02

உயிரின் இரசாயன மற்றும் கல அடிப்படை

உயிர்ப்பதார்த்தத்தின் மூலகச் சேர்க்கை

புவியோட்டில் அண்ணளவாக 92 மூலகங்கள் இயற்கையாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் ஏறத்தாழ 20 - 25 % மூலகங்கள் அங்கிகள் ஆரோக்கியமான வாழ்வைத் தொடரவும் அவற்றின் இனப்பெருக்கத்திற்கும் அத்தியாவசியமானவை. (ஏறத்தாழ 25 மூலகங்கள் மனிதனுக்கும் ஏறத்தாழ 17 மூலகங்கள் தாவரங்களுக்கும் அத்தியாவசியமானவை.)

ஒட்சிசன் (O), காபன் (C), ஐதரசன் (H), நைதரசன் (N) என்பன உயிர்ப்பதார்த்தங்களின் திணிவில் 96 % ஐ ஆக்குகின்றன. அங்கியின் திணிவின் எஞ்சிய 4 % இன் பெரும்பகுதியும் கல்சியம் (Ca), பொஸ்பரஸ் (P), பொற்றாசியம் (K), கந்தகம் (S) என்பவற்றால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன.

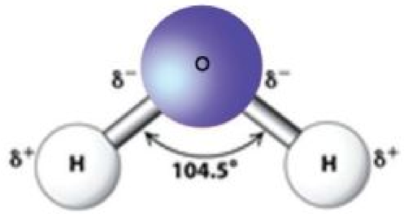
மனிதனில் C, H, O, N என்பன உடற்திணிவின் 96.3 % ஐயும் Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg, சுவட்டு மூலகங்கள் (உ+ம் : போரன் (B), கோபால்ற் (Co), செம்பு (Cu), குரோமியம் (Cr), புளோரின் (F), அயடின் (I), இரும்பு (Fe), மொலிப்தினம் (Mo), மங்கனீசு (Mn), செலேனியம் (Se), சிலிக்கன் (Si), வெள்ளீயம் (Sn), வனேடியம் (V), நாகம் (Zn)) என்பன எஞ்சிய 3.7 % ஐயும் கொண்டிருக்கின்றன.

உயிருக்கு முக்கியத்துவமான நீரினது பௌதிக, இரசாயனப் பண்புகள்

நீர் ஒரு இன்றியமையாத அசேதன மூலக்கூறு ஒன்றாகும்; உயிரானது நீரின்றி இக்கோளில் நிலவியிருக்க முடியாது. பின்வரும் காரணங்களினால் நீர் முக்கியமாகின்றது,

1. உயிர்க்கலத்தின் இன்றியமையாத இரசாயனக் கூறு
2. அனைத்து அங்கிகளுக்கும் ஒரு உயிரியலிற்குரிய ஊடகத்தை வழங்குதல்

மேற்கூறப்பட்ட பண்புகளில் பெரும்பாலானவை நீர் மூலக்கூறின் இரசாயனக் கட்டமைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. நீர் மூலக்கூறின் பௌதிக மற்றும் இரசாயனப் பண்புகள் அதற்கு ஆற்றல் நிறைந்த நிலையை வழங்குகின்றன. நீர் மூலக்கூறானது ஒரு சிறிய, முனைவிற்குரிய, கோண மூலக்கூறு ஆகும்.

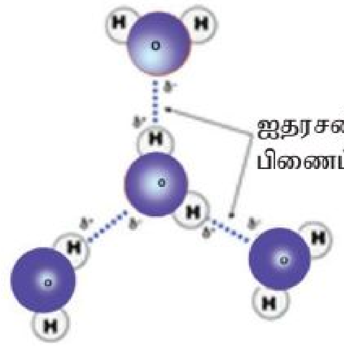


δ + பகுதியான நேரேற்றம்

δ - பகுதியான மறையேற்றம்

உரு 2.1 நீர் மூலக்கூறின் இரசாயனக் கட்டமைப்பு

ஒரு மூலக்கூறினுள் காணப்படும் ஏற்றங்களின் சமமற்ற பரம்பல் முனைவுத் தன்மை எனப்படும். நீர் மூலக்கூறில் ஒட்சிசன் அணுவானது சிறிதளவாக மறை ஏற்றத்தையும் ஐதரசன் அணுவானது சிறிதளவாக நேர் ஏற்றத்தையும் கொண்டிருக்கும். ஒரு நீர் மூலக்கூறின் சிறிதளவான முனைவுத் தன்மை கொண்ட ஐதரசன் அணுவுக்கும் அயலிலுள்ள நீர் மூலக்கூறின் சிறிதளவான முனைவுத் தன்மை கொண்ட ஒட்சிசன் அணுவுக்கும் இடையிலுள்ள நலிந்த கவர்ச்சி விசை ஐதரசன் பிணைப்பு எனப்படும். நீரின் அனைத்துப் பண்புகளையும் பேணுவதில் இந்த ஐதரசன் பிணைப்புகள் பிரதான பங்காற்றுகின்றன.



உரு 2.2 நீரில் ஐதரசன் பிணைப்பாக்கம்

வெவ்வேறு நீர் மூலக்கூறுகளிடையே ஏற்படும் கவர்ச்சி காரணமாக நீரின் பண்புகள் தோன்றுகின்றன. நீர் திரவ நிலையில் உள்ள போது அதன் ஐதரசன் பிணைப்புகள் எளிதில் உடையக் கூடியவையாக இருக்கும். ஐதரசன் பிணைப்புகள் உருவாகுவதும், உடைந்து மீள உருவாகுவதும் உயர் மீடிறனுடன் நடைபெறும்.

புவியில் உயிரைப் பேணுவதற்காக நீர் கொண்டுள்ள நான்கு பிரதான பண்புகளாவன,

1. பிணைவுக்குரிய நடத்தை
2. வெப்பநிலையை மிதமாக்குவதற்கான ஆற்றல்
3. உறையும் போது விரிவடைதல்
4. ஒரு பல்பதார்த்தக் கரைப்பானாகச் செயற்படல்

தொழில்கள் தொடர்பாக நீரின் பண்புகள்

1. பிணைவுக்குரிய நடத்தை

ஐதரசன் பிணைப்பினால் நீர் மூலக்கூறுகளிடையே ஏற்படும் கவர்ச்சி பிணைவு எனப்படும். நீர் மூலக்கூறுகளுக்கும் ஏனைய பதார்த்தங்களுக்கும் இடையிலான கவர்ச்சி ஒட்டற்பண்பு எனப்படும். மேலே குறிப்பிடப்பட்ட நீரின் இரு பண்புகளும் கொண்டுசெல்லல் ஊடகமாக நீரைச் செயற்படச் செய்கின்றன.

நீர் மூலக்கூறுகளிடையே காணப்படும் பிணைவு காரணமாக நீரும் போசணைப்பொருள்கள், கனியுப்புகள் போன்ற கரைந்துள்ள பதார்த்தங்களும் புவியீர்ப்புக்கு எதிராகக் கலனிழையங்களினூடாகக் (காழ் மற்றும் உரியம்) கொண்டுசெல்லப்படுகின்றன.

நீர் மூலக்கூறுகளுக்கும் கலச்சுவருக்கும் இடையிலான ஒட்டற்பண்பும் கூட நீரையும் அதில் கரைந்துள்ள பதார்த்தங்களையும் கடத்துவதில் உதவுகின்றன.

நீருக்கு உயர்வான மேற்பரப்பிழுவிசை ஒன்று உண்டு. நீர்மூலக்கூறுகளிடையே காணப்படும் பிணைவு காரணமாக நீர் மூலக்கூறுகளுக்கு இந்த ஆற்றல் கிடைக்கப்பெற்றுள்ளது. எனவே நீர்த்தொகுதி ஒன்றில் மேற்பரப்பிலுள்ள நீர் மூலக்கூறுகள், அதன் கீழே காணப்படும் நீர்மூலக்கூறுகளால் கவரப்பட, மேற்பரப்பில் நீர்ப்படலமொன்று தோற்றுவிக்கப்படும். இதனால் ஒரு குளத்தின் மேற்பரப்பில் நீர்ச்சறுக்கி போன்ற சிறிய பூச்சிகளால் நடக்கக் கூடியதாக இருக்கும்.

2. வெப்பநிலையை மிதமாக்குவதற்கான ஆற்றல்

நீரானது அதன் வெப்பநிலையில் சிறிதளவு மாற்றத்தினை ஏற்படுத்திச் சார்பளவில் உயர்வான வெப்பசக்தியை உறிஞ்சக்கூடியது அல்லது வெளிவிடக்கூடியது.

புவியில் வெப்பநிலை ஏற்றத்தாழ்வுகள் ஏற்படும்போது நீரின் உயர் தன்வெப்பம் காரணமாக, உயிர்த்தொகுதிகள் மற்றும் நீர்நிலைகளில் நீரானது வெப்பத் தாங்கியாகத் தொழிற்படும்.

நீரின் உயர் ஆவியாதல் வெப்பம் காரணமாக, ஒரு அங்கியானது குறைந்தளவு நீரிழப்புடன் அதிகளவு வெப்பசக்தியை வெளிவிட முடியும். இதனால் ஒரு அங்கியின் உடல் மேற்பரப்பானது, குளிர்ச்சியாகப் பேணப்படும்.

உ+ம்: மிகைச் சூடேற்றத்திலிருந்து தடுத்தல்.

உடல் வெப்பநிலையை மாறா மட்டத்தில் பேணுவதில் மனிதத் தோலில் இருந்து வியர்வை ஆவியாதல் உதவுகின்றது.

தாவரங்களின் ஆவியுயிர்ப்பானது தாவர உடல் மேற்பரப்பை ஒரு குளிர்ச்சியான மேற்பரப்பாக வைத்திருப்பதுடன் சூரிய ஒளியினால் அதிகமாகச் சூடாவதிலிருந்து தடுக்கின்றது.

3. உறையும்போது விரிவடைதல்

பொதுவாக, ஏதாவது பதார்த்தங்களினது வெப்பநிலையிலேற்படும் ஒரு அதிகரிப்பானது அடர்த்தியைக் குறைக்கும். மறுபுறம், ஒரு வெப்பநிலைக் குறைவு அதன் அடர்த்தியை அதிகரிக்கச் செய்யும். நீரின் வெப்பநிலையானது 4 °C ஐ விடக் குறையும்போது அது உறையத் தொடங்கிப் பனிக்கட்டிகள் எனப்படும் பளிங்குச் சாலகத்தை உருவாக்கும். அதனால் நீருக்கு 4 °C யில் உயர்வான அடர்த்தி காணப்படும். எனவே, நீர்நிலைகளின் மேற்பரப்பில் பனிக்கட்டி மிதந்து காணப்படும். துருவப்பிரதேசங்களில் நீரின் முக்கியமான பண்பாக இது விளங்குகின்றது. இதனால் குளிர்காலங்களில் அங்குள்ள நீர்நிலைகளில் அங்கிகள் தப்பிப்பிழைக்க முடியும்.

4. பல்பதார்த்தக் கரைப்பானாகச் செயற்படல்

நீரின் முனைவுத்தன்மை காரணமாக நீருக்கு இந்த ஆற்றல் கிடைக்கப்பெற்றுள்ளது. முனைவுத் தன்மையுள்ள மூலக்கூறுகள் (உ+ம்: குளுக்கோசு), முனைவுத் தன்மையற்ற அயன்சேர்வைகள் (உ+ம்: NaCl), முனைவுத் தன்மை கொண்ட அயன்சேர்வைகள் (உ+ம்: இலைசோசைம்) என்பன நீரில் கரையக்கூடியன. ஏனெனில் நீர் மூலக்கூறுகள் ஒவ்வொரு கரையமூலக்கூறையும் சூழ்ந்து, அவற்றுடன் ஐதரசன் பிணைப்பைத் தோற்றுவிக்கும். கரைதிறனானது அவற்றின் அயன் தன்மையில் அல்ல முனைவுத் தன்மையிலேயே தங்கியுள்ளது.

அங்கிகளின் பிரதான சேதனச் சேர்வைகளின் இரசாயனத் தன்மையும் தொழில்களும்

காபோவைதரேற்றுக்கள்

புவியில் மிக அதிகளவில் காணப்படும் சேதனச் சேர்வைகளின் கூட்டம் காபோவைதரேற்றுக்களாகும். பிரதான மூலகச் சேர்க்கை C, H, O ஆகும். காபனின் ஐதரேற்றுக்கள் H : O விகிதம் நீரிலுள்ளதைப் போன்று 2 : 1 ஐக் கொண்டது. பொதுச்சூத்திரம் $C_x(H_2O)_y$ ஆகும். காபோவைதரேற்றுகளின் மூன்று பிரதான கூட்டங்களாவன, ஒருசக்கரைட்டுக்கள், இருசக்கரைட்டுக்கள், பல்சக்கரைட்டுக்கள்.

பொதுவாக காபோவைதரேற்றுகளில் வெல்லங்களும் (ஒருசக்கரைட்டுக்கள், இருசக்கரைட்டுக்கள்) பல்சக்கரைட்டுக்களும் அடங்கும்.

ஒரு சக்கரைட்டுக்கள்

பொதுவான மூலக்கூற்றுச் சூத்திரம் $(CH_2O)_n$ ஐக் கொண்ட காபோவைதரேற்றுக்களின் மிகவும் எளிய வடிவம் ஒரு சக்கரைட்டுகளாகும். இங்கு C எண்ணிக்கை 3 - 7 வரை வேறுபடும். எல்லா ஒரு சக்கரைட்டுக்களும் தாழ்த்தும் வெல்லங்கள்; நீரில் கரையும்; பளிங்கு வடிவத்தில் காணப்படும்.

காபன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையின் படி பின்வருமாறு பெயரிடப்படும்.

3 C - திரியோசு (Triose) உ+ம் : கிளிசரல்டிகைட் (பொஸ்போகிளிசரல்டிகைட் திரியோசின் ஒரு பெறுதியாகும்.)

4 C - ரெற்றோசு (Tetrose) உ+ம் : எரித்திரோசு (erythrose) (இயற்கையில் அரிதாகக் காணப்படும்.)

5 C - பென்ரோசு (Pentose) உ+ம் : றைபோசு (Ribose), டீஒட்சிறைபோசு (Deoxyribose), றிபியுலோசு (Ribulose), (RUBP ஆனது றிபியுலோசின் ஒரு பெறுதியாகும்.)

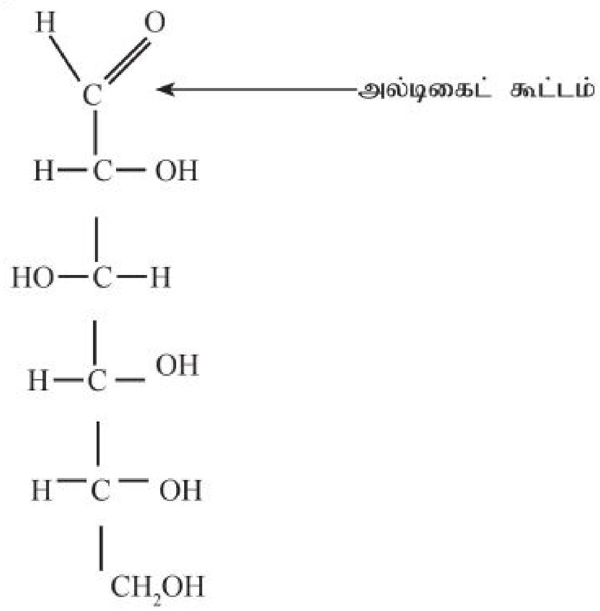
6 C - ஹெக்சோசு (Hexose) உ+ம் : குளுக்கோசு (Glucose), பிரற்றோசு (Fructose), கலற்றோசு (Galactose)

காபனைல் (கீற்றோ, அல்டோ) கூட்டத்தின் வகைக்கேற்ப ஒருசக்கரைட்டுக்கள் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தப்படும்.

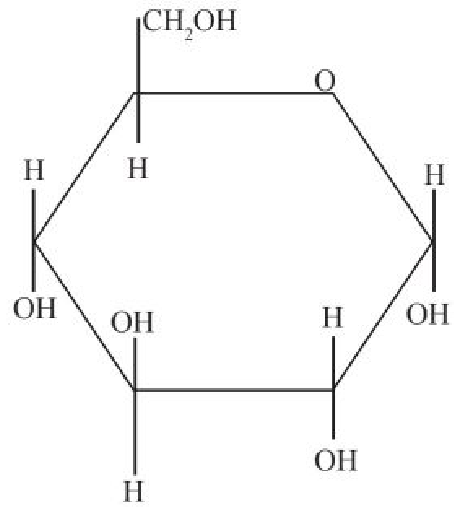
a. அல்டோசு - குளுக்கோசு, கலக்ரோசு

b. கீற்றோசு - பிரற்றோசு

அல்டோசு

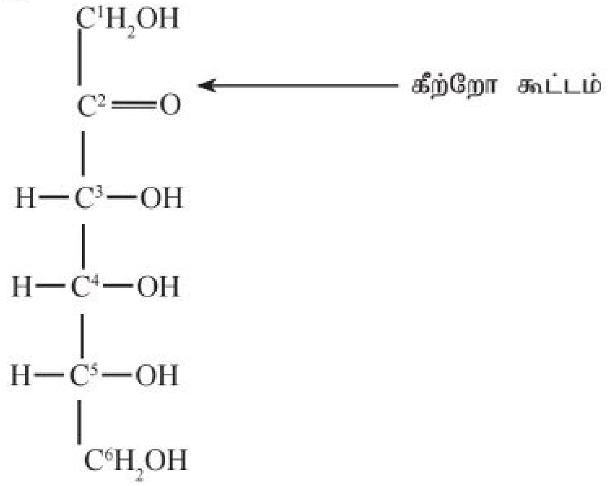


உரு 2.3 குளுக்கோசின் திண்ம வடிவம்

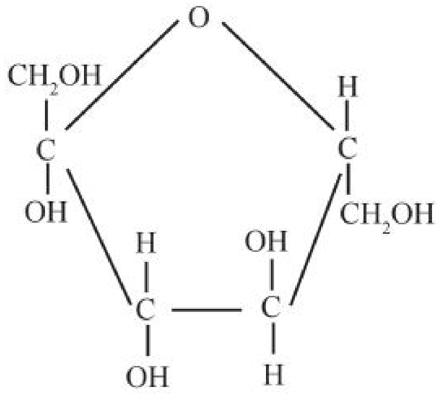


உரு 2.4 கரைசல் நிலையில் குளுக்கோசு மூலக்கூறு

கீற்றோசு



உரு 2.5 பிரற்றோசின் திண்ம வடிவம்

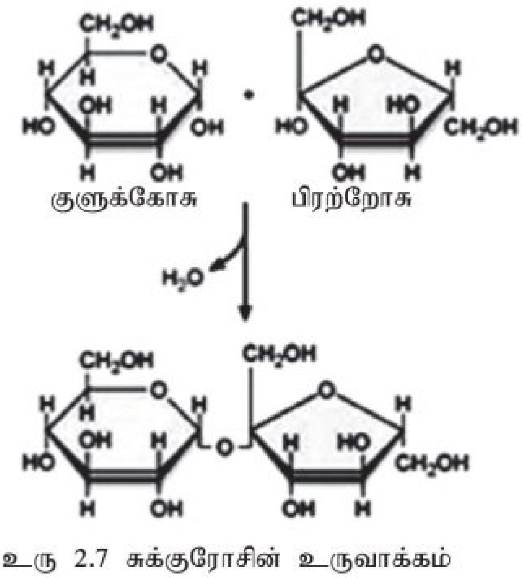


உரு 2.6 கரைசல் நிலையில் பிரற்றோசு

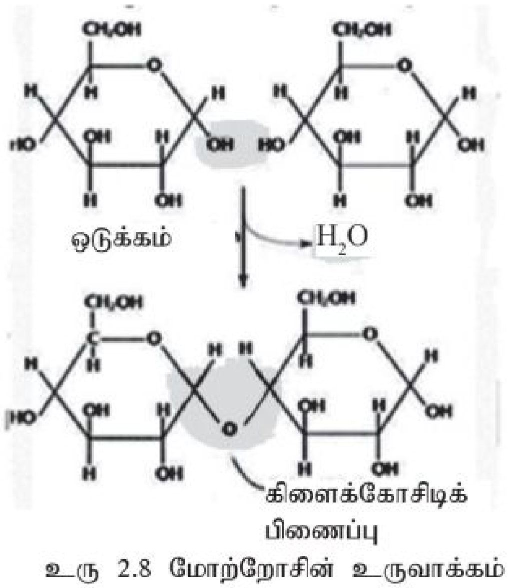
கரைசல் ஊடகத்தில் சில ஒருசக்கரைட்டுக்கள் வளைய வடிவத்தில் காணப்படும். (இரசாயனக் கட்டமைப்புக்களை நினைவில் நிறுத்தத் தேவையில்லை)

இருசக்கரைட்டுக்கள்

இவை இரண்டு ஒருசக்கரைட்டுக்கள் ஒரு கிளைக்கோசிடிக் பிணைப்பால் இணைவதால் உருவாகும் வெல்லங்களாகும்.



உரு 2.7 சுக்குரோசின் உருவாக்கம்



உரு 2.8 மோற்றோசின் உருவாக்கம்

(இரசாயனக் கட்டமைப்புகளை நினைவில் நிறுத்தத் தேவையில்லை)

இரண்டு அடுத்துள்ள ஒருசக்கரைட்டுக்களிடையே ஒடுக்கல் தாக்கத்தினால் ஒரு நீர் மூலக்கூறு அகற்றப்பட்டு, கிளைக்கோசிடிக் பிணைப்பு உருவாக்கப்படுகின்றது. ஒருசக்கரைட்டு மூலக்கூறு ஒன்றின் OH கூட்டமும் அதன் அருகிலுள்ள ஒருசக்கரைட்டு மூலக்கூறு ஒன்றின் H உம் இணைவதால் நீர் மூலக்கூறு உருவாகிறது.

