VIDUS 12 - 2 -

ශාකවල ඛනිජ පෝෂණය

(විද්‍යා අධ්‍යාපන පෙළ අංක 1 හි සංක්ෂිප්තයකි.)
එම්. ඒ. ටී. ද සිල්වා
ස්වාභාවික සම්පත් බලශක්ති හා විද්‍යා අධිකාරිය

1. හැඳින්වීම

ශාක ජීවිතය පාලනය කරන ක්‍රියාවලීන් හා සාධක පරීක්ෂා කිරීම, ආදි කාලයේ සිට සිදු වෙමින් පවතී. ඇත්ත වශයෙන්ම, හැම, සීසෑම වැනි කෘෂිකාර්මික පිළිවෙත් පිළිබඳව සරල අත්හදාබැලීම් වශයෙන් වූ මෙකී පරීක්ෂණ, වගා අස්වනු සැළකිය යුතු අන්දමකින් වැඩි කිරීම සඳහා ඉවහල් විය.

ශාක වර්ධනය කෙරෙහි බලපාන සාධක විමර්ශනය කිරීම විද්‍යාත්මක අත්හද බැලීම් පැවැත්වූ ප්‍රථම පුද්ගලයා වශයෙන් සළකනු ලබන්නේ ක්‍රි. ව. 1577 සිට 1644 දක්වා ජීවත් වූ වැන් හෙල්මොට් ය.

දහනවවන සියවසේ රසායන විද්‍යා ක්ෂෙත්‍රයේ සීඝ්‍ර වර්ධනයන් තුළින් පාංශු හා ශාක පිළිබඳව අධ්‍යයනයෙහි නව පරිච්ඡේදයක් ආරම්භ විය. ශාකය තුළදී කාබන්, ජල මූලද්‍රව්‍ය සමඟ සංයෝග වන බවත්, ශාකය වර්ධනය සඳහා අත්‍යවශ්‍ය වන නයිට්‍රජන් පාංශුවලින් ඇදගනු ලැබෙන බවත්, සිය වස ආරම්භයේදී තියඩෝර ද සවුසුරේ විසින් පෙන්වා දෙන ලදී.

වැලි සහ ජල රෝපණ ක්‍රමයන්හි, පාලිත තත්ත්වයන් යටතේ ශාක වැවීමේ නව ශිල්ප ක්‍රම වර්ධනය වීමත් සමඟ ශාක පෝෂණය තව දුරටත් දියුණු විය. විසිවන සියවසෙහි ප්‍රථම තෙමස තුළදී සිදු වූ මෙම වර්ධනයත් සමඟ කාබන්, හයිඩ්‍රජන්, ඔක්සිජන්, නයිට්‍රජන්, ෆොස්පරස්, පොටෑසියම්, කැල්සියම්, මැග්නීසියම්, සල්ෆර් සහ යකඩ යන ප්‍රධාන මූලද්‍රව්‍ය 10 හි අත්‍යවශ්‍යතාවය මනාව තහවුරු විය.

ඛනිජ පෝෂණය පිළිබඳ අධ්‍යයනය සඳහා පෝෂක රෝපණ ක්‍රියා මාර්ග හඳුන්වා දීම තුළින්, සාමාන්‍ය ශාක වර්ධනය සඳහා කිසියම් මූලද්‍රව්‍යයක් කිනම් ප්‍රමාණයකින් අවශ්‍ය වේද යන්න නිශ්චය කර ගැනීමේ පහසු ක්‍රමයක් ඇති විය.

1.1 සාමාන්‍ය වර්ගීකරණය සහ නාමාවලිය:

මැංගනීස්, තඹ, බෝරෝන් සහ මොලිබ්ඩිනම් යන මූලද්‍රව්‍ය සාමාන්‍ය ශාක වර්ධනය සඳහා අවශ්‍ය වන්නේ කුඩා ප්‍රමාණයන්ගෙන් වුවද, වැදගත් සහ අත්‍යවශ්‍ය මූලද්‍රව්‍ය බව සොයා ගැනීමත් සමග, අත්‍යවශ්‍ය මූලද්‍රව්‍ය පිළිබඳව පුළුල් වර්ගීකරණයක් හඳුන්වා දෙන ලදී. මෙම වර්ගීකරණයෙහිදී සාමාන්‍යයෙන් C, H, N, P, K, Ca, Mg, S සහ Fe ප්‍රධාන මූලද්‍රව්‍ය වශයෙන්ද Mn, Cu, Zn, B සහ Mo 'දුර්ලභ', 'අන්වේශ්‍ය' හෝ 'සුළු' මූලද්‍රව්‍ය වශයෙන්ද හඳුන්වා දී ඇත.

