේ. **ඇසිෆේට්** කෘමිනාශකය පත්‍ර තලය මත විනිවිධක වන අතර මූල මණ්ඩලයට යෙදූ විට ශාකය පුරා සංසරණය වේ.

මෙම තත්ත්වය මෙසේ පැහැදිලි කළ හැකි ය.

සෛලම යනු ශාකයේ ජලය හා පෝෂක පරිවහන කාර්යය ඉටුකරන අජීවී–නාලාකාර ව්‍යූහ විශේෂය කි. ප්ලෝයම යනු ජීවී–නාලාකාර සෛල විශේෂයක එකතුව කි: එය ශාකයේ නව වර්ධක කොටස් වෙත ශාක පත්‍ර තුළ නිෂ්පාදනය වන සීනි හා ඇමයිනෝ අම්ල පරිවහනය කරයි.

මුල් මගින් පලිබෝධනාශක උරා ගැනීම මූල මණ්ඩලයේ හා පාංශු ද්‍රාවණයේ රසායන සාන්ද්‍රණ සමතුලිතතාවය අනුව සිදුවන ක්‍රියාවලියක් (equilibrium process) වන අතර ජලයේ ද්‍රාව්‍ය රසායන මූල පද්ධතිය මගින් උරා ගැනෙන ජල ප්‍රවාහය ඔස්සේ ඇතුළු වන අතර, විශේෂයෙන් ම මේදයේ ද්‍රාව්‍ය රසායන ශාකයේ ඝණ ද්‍රව්‍ය එනම්, ලිග්නින් වෙත ආසක්ත වේ.

වගුව 2: පලිබෝධනාශක වර්ග කීපයක මේදයේ ද්‍රාව්‍යතාවය හෙවත් log Kow[9]

පලිබෝධනාශකය	මේදයේ ද්‍රාව්‍යතාවය log Kow
ඩෙල්ටාමෙත්‍රින්	4.6
පර්මෙත්‍රින්	6.1
බයිෆෙන්ත්‍රින්	6.6
ෆෙන්වැලරේට්	5.01
ඩී.ඩී.ටී.	6.91
ලින්ඩේන්	3.5
හෙප්ටාක්ලෝර්	5.44
එන්ඩොසල්ෆාන්	4.75
ඩයිමෙතොඒට්	0.704
මොනොක්‍රොටොපොස්	-0.22
ඇසිෆේට්	-0.85
ක්ලෝපයිරිපොස්	4.7
ෆෙන්තියොන්	4.84
ප්‍රොතියොපොස්	5.67
ක්විනැල්පොස්	4.44
කාබොෆියුරාන්	1.8
කාබරිල්	2.36
කාබොසල්ෆාන්	7.42

ශාක තුළ ද්‍රව්‍ය පරිවහනය සිදුවන්නේ ද සමතුලිත ක්‍රියාවලියක ප්‍රතිඵලයක් ලෙසිනි: ශාක දේහය තුළට ඇතුළු වූ රසායන ද්‍රව්‍ය මෙම සමතුලිත අවස්ථාවට පැමිණීම ඉතා

[9] දත්ත යොමුව: IUPAC Agrochemical Information at http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm.

ඉක්මනින් සිදු වන අතර සෛලම හා ප්ලෝයම පටක වසා පවතින කැස්පාරියන් පටිය (Casparian strip) නිසා පරිවහනය සීමාසහිත වේ. සෛල පටල හරහා රසායන ද්‍රව්‍ය හුවමාරුව ප්‍රශස්ථ වන්නේ log Kow 1.8 අවස්ථාවේ දී බව පෙන්වා දී ඇති අතර, වඩාත් ධ්‍රැවීය (polar) හා මේද ආසක්ත (lipophilic) රසායන ද්‍රව්‍ය පරිවහනය අඩු වේගයකින් සිදු වේ.

අයනීකරණය විය හැකි දුර්වල ආම්ලික පළිබෝධනාශක ආම්ලික මාධ්‍යවල දී අයනීකරණය නො වන බැවින් වඩා වේගයෙන් ශාක පටක හරහා ශාක දේහය තුළට උරා ගැනේ. සාමාන්‍යයෙන් ශාකයක ප්ලෝයම පටකය භාෂ්මික වන අතර (පී.එච් අගය 8.0), මෙම මාධ්‍යයේ දී අයනීකරණය වේ. මේ ආකාරයෙන් ප්ලෝයම තුළ පළිබෝධනාශක "තිර" වන අතර, පසුව ක්‍රියාකාරී පටක කරා පරිවහනය වේ.

එහෙත්, අයනික නො වන පළිබෝධනාශක ශාක තුළ දී සෛලම හා ප්ලෝයම පටක තුළ හුවමාරු වන අතර, රසායන ගමන් ගන්නා දිශාව තීරණය වන්නේ සෛලම හා ප්ලෝයම පටකවල පරිවහන වේගය අනුව වේ: සෛලම පටකයේ පරිවහනය වීම හෙවත් සංසරණ වේගය (පැයකට සෙ.මී. 150) ප්ලෝයමට සාපේක්‍ෂව (පැයකට සෙ.මී. 90) වේගවත් නිසා ශුද්ධ පරිවහන දිශාව සෛලම ප්‍රවාහය පවතින දිශාව හෙවත් පත්‍ර හා අතු රිකිලි දක්වා සිදු වේ.

කෙසේවුවද, සෛලම හරහා ද්‍රව්‍ය ගමන් කිරීම (apoplastic movement) උත්ස්වේදන චූෂණය හෙවත් ශාක මුල් ඔස්සේ උරාගන්නා ජලය ඉහළට ගමන් කිරීම සඳහා දක්වන ආතතිය හේතුවෙන් ජලීය ද්‍රාව්‍ය සංයෝග ශාක දේහය තුළ ගමන් කිරීම සඳහා වැඩි හැකියාවක් ඇත. ඒ අනුව, පිළිවෙලින් මූල කේෂ තුළට ඇතුළු වූ ද්‍රව්‍ය අන්තර් සෛල අවකාශය, සෛල බිත්ති හරහා කැස්පාරියන් පටිය පසුකර සෛලම පටකය ඔස්සේ පරිවහනය වේ. මේ අතර, ජීවී ප්ලෝයම පටකය තුළ (symplastic movement) සංසරණය වන ද්‍රව්‍ය මූලික වශයෙන් "ප්‍රභවය" (Source) සහ "තැන්පතුව" (Sink) යන සම්බන්ධතාවය මත ක්‍රියාත්මක වේ. ඒ අනුව, පිළිවෙලින් මූල කේෂ තුළට ඇතුළු වූ ද්‍රව්‍ය සෛල තුළින් සෛල ප්ලාස්ම බන්ධන (plasmodesmata) හරහා ප්ලෝයම පටකය ඔස්සේ පරිවහනය වේ. පසට යෙදීමට නිර්දේශිත සමහර වල්නාශක (උදා: **මෙට්‍රිබියුසින්**) මූල කේෂ මගින් උරාගෙන සෛලම පටකය ඔස්සේ වායව ශාක කොටස් කරා පරිවහනය වේ. නමුත්, ප්ලෝයම ඔස්සේ පමණක් සංසරණය වන රසායන ද්‍රව්‍ය පසට යෙදීමට නිර්දේශ නො කෙරෙන්නේ එම රසායන මූල මණ්ඩලයෙන් එපිටට ගමන් නො කරන බැවිනි. උදාහරණයක් ලෙස **ග්ලයිෆොසේට්** වල්නාශක ශාක වර්ධක වායව කොටස් මත යෙදීම නිර්දේශ කෙරෙන්නේ එම රසායන ශාක වර්ධක වායව කොටස් සිට මූල මණ්ඩලය වෙත ද ප්ලෝයම ඔස්සේ පරිවහනය වන බැවිනි.

සමහර රසායන ද්‍රව්‍ය ඉහත ආකාර සෛලම සහ ප්ලෝයම යන පටක දෙකම ඔස්සේ සක්‍රියව සංසරණය වන බැවින් (ambimobility/two-way systemicity (phloem and xylem transport) ශාකයේ වායව කොටස් තුළ සැඟවුණු සහ මූල මණ්ඩලයේ සිදුවන පළිබෝධ හානි සාර්ථකව මර්දනය කිරීම සඳහා භාවිතා කළ හැකි ය. **ස්පයිරොටෙට්‍රාමැට්** යනු එවැනි ගුණාංග සහිත කෘමිනාශකය කි.

සමහර රසායන ද්‍රව්‍ය ශාක තුළට උරා ගැනීම සම්බන්ධයෙන් දුර්වල හැකියාවක් පෙන්නුම් කරන බැවින් සෛලම සහ ප්ලෝයම යන පටක දෙකම ඔස්සේ සක්‍රීයව සංසරණය නොවේ. උදාහරණයක් වශයෙන් **ට්‍රයිෆ්ලූරලීන්** යනු සෛල විභාජනය වීම නිශේධනය කරන රසායන ද්‍රව්‍යයක් වන අතර පූර්ව නිර්ගමන වල්නාශකයක් ලෙස පසෙහි තැන්පත්ව ඇති වල් බීජ මර්දනය කිරීම සඳහා භාවිතා වේ.

සමහර වල් පැළෑටි වර්ගවල පත්‍ර තලය භාෂ්මික වන අතර (විශේෂයෙන් පළල්පත්‍ර වල් පැළෑටි) එ මගින් දුර්වල ආම්ලික පළිබෝධනාශක අයනීකරණය වන බැවින් ශාක පටක තුළට උරා ගැනීම අඩු වේ.

මෙ වැනි අවස්ථාවල දී පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණයේ ආම්ලික තත්ත්වයක් පවත්වා ගත හොත් යොදන අවස්ථාවේ දී පත්‍ර තලයේ හාජ්මිකතාව අඩු වීම හෝ උදාසීනකරණය හෝ සිදු වේ. එ මගින් පළිබෝධනාශක ක්‍රියාකාරිත්වය වැඩි දියුණු කෙරේ.

මේ අනුව, මිශ්‍රණ සකස් කරන ජලයේ පී.එච්. අගය හා පළිබෝධනාශකයේ සංවේදිතාවය පිළිබඳව දැනුවත් වී පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණ ආම්ලිකකරණය කිරීම සඳහා සුදුසු සහකාරක (adjuvants) භාවිතා කිරීම ප්‍රතිඵලදායක වේ.

එහෙත්, කොපර් අඩංගු දිලීරනාශක මිශ්‍රණ ආම්ලිකකරණය නො කළ යුතුය.

බැර ජලය:

පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණ සකස් කිරීම සඳහා ජලය භාවිතා කිරීමේ දී එහි ගුණාත්මය පිළිබඳව නිසි අවධානය යොමු කළ යුතුය. බැර ජලය සතු Ca++, Mg++, Zn++, K+, Na+, Mn+, Fe++, Fe+++, Al+++ යන අයන පළිබෝධනාශකයන් හි ක්‍රියාකාරිත්වයට බල පෑ හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙස **ග්ලයිෆොසේට්** වල්නාශකයේ ක්‍රියාකාරිත්වය අඩු කිරීමට බැර ජලයේ අඩංගු Ca++, Mg++, Fe++ හා Cu++ වැඩි ද්‍රායකත්වයක් ද K+ හා Na+ අඩු ද්‍රායකත්වයක් ද ඇත.

ග්ලයිෆොසේට් අයනය (ඍණ ආරෝපිත) ධන ආරෝපිත අයන සමඟ බද්ධ වී ස්ථාවර සංකීර්ණ අනුක ව්‍යූහ සාදනු ලබයි. මෙම අනුක ව්‍යූහ සතු විශාලත්වය හේතුවෙන් වල් පැළෑටි තුළට උරා ගැනීම අඩු වීමෙන් වල් මර්දන ක්‍රියාකාරිත්වය හීන කරයි.

දුර්වල ආම්ලික පළිබෝධනාශකවල ක්‍රියාකාරිත්වයට එරෙහිව හෙවත් ප්‍රතිවිරුද්ධාර්ථයේ හැසිරෙන (antagonistic) තත්ත්වයන් මඟ හරවා ගැනීම සඳහා පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණ "තත්ත්වකරණය" කිරීම (conditioning) වෙනුවෙන් විවිධ ක්‍රියාකාරකම් සිදු කෙරේ.

- ඇමෝනියම් සල්ෆේට් හි ඍණ ආරෝපිත සල්ෆේට (SO$_4^-$) අයන මගින් ප්‍රතිවිරෝධී ධන ආරෝපිත අයන බලපෑම අඩු කෙරේ.
- ආම්ලිකකරණය මගින් ඍණ ආරෝපිත පළිබෝධනාශක අයන ගොඩනැගීම අඩු කිරීම හෝ ප්‍රතිවිරුද්ධ අයන බලපෑම අවම කිරීම සඳහා අවශ්‍ය තත්ත්වයක් නිර්මාණය කිරීම හෝ සිදු වේ.

මේ අතර, පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණ "තත්ත්වකරණය" කිරීම **ග්ලයිෆොසේට්** මිශ්‍ර කිරීමට පෙර සිදු කිරීම අත්‍යාවශ්‍ය වේ.

ඉහතින් සඳහන් කරුණුවලට අනුව **කාබොෆියුරාන්** යනු (log Kow = 1.8) ඉතා ප්‍රශස්ථ අවශෝෂණ හැකියාවක් සහිත රසායන විශේෂය කි. දේශීය නිර්දේශයට අනුව 3%ක් සාන්ද්‍රණය සහිත **කාබොෆියුරාන්** කැට (carbofuran 3% GR)[10] පසට යෙදීමට නිර්දේශිත වටපණුනාශකයක් ලෙස මෙන් ම රසායන පරිවහනය කාර්‍යක්ෂමව සිදු වන බැවින් ශාකයේ වායව කොටස් මත යැපෙන යම් යම් කෘමීන් පාලනය කිරීම සඳහා කෘමිනාශකයක් ලෙස ද කාර්‍යක්ෂම ලෙස භාවිතා විය.

මේ අතර, **ඇසිෆේට්** සතු අතිවිශිෂ්ඨ සංස්ථානික ගුණාංග නිසා යුෂ උරාබොන පැළමැක්කන් වැනි කෘමීන් මර්දනයට යොදා ගැනේ. එහෙත් **ඇසිෆේට්** ශාක තුළ දී **මෙතමිඩොපොස්** නම් කෘමිනාශකය බවට වියෝජනය වන බැවින් ප්‍රායෝගික ලෙස පිළිගත හැකි **මෙතමිඩොපොස්** අවශිෂ්ට මට්ටමක් දක්වා පහළ බැසීමට දීර්ඝ පෙර අස්වනු කාලයක් පවත්වා ගත යුතුය. එහෙත් සමහර එළවළු (කෙටි කාලාන්තරවල දී අස්වනු නෙලන ගොටුකොළ වැනි පළා වර්ග) හා පළතුරු සඳහා ප්‍රායෝගිකව **ඇසිෆේට්**

[10]කාබොෆියුරාන් කෘමිනාශක සංයෝග වර්ජ 2014.03.21 දින අංක 1854/47 දරණ අති විශේෂ ගැසට් නිවේදනය මගින් ශ්‍රී ලංකාවට ආනයනය තහනම් කර ඇත.

භාවිතා කිරීම සෞඛ්‍යාරක්ෂිත නො විය හැකි ය.

සාර්ථක පළිබෝධ පාලනයක් සහතික කිරීම සඳහා ගත යුතු මූලික පියවර මොනවා ද?

සෑම පළිබෝධ හානියක් ම ඊට ම ආවේණික වූ පාරිසරික විචල්‍යයන් ගණනාවක් සමඟ මනා සබඳතාවයක් සහිතව හට ගනී.

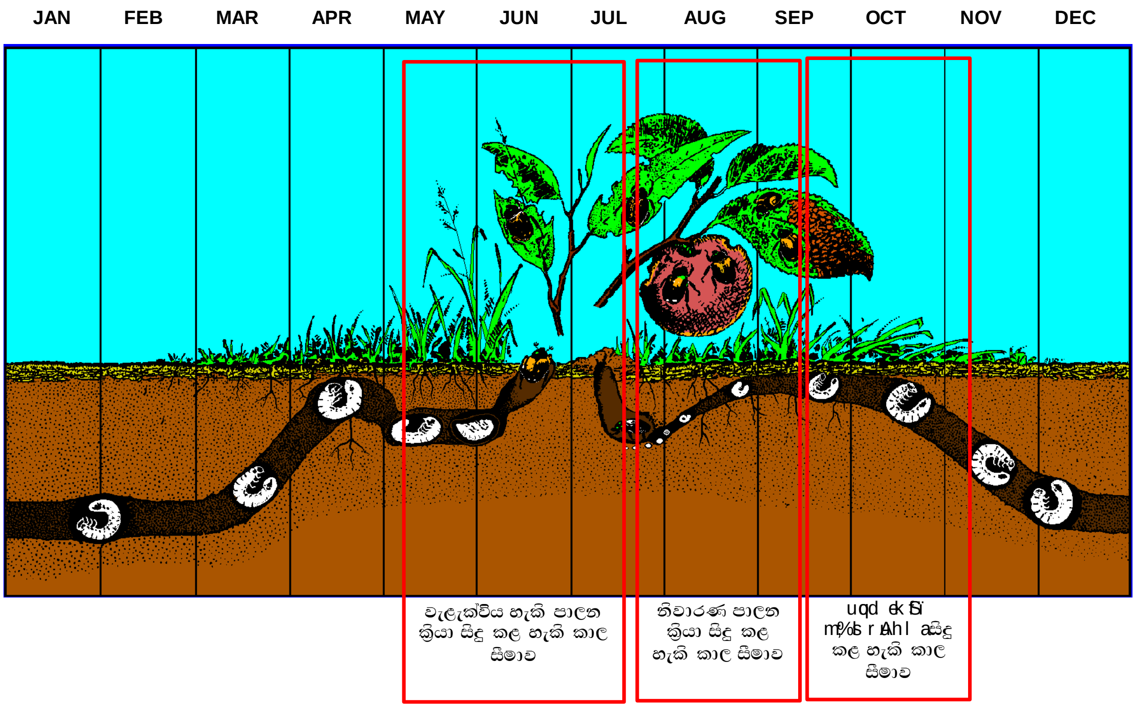
පරිසර පද්ධතියක් සැළකුවිට, පළිබෝධ ජීවී කාණ්ඩයකට එරෙහිව ස්වාභාවික විලෝපිකයින් (predators), පරපෝෂිතයින් (parasites) හා උපරි-පරපෝෂිතයින් (parasitoids) ක්‍රියාත්මක වීම තුළින් ජෛව පාලනයකට යටත් වේ. පාරිසරික උෂ්ණත්වය, ආර්ද්‍රතාවය, සුළං වේගය, වර්ෂාව වැනි හේතු පළිබෝධ ගහණයේ අඩු-වැඩි තත්ත්වයන්ට බලපායි.

බොහෝමයක් අවස්ථාවල දී පළිබෝධ හානිය ශාකයක පැවැත්ම හෝ බෝගයක අස්වැන්න මත බලපෑමක් ඇති නො වන පරිදි දරාගත හැකි මට්ටමක පවතී. ඉන් අදහස් කරනුයේ පළිබෝධයෙකු දුටු පමණින් පාලන උපක්‍රම සිදු නො කළ යුතු බව ය. සමහර පළිබෝධයින් වගාවට පැමිණීම වැළැක්වීම හෝ වගාවට හානි සිදුකිරීම වැළැක්විය හැකි ය (preventive mode): විශේෂයෙන් ම ආරක්ෂක දිලීරනාශක මගින් වගාවක් දිලීර හානිවලින් ආරක්ෂා කරයි (preventive applications).

