1 വർഗ്ഗീകരണം - ജീവികളിൽ (ഫോക്കസ് ഏരിയ)
Biological Classification

Table 2.1 Characteristics of Five Kingdoms (R H Whittaker's classification)
2.3 Kingdom Fungi (General characteristics of fungi page 22 and 23)
2.6 Viruses (page 25 and 26)

Focus area

സ്വഭാവങ്ങൾ (characters)	അഞ്ച് കിങ്ഡങ്ങൾ (Five kingdoms)				
	മൊനീറ (monera)	പ്രൊട്ടിസ്റ്റ (protista)	ഫൈഞ്ജെ (fungi)	പ്ലാന്റെ (plantae)	അനിമേലിയ (animalia)
കോശവിഭാഗം (cell type)	പ്രോകാര്യോട്ട് (prokaryotic)	യുകാര്യോട്ട് (eukaryotic)	യുകാര്യോട്ട് (eukaryotic)	യുകാര്യോട്ട് (eukaryotic)	യുകാര്യോട്ട് (eukaryotic)
കോശഭിത്തി (cell wall)	പോളിസാക്കറൈഡ് + അമിനോഅമ്ല നിർമ്മിതം (polysaccharide + aminoacid)	ചിലതിൽ കാണപ്പെടുന്നു	കൈറ്റിൻ (chitin) നിർമ്മിതം	സെല്ലുലോസ് (cellulose) നിർമ്മിതം	ഇല്ല
മർമസ്തരം (nuclear membrane)	ഇല്ല	ഉണ്ട്	ഉണ്ട്	ഉണ്ട്	ഉണ്ട്
ശരീരരൂപഘടന (body organization)	ഏകകോശം (unicellular)	ഏകകോശം (unicellular)	ബഹുകോശം/ ചെറിയ കലകൾ (multicellular/ loose tissue)	ബഹുകോശം/ കലകൾ/ അവയവം (multicellular/ tissue/organ)	ബഹുകോശം/ കലകൾ/ അവയവം/ അവയവവ്യൂഹം (multicellular/ tissue/organ/ organ system)
പോഷണരീതി (mode of nutrition)	സ്വപോഷികളും (autotrophic) (രാസസംശ്ലേഷകരും (chemosynthetic) പ്രകാശസംശ്ലേഷകരും (photosynthetic) പരപോഷികളും (heterotrophic) (ശവോപജീവികളും (saprophytes) പരാദങ്ങളും (parasites))	സ്വപോഷികളും (autotrophic) (പ്രകാശസംശ്ലേഷകർ (photosynthetic)) പരപോഷികളും (heterotrophic)	പരപോഷികൾ (heterotrophic) (ശവോപജീവികളും (saprophytes) പരാദങ്ങളും (parasites))	സ്വപോഷികൾ (autotrophic) (പ്രകാശസംശ്ലേഷകർ (photosynthetic))	പരപോഷികൾ (heterotrophs) (ഭക്ഷണം ഉള്ളിലെടുക്കുന്നവ (holozoic)/ ശവോപജീവികൾ (saprophytes))

Table 2.1 Characteristics of Five Kingdoms-അഞ്ച്കിങ്ഡം വർഗ്ഗീകരണം

1969 ൽ **ആർ എച്ച് വിറ്റാക്കർ**(R H Whittaker) ആണ് **അഞ്ച്കിങ്ഡം വർഗ്ഗീകരണം** ആവിഷ്കരിച്ചത്. എല്ലാ ജീവികളേയയും **മൊനീറ**(Monera), **പ്രൊട്ടിസ്റ്റ**(Protista), **ഫൈഞ്ജെ**(Fungi), **പ്ലാന്റെ**(Plantae), **അനിമേലിയ**(Animalia) എന്നിങ്ങനെ അഞ്ച് കിങ്ഡങ്ങളിൽ ഉൾപ്പെടുത്തി. **കോശഘടന**(Cell structure), **ശരീരരൂപഘടന**(Thallus organisation), **പോഷണരീതി**(Mode of nutrition), **പ്രത്യുൽപാദനം** (Reproduction), **പാരമ്പര്യസവിശേഷതകൾ** (Phylogenetic relationship) എന്നിവയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് **അഞ്ച് കിങ്ഡം** വർഗ്ഗീകരണം ആവിഷ്കരിച്ചത്.

2.3 Kingdom Fungi-കിംഗ്ഡം ഫൈഞ്ജെ

ഇവ **യുകാരയോട്ടിക്**(Eukaryotic) **പരപോഷികളാണ്**(Heterotrophs). ചെറുചൂടും ഈർപ്പവുമുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ വളരുന്നു.

കടുക്(Mustard)ഇലകളിലെ വെളുത്ത പാടുകൾ(White spots)ക്ക് കാരണം ഒരു **പരാദഫംഗസാണ്**(Parasitic fungus).

ചില ഫംഗസുകൾ ആൻറിബയോട്ടിക്കുകളുടെ(Antibiotics) ഉറവിടമാണ്, ഉദാ, **പെനിസിലിയം**(Penicillium).

റൊട്ടിയും(Bread) ബിയറും(Beer) ഉണ്ടാക്കാൻ ഏകകോശ(Unicellular) ഫംഗസായ യീസ്റ്റ്(Yeast) ഉപയോഗിക്കുന്നു

ചില ഫംഗസുകൾ സസ്യങ്ങളിലും മൃഗങ്ങളിലും രോഗങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു.
ഉദാ:വീറ്റ് റസ്റ്റിനു(Wheat rust)കാരണമായ **പക്സിനിയ**(Puccinia) .

യീസ്റ്റ് ഒഴികെയുള്ള ഫംഗസുകൾ നേർത്ത നാരുകൾ പോലെയുള്ളവയാണ്(Filamentous). ഈ നാരുകളെ **ഹൈഫേ**(Hyphae) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഹൈഫ(Hypha)കളുടെ കൂട്ടമാണ് **മൈസീലിയം** (Mycelium). ചില ഹൈഫകൾ അനേകം മർമ്മങ്ങളുള്ള(Multinucleated) കോശദ്രവ്യം നിറഞ്ഞ ട്യൂബുകളായി കാണപ്പെടുന്നു. ഇവയെ **ബഹുമർമ്മഹൈഫകൾ അഥവാ സീനോസൈറ്റിക് ഹൈഫേ**(Coenocytic Hyphae) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. മറ്റുള്ളവയിൽ ഹൈഫയ്ക്കുള്ളിൽ കുറുകെ ഭിത്തിയുണ്ടാവും(Septae/ Cross walls). **കൈറ്റിൻ**(Chitin) & **പോളിസാക്രറൈഡുകൾ**(Polysaccharides) ഉപയോഗിച്ചാണ് ഫംഗസ് കോശഭിത്തി നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നത് .

ജീർണ്ണാവശിഷ്ടങ്ങളിലെ ജൈവവസ്തുക്കളെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന ശവോപജീവികളാണ്(Saprophytes) മിക്ക ഫംഗസുകളും. ചിലത് പരാദങ്ങളാണ്(Parasites). മറ്റുചിലത് സഹജീവികളായി(Symbionts) ജീവിക്കുന്നു. ഉദാ: ലൈക്കണുകൾ(Lichens) (ഫംഗസ് + ആൽഗകൾ), മൈകോറൈസ(Mycorrhiza) (ഫംഗസ് + ഉയർന്ന തലങ്ങളിലുള്ള സസ്യങ്ങളുടെ വേരുകൾ).

പ്രത്യുൽപാദനം(Reproduction)

1.കായികപ്രജനനം(Vegitative reproduction) :

കഷണങ്ങളാകൽ(Fragmentation), വിഭജനം(Fission), മുകുളനം(Budding)

2.അലൈംഗികപ്രജനനം(Asexual reproduction)

കൊണിഡിയ(Conidia),സ്പൊറാഞ്ജിയോസ്പോറുകൾ(Sporangiospores), സൂസ്പോറുകൾ(Zoospores) എന്നീ രേണുക്കൾ(Spores) വഴി നടക്കുന്നു.

3.ലൈംഗികപ്രജനനം(Sexual reproduction)

ഊസ്പോറുകൾ(Oospores),അസ്കോസ്പോറുകൾ(Ascospores) ബെസിഡിയോസ്പോറുകൾ(Basidiospores) എന്നിവ ഉണ്ടാകുന്നു. ഫ്രൂട്ടിംഗ് ബോഡികൾ(Fruiting bodies) എന്ന് വിളിക്കുന്ന പ്രത്യേക ഭാഗങ്ങളിലാണ് സ്പോറുകളുണ്ടാകുന്നത്.
ലൈംഗിക പ്രജനനത്തിന് 3 പ്രധാന ഘട്ടങ്ങൾ ഉണ്ട്:

a. കോശദ്രവ്യസംയോജനം/പ്ലാസ്മോഗമി(Plasmogamy):

ചലിക്കുന്നതോ(Motile) ചലിക്കാത്തതോ(Non-motile) ആയ രണ്ട് ബീജകോശങ്ങളുടെ(Gametes) കോശദ്രവ്യങ്ങളുടെ(Protoplasm) സംയോജനം(Fusion)

b. മർമ്മങ്ങളുടെ സംയോജനം/കാരിയോഗമി(Karyogamy):

ബീജകോശങ്ങളുടെ രണ്ട് മർമ്മങ്ങളുടെ സംയോജനം .

c. സിക്താണ്ഡത്തിൽ(Zygote) ഊനഭംഗം(Meiosis) നടന്ന് ഹാപ്ലോയിഡ്(Haploid-(n)) രേണുക്കളുടെ രൂപീകരണം.

മിക്ക ഫംഗസുകളിലും ലൈംഗികപ്രജനനം നടക്കുമ്പോൾ അനുയോജ്യമായ രണ്ട് ഹാപ്ലോയിഡ് ഹൈഫകൾഅടുത്തുവന്ന് സംയോജിക്കുകയും ഡിപ്ലോയ്ഡ്(Diploid-(2n)) കോശങ്ങളുണ്ടാവുകയും ചെയ്യും. എന്നാൽ അസ്കോമൈസീറ്റുകളിലും(Ascomycetes) ബെസിഡിയോമൈസീറ്റുകളിലും(Basidiomycetes) കോശദ്രവ്യസംയോജനം(Plasmogamy) നടന്നയുടൻതന്നെ മർമ്മങ്ങളുടെ സംയോജനം(Karyogamy) നടക്കുന്നില്ല. ഇത് ഒരു കോശത്തിൽ രണ്ട് മർമ്മങ്ങളുള്ള ഡൈകാരിയോട്ടിക് ഘട്ടം(Dikaryotic stage/Dikaryophase(n + n) ഉണ്ടാകാൻ കാരണമാകുന്നു. ഈ അവസ്ഥയെ ഡൈക്കാരിയോൺ(Dikaryon) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. പിന്നീട് മർമ്മങ്ങൾ സംയോജിച്ച് ഡിപ്ലോയിഡ്(Diploid-(2n)) കോശങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. ഇവയിൽനിന്ന് ഫ്രൂട്ടിങ്ങ്ബോഡികളുണ്ടാവുകയും അവയ്ക്കുള്ളിൽ ഊനഭംഗത്തിലൂടെ ഹാപ്ലോയിഡ്(Haploid-(n)) രേണുക്കളുണ്ടാവുകയും(Spores) ചെയ്യും.

മൈസീലിയത്തിന്റെ ബാഹ്യഘടന, രേണുക്കളും ഫ്രൂട്ടിങ്ങ് ബോഡികളുമുണ്ടാകുന്നവിധം എന്നിവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കി ഫംഗസുകളെ വിവിധ ക്ലാസ്സുകളായി തിരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

വൈറസുകൾ, വൈറോയ്ഡുകൾ, പ്രിയോണുകൾ, ലൈക്കനുകൾ
(Viruses, Viroides, Prions, Lichens)

അഞ്ച്കിങ്ഡം വർഗ്ഗീകരണത്തിൽ ഇവയെ ഉൾപ്പെടുത്തിയിട്ടില്ല.

2.6 *Viruses*-വൈറസുകൾ

ജീവകോശത്തിനുവെളിയിൽ പരൽപോലെ(Crystal) ഘടനയുള്ള വൈറസുകൾ നിർജീവവും(Inert) കോശരഹിതവുമാണ് (Non-celular). ഒരു ജീവകോശത്തിനുള്ളിലെത്തിയാൽ അവ കോശത്തിന്റെ നിയന്ത്രണമേറ്റെടുത്ത് സ്വയം വിഭജിച്ച് പെരുകുകയും കോശത്തെ നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യും.

പുകയിലയുടെ(Tobacco) **മൊസൈക്**(Mosaic) രോഗത്തിന് കാരണമാകുന്നത് ചില സൂക്ഷ്മാണുക്കളാണെന്ന് **ദിമിത്രി ഇവാനോവ്സ്കി** (Dimitri Ivanowsky) (1892) കണ്ടെത്തി. ബാക്ടീരിയ കടന്നു പോകാത്ത അരിപ്പയിലൂടെ (Bacteria-proof filter) കടന്നു പോകാവുന്ന വലുപ്പമേ അവയ്ക്കുള്ളു.

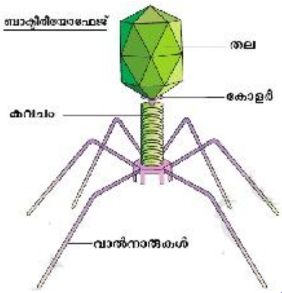
ടുബാക്കൊ മൊസൈക്ക് വൈറസ്

രോഗം ബാധിച്ച പുകയിലച്ചെടിയുടെ(Tobacco) സത്ത് (Extract) ആരോഗ്യമുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ അണുബാധയുണ്ടാക്കുമെന്ന് **എം ഡബ്ല്യു ബെയ്ജറിന്ക്**(M W Beijerinck) (1898) തെളിയിച്ചു. ഈ പുതിയ രോഗകാരിയെ **വൈറസ്**(Virus) എന്നും രോഗമുണ്ടാക്കിയ ദ്രാവകത്തെ **സാംക്രമികജീവദ്രാവകം അഥവാ കണ്ടേജിയം വൈവം ഫ്ലൂയിഡം**(Contagium Vivum Fluidum) എന്നും വിളിച്ചു. **വിഷം**(Venom) /**വിഷദ്രാവകം**(Poisonous fluid) എന്നാണ് വൈറസ് (Virus) എന്ന വാക്കിനർത്ഥം.

ഡബ്ല്യു എം സ്റ്റാൻലി(W M Stanley) (1935) വൈറസുകളെ പരലുകളാക്കാമെന്നും(Crystallise) പരലുകൾ പ്രധാനമായും മാംസ്യം/ പ്രോട്ടീൻ(Protein) അടങ്ങിയതാണെന്നും തെളിയിച്ചു.

വൈറസ് ഒരു **ന്യൂക്ലിയോപ്രോട്ടീൻ**(Nucleoprotein) ആണ്. മാംസ്യത്തിനുപുറമെ ജനിതകവസ്തുക്കളായി(Genetic material) **ന്യൂക്ലികാമ്ലങ്ങളായ**(Nucleic acids) ആർഎൻഎ(RNA) അല്ലെങ്കിൽ ഡിഎൻഎ(DNA) ഉണ്ടാകും. ആർഎൻഎയും ഡിഎൻഎയും ഒരുമിച്ച് ഒരു വൈറസിലുംഉണ്ടാവില്ല.

സാധാരണയായി, സസ്യങ്ങളെ ബാധിക്കുന്ന വൈറസുകൾക്ക് ഒറ്റ ഇഴയുള്ള(Single stranded) ആർഎൻഎയും മൃഗങ്ങളെ ബാധിക്കുന്ന വൈറസുകൾക്ക് ഒറ്റ അല്ലെങ്കിൽ ഇരട്ട ഇഴകളുള്ള (Double stranded) ആർഎൻഎ അല്ലെങ്കിൽ ഇരട്ട ഇഴകളുള്ള ഡിഎൻഎ ആണുള്ളത്.



ബാക്ടീരിയോഫേജുകൾ (Bacteriophages)(ബാക്ടീരിയയെ ബാധിക്കുന്ന വൈറസുകൾ) സാധാരണയായി ഇരട്ട ഇഴകളുള്ള ഡിഎൻഎ ഉള്ളവയാണ്.

കാപ്സോമിയറുകൾ(Capsomeres) ഉപയോഗിച്ച് നിർമ്മിച്ച **കാപ്സിഡ്**(Capsid) ആണ് വൈറസിന്റെ **മാംസ്യാവരണം** (Protein coat). ക്യാപ്സോമിയറുകൾക്ക് **ഹെലിക്കൽ**(Helical) അല്ലെങ്കിൽ **പോളിഹെഡ്രൽ**(Polyhedral) ജ്യാമിതീയ ആകൃതിയാണുള്ളത്.

വൈറസുകൾ മനുഷ്യരിൽ **മുണ്ടിനീര്**(Mumps), **വസൂരി**(Smallpox), **ഹെർപ്പിസ്**(Herpes), **ഇൻഫ്ലുവൻസ**(Influenza), **എയ്ഡ്സ്**(AIDS) എന്നീ രോഗങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. സസ്യങ്ങളിൽ കാണുന്ന **മൊസൈക്ക് രൂപീകരണം**(Mosaic formaton), **ഇല ചുരുളൽ**(Leaf rolling/curling), **ഇല മഞ്ഞളിപ്പ്**(Leaf yellowing), **ഞരമ്പ്ചീയൽ**(Vein clearing), **വളർച്ച മുരടിക്കൽ**(Stunted growth/ dwarfing) എന്നീ രോഗലക്ഷണങ്ങൾക്ക് കാരണം വൈറസുകളാണ്.

2 സസ്യലോകം (ഫോക്കസ് ഏരിയ)
Plant Kingdom

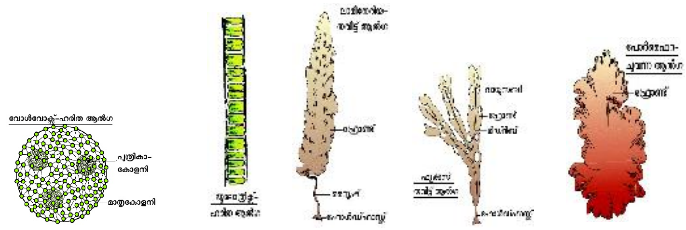
3.1 Algae (General characters of algae, page 30 t0 32)and Table 3.1 Divisions of algae and the main characteristics(page 33)

Focus area

3.2 Bryophytes(page 34 to 35)

3.1 Algae-ആൽഗകൾ

ക്ലാസ്സ് (Class)	സാധാരണ പേര് (Common name)	പ്രധാന വർണ്ണകങ്ങൾ (Major pigments)	സംഭൃതാഹാരം (Stored food)	കോശഭിത്തി (Cell wall)	ഫ്ലജല്ലയുടെ എണ്ണം, ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന സ്ഥാനം (Flagellar number and position of insertions)	ആവാസം (Habitat)
ക്ലോറോഫൈസിയേ (Chlorophyceae)	ഹരിത ആൽഗകൾ (Green algae)	ഹരിതകം a,b (Chlorophyll a, b)	അന്നജം (Starch)	സെല്ലുലോസ് (Cellulose)	2-8, തുല്യമായവ, (Equal) അഗ്രത്ത് (Apical)	ശുദ്ധജലം (Fresh water), നേരിയ ഉപ്പുജലം (Brakish water), സമുദ്രജലം (Salt water)
ഫിയോഫൈസിയേ (Phaeophyceae)	തവിട്ട് ആൽഗകൾ (Brown algae)	ഹരിതകം a,c (Chlorophyll a.c) ഫ്യൂകോസാന്തിൻ (Fucoxanthin)	മാനിറ്റോൾ (Mannitol), ലാമിനാരിൻ (Laminarin)	സെല്ലുലോസ് (Cellulose), ആൽജിൻ (Algin)	2, തുല്യമല്ലാത്തവ, (Unequal) പാർശ്വങ്ങളിൽ (Lateral)	ശുദ്ധജലം (Fresh water)(ചിലത്), നേരിയ ഉപ്പുജലം (Brakish water), സമുദ്രജലം(Salt water)
റോഡോഫൈസിയേ (Rhodophyceae)	ചുവന്ന ആൽഗകൾ (Red algae)	ഹരിതകം a,d (Chlorophyll a, d) ഫൈകോഎറിത്രിൻ (Phycoerythrin)	ഫ്ലൊറിഡിയൻ സ്റ്റാർച്ച് (Floridean starch)	സെല്ലുലോസ്, (Cellulose) പെക്റ്റിൻ, (Pectin) പോളിസൾഫേറ്റ് എസ്റ്ററുകൾ (Polysulphate esters)	ഇല്ല (Absent)	ശുദ്ധജലം (Fresh water)(ചിലത്), നേരിയ ഉപ്പുജലം (Brakish water), സമുദ്രജലം (Salt water) (മിക്കവയും)



ലളിതമായ താലസ് പോലെ(Thalloid) ശരീരഘടനയുള്ള (വേരും കാണ്ഡവും ഇലകളുമായി വേർതിരിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്ത സസ്യശരീരം), ഹരിതകണ(Chloroplast)ങ്ങളുള്ളതിനാൽ സ്വപോഷികളായ (Autotrophic) ജല(Aquatic)(ശുദ്ധജലം-Fresh water)/സമുദ്രജലം-Marine) സസ്യങ്ങളാണിവ. ഈർപ്പമുള്ള കല്ലുകൾ(Moist stones), മണ്ണ്(Soil), തടി(Wood) എന്നിവയിലും ഇവ കാണപ്പെടാറുണ്ട്. ചിലത് മറ്റ് ജീവികളുമായിച്ചേർന്ന് ജീവിക്കുന്നു. ഉദാ: ലൈക്കൻ(Lichen) (ആൽഗ-Alga+ഫംഗസ്-Fungus), തേൻകരടി(Sloth bear)യുടെ പുറത്ത്.

സൂക്ഷ്മ(Microscopic) ഏകകോശ(Unicellular) രൂപമുള്ളവ ഉദാ: ക്ലാമിഡോമൊണസ്(Chlamydomonas), കൊളോണിയൽ (Colonial) രൂപങ്ങൾ, ഉദാ: വോൾവോക്സ്(Volvox), നാരുകൾ (Finamentous) പോലെയുള്ളവ ഉദാ: യൂലോത്രിക്സ്(Ulothrix), സ്പൈറോഗൈറ(Spirogyra), സമുദ്രത്തിലുള്ള ഭീമൻ കെൽപ്പുകൾ(Kelps) എന്നിങ്ങനെ ആൽഗകളുടെ രൂപവും വലുപ്പവും വളരെ വ്യത്യസ്തമാണ്.

പ്രത്യുൽപാദനം(Reproduction)

a. കായികപ്രജനനം (Vegetative reproduction)

കഷണങ്ങളാകൽ(Fragmentation) വഴി.

b.അലൈംഗികപ്രജനം (Asexual reproduction)

സൂസ്പോറുകൾ(Zoospores), എപ്ലാനോസ്പോറുകൾ (Aplanospores) തുടങ്ങിയ രേണു(Spores)ക്കളുണ്ടാകുന്നു. രേണുക്കൾ മുളച്ച് പുതിയ ആൽഗയുണ്ടാകും. സൂസ്പോറുകൾ ചലനശേഷിയുള്ള വയാണ്(Motile).

c.ലൈംഗികപ്രജനം (Sexual reproduction)

രണ്ട് ബീജകോശങ്ങളുടെ(Gametes) സംയോജനം(Fusion) വഴി നടക്കുന്നു. ഇത് മൂന്നു രീതിയിലുണ്ട്.

i)ഐസോഗാമസ് (Isogamous)

ഒരേ വലുപ്പമുള്ള, ഫ്ലജല്ലയുള്ളതോ(Flagellated) (ഉദാ യൂലോത്രിക്സ്-Ulothrix) ഫ്ലജല്ലയില്ലാത്തതോ(Non-flagellated) (ഉദാ സ്പൈറോഗൈറ-Spirogyra) ആയ രണ്ട് ബീജകോശങ്ങളുടെ സംയോജനം.

ii)അനൈസോഗാമസ് (Anisogamous)

വ്യത്യസ്ത വലുപ്പത്തിലുള്ള രണ്ട് ബീജകോശങ്ങളുടെ സംയോജനം (ഉദാ യൂഡോറിന-Eudorina)

iii)ഊഗാമസ് (Oogamous)

ചലനശേഷിയുള്ള(Motile) വലുപ്പംകുറഞ്ഞ ആൺബീജവും (Male gamete), ചലനശേഷിയില്ലാത്ത(Static) വലുപ്പംകൂടിയ പെൺ ബീജവും(Female gamete) തമ്മിലുള്ള സംയോജനം

(ഉദാ വോൾവോക്സ്-Volvox, ഫ്യൂക്കസ്-Fucus)

ആൽഗകളുടെ പ്രാധാന്യം(Importance of Algae)

പ്രകാശസംശ്ലേഷണ(Photosynthesis)ത്തിലൂടെയുള്ള CO_2 സ്ഥിരീകരണത്തിന്റെ(Fixation) പകുതിയും ആൽഗകളാണ് ചെയ്യുന്നത്. അങ്ങനെ അവയുടെ ചുറ്റുപാടിലുള്ള ഓക്സിജന്റെ അളവ് കൂടാൻ കാരണമാകുന്നു. ജലജീവികൾക്കിടയിലെ പ്രാഥമിക ഉൽപാദകരാണ്(Primary producers) ആൽഗകൾ.

ധാരാളം ആൽഗകൾ ഭക്ഷണത്തിനായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഉദാ:പോർഫൈറ (Porphyra), ലാമിനേറിയ(Laminaria) , സർഗാസം(Sargassum) .

സൂക്ഷ്മാണുക്കളെ വളർത്താനും ഐസ്ക്രീമുകളും ജെല്ലികളും നിർമ്മിക്കുന്നതിനുമുപയോഗിക്കുന്ന അഗാർ(Agar) ലഭിക്കുന്നത് ജെലിഡിയം(Gelidium), ഗ്രാസിലേറിയ(Gracilaria) എന്നീ ആൽഗക ളിൽ നിന്നാണ്

തവിട്ട് ആൽഗ(Brown algae)കളിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്ന ആൽജിൻ(Algin), ചുവന്ന ആൽഗ(Red algae)കളിൽനിന്ന് കിട്ടുന്ന കാരാജീൻ(Carrageen) എന്നിവ വ്യാവസായിക പ്രാധാന്യമുള്ള ഹൈഡ്രോകൊളോയ്ഡുകളാണ്(Hydrocolloids).

മാംസ്യസംപുഷ്ടമായ(Protein rich) ക്ലോറല്ല(Chlorella) എന്ന ഏകകോശആൽഗ(Unicellular alga) ബഹിരാകാശസഞ്ചാരികൾ ആഹാരമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

3.2 Bryophytes-ബ്രയോഫൈറ്റുകൾ

ഇവ മണ്ണിലും(Soil) അതുപോലെയുള്ള പ്രതലങ്ങളിലും കാണ പ്പെടുമെങ്കിലും ലൈംഗിക പ്രത്യുൽപാദനത്തിന്(Sexual reproduction) വെള്ളം ആവശ്യമാണ്. അതുകൊണ്ട് ബ്രയോഫൈറ്റുകൾ സസ്യ ലോകത്തെ ഉഭയജീവികൾ(Ambhibians of plant kingdom) എന്നറിയ പ്പെടുന്നു. നനഞ്ഞതും ഈർപ്പമുള്ളതും തണലുള്ളതുമായ പ്രദേശങ്ങ ളിലാണ് ഇവ കാണപ്പെടുന്നത്.

ആൽഗകളേക്കാൾ വിപുലമായ താലസ് പോലെയുള്ള (Thalloid) ശരീരഘടനയാണുള്ളത്. തിരശ്ചീനമായോ(Prostrate) നിവർന്നോ(Erect) കാണപ്പെടുന്ന ഇവ ഏകകോശ/ബഹുകോശ നിർമ്മിതമായ(Unicellular/multicellular) റൈസോയ്ഡുകളാൽ (Rhizoids) പ്രതലത്തിൽ പറ്റിച്ചേർന്നിരിക്കും. യഥാർത്ഥ വേരുകളോ തണ്ടുകളോ ഇലകളോ ഇല്ലെങ്കിലും വേര് പോലെയും(Root-like), ഇല പോലെയും(Leaf-like) തണ്ട് പോലെ(Stem-like)യുമുള്ള ഭാഗങ്ങൾ കാണാം.

പ്രത്യുൽപാദനം(Reproduction)

സസ്യശരീരം ഹാപ്ലോയിഡ്(Haploid)ആണ്. ഇവ ഹാപ്ലോയിഡ് ബീജകോശങ്ങ(Gametes)ളുൽപാദിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ ഗാമെറ്റോഫൈറ്റുകൾ(Gametophytes) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ആൺലൈംഗികാവയവമായ(Male sex organ) ആന്തെറിഡിയ(Antheridium)ത്തിൽ രണ്ട് ഫ്ലജല്ല കളുള്ള(Biflagellate) ആന്തെറോസോയിഡുകൾ (Antherozoids) ഉണ്ടാകുന്നു. ഫ്ലാസ്ക് (Flask) ആകൃ തിയിലുള്ള പെൺലൈംഗികാവയവമായ (Female sex organ) ആർക്കിഗോണിയത്തിലാണ് (Archegonium) അണ്ഡം(Egg) രൂപപ്പെടുന്നത്. വെള്ളത്തിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്ന ആന്തെ റോസോയിഡുകൾ ആർക്കിഗോണിയത്തിനുള്ളി ലെത്തി അണ്ഡവുമായി സംയോജിച്ച് സിക്താ ണ്ഡം(Zygote) ഉണ്ടാകുന്നു. സിക്താണ്ഡം ഉടൻ ഊനഭംഗം(Meiosis) നടക്കാതെ ക്രമഭംഗ ത്തിലൂടെ(Mitosis) വിഭജിച്ച് ബഹുകോശ (Multicellular)സ്പോറോഫൈറ്റ് (Sporophyte)ആയി മാറുന്നു. സ്പോറോഫൈറ്റ് ഗാമെറ്റോഫൈറ്റിൽ നിന്ന് സ്വതന്ത്രമാകാതെ അതിൽനിന്ന് പോഷണം(Nourishment) സ്വീകരിച്ച് വളരുന്നു. സ്പോറോഫൈറ്റിന്റെ ചില കോശങ്ങളിൽ ഊനഭംഗം നടന്ന് ഹാപ്ലോയിഡ് രേണുക്കള - (Spores)ണ്ടാകുന്നു. രേണുക്കൾ സ്വതന്ത്രമായി, മുളച്ച് ഗാമെറ്റൊ ഫൈറ്റ് ആയി മാറുന്നു.

ബ്രയോഫൈറ്റുകളുടെ പ്രാധാന്യം(Importance of Bryophytes)

ചില മോസ്സുകൾ(Mosses) സസ്യഭുക്കുകളായ സസ്തനികൾ (Mammals), പക്ഷികൾ(Birds), മറ്റ് മൃഗങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ആഹാരമാണ്.

സ്ഫാഗ്നം(Shagnum) മോസ്സിൽനിന്നുണ്ടാക്കുന്ന പീറ്റ് (Peat) ഇന്ധനമായി(Fuel) ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇതിന് ഈർപ്പം നിലനിർ ത്താൻ കഴിവുള്ളതിനാൽ ജീവനുള്ള വസ്തുക്കളെ പൊതിഞ്ഞുകൊണ്ടു പോകാനുപയോഗിക്കുന്നു.

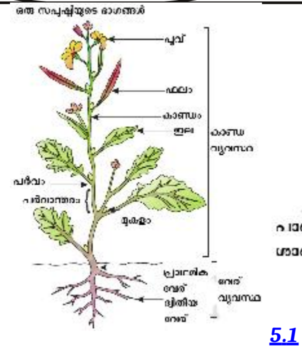
ലൈക്കനുകൾക്കൊപ്പം മോസ്സുകളും പാറപ്പരപ്പുകളിൽ ആദ്യം എത്തിച്ചേരുന്ന സസ്യങ്ങളായതിനാൽ വളരെ പാരിസ്ഥി തിക പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. ഇവ പാറ പൊടിഞ്ഞ് മണ്ണുണ്ടാകു ന്നതിനും സസ്യപിന്തുടർച്ച(Plant succession)യുണ്ടാകുന്നതിനുമിടയാ ക്കുന്നു.

മോസ് മണ്ണിന്റെ പ്രതലത്തിൽ കട്ടിയുള്ള മെത്തപോലെ ഇടതൂർന്ന് വളരുന്നതിനാൽ മഴവെള്ളം പതിക്കുമ്പോഴുള്ള ആഘാതം കുറയ്ക്കാനും അതുവഴി മണ്ണൊലിപ്പ് (Soil erosion)തടയാനും കഴിയും.

ബ്രയോഫൈറ്റുകളെ ലിവർവർട്ടുകൾ(Liverworts),മോസുകൾ (Mosses) എന്നിങ്ങനെ തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

3 സപുഷ്പികളുടെ ബാഹ്യഘടന(ഫോക്കസ് ഏരിയ) Morphology of Flowering Plants

Focus area *5.1 The Root; 5.1.2 Modifications of Root; 5.2 The Stem; 5.2.1 Modifications of Stem; 5.3 The Leaf; 5.4 The Inflorescence; 5.5 The Flower; 5.5.1 Parts of a Flower(5.5.1.1 to 5.5.1.4); 5.9.1 Fabaceae(Floral characters and Floral formula); 5.9.3 Liliaceae(Floral characters and Floral formula)*



5.1 The Root-വേര്

ഭ്രൂണത്തിന്റെ(Embryo) ബീജമൂലത്തിൽ/റാഡിക്കിളിൽ(Radicle) നിന്ന് രൂപംകൊള്ളുന്ന ഭൂഗർഭ(Underground) ഭാഗമാണിത്. വേരുപടലം(Root system) മൂന്നുതരമുണ്ട്.

i)തായ് വേരുപടലം(Taproot system)

മിക്ക ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളിലും (Dicots) ബീജമൂലം(Radicle) നീണ്ട് മണ്ണിലേക്കിറങ്ങി പ്രാഥമികവേരായി(Primary root) മാറുന്നു. ഇതിൽനിന്ന് ചുറ്റിലുമായി ദ്വിതീയ വേരുകളും(Secondary roots) അവയ്ക്കുചുറ്റുമായി തൃതീയ വേരുക(Tertiary roots)ളുമുണ്ടാകും. പ്രാഥമികവേരും അതിന്റെ ശാഖോപ ശാഖകളും ചേർന്നതാണ് തായ് വേരുപടലം(Taproot system). ഉദാ കടുക്(Mustard)

ii)നാര് വേരുപടലം(Fibrous root system)

ഏകബീജപത്രസസ്യങ്ങളിൽ (Monocots) ബീജമൂലത്തിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന പ്രാഥമികവേര് പെട്ടെന്ന് നശിച്ചുപോവുകയും ധാരാളം പുതിയ വേരുകളുണ്ടാവുകയും ചെയ്യും. കാണ്ഡത്തിന്റെ അടിഭാഗത്തുനിന്ന് ഇത്തരത്തിൽ രൂപപ്പെടുന്ന താണ് നാര് വേരുപടലം(Fibrous root system). ഉദാ നെല്ല്(Rice)

അപസ്ഥാനീയവേരുകൾ

iii)അപസ്ഥാനീയവേരുകൾ(Adventitious roots)

പുല്ല്(Grass), മോൺസ്റ്റെറ(Monstera), ആൽമരം(Banyan tree) എന്നിവയിൽ ബീജമൂല- ത്തിൽ(Radicle) നിന്നല്ലാതെയുണ്ടാകുന്ന വേരുകളുണ്ട്. ഇവയാണ് അപസ്ഥാനീയവേരുകൾ (Adventitious roots).

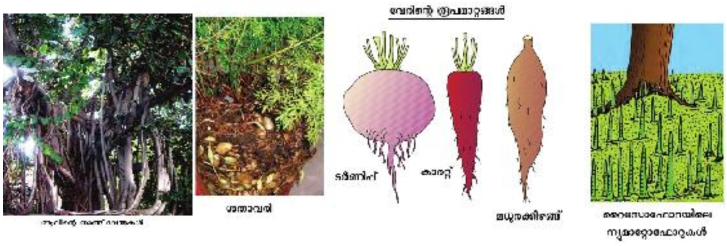
മണ്ണിൽനിന്ന് ജലവും ലവണങ്ങളും ആഗിരണം ചെയ്യുക, ചെടിയെ മണ്ണിലുറപ്പിച്ചു നിർത്തുക (Anchorage), ആഹാരസംഭരണം (Food storage), സസ്യഹോർമോണുകളുടെ (Plant growth regulators) നിർമ്മാണം എന്നിവയാണ് വേരുകളുടെ സാധാരണ ധർമ്മങ്ങൾ(Functions).

5.1.2 Modifications of Root-വേരുകളുടെ രൂപമാറ്റം

താങ്ങായും(Support), ആഹാരസംഭരണത്തിനും(Storage of food), ശ്വസനത്തിനു(Respiration)മാണ് വേരുകൾക്ക് രൂപമാറ്റം വരുന്നത്.

കാരറ്റ്(Carrot), ടർണിപ്പ്(Turnip) എന്നിവയുടെ തായ് വേരുകളും

(Tap root) മധുരക്കിഴങ്ങിലെ(Sweet potato) അപസ്ഥാനീയവേരുകളും (Adventitious roots) ആഹാരം സംഭരിച്ച് തടിച്ച് വീർത്തിരിക്കുന്നു(Swollen).



ആൽമരത്തിന്റെ ശാഖകളിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന താങ്ങ് വേരുകളും (Prop roots) ചോളം(Maize), കരിമ്പ്(Sgarcane) എന്നിവയുടെ കാണ്ഡത്തിന്റെ താഴ്ഭാഗത്തുള്ള നോഡുകളിൽ(Nodes) നിന്നുണ്ടാകുന്ന പൊയ്ക്കാൽവേരുകളും (Stilt roots) സസ്യഭാഗങ്ങളെ താങ്ങിനിർത്താൻ(Support) സഹായിക്കുന്നു.

ചതുപ്പ് പ്രദേശങ്ങളിൽ(Swampy areas) വളരുന്ന റൈസോഫോറ (Rhizophora) പോലെയുള്ള സസ്യങ്ങളിൽ മണ്ണിൽനിന്ന് മുകളിലേയ്ക്ക് വളരുന്ന ചില വേരുകളാണ് ന്യൂമാറ്റോഫോറുകൾ(Pneumatophores). ഇവ ശ്വസനത്തിന് (Respiration) സഹായിക്കുന്നു.