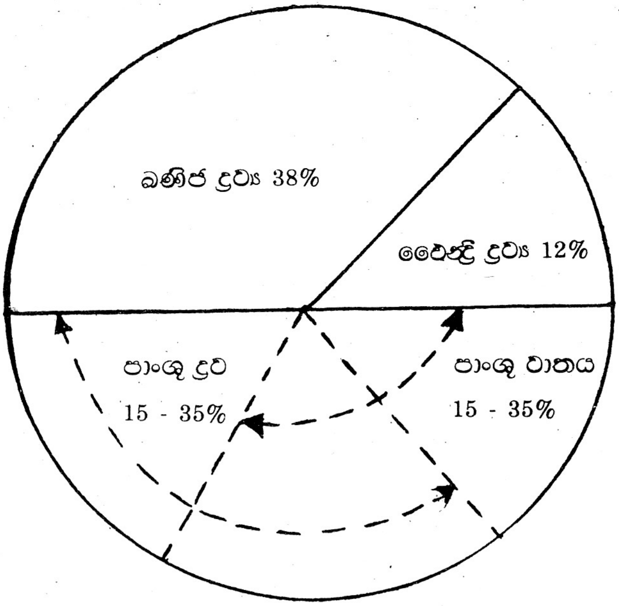
1.2 ශාක පෝෂණයේ මූලික ලක්ෂණ

පස්වලින්, ජලයෙන් හා වාතයෙන් අවශ්‍ය මූලික ද්‍රව්‍ය ලබාගෙන, ඒවා සංකීර්ණ සංයෝග බවට පරිවර්තනය කිරීම සඳහා ජීවී ශාක තුළ ඇති හැකියාව ශාක පෝෂණයේ ආවශ්‍යක ලක්ෂණයකි. ශාක පෝෂණ ක්‍රියාවලියෙන් පැන නගින සිදුවීම් ක්‍රමයට සංකීර්ණ භෞත - රසායනික ප්‍රතික්‍රියා අයත් වන අතර ඒවායින් සමහරක් සම්පූර්ණයෙන් අවබෝධ කරගෙන නොමැත. මෙම ක්‍රියාවලීන්ට සහභාගි වන මූලද්‍රව්‍ය පහළොවකට (එනම් C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B සහ Mo) අඩු නොවන සංඛ්‍යාවක් තිබීමෙන් අදාළ යන්ත්‍රණයන්ගේ විශාලත්වය සහ සංකීර්ණත්වය පැහැදිලි වේ. අත්‍යවශ්‍ය මූලද්‍රව්‍ය අතුරින්, කාබන්, හයිඩ්‍රජන් හා ඔක්සිජන් සම්පූර්ණයෙන්ම පාහේ ලබා ගන්නේ ජලයෙන් හා වාතයෙන් වන හෙයින් ඒවා ඛනිජ පෝෂක වශයෙන් සලකනු නොලැබේ. එහෙයින් ශාකවල ඛනිජ පෝෂණය යටතේ සැළකිල්ලට භාජනය කරනු ලබන්නේ ශාක මඟින් සාමාන්‍යයෙන් පසින් උරාගනු ලබන රසායනික මූලද්‍රව්‍ය පමණි.

2. පස්වල රසායනික සංයුතිය

2.1 පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ රසායනික සංයුතිය

පෘථිවි පෘෂ්ඨයෙන් 99.5 ක ප්‍රතිශතයක් රසායනික මූලද්‍රව්‍ය 14 කින් පමණ සෑදී ඇත. සාමාන්‍ය සංයුතිය ගැන සළකා බැලීමේදී, ඉහත මූලද්‍රව්‍ය වලින් 74 ක පමණ ප්‍රතිශතයක් ඔක්සිජන් හා සිලිකන්වලින් සෑදී ඇත. ඝන ප්‍රමාණය අතින් සළකා බැලුවහොත් පෘථිවි පෘෂ්ඨයෙන් සියයට 90 ක ඔක්සිජන් අඩංගුව ඇති අතර ඉන් වැඩි ප්‍රමාණයක් සිලිකන් සහ ඇලුමිනියම් යන ඛනිජ හා සංයෝග වී පවතී.



