N7Z1L7

അധ്യായം 9

ജൈവതൻമാത്രകൾ

(BIOMOLECULES)

9.1 രാസഘടകങ്ങൾ എങ്ങനെ വിശകലനം ചെയ്യാം?
9.2 പ്രാഥമിക, ദ്വിതീയ ഉപാപചയ വസ്തുക്കൾ
9.3 ജൈവസ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ
9.4 മാംസ്യങ്ങൾ
9.5 പോളിസാക്കറൈഡുകൾ
9.6 ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ
9.7 മാംസ്യങ്ങളുടെ ഘടന
9.8 ഒരു പോളിമറിലെ മോണോമറുകൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധനത്തിന്റെ സ്വഭാവം
9.9 ഉപാപചയം - ശരീരനിർമാണ ഘടകങ്ങളുടെ പരിവർത്തനാത്മകത
9.10 ജീവന്റെ ഉപാപചയ അടിത്തറ
9.11 ജൈവാവസ്ഥ
9.12 രാസാഗ്നികൾ

നമ്മുടെ ജീവമണ്ഡലം വൈവിധ്യമാർന്ന ജീവജാലങ്ങളാൽ സമ്പുഷ്ടമാണ്. എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളും ഒരേതരം രാസതൻമാത്രകളാൽ (മൂലകങ്ങളും സംയുക്തങ്ങളും) നിർമിതമാണോ? രാസവിശകലനം നടത്തുന്നത് എങ്ങനെയെന്ന് രസതന്ത്രത്തിൽ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. സസ്യകല, ജന്തുകല അല്ലെങ്കിൽ സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ ഇവയെ കുഴമ്പു രൂപത്തിലാക്കി രാസവിശകലനം നടത്തിയാൽ കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിങ്ങനെ അനേകം മൂലകങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക നമുക്ക് ലഭിക്കും. കൂടാതെ ഒരു ജീവകലയുടെ ഒരു യൂണിറ്റ് പിണ്ഡത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള അവയുടെ അളവും ലഭിക്കും. ജീവനില്ലാത്ത വസ്തു എന്ന നിലയിൽ ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ (Earth's crust) ഒരു ഖണ്ഡത്തിന്റെ രാസവിശകലനം നടത്തിയാലും ഇതേ രാസമൂലകങ്ങളുടെ പട്ടികതന്നെയാകും നമുക്ക് ലഭിക്കുക. അതായത് ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ ഒരു അംശത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ജീവകലയുടെ അംശത്തിലും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ, സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിച്ചാൽ ജീവജാലങ്ങളിൽ മറ്റ് മൂലകങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് കാർബണിന്റെയും ഹൈഡ്രജന്റെയും ആപേക്ഷിക അളവ് ഭൂവൽക്കത്തിൽ ഉള്ളതിനേക്കാൾ കൂടുതലാണെന്ന് കാണാം (പട്ടിക. 9.1).

9.1 രാസമിശ്രണം എങ്ങനെ വിശകലനം ചെയ്യാം?

ഏതുതരം കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളാണ് ജീവജാലങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നത്? ഒരു രാസവിശകലനം നടത്തിയാൽ മാത്രമേ ഇതിന് ഉത്തരം കണ്ടെത്താനാകൂ. ഇതിന് നമുക്ക് ഏതെങ്കിലും ജീവകലയെ (ഒരു സസ്യഭാഗമോ കരളിന്റെ ഭാഗമോ) ട്രൈക്ലോറോഅസറ്റിക്

ആസിഡിൽ (Cl_3CCOOH) ഉരച്ചട്ടിയും കുഴവിയും (Mortar and pestle) ഉപയോഗിച്ച് അർധദ്രാവകരൂപത്തിൽ അരച്ചെടുക്കാം. അപ്പോൾ നമുക്ക് കുറുകിയ ഒരു മിശ്രതം ലഭിക്കുന്നു. ഇത് ഒരു പരുത്തിത്തുണി കൊണ്ട് അരിച്ചാൽ നമുക്ക് രണ്ട് ഭാഗങ്ങൾ ലഭിക്കും- ഒന്നാമത്തേത് അമ്ലത്തിൽ ലേയമായ ഫിൽട്ടറേറ്റ്, രണ്ടാമത്തേത് അമ്ലത്തിൽ അലേയമായ അവശേഷ ഭാഗം. അമ്ലത്തിൽ ലേയമായ ഭാഗത്തിൽ ആയിരക്കണക്കിന് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ ശാസ്ത്രജ്ഞർ കണ്ടെത്തുകയുണ്ടായി.

പട്ടിക 9.1 ജീവനില്ലാത്തതും ജീവനുള്ളതുമായ പദാർഥങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന മൂലകങ്ങളുടെ ഒരു താരതമ്യം

മൂലകം	ഭാരം ശതമാനത്തിൽ	
	ഭൂവൽക്കം	മനുഷ്യശരീരം
ഹൈഡ്രജൻ (H)	0.14	0.5
കാർബൺ (C)	0.03	18.5
ഓക്സിജൻ (O)	46.6	65.0
നൈട്രജൻ (N)	വളരെക്കുറച്ച്	3.3
സൾഫർ (S)	0.03	0.3
സോഡിയം (Na)	2.8	0.2
കാൽസ്യം (Ca)	3.6	1.5
മാഗ്നീസ്യം (Mg)	2.1	0.1
സിലിക്കൺ (Si)	27.7	അവഗണിക്കാവുന്നത്

* Adapted from CNR Rao, *Understanding Chemistry*, Universities Press, Hyderabad.

പട്ടിക 9.2 ജീവകലകളിലെ അകാർബണിക ഘടകങ്ങളുടെ പ്രതിനിധാന പട്ടിക

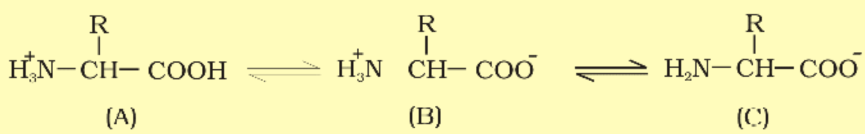
ഘടകം	ഫോർമുല
സോഡിയം	Na^+
പൊട്ടാസ്യം	K^+
കാൽസ്യം	Ca^{++}
മാഗ്നീസ്യം	Mg^{++}
ജലം	H_2O
സംയുക്തങ്ങൾ	$NaCl$, $CaCO_3$, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}

ജീവകലയുടെ ഒരു അംശം വിശകലനം ചെയ്യാനും ഒരു നിശ്ചിത കാർബണിക സംയുക്തത്തെ തിരിച്ചറിയാനും ഉയർന്ന ക്ലാസ്സുകളിൽ നിങ്ങൾ പഠിക്കും. സംയുക്തം അടങ്ങിയ സത്തിനെ നിരവധി വേർതിരിക്കൽ മാർഗങ്ങൾക്ക് വിധേയമാക്കി ഒരു സംയുക്തത്തെ മറ്റ് സംയുക്തങ്ങളിൽനിന്ന് വേർതിരിക്കാനും ശുദ്ധീകരിക്കാനും സാധിക്കും. വിശകലനസങ്കേതങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് സംയുക്തത്തിന്റെ രാസസൂത്രവും സാധ്യമായ ഘടനയും മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കും. ജീവകലയിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്ന എല്ലാ കാർബൺ സംയുക്തങ്ങളെയും 'ജൈവതൻമാത്രകൾ' എന്നു വിളിക്കാം. എന്നാൽ ജീവജാലങ്ങളിൽ കാർബണിതരമൂലകങ്ങളും അകാർബണികസംയുക്തങ്ങളും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഇത് നമുക്ക് എങ്ങനെ അറിയാൻ സാധിക്കും? അതിന് അപചയ സ്വഭാവമുള്ള ഒരു വ്യത്യസ്ത പരീക്ഷണം നടത്താം. ആദ്യമായി കുറച്ച് ജീവകലയുടെ (ഒരു ഇലയോ, കരളോ) ഭാരം തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നു. (ഇതിനെ ആർദ്രഭാരം (Wet weight) എന്ന് വിളിക്കാം). ഇത് ഉണക്കിയാൽ ബാഷ്പീകരണത്തിലൂടെ ജലാംശം നഷ്ടപ്പെടുന്നു. അവശേഷിക്കുന്നത് പദാർഥത്തിന്റെ ജലാംശരഹിതഭാരം (Dry weight) ആണ്. ഇത് കത്തിക്കുമ്പോൾ കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ എല്ലാം ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ട് വാതകരൂപത്തിൽ (CO_2, നീരാവി) നഷ്ടമാകുന്നു. ഇനി അവശേഷിക്കുന്നതിനെ 'ചാരം' എന്ന് വിളിക്കുന്നു. ഈ ചാരത്തിൽ കാൽസ്യം, മാഗ്നീസ്യം തുടങ്ങിയ അകാർബണിക മൂലകങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. കൂടാതെ സൾഫേറ്റ്, ഫോസ്ഫേറ്റ് തുടങ്ങിയ അകാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ അമ്ലത്തിൽ ലയിച്ച അവസ്ഥയിലും കാണാൻ സാധിക്കും. ഇങ്ങനെ മൂലകങ്ങളുടെ വിശകലനം നടത്തിയാൽ ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ, ക്ലോറിൻ, കാർബൺ തുടങ്ങിയ മൂലകങ്ങൾ കൊണ്ടാണ് ജീവകല ഉണ്ടാക്കിയിരിക്കുന്നതെന്നും ജൈവസംയുക്തവിശകലനം നടത്തിയാൽ ജീവകലയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള

കാർബണികവും (ചിത്രം 9.1) അകാർബണികവും (പട്ടിക 9.2) ആയ ഘടകങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണെന്നും അറിയാൻ കഴിയും. രസതന്ത്രത്തിന്റെ വീക്ഷണകോണിൽ ഇവ ആൽഡിഹൈഡുകൾ, കീറ്റോണുകൾ, സൗരഭ്യസംയുക്തങ്ങൾ (Aromatic compounds) തുടങ്ങിയ നിർവാഹകഗണങ്ങളിൽ (Functional groups) പ്പെട്ടവയാണെന്ന് കാണാം. എന്നാൽ ജീവശാസ്ത്രപരമായി നോക്കിയാൽ ഇവയെ അമിനോ ആസിഡുകൾ, ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ബേസുകൾ, ഫാറ്റി ആസിഡുകൾ എന്നിങ്ങനെ തരംതിരിക്കാം.

അമിനോഗ്രൂപ്പും അസിഡിക് ഗ്രൂപ്പും പ്രതിസ്ഥാപകങ്ങളായി (Substituents) ഒരേ കാർബൺ ആറ്റത്തിൽത്തന്നെ (അതായത് α–കാർബൺ) ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്ന കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളാണ് അമിനോ ആസിഡുകൾ. ഇവയെ α അമിനോ ആസിഡുകൾ എന്നും വിളിക്കുന്നു. ഇവ പ്രതിസ്ഥാപക മീഥേനുകളാണ്. കാർബണിന്റെ നാല് സംയോജകത (Valency) സ്ഥാനങ്ങളിൽ നാല് പ്രതിസ്ഥാപക ഗ്രൂപ്പുകളുണ്ട്. ഇവ ഹൈഡ്രജൻ, കാർബോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പ്, അമിനോ ഗ്രൂപ്പ്, R ഗ്രൂപ്പ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന വ്യതിരിക്ത ഗ്രൂപ്പ് (Variable group) എന്നിവയാണ്. R ഗ്രൂപ്പിന്റെ സ്വഭാവത്തിനനുസരിച്ച് പലതരം അമിനോ ആസിഡുകളുണ്ട്. എന്നിരുന്നാലും മാംസ്യങ്ങളിൽ ഇരുപത് തരം അമിനോ ആസിഡുകൾ മാത്രമേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. മാംസ്യനിർമാണത്തിൽ ഉൾപ്പെട്ടിട്ടുള്ള അമിനോ ആസിഡുകളിലെ R ഗ്രൂപ്പ്, ഒരു ഹൈഡ്രജൻ (ഗ്ലൈസിൻ എന്ന അമിനോ ആസിഡ്), ഒരു മീഥൈൽ ഗ്രൂപ്പ് (അലാനിൻ), ഹൈഡ്രോക്സി മീഥൈൽ (സെറീൻ) മുതലായവയാകാം. ഇരുപത് അമിനോ ആസിഡുകളിൽ മൂന്നെണ്ണം ചിത്രം 9.1 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

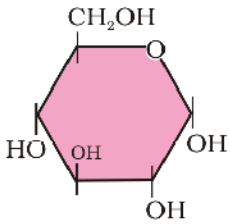
അമിനോ ആസിഡുകളുടെ രാസ-ഭൗതിക ഗുണങ്ങൾ നിശ്ചയിക്കുന്നത് അതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അമിനോ ഗ്രൂപ്പ്, കാർബോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പ്, R ഗ്രൂപ്പ് എന്നിവയാണ്. അമിനോ ഗ്രൂപ്പുകളുടെയും കാർബോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെയും എണ്ണത്തിനനുസരിച്ച് അമിനോ ആസിഡുകളെ അസിഡിക് അമിനോ ആസിഡ് (ഉദാ. ഗ്ലൂട്ടാമിക് ആസിഡ്), ബേസിക് അമിനോ ആസിഡ് (ഉദാ. ലൈസിൻ), നിഷ്പക്ഷ (Neutral) അമിനോ ആസിഡ് (ഉദാ. വലൈൻ) എന്നിങ്ങനെ തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. അതുപോലെ സൗരഭ്യ അമിനോ ആസിഡുകളും (Aromatic aminoacids) ഉണ്ട് (ഉദാ. ടൈറോസിൻ, ഫിനൈൽ അലാനിൻ, ട്രിപ്റ്റോഫാൻ). അമിനോ ഗ്രൂപ്പുകളുടെയും കാർബോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെയും അയോണീകരണ സ്വഭാവം അമിനോ ആസിഡുകളുടെ ഒരു സവിശേഷതയാണ്. അതിനാൽ വ്യത്യസ്ത pH കളിലുള്ള ലായനികളിൽ അമിനോ ആസിഡുകളുടെ രാസഘടന വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു.