5.2 The Stem-കാണ്ഡം

ഭ്രൂണത്തിലെ(Embryo) ബീജശീർഷത്തിൽ(Plumule)നിന്നുണ്ടാകുന്ന ഭാഗമാണ് കാണ്ഡം(Stem). കാണ്ഡത്തിൽ ഇലകളുണ്ടാകുന്ന ഭാഗത്തെ പർവം(Node) എന്നും രണ്ട് പർവങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ഭാഗത്തെ പർവാന്തരം (Internode) എന്നും വിളിക്കുന്നു. അഗ്രമുകുളങ്ങളും(Terminal buds), കക്ഷമുകുളങ്ങൾ/ആക്സിലറിമുകുളങ്ങളുമുണ്ടാകും(Axillary buds). ഇളംതണ്ടിന് പച്ച നിറമാണെങ്കിലും കാലക്രമേണ തവിട്ടുനിറമായി മാറും. ഇലകൾ(Leaves), പൂക്കൾ(Flowers), പഴങ്ങൾ(Fruits) എന്നിവ വഹിക്കുന്ന ശാഖകളെ താങ്ങി നിർത്തുന്നതും ജലവും ലവണങ്ങളും പ്രകാശസംശ്ലേഷണഉൽപന്നങ്ങളും (Photosynthates) സംവഹനം(Conduct) ചെയ്യുന്നതും കാണ്ഡമാണ്. താങ്ങാകുന്നതും(Support),ആഹാരസംഭരണം(Storage of food), സംരക്ഷണം(Protection), കായികപ്രജനനം(Vegetative propagation) എന്നിവയും ചില കാണ്ഡങ്ങളുടെ ധർമ്മങ്ങളാണ്.

5.2.1 Modifications of Stem-കാണ്ഡത്തിന്റെ രൂപമാറ്റം

ആഹാരസംഭരണം(Storage of food)

ഉരുളക്കിഴങ്ങ്(Potato),ഇഞ്ചി(Ginger),മഞ്ഞൾ(Turmeric),ചേന (Zaminkand), ചേമ്പ്(Colocasia) എന്നിവ ഭൂകാണ്ഡത്തിൽ(Underground stem) ആഹാരംസംഭരിക്കുന്നു. പ്രതികൂലസാഹചര്യങ്ങളെ തരണംചെയ്യാൻ സഹായിക്കുന്ന കായികപ്രത്യുൽപ്പാദക(Vegetative propagules) ഭാഗമായും ഭൂകാണ്ഡം (Root) വർത്തിക്കുന്നു.

ടെന്ഡ്രിലുകൾ(Tendrils)

ആക്സിലറി(Axillary) മുകുളങ്ങളിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന കനം കുറഞ്ഞ സ്പ്രിംഗ് പോലെ ചുരുണ്ട ടെന്ഡ്രിലുകൾ(Tendrils) സസ്യങ്ങളെ പടർന്നു കയറാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഉദാ വെള്ളരി(Cucumber), മത്തൻ(Pumpkin), തണ്ണിമത്തൻ(Watermelon), മുന്തിരി(Grapevines).

മുള്ളുകൾ(Thorns)

ആക്സിലറി(Axillary) മുകുളങ്ങളിൽനിന്നുണ്ടാകുന്ന കട്ടികൂടിയ കൂർത്ത മുള്ളുകൾ(Thorns) നാരകം(Citrus), കടലാസ്ചെടി(Bougainvillea) പോലെയുള്ളസസ്യങ്ങളെ സസ്യഭുക്കുകളിൽനിന്ന് സംരക്ഷിക്കുന്നു.

വരണ്ട(Arid) പ്രദേശങ്ങളിൽ കാണുന്ന ചില സസ്യങ്ങളുടെ കാണ്ഡം പരന്നതോ(Flattened) (ഉദാ കള്ളിമുൾച്ചെടി-(Opuntia)) സിലിണ്ടർ (Cylinder) ആകൃതിയിലുള്ള(ഉദാ യൂഫോർബിയ-(Euphorbia)) മാംസള ഭാഗമായോ(Fleshy) മാറുന്നു. ഹരിതകമുള്ളതിനാൽ(Chlorophyll) ഇവയിൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം(Photosynthesis) നടക്കുന്നു.

പുല്ല്(Grass), സ്ട്രോബറി(Strawberry) പോലെയുള്ള ചെടികളുടെ ഭൂകാണ്ഡം മണ്ണിലൂടെ തൊട്ടടുത്ത സ്ഥലങ്ങളിലേയ്ക്ക് വളർന്ന് വ്യാപിക്കുകയും പഴയ ഭാഗങ്ങൾ നശിക്കുമ്പോൾ പുതിയ ചെടിയായിമാറുകയും ചെയ്യും.

പുതിന(Mint), പിച്ചി(Jasmine) എന്നിവയിൽ പ്രധാന കാണ്ഡത്തിന്റെ താഴ്ഭാഗത്തുനിന്നുണ്ടാകുന്ന ചില പാർശ്വശാഖകൾ (Lateral branches) വളഞ്ഞ് മണ്ണിൽത്തൊട്ട് വേരുപിടിക്കുന്നു.

ജലസസ്യങ്ങളായ(Aquatic plants) മുട്ടപ്പായൽ(Pistia), കുളവാഴ (Eichhornia) എന്നിവയിൽ നീളംകുറഞ്ഞ ഇന്റർനോഡുകളുള്ള(Internodes) പാർശ്വശാഖയിലെ(Lateral branch) ഓരോ നോഡിൽനിന്നും ചെറിയ ഇലകളും വേരുകളും കൂട്ടമായി ഉണ്ടാകുന്നു.

വാഴ(Banana), കൈത(Pineapple), ജമന്തി(Chrysanthemum) എന്നി വയിൽ കാണ്ഡത്തിന്റെ മണ്ണിനടിയിലുള്ള ഭാഗത്തുനിന്നുണ്ടാകുന്ന പാർശ്വ ശാഖകൾ മണ്ണിനടിയിൽക്കൂടി കുറച്ച്ദൂരം വളരുകയും മണ്ണിനുമുകളിലെത്തി പുതിയ കാണ്ഡമാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

5.3 The Leaf-ഇല

കാണ്ഡത്തിന്റെ നോഡുകളിൽനിന്ന് വശങ്ങളിലേയ്ക്കുണ്ടാകുന്ന പരന്ന പ്രതലത്തോടുകൂടിയ(Flattened) ഭാഗങ്ങളാണ് ഇലകൾ(Leaves). ഓരോ ഇലയുടേയും കക്ഷത്തിൽ(Axil) കാണുന്ന മുകുളങ്ങൾ (ആക്സിലറി മുകളങ്ങൾ/കക്ഷമുകുളങ്ങൾ-(Axillary buds)) പിന്നീട് ശാഖ(Branch) കളാകുന്നു.

കാണ്ഡത്തിന്റെ അഗ്രമെരിസ്റ്റത്തിൽ (Apical meristem)നിന്ന് രൂപപ്പെടുന്ന ഇലകൾ അക്രോപെറ്റൽ(Acropetal) രീതിയിലാണ് ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. പ്രകാശസംശ്ലേഷണം നടക്കുന്ന പ്രധാന ഭാഗങ്ങളാണ് ഇലകൾ. ഇലയ്ക്ക് 3 പ്രധാന ഭാഗങ്ങളുണ്ട്, ലീഫ് ബേസ്. (Leaf base), ഇലഞെട്ട്(Petiole), പത്രപ്രതലം(Leaf lamina).

ലീഫ് ബേസ്(Leaf base): ഇല കാണ്ഡവുമായി(Stem) ചേരുന്ന ഭാഗം. ചില ചെടികളുടെ ലീഫ് ബേസിന്റെ വശങ്ങളിൽ തീരെച്ചെറിയ രണ്ട് ഇലകൾ പോലെ കാണുന്നതാണ് സ്റ്റിപ്യൂളുകൾ(Stipules). ഏകബീജപത്രസസ്യങ്ങളിൽ(Monocots) പരന്ന, കാണ്ഡത്തെ പൂർണ്ണമായോ ഭാഗികമായോ ആവരണം ചെയ്യുന്ന ലീഫ് ബേസ് കാണാം. ചില പയറുവർഗസസ്യങ്ങളിൽ കാണുന്ന വീർത്ത(Swollen) ലീഫ് ബേസാണ് പൾവൈനസ്(Pulvinus).

ഇലഞെട്ട് (Petiole):ഇലയെ നിവർന്ന് പ്രകാശത്തിനഭിമുഖമായി നിൽക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന ഭാഗമാണിത്. നീണ്ട് കനംകുറഞ്ഞ വഴക്കമുള്ള ഇലഞെട്ട് ഇല കാറ്റിലുലയുന്നതിനും പത്രപ്രതലത്തിൽ(Leaf lamina) ശുദ്ധവായു സാന്നിദ്ധ്യമുറപ്പാക്കുന്നതിനും സഹായിക്കുന്നു.

പത്രപ്രതലം(Leaf lamina):ഇലയിൽ പരന്ന ആകൃതിയിൽ കാണുന്ന പച്ച നിറമുള്ള ഭാഗമാണിത്. ഇവിടെ ധാരാളം സിരകളും(Veins) ചെറുസിരകളും (Veinlets) കാണാം. പത്രപ്രതലത്തിന്റെ മധ്യഭാഗത്ത് കാണുന്ന വലിയ സിരയാണ് മധ്യസിര അഥവാ മിഡ്റിബ്(Midrib). സിരകൾ ഇലകൾക്ക് ദൃഢത(Rigidity) നൽകുകയും ജലം, ലവണങ്ങൾ ആഹാരം എന്നിവ സംവഹനം(Transport) നടത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.

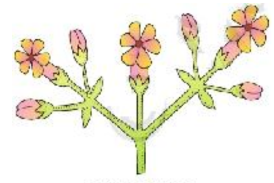
5.4 The Inflorescence-പൂങ്കുല

കാണ്ഡത്തിന്റെ അഗ്രമെരിസ്റ്റമാണ് (Apical meristem) പൂവായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നത്. ഇത് ഒറ്റപ്പൂവായോ(Solitary flower) പൂങ്കുലയായോ (Inflorescence) കാണപ്പെടാം. ഒരു പുഷ്പാക്ഷത്തിൽ(Floral axis) നിരവധി പൂക്കൾ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നതിനെയാണ് പൂങ്കുല(Inflorescence) എന്ന വിളിക്കുന്നത്. പുഷ്പാക്ഷത്തിന്റെ(Floral axis) അഗ്രം ഒറ്റപ്പൂവാവുകയാണോ, വളർച്ച തുടരുകയാണോ എന്നതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പൂങ്കുലകൾ 2 തരത്തിലുണ്ട്.

റസിമോസ്(Racemos)പൂങ്കുല: പ്രധാന അക്ഷം (Main axis) വളർന്നുകൊണ്ടിരിക്കും.വശങ്ങളിൽ നിന്ന് പൂക്കൾ അക്രോപെറ്റൽ(Acropetal) രീതിയിൽ ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

റസിമോസ് പൂങ്കുല

സൈമോസ് (Cymose)പൂങ്കുല: പ്രധാന അക്ഷം ഒരു പൂവിൽ അവസാനിക്കുന്നതുകൊണ്ട് വളർച്ച പരിമിതമാണ്. ബേസിപെറ്റൽ(Basipetal) ക്രമത്തിലാണ് താഴെയുള്ള പൂക്കളുണ്ടാകുന്നത്.


സൈമോസ് പൂങ്കുല

5.5 The Flower-പൂവ്

സപുഷ്പികളിലെ(Flowering plants/Angiosperms) ലൈംഗിക പ്രത്യുത്പാദനഭാഗമാണ് (Sexual reprodutive part) പൂവ്(Flower). പൂഞെട്ടിന്റെ (Pedicel) അറ്റത്താണ് പൂവുണ്ടാകുന്നത്. പൂഞെട്ടിന്റെ പരന്നുവീർത്ത(Swollen) അഗ്രഭാഗമായ പുഷ്പാസനത്തിലാണ്/തലാമസിലാണ്(Thalamus) പൂവിന്റെ മറ്റുഭാഗങ്ങൾ നാല് ചുറ്റുകളായി(Whorls) ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്.

വിദളപുടം(Calyx). ദളപുടം(Corolla), കേസരപുടം(Androecium), ജനിപുടം(Gynoecium) എന്നിവയാണ് നാല് ചുറ്റുകൾ(4 Whorls).

വിദളപുടവും. ദളപുടവും സഹായകഭാഗങ്ങളും(Accessory organs) കേസരപുടവും, ജനിപുടവും പ്രത്യുൽപ്പാദനഭാഗങ്ങളുമാണ്(Reproductive organs).

ലില്ലി(Lily) പോലുള്ള പുഷ്പങ്ങളിൽ, വിദളപുടവും(Calyx). ദളപുടവും (Corolla) വെവ്വേറെയില്ല. അതിനെ പെരിയാന്ത്(Perianth) എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

കേസരപുടവും, ജനിപുടവും ഒരേ പൂവിലുണ്ടെങ്കിൽ അതിനെ ദ്വിലിംഗപുഷ്പമെന്നു(Bisexual) വിളിക്കുന്നു. കേസരപുടമോ ജനിപുടമോ മാത്രമുള്ളവയാണ് ഏകലിംഗപുഷ്പങ്ങൾ(Unisexual).

പൂവിന്റെ മധ്യഭാഗത്തുകൂടി കടന്നുപോകുന്ന ഏത് ആരതലത്തിൽക്കൂടി(Radial plane) മുറിച്ചാലും രണ്ട് തുല്യ പകുതികൾ(Equal halves) കിട്ടുന്ന പൂക്കളാണ് ആക്ടിനോമോർഫിക്(Actinomorphic/Radial symmetry-റേഡിയൽ സിമെട്രി) പൂക്കൾ. ഉദാ കടുക്(Mustard),ഉമ്മം(Datura), മുളക്(Chilli)

ഒരു പ്രത്യേക ലംബതലത്തിൽക്കൂടി(Vertical plane) മുറിച്ചാൽ മാത്രം രണ്ട് തുല്യ പകുതികൾ(Equal halves) കിട്ടുന്ന പൂക്കളെ സൈഗോമോർഫിക്(Zygomorphic) പൂക്കൾ എന്ന വിളിക്കുന്നു.

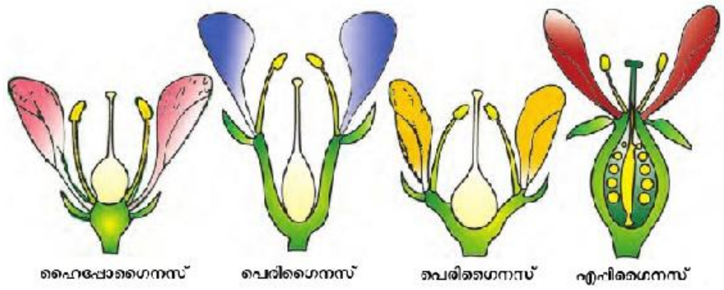
ഉദാ പയർ(Pea), ഗുൽമോഹർ(Gulmohar), ബീൻ(Bean), കൊന്ന(cassia).

പൂവിന്റെ മധ്യഭാഗത്തുകൂടി കടന്നുപോകുന്ന ഏത് ലംബതലത്തിൽക്കൂടി(Any vertical plane) മുറിച്ചാലും രണ്ട് തുല്യ പകുതികൾ കിട്ടാത്ത പൂക്കളാണ് എസിമെട്രിക്(Asymmetric) പൂക്കൾ.ഉദാ കാന(Canna).

പുഷ്പഭാഗങ്ങൾ 3, 4, 5 എന്നിവയുടെ ഗുണിതങ്ങളാണെങ്കിൽ അത്തരം പൂക്കളെ യഥാക്രമം ട്രൈമീറസ്(Trimerous), ടെട്രാമീറസ് (Tetramerous), പെന്റാമീറസ്(Pentamerous) എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

ചില പൂക്കളുടെ പൂഞെട്ടിന്റെ(Pedicel) താഴേയറ്റത്ത് കാണുന്ന തീരെച്ചെറിയ ഇലപോലുള്ള ഭാഗമാണ് ബ്രാക്റ്റ്(Bract). ബ്രാക്റ്റ് ഉള്ള പൂക്കളെ ബ്രാക്റ്റിയേറ്റ് (Bracteate)എന്നും, ഇല്ലാത്തവയെ ഇബ്രാക്റ്റിയേറ്റ് (Ebracteate) എന്നും വിളിക്കുന്നു.

പുഷ്പാസനത്തിലെ(Thalamus) ജനിപുടത്തിന്റെ(Gynoecium) സ്ഥാനമനുസരിച്ച് പൂക്കളെ ഹൈപ്പൊഗൈനസ്(Hypogynous), പെരിഗൈനസ് (Perigynous), എപ്പിഗൈനസ്(Epigynous) എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കാം.



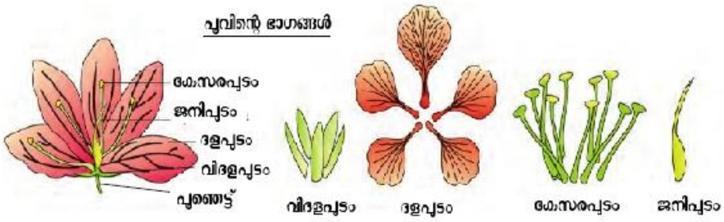
ഹൈപ്പൊഗൈനസ്(Hypogynous):ജനിപുടം(Gynoecium) ഏറ്റവും മുകളിലും മറ്റ് ഭാഗങ്ങൾ താഴെയും കാണുന്നു. അണ്ഡാശയം(Ovary) ഏറ്റവും മുകളിൽ എന്ന അർത്ഥത്തിൽ സുപ്പീരിയർ(Superior) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഉദാ കടുക്(Mustard), ചെമ്പരത്തി(China rose), വഴുതന(Brinjal)

പെരിഗൈനസ്(Perigynous):കപ്പ് പോലെയുള്ള പുഷ്പാസനത്തിന്റെയുള്ളിൽ മധ്യഭാഗത്തായി ജനിപുടവും മറ്റ് പുഷ്പഭാഗങ്ങൾ പുഷ്പാസനത്തിന്റെ വക്കിൽ ഏകദേശം ഒരേ നിരപ്പിലും കാണുന്നു. അണ്ഡാശയം(Ovary) പകുതി ഇൻഫീരിയർ(Half inferior) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഉദാ പ്ലം(Plum), റോസ്(Rose), പീച്ച്(Peach).

എപ്പിഗൈനസ്(Epigynous): പുഷ്പാസനത്തിന്റെ അരികുകൾ(Margins) മുകളിലേയ്ക്ക് വളർന്ന് അണ്ഡാശയത്തെ പൊതിഞ്ഞ്, അതിനോടൊട്ടിച്ചേർന്ന് കാണുന്നു. അതിനാൽ മറ്റ് പുഷ്പഭാഗങ്ങൾ അണ്ഡാശയത്തിനു മുകളിലായി കാണപ്പെടുന്നു. ഇങ്ങനെയുള്ള അണ്ഡാശയം ഇൻഫീരിയർ(Inferior) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഉദാ പേര(Guava), വെള്ളരി(Cucumber), സൂര്യകാന്തിയിലെ റേ ഫ്ലോററ്റുകൾ(Ray florets of sunflower).

5.5.1 Parts of a Flower-പൂവിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ



a) വിദളപുടം(Calyx)

പച്ചനിറമുള്ള ഇലപോലെയുള്ള വിദളങ്ങൾ(Sepals) ചേർന്നതാണ് വിദളപുടം (Calyx). പൂവിന്റെ ഏറ്റവും പുറംഭാഗത്തുള്ള വിദളപുടം പൂമൊട്ടിനെ പൊതിഞ്ഞ് സംരക്ഷിക്കുന്നു. വിദളങ്ങൾ ഒട്ടിച്ചേർന്നിരിക്കുന്ന(United Sepals) വിദളപുടത്തെ ഗാമോസെപാലസ്(Gamosepalous) എന്നും വിദളങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമായിക്കാണുന്നതിനെ (Free Sepals) പോളിസെപാലസ്(Polysepalous) എന്നും വിളിക്കുന്നു.

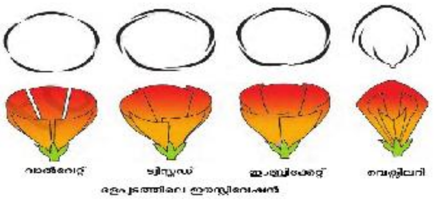
b) ദളപുടം(Corolla)

ദളങ്ങൾ(Petals) ചേർന്നതാണ് ദളപുടം(Corolla). വർണ്ണവൈവിധ്യമുള്ള ദളങ്ങൾ ഷഡ്പദങ്ങളെ(Insects) ആകർഷിക്കുന്നതുമൂലം പരാഗണത്തിന്(Pollination) സഹായിക്കുന്നു. ദളങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന(United Petals) ദളപുടത്തെ ഗാമോപെറ്റാലസ്(Gamopetalous) എന്നും സ്വതന്ത്രമായ ദളങ്ങളുള്ള(Free Petala) ദളപുടത്തെ പോളിപെറ്റാലസ്(Polypetalous) എന്നും വിളിക്കുന്നു.

ഈസ്റ്ററിവേഷൻ(Aestivation)

പൂമൊട്ടിൽ(Floral bud) വിദളങ്ങളുടേയും(Sepals) ദളങ്ങളുടേയും (Petals) ക്രമീകരണരീതിയാണ് ഈസ്റ്ററിവേഷൻ(Aestivation).

വാൽവേറ്റ്(Valvate), ട്വിസ്റ്റഡ് (Twisted), ഇംബ്രിക്കേറ്റ് (Imbricate),വെക്സിലറി (Vexillary) എന്നിങ്ങനെ നാലുതരം ഈസ്ററിവേഷനുണ്ട്,



1.വാൽവേറ്റ്(Valvate)

വിദളപുട(Calyx)ത്തിലെ വിദള(Sepals)ങ്ങളുടെ അല്ലെങ്കിൽ ദളപുട(Corolla)ത്തിലെ ദള(Petals)ങ്ങളുടെ അരികുകൾ(Margins) മാത്രം തൊട്ടിരിക്കുന്ന രീതി.

ഉദാ എരുക്ക്(Calotropis)

2.ട്വിസ്റ്റഡ്(Twisted)

ഒരു വിദളത്തിന്റെ/ദളത്തിന്റെ ഒരരിക് തൊട്ടടുത്ത വിദളത്തിന്റെ/ദളത്തിന്റെ മുകളിലായുള്ള ക്രമീകരണം.

ഉദാ ചെമ്പരത്തി(China rose), വെണ്ട(Lady's finger), പരുത്തി(Cotton)

3.ഇംബ്രിക്കേറ്റ്(Imbricate)

വിദളത്തിന്റെ/ദളത്തിന്റെ അരികുകൾ ഒന്നിന് മുകളിൽ ഒന്നായി ഒരു പ്രത്യേകദിശയിലല്ലാതെയുള്ള ക്രമീകരണമാണ് ഇംബ്രിക്കേറ്റ് ഈസ്റ്ററിവേഷൻ(Imbricate aestivation). ഉദാ കൊന്ന (Cassia), ഗുൽമോഹർ(Gulmohar)

4.വെക്സിലറി(Vexillary)

പയർ/ബീൻസ്(Pea/Beans) പൂക്കളുടെ ദളപുടം അഞ്ച് ദളങ്ങൾ ചേർന്നതാണ്. ഏറ്റവും വലിയ ദളം (സ്റ്റാൻഡേർഡ്-Standard)) വശങ്ങളിലുള്ള രണ്ട് ദളങ്ങളെ (Wings)പൊതിഞ്ഞു കാണുന്നു. ഇവ മുൻഭാഗത്തുള്ള രണ്ട് ദളങ്ങളെ (Keel)പൊതിയുന്നു. ഇത്തരം ഈസ്റ്ററിവേഷനെ വെക്സിലറി(Vexillary) അഥവാ പാപ്പിലിയോണേഷ്യസ്(Papilionaceous) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

c) കേസരപുടം(Androecium)ആൻഡ്രീഷിയം

പൂവിലെ ആൺപ്രത്യുൽപ്പാദനാവയവമായ കേസരപുടം കേസരങ്ങൾ (Stamens) ചേർന്നതാണ്. തന്തുകം(Filament) പരാഗി(Anther) എന്നിവയാണ് കേസരത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ. പരാഗിക്ക് രണ്ട് ലോബുകളും (Lobes) ഓരോ ലോബിലും പരാഗസഞ്ചി(Pollen sacs)കളെന്ന രണ്ട് അറകളുമുണ്ടാകും(Chambers). പരാഗസഞ്ചികളിലാണ് പരാഗരേണുക്കൾ (Pollen grains)ണ്ടാകുന്നത്. പരാഗരേണുക്കളുണ്ടാകാത്ത കേസരത്തെ സ്റ്റാമിനോഡ് (Staminode) എന്ന വിളിക്കുന്നു.

ദളങ്ങളുമായി(Petals) ചേർന്ന് കാണുന്ന കേസരങ്ങൾ എപ്പിപെറ്റാലസ് (Epipetalous) കേസരങ്ങളെന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഉദാ വഴുതന (Brinjal)

പെരിയാന്തുമായി(Perianth) ചേർന്നിരിക്കുന്ന കേസരങ്ങളാണ് എപ്പിഫില്ലസ്(Epiphillous) കേസരങ്ങൾ. ഉദാ ലില്ലി(Lily)

കേസരങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമായോ(Polyandrous-പോളിയാൻഡ്രസ്) പലരീതിയിൽ കൂടിച്ചേർന്നോ(United) കാണപ്പെടുന്നു.

കേസരങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന് ഒറ്റക്കൂട്ടമായി(One bunch/bundle) കാണുന്നതിനെ മോണഡൽഫസ്(Monoadelphous) എന്നു പറയുന്നു.

ഉദാ ചെമ്പരത്തിപ്പൂ(China rose)

കേസരങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന് രണ്ട് കൂട്ടമായി(Two bundles) കാണുന്നതാണ് ഡൈഅഡൽഫസ്(Diadelphous) ഉദാ പയർ(Pea)

രണ്ടിൽക്കൂടുതൽ കെട്ടുകളായി(More than two bundles) കാണുന്നതിനെ പോളിഅഡൽഫസ്(Polyadelphous) എന്നു പറയുന്നു.

ഉദാ നാരകം(Citrus)

d)ജനിപുടം(Gynoecium-ഗൈനീഷ്യം)

പൂവിലെ പെൺപ്രത്യുൽപ്പാദനാവയവമായ ജനിപുടം ഒന്നോ അതിലധികമോ ജനികൾ(Carpels) ചേർന്നതാണ്. ജനിക്ക് പരാഗണസ്ഥലം (Stigma), ജനിദണ്ഡ്(Style), അണ്ഡാശയം(Ovary) എന്നീ മൂന്ന് ഭാഗങ്ങളുണ്ട്.

തലാമസിൽ ചേർന്നിരിക്കുന്ന ജനിയുടെ ഭാഗമാണ് ഉരുണ്ട് വീർത്ത അണ്ഡാശയം(Ovary). ഇതിൽനിന്ന് നീണ്ട കുഴൽപോലെ ജനിദണ്ഡ്(Style) കാണാം. ജനിദണ്ഡിന്റെ അഗ്രഭാഗമായ പരാഗണസ്ഥലത്താണ്(Stigma) പരാഗരേണുക്കൾ(Pollen grains) പതിക്കുന്നത്.

ഒന്നിൽക്കൂടുതൽ ജനികൾ സ്വതന്ത്രമായി(Free carpels) കാണപ്പെടുന്നതിനെ അപോകാർപസ്(Apocarpous) എന്നു പറയുന്നു.

ഉദാ താമര(Lotus), റോസ(Rose)

ജനികൾ ഒട്ടിച്ചേർന്ന്(Fused carpels) ഒന്നായി കാണുന്നതാണ് സിൻകാർപസ്.(Syncarpous) ഉദാ കടുക്(Mustard), തക്കാളി(Tomato)

ബീജസംയോഗ(Fertilization)ത്തിനുശേഷം അണ്ഡാശയം(Ovary) ഫലമായും(Fruit) ഓവ്യൂൾ(Ovule) വിത്തായും(Seed) മാറുന്നു.

പ്ലസെന്റേഷൻ(Placentation)

അണ്ഡാശയ(Ovary)ത്തിനുള്ളിൽ ഓവ്യൂളുകളുടെ(Ovules) ക്രമീകരണമാണ് പ്ലസെന്റേഷൻ(Placentation). ഓരോ അണ്ഡാശയത്തിലും ഒന്നോ അതിൽക്കൂടുതലോ ഓവ്യൂളുകൾ പരന്ന് കുഷ്യൻപോലുള്ള പ്ലസെന്റ (Placenta)യുമായി ബന്ധിച്ചിരിക്കുന്നു. അഞ്ചുതരം പ്ലസെന്റേഷനുണ്ട്.

1.മാർജിനൽ(Marginal): അണ്ഡാശയത്തിന്റെ അരികിൽ(Margin) രണ്ട് നിരകളായി ഓവ്യൂളുകൾ(Ovules) ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉദാ പയർ(Pea)

2.ആക്സൈൽ(Axile): ഒന്നിലധികം അറകളുള്ള(Multilocular) അണ്ഡാശയത്തിന്റെ മധ്യഅക്ഷത്തിലുള്ള(Axial) പ്ലസെന്റയിലായിരിക്കും ഓവ്യൂളുകളുള്ളത്.ഉദാ ചെമ്പരത്തി(China rose), തക്കാളി(Tomato), നാരകം(Citrus)

3.പെരൈറ്റൽ(Parietal): അണ്ഡാശയത്തിന്റെ ഉൾഭിത്തിയിലാണ്(Inner wall) ഓവ്യൂളുകളുടെ സ്ഥാനം. അണ്ഡാശയം ഒറ്റ അറയാണെങ്കിലും(One chambered) കപടഭിത്തി(False septum)യുള്ളതിനാൽ രണ്ട് അറകളായി(Two chambered) കാണപ്പെടുന്നു. ഉദാ കടുക്(Mustard), ആർജിമോൺ(Argemone)

4.ഫ്രീസെൻട്രൽ(Free central): മധ്യഅക്ഷത്തിൽ(Central axis) ഓവ്യൂളുകളുണ്ടാവുകയും ഇടഭിത്തി(Septum)യില്ലാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഉദാ: ഡയാന്തസ്(Dianthus), പ്രിംറോസ്(Primrose)

5.ബേസൽ(Basal): അണ്ഡാശയത്തിന്റെ അടിഭാഗത്തുള്ള പ്ലസെന്റയിൽ ഒരു ഓവ്യൂൾമാത്രം കാണപ്പെടുന്നു.ഉദാ സൂര്യകാന്തി(Sunflower), മാങ്ങാനാറി (Marigold).

5.9.1 *Fabaceae*-ഫാബേസിയേ

ലെഗുമിനോസേ(Leguminosae) സസ്യകുടുംബത്തിന്റെ ഒരു ഉപ കുടുംബമായ(Sub family) പാപ്പിലിയോനോയിഡിയേ(Papilionoideae) എന്നാണ് ഈ കുടുംബം അറിയപ്പെട്ടിരുന്നത്.

പൂവിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ(Floral characters)

പൂങ്കുല(Inflorescence): റസിമോസ്(Racemose)

പൂവ്(Flower): ദ്വിലിംഗം(Bisexual), സൈഗൊമോർഫിക്(Zygomorphic)

വിദളപുടം(Calyx): അഞ്ച് വിദളങ്ങൾ(Sepals), ഗാമോസെപ്പാലസ് (Gamosepalous), വാൽവേറ്റ്(Valvate)/ഇംബ്രിക്കേറ്റ്(Imbricate) ഈസ്റ്റിവേഷൻ (Aestivation)

ദളപുടം(Corolla): അഞ്ച് ദളങ്ങൾ(Petals), പോളിപെറ്റാലസ്(Polypetalous), പാപ്പിലിയോണേഷ്യസ്(Papilionaceous). പിൻഭാഗത്ത് ഒരു സ്റ്റാൻഡേർഡ് പെറ്റൽ(Standard petal , വശങ്ങളിലുള്ള രണ്ട് വിങ്ങ് പെറ്റലുകൾ(Wing petals), മുൻഭാഗത്തുള്ള ചേർന്നിരിക്കുന്ന രണ്ട് കീൽ പെറ്റലുകൾ(Keel petals). കേസരങ്ങളും(Stamens) ജനിയും(Carpel/Pistil) ഇതിനുള്ളിലായി കാണുന്നു. വെക്സിലറി(Vexillary) ഈസ്ററിവേഷൻ(Aestivation).

കേസരപുടം(Androecium): പത്ത് കേസരങ്ങൾ(Stamens) ഡൈഅഡൽഫസ്(Diadelphous), ഡൈതീക്കസ്(Dithecus) പരാഗി(Anther)

ജനിപുടം(Gynoecium): അണ്ഡാശയം(Ovary) സുപ്പീരിയർ(Superior), മോണോകാർപ്പെലറി(Monocarpellary), ഒരു അറ(Unilocular), ധാരാളം ഓവ്യൂളുകൾ(Many ovules), ഒരു ജനിദണ്ഡ്(Style)

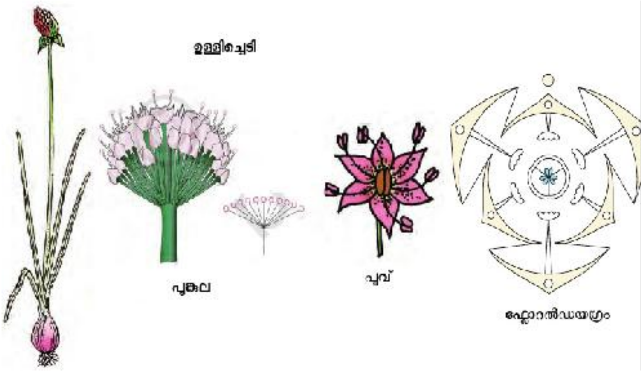
ഫ്ലോറൽ ഫോർമുല(Floral formula) $\% \ K_{(5)}\ C_{1+2+(2)}\ A_{(9)+1}\ \underline{G}_1$

5.9.3 *Liliaceae*-ലിലിയേസിയേ

ഏകബീജപത്രസസ്യകുടുംബം(Monocotyledonous family)

പൂവിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ(Floral characters)

പൂങ്കുല(Inflorescence): ഒറ്റപ്പൂവ്(Solitary)/സൈമോസ്



പൂങ്കുല(Cymose Inflorescence): ചിലപ്പോൾ അംബലേറ്റ് ക്ലസ്റ്റർ(Umbellate cluster)

പൂവ്(Flower): ദ്വിലിംഗം(Bisexual),ആക്റ്റിനോമോർഫിക്(Actinomorphic)

പെരിയാന്ത്(Perianth): ആറ് ടെപ്പലുകൾ(3+3Tepels), ചിലപ്പോൾ ചേർന്ന് കുഴലുപോലെയുള്ളത്, വാൽവേറ്റ് ഈസ്റ്റിവേഷൻ(Valvate aestivation)

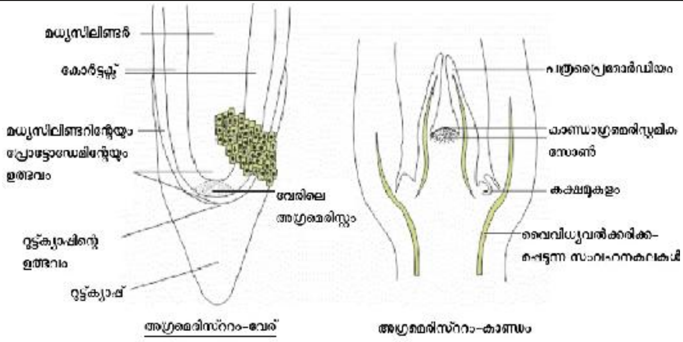
കേസരപുടം(Androecium): ആറ് കേസരങ്ങൾ(3+3 Stamens) , എപ്പിടെപാലസ്(Epitepalous)

ജനിപുടം(Gynoecium): മൂന്ന് ജനികൾ(ട്രൈകാർപെലറി-Tricarpellary) ചേർന്നത്(സിൻകാർപ്പസ്(Syncarpous), അണ്ഡാശയം(Ovary) സുപ്പീരിയർ (Superior), മൂന്ന് അറകളും(Trilocular) ധാരാളം ഓവ്യൂളുകളും(Many ovules), ആക്സൈൽ പ്ലസെന്റേഷൻ(Axile placentation)

ഫ്ലോറൽ ഫോർമുല(Floral formula) $Br\ \ \overset{\frown}{P_{(3+3)}A_{3+3}}G_{(3)}$

4 സപുഷ്പികളുടെ ആന്തരഘടന(ഫോക്കസ് ഏരിയ)
Anatomy of Flowering Plants

Focus area *6.1.1 Meristematic tissues; 6.1.2.2 Complex tissues; 6.2.1 Epidermal tissue system; 6.2.3 The vascular tissue system; 6.3.1 Dicotyledonous root; 6.3.2 Monocotyledonous root; 6.3.3 Dicotyledonous stem; 6.3.4 Monocotyledonous stem; 6.3.5 Dorsiventral(Dicotyledonous)leaf*



6.1.1 Meristematic tissues മെരിസ്റ്റമിക കലകൾ

കോശങ്ങൾ സജീവമായി(Actively) വിഭജിക്കുന്ന മെരിസ്റ്റം (Meristem-ഗ്രീക്കിലെ Meristos(മെരിസ്റ്റോസ്) എന്ന വാക്കിനർത്ഥം വിഭജിച്ച (Divided) എന്നാണ്) എന്ന ഭാഗത്താണ് സസ്യങ്ങളിൽ വളർച്ച കേന്ദ്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ചെടിയിൽ എവിടെ കാണപ്പെടുന്നു എന്നതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അഗ്രമെരിസ്റ്റം(Apical meristem), പർവാന്തരമെരിസ്റ്റം (Intercalary meristem), പാർശ്വമെരിസ്റ്റം(Lateral meristem) എന്നിങ്ങനെ മൂന്നുതരം മെരിസ്റ്റമിക കലകളുണ്ട്. അഗ്രമെരിസ്റ്റം(Apical meristem), പർവാന്തരമെരിസ്റ്റം(Intercalary meristem) എന്നിവ സസ്യവളർച്ചയുടെ തുടക്കത്തിൽതന്നെ കാണപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടും പ്രാഥമികസസ്യശരീര (Primary plant body) നിർമ്മാണത്തിന് കാരണമാകുന്നതുകൊണ്ടും പ്രാഥമികമെരിസ്റ്റങ്ങൾ(Primary meristems) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

അഗ്രമെരിസ്റ്റം(Apical meristem)

വേരിന്റേയും കാണ്ഡത്തിന്റേയും അഗ്രഭാഗത്ത് കാണപ്പെടുന്നു. ഇലകളുടെ രൂപീകരണസമയത്തും, തണ്ടുകളുടെ നിളം കൂടുമ്പോഴും പിൻതള്ളപ്പെടുന്ന കാണ്ഡാഗ്രമെരിസ്റ്റകോശങ്ങളാണ്(Shoot apical meristem) കക്ഷമുകുളങ്ങളായി(Axillary buds) മാറുന്നത്. ഇവയ്ക്ക് പൂക്കളോ ശാഖകളോ (Branches) ആയി മാറാനുള്ള കഴിവുണ്ട്.

പർവാന്തരമെരിസ്റ്റം(Intercalary meristem)

പൂർണ്ണവളർച്ചയെത്തിയ കലകൾക്കിടയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. കാലികൾ മേയുമ്പോൾ പുൽച്ചെടികളിൽനിന്ന് നഷ്ടപ്പെടുന്ന ഭാഗങ്ങൾ വീണ്ടും ഉണ്ടാകുന്നതിന്(Regenerate) പർവാന്തരമെരിസ്റ്റം(Intercalary meristem) സഹായിക്കുന്നു.