උදාහරණ: **මැන්කොසෙබ්**, **ක්ලෝරොතැලොනිල්**, **කොපර්** සංයෝග

වෙනත් පළිබෝධයෙකුගේ වර්ධනය සැළකිල්ලෙන් පරීක්ෂා කිරීමෙන් දරාගත නො හැකි මට්ටම හෝ ආර්ථික හානිදායි මට්ටම ඉක්මවන අවස්ථාවේ දී මනා ලෙස පාලනය කළ හැකි ය. මෙම අවස්ථාව **නිවාරණ පාලනය** (curative strategy) ලෙස හැඳින්වේ.

සමහර පළිබෝධයින් ගේ හානිය නො පෙනෙන හෝ පළිබෝධ හානිය උග්‍ර තත්ත්වයට පත්වන තුරු නො පෙනෙන අවස්ථාවල දී ක්ෂණික ක්‍රියාකාරී වඩා වැඩි විෂතාවයකින් යුතු වූ පළිබෝධනාශක සංයෝගයක් භාවිතා කර බෝගය ආරක්ෂා කර ගත යුතුය (rescue strategy). මෙම සංකල්පය ඉතා පැහැදිලිව භාවිතා වන අවස්ථාවක් ලෙස පොල් වගාවේ රතු කුරුමිණි හානිය ඇතිවීම වැළැක්වීමට ක්ෂණික ක්‍රියාකාරී වඩා වැඩි විෂතාවයකින් යුතු වූ **මොනොක්‍රොටොපොස්** 60%ක් අඩංගු සංයෝගය යොදා ගැනීම සඳහන් කළ හැකි ය.



රූප සටහන 12: ජැපනීස් බීටල්ගේ (Japanese beetle, *Popillia japonica*) ජීවන චක්‍රයේ විවිධ අවස්ථාවන් සැලකිල්ලට ගෙන පළිබෝධ පාලන උපක්‍රම වෙනස් කළ හැකි ආකාරය.

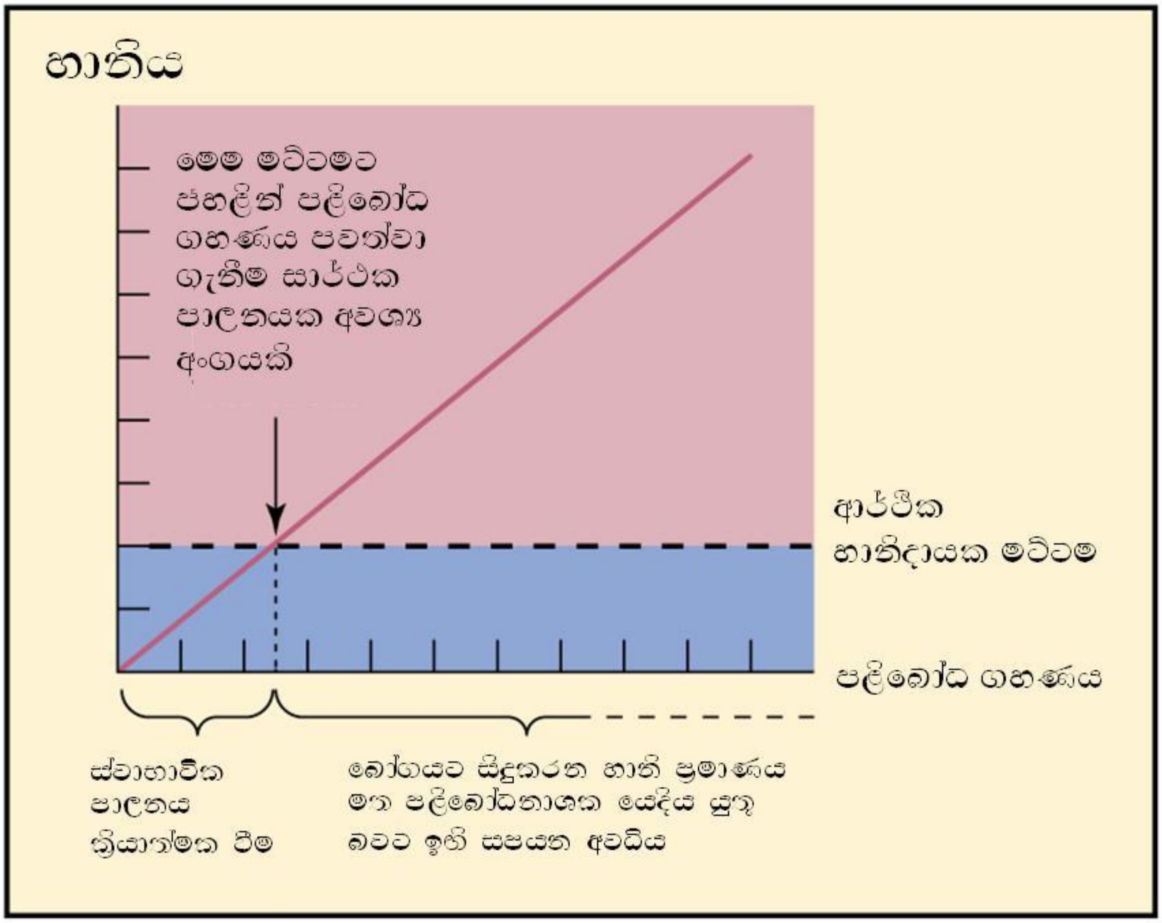
පළිබෝධයින්ගෙන් වගාවකට වන හානි වෙන් වෙන් අවස්ථාවල දී ඇති වීම ඉතා දුර්ලභය. සමහර පළිබෝධනාශක විශේෂිත අවස්ථාවල දී යෙදීමෙන් පළිබෝධ කීපයක් එකවර මර්දනය කළ හැකි ය. මෙම අවස්ථාව බහු ඉලක්ක මූලධර්මය (multiple target principle) ලෙස හැඳින් වේ. උදාහරණයක් ලෙස වී වගාවක කොළ හකුළන දළඹු හානිය හා දුඹුරු පැළ කීඩෑ හානිය එක ම කාල පරාසයක් තුළ ඇතිවන බව නිරීක්ෂණය කර ඇත. එමනිසා **තයමෙතොක්සාම්** 20% + **ක්ලෝරැන්ට්‍රැනිලිප්‍රෝල්** 20% එස්.සී. වර්ටැකෝ® වැනි මිශ්‍ර සංයෝගයක් යෙදීමෙන් උපරිම ප්‍රතිඵල ලබාගත හැකි ය.

- **තයමෙතොක්සාම්**–මෙම රසායනය ශාකය තුළ ගමන් කර (සංස්ථානික) යුෂ උරා බොන දුඹුරු පැළ කීඩෑ ශිශු අවධි මර්දනය කරයි.
- **ක්ලෝරැන්ට්‍රැනිලිප්‍රෝල්**– මෙම රසායනය ශාකය තුළ සංස්ථානිකව මෙන් ම ශාක පත්‍ර මතුපිට තැවරී ඇති විට කොළ හකුළන දළඹුවන් ශාක පත්‍ර ආහාරයට ගැනීමේ දී ශරීරගත වේ.

රූප සටහන 13: වී වගාවේ දුඹුරුපැළ කීඩැවන්ගේ (Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*) හානිය සහ පත්‍ර රෝල් කරන්නාගේ (Leaf Roller, *Cnaphalocrocis medinalis* Guenée) හානිය එකවර සමපාත වන පරිදි ඇති වන බව පෙන්වා දී ඇත.

පලිබෝධනාශක යෙදිය යුතු අවස්ථාව තිරණය කිරීමේ සාධක විවිධාකාර වේ. සරල ම ක්‍රියාව වනුයේ පලිබෝධයා දැක හඳුණාගෙන මර්දනය කිරීමේ අවස්ථාවට එළැඹ ඇත්නම් (ගහණ ඝණත්වය වගාවට හානිදායක වන අවස්ථාවට පැමිණ ඇති බව වටහාගෙන) පලිබෝධනාශකයක් යෙදීම යි (**රූප සටහන 14**). නමුත් සමහර පලිබෝධයින් නිරීක්ෂණය වන අවස්ථාවට පැමිණීමේ දී පාලනය කිරීමට අපහසු අවස්ථාවක සිටිය හැකි ය. මෙ වැනි අවස්ථාවක දී ලිත් ක්‍රමයකට පලිබෝධනාශක යෙදීමේ පිළිවෙලක් වගාකරුවන් විසින් අනුගමනය කරයි. වර්ෂයෙන් වර්ෂය දේශගුණික සාධක වෙනස්වීමේ අවදානමක් පැවතීම හේතුවෙන් ලිත් ක්‍රමයකට අනුව පලිබෝධනාශක යෙදීමේ අසාර්ථකත්වයක් පැවතිය හැකි ය.

ජෛව පාලන, ශෂ්‍ය විද්‍යාත්මක, රසායනික ක්‍රම සංකලනයෙන් හා බෝග ස්වස්ථතාව හෙවත් ක්ෂෙත්‍රයේ පිරිසිදුකම පවත්වා ගැනීම සාර්ථක පලිබෝධ පාලනයක් සඳහා ඉතා වැදගත් වේ.



රූප සටහන 14: පළිබෝධනාශක යෙදිය යුතු අවස්ථාව තීරණය කිරීමේ දී ගහණ ඝණත්වය සැලකීම

පළිබෝධනාශක මගින් ඉලක්ක නො කරන ජීවීන්ට සිදුකරන බලපෑම කවර ආකාර ද?

පයිරෙත්‍රොයිඩ් කෘමිනාශක ඇසුරෙන් මෙය විස්තර කළ හැකි ය.

පයිරෙත්‍රොයිඩ් කෘමිනාශක ජීවීන්ගේ ශක්ති සංස්ලේෂණයට දායක වන ATPase එන්සයිමය නිශේධනය කරයි. ජලජ ජීවීන් පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක සඳහා ගොඩබිම වෙසෙන ජීවීන්ට වඩා විෂ වීමේ සංවේදීතාවය වැඩි වීමට ඉහත කරුණ අදාල වේ. එ නම්, ජලජ ජීවීන් ජලජ පරිසරයේ පවතින අයනික නො වන තනුක තත්ත්වය තුළ ශරීරය සහ ජලජ පරිසරය අතර අයන සමතුලිතතාවය පවත්වා ගත යුතුය. ඒ සඳහා ජලජ ජීවීන්ගේ සෛල පටල හරහා සක්‍රිය ලෙස අයන හුවමාරුව සිදුවිය යුතුය. ATPase එන්සයිමය මෙම අයන සමතුලිතතාවය පවත්වා ගැනීම සඳහා ශක්තිය ලබාදෙයි. පයිරෙත්‍රොයිඩ් කෘමිනාශක විසින් ATPase එන්සයිමය නිශේධනය කිරීම සමඟ සිදුවන අයන සාන්ද්‍රණය පවත්වා ගත යුතු අවධි මට්ටම බිඳ දැමීම මගින් ජලජ ජීවීන් මරණයට පත් විය හැකි ය. විශේෂයෙන් මාළුන් සහ කරමල් සහිත ජලජ කෘමීන් පයිරෙත්‍රොයිඩ් කෘමිනාශක සඳහා වඩාත් සංවේදී වේ.

පළිබෝධනාශක ක්‍රියාකාරීත්වයේ දුර්වලතා පිළිබඳව ලැබෙන වාර්තාවල සත්‍යතාවය කුමක් ද?

පළිබෝධ ප්‍රතිරෝධතාවය සෑම කෘෂිකාර්මික පළිබෝධ පාලන වැඩසටහනක දී ම ප්‍රමුඛ කාරණයක් සේ සැලකිය හැකි ය (කෘෂිකාර්මික නො වන වෙනත් ක්ෂේත්‍රවල භාවිතා වන පළිබෝධනාශක සම්බන්ධයෙන් ද ප්‍රතිරෝධීතාවය වැදගත් සේ සැලකිය යුතුය): නිර්දේශිත ප්‍රමාණයට පළිබෝධනාශක භාවිතා කළ ද ඉහත දී සාර්ථකව පාලනය වූ යම් පළිබෝධයෙක් තවදුරටත් පාලනය නො වීම ප්‍රතිරෝධීතාවය ලෙස සරලව හැඳින්වේ.

ප්‍රතිරෝධී විශේෂ ඇතිවීමට හේතුවන කාරණා වන්නේ නිවැරදි ලෙස පළිබෝධනාශකයේ නිර්දේශ ඇතුළත් ලේබල උපදෙස් අනුගමනය නො කිරීම නිසා ය. එ නම්, අදාළ පළිබෝධයාට සුදුසු පළිබෝධනාශකය නො යෙදීම, නිර්දේශිත ප්‍රමාණය නො යෙදීම, නියමිත ක්ෂේත්‍රඵලයට අවශ්‍ය මිශ්‍රණ ප්‍රමාණය නො යෙදීම, නියමිත කාලවකවානුව තුළ නො යෙදීම යනා දී ක්‍රියා හේතු වේ. එ මෙන් ම, පළිබෝධනාශකයේ සඵලතාවය හීන වී තිබීම නිසා එනම්, කල් ඉකුත් වූ පළිබෝධනාශකයක් වීම, ව්‍යාජ පළිබෝධනාශකයක් වීම, සහ පළිබෝධනාශක කිපයක් මිශ්‍රකර යෙදීම (cocktail mixtures) යනා දී කරුණු නිසා ද නියමිත පරිදි පළිබෝධ පාලනය නොවී ප්‍රතිරෝධී විශේෂ ඇති විය හැකි ය.

එකම ක්‍රියාකාරිත්වයක් සහිත පළිබෝධනාශක සංයෝග දිගින් දිගට සෑම වගා කන්නයක දී ම භාවිතා කිරීම ප්‍රතිරෝධී විශේෂ ඇති වීම වේගවත් කරයි. කිසිදු රසායන ද්‍රව්‍යයක් එක දිගට වගා කන්න දෙකකට වඩා යෙදීම මගින් පළිබෝධ ජීව හුරුවීම හෙවත් ප්‍රතිරෝධීතාවය ඇති වීමේ සම්භාවිතාවය වැඩි ය. විශේෂයෙන් සංස්ථානිකව ක්‍රියාකරන පළිබෝධනාශක සඳහා ප්‍රතිරෝධී විශේෂ බිහිවීමේ හැකියාව වැඩි ය. එ මෙන් ම, පළිබෝධයේ ජීව මර්මස්ථාන එකක් මත ක්‍රියාකරන (single-site action) රසායන සඳහා ප්‍රතිරෝධී විශේෂ බිහිවීමේ හැකියාව වැඩි ය.

කෙසේවුවත්, පළිබෝධනාශකයක දුර්වල ක්‍රියාකාරිත්වය සෑමවිටම ප්‍රතිරෝධීතාවය නිසාම බව නො සැලකිය යුතුය. උදාහරණයක් ලෙස මයිටා හානියක දී භාවිතා කරන මයිටානාශකයක් පත්‍ර තලයේ උඩු හා යටි පෘෂ්ඨ හොඳින් තෙත් වන පරිදි ඉසීම අත්‍යාවශ්‍ය වේ: මක්නිසාද යත්, ඉතා කුඩා ජීවී කොට්ඨාශයක් වන මයිටාවන් රසායන බිඳිති මඟ හැර ඒවායේ නො ගැටී ගමන් කිරීමට හැකියාව ඇති බැවිනි.

යම් අවස්ථාවක දී ඔබට පසේ වෙසෙන කම්බිලි පණුවන් පාලනයට කෘමිනාශකයක් භාවිතා කිරීමට සිදු වුවහොත් ඒ සඳහා පාංශු ස්ථරය තෙත් වන පරිදි කෘමිනාශක මිශ්‍රණය යෙදීමට සිදු වේ. නමුත්, පසේ ඒ අවස්ථාවේ පාංශු වැස්මක් හෝ කාබනික ද්‍රව්‍ය වැඩි ප්‍රමාණයක් ඇති විට සැලකිය යුතු රසායන ප්‍රමාණයක් වසුනට හෝ කාබනික ද්‍රව්‍යවලට ආසක්ත වී අක්‍රීය තත්ත්වයට පත් වේ.

බෝග වගාවන් සඳහා ජීවඅඟුරු (biochar)[11] යෙදීම මෑත කාලීනව අවධානයට යොමු වී ඇත. විශේෂයෙන් විෂ මූලද්‍රව්‍ය (උදා: කැඩ්මියම්) බෝග තුළට අවශෝෂණය වීම අවම කිරීමේ අරමුණින් මෙහි වැදගත් ප්‍රායෝගික උපයෝගිතාවයක් තිබිය හැකි වුව ද, ජීවඅඟුරු සතු ඉතා ඉහළ පෘෂ්ඨ ක්ෂේත්‍රඵලය සහ කාබනික රසායන අධිශෝෂණය සහ නිරකර ගැනීමේ (adsorption & sequestration) හැකියාව හේතුවෙන් පළිබෝධනාශක ක්‍රියාකාරිත්වය හීන කෙරේ.

විශේෂයෙන් කෘමිනාශක පසට යෙදීමෙන් පසු මුල් මගින් උරාගැනීමට සලසා (උදා: **කාබොෆියුරාන්**) මූල මණ්ඩලයට

[11]කාබනික ද්‍රව්‍ය ඔක්සිජන් රහිත පරිසරයක දී ඉහළ උෂ්ණත්වයේ (සෙ. අ. 200-300) දහනය කර ලබාගන්නා අඟුරු මෙසේ හැඳින්වේ. මෙම ක්‍රියාවලිය pyrolysis යනුවෙන් ඉංග්‍රීසියෙන් හැඳින්වේ.

හානිකර මූලගැට්ටි වටපණුවන් මර්දනය මෙන් ම වායව ශාක කොටස් මත යැපෙන කෘමි පලිබෝධයන් ද පාලනය සිදුකිරීම ජීවඅඟුරු යෙදීම මගින් බාධා සිදු විය හැකි ය.

දහයියා භාවිතා කර ලබාගන්නා ජීවඅඟුරු මගින් **ප්‍රෙටිලැක්ලෝර්** වැනි වී වගාවේ භාවිතා වන පූර්ව නිර්ගමන වල්නාශක ක්‍රියාකාරිත්වය සැලකිය යුතු පරිදි අඩුකරන බව පෙන්වා දී ඇත. තවද, නවීන සල්ෆොනයිල් යූරියා වල්නාශක (**පයිරසෝසල්ෆියුරෝන්-ඊතයිල්**) මුල් මගින් උරාගැනීමට සමත් වන ආකාරයෙන් නිෂ්පාදනය කර තිබීමත්, වී වගාවේ දී සල්ෆොනයිල් යූරියා වල්නාශක යෙදීමේ සහ ජල පාලන ක්‍රියාවන් මෙසේ මුල් මගින් උරාගැනීමට දක්වන හැකියාව ඉලක්ක කර සිදුකිරීමත් නිසා වී වගාවේ ජීවඅඟුරු භාවිතය තවදුරටත් පරීක්ෂණ සඳහා ප්‍රස්තුත කාරණයක් ලෙස සැලකිය යුතුය.

මීට අමතරව, පලිබෝධනාශක යොදන උපකරණ බෝගයකට නිර්දේශිත රසායන ප්‍රමාණය නො අඩුව ලැබෙන පරිදි යෙදීමට හැකිවන සේ සීරුමාරු කර පවත්වා ගෙන ඇති ද? නියමිත නොසලය භාවිතා කර ඇති ද? නියමිත පීඩනයෙන් යෙදීම සිදු වේ ද? යන්න විමසා බැලිය යුතුය.