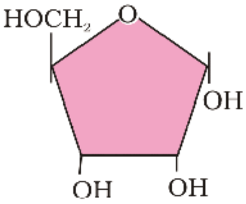
B - സ്വിറ്റർ അയോണികരൂപം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ലിപ്പിഡുകൾ പൊതുവെ ജലത്തിൽ ലയിക്കാത്തവയാണ്. അവ ലഘു ഫാറ്റി ആസിഡുകളാണ്. ഒരു ഫാറ്റി ആസിഡിൽ R ഗ്രൂപ്പുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഒരു കാർബോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പ് കാണപ്പെടുന്നു. R ഗ്രൂപ്പ് എന്നത് ഒരു മീഥൈൽ ഗ്രൂപ്പോ ($-CH_3$) ഒരു ഈഥൈൽ ഗ്രൂപ്പോ ($-C_2H_5$), അല്ലെങ്കിൽ ഒന്നോ അതിലധികമോ $-CH_2$ ഗ്രൂപ്പുകളോ (1 കാർബൺ മുതൽ 19 കാർബൺ വരെ) ആകാം. ഉദാഹരണത്തിന് പാമിറ്റിക് ആസിഡിൽ (Palmitic acid) കാർബോക്സിൽ കാർബൺ ഉൾപ്പെടെ 16 കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. അരാക്കിഡോണിക് ആസിഡിൽ കാർബോക്സിൽ കാർബൺ ഉൾപ്പെടെ 20 കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഫാറ്റി ആസിഡുകൾ പൂരിതമോ (ദ്വിബന്ധനമില്ലാത്തവ) അപൂരിതമോ (ഒന്നോ അതിലധികമോ C=C ദ്വിബന്ധനമുള്ളവ) ആകാം. ട്രൈഹൈഡ്രോക്സി പ്രൊപ്പേൻ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഗ്ലിസറോൾ ലിപ്പിഡുകളുടെ ഘടകപദാർഥമാണ്. ഭൂരിഭാഗം ലിപ്പിഡുകളിലും ഗ്ലിസറോളും ഫാറ്റി ആസിഡുകളും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഫാറ്റി ആസിഡുകൾ ഗ്ലിസറോളുമായി എസ്റ്ററീകരിക്കപ്പെട്ട് കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ മോണോഗ്ലിസറൈഡുകൾ, ഡൈഗ്ലിസറൈഡുകൾ, ട്രൈഗ്ലിസറൈഡുകൾ എന്നിവയാകാം. ഇവയെ ദ്രവണാങ്കത്തിന്റെ (Melting point) അടിസ്ഥാനത്തിൽ എണ്ണകളും (Oils) കൊഴുപ്പുകളും (Fats) എന്നും വിശേഷിപ്പിക്കാറുണ്ട്. എണ്ണകളുടെ ദ്രവണാങ്കം പൊതുവെ താഴ്ന്നതാണ് (ഉദാ. എള്ളെണ്ണ). അതിനാൽ അവ ശൈത്യകാലത്ത് കട്ടിപിടിക്കാതെ എണ്ണയായി നിലനിൽക്കുന്നു. നിങ്ങൾക്ക് കൊഴുപ്പിനെ എണ്ണയിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുമോ? ചില ലിപ്പിഡുകളിൽ ഫോസ്ഫറസും ഫോസ്ഫറസുമായിച്ചേർന്ന കാർബണിക സംയുക്തവും അടങ്ങിയിരിക്കും. ഇവയെ ഫോസ്ഫോലിപ്പിഡുകൾ എന്നു പറയുന്നു. ഇവ കോശസ്തരത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഉദാ. ലെസിത്തിൻ. ചില കലകളിൽ, പ്രത്യേകിച്ച് നാഡീകലകളിൽ കൂടുതൽ സങ്കീർണഘടനയുള്ള ലിപ്പിഡുകൾ കാണപ്പെടുന്നു.

ജീവികളിൽ ഭിന്നചാക്രിക വലയങ്ങളുള്ള (Heterocyclic rings) ധാരാളം കാർബൺ സംയുക്തങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. അഡിനിൻ, ഗ്വാനിൻ, സൈറ്റോസിൻ, യുറാസിൽ, തൈമീൻ എന്നീ നൈട്രജൻ ബേസുകൾ ഇവയ്ക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. നൈട്രജൻ ബേസുകൾ പഞ്ചസാരതൻമാത്രയുമായി ചേർന്ന് ന്യൂക്ലിയോസൈഡുകളായി മാറുന്നു. ഒരു ഫോസ്ഫേറ്റ് ഗ്രൂപ്പ് കൂടി പഞ്ചസാരതന്മാത്രയുമായി എസ്റ്ററീകരിക്കപ്പെടുമ്പോൾ അവ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളായി മാറുന്നു. അഡിനോസിൻ, ഗ്വാനോസിൻ, തൈമിഡിൻ, യൂറിഡിൻ, സൈറ്റിഡിൻ എന്നിവ ന്യൂക്ലിയോസൈഡുകളാണ്. അഡിനിലിക് ആസിഡ്, തൈമിഡിലിക് ആസിഡ്, ഗ്വാനിലിക് ആസിഡ്, യൂറിഡിലിക് ആസിഡ്, സൈറ്റിഡിലിക് ആസിഡ് എന്നിവ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളാണ്. DNA, RNA എന്നീ ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകളിൽ ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകൾ മാത്രമേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. DNA യും RNA യും ജനിതകവസ്തുവായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

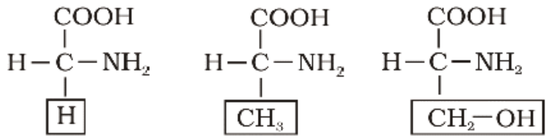


$C_6H_{12}O_6$ (ഗ്ലൂക്കോസ്)



$C_5H_{10}O_5$ (റൈബോസ്)

പഞ്ചസാരകൾ (കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകൾ)

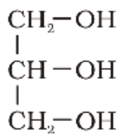


ഗ്ലൈസിൻ അലാനിൻ സെറിൻ

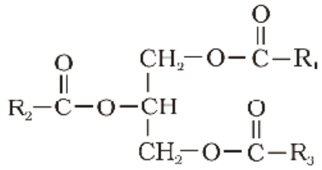
അമിനോ ആസിഡുകൾ

$CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$

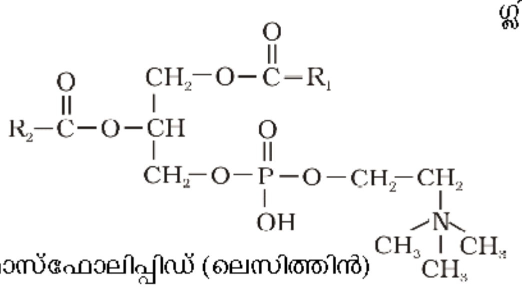
ഫാറ്റി ആസിഡ്
(പാമിറ്റിക് ആസിഡ്)



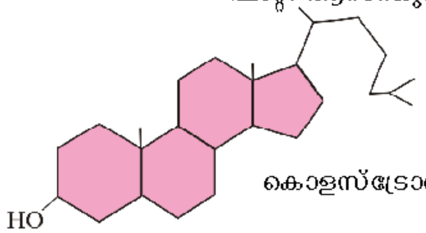
ഗ്ലിസറോൾ



ട്രൈഗ്ലിസറൈഡുകൾ
(R_1, R_2, R_3 തുടങ്ങിയ
ഫാറ്റി ആസിഡുകൾ)

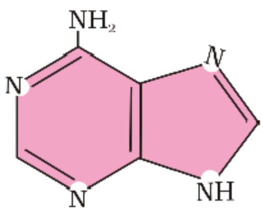


ഫോസ്ഫോലിപ്പിഡ് (ലെസിത്തിൻ)

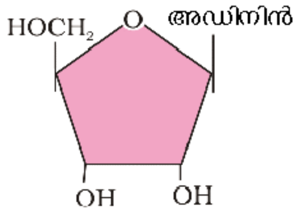


കൊളസ്ട്രോൾ

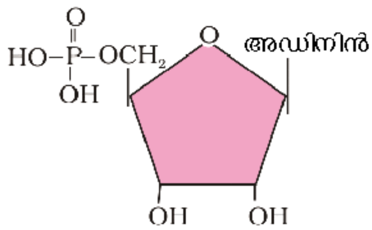
കൊഴുപ്പുകളും എണ്ണകളും (ലിപ്പിഡുകൾ)



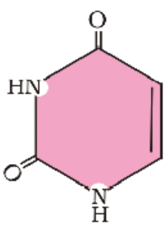
അഡിനിൻ (പ്യൂരിൻ)



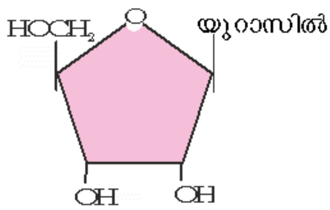
അഡിനോസിൻ



അഡിനിലിക്
ആസിഡ്



യുറാസിൽ (പിരമിഡിൻ)



യൂറിഡിൻ

നൈട്രജൻ ബേസുകൾ **ന്യൂക്ലിയോസൈഡുകൾ** **ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ്**

ചിത്രം 9.1 ജീവകലകളിലെ തന്മാത്രാഭാരം കുറഞ്ഞ കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുടെ ചിത്രീകരണം

9.2 പ്രാഥമിക, ദ്വിതീയ ഉപാപചയ വസ്തുക്കൾ (Primary and secondary metabolites)

ജീവികളിൽ നിന്ന് ചെറുതും വലുതുമായ ആയിരക്കണക്കിന് സംയുക്തങ്ങൾ വേർതിരിച്ചെടുക്കുക, അവയുടെ ഘടന നിർണയിക്കുക, സാധ്യമെങ്കിൽ അവയെ സംശ്ലേഷിപ്പിക്കുക എന്നിവ രസതന്ത്രത്തിന്റെ ഏറ്റവും പ്രചോദിപ്പിക്കുന്ന വീക്ഷണങ്ങളാണ്.

നമ്മൾ ജൈവതൻമാത്രകളുടെ ഒരു പട്ടിക നിർമിക്കുകയാണെങ്കിൽ അമിനോ ആസിഡുകൾ, പഞ്ചസാരകൾ തുടങ്ങി ആയിരക്കണക്കിന് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ ആ പട്ടികയിലുണ്ടാകും. 9.10 എന്ന തലക്കെട്ടിൽ പരാമർശി ക്കപ്പെട്ടിട്ടുളള കാരണങ്ങളാൽ ഈ ജൈവതൻമാത്രകളെ നമുക്ക് ഉപാപചയ വസ്തുക്കൾ അഥവാ മെറ്റബോളൈറ്റുകൾ എന്നു വിളിക്കാം. ചിത്രം 9.1 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന എല്ലാത്തരം സംയുക്തങ്ങളും ജന്തുകലകളിൽ കാണാൻ കഴിയും. ഇവയെ പ്രാഥമിക ഉപാപചയവസ്തുക്കൾ എന്നു പറയുന്നു. എന്നാൽ സസ്യങ്ങൾ, ഫംഗസുകൾ, സൂക്ഷ്മജീവികൾ എന്നിവയുടെ കോശങ്ങൾ പരിശോധിച്ചാൽ പ്രാഥമിക ഉപാപചയവസ്തുക്കൾക്കുപുറമേ ആയിരക്കണക്കിനു സംയുക്തങ്ങൾ കണ്ടെത്താൻ കഴിയും. ഉദാ. ആൽക്കലോയിഡുകൾ, ഫ്ളേവനോയിഡുകൾ, റബ്ബർ, സുഗന്ധതൈലങ്ങൾ, പശകൾ ആന്റീബയോ ട്ടിക്കുകൾ, വർണകങ്ങൾ, സുഗന്ധവ്യഞ്ജനങ്ങൾ തുടങ്ങിയവ. ഇവയെ ദ്വിതീയ ഉപാപചയവസ്തുക്കൾ എന്നു പറയുന്നു (പട്ടിക 9.3). പ്രാഥമിക ഉപാപചയ വസ്തുക്കൾ സാധാരണ ജീവൽപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ കൃത്യമായതും എടുത്തു പറയത്തക്കതുമായ ധർമം നിർവഹിക്കുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ 'ദ്വിതീയ ഉപാപചയവസ്തുക്കൾ' നിർവഹിക്കുന്ന ധർമം ഇതുവരെ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. എന്നിരുന്നാലും ഇവയിൽ പലതും 'മനുഷ്യക്ഷേമത്തിന്' ഉപയോഗ പ്രദമാണ് (ഉദാ. റബ്ബർ, ഔഷധങ്ങൾ, സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങൾ, വർണകങ്ങൾ എന്നിവ). ചില ദ്വിതീയ ഉപാപചയ വസ്തുക്കൾക്ക് പാരിസ്ഥിതിക പ്രാധാ ന്യവുമുണ്ട്. അതേപ്പറ്റി കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ തുടർന്നു വരുന്ന അധ്യായ ങ്ങളിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നുണ്ട്.

പട്ടിക 9.3 ചില ദ്വിതീയ ഉപാപചയവസ്തുക്കൾ

വർണകങ്ങൾ	കരോട്ടിനോയിഡുകൾ, ആന്തോസയാനിനുകൾ.
ആൽക്കലോയിഡുകൾ	മോർഫിൻ, കോഡിൻ
ടെർപ്പനോയിഡുകൾ	മോണോടെർപ്പിനുകൾ, ഡൈടെർപ്പിനുകൾ.
സുഗന്ധതൈലങ്ങൾ	പുൽത്തൈലം
വിഷവസ്തുക്കൾ	ആബ്റിൻ, റിസിൻ
ലെക്ടിനുകൾ	കോൺകാനവാലിൻ A
ഔഷധങ്ങൾ	വിൻബ്ലാസ്റ്റിൻ, കുർകുമിൻ
പോളിമർ വസ്തുക്കൾ	റബ്ബർ, പശകൾ, സെല്ലുലോസ്.

9.3 ജൈവസ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ

ആസിഡിൽ ലയിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങൾക്ക് ഒരു പൊതുസ്വഭാവമുണ്ടായിരിക്കും. ഇവയുടെ തൻമാത്രഭാരം ഏകദേശം 18 മുതൽ 800 ഡാൽട്ടൺ (Da) വരെയായിരിക്കും.

ആസിഡിൽ ലയിക്കാത്ത ഘടകത്തിൽ മാംസ്യങ്ങൾ, ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ, പോളീസാക്കറൈഡുകൾ, ലിപ്പിഡുകൾ എന്നിങ്ങനെ നാല് തരം കാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ മാത്രമേ കാണുകയുള്ളൂ. ഇവയിൽ ലിപ്പിഡുകൾ ഒഴികെയുള്ള സംയുക്തങ്ങൾക്ക് 1000 ഡാൽട്ടണിനു മുകളിൽ തൻമാത്രാഭാരമുണ്ടായിരിക്കും. ഈ ഒരൊറ്റക്കാരണത്താൽ ജീവികളിലെ രാസസംയുക്തങ്ങളെ അതായത്, ജൈവതൻമാത്രകളെ രണ്ടായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. തൻമാത്രാഭാരം ആയിരം ഡാൽട്ടണിൽ താഴെയുള്ളവയെ സൂക്ഷ്മതൻമാത്രകൾ അഥവാ ജൈവതൻ മാത്രകൾ എന്നും ആസിഡിൽ ലയിക്കാത്ത ഘടകത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന തൻമാത്രകളെ സ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ അഥവാ ജൈവസ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ എന്നും പറയുന്നു.