പാർശ്വമെരിസ്റ്റം(Lateral meristem)/ദ്വിതീയമെരിസ്റ്റം(Secondary meristem)

പ്രാഥമികമെരിസ്റ്റത്തി(Primary meristem)നുശേഷം രൂപപ്പെടുന്നതും വേരിലും കാണ്ഡത്തിലും പൂർണ്ണവളർച്ചയെത്തിയ ഭാഗങ്ങളിൽ കാണുന്നതും ദൃഢമായ(Woody) കാണ്ഡനിർമ്മാണത്തിന് കാരണമാകുന്നതുമായ മെരിസ്റ്റമാണ് പാർശ്വമെരിസ്റ്റം(Lateral meristem) അഥവാ ദ്വിതീയമെരിസ്റ്റം (Secondary meristem). ഫസിക്കുലാർ വാസ്കുലാർ കേമ്പിയം(Fascicular vascular cambium), ഇന്റർഫസിക്കുലാർ കേമ്പിയം(Interfascicular cambium), കോർക്ക് കേമ്പിയം(Cork cambium) എന്നിവയാണ് പാർശ്വമെരിസ്റ്റങ്ങൾ. പ്രാഥമികമെരിസ്റ്റത്തിനുശേഷം രൂപപ്പെടുന്നതുകൊണ്ട് ഇവ ദ്വിതീയമെരിസ്റ്റം (Secondary meristem) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

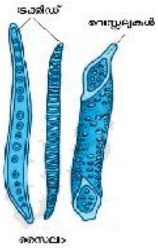
പ്രാഥമിക-ദ്വിതീയമെരിസ്റ്റങ്ങളുടെ വിഭജനഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന കോശങ്ങൾ പ്രത്യേക ഘടനയും ധർമ്മവുമുള്ള വിഭജനശേഷിനഷ്ടപ്പെട്ട സ്ഥിരകോശങ്ങൾ(Permanent) അഥവാ പൂർണ്ണവളർച്ചയെത്തിയ(Mature) കോശങ്ങളായി മാറുന്നു. പ്രാഥമികസസ്യശരീര(Primary plant body) നിർമ്മാണ ഘട്ടത്തിൽ അഗ്രമെരിസ്റ്റത്തിലെ പ്രത്യേകഭാഗങ്ങളിൽനിന്ന് ആവരണകലകൾ(Dermal tissues), അടിസ്ഥാനകലകൾ(Ground tissues), സംവഹനകലകൾ(Vascular tissues) എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു.

6.1.2.2 Complex tissues സങ്കീർണ്ണകലകൾ

ഒന്നിലധികം തരം കോശങ്ങളുള്ള എന്നാൽ, ഒറ്റ യൂണിറ്റായി ഒരു പൊതുധർമ്മം നിർവ്വഹിക്കുന്നവയാണ് സങ്കീർണ്ണകലകൾ(Complex tissues). സൈലം(Xylem) ഫ്ലോയം(Phloem) എന്നിവയാണ് സസ്യങ്ങളിലെ സങ്കീർണ്ണ കലകൾ.

സൈലം(Xylem)

ജലം ധാതുക്കൾ എന്നിവയെ വേരിൽനിന്ന് കാണ്ഡത്തിലേക്കും ഇലകളിലേക്കും കൊണ്ടുപോകുന്ന കലകളാണ് സൈലം. സസ്യഭാഗങ്ങൾക്ക് ബലം നൽകുന്നതിനും ഇവ സഹായിക്കുന്നു. ട്രക്കീടുകൾ (Tracheids), വെസലുകൾ(Vessels) സൈലം പാരൻകൈമ(Xylem parenchyma) സൈലം ഫൈബറുകൾ(Xylem fibres) എന്നിങ്ങനെ നാലുതരം കലകളാണ് സൈലത്തിൽ ഉള്ളത്. ജിമ്നോസ്പെമുകളുടെ(Gymnosperms) സൈലത്തിൽ വെസലുകൾ(Vessels) കാണാറില്ല.



ട്രക്കീഡുകൾ(Tracheids): കൂർത്ത അഗ്രങ്ങൾ(Tapering ends) ഉള്ള നീണ്ട, നേർത്ത കുഴലുകൾ പോലുള്ള ട്രക്കീഡ് കോശങ്ങളുടെ ഭിത്തി ലിഗ്നിൻ(Lignin) നിർമ്മിതവും കട്ടിയുള്ളതുമാണ്. മൃത(Dead) കോശങ്ങളായതിനാൽ ഇവയിൽ കോശദ്രവ്യം(Protoplasm) ഇല്ല. കോശഭിത്തിയുടെ ആന്തരപാളികൾ പല തരത്തിൽ തടിപ്പുകളുള്ളതാണ് (Thickening). സപുഷ്പികളിൽ(Flowering plants) ജലസംവഹനം നടക്കുന്നത് പ്രധാനമായും ട്രക്കീഡുകളും(Tracheids) വെസ്സലുകളും(Vessels) വഴിയാണ്.

വെസ്സലുകൾ(Vessels): വെസൽ മെമ്പേഴ്സ്(Vessel members) എന്ന് വിളിക്കുന്ന നിരവധി കോശങ്ങൾ ചേർന്ന സിലിണ്ടർ(Cylindrical) ആകൃതിയുള്ള ട്യൂബുകളാണ് വെസ്സലുകൾ. കോശങ്ങൾക്ക് ലിഗ്നിൻ(Lignin) നിർമ്മിത കോശഭിത്തിയും മധ്യത്തിൽ വലിയ അറയുമുണ്ട്(Cavity). കോശദ്രവ്യം

(Protoplasm) കാണപ്പെടുന്നില്ല. അടുത്തടുത്ത കോശങ്ങളുടെ കോശഭിത്തിയിലുള്ള ചെറുസുഷിരങ്ങളാൽ(Perforations) അവ പരസ്പരബന്ധിതമാണ്. വെസലുകളുടെ സാന്നിധ്യം സപുഷ്പികളുടെ സവിശേഷ (Characteristic) പ്രത്യേകതയാണ്(Feature).

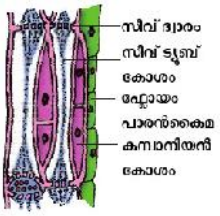
സൈലം ഫൈബറുകൾ(Xylem fibres): വളരെ കട്ടികൂടിയ കോശഭിത്തി കാരണം കോശമധ്യ അറ(Lumen) തീരെയില്ല. ഇവ കുറുകെ ഭിത്തിയുള്ളതോ ഇല്ലാത്തതോ ആകാം.

സൈലം പാരൻകൈമ(Xylem parenchyma): സെല്ലുലോസ്(Cellulose) നിർമ്മി തമായ നേർത്ത കോശഭിത്തിയുള്ള ജീവനുള്ള കോശങ്ങളാണിവ. അന്നജം(Starch), കൊഴുപ്പ്(Fat) രൂപങ്ങളിൽ ആഹാരവും ടാനിൻ(Tannin) പോലെയുള്ള വസ്തുക്കളും ശേഖരിക്കുന്നത് ഈ കോശങ്ങളിലാണ്. ജലത്തിന്റെ പാർശ്വസംവഹനത്തിന്(Radial conduction) റേ പാരൻകൈമ (Ray parenchyma) കോശങ്ങൾ സഹായിക്കുന്നു.

പ്രാഥമിക സൈലം(Primary xylem), പ്രോട്ടോസൈലമെന്നും (Protoxylem) മെറ്റാസൈലമെന്നും(Metaxylem) രണ്ടുതരമുണ്ട്. ആദ്യമുണ്ടാകുന്ന പ്രാഥമിക സൈലമാണ്(Primary xylem) പ്രോട്ടോസൈലം (Protoxylem). സസ്യവളർച്ചയുടെ പിന്നീടുള്ള ഘട്ടത്തിൽ രൂപപ്പെടുന്നതാണ് മെറ്റാസൈലം(Metaxylem). കാണ്ഡത്തിലെപ്പോലെ പ്രോട്ടോസൈലം മധ്യഭാഗത്തേയ്ക്കും(Centre) മെറ്റാസൈലം(Metaxylem) പുറംഭാഗത്തേയ്ക്കും (Periphery) കാണുന്ന പ്രാഥമിക സൈലത്തെ എന്റാർക്ക്(Endarch) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. എന്നാൽ വേരുകളിൽ പ്രോട്ടോസൈലം(Protoxylem) പുറംഭാഗത്തേയ്ക്കും(Periphery) മെറ്റാസൈലം(Metaxylem) മധ്യഭാഗത്തേയ്ക്കും (Centre) കാണപ്പെടുന്ന എക്സാർക്ക്(Exarch) സൈലമാണുള്ളത്.

ഫ്ലോയം(Phloem)

ആഹാരം ഇലകളിൽനിന്ന് മറ്റ് സസ്യഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്ക് പോകുന്നത് ഫ്ലോയം (Phloem) വഴിയാണ്. സീവ് ട്യൂബ്(Sieve tube), കമ്പാനിയൻ കോശം (Companion cell), ഫ്ലോയം പാരൻകൈമ(Phloem parenchyma), ഫ്ലോയം ഫൈബറുകൾ(Phloem fibres) എന്നിവയാണ് ഫ്ലോയത്തിന്റെ ഘടകഭാഗങ്ങൾ. ജിമ്നോസ്പെമുകളിൽ(Gymnosperms) സീവ് ട്യൂബ്(Sieve tube),കമ്പാനിയൻ കോശങ്ങൾ(Companion cells) ഇവയില്ല. പകരം ആൽബുമിനസ് കോശങ്ങളും(Albuminous cells) സീവ് കോശ(Sieve cells)ങ്ങളുമുണ്ട്.



ഫ്ലോയം

സീവ് ട്യൂബ്(Sieve tube): കമ്പാനിയൻ കോശ(Companion cells)ങ്ങളോട് ചേർന്നുകാണുന്ന നീണ്ട ട്യൂബ് പോലെയുള്ള കോശങ്ങൾ ചേർന്നതാണ് സീവ് ട്യൂബ്(Sieve tube). കോശങ്ങൾ ചേരുന്ന ഭാഗത്തുള്ള കോശഭിത്തിയിൽ അരിപ്പയിലെപ്പോലെ(Sieve-like) സുഷിരങ്ങളുള്ള സീവ് പ്ലേറ്റുകളുണ്ട് (Sieve plates). പൂർണ്ണവളർച്ചയെത്തിയ ഒരു സീവ് കോശത്തിൽ വലിയ ഫേനവും(Vacuole) അരികിൽ(Periphery) മാത്രം കോശദ്രവ്യവും(Cytoplasm) കാണ പ്പെടുന്നു. മർമ്മം(Nucleus) ഉണ്ടാവില്ല. അതിനാൽ സീവ് ട്യൂബിന്റെ പ്രവർത്ത നങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണം കമ്പാനിയൻ കോശമർമ്മങ്ങൾക്കാണ്.

കമ്പാനിയൻ കോശങ്ങൾ(Companion cells): സീവ് ട്യൂബിനോട് ചേർന്നു കാണുന്ന പ്രത്യേക പാരൻകൈമ(Parenchyma) കോശങ്ങളാണിവ. കോശ ഭിത്തികളിൽക്കൂടിയുള്ള സുഷിരങ്ങൾ വഴി ഇവ പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. സീവ് ട്യൂബ് കോശങ്ങളിലെ മർദ്ദം നിലനിർത്താൻ കമ്പാനിയൻ കോശങ്ങൾ സഹായിക്കുന്നു.

ഫ്ലോയം പാരൻകൈമ(Phloem parenchyma): നീണ്ട കൂർത്ത സിലിൺഡ്രിക്കൽ(Cylindrical) ആകൃതിയുള്ള കോശങ്ങളാണിവ. ധാരാളം കോശദ്രവ്യവും, മർമ്മവും ഉണ്ട്. സെല്ലുലോസ്(Cellulose) നിർമ്മിതമാണ് കോശഭിത്തി (Cellwall). കോശഭിത്തിയിലുള്ള സുഷിരങ്ങളിലൂടെയുള്ള പ്ലാസ്മോഡെസ്മേറ്റ (Plasmodesmata) വഴി കോശങ്ങൾ പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ആഹാര പദാർഥങ്ങളെ കൂടാതെ റെസിൻ(Resin), ലാറ്റക്സ്(Latex), ശ്ലേഷ്മം/മ്യൂസിലേജ് (Mucilage) എന്നിവയും ഫ്ലോയം പാരൻകൈമയിൽ സംഭരിക്കുന്നു. മിക്ക ഏക ബീജപത്രസസ്യങ്ങളിലും(Monocot plants) ഫ്ലോയം പാരൻകൈമ കാണാറില്ല.

ഫ്ലോയം ഫൈബറുകൾ(Phloem fibres): സ്ക്ലീറൻകൈമ(Sclerenchyma) കോശങ്ങളാൽ നിർമ്മിതമായ ഇവ പ്രാഥമിക ഫ്ലോയത്തിൽ(Primary phloem) സാധാരണ കാണുന്നില്ല. നീണ്ട, ശാഖകളില്ലാത്ത, കൂർത്ത സൂചിമുന പോലുള്ള അഗ്രമുള്ളവയാണ് ഫൈബറുകൾ. കോശഭിത്തി വളരെ കട്ടിയുള്ളതാണ്. പൂർണ്ണവളർച്ചയെത്തുമ്പോൾ കോശദ്രവ്യം നഷ്ടപ്പെട്ട് മൃതകോശ(Dead cell) ങ്ങളാകുന്നു. ജൂട്ട്(Jute), ഫ്ലാക്സ്(Flax), ഹെമ്പ്(Hemp) എന്നിവയിലെ ഫ്ലോയം ഫൈബറുകൾ വാണിജ്യപ്രാധാന്യമുള്ളവയാണ്.

സസ്യവളർച്ചയുടെ ആദ്യ ഘട്ടത്തിലുണ്ടാകുന്ന ഇടുങ്ങിയ(Narrow) സീവ് ട്യൂബുകളുള്ള(Sieve tubes) ഫ്ലോയമാണ് പ്രോട്ടോഫ്ലോയം(Protophloem) പിന്നീടുണ്ടാകുന്ന വലിയ സീവ് ട്യൂബുകളുള്ള(Sieve tube) ഫ്ലോയം, മെറ്റാഫ്ലോയം(Metaphloem) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

6.2.1 *Epidermal tissue system* ഉപരിവൃതികലകളുടെ വ്യൂഹം

സസ്യശരീരം(Plant body) മുഴുവൻ ആവരണം ചെയ്തു കാണുന്നതാണ് ഉപരിവൃതി കലകളുടെ വ്യൂഹം(Epidermal tissue system). ഉപരിവൃതി കോശങ്ങൾ(Epidermal cells), ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ(Stomata), എപിഡെർമൽ അപ്പന്റേജുകളായ(Epidermal appendages) ട്രൈക്കോമുകൾ (Trichomes), രോമങ്ങൾ(Hairs) എന്നിവയാണ് ഇതിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ.

ഉപരിവൃതി(Epidermis)

പ്രാഥമികസസ്യശരീരത്തിന്റെ(Primary plant body) ഏറ്റവും പുറമെയുള്ള(Outermost) പാളിയാണിത്(Layer). നീണ്ടതും ഞെരുങ്ങിയിരിക്കുന്നതുമായ(Compactly arranged) ഒരുപാളി(Single layer) പാരൻകൈമ (Parenchyma) കോശങ്ങളാണിതിലുള്ളത്. ഇവയിൽ കോശഭിത്തിയോട് ചേർന്ന് കുറച്ച് കോശദ്രവ്യവും(Cytoplasm) വലിയ ഫേനവുമുണ്ടാകും(Vacuole). ഉപരിവൃതിയുടെ പുറംഭാഗത്തുള്ള കട്ടിയുള്ള മെഴുക്(Waxy) പാളിയായ ക്യൂട്ടിക്കിൾ(Cuticle) ഉള്ളിലെ കോശങ്ങളിൽനിന്ന് ജലനഷ്ടം തടയുന്നു. വേരുകളിൽ ക്യൂട്ടിക്കിൾ(Cuticle) ഉണ്ടാവില്ല.

ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ(Stomata)

ഇലകളിലെ ഉപരിവൃതിയുടെ(Epidermis) ഭാഗമാണിവ. സസ്യസ്വേദനവും(Transpiration) വാതകവിനിമയവും(Gaseous exchange) നിയന്ത്രിക്കുകയാണ് ഇവയുടെ ധർമ്മം.

പയറിന്റെ ആകൃതിയിൽ കാവൽകോശങ്ങളുള്ള ആസ്യരന്ധ്രം
ഡംബെൽ ആകൃതിയിൽ കാവൽകോശങ്ങളുള്ള ആസ്യരന്ധ്രം

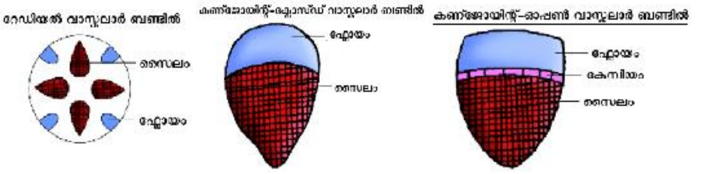
ആസ്യരന്ധ്രത്തിന് ചുറ്റുമായി പയറിന്റെ(Bean) ആകൃതിയുള്ള രണ്ട് കാവൽ കോശ(Guard cells)ങ്ങളുണ്ട്. പുൽച്ചെടികളിൽ കാവൽ കോശങ്ങൾ ഡംബെൽ(dumb-bell) ആകൃതിയിലായിരിക്കും. കാവൽകോങ്ങളുടെ പുറംഭിത്തി(Outer walls) കട്ടി കുറഞ്ഞതും അകഭിത്തി(Inner wall) കട്ടി കൂടിയതുമാണ്. കാവൽകോശങ്ങളിൽ ഹരിതകമുണ്ട്(Chloroplast).ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ തുറക്കുന്നതും അടയുന്നതും കാവൽകോശങ്ങളാണ് നിയന്ത്രിക്കുന്നത്. കാവൽകോശങ്ങളുടെ ചുറ്റിലുമുള്ള ചില ഉപരിവൃതി കോശങ്ങൾ വലുപ്പത്തിലും ആകൃതിയിലും വ്യത്യസ്തമായി കാണാറുണ്ട്. ഇവയാണ് സബ്സിഡിയറി കോശങ്ങൾ(Subsidiary cells). ആസ്യരന്ധ്രവും(Stomata), കാവൽ കോശങ്ങളും(Guard cells) സബ്സിഡിയറികോശങ്ങളും(Subsidiary cells) ചേർന്നതാണ് സ്റ്റൊമാറ്റൽ അപ്പാരറ്റസ്(Stomatal apparatus).

എപിഡെർമൽ അപ്പന്റേജുകൾ(Epidermal appendages)-ട്രൈക്കോമുകളും (Trichomes), രോമങ്ങളും(Hairs)

ഉപരിവൃതിയുടെ പുറം ഭാഗത്ത് ധാരാളം രോമങ്ങളുണ്ടാവും. വേരിലെ ഏകകോശ(Unicellular) മൂലലോമങ്ങൾ(Root hairs) മണ്ണിൽനിന്ന് ജലവും ലവണങ്ങളും ആഗിരണം ചെയ്യാൻ സഹായിക്കുന്നു. കാണ്ഡത്തിലെ ഉപരിവൃതിരോമങ്ങളെ ട്രൈക്കോമുകൾ(Trichomes) എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്. ബഹുകോശ(Multicellular) നിർമ്മിതമായ ഇവ ശാഖകളുള്ളതോ(Branched) ഇല്ലാത്തതോ മൃദുവോ(Soft) കാഠിന്യമുള്ളതോ(Stiff) ആകാം. ചില ട്രൈക്കോമുകൾ സ്രവങ്ങൾ(Secretions) പുറപ്പെടുവിക്കുന്നവയാണ്. സസ്യസ്വേദനത്തിലൂടെയുള്ള(Transpiration) ജലനഷ്ടം തടയുന്നതിന് ഇവ സഹായിക്കുന്നു.

6.2.3 *The vascular tissue system* സംവഹനകലകളുടെ വ്യൂഹം

സങ്കീർണ്ണ കലകളായ(Complex tissues) സൈലവും(Xylem) ഫ്ലോയവുമാണ്(Phloem) ഇതിലുള്ളത്. സൈലവും ഫ്ലോയവും ചേർന്നതാണ് വാസ്കുലാർ ബണ്ടിൽ (സംവഹന നാളീവ്യൂഹം-Vascular bundle). ഓപ്പൺ(Open-തുറന്ന) എന്നും ക്ലോസ്ഡ്(Closed-അടഞ്ഞ) എന്നും രണ്ടുതരം വാസ്കുലാർ ബണ്ടിലുകളുണ്ട്.



ഓപ്പൺ(Open-തുറന്ന): സൈലത്തിനും(Xylem) ഫ്ലോയത്തിനു(Phloem) മിടയിൽ കേമ്പിയം(Cambium) ഉള്ളതുകൊണ്ട് ദ്വിതീയസൈലവും(Secondary xylem) ദ്വിതീയഫ്ലോയവും(Secondary phloem) ഉണ്ടാകുന്നു.
ഉദാ :ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ കാണ്ഡം(Dicot stem).

ക്ലോസ്ഡ്(Closed-അടഞ്ഞ): കേമ്പിയം(Cambium) കാണപ്പെടാത്തതിനാൽ ദ്വിതീയ കലകൾ(Secondary tissues)(ദ്വിതീയസൈലവും-Secondary xylem, ദ്വിതീയഫ്ലോയവും-Secondary Phloem)ഉണ്ടാകുന്നില്ല.
ഉദാ: ഏകബീജപത്രസസ്യങ്ങൾ(Monocot plants)

സൈലവും ഫ്ലോയവും ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്ന രീതിയനുസരിച്ച് രണ്ടുതരം വാസ്കുലർ ബണ്ടിലുകളുണ്ട്, റേഡിയൽ(Radial), കൺജോയിന്റ് (Conjoint)

റേഡിയൽ(Radial): വേരുകളിലെപ്പോലെ സൈലവും(Xylem) ഫ്ലോയവും (Phloem) വ്യത്യസ്ത ആരങ്ങളിൽ(Radii) ഒന്നിടവിട്ട് ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

കൺജോയിന്റ്(Conjoint): കാണ്ഡത്തിലും(Stem) ഇലകളിലുമുള്ള(Leaf) പോലെ ഒരേ ആരത്തിൽത്തന്നെ സൈലവും(Xylem) ഫ്ലോയവും(Phloem) കാണാം. ഇതിൽ സാധാരണ, സൈലം പുറംഭാഗത്തും ഫ്ലോയം അകത്തുമാണ് കാണുന്നത്.

6.3.1 *Dicotyledonous root* ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ വേര്

ഉപരിവൃതി(Epidermis): ഏറ്റവും പുറമേയുള്ള(Outermost) പാളി(Layer). പുറത്തേക്കുതള്ളിനിൽക്കുന്ന ധാരാളം ഏകകോശമൂലലോമങ്ങൾ(Unicellular root hairs) കാണാം.

കോർടെക്സ്(Cortex) കോശാന്തരസ്ഥലമുള്ളതും (Intercellular space) നേർത്ത കോശഭിത്തിയുള്ളതുമായ(Thin walled) ധാരാളം പാരൻകൈമ (Parenchyma) കോശനിരകൾ ഉള്ളതാണ് കോർടെക്സ്.(Cortex).

അന്തർവൃതി(Endodermis): കോർടെക്സിന്റെ ഏറ്റവും ഉള്ളിലുള്ള(Innermost) പാളിയാണിത്. കോശാന്തരസ്ഥലമില്ലാതെ വീപ്പയുടെ(Barrel) ആകൃതിയുള്ള കോശങ്ങൾ ഒറ്റവരിയായി(Single layer) ചേർന്നിരിക്കുന്നു. ഈ കോശങ്ങളുടെ നെടുകെയും കുറുകെയുമുള്ള കോശഭിത്തികളിൽ ജലത്തെ പ്രതിരോധിക്കുന്ന(Water-impermeable) സൂബറിൻ(Suberin) എന്ന മെഴുക്(Wax) പോലുള്ള വസ്തു അടിഞ്ഞുകൂടിയിട്ടുണ്ട്. ഇവ കാസ്പേരിയൻ സ്ട്രിപ്പുകൾ(Casparian strips) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

സ്റ്റീൽ(Stele): അന്തർവൃതിക്ക്(Endodermis) ഉൾഭാഗത്തുള്ള എല്ലാ കലകളും (പെരിസൈക്കിൾ-Pericycle, സംവഹനകലകൾ-Vascular bundles, പിത്ത്-

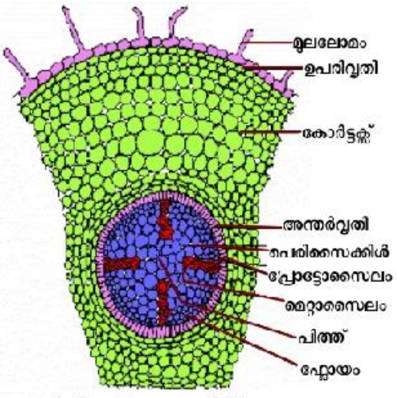
Pith)ചേർന്നതാണ് സ്റ്റീൽ(Stele).

പെരിസൈക്കിൾ(Pericycle):

കട്ടിയുള്ള കോശഭിത്തിയോട്ടുകൂടിയ ഏതാനും നിര പാരൻകൈമ(Parenchyma) കോശങ്ങളാണിത്. ദ്വിതീയ വളർച്ചാഘട്ടത്തിൽ (Secondary growth) പാർശ്വവേരുകൾ(Lateral roots) വാസ്കുലാർ കേമ്പിയം(Vascular cambium) എന്നിവയുണ്ടാകുന്നത് പെരിസൈക്കിളിൽ നിന്നാണ്.

സംവഹനകലകൾ(Vascular bundles):

2 മുതൽ 4 വരെ സൈലവും(Xylem) ഫ്ലോയവും (Phloem) ഉണ്ടാവും. വളർച്ചയുടെ



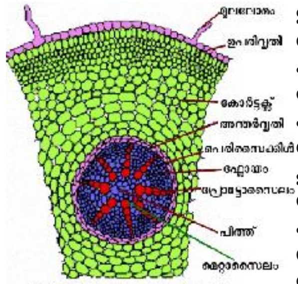
ദ്വിബീജപത്രസസ്യവേരിന്റെ ഛേദം

പിന്നീടുള്ള ഘട്ടത്തിൽ സൈലത്തിനും ഫ്ലോയത്തിനുമിടയിൽ കേമ്പിയം വലയം(Cambial ring) രൂപപ്പെടുന്നു. സൈലത്തിനും ഫ്ലോയത്തിനുമിടയിൽ കാണപ്പെടുന്ന പാരൻകൈമ കോശങ്ങളാണ് കൺജക്റ്റീവ് കലകൾ (Conjuctive tissues).

പിത്ത്(Pith): സ്റ്റീലിന്റെ ഏറ്റവും ഉള്ളിലുള്ള ഭാഗം, തീരെ ചെറുതും അവ്യക്തവുമായിരിക്കും.

6.3.2 Monocotyledonous root ഏകബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ വേര്

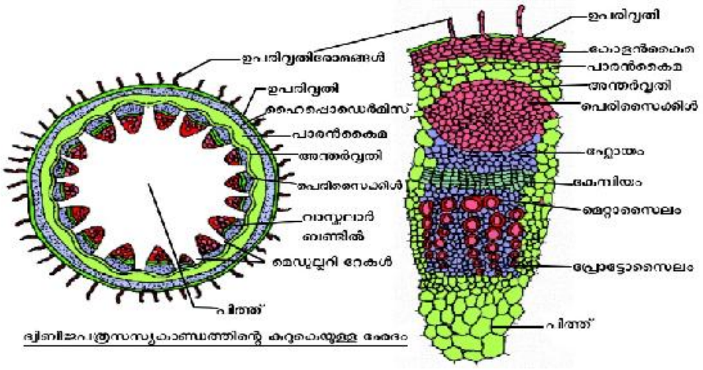
ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ(Dicot) വേരിന്റെ ആന്തരഘടനയുമായി വളരെയധികം സാമ്യമുണ്ട്.


ഏകബീജപത്രസസ്യവേരിന്റെ ഛേദം

ഉപരിവൃതി(Epidermis),കോർടെക്സ്(Cortex), പെരിസൈക്കിൾ(Pericycle),സംവഹനകലകൾ(Vascular bundles), പിത്ത്(Pith), അന്തർവൃതി(Endodermis) എന്നിവയുണ്ട്. ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് കൂടുതൽ സൈലം ബണ്ടിലുകൾ(Xylem bundles) (6 ൽ കൂടുതൽ -Polyarch) ഉണ്ടായിരിക്കും. വികാസം പ്രാപിച്ച വലിയ പിത്ത്(Large pith) ഉണ്ട്.. ഏകബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ വേരിൽ ദ്വിതീയവളർച്ച(Secondary growth)യുണ്ടാവാറില്ല.

6.3.3 Dicotyledonous stem ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ കാണ്ഡം

ഉപരിവൃതി(Epidermis): ഏറ്റവും പുറമേയുള്ള(Outermost) പാളി. പുറംഭാഗത്ത് ക്യൂട്ടിക്കിൾ(Cuticle) ആവരണമുണ്ട്. ട്രൈക്കോമുകളും(Trichomes) കുറച്ച് സ്റ്റൊമാറ്റയും(Stomata) കാണാറുണ്ട്.


ദ്വിബീജപത്രസസ്യകാണ്ഡത്തിന്റെ കുറുകെയുള്ള ഛേദം

കോർടെക്സ്(Cortex): ഉപരിവൃതിക്കും(Epidermis) പെരിസൈക്കിളി(Perucycle)നുമിടയിൽ ഉള്ള അനേകം നിര കോശങ്ങളാണിത്. ഹൈപ്പോഡെർമിസ് (Hypodermis), കോർട്ടിക്കൽ ലെയറുകൾ(Cortical layers), അന്തർവൃതി (Endodermis) എന്നിങ്ങനെ 3 സബ്-സോണുകളുണ്ട്(Sub-zones).

ഉപരിവൃതിയോട് ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്ന ഏതാനും നിര കോളൻകൈമ(Collenchyma) കോശങ്ങളാണ് ഹൈപ്പോഡെർമിസ് (Hypodermis). ഇളം കാണ്ഡങ്ങൾക്ക്(Young stem) ഇവ ബലം നൽകുന്നു.

ഹൈപ്പോഡെർമിസിന് തൊട്ട് താഴെയായി നേർത്ത കോശഭിത്തിയുള്ള(Thin walled), ധാരാളം കോശാന്തരസ്ഥലമുള്ള(Intercellular space) വൃത്താകാര (Rounded) പാരൻകൈമ(Parenchyma) കോശനിര(Cell layers)കളാണ് കോർട്ടിക്കൽ ലെയറുകൾ.(Cortical layers).

ഏറ്റവും ഉള്ളിലെ (Innermost) നിരയായ(Layer) അന്തർവൃതിയിലെ(Endodermis) കോശങ്ങളിൽ ധാരാളം അന്നജം(Starch) കാണപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ സ്റ്റാർച്ച്ഷീത്(Starch sheath) എന്നും വിളിക്കുന്നു.

അന്തർവൃതിക്കുള്ളിലുള്ള ഭാഗങ്ങളാണ് പെരിസൈക്കിൾ (Pericycle), വാസ്കുലാർബണ്ടിലുകൾ(Vascular bundles), മെഡുല്ലറി റേ (Medullary ray), പിത്ത്(Pith) എന്നിവ.

അന്തർവൃതിക്കുള്ളിൽ ഫ്ലോയത്തിന്(Phloem) മുകളിലായി അർദ്ധചന്ദ്രാകൃതിയിൽ(Semi-lunar) കാണപ്പെടുന്ന സ്ക്ലീറൻകൈമ (Sclerenchyma) കോശങ്ങൾ ചേർന്നതാണ് പെരിസൈക്കിൾ(Pericycle).

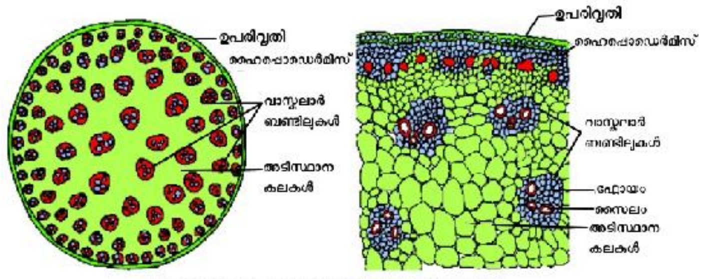
വാസ്കുലാർബണ്ടിലുകളുടെ ഇടയിൽ കാണുന്ന പാരൻകൈമ (Parenchyma)കോശങ്ങളാണ് മെഡുല്ലറി റേകൾ(Medullary rays).

ധാരാളം വാസ്കുലർ ബണ്ടിലുകൾ വലയമായി(Ring) ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ വലയ ക്രമീകരണം(Ring arrangement) ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ കാണ്ഡത്തിന്റെ സവിശേഷ(Characteristic) സ്വഭാവമാണ്(Feature).

വാസ്കുലർ ബണ്ടിലുകൾ ഓപ്പണും(Open) കൺജോയിന്റും(Conjoint) ആണ്. പ്രോട്ടോസൈലം(Protoxylem) എന്റാർക്ക്(Endarch) ആയിരിക്കും.

വൃത്താകൃതിയിലുള്ള(Rounded), ധാരാളം കോശാന്തരസ്ഥലമുള്ള (Intercellular space) നിരവധി പാരൻകൈമ(Parenchyma)കോശങ്ങൾ ചേർന്നുണ്ടാകുന്ന പിത്ത്(Pith) ആണ് ഏറ്റവും മധ്യത്തിലുള്ളത്.

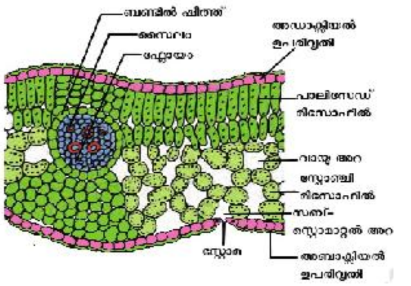
6.3.4 Monocotyledonous stem ഏകബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ കാണ്ഡം


ഏകബീജപത്രസസ്യകാണ്ഡത്തിന്റെ കുറുകെയുള്ള ഛേദം

സ്ക്ലീറൻകൈമ(Sclerenchyma) നിർമ്മിത ഹൈപ്പോഡെർമിസ് (Hypodermis), ചിതറിക്കിടക്കുന്നതും(Scattered) സ്ക്ലീറൻകൈമ നിർമ്മിത ബണ്ടിൽഷീത്(Bundle sheath) കൊണ്ട് ആവരണം ചെയ്യുതുമായ ധാരാളം വാസ്കുലാർബണ്ടിലുകൾ, വലുതും വ്യക്തവും(Conspicuous) പാരൻകൈമ (Parenchyma) നിർമ്മിതവുമായ അടിസ്ഥാനകലകൾ(Ground tissues) എന്നിവ കാണാം.

വാസ്കുലാർബണ്ടിലുകൾ ക്ലോസ്ഡും(Closed) കൺജോയിന്റും (Conjoint) ആണ്. അരികുകളിലുള്ള(Peripheral) വാസ്കുലർ ബണ്ടിലുകൾ മധ്യത്തിലുള്ള വാസ്കുലർ ബണ്ടിലുകളേക്കാൾ ചെറുതാണ്. ഫ്ലോയം പാരൻകൈമ(Phloem parenchyma) ഇല്ല. വാസ്കുലർ ബണ്ടിലുകൾക്കുള്ളിൽ ജലം നിറഞ്ഞ അറകളുണ്ട്(Cavities).

6.3.5 Dorsiventral(Dicotyledonous)leaf ഡോർസിവെൻട്രൽ ഇല (ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ ഇല)



ഡോർസിവെൻട്രൽ(Dorsiventral) ഇലയുടെ ഛേദ(Section)ത്തിൽ ഉപരിവൃതി(Epidermis), മീസോഫിൽ(Mesophyll), സംവഹനകലകളുടെ വ്യൂഹം (Vascular system) എന്നിവ കാണാം.

ഉപരിവൃതി(Epidermis): ഇലയുടെ മുകൾഭാഗത്തും(Upper) (അഡാക്സിയൽ (Adaxial)) താഴ്ഭാഗത്തും(Lower)(അബാക്സിയൽ(Abaxial)) ആവരണം ചെയ്യിരിക്കുന്നു. വ്യക്തമായ ക്യൂട്ടിക്കിൾ(Cuticle) ആവരണം ഉപരിവൃതിക്ക് പുറമെ കാണാം. താഴ്ഭാഗത്തെ(Lower) ഉപരിവൃതിയിൽ മുകളിലുള്ളതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ ആസ്യരന്ധ്രങ്ങളുണ്ട്(Stomata). മുകളിലെ(Upper) ഉപരിവൃതിയിൽ ചിലപ്പോൾ ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ(Stomata)ഒന്നും കാണാറില്ല.

മീസോഫിൽ(Mesophyll): മുകളിലും താഴെയുമുള്ള ഉപരിവൃതികൾക്കിടയിലുള്ള ഭാഗമാണിത്. ഹരിതക(Chlorophyll)മുള്ളതിനാൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം (Photosynthesis) നടത്തുന്ന പാരൻകൈമ(Parenchyma) കോശങ്ങളാണ് ഇവിടെയുള്ളത്. സ്പോഞ്ചി പാരൻകൈമ(Spongy parenchyma), പാലിസേഡ് പാരൻകൈമ(Palisade parenchyma) എന്നിങ്ങനെ രണ്ടുതരം കോശങ്ങൾ മീസോഫില്ലിലുണ്ട്.

മുകളിലെ ഉപരിവൃതിക്ക്(Upper epidermis) തൊട്ടുതാഴെ കാണുന്ന പാലിസൈഡ് പാരൻകൈമയിൽ(Palisade parenchyma) സാമാന്തരമായി (Parallel) ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്ന നീണ്ട കോശങ്ങളാണുള്ളത്.

പാലിസേഡ് പാരൻകൈമയ്ക്ക് താഴെ മുതൽ, താഴെയുള്ള ഉപരിവൃതി(Lower epidermis) വരെയുള്ള ദീർഘവൃത്താകൃതിയിലോ(Oval) വൃത്താകൃതിയിലോ(Round) ഉള്ള കോശങ്ങൾ ചേർന്നതാണ് സ്പോഞ്ചി പാരൻകൈമ(Spongy parenchyma). ധാരാളം കോശാന്തരസ്ഥലമുണ്ടാകുന്ന (Intercellular space) തരത്തിൽ അയഞ്ഞ(Loosly) രീതിയിലാണ് കോശങ്ങളുടെ ക്രമീകരണം.