මෙම සෑම ප්‍රශ්ණයක් සඳහා ම පිළිතුරු යොදන උපකරණ මනා ලෙස නඩත්තු කිරීමෙන් හා පාධාංකශෝධනය හෙවත් උපකරණ ක්‍රමාංකණය (sprayer calibration) කිරීමෙන් සිදුකර ගත හැකි ය. සළකන ලද බෝගය හා පලිබෝධයා ඇතුළත් සංයෝජනය සඳහා නිර්දේශිත රසායන ප්‍රමාණය නියමිත ප්‍රමාණයෙන් නො යෙදීම දුර්වල පලිබෝධ පාලනයකට හේතු වේ. අධි ධාරිතාවකින් ජලය නිකුත් වන නොසල විශේෂ (**රූප සටහන 16**) අතිවිශාල වශයෙන් පලිබෝධනාශක අපතේ යවයි. උඩරට එළවළු වගාවේ දී වගාකරුවන් අතර මෙම නොසල ජනප්‍රිය වී තිබීම එ නම්, සමීක්ෂණ ප්‍රතිඵලවලට අනුව 64%කට වඩා වැඩි වගාකරුවන් පිරිසක් අතර භාවිතා වීම පාරිසරික වශයෙන් මෙන් ම කෘෂි බෝග පලිබෝධනාශක අවශිෂ්ට හේතුවෙන් සැලකිය යුතු ලෙස අපවිත්‍ර වීමට ඉඩ සැලසේ.[12]

පලිබෝධනාශක මිශ්‍රණයක් බෝගයක් මතට ඉසීමේ දී නිකුත් වන බිඳිතිවල ප්‍රමාණය පිළිබඳව යම් වැටහීමක් තිබේ නම් මෙම කාරණාවේ වැදගත්කම හොඳින් පැහැදිලි වේ. උදාහරණයක් ලෙස මයික්‍රෝන 400ක එක් විශාල ජල බිඳිත්තක් මයික්‍රෝන 200ක ජල බිඳිති 200ක ට ද මයික්‍රෝන 100ක ජල බිඳිති 64ක ට ද මයික්‍රෝන 50ක ජල බිඳිති 512ක ට ද බිඳිය හැකි ය (**රූප සටහන 15**).

එමනිසා විශේෂයෙන් කෘමිනාශක හා දිලීරනාශක යෙදීමේ දී කුඩා ජල බිඳිති නිපදවිය හැකි ආකාරයේ ඉසින යන්ත්‍ර සහ නොසල වර්ග තෝරා ගැනීම ඉතා වැදගත් වේ.

අධි ජල පරිමා ඉසීම මගින් හෙක්ටයාරයකට නියමිත රසායන ද්‍රව්‍ය නියමිත අගයක් ගන්නා විට ටැංකියක ඇති රසායන ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය තනුක බවට පත් වේ. අඩු ජල පරිමා ඉසීම මගින් හෙක්ටයාරයක් සඳහා යොදන එම රසායන ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය ම ටැංකියක කිහිප ගුණයකින් සාන්ද්‍ර වේ.

උදාහරණයක් ලෙස හෙක්ටයාරයකට ජලය ලීටර් 450ක් වෙනුවට ජලය ලීටර් 150ක් භාවිතා කළ විට රසායන ද්‍රව්‍ය ටැංකිය තුළ තුන් (3) ගුණයකින් සාන්ද්‍ර වේ. පර්යේෂණ හා ක්ෂේත්‍ර පරීක්ෂණ පෙන්වා දී ඇත්තේ අඩු ජල පරිමා මගින් සාන්ද්‍ර රසායන මිශ්‍රණයක් භාවිතා කිරීම ක්‍රියාකාරීත්වය ඉතා වැඩි වන බවයි. ඒ නිසා වැඩි කාලයක් තුළ වඩා සාර්ථක පලිබෝධ පාලනයක් සිදු වේ.

පහත දැක්වෙන රූප සටහනට අනුව කුඩා ජල බිඳිති පෘෂ්ඨය මත ගැටීමේ ප්‍රමාණය ඉහළය: විශාල බිඳිති පෘෂ්ඨය මත

[12]Sumith and Munkittrick 2011, Tropical Agriculturist 159: 61-105

ගැටිමේ ප්‍රමාණය අඩු වන අතර පෘෂ්ඨ මතින් ඉවත්වීමට වැඩි අවකාශයක් පවතී.

රූප සටහන 15: ඉසින බිඳිතිවල ප්‍රමාණය ක්‍රියාකාරිත්වයට බලපාන අයුරු

හෝගයකට අවශ්‍ය ජල පරිමාව තෝරා ගත යුත්තේ පත්‍ර තලය මතින් ඉවතට රූරා නො බසින ප්‍රමාණයට ය.

- විශාල ජල බිඳිති පත්‍ර මතින් රසායන ද්‍රව්‍ය ඉවත් කොට අපතේ යවයි.

    -පරිසරය අපවිත්‍ර කරයි.
    -මුදල් අපතේ හරියි.

- ඉතා සියුම් ජල බිඳිති වැඩි සාන්ද්‍රණයකින් යුත් නිසා සාර්ථක පළිබෝධ පාලනයකට මඟ පාදයි.

    -ඔබගේ හිත සතුටු කරවන්න පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණවලින් බෝග තෙත් නො කළ යුතුය.

මීට අමතරව, නවීන පළිබෝධනාශක ප්‍රභාවිච්ඡේදනය (photodegradation) මගින් අක්‍රිය සංයෝග බවට පත්වන බැවින් ඉතා කෙටි කාලයක් තුළ දී පත්‍ර මත රැඳි රසායන ද්‍රව්‍ය ඉවත් වේ.

රූප සටහන 16: මල්තුහින (sunfrost) සේදීමට, ජල සම්පාදනයට හෝ දියර පොහොර වර්ග යෙදීමට පමණක් යොදා ගත යුතු නොසල විශේෂය කි. මෙම නොසලය පළිබෝධනාශක දියර ඉසීමට කිසිවිටෙකත් නිර්දේශ නො කෙරේ.

පළිබෝධනාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය යනු කුමක්ද?

යම් පළිබෝධ ගහණයක් සළකන ලද යම් පළිබෝධනාශකයක ක්‍රියාකාරිත්වයට යටත්ව මර්දනය කිරීමට හැකියාව පැවතුන ද

යම් අවස්ථාවක දී එකී පළිබෝධනාශකයට දක්වන පාත්‍රිතාවය අඩුවීම පළිබෝධනාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය ලෙස හැඳින්විය හැකි ය.

කෘමිනාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය පිළිබඳ ක්‍රියාකාරී කමිටුවේ (Insecticide Resistance Action Committee)[13] නිර්වචනය වන්නේ යම් පළිබෝධ ගහණයක ආවේණික ලක්ෂණයක් ලෙස පැවතිය හැකි වන (heritable change) පරිදි පාත්‍රිතාවය වෙනස් වීම හේතුවෙන් එකී පළිබෝධයට නිර්දේශිත පළිබෝධනාශක මාත්‍රාව භාවිතා කළ විට බලාපොරොත්තු වන පාලනය නැවත නැවතත් නො ලැබීම පළිබෝධනාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය ලෙසිනි.

ස්වාභාවික වරණය (natural selection) හේතුවෙන් පළිබෝධනාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය ඇතිවන අතර, ප්‍රතිරෝධී ගති ලක්ෂණ දරණ ජීවියා තම ජීවිතය පවත්වා ගනිමින් ජාන ලක්ෂණ තම ප්‍රජනිතය වෙත සම්ප්‍රේෂණය කරයි.

පළිබෝධනාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය සිදුවන ආකාර මොනවා ද?

කෘමිනාශක පිළිබඳව ඇති හැදෑරීම්වලට අනුව ප්‍රතිරෝධීතා ක්‍රියාකාරීත්වය ප්‍රධාන වශයෙන් ජෛව රසායන හා විෂ විද්‍යාත්මක කරුණු ඔස්සේ විස්තර කර ඇත. මෙම අධ්‍යයනවලට අනුව පළිබෝධනාශක උරාගැනීම අඩු වීම (reduced penetration) හා පරිවෘත්තීය ක්‍රියා වේගවත් වීම (enhanced metabolism) ප්‍රධාන ක්‍රියාකාරකම් වශයෙන් සැලකෙන අතර, පසු සඳහන් ක්‍රියාවලිය වැඩි කාර්‍යභාරයක් සිදු කෙරේ.

ජීවීන්ගේ පරිවෘත්තීය ක්‍රියාවලිය සමඟ බැඳෙන එන්සයිම කාණ්ඩ 3ක් ප්‍රතිරෝධීතාවය සඳහා දායක වේ. එ නම්, එස්ටරේස (esterase), ග්ලුටතියෝන්–එස්–ට්‍රාන්ස්ෆරේස් (glutathion-S-transferase) හා මයික්‍රොසෝම–ඕ–ඩීමෙතිලේස් (microsomal-O-demethylase) හෙවත් මික්ස්ඩ් ෆන්ක්ෂන් ඔක්සිඩේස් (mixed-function oxidase, MFO) වේ. ඕගැනෝපොස්පේට් කාණ්ඩයේ කෘමිනාශක කෙරෙහි කියුලෙක්ස් ගණයේ මදුරුවන් දක්වන ප්‍රතිරෝධීතාවය සඳහා එස්ටරේස් එන්සයිම ද, මදුරුවන්ගේ ශරීරවල කෘමිනාශක විෂහරණයේ (detoxification) දී ග්ලුටතියෝන්–එස්–ට්‍රාන්ස්ෆරේස් ද සම්බන්ධ වේ.

පයිරෙත්‍රොයිඩ් කාණ්ඩයේ කෘමිනාශක සඳහා ජීවීන්ගේ ශරීර කායකර්මයේ ප්‍රතිරෝධීතාවය දෙ ආකාරයකින් සිදු විය හැකි ය.

1). පරිවෘත්තිය නො වන ප්‍රතිරෝධීතාවය

2). පරිවෘත්තිය ප්‍රතිරෝධීතාවය

1). පරිවෘත්තීය නො වන ප්‍රතිරෝධීතාවය:

මෙහි දී ආකාර 4කින් මෙම කාර්‍යය සිදු වේ යැයි බලාපොරොත්තු වේ.

i) පයිරෙත්‍රොයිඩ් ප්‍රතිග්‍රාහක සෝඩියම් චැනලයේ ව්‍යුහාත්මක වෙනස්වීම (altered structure) නිසා සිදු වන පහළ සංවේදීතාවය;

ii) පයිරෙත්‍රොයිඩ් ප්‍රතිග්‍රාහක සෝඩියම් චැනලයේ ක්‍රියාකාරීත්වය වෙනස්වීම (change in kinetics) නිසා සිදු වන පහළ සංවේදීතාවය;

iii) පයිරෙත්‍රොයිඩ් කෘමිනාශක සමඟ බැඳෙන සෝඩියම් චැනලයේ විෂ ප්‍රතිග්‍රාහක සංඛ්‍යාව අඩු වීම; සහ

[13] The IRAC Web Site available at: http://www.irac-online.org/

iv) ස්නායු තන්තුවේ බාහිර මේද පටලයේ සංයුතිය වෙනස් වීම.

පයිරෙත්‍රොයිඩ් ප්‍රතිග්‍රාහක සෝඩියම් චැනලයේ ව්‍යුහාත්මක වෙනස්වීම (altered structure) සහ ජාන වෙනස්කම් සමග ඇති සම්බන්ධතාවය පෙන්වා දී ඇත. මෙම ජාන *Kdr* හෙවත් *Knockdown resistance* යනුවෙන් හැඳින්වේ.

කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක යම් යම් සීමාවන් යටතේ භාවිතා කිරීමට බලපා ඇති හේතු කවරේ ද?

ශ්‍රී ලංකාවේ පළිබෝධනාශක පාලනය කිරීමේ පනත යටතේ ගෘහාස්ථ සහ කෘෂිකාර්මික පයිරත්‍රොයිඩ එස්ටර සීමාවන්ට යටත් කර ඇති ආකාරයෙන් මෙම කාණ්ඩයේ සංයෝග සතු සුවිශේෂී ගුණාංග නැවත වරක් අවධාරණය කරනු ඇත.

කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක මගින් ජීවීන්ගේ ස්නායු පද්ධතියේ ස්නායු අක්සනයේ එක් ක්‍රියාකාරී ස්ථානයක විෂ ඇති කරන ක්‍රියාකාරිත්වය හෙවත් single site mode-of-action නිසා ඉතා වේගයෙන් ජීවීන් තුළ ප්‍රතිරෝධීතාවය ඇති විය හැකි ය. මෙම කෘමිනාශක කාණ්ඩය සතු අති වේගවත් ක්‍රියාකාරිත්වය නිසා මෙන් ම ක්ෂීරපායී සත්ත්වයින්ට අඩු විෂ ඇති වීමේ හැකියාව නිසා 1980 දශකයේ පටන් දිපව්‍යාප්ත මදුරු මර්දන වැඩසටහන් හි ප්‍රමුඛ රසායන අවියක් ලෙස භාවිතයට ගන්නා ලදී. මෙහි ආරම්භක සාමාජිකයින් අතර **ලැම්බ්ඩා-සයිහැලෝත්‍රින්** (අයිකොන්®) හා පසුකාලීනව **ඩෙල්ටාමෙත්‍රින්**, **පර්මෙත්‍රින්**, **ඇල්ෆා-සයිෆ්ලූත්‍රින්** යනා දී සංයෝග ද භාවිතා කරන ලදී.

ප්‍රතිරෝධීතාවය ඇතිවිය හැකි අවස්ථා

මහජන සෞඛ්‍යය පිළිබඳව අවධානම් රෝග ගණනාවක් ම සඳහා රෝග වාහකයකු ලෙස මදුරුවන් දායක වේ. මින් ප්‍රධාන රෝග අවස්ථාවක් ලෙස මැලේරියාව සඳහන් කළ හැකි ය. මැලේරියා රෝග කාරක ප්ලාස්මෝඩියම් වයිවැක්ස් *Plasmodium vivax* පරපෝෂිත වාහක ඇනෝෆිලස් ගණයේ මදුරුවන් අතර ඇනෝෆිලස් කියුලිසිෆේසීස් *Anopheles culicifacies* හා ඇනෝෆිලස් නයිජෙරිමුස් *Anopheles nigerrimus* විශේෂ වැදගත් වේ.

මෙම මදුරු විශේෂ 2හි ජීවන රටාවේ වෙනස්කම් අනුව ඇනෝෆිලස් කියුලිසිෆේසීස් විශේෂය ගෘහාස්ථ පරිසරවල වාසය කිරීමට කැමැත්තක් දක්වන අතර (endophilic), ඇනෝෆිලස් නයිජෙරිමුස් විශේෂය එළිමහන් පරිසරවල වාසය කිරීමට (exophilic) කැමැත්තක් දක්වයි. මෙසේ වෙනස් වූ වාසස්ථාන සඳහා දක්වන ලැදියාව අනුව ඇනෝෆිලස් නයිජෙරිමුස් විශේෂය කුඹුරු පරිසර පද්ධතිවල බෝ වීම නිසා කෘෂිකාර්මික පළිබෝධනාශක වන ඕගැනෝපොස්පේට් හා කාබමේට් සඳහා නිරාවරණය වන බවත් එ මගින් මෙම කෘමිනාශක සඳහා ප්‍රතිරෝධීතාවය හට ගෙන ඇති බවත් පෙන්වා දී ඇත.

මෙම විශේෂයේ වැඩුණු මදුරුවන් එළිමහනේ ගත කිරීම අනුව මැලේරියා මර්දනය සඳහා ඕගැනෝපොස්පේට් කාණ්ඩයේ ගෘහාස්ථ අවශිෂ්ට කෘමිනාශක (උදා: **මැලතියන්**, **ෆෙනිට්‍රෝතියන්**) භාවිතා කිරීම නිසා නොව කෘෂිකාර්මික පළිබෝධනාශක නිසා විය හැකි බවට මත පහළ කර ඇත[14].

මේ අතර, **ඩෙල්ටාමෙත්‍රින්**, **පර්මෙත්‍රින්**, **ඇල්ෆා-සයිපමෙත්‍රින්** වැනි කෘමිනාශක සංයෝග මහජන සෞඛ්‍ය පිළිබඳ පළිබෝධයින් මර්දනය සඳහා පහත සඳහන් ආකාරයෙන් යොදා ගැනේ.

[14] Herath and Joshi, 1986 Tropical Medicine and Hygiene Volume 80, Issue 4, 1986, Pages 649–652.

- පෘෂ්ඨ මත අවශිෂ්ට ප්‍රතිකාර (surface residual treatments)
- ඉගිලෙන මදුරුවන් විනාශ කිරීම සඳහා ධූමකරණ ප්‍රතිකාර (fogging for aerial mosquitoes)
- මදුරු දැල් සඳහා අවශිෂ්ට රසායන කාවැද්දූම් ප්‍රතිකාර (bednet residual impregnated treatments)

මීට අමතරව, **ඩී-ඇලෙත්‍රින්**, **පයිරෙත්‍රින්ස්**, **ඩී-ටෙට්‍රාමෙත්‍රින්**, **එස්-බයෝඇලෙත්‍රින්** වැනි සංයෝග ගෘහස්ත කෘමි පලිබෝධයින් මර්දනය සඳහා පහත සඳහන් අයුරින් යොදා ගැනේ.

- මදුරු දඟර, මදුරු මැට් (mosquito coils & mats)
- දියර වාෂ්පකාරක (liquid vaporizers)
- ජලීය ධූමකාරක (aqua-fumigators) හෝ තාප ධූමකාරක (thermal fumigators)
- රසායන ගැල් වූ තීරු (impregnated strips)
- එරසෝල් (aerosols)

මේ ආකාරයට සැළකූ විට, කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක සතු අතිවිශාල පරාසයක් තුළ විහිදී යන භාවිතය යම් පමණකට මහජන සෞඛ්‍ය ප්‍රමුඛතාවයේ සලකා ආරක්ෂා කර ගනු සඳහා කෘෂිකාර්මික භාවිතය සීමා කිරීම පළමු පියවර විය. ඒ අනුව, ළූණු වගාවේ දළඹු හානිය (onion caterpillar) සහ වම්බටු වගාවේ කරල් හා කරටි විදින පණුවන් (brinjal pod and shoot borer) මර්දනය කිරීම සඳහා පමණක් වෙනත් භාවිතා කිරීම් සඳහා අවකාශ රහිතව සීමා කරන ලදී. මෙම සීමා කිරීම අර්ථවත් කිරීම උදෙසා කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ එස්ටර කෘමිනාශක සංයෝග වාර්ෂික ආනයන සීමාවන් ද ප්‍රකාශ කර ඇත. මෙම ආනයන සීමා කිරීම සියළුම නිෂ්පාදන සඳහා සමසේ බෙදෙන පරිදි වර්ෂයක දී සම්පූර්ණ ප්‍රමාණය ලීටර් 8,500කි.

කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ එස්ටර කෘමිනාශක කෘෂිකාර්මික භාවිතයේ සීමා කිරීම උදෙසා හේතු කර ගන්නා ලද වෙනත් කාරණා අතර:

i) පලිබෝධ වසංගත තත්ත්වයක දී භාවිතා කිරීමට සුදුසු, රසායන අවියක්, ලෙස (මෙම කෘමිනාශක සතු ඉතා ඉහළ මර්දන ක්‍රියාකාරිත්වය නිසා);

ii) පුළුල් අවිධිමත් හා අක්‍රමවත් භාවිතය නිසා ඇති විය හැකි දෙවන පෙළ පලිබෝධ ගහණයේ වැඩි වීම (secondary pest outbreak) (උදාහරණ: වී වගාවේ දුඹුරු පැළකීඩැවන්, බෝග වගාවන් හි මකුළු මයිටාවන්);

iii) මාළුන් ඇතුළු ජලජ ජීවීන්ට දක්වන අධික විෂ (aquatic toxicity); සහ

iv) හිතකර අපෘෂ්ඨවංශී ජීවීන්ට ඇති විය හැකි අධික විෂ (toxicity to non-target organisms) උදා: මී මැස්සන්

2). පරිවෘත්තීය ප්‍රතිරෝධීතාවය:

විපහරණ එන්සයිම ක්‍රියාකාරී වීමෙන් ඇති වන ප්‍රතිරෝධීතාවය මෙහි දී ප්‍රධාන ම කාර්‍යභාරයක් ඉටුකරනු ලැබේ. පයිරෙත්‍රොයිඩ් කාණ්ඩයේ කෘමිනාශක විපහරණයේ දී වැදගත් මූලික පරිවෘත්තීය එන්සයිම දෙකක් වශයෙන් මයික්‍රොසෝම මොනොමක්සිජනේස් (microsomal monooxygenases) හා එස්ටරේස ක්‍රියාකරයි.