සටහන 1 - පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ අන්තර්ගත ද්‍රව්‍යවල ව්‍යාප්තිය පුළුල් වශයෙන්.

2.2 ඛනිජ පෝෂක සැපයුම

පස, විවිධ ප්‍රමාණයන්ගෙන් යුත් ඝන, ද්‍රව සහ වායු සංඝටිතීන්ගෙන් සැදුම් ලත් විෂමජාතීය මාධ්‍යයකි. සුලභ පස් වර්ග බොහොමයක, ඛනිජ හා ජෛවේන්ද්‍රීය ද්‍රව්‍යයන්ගෙන් සැදි ඇති ඝන සංඝටිතියට පාංශු ඝන ප්‍රමාණයෙන් අඩක් පමණ අයත් වේ. ඉතිරි අඩ සැදි ඇත්තේ පාංශු ද්‍රාවක හා වාතයෙනි. (රූපසටහන 1 බලන්න.)

පාංශු ඛනිජවල විවිධ මූලද්‍රව්‍ය, කුඩා නමුත් වැදගත් කොටසක්, පිහිටා ඇති ආකාරය අනුව එකී මූලද්‍රව්‍ය වෙනුවට වෙනත් මූලද්‍රව්‍ය යෙදීම කළ හැකිය. පසෙහි "හුවමාරු කළ හැකි අයන" යනුවෙන් හැඳින්නෙ මෙම කොටසින් ශාක පෝෂණයෙහි වැදගත් මෙහෙයක් ඉටු වේ. මෙම "පහසුවෙන් හුවමාරු කළ හැකි අයන" කොටස සැපයීම පාෂාණ ඛනිජ ක්‍රම ක්‍රමයෙන් බාදනය වීම තුළින් සිදු වේ. නමුත් මෙය සිදු වන වේගය සහ ද්‍රාවිත තත්ත්වයට පත්වන අයනවල ක්‍රියාකාරීත්වය රඳා පවත්නේ, පිහිටා ඇති ඛනිජවල ස්වභාවය මතය. එහෙයින් පසෙහි සාරවත් බව කෙරෙහි පසෙහි ඛනිජ සංයුතිය වැදගත් අන්දමින් බලපාන බව කිව හැකිය.

කෙසේ වුවද, මෙකී 'ක්‍රියාකාරීත්වය' හෝ ද්‍රාවිත තත්ත්වයෙන් පවතින කැටායනයක ප්‍රමාණය අනුව මෙම පෝෂකවල සැපයුම් ශක්තිය පිළිබඳව කිසිත් දැන ගත නොහේ. එනම් නියමිත කැටායනයක, එකම ක්‍රියාකාරීත්වය තුළින්, ශාකයකට නියම ද්‍රාවිතයකින් සැපයෙනවාට වඩා වැඩි කැටායන සැපයුමක් මැටි - ඛනිජ සංයෝගයකින් සැපයීමට ඉඩ ඇත. ගමය මෙසේ වීමට ප්‍රධාන වශයෙන් හේතු වී ඇත්තේ, මෙකී මාධ්‍යයට අයත් අයන පිහිටීම්වල ස්වභාවය හා සංකේන්ද්‍රණ හැරුණු විට එම අයන ශාක තුළට ලබා ගත හැකි නොහැකි බව වෙනත් නොයෙකුත් සාධකවලින් පාලනය වන හෙයිනි. එකී සාධක අතුරින් වඩාත් වැදගත් ලෙස සැලකිය හැකි ඒවා පහත සඳහන් වේ.