സംവഹനകലകൾ(Vascular system): സിരകളിലും(Veins) മധ്യസിരയിലും (Midrib) കാണുന്ന വാസ്കുലാർബണ്ടിലുകൾ ഉൾപ്പെടുന്നു. വാസ്കുലാർ ബണ്ടിലുകളുടെ വലുപ്പം സിരകളുടെ(Veins) വലുപ്പത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. കട്ടിയുള്ള ബണ്ടിൽഷീത്(Bundle sheath) കോശങ്ങളാൽ വാസ്കുലർ ബണ്ടിലുകൾ പൊതിഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

5 കോശം:ജീവന്റെ അടിസ്ഥാന ഘടകം(ഫോക്കസ് ഏരിയ)
Cell : The unit of life

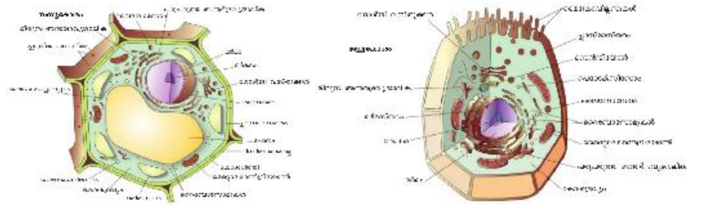
Focus area *8.4 Prokaryotic cells; 8.5.1 Cell membrane; 8.5.4 Mitochondria; 8.5.5 Plastids; 8.5.6 Ribosomes; 8.5.10 Nucleus*

8.4 Prokaryotic cells പ്രൊകാര്യോട്ടിക് കോശങ്ങൾ

ബാക്റ്റീരിയങ്ങൾ(bacteria), നീല-ഹരിത ആൾഗകൾ(Lue-green algae), പ്ലൂറോന്യൂമോണിയ പോലെയുള്ള ജീവികൾ(PPLO-Pleuro Pneumonia Like Organisms) എന്നിവ പ്രൊകാര്യോട്ടിക് കോശങ്ങളാണ്(Prokaryotic cells). വളരെ വേഗം വിഭജിക്കാൻ കഴിവുള്ള ഇവ യൂകാരിയോട്ട്(Eukaryotic) കോശങ്ങളെക്കാൾ ചെറുതാണ്. ആകൃതിയിലും വലുപ്പത്തിലും വളരെയേറെ വൈവിധ്യമുണ്ട്.

ആകൃതിയുടെ(Shape) അടിസ്ഥാനത്തിൽ നാലുതരം ബാക്ടീരിയങ്ങളുണ്ട്. ദണ്ഡാകൃതിയുള്ള(Rod shaped) ബാസിലസുകൾ(Bacilli), ഗോളാകൃതിയുള്ള(Spherical) കോക്കസുകൾ(Cocci) കോമ രൂപത്തിലുള്ള (Comma shaped) വിബ്രിയോകൾ(Vibrio), സർപ്പിളാകൃതിയുള്ള(Spiral) സ്പൈറില്ലം(Spirillum). മൈക്കോപ്ലാസ്മ(Mycoplasma) ഒഴികെ എല്ലാ പ്രൊകാര്യോട്ടിക് കോശങ്ങളിലും കോശസ്തരത്തിനു(Cell membrane) പുറമെ കോശഭിത്തി(Cell wall)യുണ്ട്. കോശദ്രവ്യം(Cytoplasm) ഉണ്ടെങ്കിലും വ്യക്തമായ മർമ്മം(Nucleus) ഇല്ല. സ്തരം(Membrane) കൊണ്ട് പൊതിഞ്ഞിട്ടില്ലാത്ത ജനിതകവസ്തുവാണുള്ളത്(Genetic material). മിക്ക ബാക്റ്റീരിയങ്ങളിലും ജനിതക(Genomic) DNAയ്ക്കു പുറമെ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള(Circular) ചെറിയ DNA കൂടിയുണ്ട്. ഈ ചെറിയ വൃത്താകാര(Circular) DNA യെ പ്ലാസ്മിഡ്(Plasmid) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ബാക്റ്റീരിയങ്ങളുടെ ആന്റിബയോട്ടിക് പ്രതിരോധശേഷി (Antibiotic resistance) പോലെയുള്ള ചില പ്രത്യേക കഴിവുകൾക്ക് കാരണം പ്ലാസ്മിഡുകളാണ്.

റൈബോസോമുകൾ(Ribosomes) ഒഴികെ യൂകാരിയോട്ട്(Eukaryotic) കോശങ്ങളിലുള്ള ഒരു കോശാംഗവും(Cell organelle) പ്രൊകാര്യോട്ടിൽ(Prokayote) ഇല്ല. എന്നാൽ ഇൻക്ലൂഷനുകളും(Inclusions) മീസോസോമുകളും(Mesosomes) പ്രൊകാര്യോട്ടുകളുടെ മാത്രം പ്രത്യേകതയാണ്. കോശസ്തരത്തിൽനിന്ന് ഉള്ളിലേക്ക് ഉണ്ടാകുന്ന ഉൾമടക്കുകളാണ്(Infoldings) മീസോസോമുകൾ(Mesosomes).

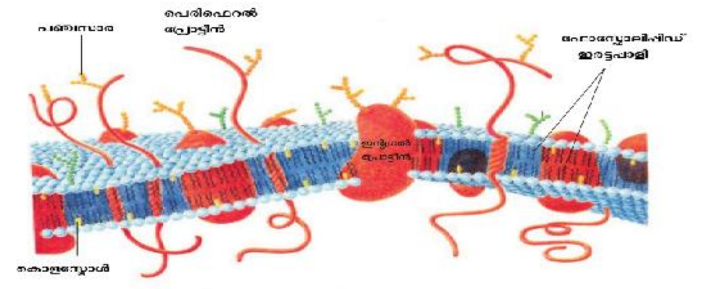


8.5.1 Cell membrane കോശസ്തരം

കോശസ്തരം(Cell membrane) നിർമ്മിച്ചിരിക്കുന്നത് ലിപ്പിഡുകളും (Lipids) പ്രോട്ടീനും/മാംസ്യം(Protein) കൊണ്ടാണ്. രണ്ടു നിരയായി ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്ന ഫോസ്ഫോലിപ്പിഡുകളാണ്(Phospholipids) പ്രധാന ലിപ്പിഡുകൾ (Lipids). ലിപിഡ് തന്മാത്രകളുടെ പോളാർ ഹെഡ്(Polar head) സ്തരത്തിന്റെ പുറം ഭാഗത്തേക്കും(Outer side) ഹൈഡ്രോഫോബിക്(Hydrophobic) ആയ വാൽഭാഗം(Tail) ഉൾഭാഗത്തേക്കും(Inner part) തിരിഞ്ഞുനിൽക്കുന്ന രീതിയിലാണ് ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ലിപിഡിലെ പൂരിത ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുള്ള(Saturated hydrocarbons) നോൺ പോളാർ വാൽഭാഗം (Non-polar tail) ജലാംശമുള്ള(Aqueous) ചുറ്റുപാടുകളിൽനിന്ന് സംരക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഫോസ്ഫോലിപിഡു(Phospholipids)കളെക്കൂടാതെ സ്തരത്തിൽ കൊളസ്ട്രോളും(Cholesterol) കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളുമുണ്ട്. പ്രോട്ടീൻ-ലിപിഡ്(Protein-Lipid) അനുപാതം പല കോശങ്ങളിലും പലതായിരിക്കും. മനുഷ്യനിൽ ചുവന്ന രക്തകോശസ്തരത്തിൽ(RBC) പ്രോട്ടീൻ(Protein) 52% വും ലിപിഡ്(Lipid) 40%വുമാണ്.

വേർതിരിച്ചെടുക്കാനുള്ള(Ease of extraction) എളുപ്പത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സ്തരപ്രോട്ടീനുകൾ(Membrane proteins) ഇന്റഗ്രൽ(Integral), പെരിഫെറൽ(Periphery) എന്നിങ്ങനെ രണ്ടുതരമുണ്ട്.

പെരിഫെറൽ പ്രോട്ടീനുകൾ(Peripheral proteins) സ്തരപ്രതലത്തിലും (Surface of membrane) ഇന്റഗ്രൽപ്രോട്ടീനുകൾ(Integral proteins) പൂർണ്ണമായോ ഭാഗികമായോ സ്തരത്തിനുള്ളിലും കാണപ്പെടുന്നു.



പ്ലാസ്മാസ്തരത്തിന്റെ ഫ്ലൂയിഡ് മൊസൈക് മാതൃക

പൊതുവെ അംഗീകരിക്കപ്പെടുന്ന കോശസ്തരഘടനയുടെ (Structure of cell membrane) മാതൃക 1972 ൽ സിംഗർ(Singer), നിക്കോൾസൺ(Nicolson) എന്നിവർ തയ്യാറാക്കിയതാണ്. ഇത് ഫ്ളൂയിഡ് മോസൈക് മാതൃക(Fluid-mosaic model) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇതനുസരിച്ച് ലിപിഡ് അർധദ്രാവാവസ്ഥ(Smi-fluid)യിലായതിനാൽ ലിപിഡ് ഇരട്ടപ്പാളി (Lipid bilayer)കളിൽ പ്രോട്ടീനുകളുടെ പാർശ്വചലനം(Lateral movement) സാധ്യമാകുന്നു. ഇതാണ് സ്തരത്തിന്റെ ദ്രാവകാവസ്ഥയായി(Fluidity) കണക്കാക്കുന്നത്. കോശസ്തരങ്ങളുൾപ്പെടുന്ന കോശവളർച്ച(Cell growth), കോശാന്തരസന്ധിരൂപീകരണം(Intercellular junction formation), സ്രവങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കൽ(Secretion), എൻഡോസൈറ്റോസിസ്(Endocytosis), കോശവിഭജനം(Cell division) എന്നിവ വിശദീകരിക്കുന്നതിൽ സ്തരത്തിന്റെ അർധദ്രവാവസ്ഥയ്ക്ക്(Semi-fluid nature) വളരെ പ്രാധാന്യമുണ്ട്.

തന്മാത്രകളുടെ സംവഹനം(Transport) കോശസ്തരത്തിന്റെ ഒരു പ്രധാന ധർമ്മമാണ്. കോശസ്തരം ചില തന്മാത്രകളെ മാത്രം കടത്തിവിടുന്നതിനാൽ സെലക്ടിവിലി പെർമിയബിൾ(Selectively permeable) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇത് പാസ്സീവ് സംവഹനം(Passive transport), ആക്റ്റീവ് സംവഹനം(Active transport) എന്നിങ്ങനെ രണ്ടുതരത്തിലുണ്ട്.

പാസ്സീവ് സംവഹനം(Passive transport): ഊർജ്ജം(Energy) ഉപയോഗിക്കാതെ ഗാഢതാവ്യത്യാസത്തിനനുസരിച്ച്(Concentration gradient) തന്മാത്രകളെ കടത്തിവിടുന്നു. ചാർജ്ജില്ലാത്ത(Neutral) ലേയപദാർഥങ്ങൾ(Solutes) ഗാഢത കൂടിയ ഭാഗത്തുനിന്നും കുറഞ്ഞ ഭാഗത്തേയ്ക്ക് സ്തരത്തിലൂടെ അന്തർവ്യാപനം/ഡിഫ്യൂഷൻ(Diffusion) വഴി കടന്നുപോകുന്നു. ജലതന്മാത്രകൾ ഇങ്ങനെ കടന്നുപോകുന്നതിന് വ്യതിവ്യാപനം/ ഓസ്മോസിസ്(Osmosis) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

പോളാർ തന്മാത്രകൾക്ക്(Polar molecules) സ്തരത്തിലെ നോൺ പോളാർ(Non-polar) ലിപിഡ് ഇരട്ടപ്പാളി(Lipid bilayer) കടക്കുന്നതിന് വാഹകപ്രോട്ടീൻ(Carrier protein) തന്മാത്രകളുടെ സഹായം വേണം.

ചില തന്മാത്രകൾ ഗാഢതാവ്യത്യാസത്തിന്(Concentration gradient) വിപരീതമായി(Against), ഗാഢത കുറഞ്ഞ ഭാഗത്തുനിന്നും കൂടിയ ഭാഗത്തേയ്ക്ക് സ്തരത്തിലൂടെ കടത്തിവിടേണ്ടിവരും. ഇതിന് ഊർജ്ജം ഉപയോഗിക്കുന്നതിനാൽ ആക്റ്റീവ് സംവഹനം(Active transport) എന്ന് പറയുന്നു. ഉദാ: Na+/K+ പമ്പ്(Cylindrical).

8.5.4 Mitochondria മൈറ്റോകോൺഡ്രിയ

ഇരട്ട സ്തര(Double membrane) ആവരണമുണ്ട്. ബാഹ്യസ്തരവും (Outer membrane) ആന്തരസ്തരവും(Inner membrane). മൈറ്റോകോൺഡ്രിയ (Mitochondrion)ത്തിന്റെ ഉൾഭാഗത്തെ രണ്ട് അറകളായി തിരിക്കുന്നു, ബാഹ്യ-ആന്തരസ്തരങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ബാഹ്യഅറയും (Outer compartment) ആന്തരസ്തരത്തിനുള്ളിലുള്ള ആന്തരഅറയും (Inner compartment).കട്ടിയുള്ള (Dense) ഏകതാനമായ(Homogeneous) പദാർത്ഥം നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ആന്തര അറയെ (Inner compartment)മാട്രിക്സ് (Matrix) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ആന്തരസ്തരത്തിൽ നിന്നും മാട്രിക്സിലേയ്ക്ക് നീളുന്ന ഉൾമടക്കുകളാണ്(Infoldings) ക്രിസ്റ്റകൾ(Cristae). ഇവ ആന്തരസ്തരത്തിന്റെ പ്രതലവിസ്തീർണം(Surface area) കൂട്ടുന്നു. മാട്രിക്സിൽ ഒരു വൃത്താകാര (Circular) DNA, RNA തന്മാത്രകൾ, റൈബോസോമുകൾ(Ribosomes)(70S), പ്രോട്ടീൻ(Protein) നിർമ്മാണ ഘടകങ്ങൾ എന്നിവയുണ്ട്.

ആന്തര-ബാഹ്യ സ്തരങ്ങളിൽ മൈറ്റോകോൺഡ്രിയയുടെ ധർമ്മവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പ്രത്യേക രാസാഗ്നി(Enzymes)കളുണ്ട്. വായുശ്വസനം (Aerobic respiration) നടക്കുന്നതും കോശത്തിനാവശ്യമായ ഊർജ്ജം നിർമ്മിച്ച് എ ടി പി(ATP)യിൽ സംഭരിക്കുന്നതും മൈറ്റോകോൺഡ്രിയയാണ്. അതിനാൽ കോശത്തിന്റെ "ഊർജനിലയങ്ങൾ(Power houses)' എന്നാണ് മൈറ്റോകോൺഡ്രിയ അറിയപ്പെടുന്നത്. ഇവ വിഭജനം(Fission) വഴി ഇരട്ടിക്കുന്നു.

8.5.5 Plastids പ്ലാസ്റ്റിഡുകൾ

സസ്യകോശ(Plant cells)ങ്ങളിലും യൂഗ്ളീനോയിഡുകളിലും (Euglenoids) പ്ലാസ്റ്റിഡുകളുണ്ട്(Plastids). പ്രത്യേക വർണകങ്ങൾ(Pigments) ഉള്ളതുകൊണ്ട് പ്ലാസ്റ്റിഡുകളുള്ള സസ്യഭാഗങ്ങൾ പല നിറങ്ങളിൽ കാണുന്നു. വർണകങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഹരിതകണം(Chloroplast), വർണകണം/ക്രോമോപ്ലാസ്റ്റ്(Chromoplast), ശ്വേതകണം(Leucoplast) എന്നിങ്ങനെ മൂന്നുതരമുണ്ട്.

1.ഹരിതകണം(Chloroplast): ഹരിതകം(Chlorophyll), കരോട്ടിനോയ്ഡ് (Carotenoid) എന്നീ വർണകങ്ങളുണ്ട്(Pigments). ഇവ സൗരോർജം(Solar energy) ആഗിരണം ചെയ്ത് പ്രകാശസംശ്ലേഷണം(Photosynthesis) നടത്തുന്നു.

2.വർണകണം/ക്രോമോപ്ലാസ്റ്റ്(Chromoplast):കരോട്ടിൻ(Carotene), സാന്തോഫിൽ(Xanthophyll) എന്നീ, കൊഴുപ്പിൽ ലയിക്കുന്ന(Fat soluble) കരോട്ടിനോയ്ഡുകളാണ്(Carotenoids) ഇതിലുള്ള വർണകങ്ങൾ(Pigments). സസ്യഭാഗങ്ങൾക്ക് മഞ്ഞ, ഓറഞ്ച്, ചുവപ്പ് എന്നീ നിറങ്ങൾ നൽകുന്നത് ഇവയാണ്.

3.ശ്വേതകണം(Leucoplast): നിറമില്ലാത്ത(Colorless) ശ്വേതകണങ്ങൾ (Leucoplasts) പോഷകങ്ങൾ(Nutrients) സംഭരിക്കുന്നു. 3 തരമുണ്ട്;

a.അമൈലോപ്ലാസ്റ്റ്(Amyloplast): അന്നജം/കർബോഹൈഡ്രേറ്റ് (Carbohydrate), ഉദാ:ഉരുളക്കിഴങ്ങ്(Potato)

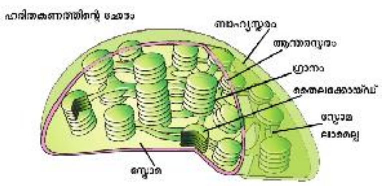
b.എലയൊപ്ലാസ്റ്റ്(Elaioplast): എണ്ണയും(Oils) കൊഴുപ്പുകളും(Fats)

c.അല്യൂറോപ്ലാസ്റ്റ്(Aleuroplast): പ്രോട്ടീനുകൾ(Proteins)

ഹരിതകണത്തിന്റെ ഘടന(Structure of Chloroplast)

ഇലകളിലെ മീസോഫിൽ(Mesophyll) കോശങ്ങളിലാണ് ഹരിതകണം(Chloroplast) കൂടുതലായി കാണുന്നത്. രണ്ട് സ്തരങ്ങളുടെ ആവരണമുണ്ട്. ആന്തരസ്തര(Inner membrane)ത്തിനുള്ളിലുള്ള ഭാഗമാണ് സ്ട്രോമ(Stroma). ഇതിൽ കാണുന്ന സ്തരനിർമ്മിതസഞ്ചികളാണ്

(Membranous sacs) തൈലക്കോയിഡുകൾ(Thylakoids). വർണകമായ ഹരിതകം(Chlorophyll) തൈലക്കോയിഡു(Thylakoids)കളിലാണുള്ളത്.

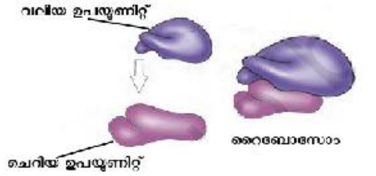


ഇവയുടെ ഉൾഭാഗമാണ് ല്യൂമെൻ (Lumen). തൈലക്കോയിഡുകൾ (Thylakoids) ഒന്നിനുമുകളിൽ ഒന്നായി നാണയങ്ങൾ അടുക്കിയ തുപോലെ കാണുന്ന ഭാഗമാണ് ഗ്രാനം(Granum-plural Grana-ഗ്രാന). രണ്ട് ഗ്രാനകളിലെ തൈലക്കോയ്ഡുകളെ തമ്മിൽ ബന്ധിക്കുന്ന പരന്ന സ്തരനാളികളാണ്(Flat membranous tubules) സ്ട്രോമ ലാമെല്ല(Stroma lamella) അഥവാ ഇന്റർ ഗ്രാനൽ തൈലക്കോയ്ഡുകൾ(Intergranal thylakoids).

അന്നജങ്ങളും(Carbohydrates) പ്രോട്ടീനുകളും(Proteins) നിർമ്മിക്കാനാവശ്യമായ രാസാഗ്നികളും(Enzymes), രണ്ട് ഇഴകളുള്ള(Double stranded) വലയാകൃതിയിലുള്ള(Circular) ചെറിയ DNAകളും റൈബോസോമുകളും (Ribosomes)(70S) സ്ട്രോമയിലുണ്ട്.

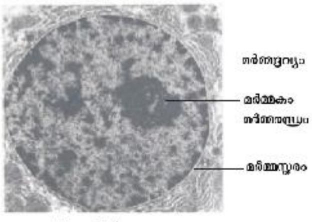
8.5.6 Ribosomes റൈബോസോമുകൾ

റൈബോസോമുകൾ(Ribosomes) കണ്ടെത്തിയത് ജോർജ് പലേഡ്(George Palade) (1953)ആണ്. RNAയും പ്രോട്ടീനുകളും കൊണ്ട് നിർമ്മിതമായ റൈബോസോമുകൾക്ക് സ്തരാവരണമില്ല.



യൂകാരിയോട്ട്(Eukaryote) റൈബോസോമുകൾ 80S ഉം പ്രോകാരിയോട്ട്(Prokaryote) റൈബോസോമുകൾ 70S ഉം ആണ്. 80S റൈബോസോമുകളുടെ ഉപയൂണിറ്റുകൾ (Sub-units) 60S ഉം 40S ഉം ആണ്. 50S ഉം 30S ഉം ചേർന്നതാണ് 70S. 'S' എന്നാൽ സ്വെഡ്ബർഗ് യൂണിറ്റ്(Svedberg's unit), സെഡിമെന്റേഷൻ കോയിഫിഷ്യന്റിനെ(Sedimentation coefficient) സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

8.5.10 Nucleus മർമ്മം



മർമ്മത്തിന്റെ ഘടന

മർമ്മത്തെപ്പറ്റി ആദ്യമായി വിശദീകരിച്ചത് റോബർട്ട് ബ്രൗൺ(Robert Brown)(1831) ആണ്. പിന്നീട് മർമ്മത്തിനുള്ളിലുള്ള നിറം പിടിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഭാഗത്തെ ഫ്ലമിംഗ് (Flemming), ക്രോമാറ്റിൻ(Chromatin) എന്ന് വിളിച്ചു. ഇന്റർഫേസ് മർമ്മത്തിനുള്ളിൽ (Interphase nucleus) (വിഭജനത്തിന് മുൻപുള്ള മർമ്മം) ന്യൂക്ലിയോപ്രോട്ടീൻ ഫൈബറുകളാൽ(Nucleo-protein fibres) നിർമ്മിതമായ ക്രോമാറ്റിൻ(Chromatin), ന്യൂക്ലിയാർ മാട്രിക്സ്(Nuclear matrix/ ന്യൂക്ലിയോപ്ലാസം-Nucleoplasm), ഒന്നോ അതിലധികമോ ഗോളാകൃതിയിലുള്ള (Spherical) മർമ്മകങ്ങൾ(Nucleolus) എന്നിവ കാണപ്പെടുന്നു. മർമ്മത്തെ ആവരണം ചെയ്യുന്ന മർമ്മസ്തരം(Nuclear membrane) ഇരട്ടപ്പാളി (Double layered)കളുള്ളതാണ്. ഇവയ്ക്കിടയിലുള്ള ചെറിയ സ്ഥലമാണ് പെരിന്യൂക്ലിയാർ സ്ഥലം(Peri-nuclear place).

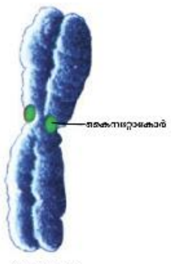
മർമ്മസ്തരത്തിലെ(Nuclear membrane) ബാഹ്യസ്തരം(Outer membrane) അന്തർദ്രവ്യജാലിക(Endoplasmic reticulum)യുടെ തുടർച്ചയും റൈബോസോമുകളുള്ളതുമാണ്. ആന്തര-ബാഹ്യസ്തരങ്ങൾ(Inner & outer membranes) ഒട്ടിച്ചേർന്ന് പല ഭാഗങ്ങളിലും സൂക്ഷ്മ സുഷിരങ്ങളായ(Miute spores) മർമ്മരന്ധ്രങ്ങൾ(Nuclear pores) കാണാം. RNA യും പ്രോട്ടീൻ തന്മാത്രകളും മർമ്മത്തിൽ നിന്ന് കോശദ്രവ്യത്തിലേക്കും തിരിച്ചും പോകുന്നത് മർമ്മരന്ധ്രങ്ങൾ(Nuclear pores) വഴിയാണ്.

സാധാരണ ഒരു കോശത്തിൽ ഒരു മർമ്മമാണുള്ളത്, ചില കോശങ്ങളിൽ ഒന്നിലധികം മർമ്മങ്ങളുണ്ടാകാം. വളർച്ചയെത്തിയ ചില കോശങ്ങളിൽ മർമ്മം കാണാറില്ല. ഉദാ: മിക്ക സസ്തനികളുടെയും(Mammals) ചുവന്ന രക്താണുക്കൾ(RBC), വാസ്കുലാർ സസ്യങ്ങളുടെ(Vascular plants) സീവ് ട്യൂബ്(Sieve tube) കോശങ്ങൾ.

മാട്രിക്സ്(Matrix)/ന്യൂക്ലിയോപ്ലാസ(Nucleoplasm)ത്തിൽ/മർമ്മദ്രവ്യത്തിൽ മർമ്മകവും(Nucleolus) ക്രോമാറ്റിൻ തന്തുക്ക(Chromatin)ളുമുണ്ട്. മർമ്മകത്തിന് സ്തരാവരണമില്ലാത്തതിനാൽ മർമ്മദ്രവ്യ(Nucleoplasm)ത്തിന്റെ തുടർച്ചയായി കാണപ്പെടുന്നു. റൈബോസോം RNA(Ribosomal RNA) നിർമ്മിക്കുന്നത് മർമ്മകത്തിലാണ്. മാംസ്യസംശ്ലേഷണം(Protein synthesis) നടക്കുന്ന കോശങ്ങളിൽ വലുപ്പമേറിയ ധാരാളം മർമ്മകങ്ങളുണ്ടാവും.

ക്രോമാറ്റിനിൽ (Chromatin) DNAയും പ്രോട്ടീനുകളായ ഹിസ്റ്റോണുകളും(Histones), ഹിസ്റ്റോണുകളല്ലാത്ത പ്രോട്ടീനുകളും(Non-histone proteins), RNA യും ഉണ്ട്. കോശവിഭജന(Cell division)ത്തിന്റെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങളിൽ ക്രോമാറ്റിൻ തന്തുക്കൾ(Chromatin) നിശ്ചിത ആകൃതിയുള്ള ക്രോമസോമുകളാകുന്നു(Chromosomes). ഒരു മനുഷ്യകോശ(Human cell)ത്തിൽ 2 മീറ്ററോളം നീളമുള്ള DNA 46 (23 ജോഡി) ക്രോമസോമുകളിലായി ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

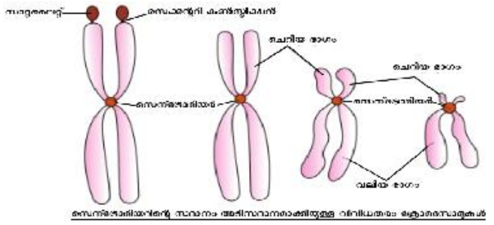
ക്രോമസോമുകൾ(Chromosomes)



ക്രോമസോം

കോശവിഭജന(Cell division) സമയത്തുമാത്രം ദൃശ്യമാകുന്ന ക്രോമസോമുകളിൽ (Chromosomes) കാണുന്ന ഇടുങ്ങിയ(Constriction) ഭാഗമാണ് സെൻട്രോമിയർ(Centromere). ക്രോമസോമിന്റെ ക്രൊമാറ്റിഡുകൾ (Chromatids) ഒട്ടിച്ചേർന്നിരിക്കുന്നത് സെൻട്രോമിയറിലാണ്. ഇതിന്റെ ഇരുവശങ്ങളിലുമുള്ള ഡിസ്ക്(Disc) പോലുള്ള ഭാഗങ്ങളാണ് കൈനെറ്റോക്കോറുകൾ (Kinetochores).

സെൻട്രോമിയറിന്റെ(Centromere) സ്ഥാനമനുസരിച്ച് ക്രോമ സോമുകൾ(Chromosomes) 4 തരമുണ്ട്.



മെറ്റാസെൻട്രിക്(Metacentric)- സെൻട്രോമിയർ(Centromere) മധ്യഭാഗത്ത് (Middle)കാണുന്നതിനാൽ ഇരുവശവുമുള്ള ഭാഗങ്ങൾക്ക് തുല്യനീളമായിരിക്കും.

സബ് മെറ്റാസെൻട്രിക്(Sub-metacentric)- ഒത്ത നടുക്കല്ലാതെ കുറച്ച് മാറിയുള്ള സെൻട്രോമിയർ(Centromere) ആയതിനാൽ ഒരുഭാഗം നീളം കുറഞ്ഞതും മറ്റേ ഭാഗം നീളം കൂടിയതുമായിരിക്കും.

അക്രോസെൻട്രിക്(Acrocentric)- ഒരു അഗ്രത്തിനോട് വളരെ അടുത്ത് സെൻട്രോമിയർ(Centromere) കാണുന്നതിനാൽ ഒരുഭാഗം തീരെച്ചെറുതും മറ്റേ ഭാഗം വളരെ നീളമുള്ളതുമാണ്.

ടീലോസെൻട്രിക്(Telo-centric)-സെൻട്രോമിയർ(Centromere) ഒരു അഗ്രത്തിലായിരിക്കും.

ചില ക്രോമസോമുകളിൽ(Chromosomes) സെൻട്രോമിയറിനു (Centromere) പുറമെ ഒരു ഇടുങ്ങിയ ഭാഗം(Constriction) കൂടിയുണ്ടാകും. ഈ ദ്വിതീയ ഇടുക്ക് (Secondary constriction)മൂലം രൂപപ്പെടുന്ന ചെറിയ ക്രോമസോം ഭാഗമാണ് സാറ്റലൈറ്റ്(Satellite).

6 കോശചക്രവും കോശവിഭജനവും(ഫോക്കസ് ഏരിയ) Cell cycle and Cell division

Focus area *10.1.1 Phases of cell cycle; 10.2 to 10.2.5 M Phase, Prophase, Metaphase, Anaphase, Telophase, Cytokinesis; 10.4 to 10.4.2 Meiosis, Meiosis I and Meiosis II*

കോശചക്രം(Cell cycle)

ജീവജാലങ്ങളിലെ ഒരു പ്രധാന പ്രക്രിയയാണ് കോശവിഭജനം (Cell division). ഒരു കോശത്തിലെ DNA ഇരട്ടിക്കൽ (DNA Replication), കോശത്തിലെ മറ്റു ഭാഗങ്ങളുടെ നിർമ്മാണം കോശം വിഭജിച്ച് രണ്ട് പുത്രികാകോശ(Daughter cells)ങ്ങളാകൽ എന്നിങ്ങനെ ക്രമാനുഗതപ്രവർത്തനങ്ങൾ ചേർന്നതാണ് **കോശചക്രം**(Cell cycle). ഇത് ഒരു കോശത്തിന്റെ ജീവിതകാലയളവാണ്.

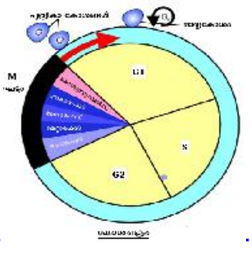
10.1.1 Phases of cell cycle-കോശചക്രത്തിന്റെ ഘട്ടങ്ങൾ

കോശചക്രത്തിന്റെ കാലയളവ് ഓരോ കോശങ്ങൾക്കും വ്യത്യസ്തമാണ്. മനുഷ്യകോശങ്ങളുടേത് 24 മണിക്കൂറും യീസ്റ്റ്(Yeast) കോശത്തിന്റേത് 90 മിനിറ്റുമാണ്.

കോശചക്രത്തിന് രണ്ട് ഘട്ടങ്ങളുണ്ട്, **ഇന്റർഫേസും**(Interphase) **എം ഫേസും** (M phase)

ഇന്റർഫേസ്(Interphase)

യഥാർഥ കോശവിഭജനം (Cell division) നടക്കുന്ന രണ്ട് എം ഫേസുകൾക്കിടയിലുള്ള ഘട്ടമാണ് ഇന്റർഫേസ് (Interphase). മനുഷ്യകോശചക്രത്തിന്റെ 24 മണിക്കൂറിൽ ഒരു മണിക്കൂർകൊണ്ടാണ് കോശവിഭജനം നടക്കുന്നത്. കോശചക്രത്തിന്റെ 95%ൽ കൂടുതൽ സമയം ഇന്റർഫേസാണ്.



ഇന്റർഫേസിനെ കോശത്തിന്റെ വിശ്രമാവസ്ഥയെന്ന്(Resting phase) പറയുമെങ്കിലും വിഭജനത്തിനുവേണ്ടിയുള്ള തയ്യാറെടുപ്പുകൾ ഈ സമയത്താണ് നടക്കുന്നത്.

ഇന്റർഫേസിന് മൂന്ന് ഘട്ടങ്ങളുണ്ട്; G_1 **ഘട്ടം**(G_1 phase/Gap 1), S **ഘട്ടം**/നിർമ്മാണഘട്ടം(S phase/Synthesis phase), G_2 **ഘട്ടം**(G_2 phase/Gap2).

G_1 **ഘട്ടം**(G_1 phase/Gap 1): കോശം വളർന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു, സജീവ ഉപാപചയ(Metabolically active) പ്രവർത്തനങ്ങളും DNA ഇരട്ടിക്കലിനു (Replication)വേണ്ട തയ്യാറെടുപ്പുകളും നടക്കുന്നു.

S ഘട്ടം/നിർമ്മാണ ഘട്ടം-(S phase/Synthesis phase):DNA ഇരട്ടിക്കുന്നു (Replication). കോശത്തിലെ ആകെ DNA യുടെ അളവ് കൂടുമെങ്കിലും ക്രോമസോമുകളുടെ (Chromosomes) എണ്ണം കൂടുന്നില്ല. ജന്തുകോശങ്ങളിൽ ഇതേ സമയം കോശദ്രവ്യത്തിലുള്ള **സെൻട്രിയോൾ**(Centriole)/സെൻട്രോസോം (Centrosome) ഇരട്ടിക്കുന്നു. ഇന്റർഫേസിലെ ദൈർഘ്യം കൂടിയ ഘട്ടമാണിത്.

G_2 **ഘട്ടം** (G_2 phase/Gap 2): കോശവളർച്ച(Cell growth) തുടരുന്നു. എം ഫേസിനുവേണ്ടിയുള്ള പ്രോട്ടീനുകൾ(Proteins)നിർമ്മിക്കുന്നു.

ജന്തുക്കളിലെ ചില കോശങ്ങൾ വിഭജിക്കാറില്ല, ഉദാ:ഹൃദയകോശങ്ങൾ(Heart cells). ചില കോശങ്ങൾ മുറിവ്(Injury), കോശമൃതി(Cell death) എന്നീ സാഹചര്യങ്ങളിൽ മാത്രം വിഭജിക്കുന്നു. ഇത്തരം കോശങ്ങൾ നിഷ്ക്രിയമായ(Inactive) **ക്വീസന്റ്**(Quiesent/G_0) ഘട്ടത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നു. G_0(Quiesent) ഘട്ടത്തിലുള്ള കോശങ്ങൾ ഉപാപചയപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ സജീവമായിരിക്കുമെങ്കിലും(Meabolically active) അത്യാവശ്യ-

ഘട്ടങ്ങളിലൊഴികെ വിഭജിക്കുന്നില്ല.

ജന്തുക്കളിൽ ഡിപ്ലോയ്ഡ്(Diploid) ശരീരകോശങ്ങളിൽ(Somatic cells) മാത്രമാണ് ക്രമഭംഗം(Mitosis) നടക്കുന്നത്. എന്നാൽ സസ്യങ്ങളിൽ ഹാപ്ലോയ്ഡ്(Haploid) കോശങ്ങളിലും ഡിപ്ലോയ്ഡ്(Diploid)കോശങ്ങളിലും ക്രമഭംഗം നടക്കും.

10.2 M Phase-എം ഫേസ്

മാതൃകോശത്തിലെ(Parent cell) അതേ എണ്ണം ക്രോമസോമുകൾ (Chromosomes) പുത്രികാകോശങ്ങളിലും(Daughter chromosomes) കാണുന്നതുകൊണ്ട് ഈ വിഭജനത്തെ തുല്യവിഭജനം(Equational division)എന്നും വിളിക്കുന്നു. എല്ലാ കോശാംഗങ്ങളും(Cell organelles) പുനക്രമീകരിക്കപ്പെടുന്നു (Reorganise).

എം ഫേസ്(M phase) മർമ്മവിഭജനത്തിന്റെ(Nuclear division)/ കാരിയോകൈനെസിസ്(Karyokinesis) 4 ഘട്ടങ്ങൾ ചേർന്നതാണ്. **പ്രൊഫേസ്**(Prophase), **മെറ്റാഫേസ്**(Metaphase), **അനാഫേസ്**(Anaphase), **ടീലോഫേസ്**(Telophase)

10.2.1 Prophase-പ്രൊഫേസ്

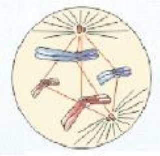
പ്രൊഫേസിന്റെ തുടക്കം

ഇന്റർഫേസിലെ G_2 ഘട്ടത്തിനുശേഷമുള്ള ഘട്ടമാണ്. ക്രോമാറ്റിൻ വസ്തുക്കൾ(Chromasomal material) കുറുകി(Condense) ചെയ്ത് മൈറ്റോട്ടിക് ക്രോമസോമുകൾ(Mitotic chromosomes) ആകുന്നു. ഓരോ ക്രോമസോമിനും (Chromosome) രണ്ട് ക്രോമാറ്റിഡുകളും(Chromatids) അവയെ ചേർത്തു നിർത്തുന്ന സെൻട്രോമിയറും(Centromere) ഉണ്ടായിരിക്കും.

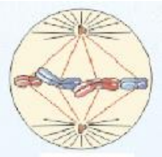
പ്രൊഫേസിന്റെ അവസാനം

ഇന്റർഫേസിൽ(Interphase) ഇരട്ടിച്ച (Doubled) സെൻട്രോസോമുകൾ (Centrosomes) കോശത്തിന്റെ വിപരീത ധ്രുവങ്ങളിലേക്ക്(Opposite poles) നീങ്ങുന്നു. ഓരോ സെൻട്രോസോമുകളിൽ നിന്നും മൈക്രോട്യൂബ്യൂളുകൾ(Microtubules) ഉണ്ടാകും. ആസ്റ്ററുകൾ(Asters) എന്നുവിളിക്കുന്ന ഇവയും സ്പിൻഡിൽ ഫൈബറുകളും (Spindle fibres) ചേർന്നതാണ് മൈറ്റോട്ടിക് അപ്പാരറ്റസ് (Mitotic apparatus). പ്രൊഫേസിന്റെ അവസാനമാകുമ്പോൾ ഗോൾഗികോംപ്ലക്സ് (Golgi complex), അന്തർദ്രവ്യജാലിക(Endoplasmic reticulam), മർമ്മകം (Nucleolus), മർമ്മസ്തരം(Nuclear envelope/membrane) എന്നിവ അപ്രത്യക്ഷമാകും.