അലേയമായ ഘടകത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന ലിപ്പിഡുകൾ ഒഴികെയുള്ള തൻമാത്രകൾ പോളിമറുകളാണ്. എന്നാൽ 800 Da യിൽ കൂടാത്ത തൻമാത്രാ ഭാരമുള്ള ലിപ്പിഡുകൾ എങ്ങനെയാണ് ആസിഡിൽ ലയിക്കാത്ത ഘടകത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നത്? അതായത് അവ എങ്ങനെയാണ് സ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ ആകുന്നത്? യഥാർഥത്തിൽ ലിപ്പിഡുകൾ തൻമാത്രാഭാരം കുറഞ്ഞ സംയുക്തങ്ങളാണ്. ഇവ ലിപ്പിഡുകളായി മാത്രമല്ല കാണപ്പെടുന്നത്, മറിച്ച് ഇവ കോശസ്തരത്തിലും മറ്റു സ്തരങ്ങളിലും കാണപ്പെടുന്നു. ഒരു കല അരച്ചെടുക്കുമ്പോൾ കോശഘടന തകരുകയും കോശസ്തരവും മറ്റ് സ്തരങ്ങളും കഷണങ്ങളായി മുറിയുകയും ജലത്തിൽ അലിയാത്ത കുമിളകളായി (Vesicles) മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ കുമിളകളുടെ ആകൃതിയിലുള്ള ഈ സ്തരഭാഗങ്ങൾ ആസിഡിൽ ലയിക്കാത്ത ഘടകങ്ങളുടെ കൂടെ വേർതിരിയുന്നു. അങ്ങനെ സ്ഥൂലതൻമാത്രകളുടെ ഭാഗമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ലിപ്പിഡുകൾ പൂർണമായും സ്ഥൂലതൻമാത്രകളല്ല.

പട്ടിക 9.4 കോശങ്ങളിലെ രാസഘടക ങ്ങളുടെ ശരാശരി അളവ്

ഘടകം	മൊത്തം കോശപിണ്ഡ ത്തിലെ ശതമാനം
ജലം	70-90
മാംസ്യം	10-15
കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകൾ	3
ലിപ്പിഡുകൾ	2
ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ	5-7
അയോണുകൾ	1

കോശദ്രവ്യം മാത്രമാണ് ആസിഡിൽ ലയിക്കുന്ന ഭാഗത്തെ ഏറെക്കുറെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നത്. കോശദ്രവ്യത്തി ലെയും കോശാംഗങ്ങളിലെയും സ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ ആസിഡിൽ ലയിക്കാത്ത ഭാഗമായിത്തീരുന്നു. ഈ രണ്ടു ഭാഗങ്ങളും കൂടിച്ചേർന്ന് ജീവകലകളുടെ അല്ലെങ്കിൽ ജീവികളുടെ സമ്പൂർണ രാസഘടനയെ പ്രതിനിധീക രിക്കുന്നു.

ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ ജീവകലകളിലെ രാസഘടകങ്ങളെ അവയുടെ അളവിനനുസരിച്ച് പ്രതിപാദിച്ചാൽ, ജീവികളിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ കാണപ്പെടുന്ന രാസസംയുക്തം ജലം ആണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാനാകും (പട്ടിക 9.4).

9.4 മാംസ്യങ്ങൾ

മാംസ്യങ്ങൾ പോളിപെപ്റ്റൈഡുകളാണ്. അവ പെപ്റ്റൈഡ് ബന്ധനത്താൽ യോജിപ്പിക്കപ്പെട്ട അമിനോ ആസിഡുകളുടെ നീണ്ട ശൃംഖലകളാണ് (ചിത്രം 9.3).

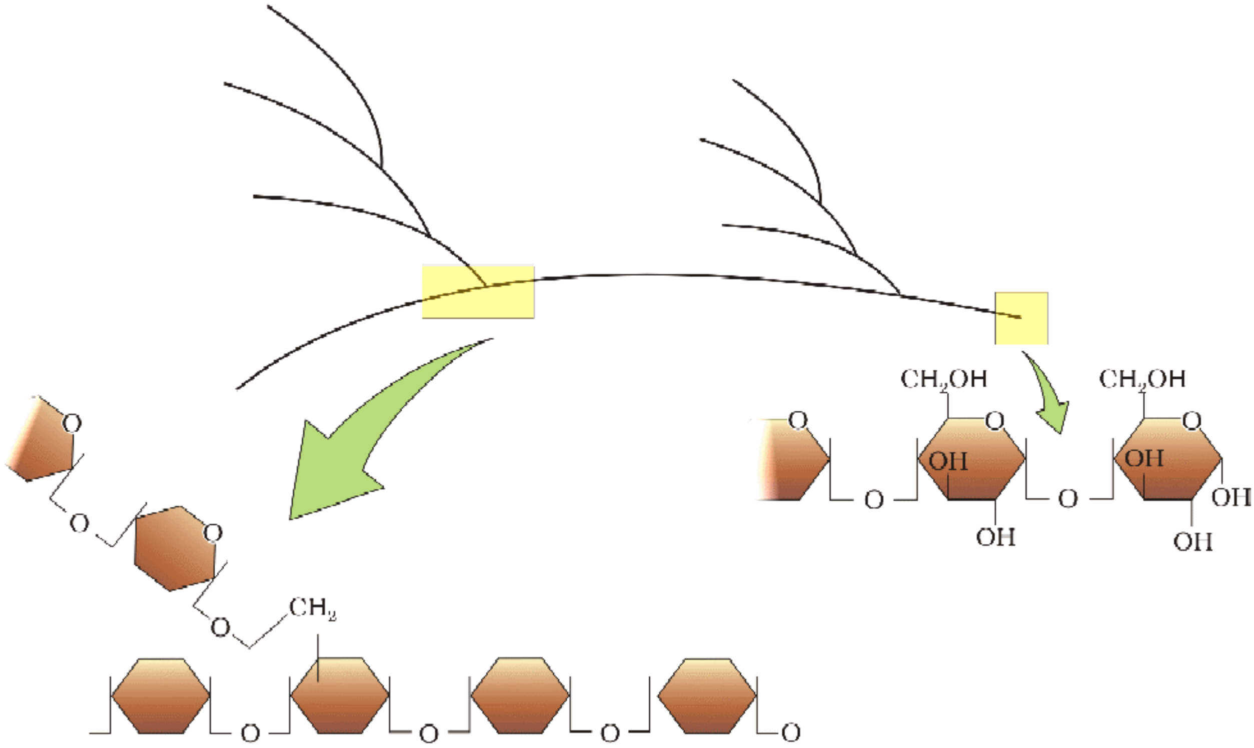
പട്ടിക 9.5 ചില മാംസ്യങ്ങളും അവയുടെ ധർമങ്ങളും

മാംസ്യം	ധർമം
കൊളാജൻ	കോശാന്തരപദാർഥം
ട്രിപ്സിൻ	രാസാഗ്നി
ഇൻസുലിൻ	ഹോർമോൺ
ആന്റിബോഡി	രോഗാണുക്കളെ ചെറുക്കുന്നു
ഗ്രാഹി	സംവേദങ്ങളുടെ സ്വീകരണം (ഗന്ധം, രുചി, ഹോർമോൺ തുടങ്ങിയവ)
GLUT - 4	കോശങ്ങളിലേക്കുള്ള ഗ്ലൂക്കോസിന്റെ സംവഹനം സാധ്യമാക്കുന്നു.

ഓരോ മാംസ്യവും അമിനോ ആസിസുകളുടെ ഒരു പോളിമർ ആണ്. 20 തരം അമിനോ ആസിഡുകൾ (അലാനിൻ, സിസ്റ്റീൻ, പ്രൊലൈൻ, ട്രിപ്റ്റൊഫാൻ, ലൈസിൻ തുടങ്ങിയവ) ഉള്ളതുകൊണ്ട് ഓരോ മാംസ്യവും ഒരു ഭിന്നപോളിമർ (Heteropolymer) ആണ്, മറിച്ച് ഒരു സമപോളിമർ (Homopolymer) അല്ല. ഒരു സമപോളിമറിൽ ഒരേ തരം മോണോമർ 'n' തവണ (നിരവധി തവണ) ആവർത്തിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. അമിനോ ആസിഡുകളെക്കുറിച്ചുള്ള ഇത്തരം വിവരങ്ങൾ തുടർന്ന് വരുന്ന അധ്യായങ്ങൾ പഠിക്കുമ്പോൾ കൂടുതൽ സഹായകമാകും. നമ്മുടെ ആരോഗ്യത്തിന് അനിവാര്യമായ ചില അമിനോ ആസിഡുകൾ ആഹാരത്തിലൂടെ ലഭ്യമാക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതിനാൽ ആഹാരത്തിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന മാംസ്യങ്ങൾ അവശ്യ അമിനോ ആസിഡുകളുടെ സ്രോതസ്സാണ്. അവശ്യഅമിനോ ആസിഡുകളും അവശ്യമല്ലാത്ത അമിനോആസിഡുകളുമുണ്ട്. അവശ്യമല്ലാത്ത അമിനോ ആസിഡുകളെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാൻ ശരീരത്തിന് കഴിവുണ്ട്. എന്നാൽ അവശ്യ അമിനോ ആസിഡുകൾ ഭക്ഷണത്തിലൂടെയാണ് ശരീരത്തിന് ലഭിക്കുന്നത്. ജീവികളിൽ മാംസ്യങ്ങൾ ധാരാളം ധർമങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നുണ്ട്. ചില മാംസ്യങ്ങൾ പോഷകങ്ങളെ കോശസ്തരത്തിനു കുറുകെ വഹിച്ചു കൊണ്ടുപോകുന്നു. ചിലത് രോഗാണുക്കളെ ചെറുക്കുന്നു, ചിലത് ഹോർമോണുകളായും മറ്റു ചിലത് രാസാഗ്നികളായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു (പട്ടിക 9.5). ജന്തുലോകത്ത് ഏറ്റവും അധികം കാണപ്പെടുന്ന മാംസ്യം കൊളാജൻ ആണ്. ജീവമണ്ഡലത്തിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ കാണപ്പെടുന്ന മാംസ്യം റിബുലോസ് ബിസ്ഫോസ്ഫേറ്റ് കാർബോക്സിലേസ്- ഓക്സിജനേസ് (RuBisCO) ആണ്.

9.5 പോളിസാക്കറൈഡുകൾ

മറ്റൊരു തരം സ്ഥൂലതൻമാത്രകളായ പോളിസാക്കറൈഡുകളും (ധാന്യകങ്ങൾ) ആസിഡിൽ അലേയമായ ഘടകത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. പഞ്ചസാരകളുടെ നീണ്ട ശൃംഖലകളാണ് പോളിസാക്കറൈഡുകൾ. ഇവ വ്യത്യസ്ത മോണോസാക്കറൈഡുകൾ കൂടിച്ചേർന്ന നാരുകളാണ്. ഉദാ. സെല്ലുലോസ് എന്ന പോളിസാക്കറൈഡ് നിർമിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് ഗ്ലൂക്കോസ് എന്ന ഒരേതരത്തിലുള്ള മോണോസാക്കറൈഡ് ചേർന്നാണ്. സെല്ലുലോസ് ഒരു സമപോളിമർ (Homopolymer) ആണ്. അന്നജം സെല്ലുലോസിന്റെ ഒരു വകഭേദം ആണ്. എന്നാൽ ഇത് സസ്യകലകളിൽ ഊർജസംഭരണകേന്ദ്രമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ജന്തുക്കളിൽ മറ്റൊരു വകഭേദമായ ഗ്ലൈക്കോജൻ കാണപ്പെടുന്നു. ഇനുലിൻ, ഫ്രക്ടോസിന്റെ ഒരു പോളിമർ ആണ്. ഒരു പോളിസാക്കറൈഡ് ശൃംഖലയിൽ വലത്തേ അറ്റം നിരോക്സീകരണ അഗ്രമെന്നും (Reducing end) ഇടത്തേ അറ്റം നിരോക്സീകരിക്കാത്ത അഗ്രം (Non-reducing end) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.



ചിത്രം 9.2 ഗ്ലൈക്കോജന്റെ ഒരു ഭാഗം - ചിത്രീകരണം

ഇതിന് ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ (ചിത്രം 9.2) ശാഖകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. അന്നജത്തിന് ചുറ്റുകളോട് കൂടിയ ദ്വിതീയ ഘടനയാണുള്ളത്. അന്നജത്തിൽ ചുറ്റുകളുള്ള ഭാഗത്തിന് അയഡിൻ തൻമാത്രകളെ ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയുന്നു. അതിനാൽ അന്നജം - I_2 സംയുക്തം നീലനിറത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ സെല്ലുലോസിൽ സങ്കീർണമായ ചുറ്റുകളില്ലാത്തതിനാൽ അയഡിനെ ഉൾക്കൊള്ളാൻ കഴിയില്ല.

സസ്യകോശങ്ങളുടെ കോശഭിത്തി സെല്ലുലോസ് നിർമിതമാണ്. സസ്യങ്ങളുടെ പൾപ്പിൽ നിന്ന് ഉണ്ടാക്കുന്ന കടലാസിലും പരുത്തിനാരിലും സെല്ലുലോസ് ആണുള്ളത്. പ്രകൃതിയിൽ വളരെ സങ്കീർണമായ ധാരാളം പോളിസാക്കറൈഡുകളുണ്ട്. ഇവയുടെ നിർമാണ ഘടകങ്ങൾ അമിനോ-പഞ്ചസാരകളും, രാസപരിവർത്തനം സംഭവിച്ച പഞ്ചസാരകളും (ഉദാ. ഗ്ലൂക്കോസാമൈൻ, N-അസറ്റൈൽ ഗാലക്ടോസമൈൻ തുടങ്ങിയവ) ആണ്. ആർത്രോപോഡുകളുടെ പുറന്തോടുകൾ കൈറ്റിൻ എന്ന സങ്കീർണമായ പോളിസാക്കറൈഡ് കൊണ്ട് നിർമിതമാണ്. സങ്കീർണമായ ഈ പോളിസാക്കറൈഡുകൾ അധികവും ഭിന്നപോളിമറുകളാണ്.

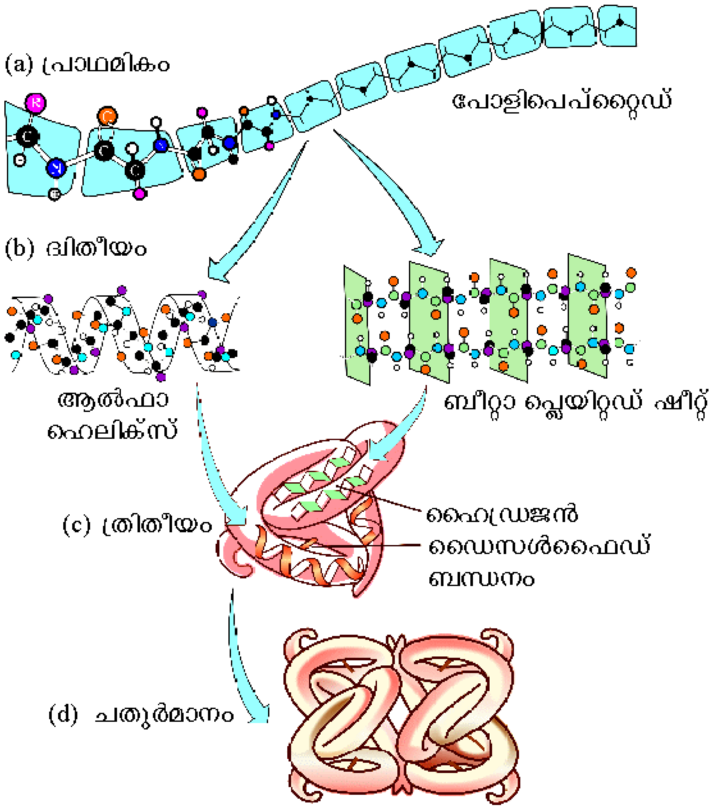
9.6 ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ

ഏതൊരു ജീവകലയുടെയും ആസിഡിൽ ലയിക്കാത്ത ഘടകത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന മറ്റൊരു സ്ഥൂലതൻമാത്രയാണ് ന്യൂക്ലിക് ആസിഡ്. ഇവ പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളാണ്. ഇവയും പോളിസാക്കറൈഡുകൾക്കും പോളിപെപ്റ്റൈഡുകൾക്കും ഒപ്പം ഏതൊരു ജീവകലയിലെ അല്ലെങ്കിൽ കോശത്തിലെ മുഖ്യ സ്ഥൂലതൻമാത്രകളുടെ കൂട്ടത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളാണ് ന്യൂക്ലിക് ആസിഡിന്റെ അടിസ്ഥാന നിർമാണഘടകം. ഒരു ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡിന് രാസീയമായി വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന മൂന്ന് ഘടകങ്ങളുണ്ട്. ഒരു ഭിന്നചാക്രിക (Heterocyclic) സംയുക്തം, ഒരു മോണോസാക്കറൈഡ്, ഒരു ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് അഥവാ ഫോസ്ഫേറ്റ് എന്നിവയാണ് അവ.