குளுக்கோசு + குளுக்கோசு $\xrightarrow{\text{ஒடுக்கல்}}$ மோல்ற்றோசு + H_2O

குளுக்கோசு + பிரக்கோறசு $\xrightarrow{\text{ஒடுக்கல்}}$ சுக்குரோசு + H_2O

குளுக்கோசு + கலக்றோசு $\xrightarrow{\text{ஒடுக்கல்}}$ இலக்றோசு + H_2O

மோல்ற்றோசும் இலக்றோசும் தாழ்த்தும் வெல்லங்களாகும். சுக்குரோசு ஒரு தாழ்த்தா வெல்லமாகும்.

பல்சக்கரைட்டுக்கள்

இவை மாமூலக்கூறுகளும் உயிர்ப்பல்பாத்துகளும் ஆகும். பல்சக்கரைட்டுக்கள் ஒரு சில நூறிலிருந்து ஒரு சில ஆயிரங்கள் வரையான ஒருசக்கரைட் உப அலகுகளால் ஆக்கப்பட்டவை.

பல்சக்கரைட்டுக்கள் பளிங்குருவற்றவை; நீரில் கரையாதவை; வெல்லங்களாகக் கருதப்படமுடியாதவை.

உயிரங்கிகளில் சில பல்சக்கரைட்டுக்கள் சேமிக்கும் கூறாகவும் ஏனையவை கட்டமைப்பில் பங்கெடுப்பவையாகவும் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் தொழில்களின் அடிப்படையில் இவை சேமிப்பு பல்சக்கரைட்டுக்களாகவும் கட்டமைப்புக்குரிய பல்சக்கரைட்டுக்களாகவும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

1. சேமிப்பு - மாப்பொருள், கிளைக்கோஜன்

2. கட்டமைப்புக்குரிய - செலுலோசு, அரைச்செலுலோசு, பெக்ரின்

அவற்றின் வடிவமைப்பின் அடிப்படையில் பல்சக்கரைட்டுக்கள் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தப்படும்.

1. நேர்கோட்டு வடிவம் - செலுலோசு, அமைலோசு

2. கிளைகொண்ட வடிவம் - கிளைக்கோஜன், அமைலோபெக்ரின், அரைச்செலுலோசு

அட்டவணை 2.1 பிரதான பல்சக்கரைட்டுக்கள் அவற்றின் ஒருபாத்துகளும் தொழில்களும்

பல்சக்கரைட்டு	ஒருபாத்து	தொழில்
மாப்பொருள்	குளுக்கோசு	தாவரங்களின் சேமிப்பு
கிளைக்கோஜன்	குளுக்கோசு	விலங்குகள், பங்கசுக்களில் சேமிப்பு
செலுலோசு	குளுக்கோசு	கலச்சுவரின் கூறு
இனூலின்	பிரற்றோசு	டேலியா முகிழ்களில் சேமிப்பு
பெக்ரின்	கலக்ரியுரோனிக்கமிலம்	தாவரக்கலச்சுவரின் நடுமென்றட்டின் கூறு
அரைச்செலுலோசு	பென்ரோசு	தாவரக்கலச்சுவரின் கூறு
கைற்றின் (நைதரசன் கொண்ட பல்சக்கரைட்)	குளுக்கோசமைன்	பங்கசின் கலச்சுவரினதும் ஆத்திரோபொட்டுகளின் புறவன்கூட்டினதும் கூறு

காபோவைதரேற்றின் தொழில்கள்

ஒருசக்கரைட்டுக்கள்

- சக்தி மூலம்
- இருசக்கரைட்டுக்களினதும் பல்சக்கரைட்டுக்களினதும் கட்டுமானத் தொகுதி களாகும். (இருசக்கரைட்டுக்களான மோல்ற்றோசு, சுக்குரோசு; பல்சக்கரைட்டுக் களான மாப்பொருள், கிளைக்கோஜன்)
- நியூக்கிளியோரைட்டுக்களின் கூறு (DNA, RNA)

இருசக்கரைட்டுக்கள்

- பாலில் சேமிப்பு வெல்லம் - இலக்றோசு
- உரியத்தில் கொண்டுசெல்லல் - சுக்குரோசு
- கரும்பில் சேமிப்பு வெல்லம் - சுக்குரோசு

பல்சக்கரைட்டுக்கள்

a. சேமிப்பு பல்சக்கரைட்டுக்கள்
    - தாவரங்களிலும் குளோரோபைற்றுக்களிலும் சக்தி மூலமான குளுக்கோசை மாப்பொருளாகச் சேமிக்கும்.
    - விலங்குகளிலும் பங்கசுக்களிலும் சக்தி மூலமான குளுக்கோசை கிளைக்கோஜனாகச் சேமிக்கும்.
    - டேலியா முகிழ்களில் சக்தி மூலமான பிரக்ரோசை இனூலினாகச் சேமிக்கும்.

b. கட்டமைப்புக்குரிய பல்சக்கரைட்டுக்கள்
    - தாவரங்களினதும் குளோரோபைற்றுக்களினதும் கலச்சுவரில் செலுலோசு.
    - தாவர இழையத்தின் நடுமென்றட்டில் பெக்ரின்
    - தாவரங்களின் கலச்சுவரில் அரைச்செலுலோசு
    - புரோக்கரியோட்டுக்களின் கலச்சுவரில் பெப்ரிடோகிளைக்கன்
    - பங்கசின் கலச்சுவர், ஆத்திரோப்பொட்டுகளின் புறவன்கூடு என்பவற்றில் கைற்றின்

இலிப்பிட்டுக்கள்

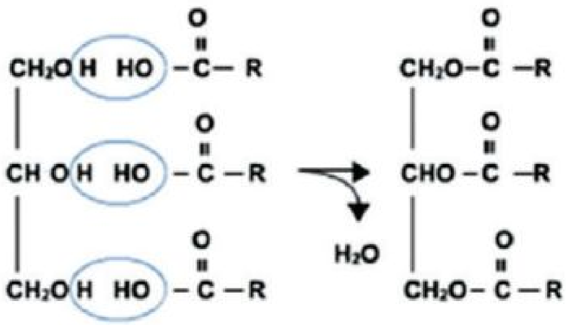
- நீர்வெறுப்புடைய மூலக்கூறுகளின் பல்லினத்துவக் கூட்டம்.
- பெரிய உயிரியல் மூலக்கூறுகள் ஆனால் பல்பாத்துகளாகவோ மாமூலக்கூறுகளாகவோ கருதப்படமுடியாது.

- C, H, O ஆகிய மூலகங்களைக் கொண்டது. H:O விகிதம் 2:1 ஆக இருப்பதில்லை. ஒப்பீட்டுரீதியில் அதிகளவான H காணப்படும்.
- உயிரியல் ரீதியில் முக்கியமான இலிப்பிட்டுக்களின் வகைகளாவன கொழுப்புக்கள், பொஸ்போ இலிப்பிட்டுக்கள், ஸ்ரிறோயிட்டுக்கள் ஆகும்.

கொழுப்புகள்

கொழுப்புகள் கிளிசரோலாலும் கொழுப்பமிலங்களாலும் ஆக்கப்பட்டவை. கிளிசரோலானது மூன்று காபன்களைக் கொண்ட அற்ககோல் கூட்டத்தைச் சேர்ந்தது. ஒவ்வொரு காபனிலும் தனியான ஐதரொட்சில் கூட்டம் உள்ளது. ஒரு முனையில் காபொட்சைல் கூட்டத்தைக் கொண்ட நீண்ட, (16 - 18) காபன் முதுகெலும்பாலான ஐதரோக்காபன் சங்கிலிகள் கொழுப்பமிலங்கள் ஆகும்.

கிளிசரோலின் ஒவ்வொரு ஐதரொட்சைல் கூட்டத்துடனும் கொழுப்பமில மூலக்கூறுகள் எசுத்தர் பிணைப்பால் இணையும். உருவாகும் கொழுப்பு மூலக்கூறுகள் மூஏசைல்கிளிசரோல் என அழைக்கப்படும்.



உரு 2.9 மூஏசைல்கிளிசரோலின் உருவாக்கம்

கொழுப்புகளின் நீர்வெறுப்புத் தன்மையில் கொழுப்பமிலங்களின் ஐதரோக்காபன் சங்கிலிகள் பங்களிப்புச் செய்யும். கொழுப்பமிலங்களின் ஐதரோக்காபன் சங்கிலிகளின் தன்மையின் அடிப்படையில் கொழுப்புகள் இரண்டாக வகைப்படுத்தப் படுகின்றன.

1. நிரம்பிய கொழுப்புகள் - நிரம்பிய கொழுப்பமிலங்களால் ஆக்கப்பட்ட கொழுப்புகளாகும். இக் கொழுப்பமிலங்களின் ஐதரோக்காபனில் இரட்டைப் பிணைப்புகள் எதுவுமே காணப்படுவதில்லை. பொதுவாக விலங்குக் கொழுப்புகள் இவ்வகைக்குள் அடக்கப்படும். இவை அநேகமாக அறைவெப்பநிலையில் திண்மமாகக் காணப்படும். உ+ம் : வெண்ணெய் (Butter)

2. நிரம்பாத கொழுப்புகள் - நிரம்பாத கொழுப்பமிலங்களால் ஆக்கப்பட்ட கொழுப்புகளாகும். இக் கொழுப்பமிலங்களின் ஐதரோக்காபனில் ஒன்று அல்லது பல இரட்டைப் பிணைப்புகள் காணப்படும். பொதுவாகத் தாவரக் கொழுப்புகள் இவ்வகைக்குள் அடக்கப்படும். இவை அநேகமாக அறைவெப்பநிலையில் திரவமாகக் காணப்படும். உ+ம் : தாவர எண்ணெய்கள்

நிரம்பாத கொழுப்புகள் அவற்றின் இரட்டைப்பிணைப்புகளின் தன்மையின் அடிப்படையில் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தப்படும்.

a. Cis நிரம்பாத கொழுப்பு

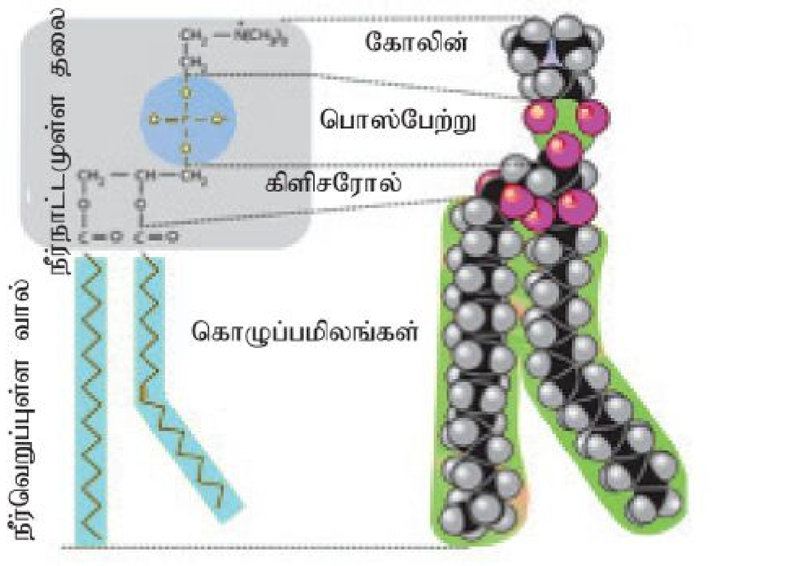
b. Trans நிரம்பாத கொழுப்பு

நிரம்பிய கொழுப்புகளையும் Trans நிரம்பாத கொழுப்புகளையும் மேலதிகமாக உள்ளெடுத்தலானது அதரொசெலரோசிஸ் (arthrosclerosis) இல் பங்களிப்புச் செய்யும்.

பொஸ்போலிப்பிட்டுகள்

கலமென்சவ்வுகளின் பிரதானமான கூறு பொஸ்போலிப்பிட்டுகளாகும். அவை ஒரு கிளிசரோல் மூலக்கூறுடன் இணைக்கப்பட்ட இரண்டு கொழுப்பமிலங்கள், ஒரு பொஸ்பேற்று கூட்டம் என்பவற்றால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. பொஸ்பேற்றுக் கூட்டமானது பொஸ்போலிப்பிட் மூலக்கூறுக்கு மறை மின்னேற்றத்தை வழங்கும். பொதுவாக முனைவுள்ள மூலக்கூறு அல்லது சிறிய ஏற்றமுள்ள மூலக்கூறு ஒன்றும் பொஸ்பேற் கூட்டத்துடன் மேலதிகமாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். உ+ம் : கோலின் (choline)

பொஸ்போலிப்பிட்டுக்களின் இரண்டு அந்தங்களும் வெவ்வேறு நடத்தைகளைக் காண்பிக்கும். ஐதரோக்காபன் வால்கள் நீர்வெறுப்புள்ளவை பொஸ்பேற்றுக் கூட்டமும் அதனுடைய இணைப்பும் (தலை) நீர்நாட்டமுள்ளவை.



(a) கட்டமைப்புச் சூத்திரம் (b) இடைவெளி நிரப்பும் மாதிரி

(கட்டமைப்புகளை நினைவில் நிறுத்தத் தேவையில்லை)

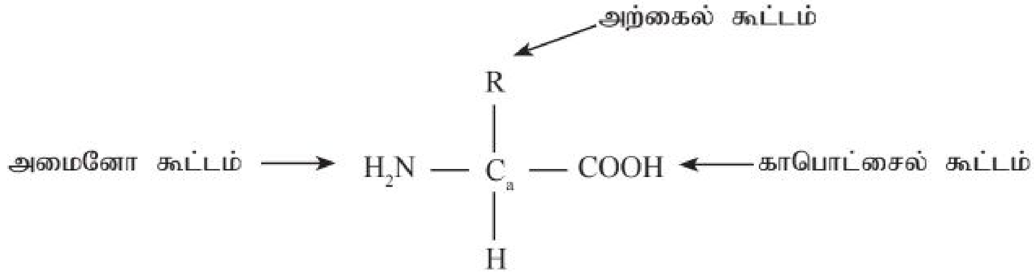
உரு 2.10 பொஸ்போலிப்பிட் மூலக்கூறின் கட்டமைப்பு

இலிப்பிட்டுக்களின் தொழில்கள்

- சக்தி மூலமாக உணவு ஒதுக்கு (கொழுப்புகள், எண்ணெய்கள் போன்ற மூஏசைல்கிளிசரைட்டுகள்)
- முதலுரு மென்சவ்வின் பாயித்தன்மையைப் பேணுதல். (பொஸ்போலிப்பிட்டுக்கள், கொலஸ்திரோல்)
- உடலினூடாகப் பயணிக்கும் சமிக்ஞை மூலக்கூறுகளாகச் செயற்படுதல். (உ+ம் : ஓமோன்கள்)
- விலங்குக் கலமென்சவ்வின் கூறாகக் காணப்படுதல். (கொலஸ்திரோல்)

புரதங்கள்

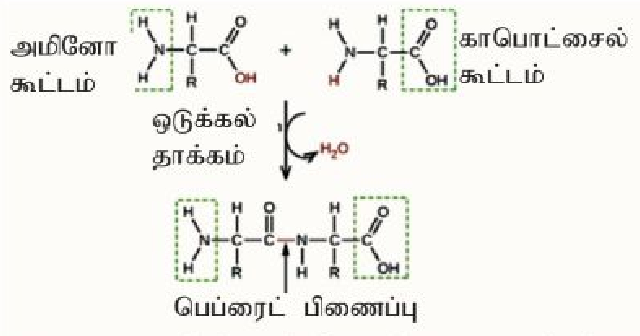
புரதங்கள் அமினோவமிலங்களால் ஆக்கப்பட்டவை. புரதங்களின் உருவாக்கத்தில் இருபது வெவ்வேறு அமினோவமிலங்கள் பங்கெடுக்கின்றன. புரதங்களின் மூலகச் சேர்க்கையாக C, H, O, N, S என்பன காணப்படும். அமினோவமிலங்களின் மத்தியில் ஒரு சமச்சீரற்ற காபன் அணு காணப்படும். கிளைசின் தவிர ஒவ்வொரு அமினோவமிலமும் ஒரு அமினோ கூட்டம், ஒரு காபொட்சைல் கூட்டம், ஒரு ஐதரசன் அணு, R ஆல் குறிக்கப்படும் மாறிக் கூட்டமான ஒரு அற்கைல் கூட்டம் என்பவற்றைக் கொண்டது. கிளைசீனில் R ஐதரசன் அணுவினால் பிரதியீடு செய்யப்பட்டிருக்கும். பக்கச் சங்கிலி என அழைக்கப்படும் இந்த R கூட்டமானது ஒவ்வொரு அமினோவமிலத்திற்கும் வேறுபடுகிறது. மற்றைய கூட்டங்கள் (H அணு உள்ளடங்கலாக) “முதுகெலும்பில்” காணப்படும்.



உரு 2.11 அமினோவமில மூலக்கூறின் கட்டமைப்பு

அமினோவமிலங்கள் ஒன்று அல்லது பல காபொட்சைல் கூட்டங்களையும் அமினோ கூட்டங்களையும் கொண்டிருக்கலாம். அமினோ கூட்டமானது காரத் தன்மையையும் காபொட்சைல் கூட்டமானது அமிலத் தன்மையையும் கொண்டது. ஒரு மூலக்கூறானது அமில மற்றும் கார இயல்புகளைக் கொண்டிருந்தால் அவை ஈரியல்புள்ள மூலக்கூறுகள் என அழைக்கப்படும். எனவே அமினோவமிலங்கள் ஈரியல்புள்ளவை.

இரு அமினோவமிலங்கள் ஒடுக்கல் தாக்கத்திற்குட்டு அவற்றிலிருந்து ஒரு மூலக்கூறு நீர் அகற்றப்படுவதன் விளைவாக உருவாகும் பிணைப்பு பெப்ரைட் பிணைப்பு ஆகும்.



உரு 2.11 பெப்ரைட் பிணைப்பு உருவாக்கம்

புரதமானது ஒன்று அல்லது பல பல்பெப்ரைட்டுச் சங்கிலிகளைக் கொண்ட அமினோவமிலங்களால் ஆக்கப்பட்டவை.

புரதக் கட்டமைப்புகளின் மட்டங்கள்

புரதங்களின் தொழில்களில் புரதக் கட்டமைப்பிலுள்ள நான்கு மட்டங்களும் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன.

a. முதலான
b. துணையான
c. புடையான
d. நாற்பகுதியான

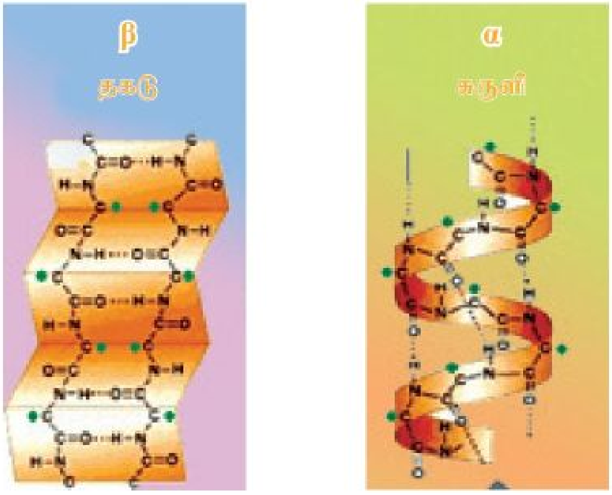
a. முதலான கட்டமைப்பு

பெப்ரைட் பிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டு நேரியதாக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட அமினோஅமிலங்களின் தனித்துவமான தொடரானது புரதங்களின் முதலான கட்டமைப்பாகும்.

b. துணையான கட்டமைப்பு

பல்பெப்ரைட் சங்கிலியின் முதுகெலும்பிலுள்ள நைதரசன் அணுக்களுடன் இணைக்கப்பட்ட ஐதரசன் அணுக்களுக்கும் அதே சங்கிலியின் ஒட்சிசன் அணுக்களுக்கும் இடையில் ஏற்படும் மூலக்கூற்றுக்குள்ளான ஐதரசன் பிணைப்பின் விளைவாக முதலான கட்டமைப்பிலுள்ள தனித்த பல்பெப்ரைட் சங்கிலி சுருளடைந்து, மடிப்படைந்து உருவாகும் கட்டமைப்பு, துணையான கட்டமைப்பு ஆகும். இக்கட்டமைப்பானது β மடிப்பாகவோ அல்லது அல்பா சுருளியாகவோ இருக்கலாம்.