(අ) පාංශු කලිල ස්වභාවය
(ආ) කැටායන හා ඇනායන හුවමාරු සංසිද්ධිය.
(ඇ) පාංශු pH අගය
(ඈ) ප්‍රයෝජ්‍යකරණය
(ඉ) අනුපූරක අයනවල බලපෑම

3. ඛනිජ පෝෂකවලින් ඉටුවන මෙහෙයයන්:

ශාකයක සාමාන්‍ය වර්ධනය සඳහා යම් මූලද්‍රව්‍යයක් 'අත්‍යාවශ්‍යය' යනුවෙන් අදහස් කරන්නේ, එකී මූල ද්‍රව්‍යයෙන් ශාකයෙහි කිසියම් නිශ්චිත වූත් වෙනත් කිසිම මාර්ගයකින් ඉටු කළ නොහැකි වූත්, මෙහෙයක් ඉටු කළ යුතුව ඇති විටය.

ඛනිජ පෝෂකවලින් ඉටුවන මෙහෙයයක් මත, මෙකී මූලද්‍රව්‍ය පුළුල් වශයෙන් ඛණ්ඩ තුනකට බෙදිය හැකිය. මින් පළමු වන ඛණ්ඩයේ ප්‍රධාන කාර්ය්‍යය වශයෙන් ඇත්තේ සෛල ගොඩ නැගීමේදී ව්‍යුහයීය ඒකක නිර්මාණය කිරීමයි. මෙකී ඛණ්ඩයේ සාමාජිකයින් වන්නේ නයිට්‍රජන් හා සල්ෆර්ය. දෙවන ඛණ්ඩය මගින්, එහි කාර්ය්‍ය වශයෙන් පරිවෘත්තියෙහි, ව්‍යුහයීය මෙන්ම උත්ප්‍රේරක ක්‍රියා සිදු කරයි. පොස්පරස්, කැල්සියම් හා මැග්නීසියම් මෙම ඛණ්ඩයට අයත් මූලද්‍රව්‍ය වේ. තෙවන ඛණ්ඩයට ඇතුළත් මූලද්‍රව්‍යවලට, බොහෝ දුරට, හුදෙක් මෙම ඛණ්ඩයටම විශේෂ වන උත්ප්‍රේරක ක්‍රියා අයත් වේ. සමහර විට බෝරෝන් හැරුණු විට සියලුම ක්ෂුද්‍ර පෝෂක මෙම කොටසට ඇතුළත් වේ.

3.1 පෝෂ්‍ය මූලද්‍රව්‍යවල උත්ප්‍රේරක ක්‍රියා

උත්ප්‍රේරක ක්‍රියා අයත් පෝෂ්‍ය මූලද්‍රව්‍ය එන්සයිම හා සම්බන්ධව පවතින අතර මෙම එන්සයිම යළිත් පුළුල් වශයෙන් බණ්ඩ දෙකකට බෙදනු ලැබේ. එනම්

(I) ඛනිජ මගින් ක්‍රියාත්මක වන එන්සයිම හා
(II) ඛනිජ - එන්සයිම වේ.

අත්‍යාවශ්‍ය මූලද්‍රව්‍ය අතුරින් මැංගනීස් හා මැග්නීසියම් බොහෝ එන්සයිම ප්‍රතික්‍රියාවන්හිදී සක්‍රියකාරක ලෙස ක්‍රියා කරයි. අනෙක් අතට සින්ක්, යකඩ, තඹ සහ මොලිබ්ඩනම් බොහෝ විට එන්සයිමවලට තදින් සම්බන්ධ වී පවතින අතර ඛනිජ එන්සයිම වශයෙන් ක්‍රියා කරනු පෙනේ. එන්සයිමවල උත්ප්‍රේරක කාර්‍යය ගැන සලකා බැලීමේදී, එන්සයිම ආශ්‍රිතව පවතින ඛනිජ අයනවලට, බොහෝ විට, ප්‍රෝටීන සංඝටිතිය නොමැති අවස්ථාවක සිය ජෛවීය නොවන තත්ත්වයේ සිටිමින් උත්ප්‍රේරක ක්‍රියාවක් ඉටු කිරීමේ හැකියාව ඇති බව පෙනේ. එහෙයින්, මෙම මූලද්‍රව්‍ය ජෛවීය මූලයක් සමඟ සංයෝග වී හෝ ආශ්‍රිතව පවතින අවස්ථාවේදී ඉතා කාර්‍යක්ෂමව ඉටු කරන කාර්‍යයන්, ඒවාහි ජෛවීය නොවන තත්ත්වයේදී ප්‍රාථමික ස්වරූපයකින් ඉටු කරන බව කියනු ලැබේ. තඹ ලවන මගින් ඇස්කෝබික් අම්ල ඔක්සීකරණය මීට නිදසුනකි. ඇස්කෝබික් ඇසිඩ් ඔක්සිඩේස් යනුවෙන් හැඳින්වෙන එන්සයිමයෙන් කොටසක් තඹවලින් නිර්මානය වන කල්හි එහි උත්ප්‍රේරක ක්‍රියා කාරීත්වය 1000 ගුණයකින් වැඩි වේ.