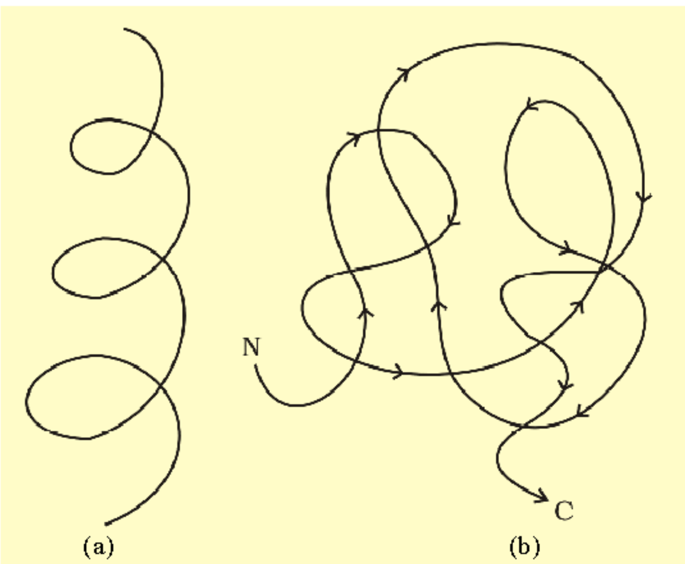
ചിത്രം 9.1 ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നതുപോലെ ന്യൂക്ലിക് ആസിഡിലെ ഭിന്നചാക്രിക സംയുക്തങ്ങൾ അഡിനിൻ, ഗ്വാനിൻ, യുറാസിൽ, സൈറ്റോസിൻ, തൈമിൻ എന്നീ നൈട്രജൻ ബേസുകളാണ്. അഡിനിൻ, ഗ്വാനിൻ എന്നിവ പ്രതിസ്ഥാപിത പ്യൂരിനുകളും മറ്റുള്ളവ പ്രതിസ്ഥാപിത പിരമിഡിനുകളുമാണ്. ഇവയുടെ ഭിന്നചാക്രിക വലയങ്ങളെ യഥാക്രമം പ്യൂരിൻ എന്നും പിരമിഡിൻ എന്നും വിളിക്കുന്നു. പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളിൽ കാണപ്പെടുന്ന പഞ്ചസാര റൈബോസ് (അഞ്ച് കാർബൺ ആറ്റമുള്ള ഒരു മോണോസാക്കറൈഡ്) അല്ലെങ്കിൽ 2′ ഡിഓക്സീറൈബോസ് ആയിരിക്കും. ഡിഓക്സീറൈബോസ് പഞ്ചസാര അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ന്യൂക്ലിക് ആസിഡിനെ ഡിഓക്സീറൈബോന്യൂക്ലിക് ആസിഡ് (DNA) എന്നും റൈബോസ് പഞ്ചസാര അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ന്യൂക്ലിക് ആസിഡിനെ റൈബോന്യൂക്ലിക് ആസിഡ് (RNA) എന്നും വിളിക്കുന്നു.

9.7 മാംസ്യങ്ങളുടെ ഘടന

അമിനോ ആസിഡുകൾ കൊണ്ടുള്ള നാരുകൾ അടങ്ങിയ ഭിന്നപോളിമറുകളാണ് മാംസ്യങ്ങൾ. തൻമാത്രകളുടെ ഘടന എന്നത് വ്യത്യസ്ത സഹാചര്യങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്ത തരത്തിലാണ് വ്യാഖ്യാനിക്കപ്പെടുന്നത്. അകാർബണിക രസതന്ത്രത്തിൽ, ഘടന എന്നത് തൻമാത്രാവാക്യമാണ് (ഉദാ. NaCl, $MgCl_2$). കാർബണിക രസതന്ത്രജ്ഞർ തൻമാത്രകളുടെ ഘടനയെ പ്രതിനിധീകരിച്ചു കൊണ്ട് എല്ലായ്പ്പോഴും ഒരു ദ്വിമാന ചിത്രമാണ് നൽകുന്നത് (ഉദാ. ബെൻസീൻ, നാഫ്തലീൻ തുടങ്ങിയവ). ഊർജതന്ത്രജ്ഞർ തൻമാത്രകളുടെ ഘടനയ്ക്ക് ഒരു ത്രിമാനതലം നൽകുമ്പോൾ ജീവശാസ്ത്രജ്ഞർ നാല് തലങ്ങളിലാണ് മാംസ്യത്തിന്റെ ഘടന വിശദീകരിക്കുന്നത്. അമിനോ ആസിഡുകൾ ഒന്നിനു പിറകെ മറ്റൊന്ന് എന്ന രീതിയിൽ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്നതാണ് മാംസ്യത്തിന്റെ **പ്രാഥമിക ഘടന** (ചിത്രം 9.3). ഒരു മാംസ്യതൻമാത്ര ഒരു രേഖയായി സങ്കൽപ്പിച്ചാൽ, ഇടത്തേ അറ്റം ഒന്നാമത്തെ അമിനോ ആസിഡിനെയും വലത്തേ അറ്റം അവസാനത്തെ അമിനോ ആസിഡിനെയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഒന്നാമത്തെ അമിനോ ആസിഡിനെ N - അഗ്ര അമിനോ ആസിഡ് എന്നും അവസാനത്തെ



ചിത്രം 9.3 മാംസ്യഘടനുടെ വിവിധ തലങ്ങൾ



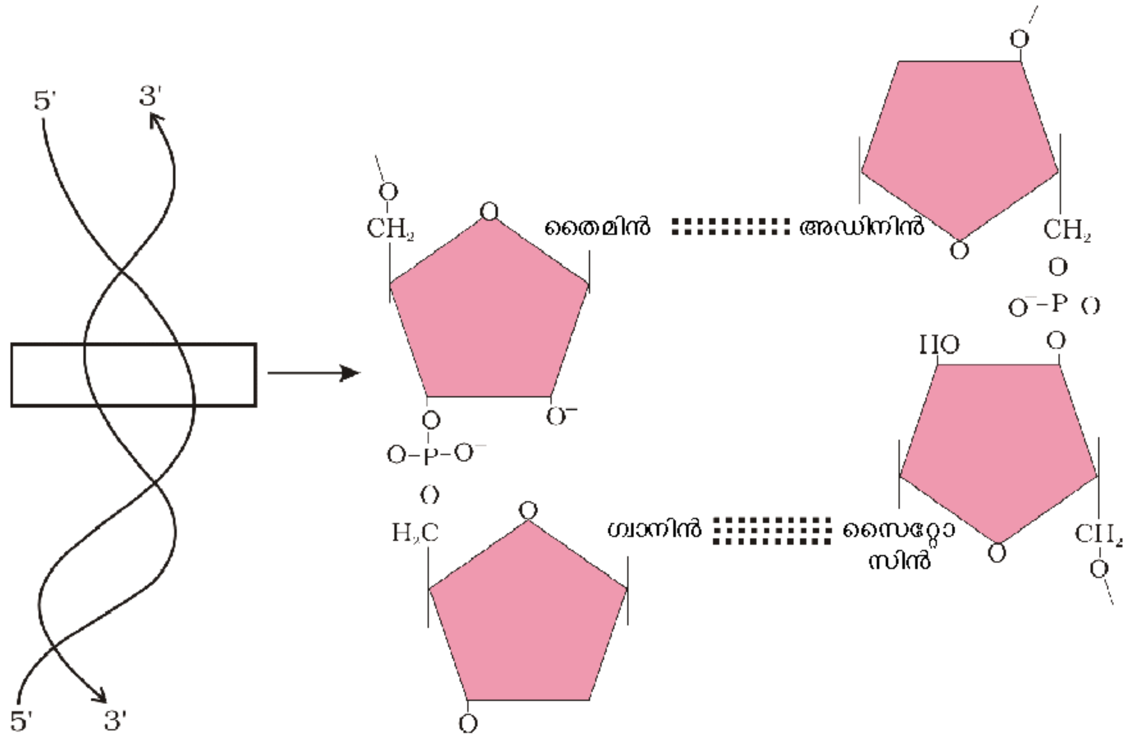
ചിത്രം 9.4 മാംസ്യഘടന ചിത്രീകരണം : (a) ദ്വിതീയ ഘടന (b) ഒരു ത്രിതീയ ഘടന

അമിനോ അസിഡിനെ C- അഗ്ര അമിനോ ആസിഡ് എന്നും പറയുന്നു. ഒരു മാംസ്യതന്തു എപ്പോഴും ഒരു നിവർന്ന ദണ്ഡുപോലെയല്ല കാണപ്പെടുന്നത്. ഇത് ഒരു ചുറ്റുഗോവണിയുടെ ആകൃതിയിൽ ചുറ്റിപ്പിണഞ്ഞു കാണപ്പെടുന്നു. മാംസ്യതന്തുവിന്റെ കുറച്ചു ഭാഗം മാത്രമാണ് ചുറ്റിപ്പിണഞ്ഞു കാണപ്പെടുന്നത്. മാംസ്യങ്ങളിൽ വലത്തോട്ട് തിരിയുന്ന ചുറ്റുകൾ മാത്രമാണ് കാണുന്നത്. മാംസ്യതന്തുവിന്റെ മറ്റ് ഭാഗങ്ങൾ വ്യത്യസ്ത രീതിയിൽ മടങ്ങിയിരിക്കുന്നതിനെ **ദ്വിതീയഘടന** എന്ന് വിളിക്കുന്നു. കൂടാതെ, ദൈർഘ്യമേറിയ മാംസ്യശൃംഖല ഒരു പൊള്ളയായ കമ്പിളിപ്പന്ത് പോലെ സ്വയം ചുരുണ്ട് **തൃതീയ ഘടന** രൂപപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 9.4 a, b). ഇത് മാംസ്യതൻമാത്രയുടെ ത്രിമാനദൃശ്യം സാധ്യമാക്കുന്നു. മാംസ്യതൻമാത്രകളുടെ പല ജൈവപ്രക്രിയകൾക്കും അതിന്റെ ത്രിതീയ ഘടന അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.

ചില മാംസ്യങ്ങൾ ഒന്നിലധികം പോളിപെപ്റ്റൈഡുകളുടെയോ ഉപഘടകങ്ങളുടെയോ സഞ്ചയമാണ്. മാംസ്യതൻമാത്രയ്ക്കകത്ത് ഈ പോളിപെപ്റ്റൈഡുകളുടെ അഥവാ ഉപഘടകങ്ങളുടെ ക്രമീകരണം അതിന് ഒരു **ചതുർമാന ഘടന** (Quaternary structure) നൽകുന്നു (ഉദാ. നാരുകൾ കൂടിച്ചേർന്ന് പന്തുകളാകുന്നു, പന്തുകൾ ഒന്നിനു മുകളിൽ ഒന്നായി ക്യൂബുകൾ പോലെയോ പ്ലേറ്റുകൾ പോലെയോ ക്രമീകരിക്കപ്പെടുന്നു). മനുഷ്യനിലെ ഹീമോഗ്ലോബിൻ തൻമാത്രയ്ക്ക് നാല് ഉപഘടകങ്ങളാണുള്ളത്. ഇവയിൽ രണ്ടെണ്ണം സമജോഡികളാണ്. രണ്ട് α ഉപഘടകങ്ങളും രണ്ട് β ഉപഘടകങ്ങളും ചേർന്നതാണ് മനുഷ്യനിലെ ഹീമോഗ്ലോബിൻ (Hb).

9.8 ഒരു പോളിമറിലെ മോണോമറുകൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധനത്തിന്റെ സ്വഭാവം

ഒരു പോളിപെപ്റ്റൈഡിലെ അല്ലെങ്കിൽ മാംസ്യതൻമാത്രയിലെ അമിനോ ആസിഡുകളെ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് പെപ്റ്റൈഡ് ബന്ധനം വഴിയാണ്. ഈ ബന്ധനത്തിൽ ഒരു അമിനോ ആസിഡിന്റെ കാർബോക്സിൽ (-COOH) ഗ്രൂപ്പ് തൊട്ടടുത്തുള്ള അമിനോ ആസിഡിന്റെ അമിനോ ($-NH_2$) ഗ്രൂപ്പുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് ഒരു ജലതൻമാത്രയെ സ്വതന്ത്രമാക്കുന്നു (നിർജലീകരണം എന്ന പ്രക്രിയ). ഒരു പോളിസാക്കറൈഡിൽ മോണോസാക്കറൈഡുകളെ തമ്മിൽ യോജിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് ഗ്ലൈക്കോസിഡിക ബന്ധനത്താലാണ്. ഈ ബന്ധനം രൂപപ്പെടുമ്പോഴും നിർജലീകരണം (Dehydration) സംഭവിക്കുന്നു. അടുത്തടുത്ത രണ്ട് മോണോസാക്കറൈഡുകളുടെ കാർബൺ ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിലാണ് ഗ്ലൈക്കോസിഡിക് ബന്ധനമുണ്ടാകുന്നത്. ഒരു ന്യൂക്ലിക് ആസിഡിൽ ഒരു ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡിന്റെ പഞ്ചസാര തൻമാത്രയുടെ 3′ – കാർബൺ ആറ്റത്തെ അടുത്തുള്ള ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡിന്റെ പഞ്ചസാര തൻമാത്രയുടെ 5′ – കാർബൺ ആറ്റവുമായി ബന്ധപ്പിക്കുന്നത് ഒരു ഫോസ്ഫേറ്റ് തന്മാത്രയാണ്. ഇവിടെ ഫോസ്ഫേറ്റിനും പഞ്ചസാരയുടെ ഹൈഡ്രോക്സിൽ ഗ്രൂപ്പിനും ഇടയിലുള്ള ബന്ധനം ഒരു എസ്റ്റർ ബന്ധനമാണ്. ഇത്തരത്തിൽ എസ്റ്റർ ബന്ധനം ഇരുവശങ്ങളിലും ഉള്ളതുകൊണ്ട് ഇത് ഫോസ്ഫോഡൈ എസ്റ്റർ ബന്ധനം എന്നറിയപ്പെടുന്നു (ചിത്രം 9.5).