- அல்பா சுருளி உ+ம் : கெரற்றின்
- β மடிப்படைந்த தகடு உ+ம் : சிலந்தியின் பட்டுநார்



உரு 2.13 புரதத்தின் துணையான கட்டமைப்பின் β மடிப்படைந்த தகடு மற்றும் ∝ சுருளி

c. புடையான கட்டமைப்பு

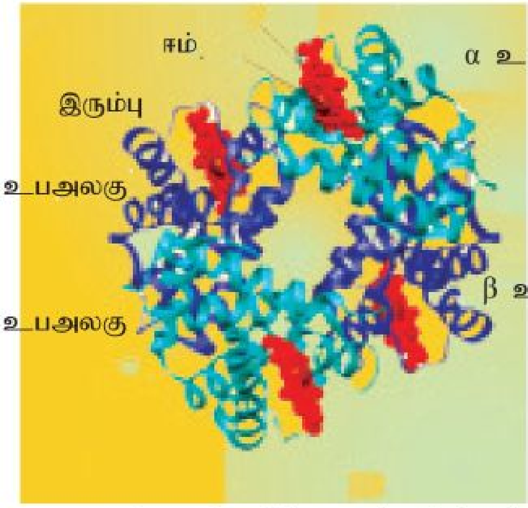
வழமையாக துணையான பல்பெப்ரைட் சங்கிலியானது வளைந்து பரந்தளவில் மடிப்படைந்து திட்டமான, நெருக்கமான, தனித்துவமான, தொழிற்படு நிலையிலுள்ள முப்பரிமாண வடிவத்தை எடுக்கும். இது அமினோவமிலங்களின் பக்கச்சங்கிலி / R கூட்டம் இடையிலான பின்வரும் இடைத்தொடர்புகளின் விளைவாகவே உருவாகும்.

- ஐதரசன் பிணைப்புகள்
- இருசல்பைட்டுப் பிணைப்புகள்
- அயன் பிணைப்புகள்
- வந்தர்வாலின் இடைத்தொடர்புகள் / நீர் வெறுப்புள்ள இடைத்தொடர்புகள்
  உ+ம் : அனேகமான நொதியங்கள், மயோகுளோபின், அல்புமின்

d. நாற்பகுதியான கட்டமைப்பு

ஒரு தொழிற்பாட்டுப் புரதம் உருவாவதில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பல்பெப்ரைட்டுக்களின் திரட்சி பங்கெடுக்கும். புரத உப அலகுகள் என அழைக்கப்படும் வேறுபட்ட சங்கிலிகள் மூலக்கூற்றிடை மற்றும் மூலக்கூற்றுக்குள்ளான இடைத்தொடர்புகளினால் ஒன்றாக்கப்பட்டிருக்கும்.

உ+ம் : ஈமோகுளோபின், கொலாஜென்



உரு 2.13 ஈமோகுளோபின் மூலக்கூறின் கட்டமைப்பு

புரதங்களின் இயற்கையகற்றல்

வலிமை குறைந்த இரசாயனப் பிணைப்புகள் மற்றும் இடைத்தொடர்புகள் மாற்றப்படுவதால் புரதமானது அதன் தனித்துவமான, இரசாயன, முப்பரிமாண வடிவத்தை இழத்தல் புரதங்களின் இயற்கையகற்றலாகும்.

புரதங்களின் இயற்கையகற்றலைப் பாதிக்கும் முகவர்கள்

1. உயர் வெப்பநிலையும், உயர்சக்திக் கதிர்வீச்சும்
2. வன்னமிலங்கள், வன்காரங்கள், உயர் செறிவுடைய உப்புக்கள்
3. பார உலோகங்கள்
4. சேதனக் கரைப்பான்களும் துப்புரவாக்கிகளும்

புரதங்களின் தொழில்கள்

அட்டவணை 2.2 புரதங்களின் தொழில்கள்

புரத வகை	உதாரணம்	தொழில்கள்
ஊக்கிக்குரிய புரதம்	பெப்சின், அமிலேசு	உயிரிரசாயன தாக்கங்களில் ஊக்கி
கட்டமைப்புக்குரிய புரதம்	கெரற்றின்	உலர்தலிலிருந்து தடுத்தல்
	கொலாஜின்	வலிமையையும் ஆதாரத்தையும் வழங்கல்
சேமிப்பு	ஓவல்புமின்	முட்டையில் சேமிப்புப் புரதம்
	கேசின்	பாலில் சேமிப்புப் புரதம்
கொண்டுசெல்லல்	ஈமோகுளோபின்	O_2, CO_2 கொண்டுசெல்லல்
	நீர்ப்பாய அல்புமின்	கொழுப்பமிலத்தைக் கொண்டுசெல்லல்

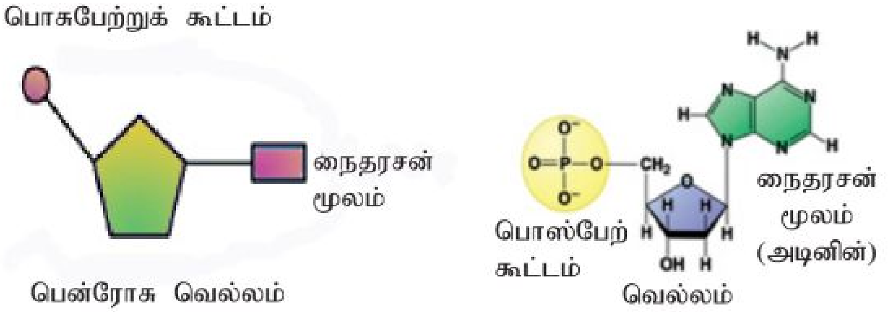
ஓமோன்கள்	இன்சுலின்	குருதியின் குளுக்கோஸ் மட்டத்தை சீராக்கல்
	குளுக்காகன்	
சுருங்கக் கூடிய / இயக்கம்	அக்ரின் / மயோசின்	தசைநார்களின் சுருக்கம்
பாதுகாப்பு	இமியுனோகுளோபின்	பிறபொருட்களை அகற்றல்

நியூக்கிளிக்கமிலங்கள்

நியூக்கிளிக்கமிலங்கள் ஒருபாத்தான நியூக்கிளியோரைட்டுக்களால் ஆக்கப்பட்ட பல்நியூக்கிளியோரைட்டுக்களாகக் காணப்படுகின்ற பல்பாத்துகள் ஆகும். இவை C, H, O, N, P ஆகிய மூலகங்களைக் கொண்டவை. நியூக்கிளிக்கமிலங்கள் மாமூலக் கூறுகள்; உயிர்ப் பல்பாத்துகள் இரு வகையான நியூக்கிளிக்கமிலங்கள் உள்ளன.

1. DNA (டீஒட்சிறைபோ நியூக்கிளிக்கமிலம்)
2. RNA (றைபோ நியூக்கிளிக்கமிலம்)

நியூக்கிளியோரைட்டுகளின் கட்டமைப்பு



உரு 2.15 நியூக்கிளியோரைட்டின் கட்டமைப்பு (இரசாயனக் கட்டமைப்புகளை நினைவில் நிறுத்தத் தேவையில்லை)

பொசுபேற்றுக்கூட்டமற்ற ஒரு நியூக்கிளியோரைட்டானது நியூக்கிளியோசைட்டாகும். உ+ம் : அடினோசின், குவானோசின்

பென்ரோசு வெல்லங்கள்

பென்ரோசு வெல்லங்கள் 2 வகையானவை. டீஒட்சிறைபோசு மற்றும் றைபோசு (டீ ஒட்சிறைபோசுவில் றைபோசுவிலும் பார்க்க ஒரு ஒட்சிசன் அணு குறைவானது.)

நைதரசன் மூலங்கள்

நைதரசன் மூலங்களில் இரண்டு பிரதான கூட்டங்களுள்ளன.

1. பியூரின்கள் - பருமனில் பெரியவை; இருவளையங்கள் கொண்டவை.
2. பிரிமிடின்கள் - பருமனில் சிறியவை; தனி வளையம் கொண்டவை.

பியூரினில் இருவகைகள் உள்ளன. அவையாவன அடினீன், குவானின். பிரிமிடினில் மூன்று வகைகள் உள்ளன. அவையாவன தயமின், யுராசில், சைற்றோசின், இம் மூலங்கள் முறையே A, G, T, U, C எனும் எழுத்துக்களால் குறிக்கப்படும்.

பொசுபேற்றுக் கூட்டம்

இது நியூக்கிளிக்கமிலத்திற்கு அமிலத்தன்மையை வழங்கும்.

நியூக்கிளிக்கமிலங்களின் உருவாக்கம்

மில்லியன் கணக்கான நியூக்கிளியோரைட்டுகள் பொஸ்போ இருஎசுத்தர் பிணைப்பால் இணைந்து பல்நியூக்கிளியோரைட் சங்கிலியை உருவாக்கும். இதன்போது ஒரு நியூக்கிளியோரைட்டிலுள்ள பொசுபேற்றின் OH கூட்டத்திற்கும் மற்றைய நியூக்கிளியோரைட்டின் பென்ரோசு வெல்லத்தின் மூன்றாவது C உடன் இணைந்துள்ள OH கூட்டத்திற்குமிடையில் ஒடுக்கல் தாக்கம் நடைபெறும். இந்தப் பிணைப்புகள் வெல்ல பொஸ்பேற் அலகுகள் மீண்டும் மீண்டும் இணைந்த கோலம் கொண்ட முதுகெலும்பைத் தோற்றுவிக்கும். நியூக்கிளியோரைட்டுக்களின் நேரிய பல்பாத்துக்கள் நியூக்கிளிக்கமிலங்கள் ஆகும். உள்ளடங்கும் வெல்ல மூலக்கூறுகளின் வகைகளின் அடிப்படையில் நியூக்கிளிக்கமிலங்கள் இரண்டு வகைப்படும். நியூக்கிளியோரைட்டிலுள்ள வெல்ல மூலக்கூறு டீ ஒட்சிறைபோஸ் எனில் அந்த நியூக்கிளிக்கமிலம் DNA ஆகும். பென்ரோசு வெல்லம் றைபோஸ் எனில் அந்த நியூக்கிளிக்கமிலம் RNA ஆகும். DNA ஆனது அடினின், தயமின், குவானின், சைற்றோசின் ஆகியவற்றையும் RNA ஆனது அடினின், குவானின், சைற்றோசின், யுராசில் ஆகியவற்றையும் நைதரசன் மூலகங்களாகக் கொண்டவை.

DNA மூலக்கூறின் கட்டமைப்பு (Watson இனதும் Crick இனதும் மாதிரி)

DNA மூலக்கூறானது இரண்டு எதிர்ச்சமாந்தர பல்நியூக்கிளியோரைட் சங்கிலிகளைக் கொண்டது. அவை ஒரு கற்பனை அச்சுப் பற்றிச் சுருண்டு ஒரு இரட்டைச் சுருளியை உருவாக்கும். இரண்டு வெல்ல பொசுபேற்று முதுகெலும்புகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான திசையில் செல்லும் ஒழுங்கமைப்பானது எதிர்ச் சமாந்தரம் என அழைக்கப்படும். வெல்லப் பொசுபேற்று முதுகெலும்புகள் சுருளியின் வெளிப்புறத்திலும் நைதரசன் மூலங்கள் சோடியாக்கப்பட்டுச் சுருளியின் உட்புறத்திலும் காணப்படும். சோடியாக்கப்பட்ட நைதரசன் மூலங்களுக்கிடையிலுள்ள ஐதரசன் பிணைப்புகளால் இரு இழைகளும் ஒன்றாக இணைந்துள்ளன.

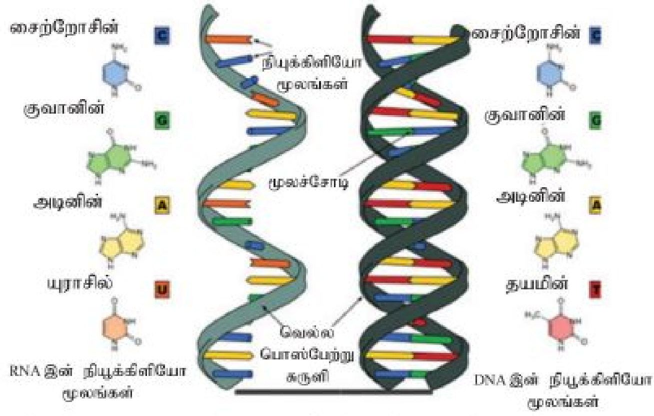
மூலச்சோடி விதி

ஒரு பியூரின் மூலம் எப்போதும் ஒரு தனித்துவமான பிரிமிடின் மூலத்துடன் சோடி சேரும்.

A = T (2 ஐதரசன் பிணைப்புகள்)

G ≡ C (3 ஐதரசன் பிணைப்புகள்)

ஆகவே இரண்டு சங்கிலிகளும் (இழைகளும்) ஒன்றையொன்று நிரப்புகின்றவை எனக் கூறப்படுகிறது. இந்தச் சோடிகள் நிரப்புகின்ற மூலச் சோடிகளாகும். இந்த இரட்டைச் சுருளிக் கட்டமைப்பில் ஒரு முழுத் திரும்பலானது பத்து மூலச் சோடிகளைப் படத்தில் காட்டியவாறு கொண்டிருக்கும்.



உரு 2.16 DNA மற்றும் RNA மூலக்கூறுகளின் கட்டமைப்புகள் (இரசாயனக் கட்டமைப்புகளை நினைவில் நிறுத்தத் தேவையில்லை)

DNA இன் தொழில்கள்

- ஒரு சந்ததியிலிருந்து அடுத்த சந்ததிக்குப் பிறப்புரிமைத் தகவல்களைக் கடத்துவதுடன் அவற்றைச் சேமிக்கும்.
- புரதத்தொகுப்புக்கான பிறப்புரிமைத் தகவல்களைச் சேமிக்கும்.

RNA இன் கட்டமைப்பு

RNA சாதாரணமாக ஒரு தனியிழையாலான நியூக்கிளிக்கமிலமாகும். இவை யுராசில் (U), சைற்றோசின் (C), குவானின் (G), அடினின் (A) என்ற நைதரசன் மூலங்களைக் கொண்ட றைபோநியூக்கிளியோரைட்டுகளால் ஆனவை. இரு RNA மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் நிரப்புகின்ற மூலச்சோடியாதல் நடைபெறலாம். அல்லது அதே மூலக்கூறின் உள்ளேயே சிலவற்றில் நடைபெறலாம். நிரப்புகின்ற மூலச்சோடியாதல் அவற்றின் தொழிற்பாட்டுக்கு அவசியமான முப்பரிமாண வடிவம் உருவாக வசதியளிக்கும். அடினினானது யுராசிலுடன் இரு ஐதரசன் பிணைப்பால் இணையும். குவானினானது சைற்றோசினுடன் மூன்று ஐதரசன் பிணைப்பால் இணையும் கலங்களில் மூன்று வகையான RNA காணப்படும்.

1. செய்தி காவும் RNA (mRNA)
2. இடமாற்றும் RNA (tRNA)
3. றைபோசோம் RNA (r.RNA)

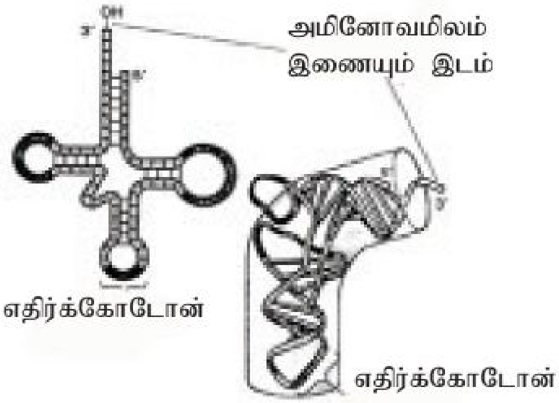
1. செய்தி காவும் RNA (mRNA)

செய்தி காவும் RNA ஆனது ஒரு நேரிய மூலக்கூறு ஆகும். ஒப்பீட்டளவில் கலத்தில் மிகக் குறைந்தளவில் காணப்படும் RNA வகையாகும். இரண்டு தொழில்கள் உள்ளன.

- DNA மூலக்கூறில் நைதரசன் மூலங்களின் தொடராகச் சேமிக்கப்பட்டுள்ள பிறப்புரிமைத் தகவல்களைப் பிரதி செய்யும்.
- பிறப்புரிமைத் தகவல்களைக் கருமுதலுருவில் இருந்து புரதத்தொகுப்பு நடைபெறும் இடத்திற்கு (இறைபோசோம்) கருநுண்டுளையினூடாகக் கடத்தும்.

2. இடமாற்றும் RNA (tRNA)

மிகவும் சிறிய RNA மூலக்கூறு; நேரானது; ஆனால் படத்தில் காட்டியவாறு மூன்று தடமுள்ள கட்டமைப்பை உருவாக்கும்.



உரு 2.17 tRNA மூலக்கூறின் கட்டமைப்பு

தொழில் : புரதத்தொகுப்பு நடைபெறும் இடத்துக்கு அமினோவமிலங்களைக் கொண்டு செல்லல்.

3. இறைபோசோம் RNA (rRNA)

இது மிக அதிகளவில் காணப்படும் RNA வகையாகும். r RNA ஆனது சிக்கலான, ஒழுங்கற்ற கட்டமைப்புடையது. இது பல்பெப்ரைட் சங்கிலிகள் ஒன்று கூடுவதற்கான தானத்தை வழங்கும்.

DNA, RNA இடையிலான வேறுபாடுகள்

1. DNA இரட்டை இழையுடைய மூலக்கூறு ஆனால் RNA ஒற்றை இழையுடைய மூலக்கூறு.
2. DNA ஆனது A, T, G, C ஆகிய நைதரசன் மூலங்களைக் கொண்டது. U காணப்படாது. ஆனால் RNA ஆனது A, U, G, C ஆகிய நைதரசன் மூலங்களைக் கொண்டது. T காணப்படாது.
3. DNA இலுள்ள வெல்ல மூலக்கூறு டீஒட்சிறைபோஸ் ஆனால் RNA இலுள்ள வெல்ல மூலக்கூறு றைபோஸ்.

நியூக்கிளிக்கமிலத்தில் காணப்படுவது தவிர்ந்த வேறு நியூக்கிளியோரைட்டுகள்

ATP, NAD^+, $NADP^+$, FAD ஆகியவை

ATP இன் தொழில்

- அகில சக்திக் காவி

NAD^+ இன் தொழில்

- துணைநொதியமாகத் தொழிற்படுதல்.
- இலத்திரன் காவியாகத் தொழிற்படுதல்.
- சுவாசத்தின் போது ஒட்சியேற்றும் முகவராகத் தொழிற்படல்.

$NADP^+$ இன் தொழில்

- துணைநொதியமாகத் தொழிற்படுதல்.
- இலத்திரன் காவியாகத் தொழிற்படுதல்.
- ஒளித்தொகுப்பின் போது ஒட்சியேற்றும் முகவராகத் தொழிற்படல்.

FAD இன் தொழில்

- துணைநொதியமாகத் தொழிற்படல்.
- இலத்திரன் காவியாகத் தொழிற்படல்.

கலங்கள், கல ஒழுங்கமைப்பு என்பன பற்றிய அறிவை விரிவாக்குவதில் நுணுக்குக் காட்டியின் பங்களிப்பு

குழியவியலின் முன்னேற்றமானது, பெரும்பாலும் நுணுக்குக்காட்டியியலை அடிப்படையாகக் கொண்டது. கலங்களின் கண்டுபிடிப்பு, அவற்றின் ஆரம்ப கற்கை என்பன நுணுக்குக்காட்டியின் கண்டுபிடிப்புடனேயே முன்னேற்றம் அடைந்தது.

ஒளி நுணுக்குக்காட்டி

கட்புலனாகும் ஒளியானது முதலில் மாதிரியின் ஊடாகவும் பின் கண்ணாடி வில்லைகளினூடாகவும் அனுப்பப்படுகிறது. வில்லைகள் மாதிரியை உருப்பெருக்கக் கூடியவாறு ஒளியை முறிவடையச் செய்து பெறப்படும் விம்பம் கண்ணினுள் வீழ்த்தப்படும். எளிய நுணுக்குக்காட்டி என்பது ஒரு தனியான வில்லையாகும்.

கூட்டு ஒளி நுணுக்குக்காட்டி

பாடசாலை ஆய்வுகூடங்களில் கூட்டு ஒளிநுணுக்குக்காட்டியானது பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மருத்துவ ஆய்வுகூடங்களிலும் நோயைக் கண்டறியும் கருவியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பிரிவலு, உருப்பெருக்கம் ஆகியன நுணுக்குக்காட்டியில் காணப்படும் முக்கிய பரிமாணங்களாகும்.

உருப்பெருக்கம் என்பது பொருளொன்றினது விம்பத்தின் பருமனுக்கும் அதன் உண்மையான பருமனுக்கும் இடையிலான விகிதமாகும். வழமையாக ஒளி நுணுக்குக்காட்டியின் உயர் உருப்பெருக்கமானது மாதிரியின் உண்மையான பருமனிலும் 1000 மடங்காகும்.

பிரிவலு என்பது இரு புள்ளிகளை ஒன்றிலிருந்து ஒன்று வேறுபடுத்தி அறியக் கூடியதாக இருக்கும் ஆகக் குறைந்த தூரமாகும். (ஒளி நுணுக்குக்காட்டியின் பிரிவலுவானது 0.2 μm ஆகும்.) இது விம்பத்தின் தெளிவுத்தன்மையின் ஒரு அளவீடு ஆகும். பிரிவலுவினால் உருப்பெருக்கமானது எல்லைபடுத்தப்படுகிறது.

பொருளிலிருந்து வரும் (வழுக்கியிலுள்ள மாதிரி) ஒளியானது முதலில் பொருள் வில்லையினூடாச் சென்று உருப்பெருத்த விம்பத்தை உருவாக்கும்.

அவ்விம்பமானது இரண்டாவது வில்லைக்கு (பார்வைத் துண்டு) பொருளாகச் செயற்பட்டு மேலும் உருப்பெருக்கமடையும்.

மொத்த உருப்பெருக்கமானது ஒவ்வொரு வில்லையினதும் உருப்பெருக்கத்தின் பெருக்கமாகும்.