3.2 මහා පෝෂකවල කාර්‍යයන්

3.2.1 නයිට්‍රජන්

ශාක මගින් නයිට්‍රජන් ඇද ගැනීම බොහෝ දුරට නයිට්‍රේට්, ඇමෝනියා හා යූරියා වශයෙන් හෝ මෙකී සංයෝගවල යම් ව්‍යුත්පන්නයක් වශයෙන් හෝ සිදු කෙරේ. කෙසේ වුවද, සහජීවී බැක්ටීරියා ගැටිති සහිත ශාක හෝ වෙනත් ක්ෂුද්‍රජීවී සංඝටනයකින් යුතු ශාක මගින් නයිට්‍රජන් ඇද ගැනීම ප්‍රාථමික ස්වරූපයකින් සිදු විය හැකිය. කිනම් මාර්ගයකින් නයිට්‍රජන් ඇද ගැනීම සිදු වුවද, ශාකය තුළ සිදු වන පරිවර්තනයන්හිදී, පරිවෘත්තියෙහි ජෛවීය - නොවන අන්තර් නිෂ්පාදනයන්ගෙන් එකක් වශයෙන්, ඇමෝනියා නිපදවෙනු ලැබේ. එසේ නිපදවී ඇති ඇමෝනියා ජෛවීය කාබොක්සිලික් අම්ල මගින් ලබා ගනු ලැබෙන අතර අවසාන වශයෙන් ඇමිනෝ අම්ල නිපදවීම සිදු වේ. එහෙයින් මෙම ද්‍රව්‍ය, ප්‍රෝටීන සෑදීමෙහිලා සම්බන්ධ වන බව කිව හැකිය.

ප්‍රෝටීන හා ඇමිනෝ අම්ල හැරුණු විට, ජෛවීය වශයෙන් වැදගත් සංයෝග විශාල සංඛ්‍යාවක් තුළට නයිට්‍රජන් ඇතුල්වන අතර 'පියුරින' හා 'පිරම්ඩින' යනුවෙන් හැඳින්වෙන සංයෝග ඒ අතරෙහි වේ. එන්සයිම සහ සම එන්සයිම නිර්මානය ද ප්‍රෝටීන මගින් සිදු වේ. ජෛවීය වැදගත්කමකින් යුතු එ පමණ විශාල සංඛ්‍යාවක සංයෝග තුළට ඇතුල් වීමෙන් නයිට්‍රජන්, ශාක සෛල නිර්මානය හා වර්ධනය සම්බන්ධයෙන් ප්‍රධාන මෙහෙයක් ඉටු කරයි.

3.2.2 පොස්පරස්

ඕතෝ ෆොස්ෆේට් වශයෙන් ශාකයට ඇතුල්වන ෆොස්පරස්, එම ස්වභාවයෙන්ම, ජෛවීය සහ ජෛවීය නොවන සංයෝග, තුළ වැජඹෙයි. සංයෝග විශාල සංඛ්‍යාවකට ඇතුල් වන මෙය විවිධ පරිවෘත්තිය ක්‍රියාවලින්හිදී ශක්තිය මාරු කිරීමෙහිලා වැදගත් මෙහෙයක් ඉටු කරයි. ග්ලයිකොලිසියේදී පොස්ෆේට් බීජමූල රැගත් සීනි ඉතා වැදගත් කාර්‍යයක් ඉටු කරන අතර එය නොයෙකුත් අතරමැදි ප්‍රතිඵලයන් තුලට ඇතුල් වේ. න්‍යෂ්ටික අම්ල යනුවෙන් හැඳින්වෙන ප්‍රවේණිය වශයෙන් වැදගත් නොයෙකුත් සංයෝග සමඟද එය එක් වී පවතී.