ചിത്രം 9.5 DNA യുടെ ദ്വിതീയ ഘടന സൂചിപ്പിക്കുന്ന ചിത്രീകരണം

ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ ദ്വിതീയ ഘടനയിൽ വൈവിധ്യം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. DNA യുടെ ദ്വിതീയ ഘടനയ്ക്ക് നല്ല ഉദാഹരണമാണ് പ്രശസ്തമായ വാട്സൺ -ക്രിക്ക് മാതൃക. ഈ മാതൃകപ്രകാരം ഇരട്ടയിഴകളുള്ള DNA യ്ക്ക് ഒരു ചുറ്റുഗോവണിയുടെ ആകൃതിയാണ്. പോളിന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളുടെ രണ്ട് ഇഴകളും എതിർദിശയിൽ പരസ്പരം സമാന്തര ശ്രേണികളായി കാണപ്പെടുന്നു. ഇവയുടെ പ്രധാനയിഴ പഞ്ചസാര-ഫോസ്ഫേറ്റ്-പഞ്ചസാര ശൃംഖലയാൽ നിർമിതമാണ്. നൈട്രജൻ ബേസുകൾ ഈ മുഖ്യയിഴയ്ക്ക് ഏകദേശം ലംബ മായും എന്നാൽ ഉള്ളിലേക്ക് അഭിമുഖമായും പൊന്തിനിൽക്കുന്നു. ഒരു ഇഴയിലെ A പൂരകയിഴയിലെ T യുമായും, G പൂരകയിഴയിലെ C യുമായും ജോഡി ചേരുന്നു. A യ്ക്കും T യ്ക്കും ഇടയിൽ രണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനങ്ങളും G യ്ക്കും C യ്ക്കും ഇടയിൽ മൂന്ന് ഹൈഡ്രജൻ ബന്ധനങ്ങളും ഉണ്ട്. DNA യുടെ ഇഴകൾ ഒരു ചുറ്റുഗോവണിയുടെ ആകൃതിയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഗോവണിയുടെ ഓരോ ചവിട്ടുപടിയും ബേസ്ജോഡികൾ കൊണ്ട് നിർമിതമാണ്. DNA യുടെ ഓരോ ചുറ്റിലും പത്ത് ബേസ്ജോഡികൾ കാണപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ ബേസ് ജോഡി കൾ തമ്മിൽ 36^0 ചരിവുണ്ടെന്ന് അനുമാനിക്കാം.

ഒരു രേഖാചിത്രം വരയ്ക്കാൻ ശ്രമിക്കൂ. ഓരോ ചുറ്റിന്റെയും പിച്ച് $34A^o$ ആണ്. അടുത്തടുത്ത ബേസ് ജോഡികൾ തമ്മിലുള്ള ഉയരം $3.4A^o$ ആയിരിക്കും. മേൽപ്രസ്താവിച്ച പ്രത്യേകതകളുള്ള DNA, B-DNA എന്നറിയപ്പെടുന്നു. രൂപ വൈജാത്യമുള്ള ഒരു ഡസണിലേറെ DNA കളുണ്ടെന്നും അവയെ ഇംഗ്ലീഷ് അക്ഷ രമാലയിലെ അക്ഷരങ്ങൾ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നുവെന്നും ഉയർന്ന ക്ലാസുകളിൽ നിങ്ങൾ പഠിക്കും.

9.9 ഉപാപചയം-ശരീരനിർമാണ ഘടകങ്ങളുടെ പരിവർത്തനാത്മകത

നാം ഇതുവരെ പഠിച്ചത് ജീവികളിൽ (ബാക്ടീരിയകളിലും, ഏകകോശജീവി കളിലും, സസ്യങ്ങളിലും ജന്തുക്കളിലും) ആയിരക്കണക്കിന് കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളുണ്ടെന്നാണ്. ഈ സംയുക്തങ്ങൾ അഥവാ ജൈവതൻമാത്രകൾ പ്രത്യേക അളവുകളിലാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. (ഈ അളവുകൾ മോൾ/കോശം, മോൾ/ലിറ്റർ എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു). ജൈവതൻമാത്രകൾക്ക് **പുനക്രമീകരണ** ശേഷി **(Turn over)** ഉണ്ടെന്നുള്ള നിരീക്ഷണം ഇതേവരെ നടത്തിയിട്ടുള്ള കണ്ടുപിടിത്തങ്ങളിൽ വച്ച് മഹത്തായ ഒന്നാണ്. അതായത് ജൈവതൻമാത്രകൾ സ്ഥിരമായി മാറ്റം സംഭവിച്ച് മറ്റ് തൻമാത്രകളായി മാറുന്നു. കൂടാതെ ഇവ മറ്റുചില ജൈവതൻമാത്രകളിൽ നിന്ന് രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരം വിഘടന ങ്ങളും രൂപപ്പെടലുകളും ജീവികളിൽ നിരന്തരം നടക്കുന്നത് രാസപ്രവർത്തന ങ്ങളിലൂടെയാണ്. ഈ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളെയാകെ **ഉപാപചയം (Metabolism)** എന്നു വിവക്ഷിക്കുന്നു. ഓരോ ഉപാപചയ പ്രവർത്തനത്തിന്റെയും ഫലമായി ജൈവതൻമാത്രകൾക്ക് പരിവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നു. ഇത്തരം ഉപാപചയ പരി വർത്തനങ്ങൾക്ക് ചില ഉദാഹരണങ്ങൾ ആണ് അമിനോ ആസിഡിൽ നിന്ന് CO_2 നീക്കം ചെയ്യുമ്പോൾ അത് അമൈൻ (Amine) ആയി മാറുന്നതും ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് ബേസിൽ നിന്ന് അമിനോ ഗ്രൂപ്പ് നീക്കം ചെയ്യുന്നതും

ഡൈസാക്കറൈഡിലെ ഗ്ലൈക്കോസിഡിക ബന്ധനത്തിന് ജലവിശ്ലേഷണം (Hydrolysis) സംഭവിക്കുന്നതും മറ്റും. നമുക്ക് ഇത്തരത്തിൽ പത്തോ ആയിരമോ ഉദാഹരണങ്ങൾ പട്ടികപ്പെടുത്താൻ സാധിക്കും. ഈ ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ ഭൂരിഭാഗവും ഒറ്റപ്പെട്ട പ്രവർത്തനങ്ങളല്ല, മറിച്ച് ഇവ എല്ലായ്പ്പോഴും മറ്റ് പ്രവർത്തനങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഉപാപചയവസ്തുക്കൾ മറ്റു വസ്തുക്കളായി മാറുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഈ ഉപാപചയ സംവിധാനങ്ങളെ അഥവാ മാർഗങ്ങളെ ഒരു നഗരത്തിലെ വാഹന ഗതാഗത സംവിധാനത്തോട് ഉപമിക്കാം. ഈ മാർഗങ്ങൾ രേഖീയമോ ചാക്രികമോ ആയിരിക്കും. ഇവ ട്രാഫിക് ജംഗ്ഷനുകളെപ്പോലെ ഒന്ന് മറ്റൊന്നിനെ മുറിച്ചു കടക്കുന്നു. വാഹനഗതാഗതം പോലെ, ഉപാപചയ വസ്തുക്കൾ കൃത്യമായ മാർഗങ്ങളിലൂടെ പ്രത്യേകനിരക്കിലും ദിശയിലും പ്രവഹിക്കുന്നു. ഈ പ്രവാഹത്തെ ശരീരനിർമാണഘടകങ്ങളുടെ പരിവർത്തനാത്മകത എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടുകിടക്കുന്ന ഈ ഉപാപചയ ഗതാഗതം വളരെ സരളവും ആരോഗ്യാവസ്ഥയ്ക്ക് ഒരപകടം പോലും രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടി ല്ലാത്തതുമാണ് എന്നത് വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു വസ്തുതയാണ്. ഓരോ രാസപ്രവർത്തനവും **ഉൽപ്രേരിത പ്രവർത്തനമാണ് (Catalysed reaction)** എന്നത് ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ മറ്റൊരു പ്രത്യേകത ആണ്. ജൈവ വ്യവസ്ഥകളിൽ ഉൽപ്രേരിതമല്ലാത്ത ഒരു ഉപാപചയ പരിവർത്തനവും സംഭവിക്കുന്നില്ല. ജൈവ വ്യസ്ഥകളിൽ CO_2 ജലത്തിലലിയുന്ന ഭൗതിക പ്രവർത്തനം പോലും ഉൽപ്രേരിതപ്രവർത്തനമാണ്. നിശ്ചിത ഉപാപചയപരിവർത്തന പ്രവർത്തന ങ്ങളുടെ നിരക്ക് ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന ഉൽപ്രേരകങ്ങളും മാംസ്യങ്ങളാണ്. ഉൽപ്രേരകഗുണമുള്ള ഈ മാംസ്യങ്ങളെ **എൻസൈമുകൾ** അഥവാ **രാസാഗ്നികൾ** എന്നു പറയുന്നു.

9.10 ജീവന്റെ ഉപാപചയ അടിത്തറ

ലഘുഘടനയുള്ള പദാർഥങ്ങളിൽ നിന്ന് സങ്കീർണഘടനയുള്ള പദാർഥങ്ങളുടെ നിർമിതിയിലേക്കോ (ഉദാ. അസറ്റിക് ആസിഡ് കൊളസ്ട്രോൾ ആയി മാറുന്നു.) സങ്കീർണഘടനയുള്ള പദാർഥങ്ങളിൽ നിന്ന് ലഘുഘടനയുള്ള പദാർഥങ്ങളുടെ നിർമിതിയിലേക്കോ (ഉദാ. നമ്മുടെ അസ്ഥിപേശികളിൽ ഗ്ലൂക്കോസ് ലാക്ടിക് ആസിഡായി മാറുന്നു) നയിക്കാൻ ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് കഴിയുന്നു. ഇവയിൽ ആദ്യം സൂചിപ്പിച്ച പ്രവർത്തനങ്ങളെ ജൈവസംശ്ലേഷണ മാർഗങ്ങൾ അഥവാ **ഉപചയ മാർഗങ്ങൾ (Anabolic pathways)** എന്നും രണ്ടാമത് സൂചിപ്പിച്ച പ്രക്രിയയെ ജൈവവിശ്ലേഷണപ്രവർത്തനങ്ങൾ അഥവാ **അപചയ മാർഗങ്ങൾ (Catabolic pathways)** എന്നും പറയുന്നു. ഉപചയ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഊർജം വിനിയോഗിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് അമിനോ ആസിഡുകളിൽ നിന്ന് മാംസ്യം സംശ്ലേഷിപ്പിക്കുന്ന പ്രക്രിയയ്ക്ക് ഊർജം ആവശ്യമാണ്. മറിച്ച് അപചയ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി ഊർജം സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നു. ഉദാ. നമ്മുടെ അസ്ഥിപേശികളിൽ വച്ച് ഗ്ലൂക്കോസ്, ലാക്ടിക് ആസിഡായി വിഘടിക്കുമ്പോൾ ഊർജം സ്വതന്ത്രമാകുന്നു. ഗ്ലൂക്കോസ്, ലാക്ടിക് ആസിഡായി മാറുന്ന ഉപാപചയ

പ്രവർത്തനം 10 ഉപാപചയ ഘട്ടങ്ങളിലൂടെയാണ് പൂർത്തിയാക്കപ്പെടുന്നത്. ഈ പ്രക്രിയയെ ഗ്ലൈക്കോളിസിസ് എന്ന് പറയുന്നു. അപചയസമയത്ത് സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്ന ഊർജം സ്വീകരിച്ച് രാസബന്ധനങ്ങളുടെ രൂപത്തിൽ ശേഖരിച്ചു വയ്ക്കാനുള്ള കഴിവ് ജീവികൾക്കുണ്ട്. നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ നടക്കുന്ന സംശ്ലേഷണം, വ്യതിവ്യാപനം, കായിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്ക് ഇത്തരത്തിൽ സംഭരിക്കപ്പെട്ട ഊർജം ആവശ്യാനുസരണം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ജൈവവ്യവസ്ഥകളിലെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഊർജനാണയം **അഡിനോസിൻ ട്രൈഫോസ്ഫേറ്റ് (ATP)** എന്ന തൻമാത്രയിൽ സംഭരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള രാസബന്ധന ഊർജമാണ് (Bond energy).

ജീവികൾക്ക് ഊർജം ലഭിക്കുന്നത് എങ്ങനെയാണ്? ഇതിന് എന്തൊക്കെ മാർഗങ്ങളാണ് ജീവികളിലുള്ളത്? ഈ ഊർജം ഏത് രൂപത്തിലും രീതിയിലുമാണ് സംഭരിക്കുന്നത്? ഈ ഊർജത്തെ പ്രവൃത്തിയാക്കി മാറ്റുന്നതെങ്ങനെയാണ്? ഈ ചോദ്യങ്ങളുടെയൊക്കെ ഉത്തരങ്ങൾ 'ജൈവോർജപഠനം' (Bioenergetics) എന്ന വിഷയത്തിൽ ഉയർന്ന ക്ലാസ്സുകളിൽ നിങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലാക്കാം.

9.11 ജൈവാവസ്ഥ

ജീവികളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ആയിരക്കണക്കിന് രാസസംയുക്തങ്ങൾ അഥവാ ഉപാപചയ വസ്തുക്കൾ (ജൈവതന്മാത്രകൾ) ഓരോ ജീവിയുടെയും സവിശേഷതയ്ക്കനുസരിച്ചുള്ള അളവിലാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഉദാഹരണത്തിന് ആരോഗ്യമുള്ള ഒരാളുടെ രക്തത്തിലെ ഗ്ലൂക്കോസിന്റെ ഗാഢത 4.5-5.0 mM ആയിരിക്കുമ്പോൾ ഹോർമോണുകളുടേത് നാനോഗ്രാം/mL ആയിരിക്കും. എല്ലാ ജീവജാലങ്ങളും സുസ്ഥിരമായ അവസ്ഥയിൽ നിലനിൽക്കുന്നത് അവയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഓരോ ജൈവതൻമാത്രയുടെയും അളവിലുള്ള സവിശേഷത കൊണ്ടാണ് എന്നത് ജൈവവ്യവസ്ഥയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട വസ്തുതയാണ്. ഈ ജൈവതൻമാത്രകൾ ഒരു ഉപാപചയ വ്യൂഹത്തിനുള്ളിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. ഏതൊരു രാസ-ഭൗതികപ്രവർത്തനവും വളരെപ്പെട്ടെന്നു തന്നെ സന്തുലിതാവസ്ഥ പ്രാപിക്കുന്നു. സുസ്ഥിര അവസ്ഥ ഒരു അസന്തുലിത അവസ്ഥയാണ്. സന്തുലിതാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു വ്യൂഹത്തിന് പ്രവൃത്തി ചെയ്യാൻ സാധ്യമല്ല എന്ന് ഊർജതന്ത്രത്തിൽ പഠിച്ചിട്ടുള്ളത് ഓർമിക്കുമല്ലോ. ജീവികൾ തുടർച്ചയായി പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ അവയ്ക്ക് സന്തുലിതാവസ്ഥ പ്രാപിക്കാൻ എളുപ്പമല്ല. **അതിനാൽ ജീവനുള്ള അവസ്ഥ എന്നത് പ്രവർത്തിയിലേർപ്പെടാൻ സഹായിക്കുന്ന ഒരു അസന്തുലിതമായ (Non-equilibrium) സുസ്ഥിര അവസ്ഥയാണ്(Steady state);** ജീവൻ എന്ന പ്രക്രിയ സന്തുലിതാവസ്ഥയിലേക്ക് എത്താതിരിക്കാനുള്ള ഒരു നിത്യപരിശ്രമമാണ്. ഇതിന് ഊർജം ആവശ്യമാണ്. ഉപാപചയപ്രക്രിയ ഊർജോൽപ്പാദനത്തെ സഹായിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ജീവനുള്ള അവസ്ഥ, ഉപാപചയം എന്നിവ സമാനാർഥകമാണ്. ഉപാപചയം ഇല്ലെങ്കിൽ ജീവനുള്ള അവസ്ഥ സാധ്യമല്ല.