කෘමි උච්චර්මය හරහා ගමන් කිරීම අඩුවීම (decreased cuticle penetration)

හේතුවෙන් ද ප්‍රතිරෝධීතාවය සිදු විය හැකි බව පෙන්වා දී ඇත.

උදාහරණයක් ලෙස සමහර පයිරෙත්‍රොයිඩ සංයෝග සැකසීමේ දී එම මිශ්‍රණවල ක්‍රියාකාරිත්වය උද්දීපනය (synergize) කිරීම සඳහා **පිපෙරොනයිල් බියුටොක්සයිඩ්**[15] (piperonyl butoxide, PBO) නම් රසායන විශේෂය එකතු කරනු ලැබේ.

වී වගාවේ තෝරා නසන වල්නාශකයක් වන **ප්‍රොපනිල් (propanil)** සතු පරිවෘත්තිය ප්‍රතිරෝධීතාවය වල්නාශකයේ තෝරා නැසීමේ ගුණය ලබාකර ගැනීම සඳහා මෙන් ම වල් පැළෑටි ප්‍රතිරෝධීතාවය හඳුණා ගැනීම සඳහා හොඳ උදාහරණය කි. **ප්‍රොපනිල්** යනු ඒසයිල්ඇනිලයිඩ් (acylanilide) කාණ්ඩයට අයත් වල්නාශකයක් වන අතර 1960 මුල් භාගයේ දී වී වගාවේ බජිරි *Echinochloa* species ඇතුළු තෘණ වල් පැළෑටි මර්දනයට හඳුන්වා දී ඇත. ශාක කායකර්මයේ ප්‍රභාසංස්ලේෂණ ක්‍රියාවලියේ ෆොටෝසිස්ටම් II (photosystem II)[16] නිශේධනය කිරීමෙන් වල් මර්දන ගුණාංග හිමි වන අතර වී ශාකයේ ඒරයිල් ඒසයිල්එමිඩේස් (rice-Aryl Acylamidase, r-AAA) එන්සයිමය වැඩි සාන්ද්‍රණයකින් අන්තර්ගත බැවින් උත්ප්‍රේරකව ශාක විෂ නො වන ද්‍රව්‍ය බවට **ප්‍රොපනිල්** වියෝජනය සිදුකෙරේ; වියෝජන අතුරුඵල අතර, 3,4–ඩයික්ලෝරොඇනිලීන් (3,4-dichloroaniline) සහ ප්‍රොපියොනික් ඇසිඩ් (propionic acid) වේ. මේ අතර, සමහර බජිරි ඇතුළු තෘණ ගහණයන් තුළ **ප්‍රොපනිල්** ප්‍රතිරෝධීතාවය සිදු විය හැකි පරිදි වල් පැළෑටි තුළ ඒරයිල් ඒසයිල්එමිඩේස් එන්සයිමය වැඩි සාන්ද්‍රණයකින් අන්තර්ගත වේ.

මෙ වැනි පරිවෘත්තිය ප්‍රතිරෝධීතාවයන් මැඩ පැවැත්වීම සහ වල්නාශකවල ක්‍රියාකාරිත්වය කාර්‍යක්‍ෂම කිරීම සඳහා යම් යම් සංයෝජක එක්කරන අවස්ථා ඇත. උදාහණයක් ලෙස PPG-124 වැනි කාබමේට (පැරා–ක්ලෝරොෆීනයිල් මීතයිල්කාබමේට්) (*p*-chlorophenyl methylcarbamate) මගින් එමිඩේස් එන්සයිම නිශේධනය කරන බැවින් බජිරි ඇතුළු තෘණ ගහණයන් තුළ **ප්‍රොපනිල්** ප්‍රතිරෝධීතාවය වැළැක්විය හැකි ය. නමුත්, මෙම තාක්‍ෂණය වී වගාව සමඟ වැඩෙන ප්‍රොපනිල් ප්‍රතිරෝධී වල්ගහණයක් පාලනය කිරීම සඳහා ආදේශ කර ගත නො හැකි ය; මන්ද, PPG-124 මගින් ගොයම් ශාකයේ එමිඩේස් එන්සයිම ද නිශේධනය කරන බැවිනි.

සමහර ඕගැනෝපොස්පේට් කෘමිනාශක ද ශාකවල ඒරයිල් ඒසයිල්එමිඩේස් එන්සයිමය සක්‍රිය ලෙස නිශේධනය කරන බැවින්, **ප්‍රොපනිල්** සමඟ සමාන්තරව හෝ ආසන්න කාල සීමාවල දී භාවිතා කිරීමෙන් ශාක විෂ වීම් සිදු විය හැකි ය.

ඇත්තවශයෙන් ම පළිබෝධ ප්‍රතිරෝධී තත්ත්වයන් ජයගැනීම සඳහා යම් යම් නිශේධක (inhibitors) හෝ උද්දීපක (synergists) භාවිතා කිරීම සාමාන්‍යයෙන් සිදුවේ. එහෙත්, මෙම විශේෂ සංයෝජනවලට අමතරව සමහර පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණයක

[15] පිපෙරොනයිල් බියුටොක්සයිඩ් මගින් කෘමින්ගේ ශරීරයේ අඩංගු Mixed Fucntion Oxidase (Cytochrome P-450) වශයෙන් හැඳින්වෙන එන්සයිම පද්ධතිය නිශේධනය කෙරේ. මෙම එන්සයිම මගින් ශරීරය තුළට ඇතුළු වන පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශකයන් හි ක්‍රියාකාරිත්වය විනාශ කර දමයි. එමනිසා පයිරෙත්‍රොයිඩ සංයෝගවල පිපෙරොනයිල් බියුටොක්සයිඩ් අඩංගු වූ විට කෘමින්ගේ ශරීරයේ ප්‍රතිශක්තිකරණ හැකියාව අඩපණ වී කෘමිනාශක ගුණාංග උද්දීපනය වේ. එමගින් කෘමිනාශක හැකියාව වැඩි කරන අතර, රසායන අවශ්‍යතාවය ද සැලකිය යුතු පරිදි අඩු කළ හැකි ය.

[16] **Photosystem II** (or **water-plastoquinone oxidoreductase**) is the first protein complex in the light-dependent reactions of oxygenic photosynthesis. It is located in the thylakoid membrane of plants, algae, and cyanobacteria. Within the photosystem, enzymes capture photons of light to energize electrons that are then transferred through a variety of coenzymes and cofactors to reduce plastoquinone to plastoquinol. The energized electrons are replaced by oxidizing water to form hydrogen ions and molecular oxygen.

එක ක්‍රියාකාරිත්වයක් මත තවෙකක් සිදුකරක ක්‍රියාවක් හේතුවෙන් ද පරිවෘත්තිය ප්‍රතිරෝධීතාවය කෙරෙහි බලපෑම් ඇති කළ හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙස පළිබෝධනාශක ජීවී ශරීර තුළ දී සයිටොක්‍රෝම් P−450 මොනොඔක්සිජනේස් එන්සයිම පද්ධතිය මගින් වියෝජනයට භාජනය වන බැවින් පරිවෘත්තිය ප්‍රතිරෝධීතාවය එකී එන්සයිම පද්ධතිය වඩා සක්‍රිය කර ගැනීම නිසා සිදු විය හැකි ය. මෙහි දී පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණ සම්බන්ධයෙන් තවත් විශේෂ ක්‍රියාකාරිත්වයක් සඳහන් කළ හැකි ය. අර්ගොස්ටෙරෝල්[17] ජෛව සංස්ලේෂණ නිශේධක දිලීරනාශක (ergosterol biosynthesis-inhibiting fungicides) වන **ටෙබුකොනැසෝල්**, **ප්‍රොපිකොනැසෝල්**, **ප්‍රෝක්ලෝරාස්** වැනි සංයෝග සයිටොක්‍රෝම් P−450 මොනොඔක්සිජනේස් එන්සයිම පද්ධතිය නිශේධනය කිරීම හේතුවෙන් කෘමිනාශක සමඟ මිශ්‍රව ඇති විට කෘමිනාශක ක්‍රියාකාරිත්වය උද්දීපනය කරයි.

වල්නාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය වැළැක්විය නො හැකි ද?

වී වගා ක්ෂෙත්‍රයක වල් පැළෑටි ගහණය ඉතා අධික අවස්ථාවක පවතී නම් ඊළඟ කන්නයේ දී සැලකිය යුතු වල් ගහණයක් බලාපොරොත්තු විය යුතුය. එ වැනි අවස්ථාවක දී වගාව ආරම්භයේ දී ම සැලකිය යුතු වල් බීජ සංඛ්‍යාවක් (seed bank) පූර්ව නිර්ගමන වල්නාශකයක් භාවිතා කිරීමෙන් විනාශ කළ හැකි ය.

පූර්ව නිර්ගමන වල්නාශකයක් භාවිතා කිරීමෙන් පසුව පස පෙරළීමෙන් හෝ බාධා කිරීමෙන් වැළකිය යුතුය. වල්නාශක යෙදීමෙන් පසුව පැළ සිටුවීම, පොහොර යෙදීම වැනි ශෂ්‍ය කටයුතුවල යෙදීම සැලකිය යුතු බාධාව කි: ඉන් පස තුළ වැළලී ඇති වල් පැළෑටි බීජ පස මතුපිටට නිරාවරණය වීමෙන් පසු පැළවීමෙන් නව වල් ගහණයක් ඇති වේ. මෙසේ ඇතිවන වල් පැළෑටි සඳහා පශ්චාත් නිර්ගමන වල්නාශකයක් භාවිතා කිරීමට සිදු වේ.

කිසිදු මර්දන ප්‍රතිකර්මයකින් 100%ක ප්‍රතිඵල ලැබිය නො හැකි ය: විවිධ පාලන උපක්‍රමවල ඒකාබද්ධ ක්‍රමවේදයක් වගා කන්නය පුරාවටම පවත්වා ගැනීම අත්‍යාවශ්‍ය වේ. බොහෝමයක් වගාකරුවන් විසින් වල් මර්දනය සඳහා පහසු හා අඩුම අවදානමක් පවතින ක්‍රමයක් ලෙස වල්නාශක භාවිතා කරයි. වල්නාශක ක්‍රියාකාරිත්වය වෙනස් සංයෝග මාරුවෙන් මාරුවට භාවිතා කිරීම හා භෞතික හා ජෛව පාලන ක්‍රම යොදා ගනිමින් රසායනික මර්දන ක්‍රම මත යැපීම අඩු කිරීම වල් පැළෑටි ප්‍රතිරෝධීතාවය මන්දගාමී කිරීමට ඉවහල් වේ.

ඒකාබද්ධ වල් පැළෑටි පාලන වැඩසටහනක් යනු සම්පූර්ණයෙන් ම රසායනික වල්නාශක භාවිතයට විකල්පයක් නො වන නමුත් හැකිතාක් දුරට වල් ගහණය අවම ප්‍රමාණයක පවත්වා ගැනීම සඳහා වෙනත් මර්දන ක්‍රම වගා කන්නය පුරාම පවත්වා ගනිමින් සිදු විය හැකි අස්වනු හානි අවම කර ගැනීම අදහස් වේ.

වී වගාවේ අස්වනු ප්‍රමාණය තීරණය කිරීමේ ජීවී (biotic) හා අජීවී (abiotic) සාධක අතර ප්‍රධාන ජීවී සාධකය වන්නේ වල් පැළෑටි වේ. මෑත ඉතිහාසයේ ශ්‍රී ලංකාවේ ලියාපදිංචි වල්නාශක අතුරින් දුර්වල ක්‍රියාකාරිත්වය පිළිබඳ ක්ෂෙත්‍ර පැමිණිලි අතර “සල්ෆොනයිල්යූරියා” කාණ්ඩයේ සංයෝග කෙරෙහි අවධානය යොමු වී ඇත. ලෝකයේ විවිධ රටවලින් ද මේ සඳහා සාක්ෂි ඉදිරිපත් වී ඇති අතර[18], මෙම තත්ත්වය වල්නාශක

[17] **Ergosterol** is a sterol that resides on the cell membranes of fungi and acts to maintain cell membrane integrity, similar to mammalian cholesterol.

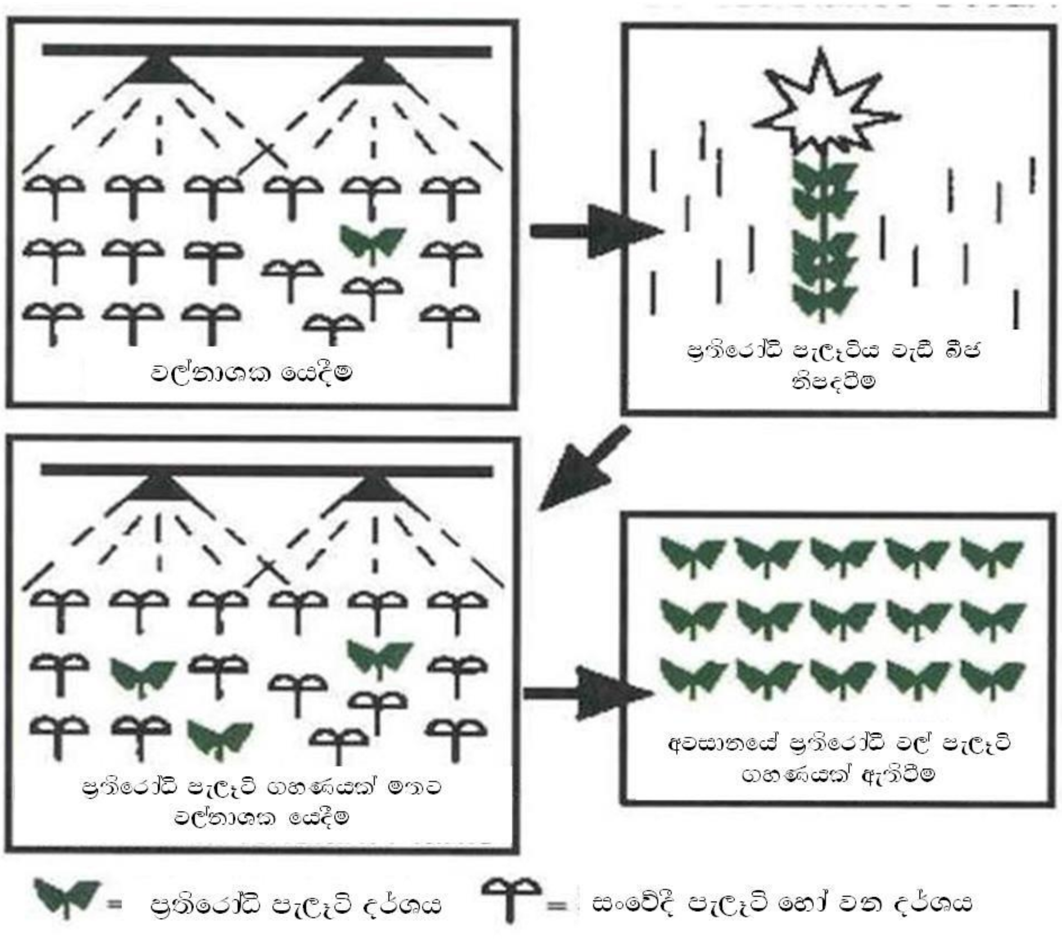
[18] www.weedscience.com

ක්‍රියාකාරීත්වයේ නිසඟ ගුණාංග හේතුවෙන් බව අවබෝධ කර ගත යුතුය. එයට හේතු මෙම වල්නාශක මගින් ශාකයේ වර්ධනයට අත්‍යාවශ්‍ය ඇමැයිනෝ අම්ල 3ක් වන වැලීන් (valine), ලියුසීන් (leucine) හා අයිසො-ලියුසීන් (iso-leucine) නිෂ්පාදනය සඳහා දායක වන ඇසටොලැක්ටේට්සින්තේස් හෙවත් ALS එන්සයිමයේ ක්‍රියාකාරීත්වය නිශේධනය කිරීම තුළින් අග්‍රස්ථ වර්ධක පටකවල සෛල විභාජනය වීම වළක්වා ශාකයේ අංකුර හා මුල් වර්ධනය නැවතීමයි.

"සල්ෆොනයිල්යූරියා" කාණ්ඩයේ සංයෝග කිපයක් සඳහා උදාහරණ පහතින් දැක්වේ.

- **බෙන්සල්ෆියුරෝන්-මීතයිල්**
- **මෙට්සල්ෆියුරෝන්-මීතයිල්**
- **පයිරසෝසල්ෆියුරෝන්-ඊතයිල්**
- **පයිරිබෙන්සොක්සිම්**
- **එතොක්සිසල්ෆියුරෝන්**
- **බිස්පයිරිබැක්-සෝඩියම්**

මෙම වල්නාශක කාණ්ඩයේ සක්‍රිය සංඝටකවලින් සාර්ථක ලෙස පාලනය වන වල් පැළෑටි කාණ්ඩ අතර පළල්පත්‍ර හා පත් වර්ග ඇතුළත් වන අතර තෘණ විශේෂවල පාත්‍රිතාවය සීමාන්තික වේ. මෙම සක්‍රිය සංඝටක සමඟ තෘණ විශේෂ පාලනය කෙරෙන සක්‍රිය සංඝටක නිසි අනුපාතයෙන් සංයෝග කර වල්නාශක නිෂ්පාදනය කර ඇත. වල් පැළෑටි කාණ්ඩ 3ට ම අයත් වල් පාලනයක් අපේක්ෂා කෙරේ.



රූප සටහන 17: වල්නාශක මගින් ප්‍රතිරෝධී වල් දර්ශ ඇතිවන ආකාරය.

දුර්වල වල් මර්දනයට හේතුව වල්නාශකයක ගුණාත්මය බාලකිරීමක් හේතුවෙන් ද නැතහොත් ප්‍රතිරෝධීතාවය නිසා ද යන්න දැනගත හැක්කේ කෙසේ ද?