10.2.2 Metaphase-മെറ്റാഫേസ്



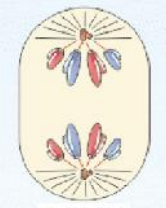
മെറ്റാഫേസിലേക്ക്



മെറ്റാഫേസ്

മർമ്മസ്തരം(Nuclear envelope/membrane) ഇല്ലാത്തതിനാൽ ക്രോമസോമുകൾ (Chromosomes) കോശത്തിൽ ചിതറിക്കിടക്കുന്നു. ക്രോമസോമുകളുടെ **കണ്ടെൻസേഷൻ**(Condensation) പൂർണ്ണമാകുന്നതിനാൽ അവ വ്യക്തമായി ദൃശ്യമാകുന്നു. സ്പിൻഡിൽഫൈബറുകൾ(Spindle fibres) ക്രോമസോമുകളുടെ കൈനറ്റൊക്കോറുമായി(Kinetochore) ബന്ധിക്കപ്പെടുന്നു. കോശത്തിന്റെ രണ്ടറ്റത്തുനിന്നും നീണ്ടുകാണുന്ന സ്പിൻഡിൽ ഫൈബറുകളിലൂടെ ക്രോമസോമുകൾ (Chromosomes) കോശമധ്യത്ത്(Equator) ക്രമീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ ക്രമീകരണത്തെ മെറ്റാഫേസ് പ്ലേറ്റ്(Metaphase plate) എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

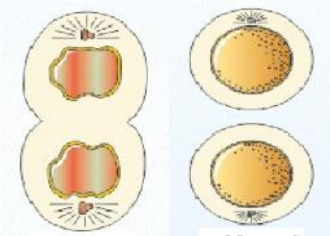
10.2.3 Anaphase-അനാഫേസ്



അനാഫേസ്

സെൻട്രോമിയറുകൾ(Centromeres) വിഭജിച്ച് ക്രോമാറ്റിഡുകൾ(Chromatids) വേർപിരിയുന്നു. ഈ പുത്രികാക്രോമാറ്റിഡുകളാണ്(Daughter chromatids) പുതിയ പുത്രികാമർമ്മത്തിലെ(Daughter nucleus) പുത്രികാക്രോമസോമുകളാ(Daughter chromosomes) കുന്നത്. വിഭജിച്ച ക്രോമാറ്റിഡുകൾ(Chromatids) കോശത്തിന്റെ രണ്ടറ്റത്തേയ്ക്ക് നീങ്ങുന്നു.

10.2.4 Telophase-ടീലോഫേസ്



ടീലോഫേസ് ഇന്റർഫേസ്

വിപരീതധ്രുവങ്ങളിലെത്തുന്ന ക്രോമസോമുകൾ(Chromosomes) ചുറ്റുകളഴിഞ്ഞ് ക്രോമാറ്റിൻ (Chromatin) തന്തുക്കളാകുന്നു. ഇവയ്ക്കു ചുറ്റും മർമ്മസ്തരം (Nuclear envelope/membrane) രൂപപ്പെട്ട് രണ്ട് പുത്രികാ മർമ്മങ്ങ(Daughter nuclei) ളുണ്ടാകുന്നു. ഗോൾഗി കോംപ്ലക്സ് (Golgi complex), അന്തർദ്രവ്യജാലിക(Endoplasmic reticulam), മർമ്മകം (Nucleolus) എന്നിവ വീണ്ടും പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു.

10.2.5 Cytokinesis-കോശദ്രവ്യവിഭജനം

മർമ്മവിഭജനത്തോടൊപ്പം(Karyokinesis/nuclear division) കോശദ്രവ്യവും(Cytoplasm) വിഭജിച്ച് രണ്ട് പുത്രികാകോശങ്ങളാകുന്നു(Daughter cells).

ജന്തുകോശങ്ങളിൽ പ്ലാസ്മസ്തരത്തിൽ(Plasma membrane) ഒരു ഇടുക്ക്(Furrow) രൂപപ്പെട്ട് അത് കോശദ്രവ്യത്തിലേയ്ക്ക്(Cytoplasm) സാവധാനം നീണ്ട് മധ്യഭാഗത്ത് കൂടിച്ചേർന്ന് കോശത്തെ രണ്ടാക്കുന്നു.

സസ്യകോശങ്ങളിൽ കോശഭിത്തി(Cellwall)യുള്ളതിനാൽ വിഭജനരീതിയിൽ വ്യത്യാസമുണ്ട്. കോശത്തിൽ ഇരുമർമ്മങ്ങൾക്കുമിടയിൽ മധ്യത്തായി പുതിയ കോശഭിത്തി(കോശഫലകം/സെൽ പ്ലേറ്റ്-Cell plate) രൂപപ്പെട്ടു തുടങ്ങുന്നു. ഇത് ക്രമേണ പുറം ഭാഗത്തേയ്ക്ക് നീണ്ട് നിലവിലുള്ള കോശഭിത്തിയുമായി യോജിക്കുന്നു. ഈ കോശഫലകം(Cell plate) കോശങ്ങളെ ചേർത്തുനിർത്തുന്ന മിഡിൽ ലാമെല്ല(Middle lamella)യാകുന്നു. മൈറ്റോകോൺഡ്രിയകളും(Mitochondria), പ്ലാസ്റ്റിഡുകളും(Plastids) രണ്ട് പുത്രികാകോശ(Daughter cells)ങ്ങളിലേയ്ക്കും പോകുന്നു.

ചില ജീവികളിൽ മർമ്മവിഭജനം(Karyokinesis) കഴിഞ്ഞ് കോശദ്രവ്യവിഭജനം(Cytokinesis) നടക്കാത്തതിനാൽ ധാരാളം മർമ്മങ്ങളുള്ള **സിൻസീഷ്യം**(Syncytium) എന്ന അവസ്ഥയുണ്ടാകുന്നു.

ഉദാ: തേങ്ങാവെള്ളം (ദ്രാവക എൻഡോസ്പേം-Liquid endosperm)

10.4 Meiosis-ഊനഭംഗം

ഡിപ്ലോയ്ഡ്(Diploid) കോശങ്ങളിൽ നിന്ന് ബീജകോശങ്ങൾ (Gametes)ണ്ടാകുമ്പോൾ ക്രോമസോം സംഖ്യ(Chromosome number) പകുതിയാകുന്നു. ഡിപ്ലോയ്ഡ്(Diploid) ജീവികളുടെ ജീവിതചക്രത്തിലെ ഹാപ്ലോയ്ഡ്(Haploid) ഘട്ടമാണിത്. രണ്ട് ഹാപ്ലോയ്ഡ് ബീജകോശങ്ങൾ സംയോജിക്കുമ്പോൾ ഡിപ്ലോയ്ഡ് ഘട്ടം വീണ്ടെടുക്കുന്നു.

ഊനഭംഗത്തിൽ(Meiosis) രണ്ട് പ്രാവശ്യം മർമ്മവിഭജനവും (Karyokinesis) രണ്ട് പ്രാവശ്യം കോശവിഭജനവും(Cell division) നടക്കുന്നുണ്ട്. ഇത് ഊനഭംഗം I (Meiosis I), ഊനഭംഗം II (Meiosis II) എന്നിങ്ങനെ രണ്ടായി തിരിക്കാം. DNA ഇരട്ടിക്കൽ(Replication) ഒരു പ്രാവശ്യമേ നടക്കൂ.

S ഘട്ടത്തിൽ(S phase) സഹോദരക്രോമാറ്റിഡുകൾ(Sister-chromatids) രൂപംകൊണ്ടതിനുശേഷമാണ് ഊനഭംഗം I(Meiosis I) തുടങ്ങുന്നത്.

സമജാതക്രോമസോമുകളുടെ(Homologous chromosomes) ജോഡിയാകലും (Pairing), അവയിലെ നോൺസിസ്റ്റർക്രോമാറ്റിഡുകൾ(Non-sister chromatids) തമ്മിൽ പുനഃസംയോജനവും(Recombination) നടക്കുന്നു.

ഊനഭംഗം II(Meiosis II) ന്റെ അവസാനം നാല് ഹാപ്ലോയ്ഡ് (Haploid) പുത്രികാകോശ(Daughter cells)ങ്ങളുണ്ടാകുന്നു.

10.4.1 Meiosis I -ഊനഭംഗം I

പ്രൊഫേസ് I(Prophase I): ദൈർഘ്യം കൂടിയതും സങ്കീർണവുമാണ്(Complex). ക്രോമസോമുകളുടെ സ്വഭാവമനുസരിച്ച് അഞ്ച് ഉപ ഘട്ടങ്ങളുണ്ട്. ലെപ്റ്റോടീൻ(Leptotene), സൈഗോടീൻ(Zygotene),പാക്കിടീൻ(Pachytene), ഡിപ്ലോടീൻ(Diplotene), ഡയാകൈനെസിസ്(Diakinesis)

ലെപ്റ്റോടീൻ(Leptotene): ക്രോമസോമുകൾ(Chromosomes) കുറുകി തടിച്ച് കൊണ്ടിരിക്കും(Compaction)

സൈഗോടീൻ(Zygotene): ക്രോമസോമുകൾ(Chromosomes) കൂടുതൽ കുറുകുന്നു(Condense). ഒരേപോലുള്ള ക്രോമസോമുകൾ (Similar-chromosomes) സിനാപ്സ്(Synapse) എന്ന് വിളിക്കുന്ന ജോഡിയാകുന്നു(Pair). ഇവ ഹോമോലോഗസ്(Homologous)/സമജാത ക്രോമസോമുകളാണ്. സങ്കീർണ്ണ ഘടനയുള്ള സിനാപ്റ്റോനീമൽ കോംപ്ലക്സ്(Synaptonemal complex) ആയിട്ടാണ് ഇത് കാണപ്പെടുന്നത്. സിനാപ്സിലുള്ള(Synapse) ക്രോമസോമുകളെ ബൈവലന്റ്(Bivalent) അഥവാ ടെട്രാഡ്(Tetrad) എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

പാക്കിടീൻ(Pachytene): ആദ്യ രണ്ട് ഘട്ടങ്ങളെക്കാൾ ദീർഘമാണ്. ബൈവലന്റ്(Bivalent-2ഹോമലോഗസ് ക്രോമാസോമുകൾ)ലുള്ള ടെട്രാഡുകൾ (Tetrad-4 ക്രോമാറ്റിഡുകൾ)കൂടുതൽ വ്യക്തമാകുന്നു. ചേർന്നിരിക്കുന്ന ഹോമലോഗസ്(Homologous)/സമജാത ക്രോമസോമുകളുടെ നോൺസിസ്റ്റർ ക്രൊമാറ്റിഡുകൾ(Non-sister chromatids) ചേർന്ന് റീകോമ്പിനേഷൻ നോഡ്യൂളുകൾ(Recombination nodules) ഉണ്ടാകുന്നു. നോൺസിസ്റ്റർ ക്രൊമാറ്റിഡുകൾ തമ്മിൽ ജനിതകപദാർത്ഥങ്ങൾ(Genetic materials) കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നത് ഇവിടെയാണ്. ഈ പ്രക്രിയ ക്രോസ്സിംഗ് ഓവർ(Crossing over) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ജനിതക പുനഃസംയോജനമാണ്(Genetic recombination) നടക്കുന്നത്. റീകോമ്പിനേസ് (Recombinase) എന്ന രാസാഗ്നി (Enzyme) ഇതിന് സഹായിക്കുന്നു.

ഡിപ്ലോടീൻ(Diplotene): സിനാപ്റ്റോനീമൽ കോംപ്ലക്സ് (Synaptonemal complex) അപ്രത്യക്ഷമായിത്തുടങ്ങുന്നു. ക്രോസ്സിംഗ് ഓവർ(Crossing over) നടന്ന ഭാഗമൊഴികെ സമജാതക്രോമസോമുകൾ(ഹോമോലോഗസ് ക്രോമസോമുകൾ-homologous chromosomes)അകലുന്നു. ക്രോമസോമുകൾ X ആകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നതാണ് കയാസ്മേറ്റ(Chiasmata). ചില കശേരുകികളുടെ(Vertebrates) ഊസൈറ്റു(Oocytes)കളിൽ ഡിപ്ലോടീൻ ഘട്ടം മാസങ്ങളോ വർഷങ്ങളോ നീണ്ടതായിരിക്കും.

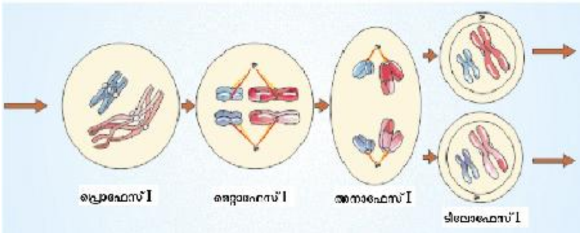
ഡയാകൈനെസിസ്(Diakinesis): കയാസ്മേറ്റ(Chiasmata) ക്രോമസോമുകളുടെ അഗ്രഭാഗത്തേയ്ക്ക് നീങ്ങി പരസ്പരം വേർപെടുന്നു. ക്രോമസോമുകൾ (Chromosomes) കുറുകി(Condense) പൂർണ്ണ വലിപ്പത്തിലാകുന്നു. കോശത്തിന്റെ രണ്ടറ്റത്തുനിന്നും ഹോമലോഗസ് ക്രോമസോമുകളെ (Homologous chromosomes) വേർപെടുത്താനുള്ള മിയോട്ടിക് സ്പിൻഡിൽ ഫൈബറുകൾ (Meiotic spindle fibres) രൂപപ്പെടുന്നു. മർമ്മകവും(Nucleolus) മർമ്മസ്തരവും (Nuclear membrane) അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

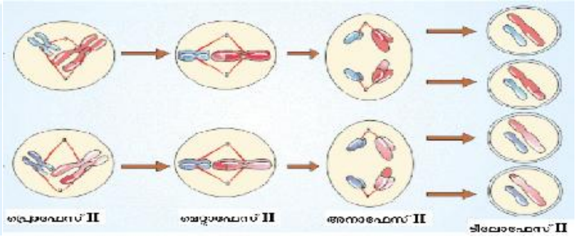
മെറ്റാഫേസ് I(Metaphase I): ബൈവലന്റ്ക്രോമസോമുകൾ(Bivalent-chromosomes) കോശത്തിന്റെ നടുക്ക്(Equator) ക്രമീകരിക്കുന്നു.സ്പിൻഡിൽ ഫൈബറുകളുടെ(Spindle fibres) മൈക്രോട്യൂബ്യൂളുകൾ(Microtubules) ഹോമോലോഗസ് ക്രോമസോമുകളുടെ(Homologous chromosomes) കൈനറ്റോക്കോറിൽ(Kinetochore) പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നു.

അനാഫേസ് I(Anaphase I): സമജാതക്രോമസോമുകൾ(Homologous-chromosomes) വേർപെടുകയും സിസ്റ്റർ ക്രോമാറ്റിഡുകൾ(Sister chromatids) വേർപെടാതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ടീലോഫേസ് I(Telophase I): മർമ്മകവും(Nucleolus) മർമ്മസ്തരവും(Nuclear-envelope) പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. കോശദ്രവ്യവിഭജനം(Cytokinesis) നടന്ന് രണ്ട് കോശങ്ങളുള്ള ഡയാഡ്(Diad) ഉണ്ടാകുന്നു.

ക്രോമസോമുകൾ(Chromosomes) ചുറ്റുകളഴിയുമെങ്കിലും മുഴുവൻ ക്രോമാറ്റിൻതന്തുക്കളായി(Cromatin) മാറുന്നില്ല. മിയോസിസ് I(Meiosis I) നും II നും ഇടയ്ക്കുള്ള ഘട്ടമാണ് വളരെ ഹ്രസ്വമായ ഇന്റർകൈനെസിസ് (Interkinesis). ഇതിനുശേഷം പ്രൊഫേസ് II(Prophase II) തുടങ്ങും.





10.4.2 Meiosis II-ഊനഭംഗം II

പ്രൊഫേസ് II(Prophase I): കോശദ്രവ്യവിഭജന(Cytokinesis)ത്തിനുശേഷം പ്രൊഫേസ് II(Prophase II) തുടങ്ങുന്നു. ഈ ഘട്ടത്തിന്റെ അവസാനം മർമ സ്തരം(Nuclear envelope) അപ്രത്യക്ഷമാവുകയും ക്രോമസോമുകൾ (Chromosomes) കുറുകി തടിക്കാൻ (Condense)തുടങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു.

മെറ്റാഫേസ് II(Metaphase II): ക്രോമസോമുകൾ(Chromosomes) കോശ ത്തിന്റെ നടുക്കായി ക്രമീകരിക്കുകയും അവയുടെ സിസ്റ്റർ ക്രൊമാറ്റിഡുക ളുടെ(Sister chromatids) കൈനറ്റോകോറുകളിൽ(Kinetochores) വിപരീത ധ്രുവങ്ങളിലെ(Opposite poles) സ്പിൻഡിൽ ഫൈബറുകളുടെ(Spindle fibres) മൈക്രോട്യൂബ്യൂളുകൾ (Microtubules) പറ്റിപ്പിടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

അനാഫേസ് II(Anaphase II): സെൻട്രോമിയർ(Centromere) മുറിഞ്ഞ് സിസ്റ്റർ ക്രോമാറ്റിഡുകൾ(Sister chromatids) വേർപെടുന്നു. സ്പിൻഡിൽഫൈബറുകൾ (Spindle fibres) ചുരുങ്ങുമ്പോൾ സിസ്റ്റർ ക്രോമാറ്റിഡുകൾ(Sister chromatids) വിപരീത ധ്രുവങ്ങളിലേക്ക് നീങ്ങുന്നു.

ടീലോഫേസ് II(Telophase II): രണ്ടറ്റത്ത് എത്തിയ ക്രോമസോമുകൾക്ക് ചുറ്റ മായി മർമ്മസ്തരം(Nuclear envelope) രൂപപ്പെടുന്നു. കോശദ്രവ്യവിഭജനം (Cytokinesis) കൂടി നടക്കുന്നതോടെ ഡയാഡ്(Diad-രണ്ട് കോശങ്ങൾ), ടെട്രാഡ്(Tetrad-നാല് കോശങ്ങൾ) ആയി മാറുന്നു.

ഊനഭംഗത്തിന്റെ അവസാനം 4 ഹാപ്ലോയ്ഡ്(Haploid) പുത്രികാ കോശ(Daughter cells)ങ്ങളുണ്ടാകുന്നു.

7 സസ്യങ്ങളിലെ സംവഹനം(ഫോക്കസ് ഏരിയ)
Transport in Plants

Focus area ***11.2.1 Water potential; 11.2.2 Osmosis; 11.2.3 Plasmolysis; 11.2.4 Imbibition; 11.3.1 How do plants absorb water?; 11.3.2.2 Transpiration pull; 11.4 Transpiration***

11.2.1 Water potential-വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ/ജലക്ഷമത

ജലതന്മാത്രകൾക്ക് **ഗതികോർജ്ജമുണ്ട്**(Kinetic energy). പ്രവൃത്തി ചെയ്യാനുള്ള ജലതന്മാത്രകളുടെ കഴിവാണ് വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ (ജല ക്ഷമത-Water potential-Ψw). ഒരിടത്ത് ജലതന്മാത്രകൾ കൂടുന്തോറും (ഗാഢത-Concentration) ഗതികോർജ്ജം(Kinetic energy)/വാട്ടർപൊട്ടൻഷ്യ ൽ (ജലക്ഷമത-Water potential) കൂടുന്നു. അതുകൊണ്ട് ശുദ്ധജലത്തിനായി രിക്കും വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(ജലക്ഷമത-Water potential) ഏറ്റവും കൂടുതൽ. സാധാരണ മർദ്ദത്തിലും(Pressure) ഊഷ്മാവിലും(Temperature) ശുദ്ധജലത്തി ന്റെ വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(ജലക്ഷമത-Water potential) പൂജ്യം എന്ന് കണക്കാ ക്കുന്നു.

ഗ്രീക്ക്(Greek) അക്ഷരമായ സൈ(Psi-Ψ) ഉപയോഗിച്ചാണ് വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(ജലക്ഷമത-Water potential) സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. മർദ്ദത്തിന്റെ (Pressure) യൂണിറ്റായ പാസ്കൽ(Pascal-Pa) ആണ് ഇവിടെയും ഉപയോഗിക്കു ന്നത്.

ശുദ്ധജലത്തിൽ ലീനം(Solute) ലയിക്കുമ്പോൾ സ്വതന്ത്രജല കണി കകൾ കുറയുന്നതുകൊണ്ട് വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(ജലക്ഷമത-Water potential) കുറയുന്നു. അതുകൊണ്ട് എല്ലാ ലായനികളുടെയും(Solutions) വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(ജലക്ഷമത-Water potential) ശുദ്ധജലത്തിന്റേതിനേക്കാൾ കുറവായിരിക്കും. ലീനം(Solute) ലയിക്കുമ്പോൾ(Dissolve) ലായകത്തിന്റെ (Solvent) വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(ജലക്ഷമത) എത്രയാണോ കുറയുന്നത് അതാണ് സൊല്യൂട്ട് പൊട്ടൻഷ്യൽ(ലീനശേഷി-Solute potential-Ψs). ഇത് എപ്പോഴും നെഗറ്റീവ് (Negative) ആയിരിക്കും. കൂടുതൽ ലീനം ലയിക്കുന്നതിന നുസരിച്ച് സൊല്യൂട്ട് പൊട്ടൻഷ്യലും(ലീനശേഷി-Solute potential) കുറഞ്ഞു കൊണ്ടിരിക്കും. സാധാരണ അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തിൽ ലായനിയുടെ വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യലും(ജലക്ഷമത) സൊല്യൂട്ട് പൊട്ടൻഷ്യലും(ലീനശേഷി) തുല്യമാ യിരിക്കും.

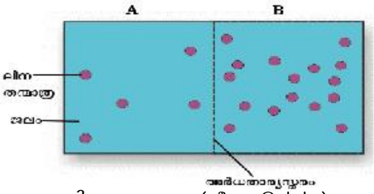
അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തെക്കാൾ(Atmospheric pressure) കൂടിയ അള വിൽ മർദ്ദം(Pressure) പ്രയോഗിച്ചാൽ ശുദ്ധജലത്തിന്റേയോ ലായനിയുടെ യോ വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(ജലക്ഷമത) കൂടും. ഒരു സസ്യകോശത്തിലേക്ക് അന്തർവ്യാപനം(Diffusion) വഴി വെള്ളം കയറുമ്പോൾ കോശം വീർക്ക കയും(Turgid) കോശഭിത്തിയിൽ സമ്മർദ്ദമുണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് പ്രഷർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(മർദ്ദശേഷി-Pressure potential) കൂടാൻ കാരണമാ കുന്നു. Ψp ആണ് പ്രഷർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(മർദ്ദശേഷി-Pressure potential) സൂചി പ്പിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നത്.

വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(ജലക്ഷമത-Water potential)നിർണയിക്കുന്ന പ്രധാന ഘടകങ്ങളാണ് സൊല്യൂട്ട്പൊട്ടൻഷ്യലും(ലീനശേഷി-Solute potential-Ψs) പ്രഷർ പൊട്ടൻഷ്യലും(മർദ്ദശേഷി-Pressure potential-Ψp). ഇവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ഇങ്ങനെ സൂചിപ്പിക്കാം : $\Psi w = \Psi s + \Psi p$

11.2.2 Osmosis-വ്യതിവ്യാപനം

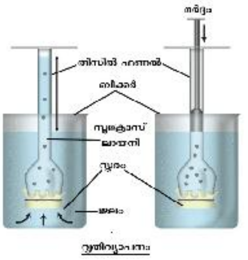
സസ്യകോശത്തെ ആവരണം ചെയ്ത് കോശസ്തരവും(Cell membrane) കോശഭിത്തി(Cell wall)യുമുണ്ട്. കോശഭിത്തി ലായനിയിലെ (Solution) ജലത്തേയും പാദാർഥങ്ങളെയും തടസ്സമില്ലാതെ കടത്തിവിടുന്നു. സസ്യകോശത്തിലുള്ള വലിയ ഫേനത്തിൽ(Vacuole) നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഫേന ദ്രവം(Vacuolar sap) കോശത്തിന്റെ പ്രഷർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(മർദ്ദശേഷി-Pressure potential) നിർണ്ണയിക്കുന്നതിൽ പ്രധാന പങ്കുവഹിക്കുന്നു. പദാർഥ ങ്ങൾ കോശത്തിനകത്തേക്കും പുറത്തേക്കും പോകുന്നതിനെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ത് കോശസ്തരവും(Cell membrane), ഫേനത്തെ(Vacuole) ആവരണം ചെയ്യു ന്ന ടോണോപ്ലാസ്റ്റും(Tonoplast) ആണ്.

ഒരു അർധതാര്യസ്തര(Semi-permeable membrane)ത്തിൽക്കൂടി യുള്ള ജലത്തിന്റെ അന്തർവ്യാപനമാണ്(Diffusion) വ്യതിവ്യാപനമെന്ന് (Osmosis) പറയുന്നത്. ഇതിന്റെ ദിശയും വേഗതയും നിർണയിക്കുന്ന ഘടക ങ്ങളാണ് മർദ്ദവ്യത്യാസവും(Pressure gradient) ഗാഢതവ്യത്യാസവും (Concentration gradient). ജലം അതിന്റെ ഗാഢത(Concentration)/കെമി ക്കൽപൊട്ടൻഷ്യൽ(Chemical potential) കൂടിയ ഭാഗത്തുനിന്ന് ഗാഢത (Concentration)/കെമിക്കൽപൊട്ടൻഷ്യൽ(Chemical potential) കുറഞ്ഞ ഭാഗ ത്തേക്ക്, സന്തുലിതാവസ്ഥ(Equilibrium)യിലെത്തുന്നതുവരെ സ രിക്കുന്നു. സന്തുലിതാവസ്ഥയിൽ രണ്ട് ലായനികളുടെയും വാട്ടർപൊട്ടൻഷ്യൽ തുല്യമാ യിരിക്കും.



എ, ബി എന്നീ അറകളിലെ ലായനികളെ ഒരു അർധതാര്യ സ്തരം(Semi permeable membrane) കൊണ്ട് വേർതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. 'എ' യിൽ കൂടുതൽ ജല തന്മാത്രകളും കുറച്ച് സൊല്യൂട്ടും(ലീനം-Solute), 'ബി'യിൽ കുറച്ച് ജലതന്മാത്രകളും കൂടുതൽ സൊല്യൂട്ടും(ലീനം-Solute) ഉള്ള തുകൊണ്ട് 'എ'യിൽ വാട്ടർ പൊട്ടെൻഷ്യൽ കൂടുതലും 'ബി'യിൽ കുറവുമാ യിരിക്കും.

തിസിൽ ഫണൽ(Thisle funnel)പരീക്ഷണം വ്യതിവ്യാപനം കാണി ക്കുന്ന പരീക്ഷണമാണ്. തിസിൽ ഫണലിന്റെ(Thistle funnel) വായ്ഭാഗം അർധതാര്യസ്തരം(Semi permeable membrane) കൊണ്ട് പൊതിഞ്ഞശേഷം ഫണലിൽ സൂക്രോസ് ലായനി(Sucrose solution) എടുക്കുന്നു. ഇത് ഒരു ബീക്ക റിലെ ശുദ്ധജലത്തിൽ ചിത്രത്തിലേതുപോലെ താഴ്ത്തി വയ്ക്കുന്നു.ബീക്കറിലെ ജലം ഫണലിലേക്ക് കയറുന്നതിനാൽ ഫണലിലെ ലായനിയുടെ നിരപ്പ് ഉയരുന്നു. സന്തുലിതാവസ്ഥ(Equilibrium)യിലെത്തുന്നതുവരെ ഇത് തുടരും. ഫണലിന്റെ മുകൾഭാഗത്ത് ലായനിയുടെ മുകളിൽ ബാഹ്യമർദം(External - pressure) പ്രയോഗിച്ചാൽ ബീക്കറിലെ ജലം ഫണലിലേക്ക് കയറുന്നത് തടയാം. ഈ മർദമാണ് വ്യതിവ്യാപനമർദ്ദം (Osmotic pressure). ഇത് ലീന(Solute)ത്തിന്റെ ഗാഢതയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടി രിക്കുന്നു. കൂടുതൽ ലീനം(Solute) അടങ്ങിയിട്ടു ണ്ടെങ്കിൽ വ്യതിവ്യാപന മർദ്ദവും(Osmotic pressure) കൂടുതൽ വേണ്ടിവരും. വ്യതിവ്യാപനമർദ്ദ ത്തിന്റെ മൂല്യം ഓസ്മോട്ടിക് പൊട്ടൻഷ്യലിനു (Osmotic potential) തുല്യമായിരിക്കുമെങ്കിലും ചിഹ്നം നെഗറ്റീവ്(Negative) ആയിരിക്കും. അതായത്, വ്യതിവ്യാപനമർദ്ദം(Osmotic pressure) പോസിറ്റീവും(Positive) ഓസ്മോട്ടിക് പൊട്ടൻഷ്യൽ (Osmotic potential) നെഗറ്റീവും(Negative) ആയിരിക്കും.



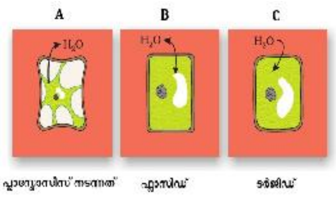
11.2.3 Plasmolysis-പ്ലാസ്മോലിസിസ്/ജീവദ്രവ്യശോഷണം

ചുറ്റുമുള്ള ലായനിയുടെ ഗാഢതാവ്യത്യാസ(Concentration gradient) മനുസരിച്ച് സസ്യകോശങ്ങളുടെ ജല ആഗിരണസ്വഭാവത്തിലും വ്യത്യാസം വരുന്നു. ബാഹ്യ ലായനിയുടെ(External solution) വ്യതിവ്യാപനമർദ്ദം(Osmotic pressure) കോശദ്രവ്യ(Cytoplasm)ത്തിന്റേതിന് തുല്യമാണെങ്കിൽ ആ ലായനിയെ ഐസോടോണിക്ക് ലായനി(സമഗാഢലായനി-Isotonic solution) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഐസോടോണിക്ക് ലായനിയിൽ കിടക്കുന്ന കോശത്തിലേക്കും കോശത്തിൽ നിന്ന് ലായനിയിലേക്കും ജലതന്മാത്രകളുടെ സഞ്ചാരം സന്തുലിതമായിരിക്കും. ഇങ്ങനെയുള്ള കോശങ്ങളെ ഫ്ലാസിഡ് (Flaccid) എന്ന് വിളിക്കും.

ബാഹ്യലായനി(External solution) കോശദ്രവ്യത്തേക്കാൾ കൂടുതൽ നേർത്തതാണെങ്കിൽ(Dilute)(കൂടിയ വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ-Water potential) അതിനെ ഹൈപ്പോടോണിക്ക് ലായനി(അല്പഗാഢലായനി-Hypotonic solution) എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഇതിലെ കോശം വീർക്കുന്നു(Turgid).

ബാഹ്യലായനി(External solution)യിൽ കോശദ്രവ്യത്തേക്കാൾ കൂടുതൽ ലീനം (Solute) ഉണ്ടെങ്കിൽ (കുറഞ്ഞ വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ-Water potential) അത് ഹൈപ്പർടോണിക്ക്(അതിഗാഢലായനി-Hypertonic solution) ലായനിയാണ്. ഇതിൽ കിടക്കുന്ന കോശത്തിൽനിന്ന് ജലം പുറത്തേയ്ക്ക് പോകുകയും കോശം ചുരുങ്ങുകയും(Shrink) ചെയ്യുന്നു. ഇത് പ്ലാസ്മോലിസിസ് (ജീവദ്രവ്യശോഷണം-Plasmolysis) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ആദ്യം കോശദ്രവ്യ ത്തിൽനിന്നും പിന്നീട് ഫേനത്തിൽ നിന്നും ജലം പുറത്തുപോകുന്നതോടെ

കോശദ്രവ്യം(Cytoplasm) കോശഭിത്തി (Cell wall)യിൽനിന്നും വിട്ട് നടുവിലേക്ക് ചുരുങ്ങുന്നു. ഇത്തരം കോശത്തെ പ്ലാസ്മോലൈസ്ഡ് കോശം (Plasmolysed cell) എന്ന് വിളിക്കുന്നു.



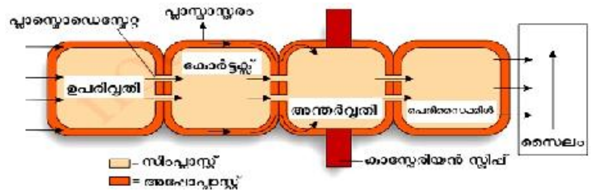
പ്ലാസ്മോലൈസ്ഡ് കോശം (Plasmolysed cell) ഹൈപ്പോടോണിക്ക് (Hypotonic solution)ലായനിയിൽ ഇട്ടാൽ ജലം കോശത്തിനുള്ളിൽ കയറി വീർക്കുന്ന(Turgid)തുകൊണ്ട് കോശദ്രവ്യം(Cytoplasm) കോശഭിത്തി(Cell wall)യിൽ മർദം(Pressure) പ്രയോഗിക്കും. ടർഗർ പ്രഷർ(സ്ഫിതിമർദ്ദം-Turgor pressure) എന്ന ഈ മർദ്ദം കോശവളർച്ചയ്ക്ക് സഹായിക്കുന്നു. ജലം കയറുന്നതുകൊണ്ട് പ്രോട്ടോപ്ലാസം (Protoplasm) ദൃഢകോശഭിത്തി(Rigid cell wall)യിൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന മർദ്ദമാണ് പ്രഷർ പൊട്ടൻഷ്യൽ(മർദ്ദശേഷി-Pressure potential-Ψp).

11.2.4 Imbibition-ഇംബൈബിഷൻ/ആപാനം

ഖരപദാർഥങ്ങൾ,കൊളോയിഡുകൾ(Colloids) എന്നിവ ജലം ആഗിരണം ചെയ്ത് അവയുടെ വ്യാപ്തം(Volume) കൂട്ടുന്ന പ്രത്യേകതരം അന്തർവ്യാപനമാണ്(Diffusion) ആപാനം(Imbibition). ഉദാ: വിത്തുകളും ഉണക്കത്തടിയും(Dry wood) വെള്ളം വലിച്ചെടുക്കുന്നു. വെള്ളം വലിച്ചെടുത്തു വീർക്കുന്ന തടിയുടെ മർദ്ദം പാറ പിളർത്താൻ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നു. വിത്തുകൾ മുളച്ച് മണ്ണിനു പുറത്തേയ്ക്ക് വരുന്നതിനുകാരണവും ആപാനമർദ്ദമാണ്(Imbibition pressure). ജലം വലിച്ചെടുക്കുന്ന വസ്തുക്കൾക്ക് ജലത്തോടുള്ള ആഭിമുഖ്യവും (Affinity), അവതമ്മിലുള്ള വാട്ടർ പൊട്ടൻഷ്യൽ വ്യത്യാസവും(Water potential gradient) ആണ് ആപാനത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ.

11.3.1 How do plants absorb water?
സസ്യങ്ങളിലെ ജലത്തിന്റെ ആഗിരണം

വേരുകളുടെ അറ്റത്തുള്ള ദശലക്ഷക്കണക്കിന് മൂലലോമങ്ങളാണ് (Root hairs)ജലം, ധാതുക്കൾ എന്നിവ, അന്തർവ്യാപനം(Diffusion) വഴി വലിച്ചെടുക്കുന്നത്. എന്നാൽ മൂലലോമങ്ങളിൽ നിന്ന് വേരിന്റെ ആന്തരപാളികളിലേയ്ക്ക്(Inner layers) ജലം പോകുന്നത് അപ്പോപ്ലാസ്റ്റ്(Apoplast), സിംപ്ലാസ്റ്റ് (Symplast) എന്നീ രണ്ട് വഴി(Pathways)കളിലാണ്.

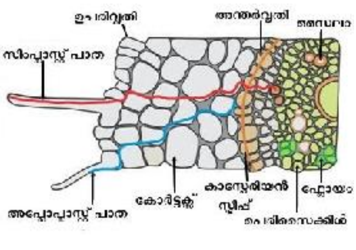


അപ്പോപ്ലാസ്റ്റ് പാത(Apoplast pathway)

വേരിന്റെ മൂലലോമം(Root hair) മുതൽ അന്തർവൃതി(Endodermis) വരെയുള്ള കോശഭിത്തികൾ(Cell walls) ചേർന്നതാണ് അപ്പോപ്ലാസ്റ്റ് പാത (Apoplast pathway). ഈ പാതയിൽ ജലം ഒരിക്കലും കോശസ്തര(Cell membrane)ത്തിൽക്കൂടി കടന്നുപോകുന്നില്ല. ജലത്തിന്റെ ഗാഢതാ വ്യത്യാസമനുസരിച്ച് (Concentration gradient)കോശഭിത്തി(Cell wall)കളിലൂടെയും കോശാന്തരസ്ഥല(Inter cellular space) ങ്ങളിലൂടെയും സ്വതന്ത്രമായി ഒരുമിച്ച് (മാസ്സ് ഫ്ലോ-Mass flow)ജലം കടന്ന പോകുന്നു.

സിംപ്ലാസ്റ്റ് പാത(Symplast pathway)

പ്ലാസ്മോഡെസ്മേറ്റ(Plasmodesmata)യിലൂടെ പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടു കിടക്കുന്ന കോശദ്രവ്യങ്ങൾ(Cytoplasms) ചേർന്നതാണ് സിംപ്ലാസ്റ്റ് പാത(Symplast- pathway).അടുത്തടുത്ത കോശങ്ങളുടെ കോശദ്രവ്യങ്ങളെ ബന്ധപ്പെടുത്തുന്ന കോശദ്രവ്യതന്തുക്കളാണ്(Cytoplasmic strands) പ്ലാസ്മോഡെസ്മേറ്റ(Plasmodesmata). കോശസ്തരത്തിലൂടെ കോശത്തിനുള്ളിൽ കടക്കുന്ന ജലം കോശദ്രവ്യത്തിലൂടെയാണ് അടുത്ത കോശത്തിലെത്തുന്നത്.



കോശദ്രവ്യചലനം(Cytoplasmic streaming)ജലസഞ്ചാരത്തെ സഹായിക്കുന്നു.

അപ്പോപ്ലാസ്റ്റ് പാത(Apoplast pathway)വഴി ജലം വളരെ വേഗം അന്തർവൃതി(Endodemis)യിലെത്തുമെങ്കിലും അവിടെനിന്നും ഉള്ളിലേക്കുള്ള സഞ്ചാരം സിംപ്ലാസ്റ്റ് പാത വഴി മാത്രമാണ്. അന്തർവൃതികോശഭിത്തി (Endodermal cell walls)കളിൽ ജലത്തെ കടത്തിവിടാത്ത (Impervious) സൂബറിൻ(Suberin)കൊണ്ട് നിർമ്മിച്ച കാസ്പെരിയൻ സ്ട്രിപ്പുകൾ(Casparian strips) ഉണ്ട്. അതുകൊണ്ട് അന്തർവൃതികോശഭിത്തികളിൽ സൂബറിൻ(Suberin) ഇല്ലാത്ത ഭാഗത്തുകൂടി ജലം കോശദ്രവ്യത്തിലേക്ക് കടക്കുകയും തുടർന്ന് സിംപ്ലാസ്റ്റ് പാത(Symplast pathway)വഴി സൈലത്തി(Xylem)ലെത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. സൈലത്തിലെത്തിയ ജലം, പ്രായം കുറഞ്ഞ വേരുകളിൽ, നേരിട്ട് വെസ്സൽ(Vessel)/ട്രക്കീഡിലേക്ക്(Tracheid) കടക്കുന്നു. ഇവ ജീവനില്ലാത്ത കുഴലുകളായതിനാൽ അപ്പോപ്ലാസ്റ്റ് പാത(Apoplast pathway)യായി കണക്കാക്കുന്നു.

ചില സസ്യങ്ങളിൽ ജലത്തിന്റെയും ധാതുലവണങ്ങളുടെയും ആഗിരണത്തെ സഹായിക്കുന്ന മറ്റ് ചില സംവിധാനങ്ങൾ കാണാം.