மொத்த உருப்பெருக்கம் = பொருள் வில்லையின் உருப்பெருக்கம் × பார்வைத் துண்டின் உருப்பெருக்கம்

உ+ம் : பொருள்வில்லையின் உருப்பெருக்கம் = × 40 உம்

பார்வைத் துண்டின் உருப்பெருக்கம் = × 15 உம் எனில்,

மொத்த உருப்பெருக்கம் = 40 × 15

= × 600 தடவை

இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டி

ஒளி நுணுக்குக்காட்டியின் பிரிவலுவின் எல்லையானது ஒளியின் அலைநீளத்தினால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. பிரிவலுவானது அலைநீளத்திற்கு நேர்மாறு விகிதசமனாகும். இதனாலேயே விஞ்ஞானிகள் ஒப்பீட்டு ரீதியில் குறைவான அலைநீளம் கொண்ட வேறு கதிர்ப்பு வடிவங்களின் பாவனையைக் கருத்தில் கொண்டனர்.

இதன் விளைவாக இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டி விருத்தி அடைந்தது. இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டியியலில் இலத்திரன்களின் கற்றையானது மாதிரியின் ஊடாக அல்லது அதன் மேற்பரப்பில் குவியச் செய்யப்படும்.

கொள்கையளவில் இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டியானது பொருள்களை 1×10^8 மடங்கு உருப்பெருக்கக் கூடியது. ஆனால் நடைமுறையில் அது 5×10^5 மடங்குகளுக்கு சற்று மேலாகவே உருப்பெருக்குகிறது.

இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டிகள் ஒளி நுணுக்குக்காட்டியூடாகப் பார்க்கப்படமுடியாத பல புன்னங்கங்கள், மற்றைய உப கலக்கட்டமைப்புக்கள் ஆகியவற்றைக் காண்பிக்கிறது. இரண்டு வகையான இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டிகள் உள்ளன.

1. ஊடுகடத்தும் இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டிகள் (TEM)
2. அலகிடும் இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டிகள் (SEM)

ஊடுகடத்தும் இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டிகள்

கலங்களின் அகக் கட்டமைப்புகளைக் கற்பதற்கு இது பயன்படுகிறது. இந்நுணுக்குக்காட்டியில் இலத்திரன்களின் கற்றையானது ஒரு மெல்லியதும் விசேடமாகத் தயாரிக்கப்பட்டதுமான பதார்த்தத்துண்டினூடாக அனுப்பப்படுவதற்கு மிகவும் மெல்லிய ஒரு மாதிரி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மாதிரிகள் பார உலோகங்களால் சாயமிடப்படும். இவை மற்றைய இடப் பரப்புகளை விடக் குறிப்பிட்ட சில கலக் கட்டமைப்புகளுடன் அதிகளவில் இணைந்து கொள்ளும். மாதிரியின் ஊடாகச் சென்ற இலத்திரன்களின் கோலங்களாக விம்பம் தெறிப்படைந்து திரையில் தோன்றும். இலத்திரன்கள் மாதிரியினூடாகச் செல்கையில் அடர்த்தியாகச் சாயமேற்றப்பட்ட கட்டமைப்புகள் காணப்படும் பகுதியில் அதிகளவு இலத்திரன்கள் விழும்.

அலகிடும் இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டி

இவ்வுபகரணத்தில் இலத்திரன்களின் ஒரு நுண்ணிய கற்றையானது மாதிரியின் மேற்பரப்பிலிருந்து தெறிப்படைகிறது. அவதானிப்பதற்கு முன்பு மாதிரிக்குப் பெரும்பாலும் பொன் பூசப்படும். இங்கு மாதிரியானது அதிகளவு இலத்திரன்களைச் சிதறலடைய செய்யும் அதேவேளை ஏனையவை அகத்துறிஞ்சப்படும். இவ்வுப கரணமானது முப்பரிமாணத்தோற்றத்தில் மேற்புறத்தோற்றத்தை அவதானிக்கப் பொருத்தமானது.

ஒளி நுணுக்குக்காட்டி	இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டி
ஒளிக்கதிர்களை குவியச் செய்யக் கண்ணாடி வில்லைகள் பயன்படுகிறது.	இலத்திரன்களின் கற்றையை குவியச்செய்ய வலிமையான காந்தங்கள் பயன்படுகிறது.
விம்பத்தை வெற்றுக்கண்ணினால் நேரடியாகப் பார்க்கலாம்.	வெற்றுக் கண்ணினால் நேரடியாகப் பார்க்க முடியாது. நுண்வரையங்கள் பயன்படுகிறது.
உயிருள்ள, உயிரற்ற பொருள்களை அவதானிக்கலாம்.	உயிரற்ற பொருள்களை மட்டும் அவதானிக்க லாம்.
பொருளின் உண்மையான நிறத்தை அவதானிக்கலாம்.	பொருளின் உண்மையான நிறத்தை அவதானிக்க முடியாது.
பொருள்களைச் சாயமிடச் சாயங்கள் பயன் படுத்தப்படும்.	பொருள்களைச் சாயமிடப் பார உலோகங்கள் பயன்படுகிறது.

அட்டவணை 2.3 : ஒளி, இலத்திரன் நுணுக்குக்காட்டிகளிற்கு இடையேயான வேறுபாடுகள்

கலத்தின் வரலாற்றுப் பின்னணியும் உப கல அலகுகளின் கட்டமைப்பு மற்றும் தொழில்களைப் பகுத்தாராய்தலும்

கலக் கொள்கை

எல்லா அங்கிகளும் கலங்களால் ஆக்கப்பட்டவை.

முன்னர் கற்ற உயிரின் ஆட்சிநிரை ஒழுங்கமைப்பு மட்டங்களை நினைவில் கொண்டு வருக. “உயிருள்ளது” என அழைக்கப்படுவதன் அடிப்படை அலகு

கலமாகும். இது தனிக்கல அங்கியையோ (உ+ம் : *Chlamydomonas,* மதுவம்) அல்லது பல்கலத் தாவரத்தையோ அல்லது விலங்கையோ உருவாக்கலாம்.

Robert Hooke (1665) எளிய நுணுக்குக்காட்டியை பயன்படுத்தி, தக்கை ஒன்றைப் பரிசோதித்து அதன் அடிப்படை அலகுகளை விவரிப்பதற்கு "கலம்" என்னும் பதத்தை வழங்கினார்.

Robert Hooke இன் சமகாலத்தவரான Anton van Leeuwenhook (1650) பற்றீரியா, *Euglena* ஆகிய உயிருள்ள தனிக்கல அங்கிகளை முதலில் விவரித்துப் பதிவு செய்தார்.

Matthias Schleiden (1831) ஒரு தாவரவியலாளர். இவர் தாவர இழையங்களைக் கற்று எல்லாத் தாவரங்களும் கலங்களாலாக்கப்பட்டவை என்ற முடிவுக்கு வந்தார்.

Theodore Schwann ஒரு விலங்கியலாளர் (1839) இவர் எல்லா விலங்கிழையங்களும் கலங்களாலாக்கப்பட்டவை என்ற முடிவுக்கு வந்தார்.

Rudolf Virchow (1855) என்பவர் முன்பிருந்த கலங்கள் கலப்பிரிவடைவதாலேயே அனைத்துக் கலங்களும் தோன்றுகின்றன என்பதைக் காட்டினார்.

Schleiden, Schwann, Virchow ஆகியோர் "கலக்கொள்கை"யை முன்வைத்தனர். அது பினவருவனவற்றை உள்ளடக்கியது.

1. எல்லா அங்கிளும் ஒன்று அல்லது பல கலங்களால் ஆக்கப்பட்டவை.
2. அங்கிகளின் அடிப்படைக் கட்டமைப்பு மற்றும் தொழிற்பாட்டு அலகு கலமாகும்.
3. எல்லாக் கலங்களும் முன்பிருந்த கலங்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன.

கலங்களின் ஒழுங்கமைப்பு

கல ஒழுங்கமைப்பு இரண்டு வகைப்படும் - புரோகரியோட்டாவிற்குரிய, இயூக்கரி யோட்டாவுக்குரிய

அனைத்துக் கலங்களும் குறிப்பிட்ட அடிப்படையான இயல்புகளைக் கொண்டிருக்கும். அவையாவன,

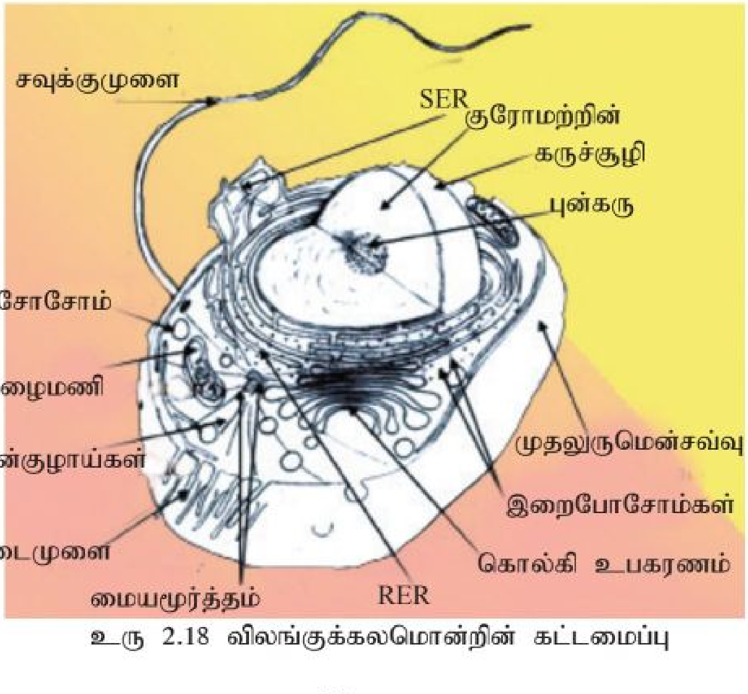
- அனைத்துக் கலங்களும் ஒரு தேர்வுக்குரிய தடையான முதலுருமென்சவ்வு ஒன்றால் சூழப்பட்டிருக்கும்.
- கலங்களினுள் சைற்றோசொல் (Cytosol) என அழைக்கப்படும் ஒரு குறைபாயி நிலையிலுள்ள, ஜெலி போன்ற பதார்த்தம் காணப்படும். உபகலக் கூறுகள் சைற்றோசொல்லினுள் தொங்கிய நிலையில் காணப்படும்.
- அவை பிறப்புரிமைப் பதார்த்தங்களான DNA ஐக் காவும்.
- எல்லாக் கலங்களினுள்ளும் இறைபோசோம்கள் காணப்படும்.

இயல்புகள்	புரோக்கரியோட்டா	இயூக்கரியோட்டா
அங்கிகள்	பற்றீரியா, ஆக்கிபற்றீரியா	புரட்டிஸ்டுக்கள், பங்கசு, தாவரங்கள், விலங்குகள்.
கலப் பருமன்	சராசரி விட்டம் 1 - 5 μm	விட்டம் 10 μm - 100 μm
அமைப்பு	பெரும்பாலும் தனிக்கலம்	பெரும்பாலும் பல்கலம் (தனிக்கல முள்ள சில பங்கசுக்கள், அனேக புரட்டிஸ்டுக்கள் தவிர)
கூர்ப்புத் தோற்றம்	3.5 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு	1.8 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, புரோக்கரியோட்டாவிலிருந்து கூர்ப் படைந்தது.
கலப்பிரிவு	இருகூற்றுப்பிளவு, இழையுருப்பிரிவு மற்றும் ஒடுக்கற்பிரிவு இல்லை	இழையுருப்பிரிவு, ஒடுக்கற்பிரிவு அல்லது இரண்டும்
பாரம்பரியப் பதார்த்தம்	வளைய DNA ஆனது சுயாதீனமாகக் குழியவுரு வில் காணப்படும். இப் பிரதேசமானது நியூக்கிளி யோயிட் (nucleoid) என அழைக்கப்படும். DNA நிர்வாணமானது. புரதங்க ளுடன் இணைந்திருப்ப தில்லை.	DNA ஆனது நேரியது; கருவினுள் காணப்படும்; புரதங்களுடன் இணைந் துள்ளது.
இறைபோசோம் வகை	70 s இறைபோசோம் (சிறியவை)	இரண்டும் உள்ளது 70s இறைபோசோம் (இழைமணியிலும் பச்சையுருவத்திலும்) 80s இறைபோசோம் (பெரியவை) குழியவுருவில் காணப்படும். (அக முதலுருச்சிறுவலையுடன் இணைந்தும் இருக்கலாம்.)
புன்னங்கங்கள்	சில புன்னங்கங்கள் உண்டு. எதுவுமே மென்சவ்வினால் சூழப்படவில்லை. உள் மென்சவ்வுகள் மிகவும் குறைவு. இருப்பின் சுவாசம், ஒளித்தொகுப்பு, நைதரசன் நாட்டல் போன்றவற்றுடன் தொடர்புடையது.	அதிகளவான புன்னங்கங்கள் மென் சவ்வால் சூழப்பட்டுக் காணப்படும். புன்னங்கங்களின் பாரிய பல்வகைமை உள்ளது. உ+ம் : கரு, இழைமணி, பச்சைய வுருவம் என்பவை இரட்டை மென் சவ்வால் சூழப்பட்டவை. உ+ம் : இலைசோசோம், புன்வெற்றிடம் என்பவை ஒற்றை மென்சவ்வால் சூழப் பட்டவை.

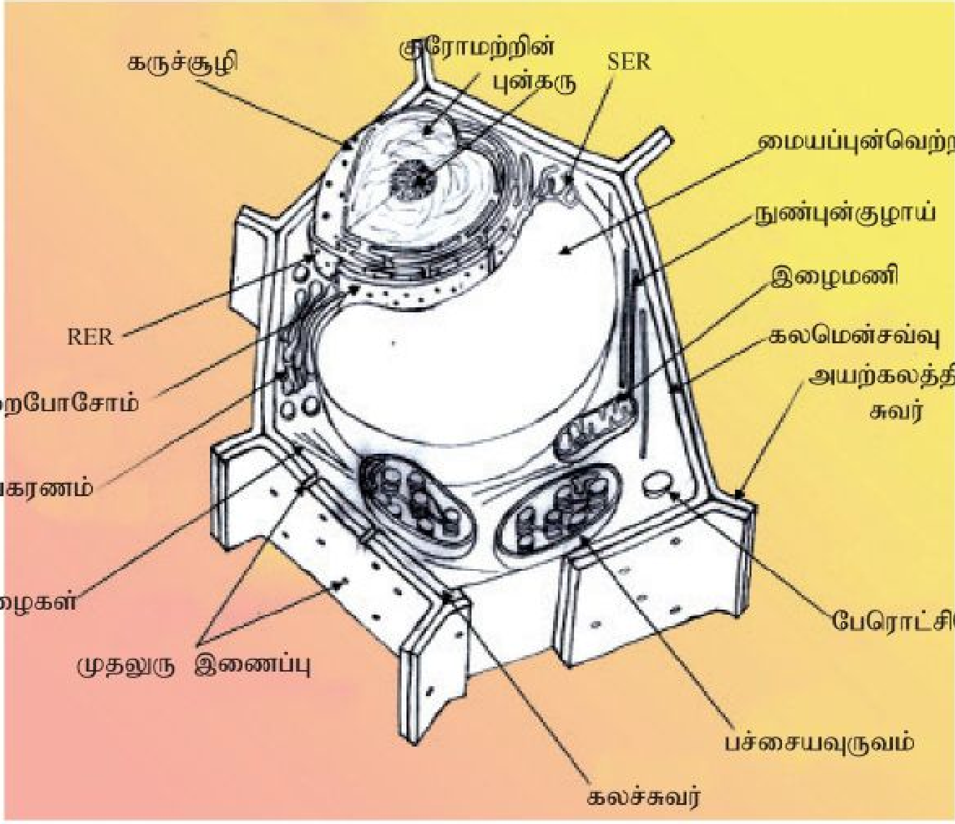
கலச்சுவர்கள்	Bacteria, Cyanobacteria என்பவற்றில் பெப்ரிடோகிளைக்கன் காணப்படும். Archae bacteria களில் பல்சக்கரைட்டுக்களும் புரதங்களும் காணப்படும்.	பச்சைத் தாவரங்கள், பங்கசுக்கள் என்பவற்றின் கலச்சுவர் விறைப்பானது; பல்சக்கரைட் கொண்டது. தாவரங்களின் கலச்சுவர் செலுலோசையும் பங்கசுக்களின் கலச்சுவர் கைற்றினையும் கொண்டது. விலங்குக் கலங்களில் கலச்சுவரில்லை.
சவுக்குமுளை	எளியவை, நுண்புன் குழாய்கள் அற்றவை. கலப்புறம்பானது (கல மேற்பரப்பு மென்சவ்வால் சூழப்படாதது) விட்டம் 20 nm	சிக்கலானவை, நுண்புன்குழாய்கள் (9+2) ஒழுங்கமைப்புடையது கலத்தக அமைப்பு (கல மேற்பரப்பு மென் சவ்வால் சூழப்பட்டது) விட்டம் 200 nm
சுவாசம்	பெரும்பாலும் மீசோசோம்களால் நடைபெறும்.	காற்றுச் சுவாசத்திற்கு இழைமணி
ஒளித்தொகுப்பு	பச்சையவுருவம் இல்லை. மென்சவ்வில் நடைபெறும் இம்மென்சவ்வு அடுக்கி வைக்கப்படவில்லை.	மென்சவ்வு கொண்ட பச்சையவுருவம் இம்மென்சவ்வு வழமையாக மென்றகடுகளாக அல்லது மணியுருக்களாக அடுக்கப்பட்டது.
நைதரசன் பதித்தல்	சில நைதரசன் பதிக்கும் ஆற்றலுள்ளவை.	நைதரசன் பதிக்கும் ஆற்றல் எவற்றுக்கும் இல்லை.

அட்டவணை 2.4 : புரோக்கரியோட்டாவுக்குரிய கலங்களுக்கும் இயூக்கரியோட்டாவுக்குரிய கலங்களுக்குமிடையிலான வேறுபாடுகள்

Bacteria, Cyanobacteria, Archaea என்பவை புரோக்கரியோட்டாக் கலங்கள். ஏனைய எல்லா அங்கிகளும் இயூக்கரியோட்டாக் கலங்களைக் கொண்டிருக்கும்.



உரு 2.18 விலங்குக்கலமொன்றின் கட்டமைப்பு



உரு 2.19 தாவரக்கலமொன்றின் கட்டமைப்பு

புன்னங்கங்களினதும் ஏனைய உப கலக்கூறுகளினதும் கட்டமைப்புகளும் தொழில்களும்

முதலுருமென்சவ்வு : குழியவுருவினது வெளிப்புற எல்லையாக முதலுரு மென்சவ்வு உள்ளது. அனைத்துக் கலமென்சவ்வுகளும் முதலுருமென்சவ்வின் உயர் கட்டமைப்பை (ultrastructure) ஒத்தது. கலமென்சவ்வின் பாய்பொருள் சித்திரவடிவு மாதிரியுருவானது Singer, Nicolson என்பவர்களால் 1972 இல் முன்வைக்கப்பட்டது. இதில் பிரதானமாக உள்ளடக்கப்படுவது,

- பொஸ்போலிப்பிட்டுகள் (முதலுருமென்சவ்வில் மிகப்பெருமளவில் காணப்படும் இலிப்பிட்டு வகை)
- புரதம்

முதலுரு மென்சவ்வானது பின்வரும் இயல்புகளைக் கொண்டது. இது ஏறத்தாழ 7 nm தடிப்புடையது. இது பிரதானமாக பொஸ்போலிப்பிட்டின் இரு படைகளாலானது. பொஸ்போலிப்பிட்டுகள் நீர்நாட்டமுள்ள பிரதேசத்தையும் நீர்வெறுப்புள்ள பிரதேசத்தையும் கொண்ட amphipathic மூலக்கூறுகள் ஆகும். பொஸ்போலிப்பிட்டின் நீர் நாட்டமுள்ள தலைப்பகுதியானது கலத்தினுட்புறமும் வெளிப்புறமும் நீர்மயமான சூழலிற்கு முகம் கொடுத்தவாறு வெளிநோக்கிக் காணப்படும்.

நீர் வெறுப்புடைய ஐதரோக்காபன் வால்பகுதியானது உள்நோக்கி முகம் கொடுத்தவாறு ஒரு நீர் வெறுப்புடைய உட்புறத்தை உருவாக்கும்.

முதலுருமென்சவ்வானது பாய்பொருள் சித்திரவடிவு மாதிரியுருவுக்கு ஒப்பிடப்படுகின்றது. பொஸ்போலிப்பிட் மூலக்கூறுகள் அசையக்கூடியதாக இருப்பதால் மென்சவ்வுக்குப் பாயித்தன்மையை வழங்கும்.

புரதமூலக்கூறுகள் மென்சவ்வில் எழுந்தமானதாகப் புதைந்து அதன் சித்திர வடிவத் தன்மையில் பங்கெடுக்கும். மென்சவ்வில் புதைந்த புரதங்கள் ஒருங்கிணைந்த புரதங்கள் (integral proteins) எனப்படும்.

சில புரத மூலக்கூறுகள் மென்சவ்வினூடாக அதன் முழுப் பகுதியையும் ஊடுருவுகின்றது. இவ்வாறான புரதங்கள் மென்சவ்வுக்குக் குறுக்கான புரதங்கள் என அழைக்கப்படும். மற்றைய சில புரதங்கள் மென்சவ்வில் ஊடுருவிக் காணப்படும்.