3.2.3. පොටෑසියම්

පොටෑසියම් විශාල ප්‍රමාණයන්ගෙන් අවශ්‍ය ද්‍රව්‍යයක් වන නමුදු ඒ මගින් පරිවෘත්තිය වශයෙන් වැදගත් කිසිම සංයෝගයක් නිර්මානය වන බව නොපෙනේ. ශාකයක, පොටෑසියම්වලින් වැඩි ප්‍රමාණය ජෛවීය නොවන ද්‍රාවිත ලුණු ලෙසද, අඩු ප්‍රමාණය ජෛවීය ද්‍රාවිත ලුණු ලෙසද පවතී. පොටෑසියම් නොමැතිකම හෝ ඌනතාවය පැහැදිලි ලක්ෂණ බොහොමයකින් පිළිබිඹු වේ.

3.2.4 සල්ෆර්

ශාක, පසින් සල්ෆර් ලබා ගන්නේ වැඩි වශයෙන්ම සල්ෆේට් ලෙසිනි. කෙසේ වුවද, වාතයෙහි සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් අන්තර්ගත ප්‍රමාණය සතුටුදයක අන්දමින් වැඩි වන කල්හි, ශාක පත්‍ර මාර්ගයෙන් වායුමය තත්ත්වයෙන් ද සල්පර් ඇද ගැනීම සිදු වේ. ඇමිනෝ අම්ල සිස්ටින් හා මෙතියොනින්වල සල්ෆර් අන්තර් ගත හෙයින් එමගින් ප්‍රෝටීන සංයුතියට ද ඇතුල් වේ.

3.2.5 කැල්සියම්

ශාක තුලට කැල්සියම් ඇද ගැනීම සාපේක්ෂ වශයෙන් විශාල ප්‍රමාණයන්ගෙන් සිදු වන නමුදු ඉන් ඉටු වන මෙහෙය තවමත් පැහැදිලිව අවබෝධ කරගෙන නොමැත. බොහෝ සෙයින් අවල මූලද්‍රව්‍යයක් වන මෙහි ඌනතාවයක් ඇති වුවහොත්, එය ලපටි රිකිලිවල වර්ධනය හා ප්‍රරෝහනය කෙරෙහි සැහෙන බලපෑමක් ඇති කරයි. දළු ඇකිළීම, පත්‍රවල කොළ පාට කැළැලි පහළවීම කැල්සියම් ඌනතාවයක් ඇති බව නිශ්චිතව පිළිබිඹු කරන ලක්ෂණ වේ. කැල්සියම් අවශ්‍යතාවයෙන් පීඩිත ශාකයන්හි මුල්වල වර්ධනය ප්‍රමාද වන අතර ඒ හේතුකොට ගෙන ශාකය පොළවෙහි ස්ථාවරව නොපිහිටයි.

කැල්සියම්, එන්සයිම විශාල සංඛ්‍යාවක සක්‍රියකාරකයක් වශයෙන් ක්‍රියාකරන බව පෙනී ගොස් ඇති අතර අමයිලේස එන්සයිමය ගැන සලකා බලන විට මෙකී එන්සයිමය ස්ථායි තත්ත්වයට පමුණුවාලීම සිදු වන්නේ ඇත්ත වශයෙන් කැල්සියම්වලින් බව සොයා ගෙන තිබේ.

3.2.6 මැග්නීසියම්

ශාක පත්‍රයක පිහිටි මැග්නීසියම්වලින් සියයට දහයක් අන්තර්ගත වන්නේ කෙලාරෆිල්වලය. එය කෙලාරෆිල් අණුකයෙහි ඇති එකම සංවායකයයි. මැග්නීසියම් ඌනතාවයක ප්‍රතිඵල වශයෙන් සැන්තොෆිල් සහ කැරටීන් යන පීත වර්ණක මෙන්ම කෙලෝරෆිල් නැති වී යාම සිදු වනු ඇත. මැග්නීසියම් ඌනතාවය හේතු කොට ගෙන හටගන්නා කෙලෝරෝසිස් රෝගය මේරූ පත්‍රවලින් ආරම්භ වීමෙන් පැහැදිලි වන්නේ මැග්නීසියම් ඉතා සසල මූලද්‍රව්‍යයක් බවයි.