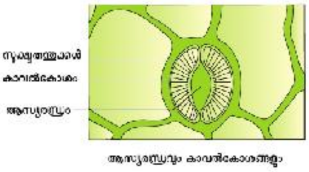
ഉദാ: മൈക്കോറൈസ(Mycorrhiza). ചില ചെടികളുടെ വേരുകളും ചില ഫംഗസുകളും(Fungi) തമ്മിലുള്ള സഹജീവനമാണിത്(Symbiosis).ഫംഗസ് ഹൈഫകൾ(Fungal hyphae) വേരിന്ചുറ്റും പടരുകയും ചിലപ്പോൾ വേരിന്റെ കോശങ്ങളിലേക്കിറങ്ങുകയും ചെയ്യും. ഇവ വളരെക്കൂടുതൽ സ്ഥലത്തുനിന്ന് ജലവും ലവണങ്ങളും വലിച്ചെടുക്കുന്നു. ഇത് ചെടിക്ക് കൊടുക്കുന്നതിനു പകരമായി ഫംഗസുകളുടെ വളർച്ചയ്ക്കാവശ്യമുള്ള പഞ്ചസാരകൾ(Sugars), നൈട്രജൻ(Nitrogen) അടങ്ങിയ സംയുക്തങ്ങൾ(Compounds) വേരിൽ നിന്ന് കിട്ടുന്നു. ചില സസ്യങ്ങൾക്ക് മൈക്കോറൈസ(Mycorrhiza) ബന്ധം അനിവാര്യമാണ്(Obligate). ഉദാ:പൈൻ(Pine) മരങ്ങളുടെ വിത്തുകൾ മുളയ്ക്കുന്നതിനും വളരുന്നതിനും മൈക്കോറൈസ(Mycorrhiza) അത്യാവശ്യമാണ്.

11.3.2.2 Transpiration pull-ട്രാൻസ്പിറേഷൻ പുൾ/സസ്യസ്വേദനവലിവ്

സൈലം(Xylem) വഴി ജലം മുകളിലേയ്ക്ക് ഉയരുന്നത് വിശദീകരിക്കുന്നത് കൊഹിഷൻ-ടെൻഷൻ-ട്രാൻസ്പിറേഷൻ പുൾ മാതൃക(Cohesion-Tension-Transpiration pill model) ഉപയോഗിച്ചാണ്.

11.4 Transpiration-ട്രാൻസ്പിറേഷൻ/സസ്യസ്വേദനം

ഇലകളിലെ ആസ്യരന്ധ്ര(Stomatal aperture)ത്തിലൂടെ ജലം നഷ്ടപ്പെടുന്നതിനെയാണ് ട്രാൻസ്പിറേഷൻ(Transpiration)/സസ്യസ്വേദനം എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. CO_2 ന്റെയും O_2 ന്റെയും വിനിമയം(Exchange) നടക്കുന്നതും ആസ്യരന്ധ്രം(Stomatal opening) വഴിയാണ്.



ആസ്യരന്ധ്രം(Stomatal opening) സാധാരണ പകൽ തുറന്നും രാത്രി അടഞ്ഞും കാണപ്പെടുന്നു. കാവൽകോശ(Guard cells)ങ്ങളിലെ ടർജിഡിറ്റി(Turgidity)യുടെ വ്യതിയാനമനുസരിച്ചാണ് ആസ്യരന്ധ്രം (Stomatal aperture) തുറക്കുകയും അടയുകയും ചെയ്യുന്നത്. കാവൽകോശങ്ങളുടെ ഉൾഭിത്തി(Inner wall)(ആസ്യരന്ധ്രത്തോട് ചേർന്ന് കാണുന്നത്) ഇലാസ്തികവും(Elastic) കട്ടി(Thick)യുള്ളതുമാണ്.കാവൽകോശങ്ങളുടെ ടർജിഡിറ്റി (Turgidity)കൂടുമ്പോൾ(ജലം കടക്കുമ്പോൾ ടർജിഡിറ്റി കൂടും)അവയുടെ നേർത്ത പുറം ഭിത്തി(Thin outer wall) പുറത്തേക്ക് തള്ളപ്പെടുന്നു. ഉൾഭിത്തി(Inner wall) അർധചന്ദ്രാകൃതിയിൽ (Crescent shape) വലിയുന്നതുകൊണ്ട് ആസ്യരന്ധ്രം(Stomatal aperture) തുറക്കുന്നു. കാവൽകോശ(Guard cells)ങ്ങളിലുള്ള സെല്ലുലോസ്(Cellulose) നിർമ്മിത സൂക്ഷ്മതന്തുക്കളും(Microfibrils) ഈ പ്രവർത്തനത്തെ സഹായിക്കുന്നു. കാവൽകോശങ്ങളിലെ ജലം നഷ്ടമാകുമ്പോൾ ടർജിഡിറ്റി(Turgidity) കുറഞ്ഞ് ഇലാസ്തിക ഉൾഭിത്തി(Elastic inner wall) പഴയ രൂപത്തിലാകുന്നു. കാവൽകോശങ്ങൾ(Guard cells) ഫ്ലാസിഡ്(Flaccid) ആവുകയും ആസ്യരന്ധ്രം(Stomatal aperture) അടയുകയും ചെയ്യും.

ഡോർസി വെൻട്രൽ(Dorsi-ventral)/ഡൈകോട്ട്(Dicot) ഇലകളുടെ അടിഭാഗത്തെ(Lower) ഉപരിവൃതി(Epidermis)യിലാണ് കൂടുതൽ ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ (Stomatal aperture)സാധാരണ കാണുന്നത്. എന്നാൽ ഐസോബൈലാറ്ററൽ(Iso bilateral)/മോണോകോട്ട്(Monocot))ഇലകളുടെ രണ്ടുവശത്തും ഏകദേശം തുല്യ എണ്ണം ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ(Stomatal aperture) കാണാം.

അന്തരീക്ഷഊഷ്മാവ്(Temperature), ഈർപ്പം(Humidity), കാറ്റിന്റെ വേഗത(Wind speed), പ്രകാശം(Light) എന്നിവ സസ്യസ്വേദന(Transpiration)ത്തിന്റെ വേഗത നിർണയിക്കുന്ന ബാഹ്യ ഘടക(External factors)ങ്ങളാണ്. ആസ്യരന്ധ്രങ്ങളുടെ(Stomatal aperture) എണ്ണവും വിന്യാസവും(Distribution), തുറന്നിരിക്കുന്ന ആസ്യരന്ധ്രങ്ങളുടെ എണ്ണം, സസ്യകോശങ്ങളിലെ ജലത്തിന്റെ അളവ്, ഇലച്ചാർത്തിന്റെ(Canopy) ഘടന എന്നീ സസ്യഘടകങ്ങളും(Plant factors) സസ്യസ്വേദന(Transpiration)ത്തിന്റെ വേഗതയെ സ്വാധീനിക്കുന്നു.

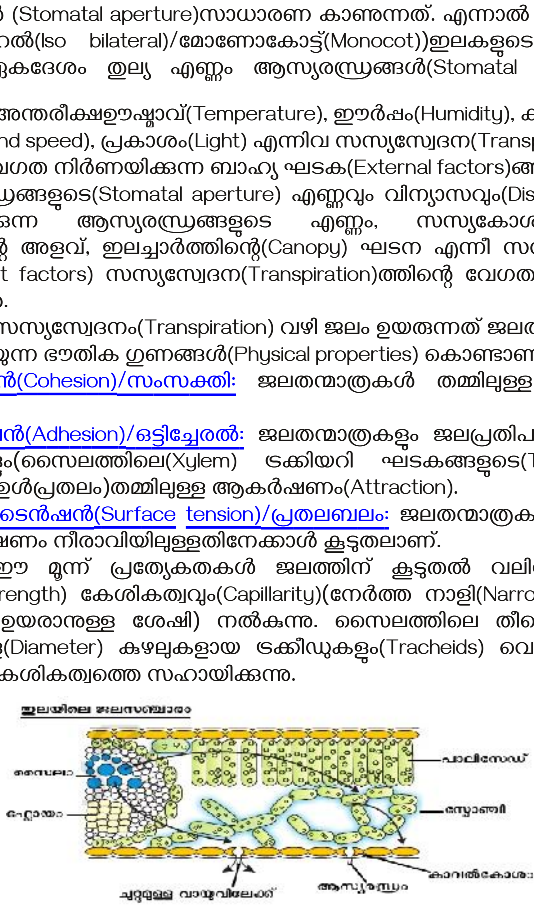
സസ്യസ്വേദനം(Transpiration) വഴി ജലം ഉയരുന്നത് ജലത്തിന്റെ താഴെപ്പറയുന്ന ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ(Physical properties) കൊണ്ടാണ്.

കൊഹിഷൻ(Cohesion)/സംസക്തി: ജലതന്മാത്രകൾ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണം.

അഡ്ഹിഷൻ(Adhesion)/ഒട്ടിച്ചേരൽ: ജലതന്മാത്രകളും ജലപ്രതിപത്തിയുള്ള പ്രതലങ്ങളും(സൈലത്തിലെ(Xylem) ട്രക്കിയറി ഘടകങ്ങളുടെ(Tracheary elements) ഉൾപ്രതലം)തമ്മിലുള്ള ആകർഷണം(Attraction).

സർഫസ് ടെൻഷൻ(Surface tension)/പ്രതലബലം: ജലതന്മാത്രകളുടെ പരസ്പരാകർഷണം നീരാവിയിലുള്ളതിനേക്കാൾ കൂടുതലാണ്.

ഈ മൂന്ന് പ്രത്യേകതകൾ ജലത്തിന് കൂടുതൽ വലിവുബലവും (Tensile strength) കേശികത്വവും(Capillarity)(നേർത്ത നാളി(Narrow tubes)കളിലൂടെ ഉയരാനുള്ള ശേഷി) നൽകുന്നു. സൈലത്തിലെ തീരെച്ചെറിയ വ്യാസമുള്ള(Diameter) കുഴലുകളായ ട്രക്കീഡുകളും(Tracheids) വെസലുകളും (Vessels) കേശികത്വത്തെ സഹായിക്കുന്നു.



പ്രകാശസംശ്ലേഷണ(Photosynthesis)ത്തിനാവശ്യമായ ജലം ഇലകളിലെത്തിക്കുന്നത് വേരുകൾ മുതൽ ഇലകൾവരെയെത്തുന്ന സൈലം(Xylem) വെസലുകളുടെ വ്യൂഹമാണ്. ആസ്യരന്ധ്ര(Stomatal aperture)ങ്ങളിലൂടെ ജലം ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെടുമ്പോൾ സൈലത്തിൽ(Xylem) നിന്ന് ഓരോ തന്മാത്രകളായി ഇലകളിലേയ്ക്ക് വലിക്കപ്പെടുന്നു. ഇത് വേരുവരെ നീളുന്ന സൈലത്തിലെ ജലത്തിൽ ഒരു വലിവ്(Pull) സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ആസ്യരന്ധ്ര(Stomatal aperture)ങ്ങൾക്കുള്ളിലെ അറ(Sub stomatal cavity)യിലും കോശാന്തരസ്ഥലങ്ങളിലും(Inter cellular space) അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കാൾ കൂടുതൽ ജലബാഷ്പമുള്ളതിനാൽ(Water vapour) ജലതന്മാത്രകൾ വേഗത്തിൽ പുറത്തേയ്ക്ക് പോകും. സസ്യ സ്വേദനം(Transpiration) മൂലമുണ്ടാകുന്ന വലിവുബലം (Pulling force) സൈലത്തിലൂടെ ജലം 130മീറ്റർ വരെ ഉയർത്താൻ ശേഷിയുള്ളതാണ്.

8

ധാതുപോഷണം(ഫോക്കസ് ഏരിയ)
Mineral Nutrition

Focus area — *12.2.1 Criteria for essentiality of elements; 12.6.1 Nitrogen cycle; 12.6.2 Biological nitrogen fixation, Symbiotic Biological nitrogen fixation, Nodule formation*

12.2.1 Criteria for essentiality of elements- മൂലകങ്ങളുടെ അവശ്യകതാ മാനദണ്ഡങ്ങൾ

1. മൂലകം(The element) സസ്യങ്ങളുടെ സ്വാഭാവിക വളർച്ചയ്ക്കും(Normal growth) പ്രത്യുല്പാദനത്തിനും(Reproduction) അത്യാവശ്യ(Essential) മായിരിക്കണം. ഇതിന്റെ അഭാവത്തിൽ(Absence) സസ്യങ്ങളുടെ ജീവിതചക്രം(Life cycle) പൂർത്തിയാകാതിരിക്കണം.
2. മൂലകത്തിന്റെ ആവശ്യകത നിശ്ചിതമായിരിക്കണം(Specific). അതായത് ഈ മൂലകത്തിന്റെ കുറവ് മറ്റൊന്ന് കൊണ്ട് പരിഹരിക്കാൻ സാധിക്കരുത്.
3. സസ്യങ്ങളുടെ ഉപാപചയ(Metabolic) പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നേരിട്ട് പങ്കെടുക്കുന്ന മൂലകമായിരിക്കണം.

ഈ മാനദണ്ഡങ്ങളനുസരിച്ച് 17 മൂലകങ്ങളാണ് അവശ്യമൂലകങ്ങൾ(Essential elements). ആവശ്യമായ അളവനുസരിച്ച് അവയെ സ്ഥൂലപോഷകങ്ങൾ/മാക്രോന്യൂട്രിയന്റ്സ്(Macronutrients) എന്നും സൂക്ഷ്മപോഷകങ്ങൾ/മൈക്രോന്യൂട്രിയന്റ്സ്(Micronutrients) എന്നും രണ്ടായി തിരിക്കാം.

1.സ്ഥൂലപോഷകങ്ങൾ/മാക്രോന്യൂട്രിയന്റ്സ്(Macronutrients)

ഇവ സസ്യകലകളിൽ കൂടിയ അളവിൽ കാണപ്പെടുന്നു. (ഡ്രൈവെയിറ്റിന്റെ(Dry weight) 10 mmole Kg^{-1} ൽ കൂടുതൽ). കാർബൺ (Carbon-C), ഹൈഡ്രജൻ(Hydrogen-H), ഓക്സിജൻ(Oxygen-O), നൈട്രജൻ (Nitrogen-N), ഫോസ്ഫറസ്(Phosphorus-P), സൾഫർ(Sulphur-S), പൊട്ടാസ്യം (Potassium-K), കാൽസ്യം(Calcium-Ca), മഗ്നീഷ്യം(Magnesium-Mg) എന്നിവയാണ് സ്ഥൂലപോഷകങ്ങൾ(Macronutrients). H_2O, CO_2 എന്നിവയിൽ നിന്ന് കാർ ബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിവയും മണ്ണിൽനിന്ന് മറ്റുള്ളവയും ചെടികൾക്ക് കിട്ടുന്നു.

2.സൂക്ഷ്മപോഷകങ്ങൾ/മൈക്രോന്യൂട്രിയന്റ്സ്(Micronutrients)

വളരെക്കുറച്ച് മാത്രം (ഡ്രൈവെയിറ്റിന്റെ(Dry weight) 10 mmole Kg^{-1} ൽ കുറവ് മാത്രം) ആവശ്യമുള്ള മൂലകങ്ങളാണ് സൂക്ഷ്മപോഷകങ്ങൾ/ മാക്രോന്യൂട്രിയന്റ്സ്(Micronutrients) അഥവാ ട്രേസ് മൂലകങ്ങൾ(Trace elements). ഇരുമ്പ്(Iron-Fe), മാംഗനീസ്(Manganese-Mn), കോപ്പർ(Copper-Cu), മോളിബ്ഡിനം(Molibdinum-Mo), സിങ്ക്(Zinc-Zn), ബോറോൺ(Boron-B), ക്ലോറിൻ (Chlorine-Cl), നിക്കൽ(Nickel-Ni) എന്നിവയാണ് സൂക്ഷ്മപോഷകങ്ങൾ.

ഈ 17 മൂലകങ്ങൾക്ക് പുറമെ സോഡിയം(Sodium-Na), സിലിക്കൺ (Silicon-Si), കൊബാൾട്ട്(Cobalt-Co), സെലീനിയം(Selenium-Se) തുടങ്ങിയ മൂലകങ്ങളും ചില സസ്യങ്ങളിൽ കാണാം.

അവശ്യമൂലകങ്ങളെ, അവ ചെടികളിൽ നിർവഹിക്കുന്ന ധർമ്മത്തിന്റെ(Function) അടിസ്ഥാനത്തിൽ നാലായി തിരിക്കാം.

(i) ജൈവതന്മാത്രകളുടെ(Biomolecules) ഭാഗമായതുകൊണ്ട് കോശങ്ങളുടെ ഘടനയുടെ(Structure) ഭാഗമായവ. ഉദാ: കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ, നൈട്രജൻ.

(ii) സസ്യങ്ങളിലെ ഊർജ്ജോൽപ്പാദനവുമായി(Energy production) ബന്ധപ്പെട്ട രാസതന്മാത്രകൾ നിർമ്മിക്കാനാവശ്യമായവ. ഉദാ: ഹരിതക (Chlorophyll)ത്തിലെ മഗ്നീഷ്യം; ATP യിലെ ഫോസ്ഫറസ്.

(iii) രാസാഗ്നികളുടെ(Enzymes) പ്രവർത്തനത്തെ സഹായിക്കുന്നവയും (Activate) തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നവയും(Inhibit). ഉദാ: പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിൽ കാർബൺ സ്ഥിരീകരണത്തിന്(Carbon fixation) അത്യാവശ്യമായ റൂബിസ്കോ (Ribulose Biphosphate Carboxylase Oxygenase-RuBiSCO), PEP കാർബോക്സിലേസ്(Phospho Enol Pyruvate Carboxylase-PEP Case) എന്നീ രാസാഗ്നികളെ സഹായിക്കുന്നത് Mg^{2+}ആണ്. Zn^{2+}ആൽക്കഹോൾ ഡിഹൈഡ്രോജിനേസിന്റെയും(Alcohol dehydrogenase), നൈട്രജൻസ്ഥിരീകരണത്തിലെ (Nitrogen fixation) നൈട്രോജിനേസി(Nitrogenase)ന്റെയും പ്രവർത്തനങ്ങളെ സഹായിക്കുന്നു.

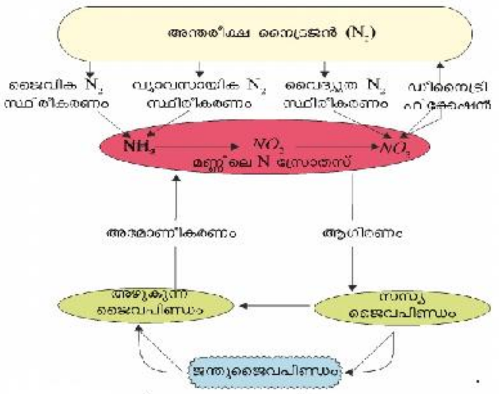
(iv) കോശങ്ങളുടെ ഓസ്മോട്ടിക് പൊട്ടൻഷ്യൽ(Osmotic potential)/വ്യതിവ്യാപനക്ഷമത വ്യതാസപ്പെടുത്തുന്നവ. ഉദാ: ആസ്യരന്ധ്രം(Stoma) തുറക്കുന്നതിനും അടയുന്നതിനും പൊട്ടാസ്യം(Potassium) സഹായിക്കുന്നു.

12.6.1 Nitrogen cycle-നൈട്രജൻ ചക്രം

അമിനോആസിഡ്(Amino acid), മാംസ്യം/പ്രോട്ടീൻ(Protein), ഹോർമോൺ(Hormone), ഹരിതകം(Chlorophyll), ജീവകം/വിറ്റമിൻ(Vitamin) എന്നിവയുടെ പ്രധാന ഘടകമാണ് നൈട്രജൻ(Nitrogen). മണ്ണിലെ നിയന്ത്രിത അളവില്ലുള്ള നൈട്രജനുവേണ്ടി സസ്യങ്ങൾക്ക് സൂക്ഷ്മജീവികളുമായി (Microbes) മത്സരിക്കേണ്ടിവരുന്നു. അതുകൊണ്ട് നൈട്രജൻ മിക്ക ആവാസങ്ങളിലേയും നിർണായക പോഷകമാണ്/ലിമിറ്റിങ് ന്യൂട്രിയന്റ്(Limiting nutrient).

രണ്ട് നൈട്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ(Nitrogen atoms) ചേർന്നുള്ള മൂന്ന് കൊവലന്റ് ബന്ധനം(Covalent bond-N≡N) വഴിയാണ് നൈട്രജൻ തന്മാത്ര(Nitrogen molecule)യുണ്ടാകുന്നത്.

നൈട്രജനെ അമോണിയ(Ammonia-NH_3) ആക്കി മാറ്റുന്ന പ്രവർത്തനമാണ് നൈട്രജൻസ്ഥിരീകരണം(Nitrogen fixation). അന്തരീക്ഷ നൈട്രജൻ (Atmospheric nitrogen), നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകളായി(Oxides of Nitrogen)(NO, NO_2, N_2O) മാറുന്നത് മിന്നലിന്റേയും(Lightning) അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണ(Ultraviolet rays)ങ്ങളുടേയും ഊർജ്ജമുപയോഗിച്ചാണ്. വ്യവസായശാലകൾ, കാട്ടുതീ(Forest fire), വാഹനങ്ങളുടെ പുക(Automobile exhaust), ഊർജ്ജോല്പാദനനിലയങ്ങൾ(Power generating stations) എന്നിവയും അന്തരീക്ഷത്തിൽ നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡുകൾ എത്താൻ കാരണമാകുന്നു.



മൂന്ന് പ്രധാന നൈട്രജൻ സ്രോതസ്സുകളായ അന്തരീക്ഷം, മണ്ണ്, ജൈവപിണ്ഡം എന്നിവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം കാണിക്കുന്ന നൈട്രജൻ പരിവൃത്തി.

ജീവികളുടെ ശരീരാവശിഷ്ടങ്ങളിലെ ഓർഗാനിക് നൈട്രജനെ (Organic nitrogen) വിഘടിപ്പിച്ച് അമോണിയ(Ammonia-NH_3) ആക്കി മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയാണ് അമോണീകരണം(Ammonification). ഇതിൽ കുറച്ച് ഭാഗം ബാഷ്പീകരിച്ച് വായുവിൽ കലരുന്നു. കൂടുതൽ ഭാഗവും മണ്ണിലെ ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ സഹായത്തോടെ നൈട്രേറ്റ്(Nitrate-NO_3^-) ആക്കി മാറ്റുന്നു. നൈട്രിഫി ക്കേഷൻ(Nitrification) എന്ന ഈ പ്രക്രിയയ്ക്ക് രണ്ട് ഘട്ടങ്ങളുണ്ട്.

(i) അമോണിയ ഓക്സീകരിച്ച്(Oxidise) നൈട്രൈറ്റ്(Nitrite-NO_2^-) ആക്കി മാറ്റുന്നു. നൈട്രോസോമൊണാസ്(Nitrosomonas), നൈട്രോകോക്കസ് (Nitrococcus) ബാക്ടീരിയങ്ങളാണ് ഇതിന് കാരണം.

$$2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 2H^+ + 2H_2O$$

(ii) നൈട്രൈറ്റ്(Nitrite-NO_2^-), നൈട്രോബാക്ടർ(Nitrobacter) ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി നൈട്രേറ്റ്(Nitrate-NO_3^-) ആയി ഓക്സീകരിക്ക (Oxidise)പ്പെടുന്നു.

$$2NO_2^- + O_2 \rightarrow 2NO_3^-$$

ഈ ബാക്ടീരിയങ്ങൾ രാസസ്വപോഷികളാണ്(Chemoautotrophs). നൈട്രേറ്റുകളെ(Nitrate-NO_3^-) സസ്യങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്ത് ഇലകളിലെത്തിക്കുന്നു. നൈട്രേറ്റുകൾ നിരോക്സീകരണം(Reduction) വഴി അമോണിയ (Ammonia-NH_3) ആയും പിന്നീട് അമിനോ ആസിഡു(Amino acids)കളുടെ അമിനോ(Amino-NH_2^-) ഗ്രൂപ്പ് ആയും മാറുന്നു. മണ്ണിലെ നൈട്രേറ്റുകളുടെ ഒരു ഭാഗം നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട്(Reduced) നൈട്രജൻ(Nitrogen) ആകുന്നു. ഡിനൈട്രിഫിക്കേഷൻ(Denitrification) എന്ന ഈ പ്രക്രിയ സ്യൂഡോമൊണാസ് (Pseudomonas), തയോബാസിലസ്(Thiobacillus) ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ സഹായത്താലാണ് നടക്കുന്നത്.

12.6.2 Biological nitrogen fixation-ജൈവികനൈട്രജൻസ്ഥിരീകരണം

ജീവികൾ നൈട്രജനെ നിരോക്സീകരിച്ച്(Reduced) അമോണിയ (Ammonia) ആക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണിത്. ജൈവികനൈട്രജൻസ്ഥിരീകരണത്തിനാവശ്യമായ നൈട്രൊജിനേസ്(Nitrogenase) എന്ന രാസാഗ്നി(Enzyme) പ്രൊകാരിയോട്ടു(Prokaryoye)കളിൽ മാത്രമേയുള്ളൂ. ഈ സൂക്ഷ്മജീവികളെ നൈട്രജൻസ്ഥിരീകാരികൾ(Nitrogen fixers) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഇവ സ്വതന്ത്രമായി ജീവിക്കുന്നവയോ(Free living) സഹജീവനം(Symbiotic) നടത്തുന്നവയോ ആകാം.

$$N \equiv N \rightarrow NH_3$$

a. സ്വതന്ത്രമായി ജീവിക്കുന്നവ(Free living)

സ്വതന്ത്രമായി ജീവിക്കുന്ന, വായു ശ്വസനം(Aerobic respiration) നടത്തുന്ന നൈട്രജൻസ്ഥിരീകാരികൾ(Nitrogen fixers): അസറ്റോബാക്ടർ (Azotobacter), ബെയ്ജറിന്ക്കിയ(Beijerinckia)

അവായു ശ്വസനം(Anaerobic respiration) നടത്തുന്ന നൈട്രജൻ സ്ഥിരീകാരികൾ(Nitrogen fixers) : റോഡോസ്പൈറില്ലം(Rhodospirillum).

നൊസ്റ്റോക്ക്(Nostoc), അനബീന(Anabaena) തുടങ്ങിയ സയാനോബാക്ടീരിയങ്ങളും(Cyanobacteria) സ്വതന്ത്രമായി ജീവിക്കുന്ന നൈട്രജൻസ്ഥിരീകാരികളാണ്(Nitrogen fixers).

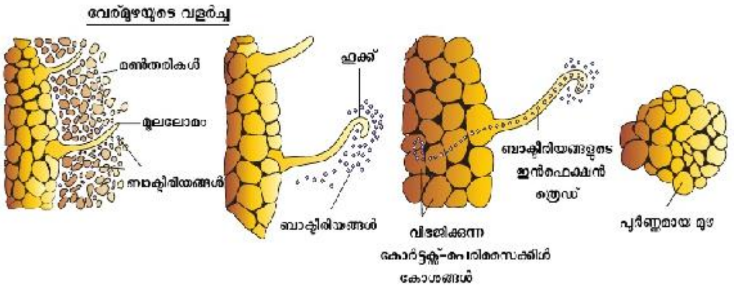
b. Symbiotic Biological nitrogen fixation-സഹജീവനം വഴിയുള്ള നൈട്രജൻസ്ഥിരീകരണം

പയർവർഗചെടിയും(Leguminous plant) ബാക്ടീരിയങ്ങളും ചേർന്ന സഹജീവനം(Symbiosis) വളരെ സാധാരണമാണ്. ദണ്ഡ്(Rod) ആകൃതിയുള്ള റൈസോബിയം(Rhizobium) ബാക്ടീരിയം, അൽഫാൽഫ(Alfalfa), സ്വീറ്റ് ക്ലോവർ(Sweet clover), സ്വീറ്റ്പീ(Sweet pea), ലെന്റിൽസ്(Lentils), ഗാർഡൻപീ(Garden pea), ബ്രോഡ് ബീൻ(Broad bean), ക്ലോവർ ബീൻസ് (Clover beans) തുടങ്ങിയ പയറ് വർഗ സസ്യങ്ങളുടെ വേരുകളിൽ മുഴ(Nodule)കളുണ്ടാക്കുന്നു. ഈ മുഴകൾക്കുള്ളിലാണ് നൈട്രജൻസ്ഥിരീകരണം(Nitrogen fixation) നടക്കുന്നത്. പയറുവർഗമല്ലാത്ത ചെടികളിൽ (ഉദാ: ആൽനസ്-Alnus) മുഴകളുണ്ടാക്കുന്ന ബാക്ടീരിയം ആണ് ഫ്രാങ്കിയ (Frankia). റൈസോബിയം(Rhizobium), ഫ്രാങ്കിയ(Frankia) എന്നിവ മണ്ണിൽ സ്വതന്ത്രമായിക്കാണമെങ്കിലും(Free living) സഹജീവനം(Symbiosis) നടത്തുമ്പോഴാണ് നൈട്രജൻസ്ഥിരീകരിക്കുന്നത്.

മുഴകളുടെ ഉൾഭാഗം ചുവപ്പ്(Red) നിറത്തിലോ പിങ്ക്(Pink) നിറത്തിലോ ആയിരിക്കും. ലെഗ്യുമിനസ് ഹീമോഗ്ലോബിൻ(Leguminous haemoglobin) അഥവാ ലെഗ് ഹീമോഗ്ലോബിൻ(Leg heamoglobin) ആണ് ഇതിന് കാരണം.

***Nodule formation*-മുഴകളുടെ രൂപീകരണം**

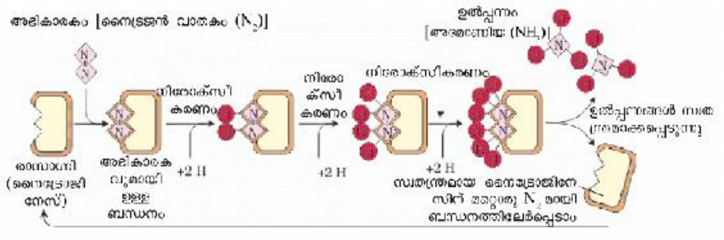
റൈസോബിയം(Rhizobium) ആതിഥേയ സസ്യത്തിന്റെ(Host plant) വേരിനടുത്ത് വിഭജിച്ച് പെരുകുന്നു. ഇവയുടെ സമീപത്തേയ്ക്ക് വളയുന്ന മൂലലോമ(Root hair)ത്തിൽക്കൂടി ബാക്റ്റീരിയകൾ ഉള്ളിൽ കടക്കുന്നു. കോർടെക്സ്(Cortex)വരെ എത്തുന്ന ബാക്റ്റീരിയപാതയാണ് ഇൻഫെക്ഷൻ ത്രെഡ്(Infection thread). കോർടെക്സിലെ കോശങ്ങളുടെ ഉള്ളിൽക്കടന്ന് അവയെ നൈട്രജൻ സ്ഥിരീകരണശേഷിയുള്ള കോശങ്ങളാക്കി മാറ്റുന്നു. കോർട്ടക്സിലെയും പെരിസൈക്കിളിലെയും(Pericycle) കോശങ്ങൾ വിഭജിക്കുന്നതോടെ വേരിന്റെ ഈ ഭാഗം മുഴ(Nodule)യായി മാറുന്നു. വേരിലെ സംവഹന വ്യവസ്ഥയുമായി(Vascular system) നേരിട്ട് ബന്ധം സ്ഥാപിക്കുന്നതുവഴി പോഷകങ്ങളുടെ(Nutrients) ലഭ്യത ഉറപ്പാക്കുന്നു. മുഴകൾക്കുള്ളിൽ നൈട്രൊജിനേസ്(Nitrogenase) എന്ന രാസാഗ്നി(Enzyme), ലെഗ് ഹീമോഗ്ലോബിൻ(Leg heamoglobin) തുടങ്ങി നൈട്രജൻ സ്ഥിരീകരണത്തിനാവശ്യമുള്ള എല്ലാ ജൈവ രാസ(Biochemical) ഘടകങ്ങളുമുണ്ട്. നൈട്രോജിനേസ്(Nitrogenase) ഒരു മോളിബ്ഡിനം-ഇരുമ്പ്(Mo-Fe) പ്രോട്ടീനാണ്(Protein). അന്തരീക്ഷ നൈട്രജനെ(Atmospheric nitrogen) അമോണിയ(Ammonia) എന്ന സ്ഥിരതയുള്ള(Stable) ഉല്പന്നമാക്കുന്നത് നൈട്രൊജിനേസ്(Nitrogenase) ആണ്.



നൈട്രൊജിനേസ്(Nitrogenase) ഓക്സിജനു(Oxygen)മായി വളരെ പെട്ടെന്ന് പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാൽ ഓക്സിജൻ ഇല്ലാത്ത(Anaerobic) സാഹചര്യം ആവശ്യമാണ്. മുഴകളിൽ അവയ്ക്കു(Anaerobic) സാഹചര്യമുണ്ടാക്കുന്നത് ഓക്സിജൻ സ്കാവഞ്ചേഴ്സ്(Oxygen scavengers) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ലെഗ് ഹീമോഗ്ലോബിൻ(Leg heamoglobin) ആണ്. റൈസോബിയം(Rhizobium) സ്വതന്ത്രമായി ജീവിക്കുമ്പോൾ(Free living) ഓക്സിജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നവയാണ്(Aerobic). എന്നാൽ മുഴയ്ക്കുള്ളിൽ റൈസോബിയത്തിന് ഓക്സിജനില്ലാതെ(Anaerobic) ജീവിക്കാൻ കഴിയും.

$$N_2 + 8e^- + 8H^+ + 16ATP \rightarrow 2NH_3 + H_2 + 16ADP + 16Pi$$

മുഴകളിൽ ഒരു അമോണിയ(Ammonia) തന്മാത്ര ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവർത്തനത്തിന് 8ATP ഊർജം ആവശ്യമാണ്. ആതിഥേയ കോശത്തിൽ നടക്കുന്ന ശ്വസനമാണ്(Respiration) ഈ ഊർജം ലഭ്യമാക്കുന്നത്.



നൈട്രജൻ സ്ഥിരീകരണ ബാക്റ്റീരിയകളിൽ കാണുന്ന നൈട്രോജിനേസ് രാസാഗ്നി ഉപയോഗിച്ച് നൈട്രജനെ അമോണിയ ആക്കി മാറ്റുന്ന ഘട്ടങ്ങൾ.

അമോണിയയുടെ രൂപമാറ്റം(Fate of Ammonia)

കോശത്തിലെ സാധാരണ pH ൽ അമോണിയ(Ammonia) പ്രോട്ടോൺ (Proton) സ്വീകരിച്ച് അമോണിയം അയോൺ(Ammonium ion-NH_4^+) ആകുന്നു. മിക്ക ചെടികൾക്കും നൈട്രേറ്റും(Nitrate-NO_3^-) അമോണിയം അയോണും(Ammonium ion-NH_4^+) ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുമെങ്കിലും അമോണിയം, കോശങ്ങൾക്ക് വിഷകര(Toxic)മായതിനാൽ സംഭരിച്ചുവയ്ക്കാൻ കഴിയില്ല. അതുകൊണ്ട് അമോണിയം അയോൺ, അമിനോ ആസിഡ്(Amino acid) നിർമ്മിക്കാനുപയോഗിക്കുന്നു. സസ്യങ്ങളിൽ ഇത് രണ്ട് രീതിയിൽ നടക്കും;

(i) റിഡക്റ്റീവ് അമിനേഷൻ(Reductive amination)

അമോണിയ(Ammonia) ആൽഫ കീറ്റോ ഗ്ലൂട്ടാറിക് ആസിഡുമായി (α-keto glutaric acid) ചേർന്ന് ഗ്ലൂട്ടാമിക് ആസിഡ്(Glutamic acid) ആയി മാറുന്നു.

$$\alpha-\text{ketoglutaric acid} + NH_4^+ + NADPH \xrightarrow[\text{Dehydrogenase}]{\text{Glutamate}} \text{glutamate} + H_2O + NADP$$

(ii) ട്രാൻസ്അമിനേഷൻ(Transamination)

ഒരു അമിനോ ആസിഡിന്റെ അമിനോ(Amino-NH_2) ഗ്രൂപ്പിനെ ഒരു കീറ്റോ ആസിഡിന്റെ(Keto acid) കീറ്റോ(Keto) ഗ്രൂപ്പിൽ ചേർത്ത് മറ്റൊരു അമിനോ ആസിഡ് ഉണ്ടാക്കുന്ന രീതിയാണിത്. ഗ്ലൂട്ടാമിക് ആസിഡിലെ (Glutamic acid) അമിനോ(Amino-NH_2) ഗ്രൂപ്പാണ് ഇതിനായി കൂടുതലും ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ട്രാൻസ്അമിനേസ്(Transaminase) എന്ന രാസാഗ്നി(Enzyme) ഈ പ്രവർത്തനങ്ങളെ സഹായിക്കുന്നു.

അമിനോ ആസിഡുകളുമായി വീണ്ടും അമിനോ(Amino-NH_2) ഗ്രൂപ്പ് കൂട്ടിച്ചേർക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്നതാണ് അമൈഡുകൾ(Amides). അമിനോ ആസിഡിലെ ഹൈഡ്രോക്സിൽ(Hydroxyl) ഭാഗത്തിന് പകരം അമിനോ ഗ്രൂപ്പ് ചേർത്താണ് അമൈഡ്(Amide) നിർമ്മിക്കുന്നത്.

ഉദാ:സസ്യങ്ങളിലെ പ്രോട്ടീനുകളുടെ ഭാഗമായ അസ്പരാജിൻ(Asparagine), ഗ്ലൂട്ടാമിൻ(Glutamine) എന്നിവ യഥാക്രമം അസ്പാർട്ടിക് ആസിഡ്(Aspartic acid) ഗ്ലൂട്ടാമിക് ആസിഡ്(Glutamic acid) എന്നിവയിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന അമൈഡുകളാണ്.

അമിനോ ആസിഡുകളെക്കാൾ നൈട്രജൻ(Nitrogen) അടങ്ങിയിട്ടുള്ള അമൈഡുകൾ സൈലം വെസൽ(Xylem vessel) വഴിയാണ് ചെടിയുടെ മറ്റ് ഭാഗങ്ങളിലെത്തുന്നത്.

ചില ചെടികളുടെ(സോയാബീൻ-Soaybean) മുഴകളിലെ സ്ഥിരീകരിച്ച നൈട്രജൻ(Fixed nitrogen), യൂറീഡുകളായി(Ureids) സസ്യസ്വേദനധാര(Transpiration stream)യിലൂടെ എല്ലാ ഭാഗത്തുമെത്തുന്നു. ഇവയിലും നൈട്രജൻ കൂടുതൽ അളവിൽ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്.

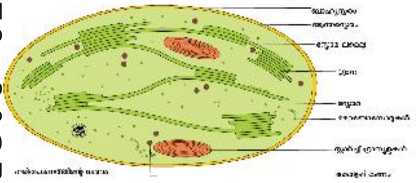
9 ഉയർന്നതല സസ്യങ്ങളിലെ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം(ഫോക്കസ് ഏരിയ)
Photosynthesis in higher plants

Focus area

13.3 Where does photosynthesis take place?; 13.4 How many types of pigments are involved in Photosynthesis; 13.5 What is light reaction?; 13.6 The electron transport; 13.6.1 Splitting of water; 13.6.2 Cyclic & Non-cyclic photo-phosphorylation; 13.6.3 Chemiosmotic hypothesis; 13.7.1 The primary acceptor of CO_2; 13.7.2 Calvin cycle

***13.3 Where does photosynthesis take place?*-പ്രകാശ സംശ്ലേഷണം എവിടെ നടക്കുന്നു?**

സസ്യങ്ങളിൽ പച്ച നിറമുള്ള ഭാഗങ്ങളിലാണ് പ്രകാശസംശ്ലേഷണം(Photosynthesis) നടക്കുന്നത്. ഇലകളിലെ മീസോഫിൽ(Mesophyll) കോശങ്ങളിൽ ധാരാളം ഹരിതകണ(Chloroplast)ങ്ങളുണ്ട്. പരമാവധി സൂര്യപ്രകാശം കിട്ടുന്ന രീതിയിൽ മീസോഫിൽ കോശങ്ങളുടെ കോശഭിത്തി(Cell wall)ക്കരികിലാണ് ഹരിതകണങ്ങൾ ക്രമീകരിക്കുന്നത്.