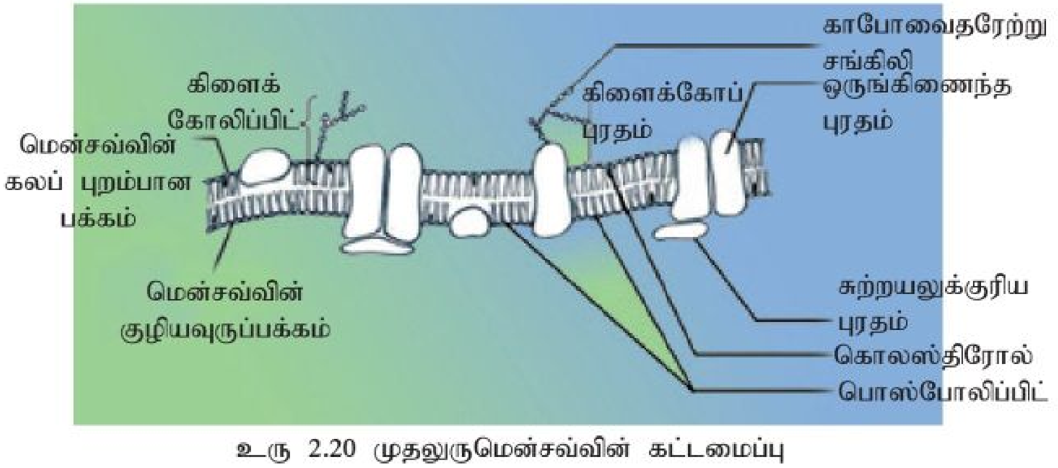
பெரும்பாலான ஒருங்கிணைந்த புரதங்கள் மென்சவ்வுக்குக் குறுக்கான புரதங்களாகும். இவை நீர் நாட்டமுள்ள கால்வாய்களைக் கொண்டவை. நுண்டுளைகள் போன்று செயற்படும். அயன்களும் குறிப்பிட்ட சில முனைவுத்தன்மையான மூலக்கூறுகளும் இவற்றினூடாகக் கடக்கும்.

சில புரதங்கள் இலிப்பிட் இரட்டைப்படையினுள் புதைக்கப்பட்டிருக்காது. இவை மென்சவ்வின் உட்புற மேற்பரப்பில் தளர்வாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறான புரதங்கள் சுற்றயலுக்குரிய புரதங்கள் என அழைக்கப்படும்.

சில புரதங்களும் சில இலிப்பிட்டுகளும் உணர்கொம்பு போன்ற குறுகிய, கிளைத்த காபோவைதரேற் சங்கிலிகளைக் கொண்ட கிளைக்கோ புரதம், கிளைக்கோலிப்பிட்டு என்பவற்றை முறையே தோற்றுவிக்கும்.

விலங்குகளின் கலமென்சவ்வானது இலிப்பிட்டு இருபடையினுள் எழுந்தமானமாக ஒருங்கிணைந்துள்ள சில கொலஸ்திரோல் மூலக்கூறுகளைக் கொண்டிருக்கலாம். இவை மிதமான வெப்பநிலையில் மென்சவ்வின் பாய்மத் தன்மையைக் குறைப்பதன் மூலம் அதற்கு நெகிழ்வுத் தன்மை, உறுதி என்பவற்றை வழங்குவதுடன் தாழ் வெப்பநிலையில் மென்சவ்வு திண்மமாகுதலைத் தடுக்கும்.

மென்சவ்வின் இருபக்கங்களும் அதன் கூறுகள், தொழில்கள் என்பவற்றில் வேறுபடலாம்.



உரு 2.20 முதலுருமென்சவ்வின் கட்டமைப்பு

தொழில்கள்

- உயிருள்ள கலத்தின் குழியவுருவைச் சூழ்ந்து காணப்பட்டுக் கலத்தகக்கூறுகளைக் கலப்புறச் சூழலிலிருந்து பௌதிகரீதியாகப் பிரிக்கும்.
- அங்கிகளின் பிழைப்புக்குத் தேவையான பதார்த்தங்களின் பரிமாற்றத்தை ஒழுங்காக்கக்கூடிய தேர்ந்து ஊடுபுகவிடும் மென்சவ்வாகும்.
- முதலுருமென்சவ்வினுள் புதைந்துள்ள புரதங்கள் கலத்தை இனம்கண்டு அருகிலுள்ள கலங்களை ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பாடச் செய்யும். (கல அடையாளங்காணலில் பங்குபற்றல்)
- சில புரத மூலக்கூறுகள் தனித்துவமான உயிரிரசாயனப் பொருள்களான ஓமோன்கள், நரம்புக்கடத்திகள், நிர்ப்பீடனப் புரதங்கள் என்பவற்றுடன் இடைத்தாக்கமுறுவதற்கு வாங்கி மூலக்கூறுகளாகச் செயற்படும்.
- கலமென்சவ்விலுள்ள சில புரதங்கள் சில குழியவன்கூட்டு நார்களுடன் இணைக்கப்பட்டுக் கலவடிவத்தைப் பேணுதலில் உதவும்.
- மென்சவ்விலுள்ள சில புரதங்கள் நொதியங்களாகச் செயற்படும்.

  (உ+ம் : குடலின் சில பகுதிகளிலுள்ள நுண்சடைமுளையின் மேலணிக் கலங்களின் கலமேற்பரப்பு மென்சவ்வில் சமிபாட்டு நொதியங்கள் உள்ளடக்கப் பட்டிருக்கும்)

உபகலக் கூறுகள்

பல உபகலக் கூறுகள் கலத்தில் காணப்படும். அவற்றுள் சில புன்னங்கங்கள் ஆகும். இவை மென்சவ்வால் எல்லைப்படுத்தப்பட்டதும் விசேட தொழில்களைப் புரிவதற்காக இயூக்கரியோட்டா கலத்தின் சைற்றோசொல்லில் தொங்கிய நிலையில் காணப்படுவதும் ஆகும்.

கரு

மிக முனைப்பான புன்னங்கமாகும். அதிகளவு பரம்பரைஅலகுகளைக் கொண்டதும் 5 μm சராசரி விட்டமுள்ளதும் கருச்சூழி என அழைக்கப்படும் ஒரு இரட்டை மென்சவ்வுப் போர்வையால் மூடப்பட்டதுமான ஒரு புன்னங்கமாகும்.

- கருச்சூழியானது உள், வெளி மென்சவ்வுகள் என்ற இருமென்சவ்வுகளைக் கொண்டது. இவை இரண்டும் 20 - 40 nm இடைவெளியால் பிரிக்கப்பட்டது. கருச்சூழியானது கருநுண்டுளைகளால் துளையிடப்பட்டுள்ளது. இவை உள்வரும், வெளியேறும் பதார்த்தங்களைச் சீராக்கும் நுண்டுளைச் சிக்கலைக் கொண்டவை. புரத இழைகளால் ஆக்கப்பட்ட கரு மென்றகடுகள் கருச்சூழியின் உட்புறத்தைப் படலிடும்.
- கருத்தாயமானது புரத இழைகளாலாக்கப்பட்டது. இது கருவின் உட்பகுதி முழுவதும் பரவிக் காணப்படும். கருத்தாயத்தினுள் குரோமற்றின் (Chromatin), புன்கரு என்பன புதைந்து காணப்படும்.

- புன்கருவானது இருள்நிறமாகச் சாயமேற்றப்பட்ட சிறுமணிகளாக நார்களுடன் தோற்றமளிக்கும் குரோமற்றினுக்கு அருகில் உள்ள பகுதியாகும்.
- குரோமற்றின்கள் : பிரிவடையாத கலங்களின் இலத்திரன் நுண்வரையங்களில் பரவலடைந்த திணிவாகத் தோற்றமளிக்கும். இது DNA யினதும் புரதங்களினதும் ஒரு சிக்கலாகும். கருப்பிரிவின் போது குரோமற்றின் ஒடுக்கமடைந்து, இறுக்கமாக சுருளடைந்து இழைகளை உருவாக்கும். இவை நிறமூர்த்தங்கள் என அழைக்கப்படும். ஒவ்வொரு இனமும் மாறாத நிறமூர்த்த எண்ணிக்கையைக் கொண்டது. (உ+ம் வகைக்குரிய மனிதக்கலம் 46 நிறமூர்த்தங்களைக் கொண்டது.)

தொழில்கள்

- அனைத்துக் கலச் செயற்பாடுகளையும் கட்டுப்படுத்தல்.
- கலப்பிரிவில் புதிய கருக்களைத் தோற்றுவிப்பதற்காக DNA ஐத் தொகுத்தல்.
- புரதத்தொகுப்புக்குத் தேவையான rRNA மற்றும் இறைபோசோமின் உப அலகுகள் என்பவற்றைப் புன்கருவின் மூலமாகத் தொகுத்தல்.
- DNA இலுள்ள தகவலுக்கேற்ப mRNA, tRNA என்பவற்றைத் தொகுத்தல்.
- பிறப்புரிமைத் தகவல்களைச் சேமித்தலும் கடத்தலும்.

இறைபோசோம்கள்

இவை புரதத்தொகுப்பை நிகழ்த்தும் உப கலக் கூறுகளாகும். அவை இரண்டு உப அலகுகளாலானவை: பெரிய உப அலகு, சிறிய உப அலகு. இறைபோசோம்கள் rRNA, புரதம் என்பவற்றால் ஆனவை. இவை இரண்டு வகைகளில் காணப்படுகின்றன. 70s உம் 80s உம் ஆகும். புரோக்கரியோட்டாவின் குழியவுருவில் 70s இறைபோசோம்கள் சுயாதீனமாகக் காணப்படும். இயூக்கரியோட்டாக்களின் இழைமணித்தாயம், பச்சையவுருவத்தின் பஞ்சணை போன்றவற்றிலும் 70 s இறைபோசோம்கள் காணப் படுகின்றன. 80 s இறைபோசோம்கள் இயூக்கரியோட்டாக்களில் மட்டும் காணப்படும். இருப்பின் தன்மையின் அடிப்படையில் 80 s இறைபோசோம்கள் இருவகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகிறது: சுயாதீனமான இறைபோசோம்கள், பிணைக்கப்பட்ட இறைபோசோம்கள்.

சுயாதீன இறைபோசோம்கள் குழியவுருவில் கூட்டங்களாக, சுயாதீனமாகக் காணப்படும். பிணைக்கப்பட்ட இறைபோசோம்கள் அழுத்தமற்ற அகமுதலுருச் சிறுவலையின் மென்சவ்வின் மேற்பரப்பில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

தொழில்

புரதத் தொகுப்பு

அகமுதலுருச் சிறுவலை

இது உள்மென்சவ்வுகளின் வலையமைப்பாகும். தட்டையான அல்லது குழாயுருவான பைகளை உருவாக்கி ER இன் உள்ளிடத்தை குழியவுருத்தாயத்திலிருந்து வேறு பிரிக்கும். இது கருச்சூழியின் வெளி மென்சவ்வின் தொடர்ச்சியாகும். இரண்டு வகையான ER காணப்படும்: அழுத்தமற்ற ER, அழுத்தமான ER.

அழுத்தமற்ற ER

அழுத்தமற்ற ER தட்டையான பைகளைக் கொண்டது. இறைபோசோம்கள் மேற்பரப்பில் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். இறைபோசோம்களினால் தொகுக்கப்பட்ட புரதம் ER இன் உள்ளிடத்திற்கு நகரும்.

தொழில்கள்

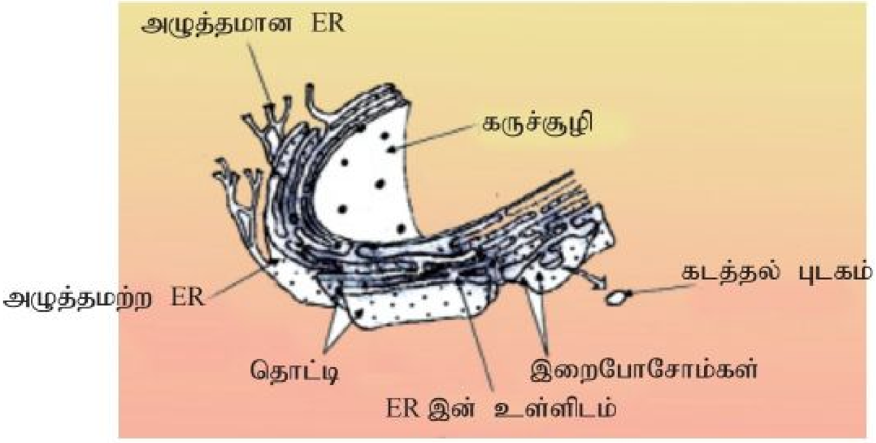
- இறைபோசோமினால் தொகுக்கப்பட்ட புரதத்தைக் கடத்தல்.
- கிளைக்கோப்புரதங்களைத் தொகுத்தல்.
- கடத்தல் புடகங்களை உற்பத்தி செய்தல்.
- பொஸ்போலிப்பிட்டுகள், புரதங்கள், காபோவைதரேற்றுகள் போன்றவற்றைச் சேர்த்து தனது மென்சவ்வின் வளர்ச்சிக்கு வசதியளித்தல். எனவே இது மென்சவ்வுத் தொழிற்சாலை என அழைக்கப்படும்.

அழுத்தமான ER

அழுத்தமான ER ஆனது இறைபோசோம்களற்ற குழாயுருவான பைகளைக் கொண்ட வலையமைப்பாகும். மென்சவ்வுடன் இணைக்கப்பட்ட நொதியங்கள் காணப்படும்.

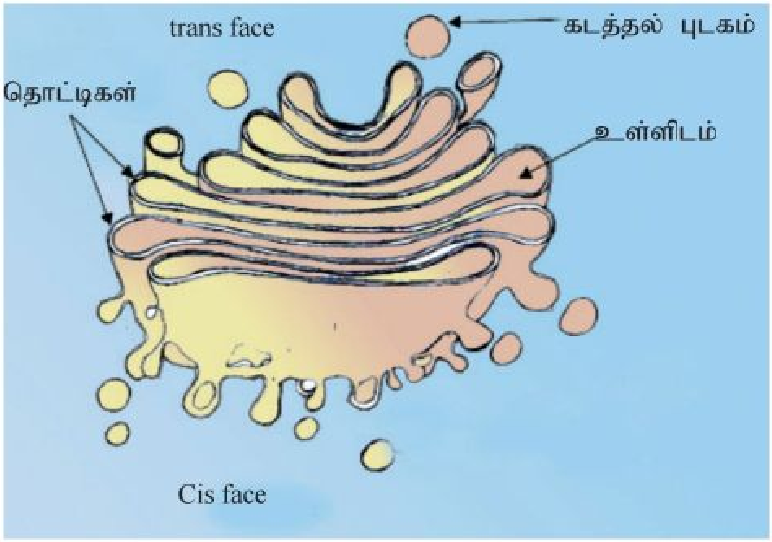
தொழில்கள்

- எண்ணெய்கள், ஸ்ரிரோயிட்டுக்கள், பொஸ்போலிப்பிட்டுக்கள் அடங்கலாக இலிப்பிட்டுக்களைத் தொகுத்தல்.
- காபோவைதரேற்றுக்களின் அனுசேபம்
- கலத்தினுள் கடத்தலை மேற்கொள்ளக் கடத்தல் புடகங்களை உற்பத்தி செய்தல்.
- நச்சுநீக்கலில் ஈடுபடுதல்.
- Ca^{2+} அயன்களைச் சேமித்தல்.



உரு 2.21 அகமுதலுருச்சிறுவலையின் கட்டமைப்பு

கொல்கி உபகரணம்



உரு 2.22 கொல்கி உபகரணத்தின் கட்டமைப்பு

கொல்கி உபகரணமானது தட்டையான பைகளை அல்லது தொட்டிகளைக் கொண்ட அடுக்குகளாகும். உள்மேற்பரப்பும் வெளி மேற்பரப்பும் முறையே Cis face, Trans face என அடையாளப்படுத்தப்படலாம். Cis face ER இடம் இருந்து புடகங்களைப் பெற்றுக் கொள்ள ER இற்கு அருகில் காணப்படுகிறது. trans face உருவாக்கும் சுரப்புப்புடகங்கள் அரும்பி மறுபக்கம் பயணிக்கும். கொல்கி உபகரணமானது சுரப்புக்கலங்களில் ஏராளமாகக் காணப்படும்.

தொழில்கள்

- பதார்த்தங்களைச் சேகரித்தல், பொதி செய்தல், விநியோகித்தல்
- செலுலோசு மற்றும் பெக்டின் போன்ற செலுலோசு அற்ற கலச்சுவர்க் கூறுகளை உற்பத்தி செய்தல்.
- இலைசோசோம்களை உற்பத்தி செய்தல்.

இலைசோசோம்கள்

ஒற்றை மென்சவ்வால் சூழப்பட்ட புடகமாகும். சமிபாட்டுச் செயற்பாட்டில் பங்கெடுக்கும். இவை நீர்ப்பகுப்பு நொதியங்களைக் கொண்டவை. இந்நொதியங்கள் காபோவைதரேற்றுக்கள், புரதங்கள், இலிப்பிட்டுகள், நியூக்கிளிக்கமிலங்கள் போன்றவை உடைக்கப்படுதலை ஊக்குவிக்கும்.

தொழில்கள்

- தின்குழியச் செயற்பாட்டின் மூலம் பெறப்பட்ட உணவுத் துணிக்கைகளைச் சமிபாடடையச் செய்தல்.
- புறக்குழியமாதல் மூலம் மீதமான பதார்த்தங்களைக் கலத்திற்கு வெளியே கடத்தல்.
- மேலும் பயன்படுத்தப்படமுடியாத புன்னங்கங்களைச் சமிபாடடையச் செய்தல்.
- கல இறப்பை ஏற்படுத்தும் தன்னழிவு.

பேரொட்சிசோம்

ஒற்றை மென்சவ்வால் சூழப்பட்டதும், ஒட்சியேற்றும் நொதியங்களைக் கொண்டதுமான புடகங்களாகும். இவை தாவரக்கலங்கள், விலங்குக் கலங்கள் இரண்டிலும் காணப்படும். இதிலுள்ள நொதியங்கள் H_2O_2 இன் உடைப்பை ஊக்குவிக்கும்.

தொழில்கள்

- பரஒட்சைட்டுக்களின் நச்சு நீக்கல்
- தாவரங்களில் ஒளிச்சுவாசம்

சிறத்தலடைந்த பேரொட்சிசோம்கள் கிளையொட்சிசோம்கள் என அழைக்கப்படும். இவை தாவரங்களில் உள்ள கொழுப்புச் சேமிக்கும் இழையங்களில் காணப்படும். கிளையொட்சிசோம்கள் கொழுப்பமிலங்களை வெல்லங்களாக மாற்றும்.

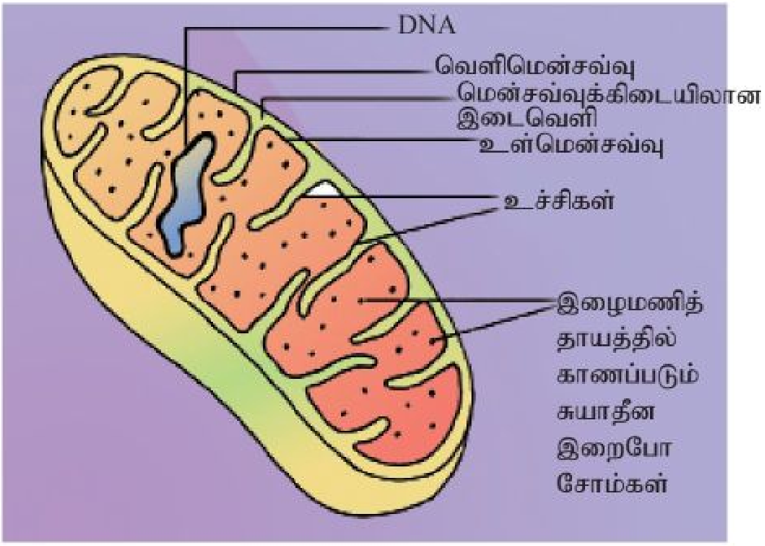
இழைமணிகள்

இயூக்கரியோட்டாக்கலங்களில் மிகவும் பொதுவாகக் காணப்படும் புன்னங்கங் களில் ஒன்றாகும். உள்ளடக்கும் மென்சவ்வுகள் இரண்டைக் கொண்ட நீண்ட ஒரு புன்னங்கமாகும். வெளிமென்சவ்வானது. அழுத்தமானது. ஆனால் உள்மென்சவ்வானது உச்சியைத் தோற்றுவிக்க மடிப்படைந்திருக்கும். இவை மேற்பரப்பை அதிகரிப்பதுடன் காம்புள்ள துணிக்கைகளைக் கொண்டவை. இழைமணியின் உள், வெளி மென்சவ்வுகளுக்கிடையிலான இடைவெளியானது மென்சவ்வுக்கிடையிலான இடைவெளி என அழைக்கப்படும். இப்புன்னங்கத்தின் உட்பகுதியானது இழைமணித்தாயம் என அழைக்கப்படும். இத்தாயமானது 70s இறைபோசோம்கள், வட்டமான DNA மூலக்கூறு (இழைமணிக்குரிய DNA), பொஸ்பேற்று சிறுமணிகள், நொதியங்கள் என்பவற்றைக் கொண்டது. கிரெப்பின்

வட்டத் தாக்கங்களுக்கு (கலச் சுவாசத்தின்) தேவையான நொதியங்களை தாயம் கொண்டிருக்கும். மேலும் உச்சியானது இலத்திரன் கொண்டு செல்லல் சங்கிலி, ஒட்சியேற்ற பொஸ்போரிலேற்றம் போன்றவற்றுக்கு அவசியமான புரதங்கள் மற்றும் நொதியங்களைக் கொண்டிருக்கும்.