මැග්නීසියම් වෙනුවට, මැග්නීසියම්වලින් කෙරෙන එන්සයිම ක්‍රියාකාරිත්වයන්ගෙන් කොටසක් වුවද කිරීමේ හැකියාවක් මැංගනීස්වලට තිබුණද, එන්සයිම ක්‍රියා කාරිත්වයන්හිදී මැග්නීසියම්වලින් ඉතා වැදගත් මෙහෙයක් ඉටුවන බව දන්නා කරුණකි. මැග්නීසියම් මගින් ශාක මූලයෙහි සිට රිකිල්ල දක්වා පොස්පරස් ගමන් කිරීම පහසු කරවන බව සිතනු ලැබේ.

3.3 ක්ෂුද්‍ර පෝෂණීයතාවල කාර්‍යයන්

3.3.1 යකඩ

ශාකය තුළ යකඩ මගින් ඉටු විය යුතු කාර්‍ය බොහොමයකි. යකඩ, ෆෝපිරින් (හෝ හෙම් (heme)) යනුවෙන් හැඳින්වෙන සංකීර්ණ චක්‍රීය සංයෝගයක් නිර්මානය කර ගැනීමේ මාර්ගයෙන් ක්‍රියා කරන අතර යම් ප්‍රෝටීන විශේෂයන් සමඟ සංඝටනය වීමෙන් ඉතා වැදගත් එන්සයිම ගණනාවක් නිපදවයි. 'හෙම් (heme)' හැරුණු විට වෙනත් ස්වරූපයන්ගෙන් ද යකඩ පිහිටන බව දන්නා කරුණකි. සැන්තින් ඔක්සිඩේස් එන්සයිමයේ යකඩ පිහිටීම මීට නිදසුනකි. සාමාන්‍යයෙන් යකඩ එහි ඉලෙක්ට්‍රෝන මාරු හා සබැඳ ප්‍රතික්‍රියාවන් බොහොමයකදී ඔක්සිහරණ ක්‍රියාවලිය (reversible oxidation) තුලින් ක්‍රියා කරන බව විශ්වාස කෙරේ.

3.3.2 මැංගනීස්

කෙලෝරෝපලාස්ට් සහ කෙලෝරොෆිල් නිපදවීමේ කාර්‍යයෙහි මැංගනීස් සම්පව සහභාගි වන බව පෙනේ. මෙකී මෙහෙයෙහිදී මැංගනීස් යම් දුරකට යකඩ ක්‍රියා කරන ආකාරය හා සමාන ආකාරයකින් හැසිරෙයි. තවද නයිට්‍රේට්වලින් ඇමිනෝ ඇසිඩ් නිපදවීමේදී මැංගනීස් මොලිබ්ඩනම් හා එක්ව ක්‍රියා කරයි.

3.3.3 සින්ක්

සින්ක්, එන්සයිම විශාල සංඛ්‍යාවක සංයුක්ත වී ඇති බව දන්නා කරුණකි. එකී එන්සයිම අතරෙන් සින්ක්, වඩාත් සුලභව ඇත්තේ ඩිහයිඩ්‍රොජිනේස් සහ කාබොනික් ඇන්හයිඩ්‍රේඩ්ස් යන එන්සයිමයන්හිය. මෙහි පසුව සඳහන් එන්සයිමය $H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3$ යන ප්‍රතික්‍රියාව උත්ප්‍රේරණය කරයි.