වල්නාශකයක ගුණාත්මය පිළිබඳ සැක පහළ කළ යුත්තේ පහත සඳහන් අවස්ථාවන් පරීක්ෂා කර බලා එසේ නො වන බවට තහවුරු කළ පසුව ය. එම අවස්ථා නම්–

i) වසරක්–වසරක් පාසා හෝ වගා කන්නයක්–වගා කන්නයක් පාසා එකම ක්‍රියාකාරීත්වයක් සහිත වල්නාශකයක් හෝ එකම වල්නාශක කාණ්ඩයක වල්නාශක කිපයක් භාවිතා කර තිබීම;

ii) මුලින් සාර්ථක ලෙස මර්දනය වූ වල් පැළෑටියක් මර්දනය නොවී අනෙකුත් වල් විශේෂ පාලනය වීම;

iii) එකම වල් පැළෑටි වර්ගයක පාලනය වූ පැළෑටි අතර පාලනය නොවී ඇති පැළෑටි තිබීම; හෝ

iv) පාලනය නොවූ වල් පැළෑටි ගහණයක ශීඝ්‍ර වර්ධනය හා පැතිරීම

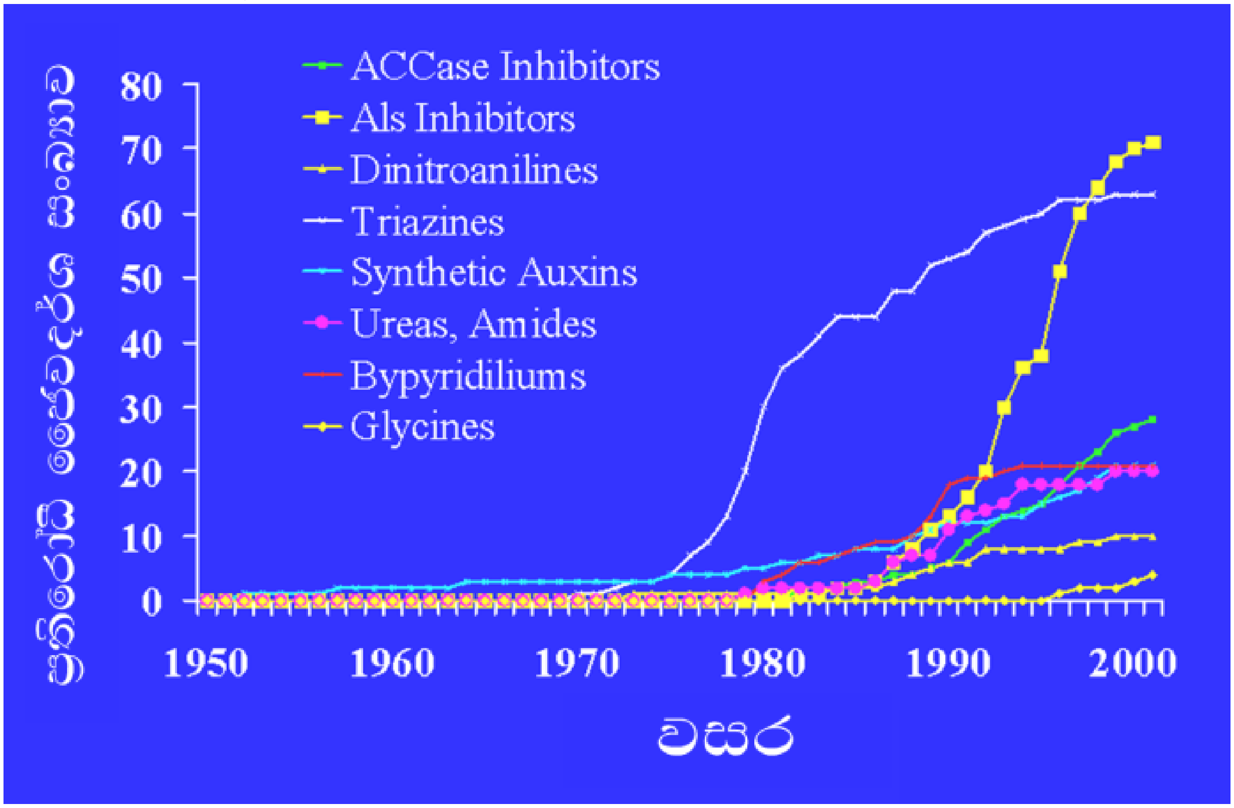
අක්‍රමවත් වල්නාශක භාවිතය හේතුවෙන් වල්පැළෑටි ගහණයන්ගේ ප්‍රතිරෝධීතාවය ඇති විය හැකි ය. උදාහරණයක් වශයෙන් ඔක්සීන කාණ්ඩයට අයත් **එම්.සී.පී.ඒ.** වල්නාශකය ශාක වර්ධක උත්තේජකයක් වශයෙන් **එම්.සී.පී.ඒ.** අවභාවිතා වන අවස්ථා වී වගාවේ දී මෙන් ම තේ වගාවේ දී ද වාර්තා වී ඇත. ඉතා සුළු මාත්‍රා භාවිතා කරමින් සිදුකරනු ලබන මෙම අවභාවිත ක්‍රියාකාරකම් හේතුවෙන් තේ නිෂ්පාදනවල **එම්.සී.පී.ඒ.** අවශිෂ්ට නිත්‍යාණුකූල සීමාවන් ඉක්මවා තිබීම මගින් තේ අපනයන වෙළෙඳාමට සිදුවන හානිය මෙන් ම වී වගාවේ ප්‍රතිරෝධී වල් පැළෑටි විශේෂ බිහිවීමේ අධික ප්‍රවණතාවය සම්බන්ධයෙන් ද සැලකිය යුතු අවධානය යොමු වී ඇත.

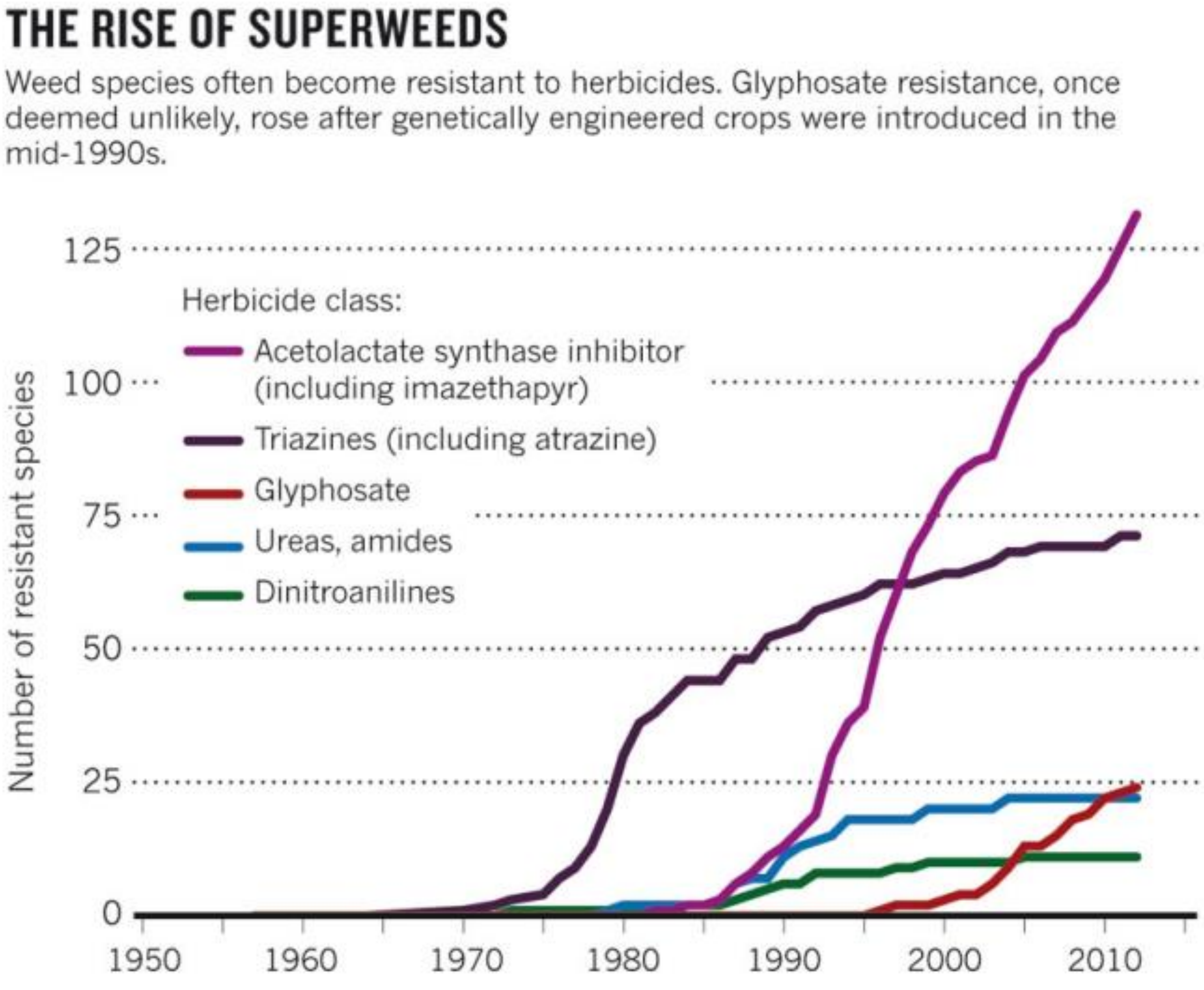
එම්.සී.පී.ඒ. නිෂ්පාදන සංයෝජනයේ දී ප්‍රධාන ආකාර 3ක් දැකිය හැකි ය. **එම්.සී.පී.ඒ.** 60% සංයෝජන ඩයිමෙතිල්ඒමයින් (dimethylamine, DMA) ලවණ හෝ එස්ටර ලෙසත් **එම්.සී.පී.ඒ.** 40% සංයෝජන සෝඩියම් (Na+) හෝ පොටෑසියම් (K+) හෝ සෝඩියම්–පොටෑසියම් (Na+/K+) ලවන වශයෙනුත් නිෂ්පාදනය කිරීම දැකිය හැකි ය.

එම්.සී.පී.ඒ. ශාක තුළට උරා ගැනීමේ දී මෙම ලවන හැසිරීම අනුව සෝඩියම් (Na+) හෝ පොටෑසියම් (K+) හෝ සෝඩියම්–පොටෑසියම් (Na+/K+) ලවන පත්‍ර තලය ඔස්සේ උරා ගැනීමේ වේගය අනෙක් ලවන වර්ග එ නම්, ඩයිමෙතිල්ඒමයින් (dimethylamine, DMA) ලවණ හෝ එස්ටරවලට සාපේක්ෂව වේගවත් ය. නමුත් ඩයිමෙතිල්ඒමයින් (dimethylamine, DMA) ලවණ හෝ එස්ටර සංයෝජන මූල මණ්ඩලයෙන් උරාගැනීම සෝඩියම් (Na+) හෝ පොටෑසියම් (K+) හෝ සෝඩියම්–පොටෑසියම් (Na+/K+) ලවනවලට වඩා වේගවත් ය. මේ හේතුවෙන් **එම්.සී.පී.ඒ.** 60% සංයෝජන සහ **එම්.සී.පී.ඒ.** 40% සංයෝජන වී වගාවේ පළල්පත්‍ර සහ පන් වර්ග පාලනය කරන වල්නාශක ලෙස නිර්දේශ කිරීමේ දී එක හා සමාන **එම්.සී.පී.ඒ.** සක්‍රිය සංඝටක ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණයක් ඒකක ක්ෂෙත්‍රඵලයකට යෙදෙන පරිදි සිදුවේ[19].

[19]වී වගාවේ පළල්පත්‍ර සහ පන් වර්ග පාලනය කිරීම සම්බන්ධයෙන් **එම්.සී.පී.ඒ.** සංයෝජන සතු දුර්වල ක්ෂෙත්‍ර ක්‍රියාකාරීත්වය සම්බන්ධ වාර්තා සහ **එම්.සී.පී.ඒ.** 40% සංයෝජන අවභාවිතා කිරීමේ හැකියාවත් ද අවධානයට ගෙන **එම්.සී.පී.ඒ.** නිෂ්පාදනවල ක්ෂෙත්‍ර භාවිතාව තවදුරටත් පවත්වා ගැනීමේ සහ පූර්වාපේක්ෂිත පූර්වාරක්ෂක අරමුණු සහිතව **එම්.සී.පී.ඒ.** 40% සංයෝජන භාවිතා කිරීමේ නිර්දේශ ඉවත් කිරීමට තීරණය විය.

වල්නාශක ක්‍රියාකාරිත්වය වැඩි කිරීම සඳහා සුදුසු තෙත්කාරක මිශ්‍ර කිරීම පිළිගත් ක්‍රමවේදය කි. මේ සඳහා අයනික නො වන හෝ සිලිකෝන් පාදක (non-ionic or silicone-based) වූ හෝ තෙල් වර්ග (මෙතිලේටඩ්ඔයිල් හෝ වෙජ්ටබල් ඔයිල් methylated oils or vegetable oils) භාවිතා කළ හැකි ය. බොහෝ අවස්ථාවල දී වල්නාශක සංයෝජන සුදුසු තෙත්කාරක (wetting agents) අඩංගු කර සංයෝජනය කර ඇත.





රූප සටහන 18: විවිධ වල්නාශක රසායන කාණ්ඩ අතර වල් පැළෑටි ප්‍රතිරෝධීතාව වාර්තා වී ඇති අයුරු (දත්ත යොමුව: www.weedscience.com)[20].

වල්නාශක අසංවේදී බෝග

නවීන කෘෂිකර්මාන්තයේ අත්‍යාවශ්‍ය අංගයක් බවට පත් වී ඇති වල්නාශක අසංවේදී බෝග (herbicide tolerant crops) වසර 2010 දී ඇමෙරිකා එක්සත් ජනපදයේ පමණක් සෝයා බෝංචි මුළු වගා බිම් ප්‍රමාණයෙන් 93%ක් ද කපු 78%ක් ද බඩඉරිඟු 70%ක් ද පුරා භාවිතා වූ බව වාර්තා කර ඇත[21]. ආහාර නිෂ්පාදනය දැඩි ලෙස සීමාකාරී රටවල දරිද්‍රතාවය, මන්දපෝෂණය, හා කුසගින්න පරදවා කෘෂිකාර්මික නිෂ්පාදනය ඉහළ නැංවිය හැකි අවස්ථා මෙම තාක්ෂණය භාවිතා කිරීමෙන් ළඟා කරගත හැකි බවට කරුණු ඉදිරිපත් වී ඇත.

[20]Ian Heap, International Survey of Herbicide Resistant Weeds www.weedscience.org/graphs/soagraph.aspx (2013).

[21]USDA: United States Department of Agriculture. AgriculturalBiotechnology: Adoption of Biotechnology and its Production Impacts. 2011 [http://www.ers.usda.gov/briefing/biotechnology/chapter1.htm], Accessed 20 May 2011.

වල්නාශක අසංවේදී බෝග තාක්ෂණයේ වඩාත් පුළුල් දායකත්වයක් ලැබී ඇත්තේ ප්‍රධාන වල්නාශක වර්ග 2ක් සඳහා වේ–ඒ **ග්ලයිෆොසේට්** හා **ග්ලූෆොසිනේට් ඇමෝනියම්** ය.

ග්ලූෆොසිනේට් ඇමෝනියම් යනු පුළුල් ක්‍රියාකාරී ස්පර්ශ වල්නාශකයක් වන අතර බෝග සිටුවීමෙන් පසු විශාල පරාසයක වල් පැළ මර්දනයටත් වගා පිහිටුවීමට පෙර හෝ වගා නො කරන බිම්වල පරිපූර්ණ වල් මර්දනයටත් භාවිතා වේ. ඇත්තවශයෙන් ම **ග්ලූෆොසිනේට්** යනු ස්ට්‍රෙප්ටොමයිසිස් (Streptomyces) ගණයට අයත් දිලීර විශේෂයක් අනුසාරයෙන් නිෂ්පාදනය වූවක් වන අතර එය ශාක තුළ ග්ලූටැමීන් සින්තටේස් නම් ක්‍රියාකාරී එන්සයිමය නිශේධනය කරනු ලබයි. මෙම එන්සයිමය ග්ලූටැමීන් නිෂ්පාදනයටත් ඇමෝනියා විෂහරණයටත් (detoxification) අත්‍යාවශ්‍ය වේ. **ග්ලූෆොසිනේට්** යෙදීමෙන් ශාක පටක තුළ ග්ලූටැමීන් නිෂ්පාදනය අඩුවීමත් ඇමෝනියා සාන්ද්‍රණය වැඩි වීමත් සිදු වේ. මේ නිසා ප්‍රභාසංස්ලේෂණය නැවතී පැළෑටි දින කීපයකින් මරණයට පත් වේ. **ග්ලූෆොසිනේට්** වල්නාශක සමහර බෝගයන්ගේ අස්වනු නෙළීමට ප්‍රථම වියළි බවට පත්කිරීම desicate (dry off) සඳහා සමහර රටවල (උදා: සෝයා බෝංචි, කපු වැනි වගාවන් සඳහා) භාවිතා වේ.

මෙම තාක්ෂණය වී වගාවේ වල් වී (weedy rice) මර්දනය සඳහා භාවිතා කිරීමට නිර්දේශිත ය: එ නම්, වල් වී කරල් පීදීමෙන් පසුව එහෙත් මල් පිපීමට පෙර **ග්ලූෆොසිනේට්** වල්නාශක මිශ්‍රණයක් රෙදිකඩක් ඔතන ලද දණ්ඩක (පන්දමක් වැනි) ආධාරයෙන් තැවරීම සිදු කළ හැකි ය.

ග්ලූෆොසිනේට් වල්නාශක මගින් ශාක තුළ සිදු වන ආකාරයට සත්ත්වයන්ගේ ද ග්ලූටැමීන් සින්තටේස් නම් ක්‍රියාකාරී එන්සයිමය නිශේධනය කරනු ලබයි. එමනිසා විෂ වීමේ සම්භාවිතාවය ඉහළ වේ.

දෙවන පෙළ පළිබෝධ ගහණයේ වැඩි වීම (secondary pest outbreak) සිදුවන්නේ කෙසේ ද?

බෝගයකට සැළකිය යුතු මට්ටමකින් හානියක් ඇති නො කරන යම් ජීවියෙකු පළිබෝධනාශක භාවිතා කිරීම හේතුකොට ගෙන පළිබෝධයෙකු තත්ත්වයට පත් වීම මෙලෙස හැඳින්වේ. මීට හේතු සාධක විය හැකි සරල හේතු කාරණා අතර:

i) ස්වාභාවික සතුරු ජීවීන් විනාශ වීම නිසා එතෙක් සතුරු ජීවීන් මගින් යටපත් ව පැවැති ජීවියෙකුගේ නැඟී සිටීමයි- උදාහරණයක් ලෙස මකුළු මයිටාවන් (spider mites) සඳහන් කළ හැකි ය. විලෝපික මයිටාවන් සහ වෙනත් ස්වාභාවික සතුරු කෘමීන් කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක සඳහා ඉතා සංවේදී වන අතර මෙම සතුරු කෘමි සත්ත්ව ගහණය මත පාලනය වී පැවති මකුළු මයිටාවන්ගේ ගහණය ඒ සමඟ වැඩි විය හැකි ය.

ii) වෙනස් වූ ක්‍රියාකාරීත්වයකට අනුව නො වැදගත් පළිබෝධයකුගේ බිත්තරවල සඵලතාවය හෙවත් බිත්තර දැමීමේ හැකියාව වැඩි කිරීම (increase of physiological fecundity) නිසා ගහණය වැඩි විය හැකි බව ප්‍රකාශ වී ඇත- උදාහරණයක් ලෙස පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක හේතුවෙන් වී වගාවේ දුඹුරු පැළකීඩැවාගේ හානිය වැඩි වීම සඳහන් කළ හැකි ය.

පළිබෝධනාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය වැළැක්වීම සඳහා පළිබෝධනාශක තෝරන්නේ කෙසේ ද?