தொழில்கள்

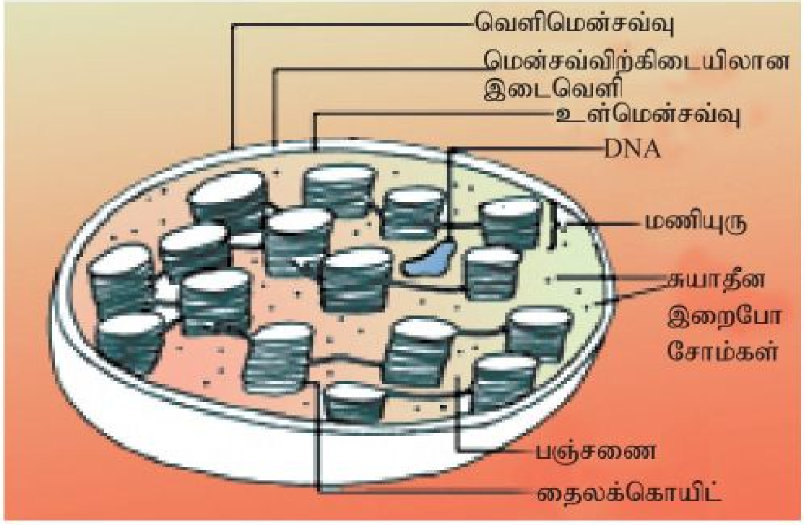
- காற்றுச் சுவாசத்தில் ATP தொகுப்பு
- ஒளிச்சுவாசத்தில் பங்கெடுத்தல்.



உரு 2.23 இழைமணியின் கட்டமைப்பு

பச்சையவுருவம்

இது தாவரங்களிலும் சில புரோடிஸ்டுக்களிலும் காணப்படும் இரட்டைக் குவிவுவில்லை வடிவான, இரு மென்சவ்வுகள் கொண்ட புன்னங்கமாகும். வெளிமென்சவ்வும் உள்மென்சவ்வும் அழுத்தமானவை. இரு மென்சவ்வுகளும் மிக ஒடுக்கமான மென்சவ்விற்கிடையிலான இடைவெளியினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. வேறொரு மென்சவ்வுத்தொகுதியானது பச்சையவுருவத்தின் உட்பகுதியில் காணப்படுகிறது. இம் மென்சவ்வானது தைலக்கொயிட்டுகள் என அழைக்கப்படும் தட்டையாக்கப்பட்டதும் ஒன்றுடனொன்று இணைக்கப்பட்டதுமான பைகளை உருவாக்கிறது. தைலக் கொயிட்டானது ஒளித்தொகுப்பு நிறப்பொருள்களாலாக்கப்பட்ட ஒளித்தொகுதி என அழைக்கப்படும் சிக்கல்களைக் கொண்டது. தைலகொயிட்டுகள் அடுக்கப்பட்டு ஒரு மணியுருவை உருவாக்கும். மணியுருக்கள் மணியுருஇடைமென்றகட்டால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தைலகொயிட்டுக்கு வெளியே காணப்படும் பாயியானது பஞ்சணை ஆகும். இப்பஞ்சணையானது வட்டமான DNA (பச்சையவுருவ DNA), 70 s இறைபோசோம்கள், பல நொதியங்கள், மாப்பொருள் சிறுமணிகள், இலிப்பிட்டு சிறுதுளிகள் என்பவற்றைக் கொண்டிருக்கும்.



உரு 2.24 பச்சையவுருமணியின் கட்டமைப்பு

தொழில்

- **ஒளித்தொகுப்பு**

குழியவன்கூடு

குழியவன்கூடானது கலத்துக்கு ஆதாரமளிக்கும் கட்டமைப்பாகக் காணப்படுவதுடன் அதன் வடிவத்தையும் பேணுகிறது. இது கலச்சுவரைக் கொண்டிராத கலங்களுக்கு, விலங்குக்கலங்களுக்கு மிக முக்கியமானது. குழியவன்கூடானது நுண்புன்குழாய்கள், புரத இழைகள் என்பவற்றாலானது. மேலும் இது இயக்கத்திற்குரியது. தேவையேற்படும்போது உடைந்து மீள உருவாகும் தகவுடையது.

குழியவன்கூட்டில் மூன்றுவகையான கூறுகள் உள்ளன. அவையாவன,

- நுண்குழாய்கள்
- அக்ரின் இழைகள் அல்லது நுண்ணிழைகள்
- இடைத்தர இழைகள்

இயல்பு	**நுண்குழாய்கள் (றிபியுலின் பல்பாத்து)**	**நுண்ணிழைகள் (அக்ரின் இழைகள்)**	**இடைத்தர இழைகள்**
கட்டமைப்பு	உள்ளீடற்ற குழாய்கள் சுவரானது றிபியுலின் மூலக்கூறுகளாலான 13 நிரல்களைக் கொண்டது.	ஒன்றுடன் ஒன்று பின்னப்பட்ட 2 அக்ரின் இழைகளாலானது. ஒவ்வொரு இழையும் அக்ரின் உப அலகின் பல்பாத்தாகும்.	நாருருவான புரதங்கள் அதிகளவில் சுருளடைந்து தடித்த வடத்தை ஆக்கும்.

புரத உப அலகுகள்	றிபியுலின்	அக்ரின்	பல்வேறுபட்ட புரதங் களில் ஒன்று (உ+ம் கெரற்றின்), கல வகை யில் தங்கியுள்ளது.
பிரதான தொழில்கள்	கலவடிவம், (பிசிர் அல்லது சவுக்கு முளையில்) கல அசைவு என்பவற்றைப் பேணல். கலப்பிரிவின் போது நிறமூர்த்தங்களின் அசைவு புன்னங்கங்களின் அசைவு	கலவடிவத்தைப் பேணல் (இழுவை தாங்கும் கூறுகள்) கலவடிவத்தில் மாற்றம், தசைச் சுருக்கம், தாவரக்கலங்களில் குழியமுதலுருப் பெருகல், கல அசைவு (போலிப் பாதம்) விலங்குக்கலங்களில் கலப்பிரிவு (பிளவுசால் உருவாக்கம்)	கலவடிவத்தைப் பேணல் (இழுவை தாங்கும் கூறுகள்) கரு, வேறு சில புன்னங்கங்களை நிலைநிறுத்தல். கரு மென்றகடுகளின் உருவாக்கம்

அட்டவணை 2.5 நுண்குழாய்கள், நுண்ணிழைகள், இடைத்தர இழைகள் என்பவற்றிற்கிடையிலான வேறுபாடுகள்

தொழில்கள்

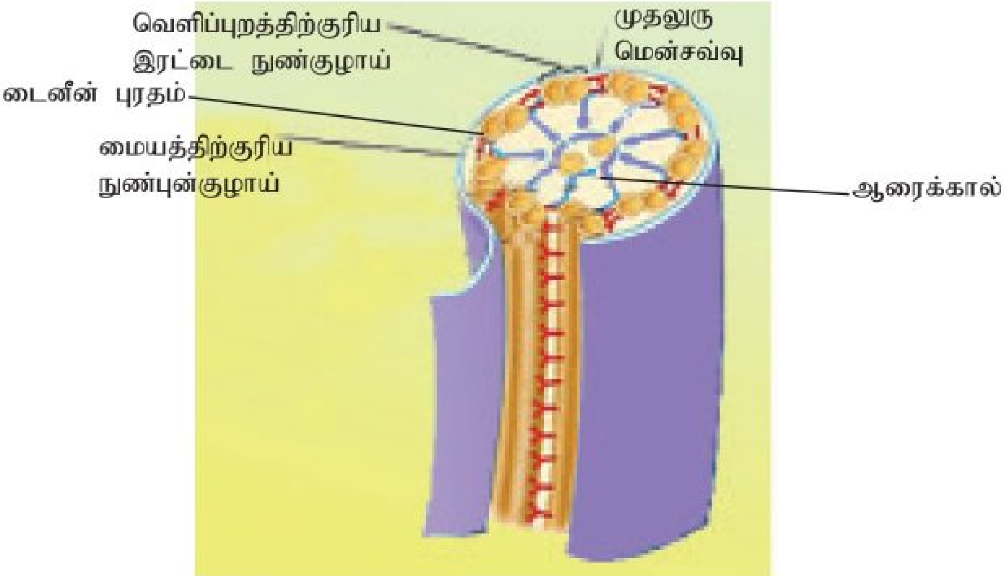
- குழியவுருவுக்கு உறுதியை வழங்குதல்.
- கலப்புன்னங்கங்கள், குழிவுருத்தாய நொதியங்கள் என்பவற்றை நிலைநிறுத்தல்.
- குழியவுரு அசைவு, குழியமுதலுருப் பெருகல், கலப்புன்னங்கங்களைக் குறித்த இடத்தில் வைத்தல், தேவையேற்படும்போது நிறமூர்த்தங்களை நகரச் செய்தல்.
- கலத்தின் வடிவத்தைப் பேணல் (பிரதானமாக விலங்குக் கலங்களில்)

பிசிர், சவுக்குமுளை

பிசிர், சவுக்குமுளை ஆகியவை பொதுவான கட்டமைப்பைக் கொண்டவை. சவுக்குமுளை நீண்ட கட்டமைப்பு; பிசிர்கள் குறுகிய கலநீட்சிகள், பெரும்பாலும் நிரைகளாக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டிருக்கும். கலமேற்பரப்பில் பிசிர்கள் சவுக்குமுளையை விட அதிக எண்ணிக்கையில் காணப்படும். அவை (9+2) கட்டமைப்பு கொண்ட நுண்குழாய்களாலானவை. (ஒன்பது இரட்டை நுண்குழாய்களாலான வளையத் தையும் தனியான இரண்டு நுண்குழாய்களை மத்தியிலும் கொண்டது.) அவை முதலுருமென்சவ்வால் சூழப்பட்டது. ஒரு அடியுடலுடன் இணைக்கப்பட்டது. அடியுடலானது பிசிர் அல்லது சவுக்கு முளையைக் கலத்தில் நிலைநாட்டும். அடியுடலானது (9+0) ஒழுங்கமைப்புடையது. (அதன் மத்தியில் நுண்குழாய்கள் இல்லை)

தொழில்கள்

- இடப்பெயர்வுக்குரிய தூக்கமாகத் தொழிற்படும்.
- இழைய மேற்பரப்பின் மேலாகப் பாயிகளை அசையச் செய்தல்.
- சூலகக்கானிலுள்ள பிசிர்கள் முட்டையைக் கருப்பையை நோக்கி நகர்த்துவதில் உதவும்.



உரு 2.24 பிசிரின் கட்டமைப்பு

புன்மையத்திகள்

புன்மையத்தியானது மென்சவ்வால் சூழப்படாத, உருளை வடிவாக ஒழுங்குப்படுத்தப் பட்ட நுண்குழாய்களால் ஆக்கப்பட்ட, விலங்குக் கலத்தில் மட்டும் காணப்படும் ஒரு உபகலக்கூறாகும். ஒவ்வொரு புன்மையத்தியிலும் ஒன்பது மும்மை நுண் குழாய்த் தொகுதிகள் வளையவுருவில் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள்ளது (9+0). ஒரு சோடி புன்மையத்திகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டு கருவுக்கருகில் உள்ள மையமூர்த்தம் என அழைக்கப்படும் பிரதேசத்தில் காணப்படும்.

தொழில்

- கலப்பிரிவின்போது உடுவுரு, கதிர் என்பவற்றைத் தோற்றுவித்தல்.

மையப்புன்வெற்றிடம்

மையப்புன்வெற்றிடமானது ஒரு பெரிய கட்டமைப்பு; இழுவிசையிரசனையால் சூழப்பட்டது; கலச்சாறு என அழைக்கப்படும் திரவத்தால் நிரப்பப்பட்டது; தாவரங்களில் காணப்படும். கலச்சாற்றின் கூற்றமைவு சைற்றோசொல்லிலிருந்து வேறுபட்டது. கலச்சாறானது நீரையும், அயன்களான பொற்றாசியம், குளோரைட் போன்றவற்றையும் சில வேளைகளில் நீரில் கரையக்கூடிய நிறப்பொருள்களான அந்தோசயனின் போன்றவற்றையும் கொண்டது.

தொழில்கள்

- நீரையும் பிற பதார்த்தங்களான வெல்லங்கள், அயன்கள், நிறப்பொருள்கள் போன்றவற்றையும் சேமித்தல்.
- கலத்தின் நீர்சமநிலையைப் பேணல்.
- கலத்திற்கு விறைப்புத்தன்மையையும் ஆதாரத்தையும் வழங்குதல்.
- சாற்று நிறப்பொருள்கள் கொண்ட சில தாவரங்களில் நிறத்தைத் தோற்றுவித்தல்.
- கலச் செயற்பாடுகளுக்குத் தேவையான கரையக்கூடிய பதார்த்தங்களைச் சேமித்தல்.

கலப்புறக் கூறுகள்

1. கலச்சுவர்

கலச்சுவரானது தாவரக் கலங்களிலுள்ள ஒரு கலப்புறக் கட்டமைப்பாகும். விலங்குக் கலங்கள் கலச்சுவரைக் கொண்டிருப்பதில்லை. எனினும் புரோக்கரியோட்டுக்கள், பங்கசுக்கள், சில புரோடிஸ்டுக்கள் போன்றவையும் ஒரு மெல்லிய, வளையக்கூடிய கலச்சுவரைக் கொண்டவை. கலச்சுவரின் இரசாயனச் சேர்க்கையானது இனத்துக்கு இனம் பெருமளவில் வேறுபடுவதுடன் ஒரே தாவரத்தின் வெவ்வேறு கலவகைகளிலும் கூட வேறுபடுகின்றது. எனினும் தாவரங்களில் கலச்சுவரானது பொதுவாகச் செலுலோசு, பெக்ரின், அரைச்செலுலோசு, இலிக்னின் மற்றும் சுபரின் (சில தாவரக்கலங்களில் மட்டும்) போன்றவற்றால் ஆக்கப்பட்டது.

தாவரங்கள் இரண்டு வகையான கலச்சுவர்களை ஆக்குகின்றன. முதலான சுவர்கள், துணையான சுவர்கள். இளம் கலங்கள் முதலில் முதலான கலச்சுவரைச் சுரக்கும். இதுவே தாவரக் கலப்பிரிவின் போது இடப்படும் கலச்சுவராகும். முதலான சுவருக்குச் சற்று வெளிப்புறமாக ஒரு மெல்லிய படை (நடுமென்றட்டு) உள்ளது. இது ஒட்டும் தன்மையான பல்சக்கரைட்டான பெக்ரினை (மகனீசியம், கல்சியம் பெக்ரேற்) அதிகளவில் கொண்டது. நடுமென்றட்டானது அருகருகேயுள்ள கலங்களை இணைத்து வைத்திருக்கிறது. முதற்சுவரின் மேல் கடினமான பதார்த்தங்களின் படிவால் ஒரு துணைக்கலச்சுவரானது இரண்டாவதாகத் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

முதலான கலச்சுவரானது ஊடுபுகவிடக்கூடியது; ஒப்பீட்டளவில் மெல்லியது; நெகிழக் கூடியது; இது பிரதானமாகக் கலப்புறத்தாயத்தினூடாக (நடுமென்றட்டு) சமனற்ற முறையில் இடப்பட்ட செலுலோசு நார்களாலாக்கப்பட்டது. நீரானது கலச்சுவரில் உள்ள வெற்று இடைவெளிகளினூடாகச் சுயாதீனமாக நகரக் கூடியது.

துணையான கலச்சுவரானது முதலுருமென்சவ்விற்கும் முதலான கலச் சுவருக்குமிடையே காணப்படுகிறது. இது கடினமான பதார்த்தங்களின் பல படைகளைக் கொண்ட, விறைப்பான கட்டமைப்பை உருவாக்கும். துணையான

சுவரில் செலுலோசுக்கு மேலதிகமாக ஊடுபுகவிடாத பதார்த்தங்களான இலிக்னின், சுபரின் என்பனவும் அதனுடன் இணைந்து காணப்படுகிறது. இலிக்னின் சீமெந்தானது செலுலோசு நார்களை ஒன்றாக நிலைநிறுத்துவதன் மூலம் கடினமான, விறைப்பான தாயத்தை வழங்கிக் கலச்சுவருக்கு மேலதிக ஆதாரத்தைக் கொடுக்கும்.

கலச்சுவரில் குழிகள் காணப்படும். இதனூடாக அருகருகே காணப்படும் கலங்களின் குழியவுரு முதலுருஇணைப்புகளினால் இணைக்கப்படுகிறது.

தொழில்கள்

- பாதுகாப்பும் ஆதாரமும்
- நீரானது கலத்தினுள் செல்லும்போது விறைப்புத்தன்மையின் விருத்திக்கு இடமளித்தல்.
- வீக்க நிலையின்போது வெடித்தலைத் தடுத்தல்.
- கலவளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தலும் எல்லைப்படுத்தலும்.
- அப்போப்பிளாஸ்ட் பாதையின் கூறு.
- கல வடிவத்தைப் பேணல்.
- ஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராகத் தாவரத்தை நிமிர்த்தி வைத்திருத்தல்.

2. கலச்சந்திகள்

அயற்கலங்களின் முதலுருமென்சவ்வுகள் இணைக்கப்படும் இடத்திலுள்ள கட்டமைப்பே கலச்சந்திகளாகும். அவை நேரடியான பௌதிகத் தொடர்புறும் இடங்களினூடாகத் தொடர்பாடலை ஏற்படுத்தி இடைவினையாற்றும்.

தொழில்கள்

- அயற்கலங்களின் அக இரசாயனச் சூழலை இணைத்தல்.
- கலச்சந்திகளானது அயற்கலங்களின் குழியவுருக்களை இணைக்கும் கட்டமைப்புகளாகும். விலங்குக் கலங்களில் மூன்று வகையான கலச்சந்திகள் உள்ளன.

1. நெருக்கமான சந்திகள் - விசேட புரதங்கள் மூலம் கலங்களைச் சுற்றித் தொடர்ச்சியான அடைப்புகளை உருவாக்கி அயற்கலங்களின் முதலுருமென்சவ்வுகளை நெருக்கமாக இணைக்கும். கலத்திடை இடைவெளிகளினூடாகக் கலப்புறப்பாயங்களின் கசிவைத் தடுக்கும்.
   உ+ம் : தோல் மேலணி
2. டெஸ்மோசோம்கள் / தாங்கும் சந்திகள் :- இடைத்தர இழைகளினால் வலிமையான பிணைப்பை ஏற்படுத்தி அயற்கலங்களின் குழியவன்கூட்டுடன் பொறிமுறைரீதியில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.
   உ+ம் : தசையிழையம்

3. இடைவெளிச் சந்தி / தொடர்பாடும் சந்தி :- ஒரு கலத்திலிருந்து அடுத்துள்ள கலத்திற்கு குழியவுருக் கால்வாய்களை வழங்கும். இடைவெளிச் சந்தியானது விசேட மென்சவ்வுப் புரதங்களைக் கொண்டது. இப் புரதங்கள் துளைகளைச் சூழ்ந்து காணப்படும். இத்துளைகளினூடாக அயன்கள், வெல்லங்கள், அமினோவமிலங்கள் என்பன கடத்தப்படலாம். நேரடியான தொடர்புகள் மூலம் அயலிலுள்ள கலங்களிடையே சமிக்ஞைகள், பதார்த்தங்கள் என்பவற்றின் பரிமாற்றத்தை அனுமதிக்கும்.

   உ+ம் : இதயத்தசை, விலங்கு முளையம்

முதலுருஇணைப்பு

தாவரக் கலச்சுவரினூடாகச் செல்லும் நுணுக்குக்காட்டிக்குரிய கால்வாய்கள் முதலுரு இணைப்புகள் ஆகும். இவை அயற்கலங்களின் குழியவுருக்களிடையேயுள்ள குழியவுருவிற்குரிய உயிர்த் தொடர்புகளாகும். இவை குழியவுருவால் நிரப்பப்பட்டுள்ளதும் மென்சவ்வுகளால் படலிடப்பட்டதுமான கால்வாய்கள் ஆகும்.

விலங்குக் கலங்களின் கலப்புறத்தாயம்

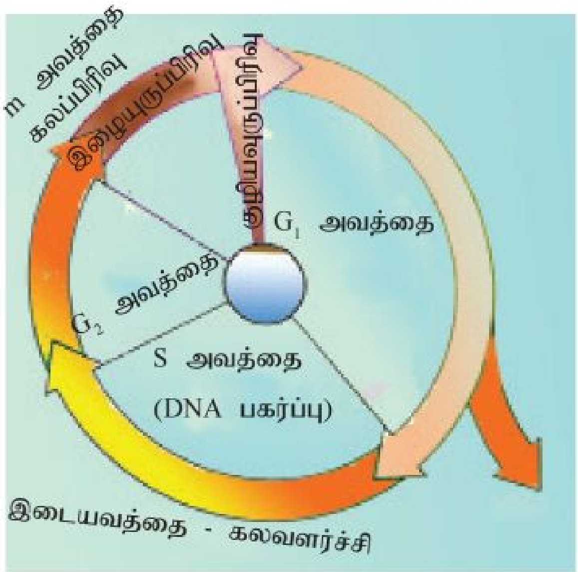
விலங்குக் கலங்களில் கலச்சுவர் காணப்படாவிட்டாலும் அவை விரிவான கலப்புறத்தாயத்தைக் (ECM) கொண்டவை. இதன் பிரதான கூறுகளாக கலங்களால் சுரக்கப்படுகின்ற கிளைக்கோப்புரதங்களும், காபோவைதரேற்றுகளை உள்ளடக்கிய வேறு மூலக்கூறுகளும் காணப்படும். பெரும்பாலான விலங்குக் கலங்களில் மிக அதிகளவில் காணப்படும் கிளைக்கோப்புரதம் கொலாஜென் ஆகும். இக்கொலாஜென் கலத்தின் வெளிப்புறமாக வலிமையான நார்களை உருவாக்கும். கலங்களினால் சுரக்கப்பட்ட, புரோட்டியோகிளைக்கன் (Proteoglycan) இனால் பின்னப்பட்ட, ஒரு வலையமைப்பினுள் கொலாஜென் நார்கள் உட்புதைந்திருக்கும்.