9.12 രാസാഗ്നികൾ

ഏറെക്കുറെ എല്ലാ രാസാഗ്നികളും മാംസ്യങ്ങളാണ്. ചില ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ രാസാഗ്നികളായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. അവയെ റൈബോസൈമുകൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു രേഖാചിത്രത്തിലൂടെ രാസാഗ്നി ചിത്രീകരിക്കാൻ കഴിയും. ഒരു രാസാഗ്നിക്ക് ഏതൊരു മാംസ്യത്തെയുംപോലെ ഒരു പ്രാഥമിക ഘടനയുണ്ടായിരിക്കും, അതായത് മാംസ്യത്തിന്റെ അമിനോ ആസിഡ് ശ്രേണി. രാസാഗ്നികൾക്ക് മാംസ്യത്തെപ്പോലെ ദ്വിതീയ ഘടനയും തൃതീയ ഘടനയുമുണ്ട്. തൃതീയ ഘടന നിരീക്ഷിക്കുകയാണെങ്കിൽ (ചിത്രം 9.4b) മാംസ്യശൃംഖലയുടെ മുഖ്യാക്ഷം സ്വയം ചുറ്റിപ്പിണഞ്ഞും തലങ്ങും വിലങ്ങും കെട്ടുപിണഞ്ഞും അനേകം കുഴികളും അറകളും രൂപപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് കാണാം. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു അറയാണ് 'സക്രിയ സ്ഥാനം' (Active site). ഒരു രാസാഗ്നിയിൽ അഭികാരകം (Substrate) വന്നുചേർന്ന് നിൽക്കുന്ന കുഴി അല്ലെങ്കിൽ അറയാണ് സക്രിയസ്ഥാനം. അങ്ങനെ രാസാഗ്നികൾ അവയുടെ സക്രിയ സ്ഥാനങ്ങളിലൂടെ രാസപ്രവർത്തനവേഗത ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നു. രാസാഗ്നികൾ എന്ന ഉൽപ്രേരക ങ്ങൾ അകാർബണിക ഉൽപ്രേരകങ്ങളിൽ നിന്ന് പലതരത്തിൽ വ്യത്യാസപ്പെട്ടി രിക്കുന്നു. ഇവിടെ എടുത്ത് പറയേണ്ട ഒരു പ്രാധാന വ്യത്യാസം അകാർബ ണിക ഉൽപ്രേരകങ്ങൾ ഉയർന്ന് ഊഷ്മാവിലും ഉയർന്ന മർദത്തിലും കാര്യക്ഷ മമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു, എന്നാൽ രാസാഗ്നികൾ ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ നശി ക്കുന്നു (40ºC ന് മുകളിൽ) എന്നതാണ്. എങ്കിലും ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ (ഉദാ. ഉഷ്ണനീരുറവകളിലും (Hot vents) ഗന്ധക ഉറവകളിലും (Sulphur springs) ജീവി ക്കുന്ന ജീവികളിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന രാസാഗ്നികൾ സ്ഥിരതയുള്ളതും ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽപ്പോലും (80-90ºC) ഉൽപ്രേരകശേഷി നിലനിർത്തുന്നവയു മായിരിക്കും. ഊഷ്മാഭിമുഖ്യമുള്ള (Thermophilic) ജീവികളിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന രാസാഗ്നികളുടെ ഒരു പ്രധാനഗുണമാണ് താപസ്ഥിരത (Thermal Stability).

9.12.1 രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ

രാസാഗ്നികളെ നമുക്ക് എങ്ങനെ മനസ്സിലാക്കാം? ആദ്യം ഒരു രാസപ്രവർത്തനം എന്താണെന്ന് നോക്കാം. രാസസംയുക്തങ്ങൾ രണ്ട് തരം മാറ്റങ്ങൾക്കു വിധേയമാകുന്നു. ബന്ധനത്തിന് ഭംഗം വരാതെ സംയുക്തങ്ങളുടെ ആകൃതിക്കു മാത്രം വ്യത്യാസം വരുന്ന തരം മാറ്റങ്ങളെ ഭൗതികമാറ്റങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നു. ദ്രവ്യത്തിന്റെ അവസ്ഥയ്ക്കുമാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നതും ഭൗതികപ്രക്രിയയാണ്. മഞ്ഞ് ഉരുകി ജലമാകുന്നതും ജലം നീരാവിയാകുന്നതും ഭൗതികമാറ്റങ്ങൾക്കു ദാഹരണങ്ങളാണ്. എന്നാൽ ബന്ധനങ്ങൾ തകരുകയും പരിവർത്തനം നടക്കു മ്പോൾ പുതിയ ബന്ധനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്ന തരം പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ.

ഉദാഹരണം:

$$Ba(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2H_2O$$

ഇതൊരു അകാർബണിക രാസപ്രവർത്തനമാണ്. അതുപോലെ, അന്നജം ജല വിശ്ലേഷണത്തിലൂടെ ഗ്ലൂക്കോസായി മാറുന്നത് ഒരു ജൈവരാസപ്രവർത്തനമാണ്. ഒരു യൂണിറ്റ് സമയത്തിലുണ്ടാകുന്ന ഉൽപ്പന്നങ്ങളുടെ അളവിനെ രാസമാറ്റത്തിന്റെ അഥവാ ഭൗതികമാറ്റത്തിന്റെ നിരക്ക് എന്നു പറയുന്നു. ഇത് ഇങ്ങനെ സൂചിപ്പിക്കാം:

$$\text{നിരക്ക്} = \frac{\delta P}{\delta t}$$

ഒരു രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ ദിശ പ്രസ്താവിയ്ക്കപ്പെടുകയാണെങ്കിൽ നിരക്കിനെ പ്രവേഗം (Velocity) എന്നും പറയാം. രാസഭൗതികപ്രക്രിയകളുടെ നിരക്കിനെ സ്വാധീനിക്കുന്ന മറ്റു ഘടകങ്ങളിലൊന്ന് ഊഷ്മാവാണ്. ഓരോ $10^{o}C$ വ്യത്യാസത്തിലും രാസപ്രവർത്തനനിരക്ക് ഓരോ ദിശയിലും ഇരട്ടിക്കുകയോ പകുതിയായി കുറയുകയോ ചെയ്യുന്നു എന്നത് ഇത് സംബന്ധിച്ച ഒരു പൊതുതത്വം ആണ്. ഉൽപ്രേരിത രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ നിരക്ക് ഉൽപ്രേരിതമല്ലാത്തവയുടെ നിരക്കിനെക്കാൾ വളരെ കൂടുതലായിരിക്കും. രാസാഗ്നികളുടെ സഹായത്താൽ നടക്കുന്ന ഉൽപ്രേരിത പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ നിരക്ക് ഉൽപ്രേരിതമല്ലാത്ത രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ നിരക്കിനെക്കാൾ വളരെ ഉയർന്നതായിരിക്കും.

ഉദാഹരണം:

$$\underset{\text{കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്}}{CO_2} + \underset{\text{ജലം}}{H_2O} \xrightleftharpoons{\text{കാർബോണിക് അൻഹൈഡ്രേസ്}} \underset{\text{കാർബോണിക് ആസിഡ്}}{H_2CO_3}$$

രാസാഗ്നികളുടെ അഭാവത്തിൽ ഈ രാസപ്രവർത്തനം വളരെ സാവധാനത്തിലാണ് നടക്കുന്നത്. ഒരു മണിക്കൂറിൽ ഏതാണ്ട് ഇരുന്നൂറ് H_2CO_3 തൻമാത്രകൾ ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ കോശദ്രവ്യത്തിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കാർബോണിക് അൻഹൈഡ്രേസ് എന്ന രാസാഗ്നിയുടെ സഹായത്താൽ രാസപ്രവർത്തനവേഗത അഭൂതപൂർവമായി വർധിക്കുകയും ഓരോ സെക്കന്റിലും ഏകദേശം 600,000 തൻമാത്രകൾ ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ രാസാഗ്നി രാസപ്രവർത്തനനിരക്ക് 10 ദശലക്ഷം മടങ്ങ് വർധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ രാസാഗ്നികളുടെ ശേഷി പ്രവചനാതീതമാണ്!

ആയിരക്കണക്കിന് രാസാഗ്നികളുണ്ട്. അവ ഓരോന്നും ഓരോ പ്രത്യേക രാസപ്രവർത്തനത്തെയോ ഉപാപചയപ്രവർത്തനത്തെയോ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നു. പല ഘട്ടങ്ങളുള്ള ഒരു രാസപ്രവർത്തനത്തിലെ ഓരോ ഘട്ടത്തെയും ഒരേ സങ്കീർണ രാസാഗ്നിയോ (Enzyme complex) വ്യത്യസ്ത രാസാഗ്നികളോ ത്വരിതപ്പെടുത്തുകയാണെങ്കിൽ, അതിനെ ഒരു ഉപാപചയമാർഗം (Metabolic pathway) എന്ന് പറയുന്നു. ഉദാഹരണം:

ഗ്ലൂക്കോസ് → 2 പൈറൂവിക് ആസിഡ്

$$C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2H_2O$$

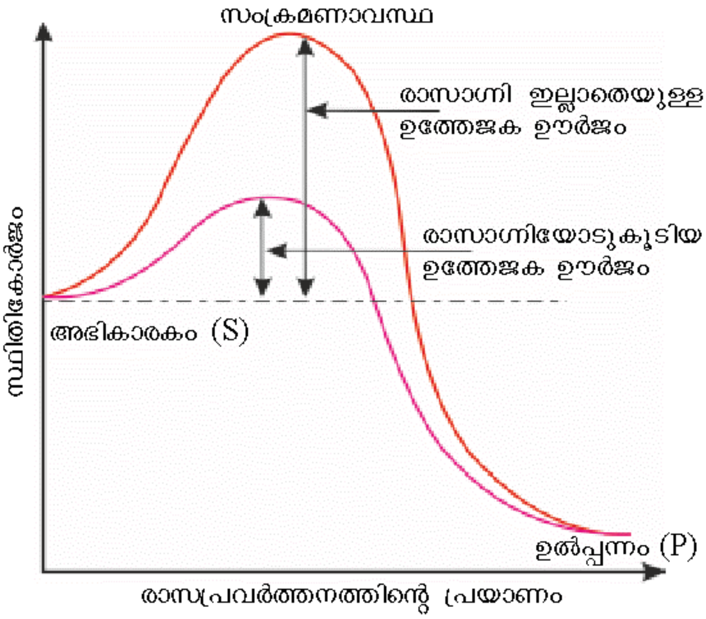
ഇതൊരു ഉപാപചയ മാർഗം ആണ്. ഇതിൽ പത്ത് വ്യത്യസ്ത രാസാഗ്നികളാൽ ഉൽപ്രേരിതമായ ഉപാപചയപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി ഗ്ലൂക്കോസ് പൈറൂവിക് ആസിഡായി മാറുന്നു. 14-ാമത്തെ അധ്യായത്തിൽ ശ്വസനം പഠിക്കുമ്പോൾ ഈ പ്രവർത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ച് വിശദമായി നിങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും. ഇതേ ഉപാപചയമാർഗത്തിൽ ഒന്നോ രണ്ടോ അധികരാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ വിവിധങ്ങളായ ഉപാപചയ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്നുണ്ട് എന്ന് നിങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കണം. അവായവ (Anaerobic) സാഹചര്യങ്ങളിൽ നമ്മുടെ അസ്ഥി പേശിയിൽ ലാക്ടിക് ആഡിഡ് ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ സ്വാഭാവിക വായവ (Aerobic) സാഹചര്യങ്ങളിൽ പൈറൂവിക് ആഡിസ് ഉണ്ടാകുന്നു. യീസ്റ്റിൽ ഫെർമന്റേഷൻ നടക്കുമ്പോൾ ഇതേ മാർഗത്തിലൂടെ എഥനോൾ (ആൾക്കഹോൾ) ആണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. അങ്ങനെ വ്യത്യസ്ത സാഹചര്യങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്ത ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്നു.

9.12.2 രാസാഗ്നികൾ എങ്ങനെയാണ് ഉയർന്ന നിരക്കിലുള്ള രാസപരിവർത്തനങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നത്?

ഇത് മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് നാം രാസാഗ്നികളെക്കുറിച്ച് കുറച്ച് കാര്യങ്ങൾ കൂടി പഠിക്കേണ്ടതുണ്ട്. 'സക്രിയ സ്ഥാനങ്ങളെ' കുറിച്ച് നമുക്ക് ധാരണയുണ്ടല്ലോ. ഉപാപചയ പരിവർത്തനം എന്നതു കൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നത് രാസപ്രവർത്തനം തന്നെയാണ്. ഉൽപ്പന്നമായി മാറുന്ന രാസവസ്തുവിനെ അഭികാരകം എന്ന് പറയുന്നു. രാസാഗ്നികൾ, അതായത് 'സക്രിയ സ്ഥാനങ്ങ'ളോടുകൂടിയ ത്രിമാന ഘടനയുള്ള മാംസ്യങ്ങൾ അഭികാരകത്തെ (S) ഉൽപ്പന്നമാക്കി (P) മാറ്റുന്നു. ഇത് പ്രതീകാത്മകമായി ഇങ്ങനെ സൂചിപ്പിക്കാം.

$$S \rightarrow P$$

അതായത് അഭികാരകം (S), രാസാഗ്നിയുടെ 'സക്രിയ സ്ഥാനത്ത്' ബന്ധിക്കപ്പെടുന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കുക. തുടർന്ന് അവശ്യം ഉണ്ടാകേണ്ട രാസാഗ്നി- അഭികാരകസംയുക്തം (ES) രൂപപ്പെടുന്നു. E രാസാഗ്നിയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ ഒരു താൽക്കാലിക പ്രതിഭാസമാണ്. ഒരു അഭികാരകം രാസാഗ്നിയുടെ സക്രിയ സ്ഥാനത്ത് ബന്ധിക്കപ്പെടുന്നതോടെ അഭികാരകത്തിന് സംക്രമണാവസ്ഥയിലുള്ള (Transition state) ഒരു പുതിയ ഘടന കൈവരുന്നു. പ്രതീക്ഷിച്ച ബന്ധനം വിഘടിക്കപ്പെടുകയോ രൂപപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്ന മാത്രയിൽ, സക്രിയ സ്ഥാനത്ത് നിന്ന് ഉൽപ്പന്നം സ്വതന്ത്രമാക്കപ്പെടുന്നു. മറ്റൊരുതരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ അഭികാരകത്തിന്റെ ഘടന ഉൽപ്പന്നത്തിന്റെ ഘടനയായി പരിവർത്തനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഈ പരിവർത്തന പാത സംക്രമണാവസ്ഥയിലുള്ള ഘടനയിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നു. സുസ്ഥിരഘടനയുള്ള അഭികാരകത്തിനും ഉൽപ്പന്നത്തിനും ഇടയിലായി ഇത്തരം ധാരാളം 'വ്യതിചലിത ഘടനാ അവസ്ഥകൾ' (Altered structural states) കാണപ്പെടുന്നു.