කෘමිනාශක සක්‍රිය සංඝටක ක්‍රියාත්මක වන ආකාරය පිළිබඳ වර්ගීකරණ ක්‍රමවේදයක් හඳුන්වාදීම සඳහා කෘමිනාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය පිළිබඳ ක්‍රියාකාරී කමිටුව (Insecticide Resistance Action Committee) [22] කටයුතු කර ඇත. මෙම වර්ගීකරණය පාදක කර කෘමිනාශක ලේබල හඳුන්වාදීම පළිබෝධනාශක නියාමන ආයතන විසින් සිදුකරන අතර ඒ අනුසාරයෙන් කෘමි ප්‍රතිරෝධීතාවය වැළැක්වෙන ආකාරයෙන් කෘමිනාශක තේරීම වගාකරුවන් විසින් සිදු කළ යුතුය. වෙනස් වර්ණ කාණ්ඩ අනුව කෘමීන්ට එරෙහි රසායන ක්‍රියකාරීත්වයන් සඳහන් කර ඇත. උදාහරණ වශයෙන්–

–ස්නායු සහ පේශී පද්ධතිය

–ශරීර වර්ධනය

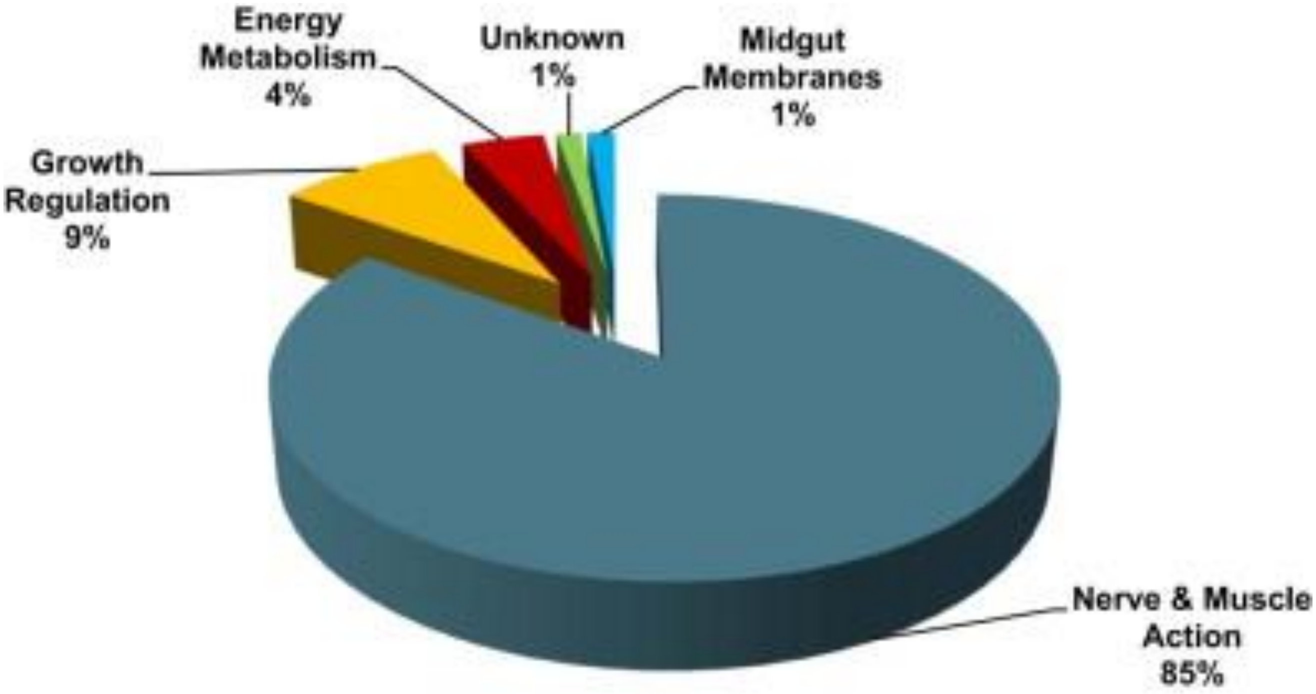
–ආහාර මාර්ගය

–ශ්වසනය

–විශේෂණය නොවූ හෝ නොදන්නා

ප්‍රතිරෝධීතාවය වැළැක්වීම සඳහා එක් වර්ණ කාණ්ඩයක් ඇතුළත හුවමාරු සිදුකිරීම ඉතා විශේෂ අවස්ථා කීපයක් හැර ප්‍රයෝජනවත් නොවේ. උදාහරණ වශයෙන් IRAC ක්‍රියාකාරී කාණ්ඩ 4, 22 සහ 25 තුළ ලැයිස්තුගත කෘමිනාශක සම්බන්ධයෙන් එක් කාණ්ඩයක් තුළ සමාන ක්‍රියාකාරීත්වයක් පැවැතිය ද, ඒ එකිනෙක අතර පරිවෘත්තීය හරස් ප්‍රතිරෝධීතාවයක් ඇතිවීම කෙරෙහි ඉතා පහළ හැකියාවක් ඇත.

[22] The IRAC Web Site available at:http://www.irac-online.org/



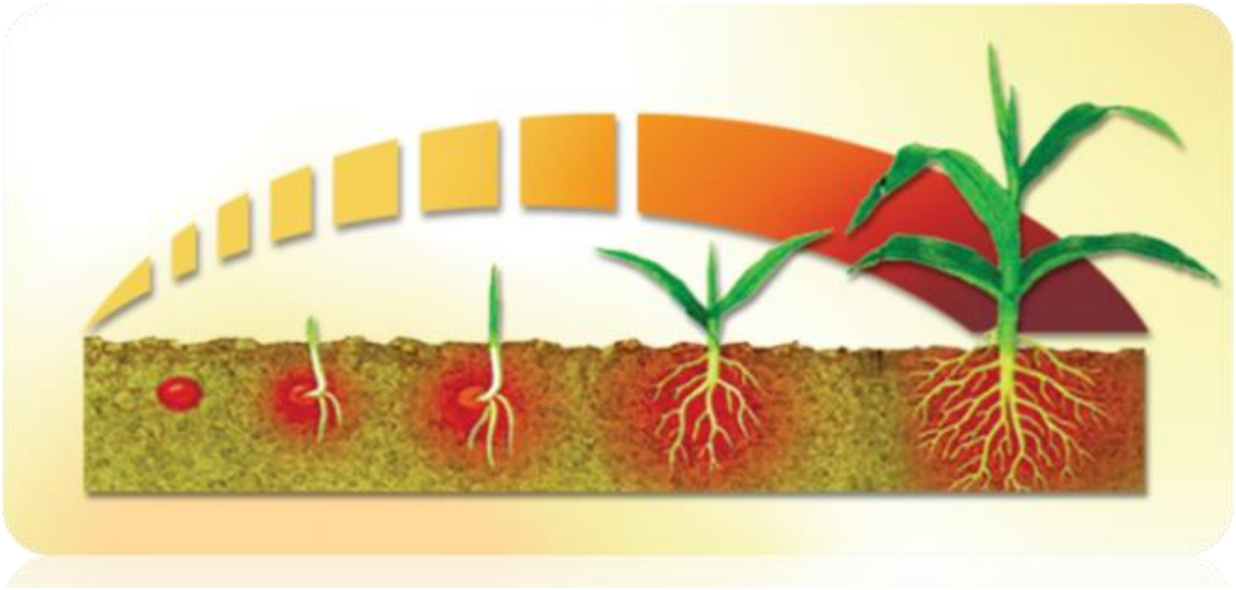
රූප සටහන 19: වසර 2013 දී ලෝකයේ කෘමිනාශක ක්‍රියාකාරි කාණ්ඩ වශයෙන් සාපේක්ෂ අලෙවිය පෙන්වන ආකාරය (ref. Sparks & Nauen, 2015)[23].

[23] IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management Pesticide Biochemistry and Physiology Volume 121, June 2015, Pages 122–128.

කෘමිනාශක ප්‍රතිරෝධීතා කළමනාකරණය (Insecticide Resistant Management, IRM) යනු කෘමි පාලනය සඳහා පවතින මෙවලම් සුදුසු කළමනාකරණ ක්‍රමවේද යොදාගැනීම මගින් පාලනය කර ගැනීමයි. කෘමිනාශක භාවිතා කිරීමේ ක්‍රමවේද අතර බීජ ප්‍රතිකාර සහ පාංශු ප්‍රතිකාර ඇතුළත් වේ. එමගින් පාංශු ජීවීන් මර්දනය කිරීම සඳහා මෙන් ම ශාකයේ පරිසර්පණීය ක්‍රියාකාරීත්වය උපයෝගී කරගනිමින් වායව කෘමීන් මර්දනය කිරීම සඳහා ද භාවිතා කළ හැකි ය.

පාංශු හෝ බීජ ප්‍රතිකාර සාමානයෙන් බීජ වැපිරීමේ දී හෝ පැළ සිටුවීමේ දී සිදුකෙරේ. එක් වගා කන්නයක් තුළ එක් වතාවක් පමණක් භාවිතා කිරීම සඳහා කෘමිනාශක ප්‍රතිකාර නිර්දේශිත අවස්ථාවල දී හැර පවතින වගාව හෝ පසු කන්න වගාවන් සඳහා කෘමිනාශක යෙදීමට සිදුවන්නේ නම් ක්‍රියාකාරීත්වය වෙනස් ප්‍රතිකර්ම භාවිතා කිරීමෙන් ප්‍රතිරෝධීතාවය පාලනය කළ හැකි ය. ඊට අමතරව, බෝග මාරු සිදු කිරීමෙන් එකම කෘමි විශේෂ සඳහා ධාරක සැපයීම අඩු වී අඩු කෘමි ගහණයක් පවත්වා ගැනීම සඳහා මෙන් ම ප්‍රතිරෝධීතාවය වැළැක්වීම සඳහා ද ප්‍රයෝජනවත් වේ.

තවාන් අවස්ථාවේ දී පාංශු ප්‍රතිකාර සිදු කිරීමෙන් පැළ තවාන් පැළ අවස්ථාවේ දී හෝ ක්ෂෙත්‍රයේ මුල් වර්ධන කාලය තුළ පළිබෝධ හානි වළක්වා ගැනීම සඳහා භාවිතා වේ. තවාන් පැළ ක්ෂෙත්‍රයේ සිටුවීමට පෙර ප්‍රතිකාර කර ඇති පළිබෝධනාශකවලට සමාන ක්‍රියාකාරීත්වයක් සහිත පසු ප්‍රතිකාර සිදු නො කළ යුතුය.



රූප සටහන 20: වී වගාවේ දී **ඉමිඩාක්ලෝප්‍රිඩ්** කෘමිනාශකය (උදා: ගවුචෝ®70 ඩබ්.එස්.) මගින් බීජ ප්‍රතිකාර සිදු කිරීමෙන් තවාන් අවස්ථාවේ දී මෙන් ම ක්ෂෙත්‍රයේ පැළ සංස්ථාපනය කර මුල් සති 4-8ක් දක්වා පැළමැක්කන්ගේ හානිය වලක්වා ගැනීමට හැකි ය.

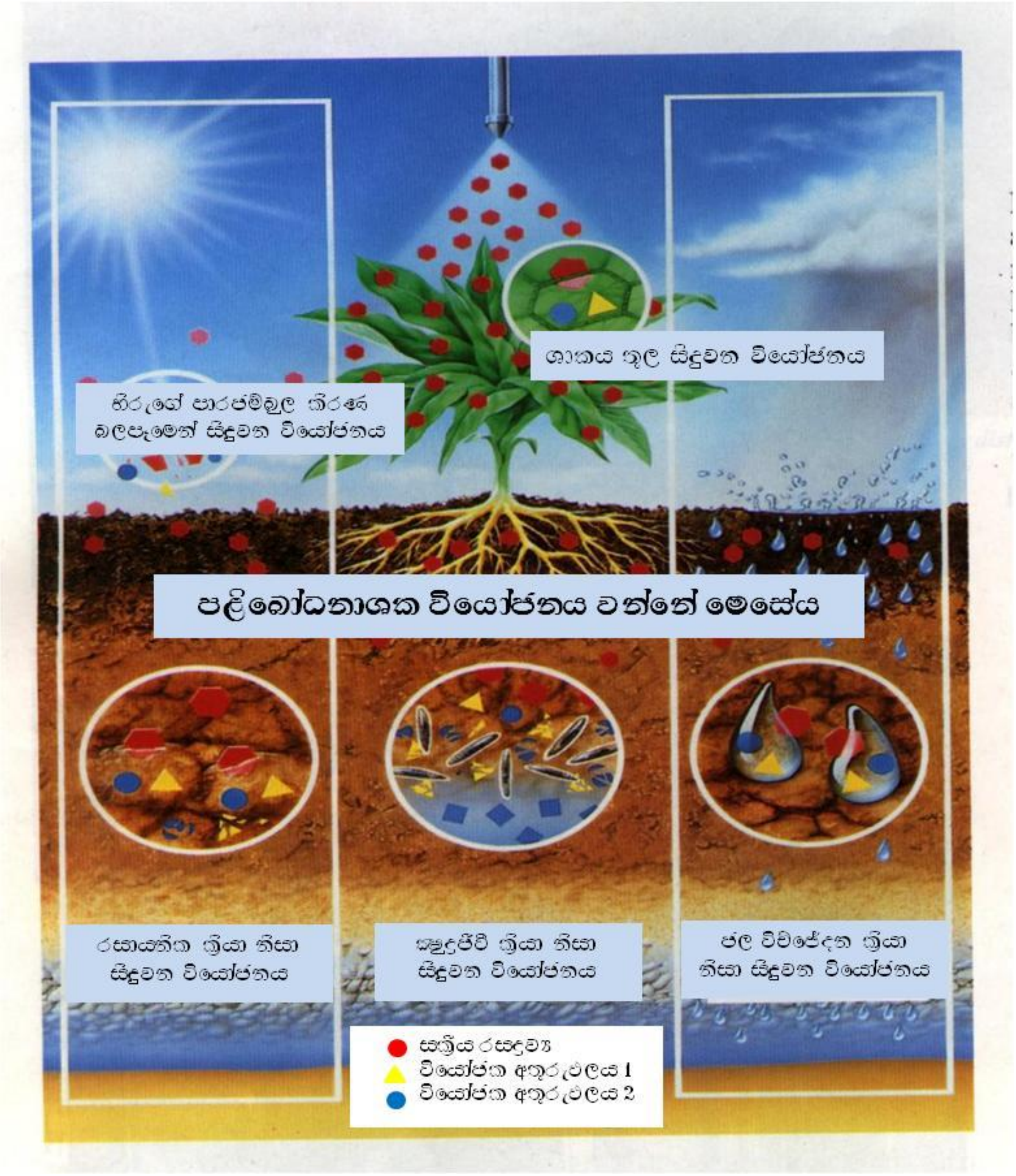
රූප සටහන 21: ප්‍රතිරෝධීතාවය බිඳීම සඳහා වගාකරුවන්ට පහසුවනු පිණිස පළිබෝධනාශක කාණ්ඩ හුවමාරු සිදු කළ යුතු බවට ඉහත දැක්වෙන ආකාරයේ අංකවලින් සඳහන් සංකේත අංක පළිබෝධනාශක ලේබලයක සඳහන් කර ඇත.

වගුව 3: ජීවීන්ගේ ස්නායු පද්ධතිය ඉලක්ක කර නිෂ්පාදිත කෘමිනාශක කාණ්ඩ (කෘමිනාශක ප්‍රතිරෝධීතාවය පිළිබඳ ක්‍රියාකාරී කමිටු (Insecticide Resistance Action Committee) වර්ගීකරණයට අනුව).

ක්‍රියාකාරී කාණ්ඩය අයත් අංකය IRAC Code	කෘමිනාශක ක්‍රියාකාරීත්වය සහ රසායන කාණ්ඩය (IRAC Mode-of-Action & Chemical Group)	උදාහරණ (Examples)
ඇසිටයිල්කෝලිනෙස්ටරේස් නිශේධක Acetylcholinesterase (AChE) inhibitors		
1	කාබමේට සංයෝග	කාබරිල්, කාබොෆියුරාන්, කාබොසල්ෆාන්, ෆෙනොබියුකාබ්, මෙතොමිල්, තයොඩිකාබ්
	ඕගැනෝපොස්පේට සංයෝග	ඇසිෆේට්, ක්ලෝපයිරිපොස්, ඩයසිනෝන්, ඩයිමෙතොඒට්, ෆෙන්තියොන්, ෆෙනැමිපොස්, මැලතියන්, මොනොක්‍රොටොපොස්, මෙතමිඩොපොස්, පෙන්තොඒට්, පිරිමිපොස්–මිතයිල්, ක්විනැල්පොස්, ටෙමිපොස්
ගැමා ඇමිනෝ බියුටිරික් ඇසිඩ් මගින් පාලනය වන ක්ලෝරයිඩ් අයන හුවමාරු බාධක GABA-gated chloride channel blockers		
2	සයික්ලෝඩීන් ඕගැනෝක්ලෝරීන් සංයෝග	ක්ලෝර්ඩේන්, එන්ඩොසල්ෆාන්
	ෆීනයිල්පයිරසෝල් (ෆිප්රෝල්) සංයෝග	ෆිප්රොනිල්, එතිප්‍රෝල්
සෝඩියම් අයන හුවමාරු බාධක Sodium channel modulators		
3	පයිරෙත්‍රොයිඩ, පයිරෙත්‍රින්ස් සංයෝග	ඇලෙත්‍රින්, ඩෙල්ටාමෙත්‍රින්, ඇල්ෆා–සයිපමෙත්‍රින්, පර්මෙත්‍රින් බයිෆෙන්ත්‍රින්
	ඩයික්ලෝරොෆීනයිල්ර්ටෙත්න් සංයෝග	ඩී.ඩී.ටී., මෙතොක්සික්ලෝර්, ඩයිකොෆෝල්
නිකොටිනික් ඇසිටයිල්කෝලීන් ප්‍රතිග්‍රාහක තරඟකාරී සමායෝජක Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) competitive modulators		
4	නියෝනිකොටිනොයිඩ සංයෝග	ඇසිටැමිප්‍රිඩ්, ක්ලෝතයනිඩින්, ඩිනොටෙෆියුරාන්, ඉමිඩාක්ලෝප්‍රිඩ්, නිටෙන්පයිරාම්, තයක්ලෝප්‍රිඩ්, තයමෙතොක්සාම්
	නිකොටින් සංයෝග	නිකොටින්
	සල්ෆොක්සිමයින්ස් සංයෝග	සල්ෆොක්සාෆ්ලෝර්
නිකොටිනික් ඇසිටයිල්කෝලීන් ප්‍රතිග්‍රාහක තරඟකාරී සමායෝජක Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) allosteric modulators		
5	ස්පිනොසින් සංයෝග	ස්පිනොටෙරාම්, ස්පිනොසාඩ්
ග්ලූටැමේට් මගින් පාලනය වන ක්ලෝරයිඩ් අයන හුවමාරු බාධක Glutamate-gated chloride channel (GluCl) allosteric modulators		
6	ඇවමෙක්ටින්, මිල්බෙමයිසින් සංයෝග	ඇබමෙක්ටින්, එමාමෙක්ටින් බෙන්සොඒට්, ලෙපිමෙක්ටින්, මිල්බෙමෙක්ටින්

පළිබෝධනාශක යෙදීමෙන් පසුව සිදුවන්නේ කුමක් ද?

යම් පළිබෝධනාශකයක් පරිසරයට මුදාහැරීමෙන් පසුව එය ඉලක්ක පළිබෝධයා මර්දනය කිරීමට ප්‍රමාණවත් කාලයක් යෙදූ බෝගය මත හෝ ප්‍රදේශය තුළ රඳා පැවතීමත් ඉන් අනතුරුව හානිදායක නොවන ද්‍රව්‍ය බවට පරිවර්තනය වීමත් සිදු විය යුතුය. පරිසරයට එක් කිරීමෙන් පසුව බොහෝමයක් පළිබෝධනාශක විවිධ පාරිසරික මාධ්‍ය ඔස්සේ ගමන් කරයි: උදා: ජලය, පස, වාතය (ශාකය තුළ ගමන් කිරීම වාසි සහගත ප්‍රතිඵල ලබා දෙයි– **රූප සටහන 19**). මෙය පළිබෝධනාශකයේ ක්‍රියාකාරීත්වය හීන කරන අතර, බෝග හානි ඇති වීම මෙන් ම ඉලක්ක නො කරන ජීවීන්ට ද හානි ඇති කළ හැකි ය.



රූප සටහන 22: පළිබෝධනාශක පරිසරයට මුදා හැරීමෙන් පසුව සිදුවන්නේ කුමක්ද? (යොමුව: Courier).