தொழில்கள்

- கலமேற்பரப்பின் மேல் பாதுகாப்புப் படை ஒன்றை ஆக்குதல்.
- கலப்புறத்தாயத்தைக் குழியவன்கூட்டுடன் இணைத்தல்.
- பொறிமுறைக்குரிய மற்றும் இரசாயன சமிக்ஞையில் ஈடுபடுவதன் மூலம் கல நடத்தையில் செல்வாக்குச் செலுத்தல்.

கலவட்டமும் கலப்பிரிவுச் செயன்முறையும்

ஒரு கலப்பிரிவின் இறுதியிலிருந்து அடுத்த கலப்பிரிவின் இறுதிவரை கலத்தில் நடைபெறுகின்ற தொடரான நிகழ்வுகள் கலவட்டம் என அழைக்கப்படும். கலப்பிரிவின் இறுதியில் பெற்றார்க் கலத்தைப் போன்ற பிறப்புரிமை ரீதியில் ஒத்த இரண்டு மகட்கலங்கள் உருவாகும்.



உரு 2.26 கலவட்டம்

இயூக்கரியோட்டாவிற்குரிய கலவட்டம்

இழையுருப்பிரிவு

இயூக்கரியோட்டாவிற்குரிய கலவட்டமானது இரண்டு பிரதான அவத்தைகளாகப் பிரிக்கப்படலாம்.

- இடையவத்தை
- இழையுருப்பிரிவுக்குரிய அவத்தை / M - அவத்தை

கலப்பிரிவில் இடையவத்தையானது மிகவும் நீண்ட அவத்தையாகும். இது கலவட்டத்தின் ஏறத்தாழ 90 % ஐ உள்ளடக்கியிருக்கும். இடையவத்தையானது மூன்று அவத்தைகளாகப் பிரிக்கப்படலாம்.

- G_1 அவத்தை (முதலாவது இடைவெளி அவத்தை)
- S அவத்தை (தொகுப்புக்குரிய அவத்தை)
- G_2 அவத்தை (இரண்டாவது இடைவெளி அவத்தை)

G_1 அவத்தை

இந்த அவத்தையில் புரதங்கள் தொகுக்கப்படுவதுடன் கலப்புன்னங்கங்களின் உற்பத்தியும் நடைபெற்று கலவளர்ச்சி நிகழ்வதற்கு வழிவகுக்கும். இவ்வவத்தையின் போது S அவத்தைக்கு அவசியமான புரதங்கள் தொகுக்கப்படும்.

S அவத்தை

DNA பகர்ப்பு, கிஸ்டோன புரதங்களின் தொகுப்பு என்பவை நடைபெறும். DNA யானது கிஸ்டோன் மணிகளைச் சுற்றிக் குரோமற்றின் (Chromatin) ஆக்கும்.

G_2 அவத்தை

புரதத்தொகுப்பு, கலப்புன்னங்களின் தொகுப்பு என்பவற்றால் கலத்தினது வளர்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறும். இழையுருப்பிரிவுக்கு அவசியமான புரதங்கள் தொகுக்கப்படும். மையமூர்த்தங்களின் இரட்டிப்பு நடைபெறும்.

கலமானது கலப்பிரிவின் தொடர்ந்து வரும் அவத்தைகளை நோக்கி நகர்வதற்கான ஆயத்தத்தை உறுதிப்படுத்தும் முகமாக G_1, G_2, M அவத்தைகளில் கலவட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் சரிபார் கட்டங்கள் (checkpoints) உள்ளன. வழமையாகச் சிலகலங்கள் G_1 சரிபார் கட்டத்தில் தொடர்ந்து மேற்செல்வதற்கான சமிக்ஞையைப் பெற்று, G_1, S, G_2, M அவத்தைகளை பூரணப்படுத்திப் பிரிவடையும். கலங்கள் தொடர்ந்து மேற்செல்வதற்கான சமிக்ஞையை G_1 சரிபார் கட்டத்தில் பெறாவிடில் அவை வட்டத்திலிருந்து வெளியேறி G_0 அவத்தை என அழைக்கப்படும் பிரிவடையாத நிலையினுட்புகும். மனித உடலின் பெரும்பாலான கலங்கள் உண்மையில் G_0 அவத்தையிலுள்ளன. உ+ம் : நரம்புக் கலங்கள், தசைக் கலங்கள்.

இழையுருப்பிரிவுக்குரிய அவத்தை / M அவத்தை

M அவத்தையானது கலவட்டத்தில் கிட்டத்தட்ட 10% ஐ மட்டுமே உள்ளடக்கும். இது இழையுருப்பிரிவையும் குழியவுருப்பிரிவையும் உள்ளடக்கியது.

இழையுருப்பிரிவு

இழையுருப்பிரிவு என்பது ஒரு தாய்க்கருவிலிருந்து பிறப்புரிமைரீதியில் ஒத்த இரு மகட்கருக்களை உருவாக்கும் கருப்பிரிவாகும். கலவட்டச் செயற்பாடுகளைக் கற்பதற்கு இலகுவாக இது ஐந்து படிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. முன்னவத்தை முன்அனுஅவத்தை, அனுஅவத்தை, மேன்முக அவத்தை, ஈற்றவத்தை

1. முன்னவத்தை

குரோமற்றின் நார்கள் குறுகித் தடிப்படைவதால் ஒடுக்கமடைந்து நிறமூர்த்தங்களாக மாறுகிறது. இதன் விளைவாக நிறமூர்த்தங்கள் ஒளி நுணுக்குக்காட்டியினூடாகத் தென்படும். புன்கரு மறையும். நிறமூர்த்தங்கள் மையப்பாத்தில் இணைந்த இரு உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்களாகத் தென்படும். உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்களின் நிறமூர்த்தப் புயங்கள் கொகேசின் (cohesin) என்ற விசேட புரதங்களால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இழையுருப்பிரிவுக்குரிய கதிர்கள் உருவாகத் தொடங்கும். மையமூர்த்தங்கள், கதிருக்குரிய நுண்குழாய்கள், உடுவுரு ஆகியவற்றைக் கதிர்கள் உள்ளடக்கியிருக்கும்.

மையமூர்த்தங்களுக்கிடையில் காணப்படும் நுண்குழாய்கள் நீட்சியடைவதால் மையமூர்த்தங்கள் கலத்தின் எதிர்முனைவுகளை நோக்கி அசையும்.

2. முன் அனுஅவத்தை

கருச்சூழி துண்டாகும் நிறமூர்த்தங்கள் மேலும் ஒடுக்கமடையும். நிறமூர்த்தங்களின் உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்கள் அவற்றின் மையப்பாத்தில் இயக்கத்தானம் (Kinetochore) என அழைக்கப்படும் விசேட புரதத்தால் இணைக்கப்படும். நிறமூர்த்தங்களின் இயக்கத்தானத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள சில நுண்குழாய்கள் நிறமூர்த்தங்களை முன் பின்னாக அசைக்கும். இயக்கத்தானத்துடன் இணைக்கப்படாத நுண்குழாய்கள் எதிர் முனைவு களிலிருந்து மையமூர்த்தங்களுடன் இடைத்தொடர்பு கொள்ளும்.

3. அனுஅவத்தை

மையமூர்த்தங்கள் எதிர் முனைவுகளை அடையும். ஒவ்வொரு முனைவு களிலிருந்தும் சம தூரத்தில் காணப்படும் அனுஅவத்தைத் தட்டு என அழைக்கப்படும் இடத்தை நிறமூர்த்தங்கள் வந்தடையும். எல்லா நிறமூர்த்தங்களினதும் மையப்பாத்துக்கள் அனுஅவத்தைத் தட்டில் ஒழுங்கமையும். இந்த அவத்தையின் இறுதியில் கலத்தின் ஒவ்வொரு நிறமூர்த்தமும் இயக்கத்தான நுண்புன்குழாயுடன் மையப்பாத்தில் இணைக்கப்பட்டு அனுஅவத்தைத் தட்டில் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுவிடும்.

4. மேன்முக அவத்தை

உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்கள் மையப்பாத்தில் பிரிக்கப்படும் இயக்கத் தானத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள நுண்குழாய்கள் குறுகி உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்களை எதிர் முனைவுகளை நோக்கி இழுக்கும். இயக்கத் தானத்துடன் இணைக்கப்படாத நுண்குழாய்கள் நீட்சியடைவதால் கலமானது நீட்சியடையும். மேன்முக அவத்தையின் இறுதியில் கலத்தின் ஒவ்வொரு முனைவிலும் சமமானதும், முழுமையானதுமான நிறமூர்த்தத் தொகுதிகள் காணப்படும்.

5. ஈற்றவத்தை

எதிர்முனைவுகளிலுள்ள ஒவ்வொரு நிறமூர்த்தத் தொகுதிகளையும் சூழ்ந்து கருச்சூழி மீண்டும் உருவாகும். புன்கரு மீண்டும் தோன்றும். கதிருக்குரிய நுண்குழாய்கள் பல்பாத்தகற்றப்படும். நிறமூர்த்தங்கள் சுருள் குலைந்து, தளர்ந்து குரோமற்றினை உருவாக்கும். இரண்டு பிறப்புரிமை ரீதியில் ஒத்த மகட் கருக்கள் உருவாகும்.

குழியவுருப்பிரிவு

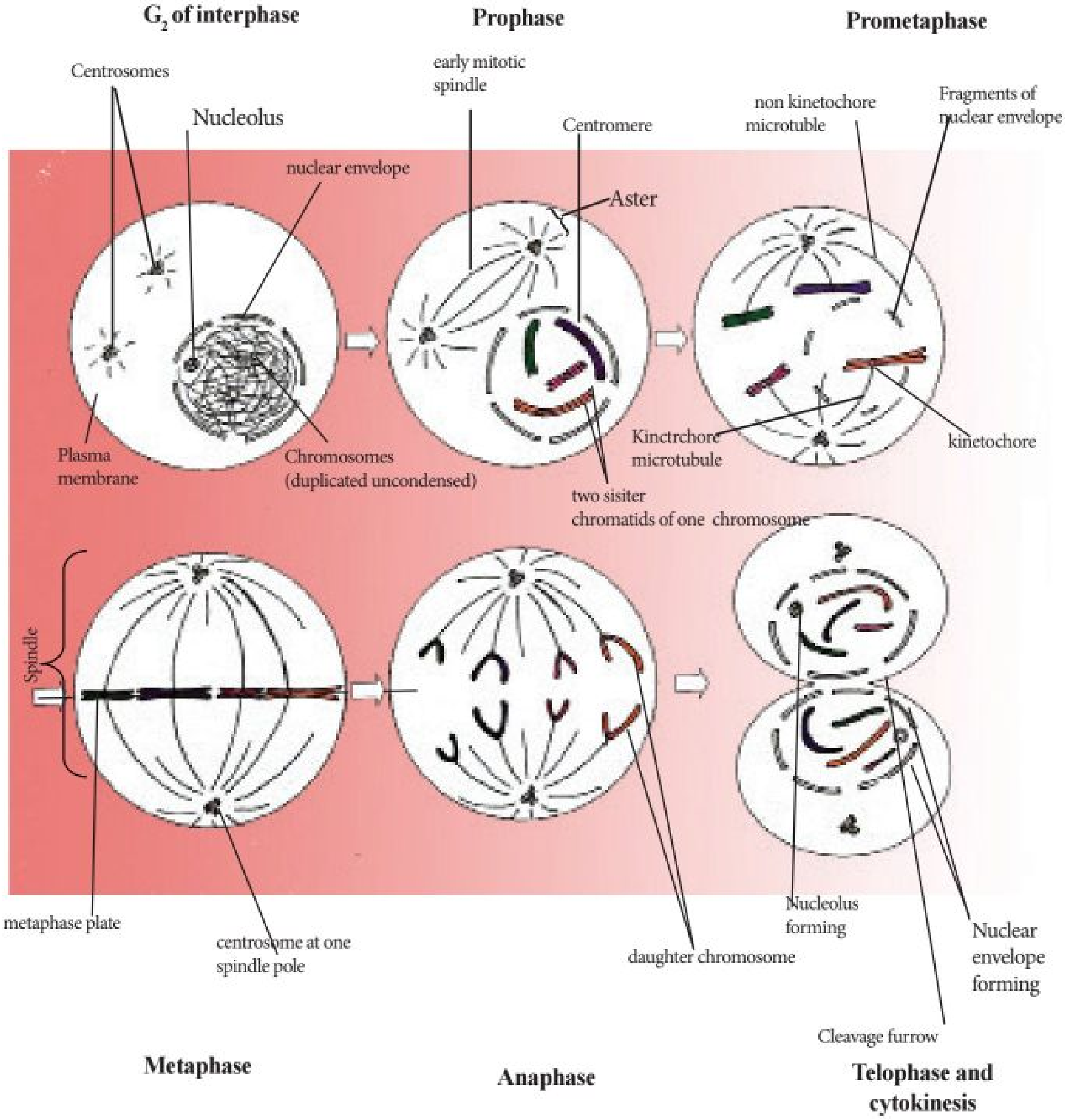
ஈற்றவத்தையின் இறுதியில் குழியவுருப்பிரிவு ஆரம்பமாகும். எனவே இழையுருப்பிரிவின் இறுதியில் இரண்டு பிறப்புரிமை ரீதியில் ஒத்த மகட் கலங்கள் உருவாகும்.

விலங்குக் கலங்களில் பிளவுசால் ஒன்று உருவாகும். இது பிறப்புரிமைரீதியில் ஒத்த இரண்டு மகட் கலங்களைத் தோற்றுவிக்கும்.

தாவரக்கலங்களில் கொல்கி உபகரணத்தின் புடகங்களால் உருவாக்கப்படும் கலத்தட்டு தோன்றும். இது குழியவுருவை இரண்டாகப் பிரிவடையச் செய்து மூல உயிரிக் கலத்தைப் (parent) பிறப்புரிமை ரீதியில் ஒத்த இரண்டு மகட் கலங்களைத் தோற்றுவிக்கும்.

இழையுருப்பிரிவின் முக்கியத்துவங்கள்

1. பாரம்பரிய உறுதிநிலையைப் பேணல்
2. வளர்ச்சி மற்றும் விருத்தியை ஏற்படுத்தல்
3. கலங்களைச் சீர்படுத்தல், பிரதியீடு செய்தல், புத்துயிர்த்தல்
4. இலிங்கமில் இனப்பெருக்கம்



உரு 2.27 இழையுருப்பிரிவுக்குரிய கலப்பிரிவின் அவத்தைகள்

ஒடுக்கற்பிரிவு

இலிங்கமுறையில் இனப்பெருகும் அங்கிகள் ஒடுக்கற்பிரிவு எனப்படும் வேறு வகையான கலப்பிரிவை மேற்கொள்ளும்.

ஒடுக்கற்பிரிவு இருமடியமான ஒரு தாய்க்கருவில் இருந்து நான்கு ஒரு மடியமான பிறப்புரிமை ரீதியில் வேறுபட்ட மகட் கருக்களைத் தோற்றுவிக்கும் ஒரு வகையான கருப்பிரிவாகும்.

ஒடுக்கற்பிரிவானது இரண்டு தொடர்ச்சியான கருப்பிரிவுகளை உள்ளடக்கியது. அவை ஒடுக்கற்பிரிவு I உம் ஒடுக்கற்பிரிவு II உம் ஆகும்.

ஒடுக்கற்பிரிவு I ஒரு ஒருங்கல் பிரிவாகும்.

ஒடுக்கற்பிரிவு II இழையுருப்பிரிவை ஒத்தது.

ஒவ்வொரு படியும் நான்கு உபஅவத்தைகளைக் கொண்டது. அவை முன்னவத்தை, அனுஅவத்தை, மேன்முக அவத்தை, ஈற்றவத்தை.

ஒடுக்கற்பிரிவு நடைபெறுவதற்கு முன்பு கலமானது இடையவத்தையில் காணப்படும். இடையவத்தையின் S அவத்தையின் போது DNA பகர்ப்பு நடைபெறும்.

ஒடுக்கற்பிரிவு I

1. முன்னவத்தை I

கலமானது இடையவத்தையிலிருந்து முன்னவத்தைக்குச் செல்லும். நிறமூர்த்தங்கள் ஒடுங்க ஆரம்பிக்கும். புன்கரு மறைய ஆரம்பிக்கும். இரண்டு அமைப்பொத்த நிறமூர்த்தங்களை நெருக்கமாக இணைத்து வைத்திருக்கும் விசேட புரதத்தாலான பல்லிணைவுப் பட்டிகை (Zip) போன்ற கட்டமைப்பு அடுத்து உருவாகும். இது கோப்பிழைச் சிக்கல் என அழைக்கப்படும்.

அமைப்பொத்த நிறமூர்த்தங்களின் சோடியாதலும் அவற்றின் பௌதிக தொடர்பும் ஒடுக்கம் என அழைக்கப்படும். ஒடுக்கம் நடைபெறும்போது அமைப்பொத்த சோடி நிறமூர்த்தங்களின் உடன்பிறவாத அரைநிறவுருக்களின் DNA மூலக்கூறின் ஒரு பகுதி உடைந்து பரிமாற்றப்பட்டு மீண்டும் இணையும் இச்செயன்முறையானது குறுக்குப் பரிமாற்றம் எனப்படும். கோப்பிழைச் சிக்கல் பிரிக்கப்பட்டு அமைப்பொத்த நிறமூர்த்தங்கள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று சற்று விலகிய பின் குறுக்குப்பரிமாற்றமுற்ற இடங்கள் கோப்புக்களாகத் தென்படும்.

கருச்சூழி உடையும். விலங்குக் கலங்களில் மையமூர்த்தங்கள் கதிர்களை உருவாக்கி எதிர்முனைவுகளை நோக்கி அசையும்.

ஒருமுனைவிலுள்ள நுண்குழாய்கள் அமைப்பொத்த சோடி நிறமூர்த்தங்களின் ஒரு நிறமூர்த்தத்தின் இயக்கத்தானத்துடன் இணையும். மற்றைய முனைவிலுள்ள நுண்குழாய்கள் அதே சோடியின் மற்றைய நிறமூர்த்தத்தின் நுண்குழாய்களுடன் இணைந்து கொள்ளும். பின்பு அமைப்பொத்த சோடிகள் அனுஅவத்தைத் தட்டை நோக்கி அசையும்.

2. **அனுஅவத்தை I**

ஒவ்வொரு சோடி அமைப்பொத்த நிறமூர்த்தங்களினதும் ஒரு நிறமூர்த்தம் ஒரு முனைவை நோக்கியவாறு அமைப்பொத்த சோடி நிறமூர்த்தங்கள் அனுஅவத்தைத் தட்டில் ஒழுங்குபடுத்தப்படும். அமைப்பொத்த நிறமூர்த்த சோடிகளில் ஒரு நிறமூர்த்தத்தின் இரண்டு அரைநிறவுருக்களும் ஓர் முனைவிலிருந்து வரும் இயக்கத்தான நுண்குழாயுடன் இணையும். மற்றைய நிறமூர்த்தத்தின் இரு அரைநிறவுருக்களும் எதிர்முனைவிலிருந்து வரும் இயக்கத்தான நுண்குழாயுடன் இணையும். அமைப்பொத்த நிறமூர்த்தங்கள் அனுஅவத்தைத் தட்டில் எழுந்தமானமாக ஒழுங்குபடுத்தப்படும்.

3. **மேன்முக அவத்தை I**

கதிரின் இயக்கத்தான நுண்குழாய்கள் குறுகும். அமைப்பொத்த சோடிகள் வேறாகும். ஒவ்வொரு சோடியினதும் ஒரு நிறமூர்த்தம் எதிர்முனைவை நோக்கி அசையும். ஒவ்வொரு நிறமூர்த்தங்களினதும் உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்கள் மையப்பாத்தில் இணைக்கப்பட்டவாறு முனைவை நோக்கித் தனியலகாக நகரும்.

4. **ஈற்றவத்தை I**

ஒவ்வொரு முனைவிலும் ஒரு மடிய நிறமூர்த்தங்களின் ஒருமுழுத்தொகுதி ஒன்று சேரும். ஒவ்வொரு நிறமூர்த்தத் தொகுதியைச் சூழ்ந்தும் கருச்சூழி மீள உருவாகும். புன்கரு மீண்டும் தோன்றும். கதிர்கள் சிதையும். நிறமூர்த்தங்கள் தளர்ந்து குரோமற்றினாகும். ஒரு கலத்தினுள் பிறப்புரிமை ரீதியில் வேறுபட்ட, ஒருமடியமான, இரண்டு மகட் கருக்கள் உருவாகும்.