ഹരിതകണത്തിനുള്ളിൽ ഗ്രാന(Grana), സ്ട്രോമ ലമെല്ല(Stroma lamella) എന്നിവ ഉൾപ്പെടുന്ന സ്തരവ്യൂഹം(Membrane system), സ്ട്രോമ (Stroma) എന്നീ ഭാഗങ്ങളുണ്ട്.

സൂര്യപ്രകാശം ആഗിരണം ചെയ്ത് ATP യും NADPH ഉം നിർമ്മിക്കുന്നത് സ്തരവ്യൂഹത്തിലാണ്(Membrane system). രാസാഗ്നി(Enzyme)കളുടെ സഹായത്തോടെ പഞ്ചസാര(Sugar) നിർമ്മാണം നടക്കുന്നത് സ്ട്രോമ (Stroma)യിലും..

സൂര്യപ്രകാശം ആഗിരണം ചെയ്ത് ATP യും NADPH ഉം നിർമ്മിക്കുന്ന ഘട്ടമാണ് പ്രകാശഘട്ടം(Light reactions). പ്രകാശം നേരിട്ട് ആവശ്യമില്ലാത്ത, ATP യും NADPH ഉം ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന രണ്ടാമത്തെ ഘട്ടമാണ് ഇരുണ്ട ഘട്ടം(Dark reactions). പ്രകാശ ഘട്ടം(Light reactions) ഗ്രാനയിലും(Grana)/സ്തരവ്യൂഹത്തിലും(Membrane system) ഇരുണ്ട ഘട്ടം (Dark reactions) സ്ട്രോമ(Stroma)യിലുമാണ് നടക്കുന്നത്.

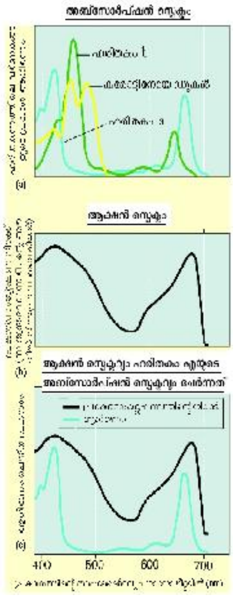
***13.4 How many types of pigments are involved in Photosynthesis*-പ്രകാശ സംശ്ലേഷണത്തിലെ വർണകങ്ങൾ**

ഹരിതകം a(Chlorophyll a)(കടും പച്ച അല്ലെങ്കിൽ നീല കലർന്ന പച്ച-Bright green or blue green)), ഹരിതകം b(Chlorophyll b)(മഞ്ഞ കലർന്ന പച്ച-Yellow-Green), സാന്തോഫിൽ(Xanthophyll)(മഞ്ഞ-Yellow), കരോട്ടിനോയ്ഡുകൾ(Carotenoids)(മഞ്ഞ അല്ലെങ്കിൽ മഞ്ഞ കലർന്ന ഓറഞ്ച്-Yellow or Yellow-Orange) എന്നിവയാണ് ഇലകളിലുള്ള വർണകങ്ങൾ (Pigments). ഓരോ വർണകത്തിനും നിശ്ചിത(Specific) തരംഗദൈർഘ്യത്തിലുള്ള(Wavelength) പ്രകാശം ആഗിരണം ചെയ്യാൻ കഴിയും. അങ്ങനെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന ഊർജം ഹരിതകം a യിലെത്തുന്നു. പരമാവധി പ്രകാശ സംശ്ലേഷണം നടക്കുന്നത് നീല, ചുവപ്പ് തരംഗ ദൈർഘ്യത്തിലാണ്. ഈ പ്രകാശം ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന വർണകം ഹരിതകം a ആണ്. വ്യത്യസ്ത വർണകങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന തരംഗ ദൈർഘ്യങ്ങൾ കാണിക്കുന്ന

ഗ്രാഫും(അബ്സോർപ്ഷൻ സ്പെക്ട്രം-Absorption spectrum), ഓരോ തരംഗദൈർഘ്യത്തിലുമുള്ള പ്രകാശസംശ്ലേഷണവേഗത (Rate of-photosynthesis) കാണിക്കുന്ന ഗ്രാഫും (ആക്ഷൻ സ്പെക്ട്രം-Action spectrum)) ഒത്തിച്ചാക്കുമ്പോൾ നീല, ചുവപ്പ് നിറങ്ങൾക്ക് പുറമെ മറ്റുചില തരംഗ ദൈർഘ്യങ്ങളിലും പ്രകാശസംശ്ലേഷണം നടക്കുന്നതായി കാണാം

ഹരിതകം b(Chlorophyll b), സാന്തോഫിൽ(Xanthophyll), കരോട്ടിനോയ്ഡുകൾ (Carotenoids) എന്നീ അക്സസറി പിഗ്മെൻറ്സ് (Accssory pigments) /സഹായകവർണകങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന പ്രകാശോർജ്ജം പ്രധാന പ്രവർത്തനകേന്ദ്രമായ(Main reaction centre) ഹരിതകം a യിലേക്ക് കൈമാറുന്നു.

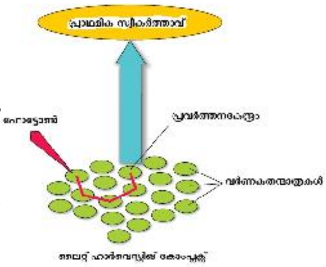
വ്യത്യസ്ത തരംഗദൈർഘ്യങ്ങളിലുള്ള പ്രകാശം പരമാവധി ഉപയോഗപ്പെടുത്താനും പ്രകാശഓക്സീകരണത്തിൽ(Photo-oxidation) നിന്ന് ഹരിതകം a യെ സംരക്ഷിക്കാനും ഇത് മൂലം സാധിക്കുന്നു.



13.5 What is light reaction?-എന്താണ് പ്രകാശ ഘട്ടം?

പ്രകാശത്തിന്റെ ആഗിരണം(Absorption of light), ജലവിഘടനം (Splitting of water), ഓക്സിജൻ പുറന്തള്ളൽ(Oxygen release), ATP, NADPH എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണം എന്നിവ ഉൾപ്പെട്ട പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് പ്രകാശഘട്ടം(Light reactions)/പ്രകാശരാസഘട്ട(Photochemical phase) ത്തിലുള്ളത്.

വർണകങ്ങളെ(Pigments), ഫോട്ടോസിസ്റ്റം I(Photosystem I)(PS I), ഫോട്ടോസിസ്റ്റം II(Photosystem II)(PS II) എന്നിങ്ങനെ രണ്ട് ലൈറ്റ് ഹാർവെസ്റ്റിംഗ് കോംപ്ലക്സുകളായി(LHC-Light Harvesting Complex) ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഓരോ ഫോട്ടോസിസ്റ്റത്തിലും ഒരു ഹരിതകം a തന്മാത്രയും നൂറുകണക്കിന് മറ്റ് വർണകങ്ങളും(ആന്റന-Antennae)എന്ന് വിളിക്കുന്നു) ഉണ്ട്.



ഹരിതകം a തന്മാത്രയാണ് പ്രവർത്തനകേന്ദ്രം(Reaction centre). PS I ലെ ഹരിതകം a ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന പരമാവധി തരംഗദൈർഘ്യം 700nm ആയതിനാൽ PS I ന്റെ പ്രവർത്തനകേന്ദ്രം(Reaction centre) P700 എന്നറിയപ്പെടുന്നു. PS II ലേത് 680nm ആയതിനാൽ പ്രവർത്തനകേന്ദ്രത്തെ (Reaction centre)P680 എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

13.6 The electron transport-ഇലക്ട്രോൺ ട്രാൻസ്പോർട്ട്

PS II ലെ P680 ൽ നിന്ന് 680 nm പ്രകാശോർജ്ജം (ചുവപ്പ്) ആഗിരണം ചെയ്ത് ഇലക്ട്രോണുകൾ(Electrons), ഒരു ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകർത്താവ്(Electron acceptor) വഴി സൈറ്റോക്രോമുകൾ(Cytochromes) ഉൾപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോൺ ട്രാൻസ്പോർട് വ്യൂഹത്തിലേക്ക്(Electron transport system) കടത്തിവിടുന്നു. ഇവ PS I ലേക്കാണ് അവസാനം എത്തുന്നത്. ഇതേസമയം PS I ലെ P700 ൽ നിന്ന് 700 nm(ചുവപ്പ്) പ്രകാശം ആഗിരണം ചെയ്ത് ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉത്തേജിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു(Excited). ഈ ഇലക്ട്രോണുകൾ ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകർത്താവ്(Electron acceptor) വഴി $NADP^+$ യുമായി ചേർന്ന് $NADPH+H^+$ ആയി നിരോക്സീകരിക്ക(Reduced)പ്പെടുന്നു. PS I ഉം PS II ഉം ഉൾപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോൺ സഞ്ചാരപാത Z സ്കീം(Z scheme) എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്.

13.6.1 Splitting of water-ജലവിഘടനം

PS II ൽ നിന്ന് ഉത്തേജിതമായി(Excited) പുറത്തുപോകുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾക്ക് പകരം, ജലവിഘടനം(Splitting of water) വഴി ഉണ്ടാകുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ജലവിഘടനകോംപ്ലക്സ്(Water splitting complex) തൈലക്കോയ്ഡ് സ്തരത്തിന്റെ(Thylakoid membrane) ഉൾഭാഗത്ത്(Inner side) PS II യുമായി ചേർന്നാണ് കാണുന്നത്. അതുകൊണ്ട് ജലവിഘടനം മൂലം ഉണ്ടാകുന്ന പ്രോട്ടോണുകളും(Protons) ഓക്സിജനും (Oxygen) സ്തര അറ(Lumen)യ്ക്കുള്ളിലേക്കാണ് പോകുന്നത്.

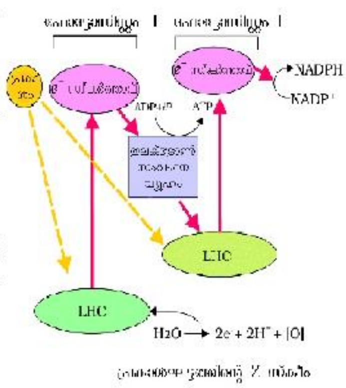
13.6.2 Cyclic & Non-cyclic photo-phosphorylation-സൈക്ലിക് ഫോട്ടോഫോസ്ഫോറിലേഷൻ & നോൺ-സൈക്ലിക് ഫോട്ടോഫോസ്ഫോറിലേഷൻ

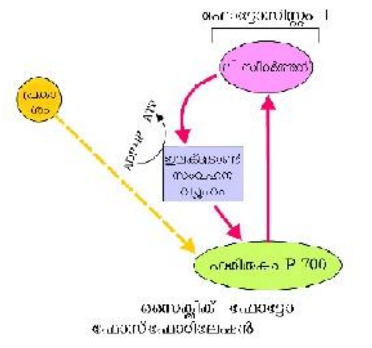
കോശങ്ങളിൽ (മൈറ്റോകോണ്ട്രിയയിലും-Mitochondria, ഹരിതകണത്തിലും-Chloroplast)ATP നിർമ്മിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് ഫോസ്ഫോറിലേഷൻ(Phosphorylation). പ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ADP യും ഫോസ്ഫറസും(Phosphorus) ചേർത്ത് ATP നിർമ്മിക്കുന്ന പ്രവർത്തനമാണ് ഫോട്ടോഫോസ്ഫോറിലേഷൻ (Photo-phosphorylation).

ഇത് രണ്ട് രീതിയിലുണ്ട്:

1.നോൺ-സൈക്ലിക് ഫോട്ടോഫോസ്- ഫോറിലേഷൻ(Non-cyclic Photo-phosphorylation)

PS II ഉം PS I ഉം ഉൾപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോൺ ട്രാൻസ്പോർട്ട് സിസ്റ്റമാണിത്(Electron transport system). Z സ്കീം(Z scheme) എന്ന ഈ ഇലക്ട്രോൺ സഞ്ചാരത്തിന്റെ ഫലമായി ATP, $NADPH+H^+$ എന്നിവ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു.





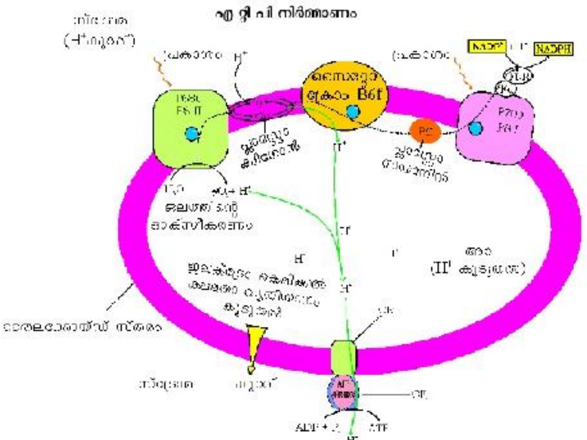
2.സൈക്ലിക് ഫോട്ടോഫോസ്ഫോറി- ലേഷൻ(Cyclic Photo-phosphorylation)

PS I മാത്രം ഉൾപ്പെട്ട ഇത് നടക്കാൻ സാധ്യതയുള്ളത് സ്ട്രോമ ലമെല്ല(Stroma lamella/Inter granal thylakoid)യിലാണ്. ഗ്രാന ലമെല്ല സ്തരത്തിൽ(Membrane of grana lamella) PS I ഉം II ഉം ഉണ്ട്. (അതുകൊണ്ട് അവിടെ നോൺ-സൈക്ലിക് ഫോട്ടോ ഫോസ്ഫോറിലേഷൻ നടക്കും) എന്നാൽ സ്ട്രോമ ലമെല്ല സ്തരത്തിൽ (Membrane of stroma lamella) PS II ഉം, NADP റിഡക്റ്റേസ് എൻസൈമും(NADP reductase enzyme) ഇല്ല. അതിനാൽ PS I ൽ നിന്ന് ഉത്തേജിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോൺ ATP മാത്രം നിർമ്മിച്ച് ചാക്രിക സഞ്ചാരം പൂർത്തിയാക്കി PS I ൽ തിരിച്ചെത്തുന്നു. 680nm ൽ കൂടുതൽ പ്രകാശം കിട്ടുമ്പോൾ മാത്രമേ സൈക്ലിക് ഫോട്ടോഫോസ്ഫോറിലേ ഷൻ(Cyclic Photo-phosphorylation) നടക്കൂ.

13.6.3 Chemiosmotic hypothesis-കെമി ഓസ്മോട്ടിക് ഹൈപോതിസിസ്

ഹരിതകണത്തിലെ ATP നിർമ്മാണം വിശദീകരിക്കുന്നത് കെമി ഓസ്മോട്ടിക് ഹൈപോതിസിസ്(Chemiosmotic hypothesis) ഉപയോഗിച്ചാണ്. തൈലക്കോയ്ഡ് സ്തര(Thylakoid membrane)ത്തിനിരുവശവും രൂപപ്പെടുന്ന പ്രോട്ടോൺ ഗാഢതാവ്യതിയാനം/പ്രോട്ടോൺ ഗ്രേഡിയന്റ്(Proton gradient) ആണ് ATP നിർമ്മാണത്തിന് കാരണമാകുന്നത്.

തൈലക്കോയ്ഡ് സ്തരഅറ(Lumen)യ്ക്കുള്ളിലാണ് പ്രോട്ടോണുകളുടെ എണ്ണം കൂടുതലാകുന്നത്, സ്തരത്തിന് പുറത്ത് കുറവും. (ശ്വസനത്തിൽ മൈറ്റോകോണ്ട്രിയയിലെ സ്ഥരാന്തർഭാഗത്താണ് (Intermembrane space) പ്രോട്ടോണുകൾ കൂടുന്നത്, മാട്രിക്സിൽ(Matrix) കുറവും)



മൂന്ന് സാഹചര്യങ്ങളാണ് പ്രോട്ടോൺ ഗ്രേഡിയന്റ്(Protongradient) ഉണ്ടാകാൻ കാരണമാകുന്നത്:

i)ജലവിഘടനം(Splitting of water) നടക്കുന്നത് സ്തരത്തിന്റെ ഉൾഭാഗത്തി നടുത്തായതിനാൽ(Inner side), ഉണ്ടാകുന്ന പ്രോട്ടോണുകൾ/ഹൈഡ്രജൻ അയോണുകൾ(Hydrogen ions-H^+) തൈലക്കോയ്ഡ് അറ(Lumen)യിലേക്കാണ് സ്വതന്ത്രമാകുന്നത്.

ii)ഫോട്ടോസിസ്റ്റം(Photosystem) വഴി ഇലക്ട്രോൺ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ പ്രോട്ടോണുകളും(Protons) സ്തരഅറയ്ക്കുള്ളിലേക്ക് നീക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിന് കാരണം തൈലക്കോയ്ഡ് സ്തരത്തിന്റെ(Thylakoid membrane) പുറം ഭാഗത്തുള്ള പ്രൈമറി ഇലക്ട്രോൺ അക്സെപ്റ്ററിൽ(Primary electron acceptor) നിന്ന് ഇലക്ട്രോൺ സ്വീകരിക്കുന്നത് ഇലക്ട്രോൺ കാരിയർ(Electron carrier) അല്ല, H കാരിയർ(H-carrier) ആണ്(H=പ്രോട്ടോൺ + ഇലക്ട്രോൺ). അതിനുവേണ്ട പ്രോട്ടോൺ സ്ട്രോമയിൽ(Stroma) നിന്നെടുക്കുന്നു. H ൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രോണിനെ സ്തരത്തിന്റെ ഉൾഭാഗത്തുള്ള ഇലക്ട്രോൺ കാരിയറിന് കൈമാറുമ്പോൾ 'പ്രോട്ടോൺ' സ്തര അറയിലേക്ക് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നു.

iii)തൈലക്കോയ്ഡ് സ്തര(Thylakoid membrane)ത്തിൽ സ്ട്രോമയോട് ചേർന്ന ഭാഗത്താണ് NADP റിഡക്റ്റേസ് എൻസൈം(NADP reductase enzyme) ഉള്ളത്. PS I ൽ നിന്ന് വരുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾക്കൊപ്പം, $NADP^+$ നെ $NADPH+H^+$ ആയി നിരോക്സീകരിക്ക(Reduce)ന്നതിന് പ്രോട്ടോണുകളും വേണം. ഈ പ്രോട്ടോണുകളെ സ്ട്രോമയിൽ നിന്നെടുക്കുന്നതുകൊണ്ട് അവിടെ പ്രോട്ടോൺ ഗാഢത(Proton concentration) കുറയുന്നു.

അങ്ങനെ സ്തരഅറ(Lumen)യ്ക്കുള്ളിൽ പ്രോട്ടോണുകൾ കൂടുകയും സ്തരത്തിന് പുറത്ത് സ്ട്രോമയിൽ കുറയുകയും ചെയ്ത് പ്രോട്ടോൺ ഗ്രേഡിയന്റ്(Proton gradient) രൂപപ്പെടുന്നു. സ്തരഅറയ്ക്കുള്ളിലെ pH ൽ ഗണ്യമായ കുറവ് വരും.

ഈ പ്രോട്ടോൺ ഗ്രേഡിയന്റ് ഇല്ലാതാകുന്നത് പ്രോട്ടോണുകൾ സ്തരഅറയിൽ നിന്ന് ATP സിൻതേസ്(ATP Synthase) എന്ന രാസാഗ്നിയിലെ

സ്തരാന്തരപാത(Transmembrane channel)വഴി സ്ട്രോമയിലേക്ക് പോകുമ്പോഴാണ്.ATP സിൻതേസ്(ATP Synthase) രാസാഗ്നിക്ക് രണ്ട് ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. തൈലക്കോയ്ഡ് സ്തരത്തിൽ നിമഗ്നമായി(Embedded) കാണുന്ന CF_0 വഴിയാണ് പ്രോട്ടോണുകൾ ഫെസിലിറ്റേറ്റഡ് ഡിഫ്യൂഷൻ(Facilitated diffusion) രീതിയിൽ പുറത്തേക്ക് നീങ്ങുന്നത്. CF_1 എന്ന ഭാഗം തൈലക്കോയ്ഡ് സ്തരത്തിന്റെ പുറം ഭാഗത്തുനിന്നും സ്ട്രോമയിലേക്ക് തള്ളി നിൽക്കുന്നു. പ്രോട്ടോണുകൾ CF_1 വഴി കടന്നുപോകുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജം ഉപയോഗിച്ച് ATP നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു.

കെമിഓസ്മോട്ടിക്ഹൈപോതിസിസ്(Chemiosmotic hypothesis) പ്രകാരം ATP നിർമ്മാണത്തിന് സ്തരം(Membrane), പ്രോട്ടോൺ പമ്പ്(Proton pump), പ്രോട്ടോൺ ഗ്രേഡിയന്റ്(Proton gradient), ATP സിൻതേസ്(ATP Synthase) എന്നിവ ആവശ്യമാണ്.

പ്രകാശ ഘട്ടത്തിൽ(Light reaction) നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്ന ATP യും NADPH ഉം സ്ട്രോമ(Stroma)യിൽ നടക്കുന്ന ഇരുണ്ടഘട്ടം(Dark reactin) അഥവാ ജൈവസംശ്ലേഷണഘട്ടം/ബയോസിന്തറ്റിക്ഘട്ടം(Biosynthetic phase) പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

13.7.1 The primary acceptor of CO2-CO2ന്റെ ആദ്യ സ്വീകർത്താവ്

പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിലെ(Photosynthesis) ആദ്യ CO_2 സ്വീകർത്താവ് (CO_2 acceptor) 5 കാർബണുള്ള കീറ്റോസ് ഷുഗർ(Ketos sugar) ആയ റിബുലോസ് ബിസ്ഫോസ്ഫേറ്റ് (Ribulose bisphosphate-RuBP)ആണ്.

13.7.2 Calvin cycle-കാൽവിൻ സൈക്കിൾ

കാൽവിനും(Calvin) സഹപ്രവർത്തകരുമാണ് ഇതൊരു ചാക്രിക (Cyclic) പ്രവർത്തനമാണെന്ന് കണ്ടെത്തിയത്. പ്രകാശസംശ്ലേഷണം നടത്തുന്ന എല്ലാചെടികളിലും കാൽവിൻ സൈക്കിൾ(Calvin cycle) നടക്കുന്നുണ്ട്.

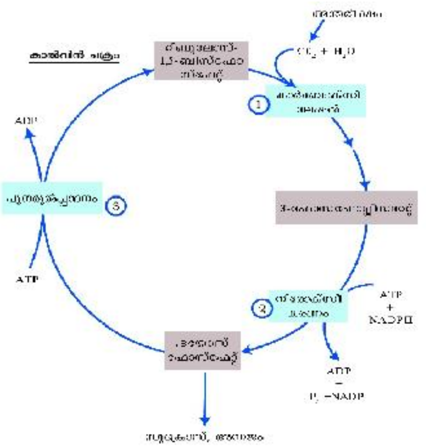
കാർബോക്സിലേഷൻ(Carboxylation), നിരോക്സീകരണം (Reduction), റിജനറേഷൻ(Regeneration) എന്നിങ്ങനെ കാൽവിൻ ചക്രത്തിന് മൂന്ന് ഘട്ടങ്ങളുണ്ട്.

1.കാർബോക്സിലേഷൻ(Carboxylation)

CO_2നെ സ്ഥിരതയുള്ള(Stable) കാർബണിക(Organic) സംയുക്തങ്ങളാക്കിമാറ്റുന്നു. RuBP യും CO_2 ഉം ചേർന്ന് രണ്ട് 3-PGA ഉണ്ടാകുന്നു. RuBP കാർബോക്സിലേസ്(RuBP Carboxylase) എന്ന രാസാഗ്നി(Enzyme) ഈ പ്രവർത്തനത്തെ സഹായിക്കുന്നു. ഓക്സിജൻ(Oxygen) കൂട്ടിച്ചേർക്കുന്ന പ്രവർത്തനത്തെയും(Oxygenation) സഹായിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ഈ രാസാഗ്നിയെ RuBP കാർബോക്സിലേസ് ഒക്സിജനേസ്(RuBP Carboxylase Oxygenase) അഥവാ റൂബിസ്കോ(RuBIsCO) എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്.

2. നിരോക്സീകരണം(Reduction)

ഗ്ളൂക്കോസ്(Glucose) നിർമ്മിക്കുന്നതിനുള്ള നിരവധി പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ശൃംഖലയാണിത്. ഓരോ തന്മാത്ര CO_2 സ്ഥിരീകരിക്കുമ്പോഴും ഫോസ്ഫോറിലേഷൻ(Phosphorylation) നടത്തുന്നതിന് 2ATP യും നിരോക്സീകരണ(Reduction)ത്തിനായി 2NADPH ഉം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഒരു ഗ്ളൂക്കോസ്(Glucose) തന്മാത്രയുണ്ടാവാൻ $6CO_2$ തന്മാത്രകൾ വേണം.



3.റിജനറേഷൻ(Regeneration)

വീണ്ടും CO_2 സ്വീകരിക്കുന്നതിനായി RuBP പുനരുൽപാദിപ്പിക്കുന്ന (Regenerate) ഘട്ടമാണിത്. ഫോസ്ഫോറിലേഷൻ(Phosphorylation) നടത്തുന്നതിന് ഒരു ATP ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

അങ്ങനെ കാൽവിൻ ചക്ര(Calvin cycle)ത്തിൽ കടക്കുന്ന ഓരോ CO_2 തന്മാത്രയ്ക്കും ആകെ 3ATP യും 2NADPH ഉം ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഇവിടെ ATP യുടെ ആവശ്യം കൂടുതലായതുകൊണ്ടാകാം ATP മാത്രം ഉണ്ടാകുന്ന സൈക്ലിക് ഫോട്ടോഫോസ്ഫോറിലേഷൻ(Cyclic Photo-phosphorylation) നടക്കുന്നത്.

ഗ്ലൂക്കോസ്(Glucose) ഉണ്ടാകുന്നതിന് കാൽവിൻ ചക്രം(Calvin cycle) 6 പ്രാവശ്യം നടക്കണം. അതിന് ആകെ 18 ATP യും 12NADPH ഉം ആവശ്യമാണ്.

ഉപയോഗിക്കുന്നത്	ഉണ്ടാകുന്നത്
6 CO_2 18 ATP 12 NADPH	ഒരു ഗ്ലൂക്കോസ് തന്മാത്ര 18 ADP 12 NADP

10 സസ്യങ്ങളിലെ ശ്വസനം(ഫോക്കസ് ഏരിയ)
Respiration in plants

Focus area — *14.2 Glycolysis; 14.3 Fermentation; 14.4 Aerobic respiration; 14.4.1 Tricarboxylic acid cycle; 14.4.2 ETS and oxydative phosphorylation*

14.2 Glycolysis-ഗ്ലൈക്കോളിസിസ്

ശ്വസന(Respiration)ത്തിന്റെ ഭാഗമായ ഗ്ലൈക്കോളിസിസ് (Glycolysis) വിശദീകരിച്ചത് ഗസ്താവ് എംഡൻ(Gustav Embden), ഓട്ടോ മെയ്റോഫ്(Otto Meyerhof), ജെ പാർനാസ്(J Parnas) എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞരാണ്. അതിനാൽ ഇ എം പി പാത(EMP pathway) എന്നും വിളിക്കുന്നു. എല്ലാ ജീവികളിലും ഗ്ലൈക്കോളിസിസ് നടക്കുന്നുണ്ട്. അവായു(Anaerobic) ജീവികളിൽ ശ്വസനമെന്നാൽ ഗ്ലൈക്കോളിസിസ് മാത്രമാണ്.

കോശദ്രവ്യത്തിൽ(Cytoplasm) വച്ച് ഗ്ലൂക്കോസ് ഭാഗിക ഓക്സീകരണം(Partial oxidation) നടന്ന് രണ്ട് പൈറൂവിക് ആസിഡ്(Pyruvic acid) തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവർത്തനമാണ് ഗ്ലൈക്കോളിസിസ് (Glycolysis). സസ്യങ്ങളിൽ ഗ്ലൂക്കോസ്(Glucose) ലഭിക്കുന്നത് പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിന്റെ ഉത്പന്നമായ സൂക്രോസിൽ(Sucrose) നിന്നോ ധാന്യക (Carbohydrate)ശേഖരത്തിൽ നിന്നോ ആണ്.

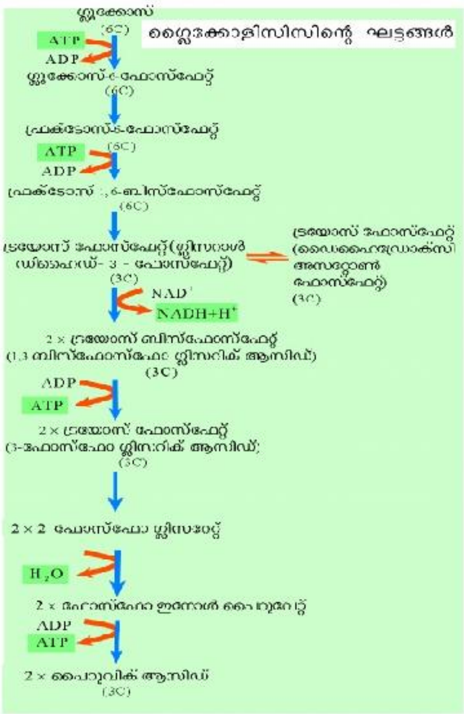
ഇൻവെർട്ടേസ്(Invertase) എന്ന രാസാഗ്നി(Enzyme) സൂക്രോസിനെ ഗ്ലൂക്കോസും(Glucose) ഫ്രക്റ്റോസുമാക്കി(Fructose) മാറ്റുന്നു.

ഹെക്സോകൈനേസ്(Hexokinase) രാസാഗ്നിയുടെ സഹായത്താൽ ഗ്ളൂക്കോസും ഫ്രക്ടോസും ഫോസ്ഫോറിലേഷന് (Phosphorylation)വിധേയമായിഗ്ലൂക്കോസ്-6-ഫോസ്ഫേറ്റ്(Glucose-6-phosphate) ആകുന്നു.

ഐസോമെറൈസേഷൻ(Isomerisation) നടന്ന് ഗ്ലൂക്കോസ്-6-ഫോസ്ഫേറ്റ്,(Glucose-6-phosphate) ഫ്രക്ടോസ്-6-ഫോസ്ഫേറ്റ് (Fructose-6-phosphate) ആകും.

ഫ്രക്ടോസ്-6-ഫോസ്ഫേറ്റ് (Fructose-6-phosphate) ഫോസ്ഫോറിലേഷൻ (Phosphorylation) നടന്ന് ഫ്രക്ടോസ്-1,6-ബിസ് ഫോസ്ഫേറ്റ് (Fructose-1,6-bisphosphate) ഉണ്ടാകും. ഇത് വിഘടിച്ച് ഡൈഹൈഡ്രോക്സി അസറ്റോൺ ഫോസ്ഫേറ്റ് (Dihydroxy acetonephosphate), 3-ഫോസ്ഫോഗ്ലിസറാൽഡിഹൈഡ് (3-phospho glyceraldehide/3 PGAL) എന്നിവയുണ്ടാകുന്നു.

3-ഫോസ്ഫോഗ്ലിസറാൽഡിഹൈഡ്(3 PGAL) ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് (Oxidised) 1,3-ബിസ്ഫോസ്ഫോഗ്ലിസറിക് ആസിഡ്(1,3-Bisphospho glyceric acid/BPGA) ഉണ്ടാകുന്നു. നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ഹൈഡ്രജൻ(Hydrogen) NAD^+ നെ $NADH+H^+$ ആക്കി മാറ്റുന്നു.



1,3-ബിസ്ഫോസ്ഫോഗ്ലിസറിക് ആസിഡിൽ(BPGA)നിന്ന് 3-ഫോസ്ഫോഗ്ലിസറിക് ആസിഡ്(3-Phospho glyceric acid-3PGA) ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ATP നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു.

3-ഫോസ്ഫോഗ്ലിസറിക് ആസിഡ് (3-Phospho glyceric acid-3PGA), 2-ഫോസ്ഫോഗ്ലിസറിക് ആസിഡ് (2-Phospho glyceric acid) ആയും തുടർന്ന് 2-ഫോസ്ഫോഈനോൾ പൈറൂവിക് ആസിഡ് (2-phosphoenol pyruvic acid-PEP) ആയും മാറുന്നു.

2-ഫോസ്ഫോ ഈനോൾ പൈറൂവിക് ആസിഡിൽ (2-phospho enol pyruvic acid-PEP) നിന്ന് പൈറൂവിക് ആസിഡ്(Pyruvic acid) ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ഒരു ATP നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു.

ഗ്ലൈക്കോളിസിസ് പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ ഒരു തന്മാത്ര ഗ്ലൂക്കോസിൽ നിന്ന് ആകെ 4 ATP ആണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

രണ്ട് ATP ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു; ഗ്ലൂക്കോസ്(Glucose), ഗ്ലൂക്കോസ്-6-ഫോസ്ഫേറ്റ്(Glucose-6-phosphate) ആകുമ്പോഴും, ഫ്രക്ടോസ്-6-ഫോസ്

ഫേറ്റ്(Fructose-6-phosphate), ഫ്രക്ടോസ്-1,6-ബിസ്ഫോസ്ഫേറ്റ് (Fructose-1,6-bisphosphate) ആകുമ്പോഴും.

ഗ്ലൈക്കോളിസിസ് വഴിയുണ്ടാകുന്ന പൈറൂവിക് ആസിഡിനെ (Pyruvic acid) വിവിധ തരം കോശങ്ങൾ 3 വ്യത്യസ്തരീതികളിലാണ് ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നത്: 1.ലാക്ടിക്ആസിഡ് ഫെർമെന്റേഷൻ (Lactic acid fermentation),2.ആൽക്കഹോളിക് ഫെർമെന്റേഷൻ(Alcoholic fermentation), 3.വായു ശ്വസനം(Aerobic respiration)

14.3 Fermentation-ഫെർമെന്റേഷൻ

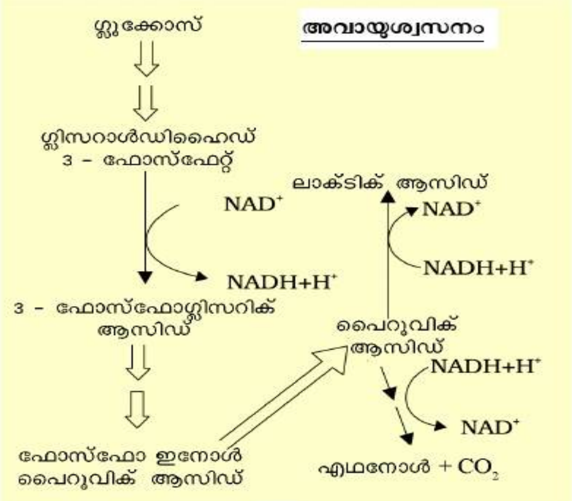
ഓക്സിജൻ ഇല്ലാതെ ഗ്ളൂക്കോസിന്റെ ഭാഗികവിഘടനമാണ് ഫെർമെന്റേഷനിൽ(Fermentation) നടക്കുന്നത്. ഇത് രണ്ട് തരത്തിലുണ്ട്.

1.ആൽക്കഹോളിക് ഫെർമെന്റേഷൻ(Alcoholic fermentation)

ഗ്ലൂക്കോസ്സിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന പൈറൂവിക് ആസിഡ്(Pyruvic acid) CO_2 ഉം എത്തനോളും(Ethanol) ആയി മാറുന്നു.

പൈറൂവിക് ആസിഡ് ഡികാർബോക്സിലേസ്(Pyruvic acid decarboxylase), ആൽക്കഹോൾ ഡിഹൈഡ്രോജിനേസ്(Alcohol-dehydrogenase) എന്നീ രാസാഗ്നികൾ ഈ പ്രവർത്തനങ്ങളെ സഹായിക്കുന്നു.

ഉദാ: യീസ്റ്റ്(Yeast)



2.ലാക്ടിക് ആസിഡ് ഫെർമെന്റേഷൻ(Lactic acid fermentation)

ചില ബാക്ടീരിയങ്ങളിൽ പൈറൂവിക്ആസിഡിൽ നിന്ന് ലാക്ടിക് ആസിഡ്(Lactic acid) ആണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. ചില ജന്തുകോശങ്ങളിലും ലാക്ടിക് ആസിഡ് ഉണ്ടാകാറുണ്ട്. വ്യായാമം ചെയ്യുമ്പോൾ പേശികൾക്ക് കോശശ്വസനത്തിന്(Celluar respiration) മതിയായ ഓക്സിജൻ കിട്ടാത്ത അവസ്ഥയിൽ പൈറൂവിക്ആസിഡ് ലാക്റ്റേറ്റ് ഡിഹൈഡ്രോജിനേസ് (Lactate dehydrogenase) രാസാഗ്നിയുടെ സഹായത്തോടെ ലാക്ടിക് ആസിഡ് ആയി നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു(Reduced).

രണ്ട് പ്രക്രിയകളിലും $NADH+H^+$ ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് NAD^+ ആകുന്നു.

ആൽക്കഹോളിക് ഫെർമെന്റേഷനിലും(Alcoholic fermentation) ലാക്ടിക് ആസിഡ് ഫെർമെന്റേഷനിലും(Lactic acid fermentation) ഒരു ഗ്ളൂക്കോസ് തന്മാത്രയിൽ നിന്ന്, ഗ്ളൈക്കോളിസിസ്(Glycolyss) നടക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന 2 ATP മാത്രമാണ് ബാക്കിയുണ്ടാവുക. ആസിഡ്(Acid)/ആൽക്കഹോൾ(Alcohol) ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ കോശത്തിന് ദോഷകരവുമാണ്. ഉദാ:ആൽക്കഹോളിന്റെ ഗാഢത(Concentration) 13% ആകുമ്പോൾ യീസ്റ്റ് കോശങ്ങൾ നശിച്ചുപോകും.

14.4 Aerobic respiration-വായുശ്വസനം

ഓക്സിജന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ കാർബണിക വസ്തുക്കൾ(Organic substances) പൂർണമായും ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് CO_2 ഉം, ജലവും, ഊർജവും ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയയാണ് വായുശ്വസനം(Aerobic respiration). മൈറ്റോകോൺഡ്രിയ(Mitochondria)യിലാണ് ഇത് നടക്കുന്നത്. ഗ്ലൈക്കോളിസിസ് (Glycolysis) നടക്കുമ്പോൾ കോശദ്രവ്യത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പൈറൂവിക് ആസിഡ്(Pyruvic acid) മൈറ്റോകോൺഡ്രിയയിലേക്ക് നീക്കുന്നു.