ചിത്രം 9.6 ഉത്തേജക ഊർജം എന്ന ആശയം

അഭികാരകത്തിനും ഉൽപ്പന്നത്തിനും ഇടയിലുള്ള ഘടനാവസ്ഥകളെല്ലാം തന്നെ അസ്ഥിരമാണ് എന്നതാണ് ഈ പ്രസ്താവന കൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. സ്ഥിരത എന്നത് തൻമാത്രയുടെ അല്ലെങ്കിൽ ഘടനയുടെ ഊർജനിലയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഒന്നാണ്. ഇതൊരു ഗ്രാഫിക് ചിത്രീകരണത്തിലൂടെ നിരീക്ഷിക്കുകയാണെങ്കിൽ അത് ചിത്രം 9.6 ലേതു പോലെയായിരിക്കും.

Y - അക്ഷം സ്ഥിതികോർജത്തെ (Potential energy) പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നു. X - അക്ഷം ഘടനാപരിവർത്തനത്തെയോ 'സംക്രമണാവസ്ഥയിലൂടെ' കടന്നുപോകുന്ന മറ്റ് അവസ്ഥകളെയോ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഇവിടെ രണ്ട് കാര്യങ്ങൾ നിങ്ങളുടെ ശ്രദ്ധയിൽപ്പെടും. S നും P യ്ക്കും ഇടയിലുള്ള ഊർജനിലയിലെ വ്യത്യാസം. 'P' യുടെ ഊർജനില 'S' ന്റെ ഊർജനിലയെക്കാൾ കുറഞ്ഞിരിക്കുകയാണെങ്കിൽ അതൊരു താപമോചക (Exothermic) രാസപ്രവർത്തനമായിരിക്കും. ഇവിടെ ഉൽപ്പന്നം ഉണ്ടാകുന്നതിന് ഊർജം നൽകേണ്ടതില്ല (താപം നൽകേണ്ടതില്ല). എന്നിരുന്നാലും താപമോചക അല്ലെങ്കിൽ സ്വയംപ്രവർത്തിത (Spontaneous) അല്ലെങ്കിൽ താപാഗിരണ (Endothermic) അഥവാ ഊർജം ആവശ്യമുള്ള പ്രവർത്തനത്തിലായാലും 'S' ന് ഉയർന്ന ഊർജാവസ്ഥയിൽ അല്ലെങ്കിൽ സംക്രമണാവസ്ഥയിലൂടെ കടന്നു പോകേണ്ടതായി വരും. സംക്രമണാവസ്ഥയിൽ നിന്ന് 'S' ന്റെ ശരാശരി ഊർജത്തിന്റെ അളവിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ 'ഉത്തേജക ഊർജം' (Activation energy) എന്നു പറയുന്നു.

രാസാഗ്നികൾ ഈ ഉത്തേജക ഊർജത്തിന്റെ പരിധി കുറച്ചു കൊണ്ട് 'S' ൽ നിന്ന് 'P' യിലേക്കുള്ള പരിവർത്തനം എളുപ്പമാക്കുന്നു.

9.12.3 രാസാഗ്നികളുടെ പ്രവർത്തനസ്വഭാവം

ഓരോ രാസാഗ്നി (E) തൻമാത്രയിലും അഭികാരകം (S) വന്നു ചേരുന്ന ഒരു സ്ഥാനമുണ്ട്. അങ്ങനെ ഉയർന്ന പ്രവർത്തനശേഷിയുള്ള രാസാഗ്നി – അഭികാരക സംയുക്തം (ES) രൂപപ്പെടുന്നു. ഈ സംയുക്തം ക്ഷണനേരം കൊണ്ട് ഉൽപ്പന്നങ്ങളായി (P) വിഘടിച്ച് മാറ്റത്തിന് വിധേയമാകാത്ത രാസാഗ്നികളുമായി ചേർന്ന് രാസാഗ്നി-ഉൽപ്പന്ന സംയുക്തം (EP) ഉണ്ടാകുന്നു.

രാസപ്രവർത്തനവേഗത ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നതിന് ES സംയുക്തത്തിന്റെ രൂപീകരണം അനിവാര്യമാണ്.

$$E + S \rightleftharpoons ES \longrightarrow EP \longrightarrow E + P$$

രാസാഗ്നികളുടെ രാസത്വരകചാക്രീയ (Catalytic cycle) പ്രവർത്തനങ്ങളെ താഴെപ്പറയുന്ന ഘട്ടങ്ങളിലൂടെ വിശദീകരിക്കാം.

1. ആദ്യം അഭികാരകം രാസാഗ്നിയുടെ സക്രിയ സ്ഥാനത്ത് പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നു.
2. അഭികാരകം പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നതോടെ, രാസാഗ്നിയുടെ രൂപം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. അത് അഭികാരകത്തെ ദൃഢമായി ഉറപ്പിച്ചു നിർത്തുന്നു.
3. അഭികാരകവുമായിച്ചേർന്നിരിക്കുന്ന രാസാഗ്നിയുടെ സക്രിയ സ്ഥാനം അഭികാരകത്തിലെ രാസബന്ധനങ്ങളെ വിഘടിപ്പിക്കുകയും പുതിയ രാസാഗ്നി – ഉൽപ്പന്ന സംയുക്തമുണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു.
4. രാസാഗ്നി ഉൽപ്പന്നത്തെ സ്വതന്ത്രമാക്കുകയും സ്വതന്ത്രമായ രാസാഗ്നി അടുത്ത അഭികാരകതൻമാത്രയുമായിച്ചേരാൻ തയാറാവുകയും വീണ്ടും രാസത്വരകചക്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോവുകയും ചെയ്യുന്നു.

9.12.4 രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ

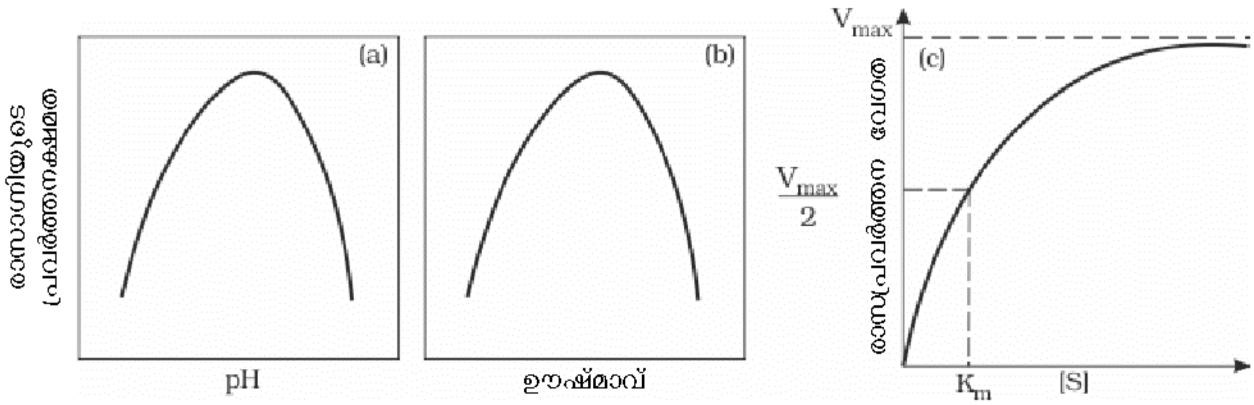
മാംസ്യത്തിന്റെ തൃതീയ ഘടനയിൽ വ്യത്യാസം വരുത്താൻ കഴിവുള്ള സാഹചര്യങ്ങളിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. ഇവ പ്രധാനമായും ഊഷ്മാവ്, pH, അഭികാരകങ്ങളുടെ ഗാഢതാ വ്യത്യാസം അഥവാ അവയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന നിർദിഷ്ട രാസപദാർഥങ്ങളുടെ ബന്ധനം എന്നിവയാണ്.

ഊഷ്മാവ്, pH

പൊതുവെ, രാസാഗ്നികൾ കാര്യക്ഷമമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത് ഊഷ്മാവ്, pH എന്നിവയുടെ നേർത്ത പരിധിക്കുള്ളിലാണ് (ചിത്രം (9.7). ഓരോ രാസാഗ്നിയും അതിന്റെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന നിരക്കിലുള്ള പ്രവർത്തനം കാഴ്ചവയ്ക്കുന്നത് അതിന്റെ നിശ്ചിത അനുകൂല ഊഷ്മാവിലും (Optimum temperature) അനുകൂല pH (Optimum pH) ലുമാണ്. ഈ നിശ്ചിത അളവിലുണ്ടാകുന്ന വർധനവും കുറവും അവയുടെ പ്രവർത്തനക്ഷമത കുറയ്ക്കും. എന്നാൽ താഴ്ന്ന ഊഷ്മാവിൽ രാസാഗ്നി ഒരു നിഷ്ക്രിയാവസ്ഥയിൽ താൽക്കാലികമായി സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ മാംസ്യങ്ങൾ ശിഥിലീകരിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനം നിലയ്ക്കുന്നു.

അഭികാരകങ്ങളുടെ ഗാഢത

അഭികാരകങ്ങളുടെ ഗാഢത വർധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് തുടക്കത്തിൽ രാസപ്രവർത്തനവേഗത വർധിക്കുന്നു. രാസപ്രവർത്തനവേഗത പരമാവധി (V_{max}) വർധിച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ പിന്നീടങ്ങോട്ട് അഭികാരകങ്ങളുടെ ഗാഢതയിലുണ്ടാകുന്ന വർധനവ് വേഗതയെ സ്വാധീനിക്കുന്നില്ല. രാസാഗ്നി തൻമാത്രകളുടെ എണ്ണം അഭികാരകങ്ങളുടെ എണ്ണത്തെക്കാൾ കുറയുന്നതാണ് ഇതിനു കാരണം. അധികമുള്ള അഭികാരകതൻമാത്രകളുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ സ്വതന്ത്ര രാസാഗ്നികൾ ലഭ്യമാകുന്നില്ല (ചിത്രം 9.7).



ചിത്രം 9.7 രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനക്ഷമതയിൽ : (a) pH (b) ഊഷ്മാവ് (c) അഭികാര കത്തിന്റെ ഗാഢത എന്നിവയിലെ മാറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന ഫലങ്ങൾ.

രാസാഗ്നിയുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന പ്രത്യേക രാസവസ്തുക്കളുടെ സാന്നിധ്യം അവയുടെ പ്രവർത്തനത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. രാസവസ്തുക്കളുടെ സാന്നിധ്യത്താൽ രാസാഗ്നികളുടെ പ്രവർത്തനം നിലയ്ക്കുന്ന പ്രക്രിയയെ **രോധനം (Inhibition)** എന്നും അത്തരം വസ്തുക്കളെ **രോധകങ്ങൾ (Inhibitors)** എന്നും പറയുന്നു.

രോധകങ്ങൾ ചിലപ്പോൾ അഭികാരകങ്ങളുമായി തൻമാത്രാഘടനയിൽ അടുത്ത സാദൃശ്യം പുലർത്തുകയും രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനം തടയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവയെ **മത്സരരോധകം** (Competitive inhibitor) എന്നു പറയുന്നു. അഭികാരകങ്ങളുമായുള്ള ഘടനാസാദൃശ്യത്താൽ, രാസാഗ്നിയുടെ സക്രിയ സ്ഥാനം കൈയടക്കുന്നതിനായി രോധകങ്ങൾ അഭികാരകങ്ങളുമായി മത്സരിക്കുന്നു. തൽഫലമായി അഭികാരകങ്ങൾക്ക് സക്രിയസ്ഥാനത്ത് ബന്ധപ്പെടാൻ കഴിയാതെ വരികയും രാസപ്രവർത്തനനിരക്ക് കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉദാ. സക്സിനേറ്റ് എന്ന അഭികാരകവുമായി ഘടനാസാദൃശ്യം പുലർത്തുന്ന മാലോണേറ്റ്, സക്സിനിക് ഡീഹൈഡ്രോജനേസ് എന്ന രാസാഗ്നിയുടെ പ്രവർത്തനത്തെ തടയുന്നു. ഇത്തരം മത്സരരോധകങ്ങൾ രോഗകാരികളായ ബാക്ടീരിയകളെ നിയന്ത്രിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

9.12.5 രാസാഗ്നികളുടെ നാമകരണവും വർഗീകരണവും

ആയിരക്കണക്കിന് രാസാഗ്നികളെ കണ്ടെത്തുകയും വേർതിരിച്ചെടുക്കുകയും അവയെക്കുറിച്ച് പഠനങ്ങൾ നടത്തുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. ഇവ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ സ്വഭാവമനുസരിച്ച് രാസാഗ്നികളെ വിവിധ ഗ്രൂപ്പുകളായി തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു. രാസാഗ്നികളെ 6 ക്ലാസുകളായും ഓരോ ക്ലാസിനെയും 4 മുതൽ 13 വരെ ഉപക്ലാസുകളായും തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു നാലക്ക സംഖ്യകൊണ്ട് ഇവയ്ക്ക് പേരും നൽകിയിരിക്കുന്നു.

ഓക്സിഡോറിഡക്റ്റേസുകൾ/ ഡീഹൈഡ്രോജനേസുകൾ - രണ്ട് അഭികാരകങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ഓക്സീകരണ-നിരോക്സീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന രാസാഗ്നികൾ. ഉദാഹരണം:

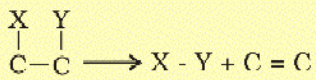
S നിരോക്സീകരിക്കപ്പെട്ടത് + S' ഓക്സീകരിക്കപ്പെട്ടത് ⟶ S ഓക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു + S' നിരോക്സീകരിക്കപ്പെടുന്നു

ട്രാൻസ്ഫറേസുകൾ: ഒരു ജോഡി അഭികാരകങ്ങൾ തമ്മിൽ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ അവയ്ക്കിടയിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഒഴികെയുള്ള ഒരു ഗ്രൂപ്പിന്റെ സ്ഥാനമാറ്റത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നു. ഉദാഹരണം:

S - G + S' ⟶ S + S' - G

ഹൈഡ്രോലേസുകൾ: എസ്റ്റർ, ഈഥർ, പെപ്റ്റൈഡ്, ഗ്ലൈക്കോസിഡിക, C-C, C-ഹാലൈഡ് അല്ലെങ്കിൽ P-N ബന്ധങ്ങളുടെ ജലവിശ്ലേഷണത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന രാസാഗ്നികൾ.