3.3.4 තඹ

තඹ, බොහෝ එන්සයිමයන්හි කොටසක් වශයෙන් පවතින අතර එම එන්සයිමවලින් සමහරක්, ඔක්සිජන් මගින් ද්‍රව්‍ය සෘජුවම ඔක්සිකරණය කිරීම උත්ප්‍රේරණය කරයි. තඹ අන්තර්ගත එන්සයිමවල ඇති මෙම ලක්ෂණය තඹ ලවණවල ඉතා මද වශයෙන් පිහිටා ඇත. එන්සයිමයක් නිර්මානය කිරීම සඳහා ඛනිජ - තඹ ප්‍රෝටීන විශේෂයකට ඇතුල්වන කල්හි, මෙම අයන ලවණයේ උත්ප්‍රේරක ගුණාංගය කිහිප වාරයකින් වැඩි වේ. ඩිහයිඩ්‍රෝස්කෝබික් ඇසිඩ් සහ ජලය ලෙසට ඇස්කෝබික් ඇසිඩ් ඔක්සිකරණය වීම උත්ප්‍රේරණය කරන තඹ සහිත එන්සයිමයක් වන ඇස්කෝබික් ඇසිඩ් ඔක්සිඩේස් මීට හොඳ නිදසුනකි. මෙම එන්සයිමවලදී තඹ එහි අයනික තත්ත්වයන් දෙකකට (ක්‍යුප්රස් හා ක්‍යුප්රික්) පරිවර්තනය වන අතර නැවත චක්‍රීය පරිවර්තනයක් තුලින් ආපස්සට ගමන් කරන්නේ යයි සිතනු ලැබේ. පැලෑටිවල ඇති තවත් තඹ සහිත එන්සයිම නම් පොලිෆිනයිල් ඔක්සිඩේස් හා ලැක්ටේස් ය. සයිටොක්‍රෝම් ඔක්සිඩේස් ද මීට ඇතුලත් විය හැකිය.

3.3.5 බෝරෝන්

සීනි පරිවහනයේදී බෝරෝන් යෙදෙන බව සිතනු ලැබේ.

3.3.6 මොලිබ්ඩනම්

ශාකවල නයිට්රේට් ස්වීකරණය සඳහා මොලිබ්ඩනම් අවශ්‍ය වන අතර මොලිබ්ඩනම් වල විශේෂ සංරචකයන්ගෙන් එකක් ලෙස පිහිටා ඇති නයිට්‍රේට් රිඩක්ටේස් තුලින් මෙය සිදු වේ. නයිට්‍රේට් රිඩක්ටේස් එන්සයිම සංයුතියට ඇතුල්වනවා පමණක් නොව එම එන්සයිම නිර්මානය කිරීමට ද මොලිබ්ඩනම් සෘජුවම උපකාරී වන බව සැලකිය යුතු කරුණකි.

ශක්තිය මුදා හැරීමත් සමගම නයිට්‍රේට්,නයිට්‍රයිට් බවට පත් කරන එන්සයිම පද්ධතියේදී මොලිබ්ඩනම් උපකාරී සාධකයක් වේ. මෙහිදී මොලිබ්ඩනම්, එයට අමතරව යකඩ අන්තර්ගත සංයුතියකින් යුත් එන්සයිමයක් සමඟ ද එක්ව ක්‍රියා කරයි.

4. ශාකවල පෝෂ්‍ය අවශ්‍යතා

පෝෂ්‍ය අවශ්‍යතා අධ්‍යයනය කිරීමේ ක්‍රම:

ශාක වර්ධනය පාලනය වන සාධක සොයා බැලීමත්, ශාකවල පෝෂ්‍ය අවශ්‍යතා නිර්ණය කිරීමේ සරල හා පහසු ක්‍රමයක් සොයා ගැනීමට ප්‍රයත්න දැරීමත් එක විටම සිදු විය. පසු ගිය වසර 150 ක පමණ කාලයක් තුළ කරන ලද විස්තීරණ අධ්‍යයන, ශාක පෝෂ්‍ය අවශ්‍යතා අගැයීමේ නොයෙකුත් ශිල්ප ක්‍රම බිහිවීම සඳහා බොහෝ දුරට හේතු සාධක වී ඇත. මේවායින් පහත සඳහන් ක්‍රම වඩාත් වැදගත් වේ. (අ) පොහොර අත්හදා බැලීම් (ආ) ජෛව අර්ඝණ අත්හදා බැලීම් (ඇ) වැලි සහ ජල රෝපණ අත්හදා බැලීම්. (ඈ) පාංශු විශ්ලේෂණ සහ (ඉ) පත්‍ර විශ්ලේෂණ.