വായു ശ്വസനത്തിലെ പ്രധാന പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഇവയാണ്:

1.പടിപടിയായി എല്ലാ ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങളും നീക്കംചെയ്ത് പൈറൂവിക്ആസിഡിനെ പൂർണമായും ഓക്സീകരിച്ച് 3 CO_2 ആക്കിമാറ്റുന്നു. ഇത് മൈറ്റോകോൺഡ്രിയയുടെ മാട്രിക്സി(Matrix)ലാണ് നടക്കുന്നത്.

2.ഹൈഡ്രജൻ ആറ്റങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്യുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ(Electrons) ഓക്സിജനിലേക്ക് കൈമാറുകയും ATP നിർമ്മിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനങ്ങൾ നടക്കുന്നത് മൈറ്റോകോൺഡ്രിയയുടെ ആന്തരസ്തരത്തിലാണ്(Inner membrane).

മൈറ്റോകോൺഡ്രിയ മാട്രിക്സിലെത്തുന്ന പൈറൂവിക് ആസിഡ് (Pyruvicacid),ഓക്സിഡേറ്റീവ് ഡികാർബോക്സിലേഷന്(Oxidative-decarboxylation) വിധേയമാകുന്നു. ഇതിന് പൈറൂവിക് ഡിഹൈഡ്രോജിനേസ്(Pyruvic dehydrogenase) എന്ന രാസാഗ്നിയും, NAD^+, കൊഎൻസൈം A (Coenzyme A)തുടങ്ങിയ കൊഎൻസൈമുകളും(Coenzymes) ആവശ്യമാണ്. ഈ പ്രക്രിയയിൽ രണ്ട് പൈറൂവിക് ആസിഡ് തന്മാത്രകളിൽ നിന്ന് രണ്ട് NADH തന്മാത്രകളുണ്ടാവും.

$$\text{പൈറൂവിക് ആസിഡ്} + CoA + NAD^+ \xrightarrow[\text{പൈറുവേറ്റ് ഡീഹൈഡ്രോജിനേസ്}]{Mg^{2+}} \text{അസറ്റൈൽ } CoA + CO_2 + NADH + H^+$$

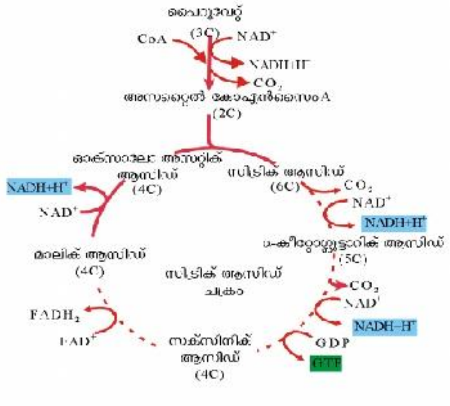
അസറ്റൈൽ കൊഎൻസൈം A(Acetyl coenzyme A) ട്രൈകാർബോക്സിലിക് ആസിഡ് ചക്രത്തിൽ(Tricarboxylic acid cycle-TCA cycle) പ്രവേശിക്കുന്നു. ഹാൻസ് ക്രെബ്സ്(Hans Krebs) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കണ്ടെത്തിയ ഈ ചാക്രിക പാത, ക്രെബ്സ് സൈക്കിൾ(Kreb's cycle) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

14.4.1 Tricarboxylicacid cycle-ട്രൈകാർബോക്സിലിക് ആസിഡ് - സൈക്കിൾ/സിട്രിക്ആസിഡ് സൈക്കിൾ-Citric acid cycle

അസറ്റൈൽ കൊഎൻസൈം A (Acetyl coenzyme A)യുടെ അസറ്റൈൽ ഗ്രൂപ്പ് (Acetyl)ഓക്സാലോഅസറ്റിക് ആസിഡും(Oxalo acetic acid) ജലവുമായി ചേർന്ന് സിട്രിക് ആസിഡ്(Citric acid) ഉണ്ടാകുന്ന-കണ്ടെൻസേഷൻ(Condensation) പ്രക്രിയ നടന്ന് കൊഎൻസൈം A (Coenzyme A) സ്വതന്ത്രമാകുന്നു. സിട്രേറ്റ് സിൻതേസ്(Citrate synthase) എന്ന രാസാഗ്നി(Enzyme)യാണ് ഈ പ്രവർത്തനത്തെ സഹായിക്കുന്നത്.

സിട്രിക് ആസിഡ് ഐസോമറൈസ്(Isomerase) ചെയ്ത് ഐസോസിട്രിക് ആസിഡ്(Isocitric acid) ആകുന്നു.

ഐസോസിട്രിക് ആസിഡ് ഡികാർബോക്സിലേഷൻ (Decarboxylation) നടന്ന് ആൽഫ കീറ്റോ ഗ്ളൂട്ടാറിക് ആസിഡാകുന്നു(α-keto glutaric acid). ആൽഫ കീറ്റോ ഗ്ളൂട്ടാറിക് ആസിഡ്(α-keto glutaric acid) വീണ്ടും ഡികാർബോക്സിലേഷന്(Decarboxylation) വിധേയമായി സക്സിനൈൽ കൊഎൻസൈം A(Succinyl coenzyme A) ഉണ്ടാകുന്നു.



സിട്രിക് ആസിഡ് ചക്രം

സക്സിനൈൽ കൊഎൻസൈം A(Succinyl coenzyme A) സക്സിനിക് ആസിഡ്(Succinic acid) ആകുന്നതോടൊപ്പം സബ്സ്ട്രേറ്റ് ലെവൽ ഫോസ്ഫോറിലേഷൻ(Substrate level phosphorylation) വഴി ഒരു GTP ഉണ്ടാകുന്നു. GTP ഉടൻതന്നെ ATP ആയി മാറുന്നു.

സക്സിനിക് ആസിഡ്(Succinic acid) ഫ്യൂമാറിക് ആസിഡ്(Fumaric acid) ആയും പിന്നീട് മാലിക് ആസിഡ്(Malic acid) ആയും ഓക്സീകരിക്ക (Oxidise)പ്പെടുന്നു.

മാലിക് ആസിഡ്(Malic acid) ഓക്സീകരിക്ക(Oxidise)പ്പെട്ട് ഓക്സാലോ അസറ്റിക് ആസിഡ്(Oxalo acetic acid) ആയിമാറുന്നു.

മൂന്ന് ഭാഗത്ത് NAD^+, $NADH+H^+$ ആയും ഒരിടത്ത് FAD^+, $FADH_2$ ആയും നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു.

ഈ ഘട്ടത്തിലെ ആകെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഇങ്ങനെ സംഗ്രഹിക്കാം:

$$\text{പൈറൂവിക് ആസിഡ്} + 4NAD^+ + FAD^+ + 2H_2O + ADP - Pi \xrightarrow{\text{മൈറ്റോകോൺഡ്രിയയുടെ മാട്രിക്സ്}} 3CO_2 + 4NADH + 4H^+ + FADH_2 + ATP$$

ഒരു ഗ്ലൂക്കോസ് തന്മാത്രയിൽനിന്ന് $6CO_2$, $8NADH+H^+$, $2FADH_2$, 2ATP എന്നിവ ഉണ്ടാകുന്നു.

14.4.2 ETS and oxydative phosphorylation-ഇലക്ട്രോൺ ട്രാൻസ്പോർട്-സിസ്റ്റം, ഓക്സിഡേറ്റീവ് ഫോസ്ഫോറിലേഷൻ

$NADH+H^+$,$FADH_2$ എന്നിവയിലെ ഊർജം പടിപടിയായി സ്വതന്ത്രമാക്കി ATP നിർമ്മിക്കുന്ന പ്രക്രിയകളാണിവ. മൈറ്റോകോൺഡ്രിയയുടെ ആന്തരസ്തരത്തിൽ(Inner membrane) നിരവധി ഇലക്ട്രോൺ വാഹകരിലൂടെ (Electron carriers) ഇലക്ട്രോണുകൾ(Electrons) കടന്നുപോകുന്ന ഇലക്ട്രോൺ ട്രാൻസ്പോർട് സിസ്റ്റം(Electron Transport System-ETS) വഴിയാണ് ഇത് നടക്കുന്നത്.

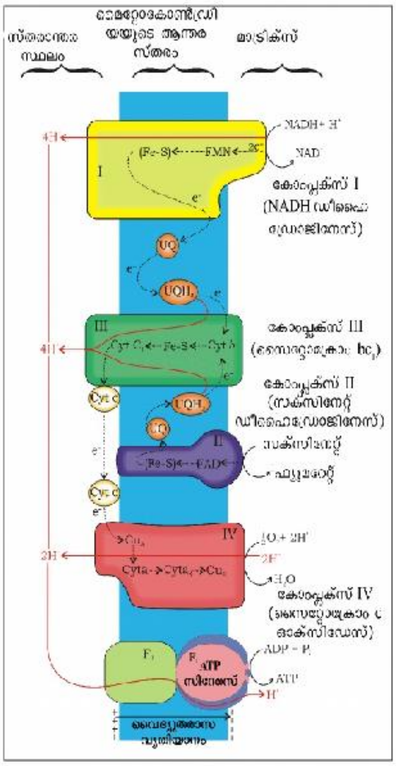
മാട്രിക്സിൽ(Matrix) ഉണ്ടാകുന്ന NADHനെ, NADH-ഡിഹൈഡ്രോജിനേസ്(NADH dehydrogenase) (കോംപ്ലക്സ് I) ഓക്സിഡൈസ് (Oxdise) ചെയ്യുമ്പോൾ ഇലക്ട്രോണുകൾ, ആന്തരസ്തരത്തിലുള്ള യുബിക്യുനോണിലേക്ക് (Ubiquinone)പോകുന്നു.

ക്രെബ്സ് സൈക്കിളിന്റെ(Kreb's cycle) ഭാഗമായി സക്സിനിക് ആസിഡ്(Succinic acid) ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് ഫ്യൂമാറിക്ആസിഡ് (Fumaric acid) ഉണ്ടാകുമ്പോൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്ന $FADH_2$ (കോംപ്ലക്സ് II)ൽ നിന്നും യുബിക്യുനോണിലേക്ക് ഇലക്ട്രോണുകൾ (Electrons) എത്തുന്നു. നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ട യുബിക്യുനോൺ(യുബിക്യുനോൾ(Ubiquinol) എന്ന് വിളിക്കുന്നു) വീണ്ടും ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു. അങ്ങനെയുണ്ടാകുന്ന ഇലക്ട്രോണുകൾ സൈറ്റോക്രോം bc_1 കോംപ്ലക്സ്(Cytochrome-bc_1 complex)(കോംപ്ലക്സ് III) വഴി സൈറ്റോക്രോം c (Cytochrome c)ൽ എത്തുന്നു. ആന്തരസ്തരത്തിന്റെ പുറംഭാഗത്തുകാണുന്ന ചെറിയ പ്രോട്ടീനായ സൈറ്റോക്രോം c (Cytochrome c) കോംപ്ലക്സ് IIIനും IVനും ഇടയിലെ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഇലക്ട്രോൺ കാരിയറാണ്(Mobile electron carrier).

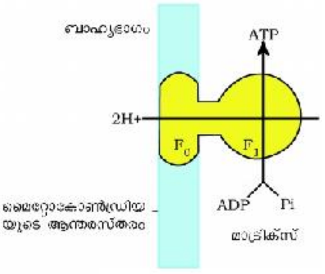
സൈറ്റോക്രോം a, സൈറ്റോക്രോം a_3(Cytochrome a, Cytochrome a_3), രണ്ട് കോപ്പർ കേന്ദ്രങ്ങൾ എന്നിവ ഉൾപ്പെട്ട സൈറ്റോക്രോം c ഓക്സിഡേസ്(Cytochrome c oxidase) ആണ് കോംപ്ലക്സ് IV. ഇവിടെനിന്നും

ഇലക്ട്രോണുകളെ ഓക്സിജൻ സ്വീകരിച്ച് ഹൈഡ്രജനുമായി ചേർത്ത് ജലം നിർമ്മിക്കുന്നു.

ഇലക്ട്രോണുകൾ കോംപ്ലക്സ് I ൽ നിന്ന് കോംപ്ലക്സ് IVലേക്ക് പോകുന്നതോടൊപ്പം മാട്രിക്സിൽ (Matrix) നിന്ന് പ്രോട്ടോണുകൾ (Protons) സ്തരാന്തരസ്ഥലത്തേയ്ക്ക്/ ഇന്റർ മെമ്ബ്രേൻസ്പേസിലേക്ക് (Inter membrane space) നീക്കപ്പെടുന്നു. ഇതുമൂലം മാട്രിക്സിൽ പ്രോട്ടോണുകൾ കുറവും സ്തരാന്തരസ്ഥലത്ത്(Inter-membrane space) കൂടുതലുമുള്ള പ്രോട്ടോൺഗ്രേഡിയന്റ് (Proton gradient) രൂപപ്പെടുന്നു. ആന്തരസ്തരത്തിലുള്ള ATP സിൻതേസ് (ATP synthase)(കോംപ്ലക്സ് V) വഴി മാത്രമേ പ്രോട്ടോണുകൾക്ക് തിരികെ മാട്രിക്സിലേക്ക് പോകാൻ സാധിക്കൂ.



ഇലക്ട്രോൺ ട്രാൻസ്പോർട്ട് സിസ്റ്റം (ETS)



എ ടി പി നിർമ്മാണം

ATP സിൻതേസിന് F_0, F_1 എന്നീ രണ്ട് ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. F_1 എന്ന തലഭാഗം(Headpiece),സ്തരത്തിന്റെ പുറമെ കാണാവുന്ന പെരിഫെറൽ പ്രോട്ടീൻ കോംപ്ലക്സ്(Peripheral protein complex) ആണ്. ഇതിൽ ATP നിർമ്മിക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന ഒരു ഭാഗമുണ്ട്. പ്രോട്ടോണുകൾ ആന്തരസ്തരത്തിലൂടെ കടന്നു പോകാൻ സഹായിക്കുന്ന, സ്തരത്തിനുള്ളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഇന്റഗ്രൽ പ്രോട്ടീൻ കോംപ്ലക്സ്(Integral protein complex) ആണ് F_0. 4 പ്രോട്ടോണുകൾ (4H+) സ്തരാന്തരസ്ഥലത്തുനിന്നും മാട്രിക്സിലേക്ക് F_0-F_1 വഴി കടന്നുപോകുമ്പോൾ ഒരു ATP നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു.

വായു ശ്വസനത്തിന് ഓക്സിജൻ അത്യാവശ്യമാണെങ്കിലും അതിന്റെ സാന്നിധ്യം ഏറ്റവും അവസാനം മാത്രമാണ് വേണ്ടത്. പക്ഷേ അവസാനം ഹൈഡ്രജനെ നീക്കം ചെയ്ത് ജലം നിർമ്മിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് മുഴുവൻ പ്രക്രിയയും മുന്നോട്ട് പോകുന്നത്.

പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിലെ(Photosynthesis) ഫോട്ടോഫോസ്ഫോറിലേഷനിൽ(Photophosphorylation) സൗരോർജ്ജമാണ്(Solar energy) ATP നിർമ്മാണത്തിനാവശ്യമായ പ്രോട്ടോൺ ഗാഢതാ വ്യതിയാനം/ പ്രോട്ടോൺ ഗ്രേഡിയന്റ്(Proton gradient) ഉണ്ടാകാൻ കാരണം. എന്നാൽ ശ്വസനത്തിൽ(Respiration) ഓക്സീകരണ-നിരോക്സീകരണ(Oxidation-reduction) പ്രക്രിയകളുടെ ഫലമായി ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജമാണ് പ്രോട്ടോൺ ഗ്രേഡിയന്റ് ഉണ്ടാക്കുന്നത്. അതിനാൽ ശ്വസനത്തിലെ ATP നിർമ്മാണം ഓക്സിഡേറ്റീവ് ഫോസ്ഫോറിലേഷൻ (Oxidative phosphorylation) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

11 സസ്യവളർച്ചയും വികാസവും(ഫോക്കസ് ഏരിയ)
Plant growth and development

Focus area *15.4.1 Plant growth regulators-Characteristics; 15.4.3.1 Auxins; 15.4.3.2 Gibberellins; 15.4.3.3 Cytokinins; 15.4.3.4 Ethylene; 15.4.3.5 Abscisic acid; 15.5 Photoperiodism*

15.4.1 Plant growth regulators-Characteristics-പ്ലാന്റ് ഗ്രോത്ത് റെഗുലേറ്ററുകളുടെ പ്രത്യേകതകൾ

വ്യത്യസ്ത രാസഘടനയുള്ള(Chemical composition) ചെറിയ, ലളിതതന്മാത്രകളാണ്(Simple molecules) പ്ലാന്റ് ഗ്രോത്ത് റെഗുലേറ്ററുകൾ (Plant Growth Regulators-PGRs).

ഉദാ: ഇൻഡോൾ സംയുക്തങ്ങൾ(Indole compounds)(ഇൻഡോൾ-3-അസറ്റിക് ആസിഡ്-Indole-3-acetic acid-IAA), അഡിനിൻ ഉത്പന്നങ്ങൾ(Adenine derivatives)(N^6-ഫർഫ്യൂറിൽ അമിനോ പ്യൂറൈൻ-N^6 -furfurylamino purine, കൈനറ്റിൻ(Kinetin), കരോട്ടിനോയ്ഡ് ഉത്പന്നങ്ങൾ(Carotenoid derivatives) (അബ്സിസിക് ആസിഡ്-Abscisic acid-ABA), ടർപീനുകൾ(Terpenes)(ജിബറലിനുകൾ-Gibberellic acid-GA_3), വാതകങ്ങൾ(Gases)(എത്തിലീൻ-Ethylene-C_2H_4).

ഇവ സസ്യവളർച്ചാപദാർഥങ്ങൾ(Plant growth substances), സസ്യഹോർമോണുകൾ(Plant hormones)/ഫൈറ്റോഹോർമോണുകൾ (Phytohormones) എന്നീ പേരുകളിലും അറിയപ്പെടുന്നു.

ധർമ്മനുസരിച്ച് ഇവ രണ്ട് തരമുണ്ട്; സസ്യവളർച്ചയെ സഹായിക്കുന്നവയും(Growth promoting) സസ്യവളർച്ചയെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നവയും(Growth inhibiting).

സസ്യവളർച്ചയെ സഹായിക്കുന്നവ(Plant growth promoters):

കോശവിഭജനം(Cell division), കോശവളർച്ച(Cell enlargement), പാറ്റേണുകളുണ്ടാകൽ(Patternformation), സസ്യചലനങ്ങൾ(Tropic growth), പുഷ്പിക്കൽ(Flowering), ഫലമുണ്ടാകൽ(Fruiting), വിത്തുല്പാദനം(Seed formation) എന്നിവയെ സഹായിക്കുന്നതുകൊണ്ട് പ്ലാന്റ് ഗ്രോത്ത് പ്രൊമോട്ടേഴ്സ്(Plant growth promoters)/സസ്യവളർച്ചാത്വരിതകങ്ങൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

ഉദാ: ഓക്സിൻ(Auxin), ജിബറലിൻ(Gibberellin), സൈറ്റോകൈനിൻ(Cytokinin).

സസ്യവളർച്ചയെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നവ(Plant growth inhibitors):

മുറിവുകളോടും(Wounds) ജീവിയ(Biotic)-അജീവീയ(Abiotic) സമ്മർദ്ദ(Stress)ങ്ങളോടുമുള്ള പ്രതികരണത്തെ(Response) നിയന്ത്രിക്കുന്നു. സസ്യവളർച്ചയെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്ന സുഷുപ്തി/ഡോർമൻസി(Dormancy), സസ്യഭാഗങ്ങൾ കൊഴിയൽ(Abscission) എന്നിവയിൽ പ്രധാന പങ്കുവഹിക്കുന്നു.

ഉദാ: അബ്സിസിക് ആസിഡ്(Abscisic acid).

വാതക ഹോർമോണായ(Gaseous hormone) എത്തിലീൻ(Ethylene) രണ്ട് വിഭാഗത്തിലും ഉൾപ്പെടുമെങ്കിലും വളർച്ചയെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്ന(Growth inhibiting) പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് കൂടുതൽ.

15.4.3.1 Auxins-ഓക്സിനുകൾ

ഓക്സിനുകൾ ആദ്യമായി വേർതിരിച്ചെടുത്തത് മനുഷ്യമൂത്രത്തിൽ (Human urine) നിന്നാണ്.

സസ്യങ്ങളിൽ വളരുന്ന കാണ്ഡാഗ്രത്തിലും(Stem tip) മൂലാഗ്രത്തി (Root tip)ലുമാണ് ഓക്സിൻ(Auxin) നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നത്. ഇൻഡോൾ-3-അസറ്റിക് ആസിഡ്-(Indole-3-acetic acid-IAA), ഇൻഡോൾ ബ്യൂട്ടിറിക് ആസിഡ്(Indole butyric acid-IBA) എന്നിവ സസ്യങ്ങളിൽ കാണുന്ന ഓക്സിനുകളാണ്.

നാഫ്തലിൻ അസറ്റിക് ആസിഡ്(Naphthalene acetic acid-NAA), 2,4ഡൈക്ലോറോഫിനോക്സി അസറ്റിക് ആസിഡ്-2,4-D (2,4-Dichlorophenoxy acetic acid) എന്നിവ കൃത്രിമ ഓക്സിനുകളാണ് (Synthetic auxins).

കാണ്ഡത്തിൽ നിന്ന് വേര് മുളയ്ക്കാൻ സഹായിക്കുന്നതിനാൽ

15.4.3.2 Gibberellins-ജിബറലിനുകൾ

ഫംഗസുകളിലും (Fungi) ഉയർന്ന സസ്യങ്ങളിലും (Higher plants) നിന്ന് നൂറോളം ജിബറലിനുകൾ (Gibberellins) കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇവയെ GA_1, GA_2, GA_3....എന്നിങ്ങനെയാണ് വിളിക്കുന്നത്.

ജിബറലിക് ആസിഡ് (Gibberellic acid)(GA_3) ആണ് ആദ്യം കണ്ടെത്തിയതും ഏറ്റവും കൂടുതൽ പഠിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതും. ഇവ അമ്ലഗുണമുള്ളവയാണ് (Acidic).

കാണ്ഡത്തിന്റെ നീളം കൂടാൻ സഹായിക്കുന്നതുകൊണ്ട് മുന്തിരിക്കുലകളുടെ തണ്ടിന്(Grapes stalks) നീളം കൂട്ടാനുപയോഗിക്കുന്നു. ആപ്പിൾ പോലെയുള്ള

15.4.3.3 Cytokinins-സൈറ്റോകൈനിനുകൾ

ഹെറിങ് സ്പേം DNA (Herring sperm DNA) യിൽനിന്നാണ് കൈനെറ്റിൻ(Kinetin)(അഡിനിൻ -Adenine) എന്ന പ്യൂരിന്റെ (Purine) രൂപാന്തരം)എന്ന സൈറ്റോകൈനിൻ (Cytokinin)ആദ്യമായി വേർതിരിച്ചത്. കൈനറ്റിൻ സസ്യങ്ങളിൽ കാണാറില്ല.

ചോളത്തിലും(Corn) തേങ്ങാപാലിലും(Coconut milk) കാണപ്പെടുന്ന സിയാറ്റിൻ(Zeatin) ആണ് സസ്യങ്ങളിൽ ആദ്യം കണ്ടെത്തിയ സൈറ്റോകൈനിൻ (Cytokinin).

കോശദ്രവ്യത്തിന്റെ (Cytoplasm) വിഭജനത്തിൽ സൈറ്റോകൈനിന് പങ്കുണ്ട്. ദ്രുതഗതി

15.4.3.4 Ethylene-എത്തിലീൻ

ലളിതമായ(Simple) വാതകഹോർമോണാണ് (Gaseous hormone) എത്തിലീൻ(Ethylene). പ്രായമാകുന്ന കലകളിലും പാകമാകുന്ന ഫലങ്ങളിലുമാണ് ഇത് നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നത്.

തൈകളുടെ തിരശ്ചീന വളർച്ച(Horizontal growth), ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളുടെ തൈകളുടെ ആക്സിസ് (Axis) വീർക്കുന്നതും അഗ്രത്ത് ഹുക്ക്(Hook) ഉണ്ടാകുന്നതും എത്തിലീന്റെ സഹായത്തോടെയാണ് നടക്കുന്നത്.

ഇലകൾ, പൂക്കൾ പോലെയുള്ള സസ്യഭാഗങ്ങളുടെ പ്രായമാകലും (Senescence) കൊഴിയലും

15.4.3.5 Abscisic acid-അബ്സിസിക് ആസിഡ്

സസ്യഭാഗങ്ങൾ കൊഴിയുന്നതിനും (Abscission) ഡോർമൻസിക്കും (Dormancy-വിത്ത് മുളയ്ക്കുന്നത് തടയുന്നു) കാരണമാകുന്നത് അബ്സിസിക് ആസിഡ് (Abscisic acid-ABA) ആണ്.

ആസ്യരന്ധ്രങ്ങൾ (Stomata)അടയാൻ സഹായിക്കുന്നതുവഴി സമ്മർദ്ദങ്ങളോടുള്ള(Stresses) സസ്യങ്ങളുടെ പ്രതികരണശേഷി വർധിപ്പിക്കുന്നു. അതിനാൽ അബ്സിസിക് ആസിഡ് സ്ട്രെസ് ഹോർമോൺ(Stress hormone) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

വിത്തുകളുണ്ടാകുന്നതിലും പാകമാകുന്നതിലും ഡോർമൻസിയിലും(Dormancy) പ

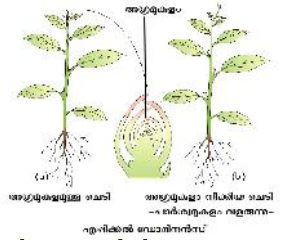
Auxins-ഓക്സിനുകൾ

സസ്യപ്രജനനത്തിൽ(Plant-propagation) ഉപയോഗിക്കുന്നു.

കൈതയിൽ(Pineapple) പുഷ്പിക്കൽ (Flowering)വേഗത്തിലാക്കുന്നു.

ഇലകളും ഫലങ്ങളും പ്രാരംഭ ഘട്ടത്തിൽ കൊഴിയുന്നത് തടയുകയും വളർച്ച പൂർത്തിയാകുമ്പോൾ കൊഴിയുന്നത് വേഗത്തിലാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

എപ്പിക്കൽ ഡോമിനൻസിന്(Apical dominance) കാരണമാകുന്നു. ഉയർന്ന സസ്യങ്ങളിൽ, വളരുന്ന അഗ്രമുകുളം (Apical bud), പാർശ്വമുകുള(Lateral/axillary buds)ങ്ങളുടെ വളർച്ചയെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു. ഇതാണ് എപ്പിക്കൽ ഡോമിനൻസ്(Apical dominance). കാണ്ഡാഗ്രം(Shoot tip) മുറിച്ചുമാറ്റിയാൽ പാർശ്വമുകുളങ്ങൾ(Lateral/axillary buds)വേഗം വളരും. തേയിലത്തോട്ടങ്ങളിലും(Tea plantations) വേലിനിർമ്മാണത്തിലും (Hedge-making) ഇത് ഉപയോഗപ്പെടുത്താറുണ്ട്.



പാർത്തിനൊകാർപ്പിയെ (Parthenocarpy) സഹായിക്കുന്നു, ഉദാ:തക്കാളി(Tomato)

സൈലം(Xylem)ഡിഫറെൻസിയേഷനും(Differentiation) കോശവിഭജനത്തിനും(Cell division) സഹായിക്കുന്നു.

കളനാശിനികളായി(Herbicides) ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഏകബീജപത്രസസ്യങ്ങളെ(Monocots) ബാധിക്കാതെ കളകളായ(Weeds) ദ്വിബീജപത്രസസ്യങ്ങളെ(Dcots) മാത്രം നശിപ്പിക്കുന്നു.കളകളില്ലാത്ത പുൽത്തകിടി (Lawn) നിർമ്മിക്കാൻ ഇത് പ്രയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഉദാ:2,4-D

Gibberellins-ജിബറലിനുകൾ

പഴങ്ങളുടെ നീളം കൂട്ടി ആകൃതി നിലനിർത്താൻ സഹായിക്കുന്നു.

സസ്യങ്ങളിലെ പ്രായമാകലിന്റെ(Senescence) വേഗം കുറയ്ക്കുന്നു. ഇത് മൂലം പഴങ്ങൾ കൂടുതൽ കാലം ചെടികളിൽ നിലനിർത്തി വിപണനകാലാവധി (Market period) വർധിപ്പിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു.

മദ്യനിർമ്മാണത്തിൽ (Brewing) മാൾട്ടിങ് (malting)പ്രക്രിയ വേഗത്തിലാക്കാൻ GA_3 സഹായിക്കുന്നു.

കരിമ്പ്(Sugarcane) ചെടികളുടെ കാണ്ഡത്തിന്റെ നീളം കൂട്ടി ഒരേക്കറിലെ ഉത്പാദനം 20 ടൺ വരെയാക്കാൻ സാധിക്കുന്നു

കോണിഫർ(Conifer) തൈകളിൽ ജിബറലിനുകൾ (Gibberellins) പ്രയോഗിച്ചാൽ പെട്ടെന്ന് വളർന്ന് വിത്തുൽപാദനം വേഗത്തിലാകുന്നു.

ബീറ്റ്(Beet), കാബേജ് (Cabbage)പോലുള്ള റോസെറ്റ്(Rosette) ചെടികളിൽ, ജിബറലിനുകൾ ബോൾട്ടിങ്ങിന് (Bolting)(പൂവുണ്ടാകുന്നതിന് തൊട്ടുമുൻപ് ഇന്റർനോഡുകളുടെ(Internodes) നീളം കൂടുന്നു) കാരണമാകുന്നു.

Cytokinins-സൈറ്റോകൈനിനുകൾ

യിൽ കോശവിഭജനം(Cell division)നടക്കുന്ന മൂലാഗ്രം (Root tip), വളരുന്ന കാണ്ഡമുകുളങ്ങൾ(Shoot buds), വളരുന്ന ഫലങ്ങൾ എന്നിവിടങ്ങളിലാണ് സൈറ്റോകൈനിനുകൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നത്.

പുതിയ ഇലകളുണ്ടാകൽ, ഹരിതകണങ്ങളുടെ നിർമ്മാണം, ശാഖകളുടെ വളർച്ച, സഹായകശാഖകളുടെ (Adventitious shoot) രൂപീകരണം എന്നിവയ്ക്ക് സൈറ്റോകൈനിൻ സഹായിക്കുന്നു.

എപ്പിക്കൽ ഡോമിനൻസ് (Apical dominance) തരണം ചെയ്യാൻ സഹായിക്കുന്നു.

പോഷകങ്ങളുടെ സഞ്ചാരം വേഗത്തിലാക്കുന്നതുകൊണ്ട് ഇലകൾ പ്രായമാകുന്നത് (Senescence)വൈകിപ്പിക്കുന്നു.

Ethylene-എത്തിലീൻ

(Abscission) വേഗത്തിലാക്കുന്നു.

ഫലങ്ങൾ പഴുക്കാൻ (Ripen) സഹായിക്കുന്നു. പഴുക്കുന്ന ഫലങ്ങളിലെ ശ്വസനനിരക്ക് (Respiration rate)എത്തിലീൻ മൂലം കൂടുന്നു. ഈ വർധനവിനെ റെസ്പിറേറ്ററി ക്ലൈമാക്റ്റിക്(Respiratory climactic) എന്ന് പറയുന്നു.

ഉരുളക്കിഴങ്ങിലെ(Potato) മുകുളവളർച്ച തുടങ്ങാനും, നിലക്കടല(Peanut) മുളച്ചു തുടങ്ങാനും വിത്ത്, മുകുളം എന്നിവയുടെ സുഷുപ്തി/ഡോർമൻസി(Dormancy) അവസാനിപ്പിക്കാനും എത്തിലീൻ കാരണമാകുന്നു.

വെള്ളത്തിനടിയിലുള്ള നെൽ ചെടികളുടെ പർവാന്തരങ്ങൾ(Internodes)/ ഇലത്തണ്ട്(Petiole) എന്നിവയുടെ നീളം കൂടാൻ സഹായിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ഇലകൾ(Leaves) / കാണ്ഡാഗ്രം(Shoot tip) ജലത്തിന് പുറത്തുവരുന്നു.

വേരുകളുടെ വളർച്ചയും മൂലലോമങ്ങളുടെ(Roothairs) രൂപീകരണവും പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുന്നു.

മാവിലും(Mango) കൈതയിലും(Pineapple) പൂക്കളുണ്ടാകാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. വിളകൾക്ക് എത്തിലീൻ ലഭ്യമാക്കുന്നതിന് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത് എത്തഫോൺ(Ethephon) ആണ്. സസ്യങ്ങൾ ഇതിന്റെ ലായനി വളരെവേഗം ആഗിരണം ചെയ്ത് വിവിധ സസ്യഭാഗങ്ങളിൽ എത്തിലീൻ സാവധാനം സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു.

തക്കാളിയിലും(Tomato) ആപ്പിളിലും(Apple) ഫലംപഴുക്കൽ(fruit ripening) വേഗത്തിലാക്കുകയും പൂക്കളുടെയും പഴങ്ങളുടെയും കൊഴിയലിന്റെ(Abscission) വേഗത കൂട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു.

വെള്ളരിയിൽ(Cucumber) പെൺപൂക്കളുടെ(Female flowers) എണ്ണം കൂട്ടി ഉത്പാദനം വർധിപ്പിക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു

Abscisic acid-അബ്സിസിക് ആസിഡ്

പ്രധാന പങ്കുവഹിക്കുന്നു.

ഡോർമൻസിയിലാകാൻ സഹായിക്കുന്നതുകൊണ്ട് വിത്തുകൾക്ക് അനുയോജ്യമല്ലാത്ത സാഹചര്യങ്ങളെ അതിജീവിക്കാൻ കഴിയുന്നു. മിക്ക സാഹചര്യങ്ങളിലും GA യ്ക്ക് വിപരീതമാണ്(Antagonist) ABA യുടെ പ്രവർത്തനം

സസ്യവളർച്ചയുടെ എല്ലാ ഘട്ടങ്ങളിലും ഒന്നോ അതിൽക്കൂടുതലോ സസ്യഹോർമോണുകളുടെ(Glucose) സ്വാധീനമുണ്ട്. അത് പരസ്പരപൂരകമായതോ(Complimentary) വിപരീതമോ(Antagonistic) ആകാം, ഒറ്റയ്ക്കോ (Individualistic) ഒത്തുചേർന്നോ(Synergistic) ആകാം.

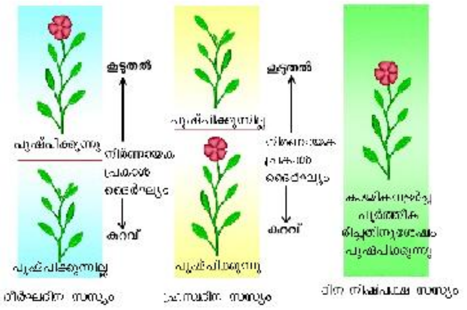
സസ്യവളർച്ചയിലെ ഒരേ ഘട്ടത്തെ/സംഭവത്തെ(Event) ഒന്നിലധികം ഹോർമോണുകൾ നിയന്ത്രിക്കാറുണ്ട്. ഉദാ: വിത്തുകളുടെയും മുകുളങ്ങളുടെയും ഡോർമൻസി (Dormancy), പ്രായമാകൽ(Senescence), കൊഴിഞ്ഞുപോകൽ(Abscission), എപ്പിക്കൽ ഡോമിനൻസ്(Apical dominance)....തുടങ്ങിയവ.

സസ്യവളർച്ചയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ആന്തരഘടകങ്ങളിൽ(Intrinsic factors) ഒന്ന് മാത്രമാണ് സസ്യഹോർമോണുകൾ(Plant hormones). ജനിതകഘടകങ്ങളും(Genomic factors) ബാഹ്യഘടകങ്ങളും(Extrinsic factors) സസ്യവളർച്ചയെ സ്വാധീനിക്കുന്നുണ്ട്. താപം (temperature), പ്രകാശം(Light) എന്നീ ബാഹ്യഘടകങ്ങൾ സസ്യഹോർമോണുകൾ വഴിയാണ് സസ്യവളർച്ചയെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത്.

ഉദാ: വെർണലൈസേഷൻ(Vernalization), പുഷ്പിക്കൽ(Flowering), ഡോർമൻസി(Dormancy), വിത്ത് മുളയ്ക്കൽ(Seed germination), സസ്യചലനങ്ങൾ (Plant movements)... തുടങ്ങിയവ.

15.5 Photoperiodism-ഫോട്ടോപീരിയോഡിസം

പ്രകാശത്തിന്റെ(രാത്രി/പകൽ)ഏറ്റകുറച്ചിലിനനുസരിച്ച് സസ്യവളർച്ചയിൽ വ്യതിയാനമുണ്ടാകുന്നതിനാണ് ഫോട്ടോപീരിയോഡിസം (Photoperiodism) എന്ന് പറയുന്നത്. പുഷ്പിക്കലിന് ആവശ്യമുള്ള പ്രകാശദൈർഘ്യ(Light duration)ത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സസ്യങ്ങളെ മൂന്നായി തിരിക്കാം:



1. ദീർഘദിനസസ്യങ്ങൾ/ ലോങ്ങ് ഡേ പ്ലാന്റ്സ്(Long day plants)

ഇവ പുഷ്പിക്കണമെങ്കിൽ നിർണായക പ്രകാശദൈർഘ്യ(Critical light duration)ത്തേക്കാൾ കൂടുതൽ അളവിൽ പ്രകാശദൈർഘ്യം(Light duration)/പകൽ(Day))ആവശ്യമാണ്.

2. ഹ്രസ്വദിനസസ്യങ്ങൾ(Short day plants)

നിർണായക ദൈർഘ്യ(Critical duration)ത്തേക്കാൾ കുറഞ്ഞ അളവിൽ മാത്രം പ്രകാശദൈർഘ്യം(Light duration)/പകൽ(Day) ആവശ്യമുള്ളവ.

3. ദിനനിഷ്പക്ഷസസ്യങ്ങൾ(Day-neutral plants)

ഇവയിൽ പുഷ്പിക്കലും പ്രകാശദൈർഘ്യവും തമ്മിൽ ബന്ധമില്ല.

നിർണ്ണായക പ്രകാശദൈർഘ്യം(Critical light duration) വിവിധ സസ്യങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും.

പകലിന്റെ ദൈർഘ്യം പോലെതന്നെ പ്രാധാന്യം രാത്രിയുടെ(Night)/ഇരുട്ടിന്റെ(Dark) ദൈർഘ്യത്തിനുമുണ്ട്.

കാണ്ഡാഗ്രമാണ്(Shoot apex) പൂവായി മാറുന്നതെങ്കിലും പ്രകാശദൈർഘ്യം തിരിച്ചറിയുന്നത്(Percieve) ഇലകളാണ്. അനുയോജ്യമായ പ്രകാശദൈർഘ്യം ലഭിച്ചുകഴിയുമ്പോൾ ഇലകളിൽ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു ഹോർമോൺ കാണ്ഡാഗ്രത്തിലെത്തുമ്പോഴാണ് പുഷ്പിക്കൽ നടക്കുന്നത് എന്ന് അനുമാനിക്കുന്നു.