ലയേസുകൾ: ജലവിശ്ലേഷണം ഒഴികെയുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ ദ്വിബന്ധനങ്ങളെ അവശേഷിപ്പിച്ച് അഭികാരകങ്ങളിൽനിന്ന് ഗ്രൂപ്പുകളെ നീക്കം ചെയ്യാൻ സഹായിക്കുന്ന രാസാഗ്നികൾ.



ഐസോമറേസുകൾ: വിവിധതരം ഐസോമറുകളുടെ പരസ്പര പരിവർത്തനത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന എല്ലാ രാസാഗ്നികളും ഈ വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു.

ലിഗേസുകൾ: രണ്ട് സംയുക്തങ്ങളുടെ പരസ്പര ബന്ധം ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന രാസാഗ്നികൾ, ഉദാ. C-O, C-S, C-N, P-O ബന്ധനങ്ങൾ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന രാസാഗ്നികൾ.

9.12.6 സഹഘടകങ്ങൾ (Co- factors)

രാസാഗ്നികൾ ഒന്നോ അതിലധികമോ പോളിപെപ്റ്റൈഡ് ശൃംഘലകളാൽ നിർമിതമാണ്. എന്നിരുന്നാലും രാസാഗ്നികളെ സക്രിയമാക്കുന്ന സഹഘടകങ്ങൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന മാംസ്യേതര ഘടകങ്ങൾ പല രാസാഗ്നികളിലും ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്നു. ഈ സന്ദർഭത്തിൽ രാസാഗ്നികളിലെ മാംസ്യഘടകങ്ങളെ അപോഎൻസൈം (Apoenzyme) എന്നു പറയുന്നു. സഹഘടകങ്ങൾ മൂന്ന് തരത്തിലുണ്ട്- പ്രോസ്തെറ്റിക് ഗ്രൂപ്പുകൾ, സഹ-രാസാഗ്നികൾ (Co-enzymes), ലോഹ അയോണുകൾ.

പ്രോസ്തെറ്റിക് ഗ്രൂപ്പുകൾ കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളാണ്. മറ്റു സഹഘടകങ്ങളിൽ നിന്ന് വിഭിന്നമായി ഇവ അപോഎൻസൈമുമായി ദൃഢമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഉദാ., ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡിനെ ജലവും ഓക്സിജനുമായി വിഘടിപ്പിക്കുന്ന പെറോക്സിഡേസ്, കാറ്റലേസ് എന്നീ രാസാഗ്നികളിൽ ഹീം (Haem) പ്രോസ്തറ്റിക് ഗ്രൂപ്പായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഇത് രാസാഗ്നിയുടെ സക്രിയ സ്ഥാനത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗമായി വർത്തിക്കുന്നു.

സഹരാസാഗ്നികളും കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളാണ്, പക്ഷെ അവ അപോ എൻസൈമുമായി താൽക്കാലികമായ ബന്ധനത്തിൽ ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഈ ബന്ധനം മിക്കവാറും രാസത്വരണ പ്രക്രിയയ്ക്കിടയിലാണ് സംഭവിക്കുന്നത്. രാസാഗ്നികൾ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന പല രാസപ്രവർത്തനങ്ങളിലും സഹ-രാസാ ഗ്നികൾ സഹഘടകങ്ങളായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. പല സഹ-രാസാഗ്നികളിലെയും അവശ്യഘടകങ്ങളായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത് വിറ്റാമിനുകളാണ്. ഉദാ., നിക്കോട്ടിനാമൈഡ് അഡിനിൻ ഡൈന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡ് (NAD) , NADP എന്നീ സഹ-രാസാഗ്നികളിൽ നിയാസിൻ എന്ന വൈറ്റമിൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

പല രാസാഗ്നികളുടെയും പ്രവർത്തനത്തിന് ലോഹ അയോണുകൾ ആവശ്യമാണ്. ഇവ സക്രിയസ്ഥാനങ്ങളിലെ പാർശ്വശ്രേണികളിൽ സഹസംയോജക ബന്ധനങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തുന്നു. അതേസമയം ഇവ അഭികാരകവുമായി ഒന്നോ അതിലധികമോ സഹസംയോജക ബന്ധനങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. ഉദാ. മാംസ്യവിശ്ലേഷണ രാസാഗ്നിയായ കാർബോക്സിപെപ്റ്റിഡേസിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന സഹഘടകം സിങ്ക് ആണ്.

സഹഘടകത്തെ നീക്കം ചെയ്താൽ രാസാഗ്നികളുടെ രാസത്വരണശേഷി നഷ്ടപ്പെടുന്നു. ഇത് രാസാഗ്നിയുടെ ഉൽപ്രേരകശേഷിയിൽ സഹഘടകങ്ങൾ വഹിക്കുന്ന പങ്ക് നിർണായകമാണെന്ന് തെളിയിക്കുന്നു.

സംഗ്രഹം

ജീവികൾക്കിടയിൽ എടുത്തു പറയത്തക്ക വൈജാത്യങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും അവയിലെ രാസഘടകങ്ങളിലും ഉപാപചയ പ്രവർത്തനങ്ങളിലും വളരെയേറെ സാദൃശ്യങ്ങളുണ്ട്. ജീവികളിലെയും അജീവീയ ഘടകങ്ങളിലെയും മൂലകങ്ങളുടെ നിർമിതിയിലും സമാനതകളുണ്ട്. എന്നിരുന്നാലും ജീവീയ വ്യവസ്ഥയിൽ കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിവയുടെ അളവ് അജീവീയ ഘടകങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കൂടുതലാണെന്ന് സൂക്ഷ്മമായ പരിശോധനകളിലൂടെ തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ജീവികളിൽ ഏറ്റവും കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്ന രാസസംയുക്തം ജലമാണ്. തൻമാത്രാഭാരം കുറഞ്ഞ (<1000 Da) ആയിരക്കണക്കിന് ജൈവതൻമാത്രകളുണ്ട്. അമിനോ ആസിഡുകൾ, മോണോസാക്കറൈഡ്, ദ്വിസാക്കറൈഡ് പഞ്ചസാരകൾ, ഫാറ്റി ആസിഡുകൾ, ഗ്ലിസറോൾ, ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകൾ, ന്യൂക്ലിയോസൈഡുകൾ, നൈട്രജൻ ബേസുകൾ തുടങ്ങിയവ ജീവികളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ചില കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളാണ്. 20 തരത്തിലുള്ള അമിനോ ആസിഡുകളും 5 തരം ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളും കാണപ്പെടുന്നു. എണ്ണകളും കൊഴുപ്പുകളും ഗ്ലിസറൈഡുകളാണ്. ഇതിൽ ഫാറ്റി ആസിഡുകൾ ഗ്ലിസറോളുകളുമായി എസ്റ്ററീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഫോസ്ഫോലിപിഡുകളിൽ ഫോസ്ഫോറ്റൈലേറ്റഡ് നൈട്രോജനിക സംയുക്തം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.

മാംസ്യങ്ങൾ, ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ, പോളിസാക്കറൈഡുകൾ എന്നിങ്ങനെ 3 തരം സ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ മാത്രമാണ് ജൈവവ്യവസ്ഥകളിൽ കാണപ്പെടുന്നത്. ലിപ്പിഡുകൾ, സ്തരങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് കാണുന്നതിനാൽ സ്ഥൂലതൻമാത്രാഭാഗത്ത് വേറിട്ട് നിൽക്കുന്നു. ജൈവസ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ പോളിമറുകളാണ്. ഇവ വ്യത്യസ്ത നിർമാണഘടകങ്ങളാൽ നിർമിതമാണ്. മാംസ്യങ്ങൾ അമിനോ ആസിഡുകളാൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന ഭിന്നപോളിമറുകളാണ്. ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ (RNA യും DNA യും) ന്യൂക്ലിയോറ്റൈഡുകളാൽ നിർമിതമായിരിക്കുന്നു. ജൈവസ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ ഘടനയിൽ പ്രഥമ, ദ്വിതീയ, തൃതീയ, ചതുർമാന എന്നിങ്ങനെ ഒരു വികാസക്രമം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ ജനിതകവസ്തുവായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. സസ്യങ്ങളിലെയും ഫംഗസുകളിലെയും കോശഭിത്തി, ആർത്രോപ്രോഡുകളുടെ പുറന്തോട് എന്നിവ പോളിസാക്കറൈഡുകളാൽ നിർമിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കൂടാതെ ഇവ ഊർജത്തിന്റെ സംഭൃതരൂപമാണ് (ഉദാ., അന്നജം, ഗ്ലൈക്കോജൻ). മാംസ്യങ്ങൾ വിവിധ കോശധർമങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നു. പല മാംസ്യങ്ങളും രാസാഗ്നികളാണ്. ചിലവ ആന്റിബോഡികൾ, ഗ്രാഹികൾ, ഹോർമോണുകൾ, ഘടനാ മാംസ്യങ്ങൾ എന്നീ രൂപത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. ജന്തുലോകത്ത് ഏറ്റവും കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്ന മാംസ്യം കൊളാജനും ജീവമണ്ഡലത്തിൽ ഏറ്റവും കൂടുതലുള്ള മാംസ്യം റിബുലോസ് ബിസ്ഫോസ്ഫേറ്റ് കാർബോക്സിലേസ് - ഓക്സിജനേസും (RuBisCO) ആണ്.

കോശത്തിനകത്തെ ജൈവരാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്ന മാംസ്യങ്ങളാണ് രാസാഗ്നികൾ. ഉൽപ്രേരകശേഷിയുള്ള ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകളാണ് റൈബോസൈമുകൾ. മാംസ്യനിർമിതമായ രാസാഗ്നികൾ പ്രത്യേക അധികാരകങ്ങളിൽ മാത്രം പ്രവർത്തിക്കുന്നവയാണ്. കൂടാതെ അവ നിശ്ചിത ഊഷ്മാവിലും നിശ്ചിത pH ലും നന്നായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ഉന്നത ഊഷ്മാവുകളിൽ ഇവ നിഷ്ക്രിയമായിത്തീരുന്നു. രാസാഗ്നികൾ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഉത്തേജക ഊർജനില കുറയ്ക്കുകയും രാസപ്രവർത്തനവേഗത ഗണ്യമായി വർധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ന്യൂക്ലിക് ആസിഡുകൾ ജനിതകവിവരങ്ങൾ വഹിക്കുന്നു. ഇവ ഒരു തലമുറയിൽ നിന്ന് അടുത്ത തലമുറയിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

പരിശീലന പ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. സ്ഥൂലതൻമാത്രകൾ എന്നാലെന്ത്? ഉദാഹരണമെഴുതുക?
2. ഒരു ഗ്ലൈക്കോസിഡിക ബന്ധനം, പെപ്റ്റൈഡ് ബന്ധനം, ഫോസ്ഫോ-ഡൈഎസ്റ്റർ ബന്ധനം എന്നിവ ചിത്രീകരിക്കുക.
3. മാംസ്യത്തിന്റെ തൃതീയ ഘടന എന്നതുകൊണ്ട് എന്താണ് അർഥമാക്കുന്നത്?
4. തൻമാത്രാഭാരം കുറഞ്ഞ 10 ജൈവതൻമാത്രകൾ കണ്ടെത്തി അവയുടെ ഘടന എഴുതുക? ഇത്തരം സംയുക്തങ്ങൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന വ്യവസായസ്ഥാപനങ്ങൾ കണ്ടെത്തുക? ഇവയുടെ ഉപഭോക്താക്കൾ ആരാണെന്ന് കണ്ടെത്തുക.
5. മാംസ്യങ്ങൾക്കൊരു പ്രാഥമിക ഘടനയുണ്ട്. ഒരു മാംസ്യത്തിന്റെ രണ്ട് അഗ്രങ്ങളിലും ഏത് അമിനോ ആസിഡാണെന്ന് കണ്ടെത്താൻ ഒരു മാർഗം നിങ്ങൾക്ക് നിർദ്ദേശിക്കുകയാണെങ്കിൽ ആദ്യം സൂചിപ്പിച്ച പ്രസ്താവന മാംസ്യത്തിന്റെ ശുദ്ധതയുമായി എങ്ങനെ ബന്ധിപ്പിക്കും?
6. ചികിത്സാവശ്യത്തിനായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന മാംസ്യങ്ങളുടെ ഒരു പട്ടിക തയാറാക്കുക? മാംസ്യങ്ങളുടെ മറ്റു പ്രയോജനങ്ങൾ കണ്ടെത്തുക (ഉദാ. സൗന്ദര്യസംവർധക വസ്തുക്കളായും മറ്റും)
7. ട്രൈഗ്ലിസറൈഡിന്റെ ഘടന വിശദീകരിക്കുക
8. മാംസ്യങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ധാരണയിൽ നിന്ന് പാല് തൈരോ മോരോ ആയി മാറുമ്പോൾ എന്തു സംഭവിക്കുമെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് വിശദീകരിക്കാനാവുമോ?
9. വിപണിയിൽ ലഭ്യമായിട്ടുള്ള ആറ്റംമാതൃകകളുപയോഗിച്ച് ജൈവതൻമാത്രകളുടെ മാതൃകകളു ണ്ടാക്കാൻ കഴിയുമോ?
10. ഒരു അമിനോ ആസിഡും വീര്യം കുറഞ്ഞ ആൽക്കലിയും തമ്മിൽ ടൈട്രേഷൻ നടത്തിയ ശേഷം അമിനോ ആസിഡിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഫംഗ്ഷണൽ ഗ്രൂപ്പുകളുടെ എണ്ണം കണ്ടുപിടിക്കുക?
11. അലാനിൻ എന്ന അമിനോ ആസിഡിന്റെ ഘടന വരയ്ക്കുക?
12. പശ നിർമിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് ഏത് പദാർഥം കൊണ്ടാണ്? ഫെവിക്കോൾ വ്യത്യസ്തമാണോ?
13. മാംസ്യങ്ങൾ, കൊഴുപ്പുകൾ, എണ്ണകൾ, അമിനോ ആസിഡുകൾ എന്നിവ കണ്ടെത്താനുള്ള ഗുണാത്മക പരിശോധനകൾ കണ്ടുപിടിക്കുക. പഴച്ചാർ, ഉമിനീർ, വിയർപ്പ് ,മൂത്രം എന്നിവയിൽ ഇവ കണ്ടെത്താനുള്ള പരിശോധനകൾ നടത്തുക.
14. ഈ ഭൂമുഖത്തെ ആകെ സസ്യങ്ങളിലെ സെല്ലുലോസിന്റെ അളവ് എത്രയായിരിക്കുമെന്ന് ഊഹിച്ചുനോക്കൂ. മനുഷ്യർ കടലാസു നിർമിക്കുന്നതിനായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന സെല്ലുലോസിന്റെ അളവുമായി ഇത് താരതമ്യപ്പെടുത്തി നോക്കൂ. മനുഷ്യൻ ഒരു വർഷം ഉപയോഗിക്കുന്ന സസ്യങ്ങൾ എത്ര? സസ്യസമ്പത്ത് എങ്ങനെയൊക്കെ നഷ്ടപ്പെടുന്നുവെന്ന് മനസ്സിലാക്കൂ.
15. രാസാഗ്നികളുടെ പ്രധാന സവിശേഷതകൾ വിശദീകരിക്കുക.