පළිබෝධනාශකවල පාරිසරික හැසිරීම තීරණය කරන සාධක

- පළිබෝධනාශකයේ නිසර්ග ගුණාංග (intrinsic properties)
- භාවිතා කරන අවස්ථාව හා ස්ථානය පිළිබඳ සාධක

- යොදන ආකාරය නැතහොත් ඉසින උපකරණ

පළිබෝධනාශකයේ නිසර්ස ගුණාංග (Properties of the pesticide)

- වාෂ්ප පීඩනය (වායු තත්ත්වයට පත්වීමට ඇති හැකියාව) – ඉහළ වාෂ්ප පීඩනයක් ඇති පළිබෝධනාශක වායු තත්ත්වයට පත් වී වායුගෝලයට නිකුත් වීමේ වැඩි අවකාශයක් පවතී.
- ශෝෂක හැකියාව (පාංශු අංශුවලට ආසක්ත වීමේ හැකියාව) – ඉහළ ශෝෂක හැකියාවක් ඇති පළිබෝධනාශක පස් ස්ථර තුළින් ගමන් කිරීමේ (leaching) අඩු හැකියාවක් පවතී.
- ජලයේ ද්‍රාව්‍යතාවය – ඉහළ ද්‍රාව්‍යතාවයක් ඇති පළිබෝධනාශක අඩු ශෝෂක හැකියාවකින් යුක්ත මෙන් ම පස් ස්ථර තුළින් පහළට රූරා බැසීම මෙන් ම මතුපිට ජල ප්‍රවාහ ඔස්සේ ගමන් කිරීමට ද වැඩි ප්‍රවණතාවයක් ඇත.
- ස්ථායිතාවය, පරිසරයේ පළිබෝධනාශක රැඳී පවත්නා කාලය හෙවත් අර්ධ–හායන වේගය (t½) අනුව ගණනය කෙරේ. අර්ධ–හායන වේගය වැඩි පළිබෝධනාශක පරිසරයට මෙන් ම මහජන සෞඛ්‍යයට වැඩි හානියක් ඇති කළ හැකි ය.

භාවිතා කරන අවස්ථාව හා ස්ථානය පිළිබඳ සාධක

යම් පළිබෝධනාශකයක් යෙදීමෙන් බලාපොරොත්තු වන ප්‍රතිඵල උපරිම කර ගැනීමටත් පාරිසරික හා සෞඛ්‍ය හානි අවම කර ගැනීමටත් යොදන ක්ෂේත්‍රයේ භෞතික, රසායනික හා ජෛව තත්ත්වයන්ට ගැළපෙන පරිදි විය යුතුය.

වගාවක පළිබෝධ පාලනය කිරීමේ දී පහත තත්ත්වයන් සැලකිය යුතුය.

- පාංශු තත්ත්වය:

භෞතික හා රසායනික ගුණාංග (වයනය, කාබනික ද්‍රව්‍ය, පී.එච්. අගය)

- භූ තත්ත්වය:

භූගත ජල ස්ථරයට ඇති ගැඹුර (ගැඹුර වැඩිවත් ම පස් ස්ථරයේ පෙරීමේ අවස්ථා වැඩි වේ).

- අවට ඇති ජල ප්‍රභවයන්:

අධික පාංශු හායන තත්ත්වයේ ඇති පස්, අධික ලෙස ජල සම්පාදිත හා අධික ලෙස වර්ෂා ජලයෙන් පෙඟුණු පස් නිසා අවට ජල මාර්ග පළිබෝධනාශකවලින් දූෂණය වීමට වැඩි අවකාශ ඇති කරයි. බෝග අවශේෂ තිසි කළමනාකරණය මෙන් ම තෘණ බිම් තීරු නඩත්තු කිරීම, ආවරණ ශාක හා පෙරන තීරු හා ස්වාරක්ෂක කලාප (buffer/filtering zones) ඇති කිරීම මගින් අවට ජල ප්‍රභව පළිබෝධනාශක අවශිෂ්ට හා රොන්මඩ මගින් දූෂණය වීම අවම කළ හැකි ය.

ශාකයක හෝ වගාවක පළිබෝධ පාලනය කිරීමේ දී පහත තත්ත්වයන් ද සැලකිය යුතුය.

- පාරිසරික තත්ත්වයන්:

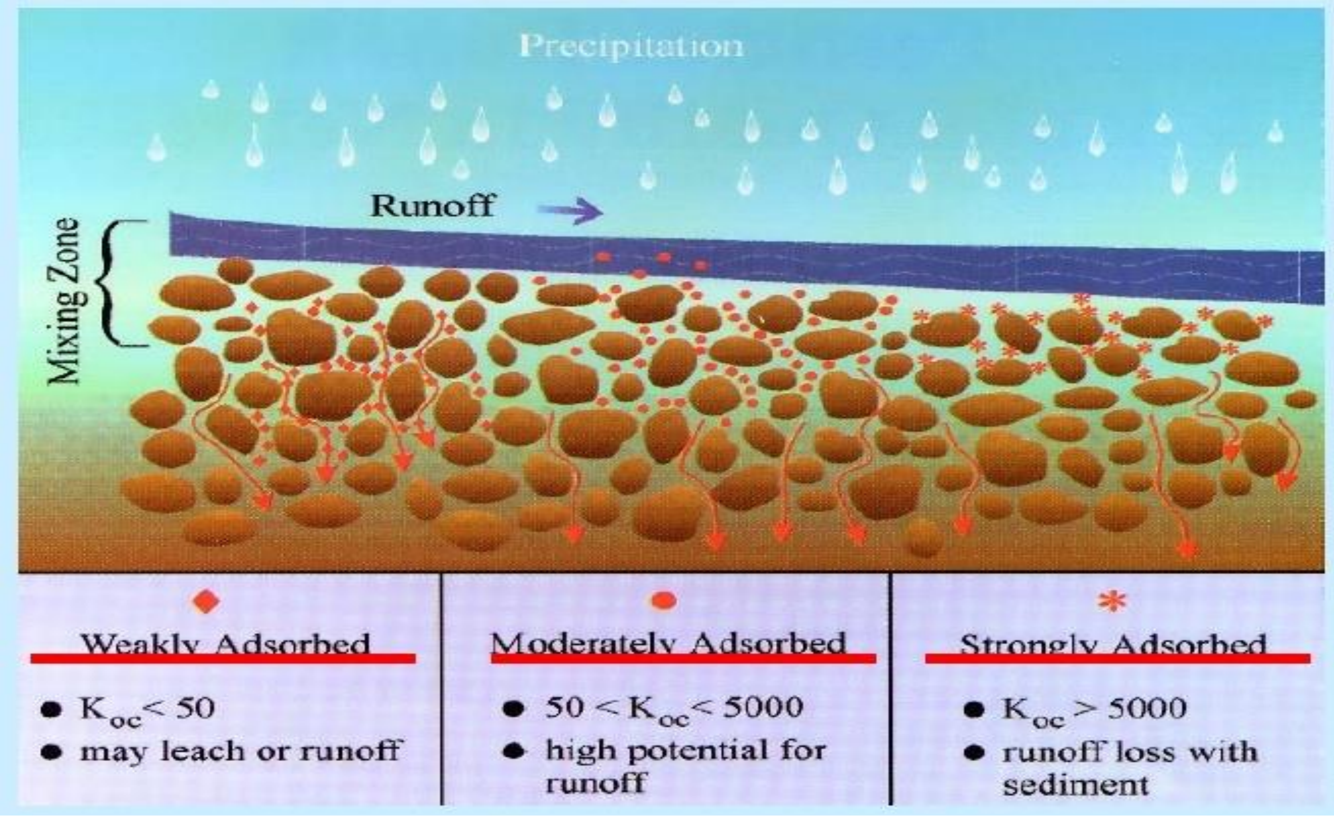
අධික හෝ වැඩි කාලයක් පුරා පැතිරුණු වර්ෂාව, පළිබෝධනාශක යෙදූ වහාම ජල සම්පාදනය කිරීම හේතුවෙන් කාන්දුකරණය (percolation, leaching) මතුපිට ජල ප්‍රවාහ ඔස්සේ සහ වාෂ්පීකරණයෙන් පළිබෝධනාශක ඉවත් වීම සිදු වේ.

- උෂ්ණත්වය (අධික ලෙස වැඩි හෝ අඩු):

පළිබෝධනාශක ක්‍රියාකාරිත්වය කෙරෙහි බලපායි. අධික උෂ්ණත්වය හා අධික සුළඟ සහිත කාලගුණය පළිබෝධනාශක වාෂ්පීකරණයට හේතු වේ.

- පළිබෝධනාශක පසට කෙලින් ම යෙදීම හෝ පස තුළ තැන්පත් කිරීම (incorporated, disked-in)

සුළං ප්‍රවාහ ඔස්සේ සහ වාෂ්පීකරණයෙන් පළිබෝධනාශක ඉවත් වීම අවම කරයි.



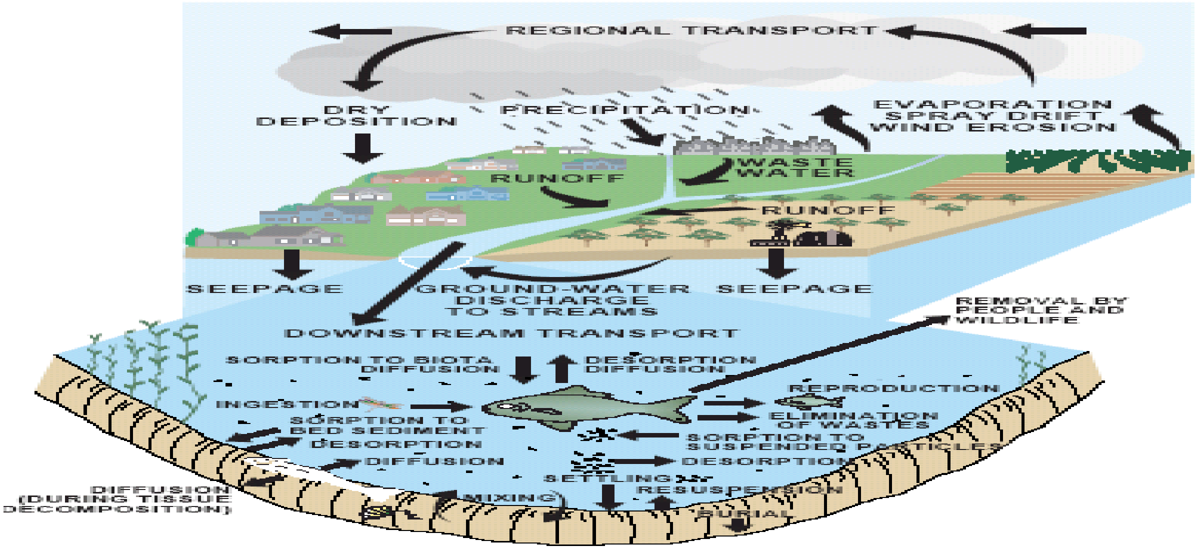
රූප සටහන 23: පළිබෝධනාශක ජල මූලාශ්‍ර වෙත ක්ෂරණය (leaching), පිටාර ජල ප්‍රවාහ (surface runoff) හෝ පිටාර රොන්මඩ ප්‍රවාහ (sediment runoff) ඔස්සේ ගමන් ගැනීමේ දී පස් අංශු සමඟ අධිශෝෂණය වීමේ හැකියාව පසේ කාබනික ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණය මත තීරණය වේ.

යොදන ආකාරය නැතහොත් ඉසින උපකරණ

පළිබෝධනාශක යෙදීමේ කාර්‍යයේ දී යොදන්නාගේ වගකීම නැතහොත් අභියෝගය වනුයේ යොදන පළිබෝධනාශකයෙන් උපරිම කාර්‍යක්ෂමතාවයක් ලබා ගනිමින් පාරිසරික හා තම වෘත්තිය ස්වස්ථතාව/ ආරක්ෂාව ලඟා කර ගැනීම යි.

සියළුම ආරක්ෂක විධිවිධාන ගනිමින් ප්‍රවාහනයේ දී, ගබඩා කිරීමේ දී, මිශ්‍රණ සකස් කිරීමේ දී, යෙදීමේ දී, හිස් බඳුන් අපහරණයේ දී මෙන් ම උපකරණ සේදූ අපවිත්‍ර ජලය අපහරණයේ දී හා ඉහිරුම් කළමනාකරණයේ දී ඇතිවිය හැකි පාරිසරික හා සෞඛ්‍ය අවදානම මගහැරීම හෝ අවම කර ගත යුතුය.

මීට අමතරව, මහජනයා ගැවසෙන ප්‍රදේශ, පාසැල්, ආයතන අවට, ළිං හා ජල ප්‍රභව ආසන්නයේ පළිබෝධනාශක යෙදීමෙන් වැළකිය යුතුය.



රූප සටහන 24: පලිබෝධනාශක ගමන් ගන්නා මාධ්‍ය

රූප සටහන 25: වගා ක්ෂේත්‍රවලින් කෘෂිකාර්මික අපද්‍රව්‍ය, එ නම් පලිබෝධනාශක, පෝෂක, බැරලෝහ හා පස් අංශු පිටාර ජල ප්‍රවාහ ඔස්සේ ඇළ මාර්ග වෙත ගලා බැසීම.

වගාවකට ඇති වී ඇති අවදානම පිළිබඳව සටහන් තබාගැනීම සාර්ථක පළිබෝධ පාලනයකට ඉතා අත්‍යාවශ්‍ය වේ. එ නම්, පසුගිය වගා කන්නයේ දී ඇති වූ සමහර පළිබෝධ හානි නැවත ඇතිවීමේ හැකියාව පිළිබඳව පුරෝකතනය කළ හැකි ය: යම් වගාවකට මකුළු මයිටාවන්ගේ (spider mites) හෝ කම්බිලි පණුවන්ගේ (white grubs) හානිය පසුගිය කන්නයේ දී සිදු වී නම් එම හානිය මෙම කන්නයට වඩා ඊළඟ කන්නයේ දී ඇති වීමේ අවදානම වැඩි ය.

ශාක පරපෝෂී වටපණුවන් මර්දනය ඉතා අභියෝගාත්මක කාර්‍යය කි. ශාක පරපෝෂිත මුලගැටිති වටපණුවන් Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) කෝෂ්ඨ වටපණුවන් cyst nematodes (*Heterodera*spp. and *Globodera* spp.) lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) සහ burrowing nematode, *Radopholus similis* යනුවෙන් ආර්ථිකමය සහ විද්‍යාත්මක වශයෙන් වැදගත් ප්‍රධාන නෙමටෝඩාවන් විශේෂ හමුවන අතර, එම ජීවීන් ධාරක ශාක සමඟ ඇති කර ගන්නා දැඩි අන්තර් සම්බන්ධතාවය සහ විශාල ධාරක සංඛ්‍යාවක් පැවතීම සහ සිදු කළ හැකි හානියේ විශාලත්වය වැනි හේතු පරපෝෂී වටපණුවන් මර්දනය අභියෝගාත්මක වී ඇත.

ඇබමෙක්ටින් (abamectin) සංයෝජන විශේෂ සංයෝගකාරක සමඟ නිෂ්පාදනය කර ශාක පරපෝෂිත වටපණුවන් මර්දනය සඳහා භාවිතා වේ. උදාහරණයක් වශයෙන් **ඇබමෙක්ටින්** 2% මිශ්‍රණයක 40%ක් Fe-EDDHA කිලේට සහ-සංයෝජනය කිරීමෙන් නිෂ්පාදිත ටර්විගෝ®20 එස්.සී. ශාක මූල මණ්ඩලයට යෙදීමෙන් මූලගැටිති ශාක පරපෝෂිත වටපණුවන් මර්දනය කළ හැකි ය. **ඇබමෙක්ටින්** මගින් වටපණුවන් මර්දනය කරන අතර ක්ෂුද්‍ර පෝෂක යකඩ (අයන්) මගින් වටපණුවන් විසින් හානි කරන ලද මූල මණ්ඩලයේ වර්ධනයට උත්තේජකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. සමහර වටපණුනාශක සංයෝජන මූල වර්ධක උත්තේජක හෝර්මෝන (උදා: **ඉන්ඩෝල් ඇසෙටික් ඇසිඩ්**) සමඟ සහ-සංයෝජනය කරන අවස්ථා ද ඇත.

කෘමිනාශකයක් යෙදීමෙන් පසුව කෘමීන් සඳහා විෂ සිදු කිරීම කෙරෙහි බලපාන සාධක මොනවා ද?

කෘමිනාශකයක් භාවිතා කිරීමේ දී එය කෘමීන්ගේ ශරීරය මත තැවරීම හෝ ශරීරගත වීම සාක්ෂාත් වන පරිදි සුදුසු සංයෝග ආකාරයෙන් පැවතීම සහ එය සුදුසු ආකාරයෙන් යෙදීම සිදු කළ යුතුය. එ නම්, එය කෘමියාගේ බාහිර ශරීරාවරණය විනිවිද යා යුතු හෝ කෘමියාගේ ආහාරය සමඟ ශරීරගත විය යුතුය. මෙය ජෛව සුලභතාවය (bioavailability) යනුවෙන් හැඳින්වේ.

අවශිෂ්ට පවතින කාලය (Residual life)

i) හිරුඑළිය–

ඉතා සෙමෙන් සිදුවන සංසිද්ධියක් වුව ද, හිරුකිරණින් වියෝජනය වීම රසායන ද්‍රව්‍ය විනාශ වීමේ සැලකිය යුතු කාර්‍යයක් සිදුවේ.

ii) වර්ෂාපතනය–

පළිබෝධනාශක යෙදීමෙන් වහාම පසුව වර්ෂාව ලැබීම පත්‍රමතින් පළිබෝධනාශක ඉවත් වීමට හේතු වේ. එය පාංශු ස්ථර තුළින් පළිබෝධනාශක පහළට රූරා බැසීමට ද හේතුවේ. එමගින් සමහර අවස්ථාවල දී කෘමියා සමඟ පළිබෝධනාශක ගැටීමට ඉඩ සැලසේ (උදා: කම්බිලි පණුවන්).

iii) ආර්ද්‍රතාවය–

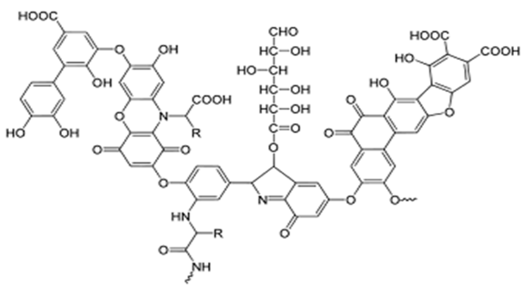
සාන්ද්‍ර පළිබෝධනාශක මිශ්‍රණ භාවිතා කිරීමේ දී හැර ආර්ද්‍රතාවය පළිබෝධනාශක ක්‍රියාකාරීත්වය කෙරෙහි සැලකිය යුතු බලපෑමක් ඇති නො කෙරේ. ඉතා පහළ ආර්ද්‍රතාවයන් හි දී යොදනු ලබන ඉතා කුඩා බිඳිති වියළී යාමේ හැකියාවක් ඇත.

iv) පාංශු තෙතමනය–

පලිබෝධනාශක වඩා ප්‍රශස්ත ආකාරයෙන් ක්‍රියාකරනුයේ මධ්‍යස්ථ පාංශු තෙතමන තත්ත්වයක දී ය. තෙත බරිත පසෙහි දී පාංශු කොටස් සමග කෘමිනාශක ගැටීම හෝ පාංශු කොටස් වෙත කෘමිනාශක ගමන් කිරීම වැළැක්වේ. වේයන් මර්දනය කිරීම සඳහා කෘමිනාශක පාංශු ප්‍රතිකාර සිදු කිරීමේ දී මෙම කරුණ ඉතා වැදගත් වේ.

v) පාංශු වර්ගය–

වැලි සහිත පස් රළු ස්වාභාවයෙන් යුත් බැවින් ඉතා පහළ පෘෂ්ඨ ක්ෂෙත්‍රඵලයක් ඇත. මෙවැනි පස්වල වෙසෙන පාංශු ජීවීන් මර්දනය කිරීම සඳහා අඩු රසායන මාත්‍රා ප්‍රමාණවත් වේ. ලෝම සහ මැටි පස්වල සියුම් අංශු පවතින බැවින් වැඩි පෘෂ්ඨ වර්ගඵලයකින් යුක්ත වේ. මැටි අංශුවල රසායන බැඳීමේ හැකියාව ඇති බැවින් සාර්ථක පලිබෝධ පාලනයක් සඳහා වැඩි මාත්‍රා යෙදීමට සිදුවේ. කාබනික ද්‍රව්‍ය අඩංගු පසෙහි වෙසෙන පලිබෝධයින් සඳහා ඉතා ඉහළ මාත්‍රා යෙදීමට අවශ්‍ය වනුයේ මෙම පස් අංශු වෙත ඉතා තදින් රසායන ද්‍රව්‍ය ආසක්ත වී බැඳ තබා ගැනීම හේතුවෙන් පලිබෝධනාශක හැකියාව හීන කරන බැවිනි.



රූප සටහන 26: කාබනික ද්‍රව්‍යවල අන්තර්ගත හියුමික් අම්ලයේ ව්‍යුහය

vi) අධිශෝෂණය–

මෙහි දී අදහස් කෙරෙනුයේ යම් ද්‍රව්‍යයක් මත රසායන ආසක්ත වීම යි. උදාහරණයක් ලෙස ශාක මතුපිට ඉටි ස්වාභාවයෙන් යුක්තව පැවතීම පලිබෝධනාශක මිශ්‍රණ පත්‍ර තලයෙන් ඉවත්ව පොළවට වැටේ. මෙම තත්ත්වය වළක්වා ගැනීමට පලිබෝධනාශක මිශ්‍රණවල තෙත්කාරක අඩංගු කළ යුතුය. මේ අනුව ශාක පෘෂ්ඨයේ රළු හෝ සුසිනිඳු ස්වාභාවය පලිබෝධනාශක මිශ්‍රණවල රඳා පැවැත්ම තීරණය කෙරේ.

vii) උෂ්ණත්වය–

කෘමි ශරීරය තුළට උච්චර්මය හරහා කෘමිනාශක ගමන් කිරීම සහ ශරීරය තුළ දී කෘමිනාශක විපහරණය වැනි කාරණා උෂ්ණත්වය සමඟ සමානුපාතික වන බව පෙන්වා දී ඇත. මෙයින් අදහස් කෙරෙන්නේ කෘමිනාශක යෙදීමේ දී ඉහළ උෂ්ණත්වයක් පැවතීම ශරීරයට අවශෝෂණය වීම වැඩි කරන බවත්, ශරීරගත වූ රසායන අඩු උෂ්ණත්වයේ දී විපහරණය වීම ප්‍රමාද වන බැවින් ඉහත සඳහන් පිළිවෙළින් අනුලෝම සහ ප්‍රතිලෝම සබඳතාවය කෘමිනාශක ක්‍රියාකාරිත්වයට වාසි සහගත බවත් ය.

කෙසේ වෙතත්, ඉහත තත්ත්වය සැමවිටම සත්‍ය නොවේ. උදාහරණයක් ලෙස **මෙතොක්සික්ලෝර්** යනු පහළ උෂ්ණත්වයේ දී ඉහළ සඵලතාවයන් පෙන්වන කෘමිනාශකයකි. **මැලතියොන්** ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී ඉහළ සඵලතා පෙන්නුම් කෙරේ.

ඉහළ උෂ්ණත්වවල දී සමහර පලිබෝධනාශක වාෂ්පීකරණය

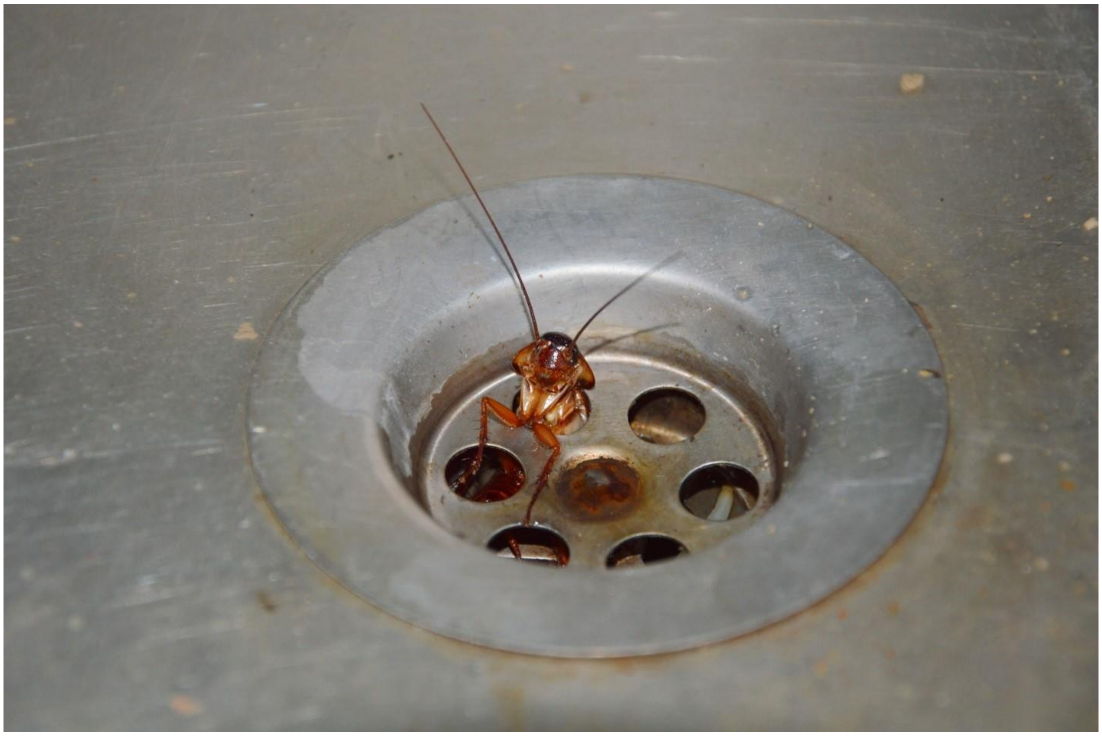
විය හැකි බැවින් අයහපත් ක්‍රියාකාරිත්වයන් පෙන්නුම් කළ හැකි ය.

කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක උප්ණත්වය සමග අනුලෝම සහ ප්‍රතිලෝම සබඳතාවය සඳහා කදිම උදාහරණ සපයයි. කෘත්‍රිම පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක අණුක ව්‍යුහය සතුව ඇල්ෆා ස්ථානයේ සයනො කාණ්ඩය (C≡N) ඇති අවස්ථා Type II ලෙසත් සයනො කාණ්ඩය නොමැති අවස්ථා Type I ලෙසත් සැලකේ. පහත වගුව 4න් මෙම වෙනස පැහැදිලි කළ හැකි ය.

වගුව 4: පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක කාණ්ඩය තුළ දැකිය හැකි විෂ වීමේ ලක්ෂණ

ප්‍රතිචාරය	Type I	Type II
විෂ වීමේ ලක්ෂණ	අඩු මාත්‍රාවල දී පවා විෂ වීමේ ලක්ෂණ පෙන්වීම Rapid onset of symptoms even at sublethal levels	විෂ වීමේ ලක්ෂණ පමා වීම Slow onset of symptoms
	අධිසංවේදිතාවය සහ කෘමින් ක්ෂණිකව අඩපණ වීම Hyperactivity often leading to knockdown	ශරීර ගැස්ම සහ කෘමින් ක්ෂණික අංශභාගය Convulsion followed by paralysis
	පහළ මර්ත්‍යතාවය සහ ප්‍රකෘති තත්ත්වයට පත්වීම Low kill with high recovery	ඉහළ මර්ත්‍යතාවය සහ ප්‍රකෘති තත්ත්වයට පත්වීමේ අඩු හැකියාව High kill with low recovery
	උෂ්ණත්වයට ප්‍රතිලෝමව ප්‍රතිචාර දැක්වීම Inversely related to changes in temperature	උෂ්ණත්වයට ප්‍රතිචාර නො දැක්වීම Little effect of temperature change
	උදාහරණ: **ඩී–ඇලෙත්‍රින් (d-allethrin)** **පර්මෙත්‍රින් (permethrin)** **බයිෆෙන්ත්‍රින් (bifenthrin)** **රෙස්මෙත්‍රින් (resmethrin)** **පයිරෙත්‍රින්ස් (pyrethrins)** **ටෙට්‍රාමෙත්‍රින් (tetramethrin)**	උදාහරණ: **ඩෙල්ටාමෙත්‍රින් (deltamethrin)** **ෆෙන්වැලරේට් (fenvalerate)** **එස්ෆෙන්වැලරේට් (esfenvalerate)** **සයිෆ්ලූත්‍රින් (cyfluthrin)** **සයිපමෙත්‍රින් (cypermethrin)**

Type I සහ Type II පයිරෙත්‍රොයිඩ කෘමිනාශක නිර්දේශ සැලකිල්ලට ගත් විට ප්‍රධාන වශයෙන් ගෘහාස්ථ/ගොඩනැගිලි තුළ කෘමි පලිබෝධයින් මර්දනය කිරීම සඳහා Type I කෘමිනාශක ද බාහිර ක්ෂෙත්‍රයේ කෘෂිකාර්මික කෘමි පලිබෝධයින් මර්දනය කිරීම සඳහා Type II කෘමිනාශක ද භාවිතා වන බව හඳුණාගත හැකි ය. විශේෂයෙන් සඳහන් කළ විට Type I කෘමිනාශක සතු අධිසංවේදිතාවය සහ කෘමින් ක්ෂණිකව අඩපණ වීම සහ අඩු මාත්‍රාවල දී පවා විෂ වීමේ ලක්ෂණ පෙන්වීම හේතුවෙන් ගෘහාස්ශ්‍රිතව විවිධ ස්ථානයන් හි සැඟව වාසය කරන කැරපොත්තන් වැනි කෘමින් එම ස්ථානවලින් ඉවතට ඇද ගැනීම හෙවත් “flushing-out effect” යනුවෙන් හඳුන්වන ක්‍රියාව කෘමිනාශක සමඟ ගැටීම වැඩි කර කෘමි මර්දන කාර්‍යක්ෂමතාවය වැඩි කිරීමට හේතු වේ. ඊට අමතරව, උෂ්ණත්වයට ප්‍රතිලෝමව ප්‍රතිචාර දැක්වීම හේතුවෙන් ගෘහාස්ථ පහළ උෂ්ණත්ව තත්ත්වය Type I කෘමිනාශකවල විෂ වීම වඩාත් තීව්‍ර සහ කාර්‍යක්ෂම කිරීමට ද හේතු වේ.



රූප සටහන 26: ගෘහාස්‍රිතව විවිධ ස්ථානයන් හි සැඟව වාසය කරන කැරපොත්තන් වැනි කෘමීන් එම ස්ථානවලින් ඉවතට ඇද ගැනීම හෙවත් “flushing-out effect” යනුවෙන් හඳුන්වන ක්‍රියාව.

viii) සුළඟ–

සුළං ධාරා මගින් සියුම් මිශ්‍රණ බිඳිති වාෂ්පීකරණය සහ ඉලක්ක පෘෂ්ඨවලින් ඉවතට මිශ්‍රණ සහ කුඩා ස්ථයික ගසාගෙන යන බැවින් ඒකාකාරී නො වන පැතිරීමක් හෝ ඒකාකාරී නො වන තැන්පත් වීමක් සිදුවේ. සුළං නිසා සිදු වන ඝර්ෂණය මගින් පළිබෝධනාශක යෙදූ ක්ෂේත්‍රවලින් ඒවා ඉවත් වීමත් සිදුවේ.

ix) ශාකයේ වර්ධනය–

ශාක පටක වර්ධනය වීමේ ශීඝ්‍රතාවයට අනුව නව පත්‍ර ඇතිවීම හේතුවෙන් ශාකය තුළ කෘමිනාශක තනුක වීම අඩු සඵලතාවයට හේතු වේ. ඊට අමතරව, කෘමිනාශක අවශිෂ්ටවලින් තොර ශාක කොටස් ඇතිවීම හේතුවෙන් ද සඵලතාවය කෙරෙහි සැලකිය යුතු බලපෑමක් සිදු කරයි.

x) ක්ෂුද්‍රජීවීන් මගින් වියෝජනය වීම–

ක්ෂුද්‍රජීවීන් විසින් ශක්ති සංස්ලේෂණ අවශ්‍යතා වෙනුවෙන් කාබනික ද්‍රව්‍ය වියෝජනය කිරීමේ දී පළිබෝධනාශක අවශිෂ්ට ද වියෝජනය වීමෙන් වෙනත් රසායන අනුක කොටස් බවට පරිවර්තනය වීමෙන් විපහරණයට පත් කෙරේ. මෙම ක්‍රියාවලිය පාරිසරික වශයෙන් ආරක්ෂක පියවරක් වන නමුත් පළිබෝධනාශක අවශිෂ්ට ක්‍රියාකාරීත්වය අඩුවීමෙන් පළිබෝධ මර්දන සඵලතාවය සැලකිය යුතු පරිදි අඩුවේ.

xi) රසායනයේ ස්ථායිතාවය–

රසායනයේ වාෂ්පශීලීතාවය මෙහි දී ඉතා වැදගත් වේ.

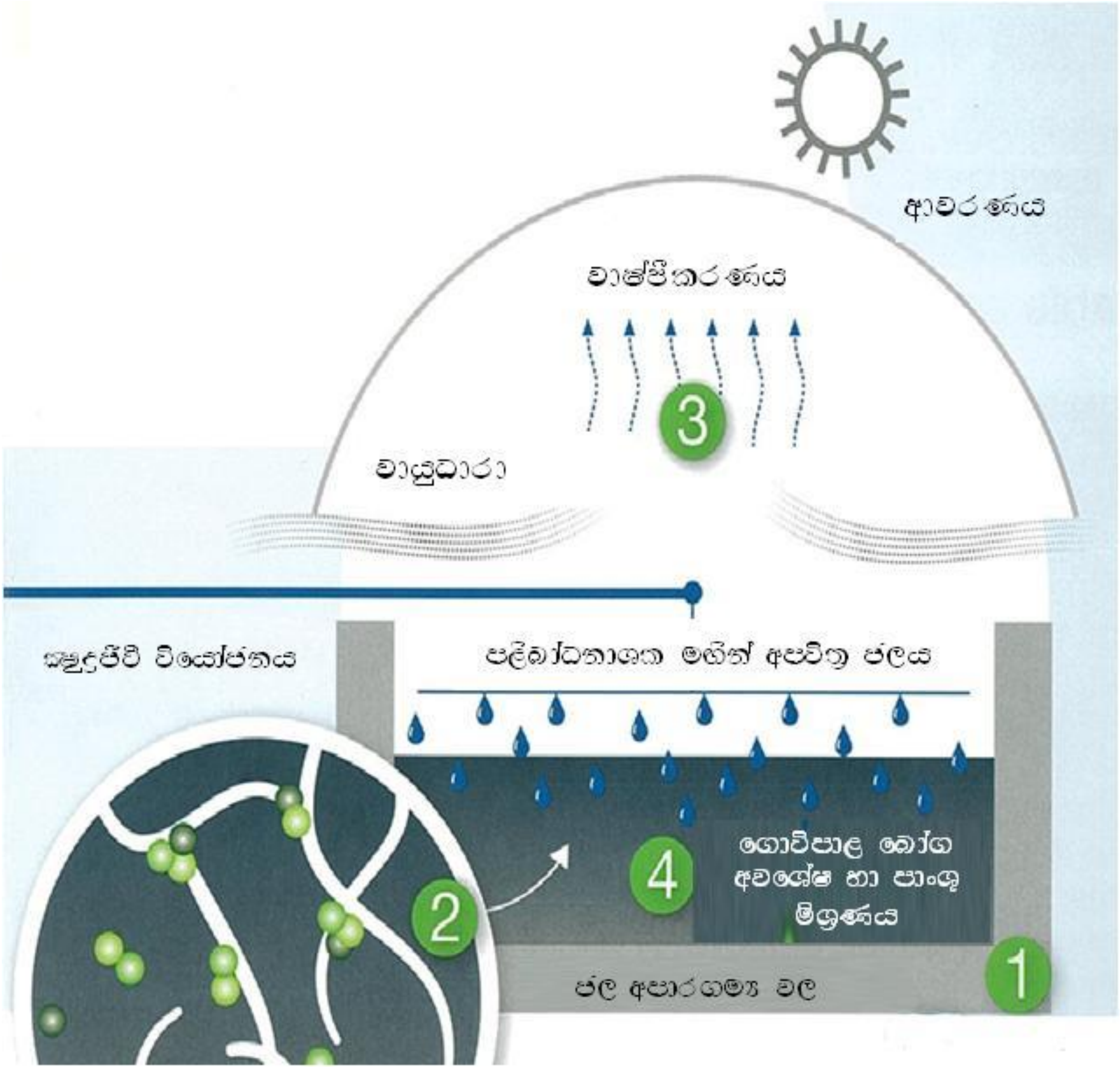
පළිබෝධනාශකය වායුවක් වශයෙන් ඉවත්ව යයි ද? වෙනත් සංයෝග බවට පත්වීමට කොපමණ කාලයක් ගතවේ ද? සමහර රසායන ද්‍රව්‍ය ඉතා පහසුවෙන් ජෛව වියෝජනයට පාත්‍ර වේ. සමහර අවස්ථාවල දී, උදාහරණයක් වශයෙන් **ඇල්ඩ්‍රින්**, **ඩියල්ඩ්‍රින්** බවට පරිවර්තනය වීමෙන් විෂතාවය ඉහළ යා හැකි ය.

xii) කෘමීන් විසින් රසායනයකට දක්වන ප්‍රතිරෝධීතාවය–

බොහෝමයක් කෘමි විශේෂ ජානමය වශයෙන් පරිණාමයෙන් සිදු වන ස්වාභාවික වරණය තුළින් විවිධ කෘමිනාශක සඳහා ප්‍රතිරෝධීතාවය පෙන්වයි.

පරිසරයට පළිබෝධනාශක අපද්‍රව්‍ය මුක්ත වීම වැළැක්වීම සඳහා ගත හැකි පියවර කවරේ ද?

පළිබෝධනාශක මිශ්‍ර කිරීමේ දී ක්ෂෙත්‍රයේ යම් තෝරාගත් ස්ථානයක පමණක් සිදු කිරීමෙන් සිදු විය හැකි පරිසර දූෂණය වළක්වා ගත හැකි ය. පහත සඳහන් කෙරෙන “ජෛවපාදම” (bio-bed) පිළිබඳ සංකල්පය අවම වශයෙන් විශාල ගොවිපොළ තුළ ස්ථාපනය කළ හැකි ය.



රූප සටහන 27: ජෛවපාදම ක්‍රියාත්මක වන ආකාරය (විකරණය කර උපුටා ගැනීම: Bayer??)

ජෛවපාදම හෙවත් ක්ෂුද්‍රජීවී ක්‍රියාකාරීත්වය උපයෝගී කර ගනිමින් ගොවිපොළක් තුළ පළිබෝධනාශක අපද්‍රව්‍ය පරිසර දූෂණය නො වන හෝ අවම වන ආකාරයෙන් පවත්වා ගැනීමට හැකි ය. යුරෝපයේ රටවල් ගණනාවක ම ප්‍රචලිත වෙමින් පවතින මෙම තාක්ෂණය යම් පමණකට විශාල ගොවිපොළ කරා ව්‍යාප්ත කළ හැකි ය.

ජෛවපාදම සකස් කිරීම සඳහා අවශ්‍ය වන පිරවුම් ද්‍රව්‍ය ගොවිපොළ තුළින් ම සපයා ගත හැකි ය. මේ සඳහා අවශ්‍ය මිශ්‍රණය වන්නේ මතුපිට පස් 25%ක් ද, කොම්පෝස්ට් 25%ක් ද, ඉතිරි 50% පිදුරු හෝ වියලි කොළ-රොඩු මිශ්‍ර කර සකස් කර ගන්නා ලද මාධ්‍යය කි.