குழியவுருப்பிரிவு

வழமையாக ஈற்றவத்தை I நடைபெறும் நேரத்திலேயே நடைபெறும். பிறப்புரிமை ரீதியில் வேறுபட்ட ஒரு மடியமான இரண்டு மகட் கலங்கள் தோன்றும். விலங்குக் கலங்களில் பிளவு சால் தோன்றும். தாவரக் கலங்களில் கலத்தட்டு தோன்றும். ஒடுக்கற்பிரிவு I க்கும் ஒடுக்கற் பிரிவு II க்கும் இடையே DNA பகர்ப்பு நடைபெறாது.

ஒடுக்கற்பிரிவு II

1. **முன்னவத்தை II**

மையமூர்த்தமானது கதிர் உபகரணத்தை (கதிர்நார்கள், உடுவுரு, மையமூர்த்தம்) தோற்றுவிக்க ஆரம்பிக்கும். குரோமற்றின் நார்கள் ஒடுக்கமடைந்து இரண்டு உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்களைக் கொண்ட நிறமூர்த்தங்களை உருவாக்கும். கருச்சூழி துண்டங்களாக உடையும். புன்கரு மறையும். முன்னவத்தை II இன் பிந்திய நிலையின்போது நிறமூர்த்தங்களின் மையப்பாத்துகள் அனுஅவத்தை II இன் தட்டை நோக்கி அசையும்.

2. அனுஅவத்தை II

எல்லா நிறமூர்த்தங்களும் அவற்றின் மையப்பாத்தில் நுண்குழாய்களுடன் இணைந்து அனுஅவத்தைத் தட்டில் ஒழுங்குபடுத்தப்படும். இரு முனைவுகளி லிருந்தும் நீட்டப்படும். நுண்குழாய்களுடன் உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்களின் இயக்கத்தானம் இணையும். ஒடுக்கற்பிரிவு I இல் நடைபெற்ற குறுக்குப்பரிமாற்றம் காரணமாக ஒவ்வொரு நிறமூர்த்தங்களினதும் இரு உடன்பிறந்த அரைநிற வுருக்களும் பிறப்புரிமைரீதியில் ஒத்தவையல்ல.

ஒடுக்கற்பிரிவு II வழமையாக ஒடுக்கற்பிரிவு I இற்குச் செங்குத்தானது. எனவே ஒடுக்கற்பிரிவு II இன் அனுஅவத்தைத் தட்டானது ஒடுக்கற்பிரிவு I இன் அனுஅவத்தைத் தட்டிற்குச் செங்குத்தானது.

3. மேன்முக அவத்தை II

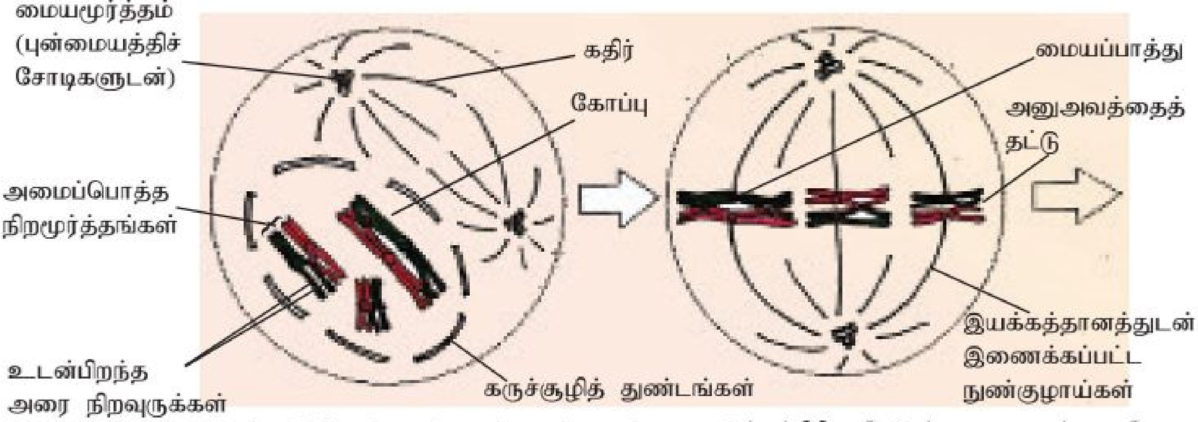
உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்களில் இணைந்துள்ள புரதங்கள் உடைவதால் அவை மையப்பாத்தில் வேறாகும். நுண்குழாய்கள் குறுகுவதன் விளைவாக ஒவ்வொரு நிறமூர்த்தங்களினதும் உடன்பிறந்த அரைநிறவுருக்கள் எதிர் முனைவுகளை நோக்கி அசையும்.

4. ஈற்றவத்தை II

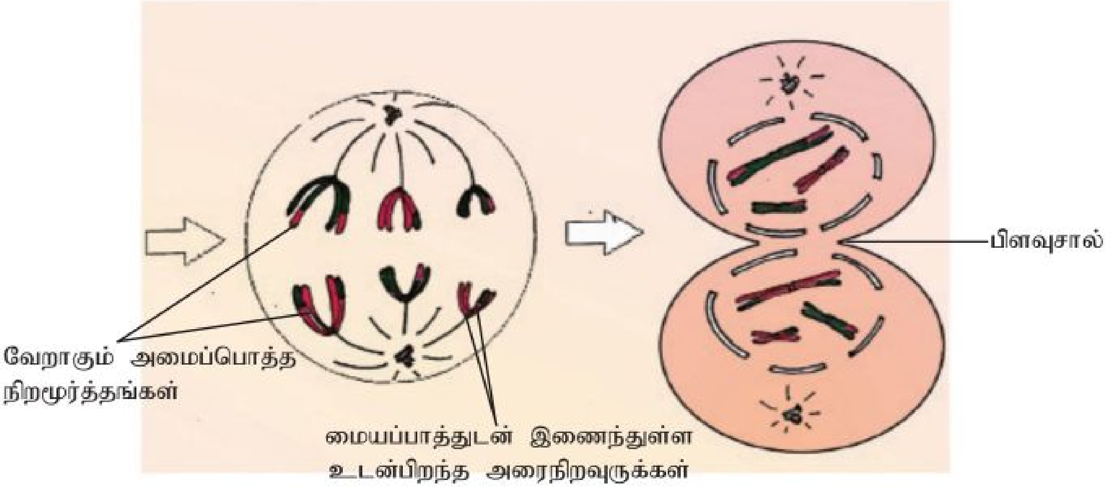
கருச்சூழி, புன்கரு என்பன மீண்டும் உருவாகும். நிறமூர்த்தங்கள் தளர்ந்து குரோமற்றினாகும். கதிர்கள் சிதையும். ஒரு மூலஉயிரிக் கலத்திலிருந்து பிறப்புரிமை ரீதியில் வேறுபட்ட, ஒருமடியமான, நான்கு மகட் கருக்கள் தோன்றும்.

குழியவுருப்பிரிவு

இழையுருப்பிரிவு போன்றே குழியவுருப்பிரிவு நடைபெறும். பிறப்புரிமைரீதியில் வேறுபட்ட, ஒருமடியமான, நான்கு மகட் கலங்கள் தோன்றும். நான்கு மகட் கலங்களும் அவற்றின் மூலஉயிரிக் கலத்திலிருந்தும் வேறுபட்டவை. தாவரக் கலங்களில் மையமூர்த்தங்கள் அல்லது புன்மையத்திகள் இல்லை. எனினும் திரட்டப்பட்ட நுண்குழாய்ச் சிக்கலிலிருந்து கலப்பிரிவின் போது கதிர்கள் உருவாக்கப்படும்.

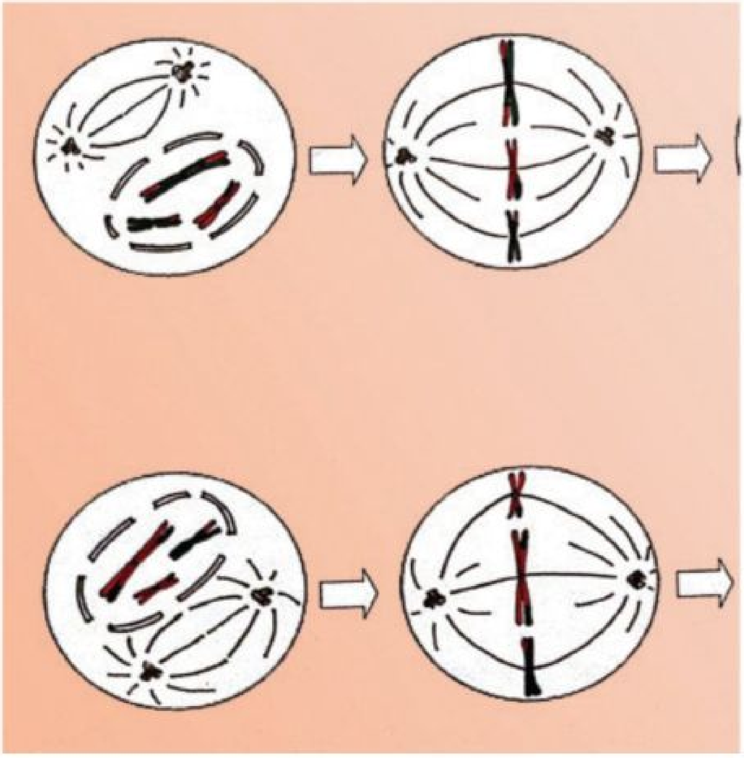


ஒடுக்கற்பிரிவு I இன் முன்அவத்தை I ஒடுக்கற்பிரிவு I இன் அனுஅவத்தை I



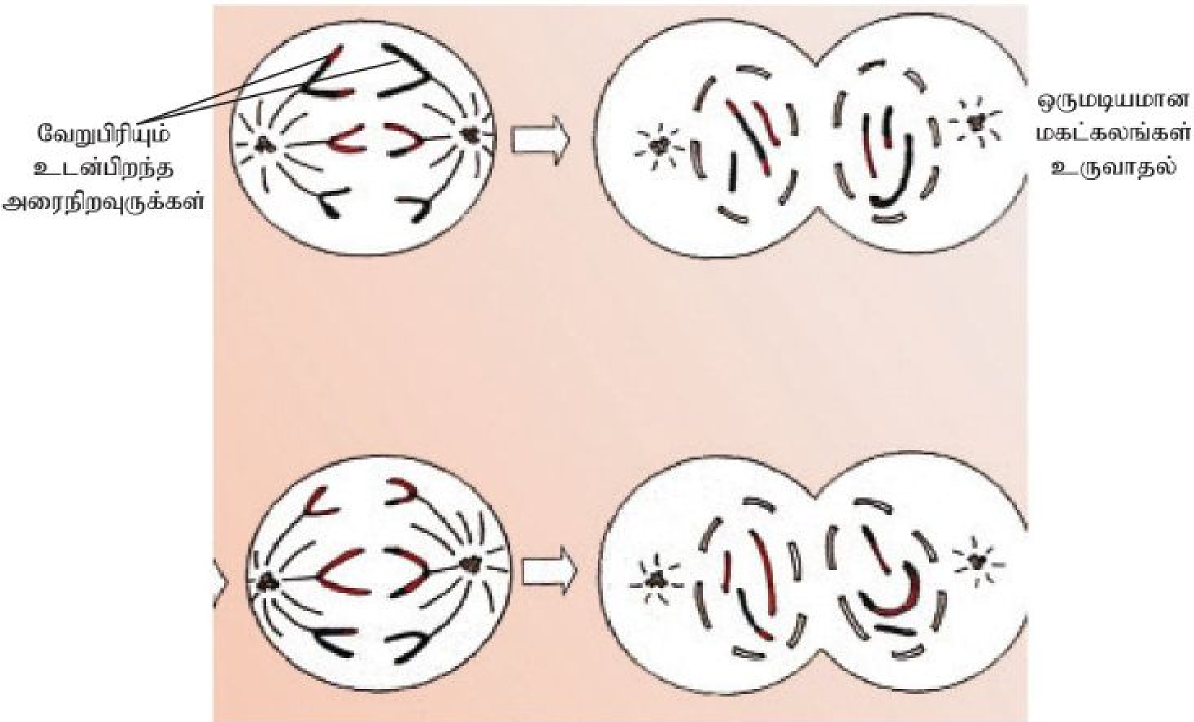
ஒடுக்கற்பிரிவு I இன்
அனுஅவத்தை I

ஒடுக்கற்பிரிவு I இன் ஈற்றவத்தை
I உம் குழியவுருப்பரிவும்



ஒடுக்கற்பிரிவு II இன்
முன்னவத்தை II

ஒடுக்கற்பிரிவு II இன்
அனுஅவத்தை II



ஒடுக்கற்பிரிவு II இன் மேன்முகஅவத்தை II

ஒடுக்கற்பிரிவு II இன் ஈற்றவத்தை II உம் குழியவுருப் பிரிவும்

உரு 2.28 ஒடுக்கற்பிரிவின் அவத்தைகள்

ஒடுக்கற்பிரிவின் முக்கியத்துவம்

- இலிங்கமுறையில் இனம்பெருகும் இனங்களின் சந்ததிகளினூடாக நிறமூர்த்தங்களின் எண்ணிக்கையை மாறிலியாகப் பேணல்.
- கூர்ப்புக்கு வழிகோலும் புதிய பிறப்புரிமை மாறல்களைத் தோற்றுவித்தல்.
- குறுக்குப்பரிமாற்றம், மீளச்சேர்க்கை, தன்வயத்த தொகுப்பு என்பவற்றால் பிறப்பரிமைமாறல் உருவாதல்.

கழலை, புற்றுநோய் மற்றும் காய்ப்புகள்

- கலப்பிரிவானது அக மற்றும் புறக்காரணிகளால் உந்தப்படுகின்றது. இவை இரசாயன அல்லது பௌதிகக் காரணிகளாக இருக்கலாம்.
- புற்றுநோய்க்கலங்கள் சாதாரணமாக உடலின் கட்டுப்பாட்டுப் பொறிமுறைகளிற்குத் துலங்கல்களைக் காட்டுவதில்லை.
- அவை மேலதிகமாகப் பிரிவடைந்து ஏனைய இழையங்களையும் ஆக்கிரமிக்கும். இது தடுக்கப்படாவிடின், அங்கியை இறக்கச் செய்துவிடும்.
- புற்றுநோய்க் கலங்கள் கலவட்டத்தைச் சீராக்கும் சாதாரண சமிக்ஞைகளைக் கருத்தில் கொள்வதில்லை.

- அவற்றிற்கு வளர்ச்சிக் காரணிகள் தேவையில்லை. அவை தமக்குத் தேவைப்படும் வளர்ச்சிக்காரணிகளைத் தாமே தொகுத்துக் கொள்ளும். அல்லது வளர்ச்சிக் காரணி இல்லாமலே கலவட்டத்தைத் தொடரச் செய்யும் சமிக்ஞைகளைப் பிறப்பிக்கும். அசாதாரண கலவட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதி காணப்படல் இன்னொரு சாத்தியமான காரணமாகும்.
- ஒரு இழையத்திலுள்ள தனிக்கலம் ஒன்று மாற்றத்திற்கு உள்ளாவதுடன் பிரச்சினை ஆரம்பமாகின்றது. இச் செயன்முறை சாதாரண கலத்தை அசாதாரண கலமாக மாற்றுகின்றது.
- உடலில் உள்ள நிர்ப்பீடனத் தொகுதி அக்கலத்தை இனங்கண்டு அழிக்க முடியாவிடின் விரைந்து பெருகும் கலங்களால் கழலைகள் தோற்றுவிக்கப்படும்.
- அசாதாரணக் கலங்கள் மாற்றமேற்படுவதற்கு முன்னர் இருந்த தானத்திலேயே காணப்பட்டால் கட்டியானது சாந்தமான கழலை (benign tumour) எனப்படும். பெரும்பாலான சாந்தமான கழலைகள் கடுமையான பிரச்சினைகளை ஏற்படுத்துவதில்லை. அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் இவை முற்றாக அகற்றப்படலாம்.
- துன்புறுத்து கழலை (malignant tumour) ஒன்று அல்லது பல அங்கங்களைத் தாக்கி ஆக்கிரமிக்கும். துன்புறுத்து கழலை ஒன்றைக் கொண்டுள்ள ஒருவர் புற்றுநோயால் பீடிக்கப்பட்டவர் எனக் கூறப்படுவார்.
- ஒரு சில கழலைக்கலங்கள் மூலக் கழலையிலிருந்து பிரிந்து குருதிக்கலன்கள் அல்லது நிணநீர்க்கலன்களிலினூடாகப் பயணித்து உடலின் ஏனைய பகுதிகளையும் அடையலாம். அங்கு அவை விரைந்து பெருகி, புதியதொரு கழலையைத் தோற்றுவிக்கலாம்.
- புற்றுநோய்க்கலங்கள் இவ்வாறு அவற்றின் மூலத்தானத்திலிருந்து தூரவுள்ள இடங்களுக்குப் பரவுதல் கடக்குநிலை அல்லது மையத்திடுகை (metastasis) எனப்படும்.

தாவரங்களில் காய்ப்புகள்

- தாவரக் கலங்களில் ஏற்படும் கட்டுப்படுத்தப்பட முடியாத இழையுருப்பிரிவினால் இவை ஏற்படும்.
- தாவரக் கலப்பிரிவானது தாவர வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளான ஒட்சின்கள், சைற்றோகைனின்கள் என்பவற்றிடையே ஒரு சரியான சமநிலையைப் பேணுவதன் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. இச் சமநிலை இழக்கப்படும் போது தாவரக் கலங்கள் வியத்தமடையாத கலங்களின் திணிவு ஒன்றைத் தோற்றுவிக்கும்.
- சில தனித்தன்மை வாய்ந்த அங்கிகளின் உட்புகுதலின் பின்னர் தாவரத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் விருத்தியடையும் புடைப்புகளும் வளர்ச்சிகளும் காய்ப்புகள் எனப்படும்.

- வைரசுகள், பங்கசுக்கள், பற்றீரியா, பூச்சிகள், சிற்றுண்ணிகள் உட்பட பல காரணிகள் காயப்புகளை ஏற்படுத்தும்.
- வழமையாக காய்ப்புகளை ஏற்படுத்தும் முகவர்கள் தாவரங்களின் வளரும் இழையங்களைச் சில முறைகளினால் ஊடுருவும் அல்லது தாக்கும். இது விருந்துவழங்கியின் கலங்களை மீள ஒழுங்காக்கி ஒரு அசாதாரண வளர்ச்சியை விருத்தியாக்கும்.

அனுசேபச் செயற்பாடுகளின் சக்தித் தொடர்புகள்

உயிரிகளில் நடைபெறும் அனைத்து இரசாயனத் தாக்கங்களினதும் கூட்டு அனுசேபம் எனப்படும். இது உட்சேபத்திற்குரிய மற்றும் அவசேபத்திற்குரிய அனைத்துத் தாக்கங்களையும் உள்ளடக்கியது.

சுயாதீன சக்தியை வெளிவிடுவதன் மூலம் சிக்கலான மூலக்கூறுகள் எளிய மூலக்கூறுகளாக உடைக்கப்படுதல் அவசேபம் ஆகும். எனவே இது ஒரு புறப்பிறப்புத்தாக்கமாகும். சுயாதீன சக்தியை உள்ளெடுப்பதன் மூலம் எளிய மூலக்கூறுகளில் இருந்து சிக்கலான மூலக்கூறுகளை உருவாக்குதல் உட்சேபம் ஆகும். எனவே இது ஒரு அகப்பிறப்புத்தாக்கமாகும்.

உயிர்த்தொகுதிகளின் அவசேபத்தாக்கங்களினால் வெளிவிடப்படும் சக்தியைப் பயன்படுத்தி நடைபெறும் உயிரிரசாயனத் தாக்கங்கள் உட்சேபத்தாக்கங்கள் எனப்படும். எளிய பற்றீரியாக்கள் உட்பட அனைத்து உயிரங்கிகளிலும் ATP சக்திக் காவியாகத் தொழிற்படுகின்றது. எனவே ATP ஆனது சக்திப் பரிமாற்றங்களின் அகில நாணயமென அறியப்படுகின்றது.

சக்தியை வேலை செய்வதற்கான ஆற்றல் என வரையறுக்க முடியும். சகல உயிர் அங்கிகளும் அவற்றின் உயிர்ச் செயற்பாடுகளுக்குப் பல வழிகளில் சக்தித் தேவை கொண்டவை. அவற்றில் சில வருமாறு,

- பதார்த்தங்களின் தொகுப்பு
- முதலுரு மென்சவ்வினூடான உயிர்ப்பான கடத்தல்
- நரம்புக் கணத்தாக்குகளினது கடத்தல்
- தசைச் சுருக்கம்
- பிசிர்கள், சவுக்குமுளைகள் என்பவற்றின் அடிப்பு
- உயிரொளிர்வுகள்
- மின் விடுவிப்புகள்

உயிர்க்கோளத்தில் உயிர்த்தொகுதிகளின் சக்தித் தொடர்புகள் பற்றிய ஒட்டுமொத்தக் கருத்துப் பின்வரும் படிகளைக் கொண்டது.

- சுற்றாடலிலிருந்து உயிரியலுக்குரிய தொகுதிகளுள் சூரியக்கதிர்ப்பினூடாகச் சக்தி பாய்கின்றது. (முதலான சக்தி மூலம் சூரியனாகும்)

- ஒளித்தொகுப்பு நிறப்பொருள்களைக் (குளோரபில்) கொண்ட கலங்களால் ஒளிச்சக்தி ஒளித்தொகுப்புச் செயன்முறையின் போது கைப்பற்றப்படும். இது காபோவைதரேற்றுகள் போன்ற சேதனச்சேர்வைகளில் இரசாயனச் சக்தியாகச் சேமிக்கப்படுகின்றது.
- சேதன உணவுகளில் கைப்பற்றப்பட்ட சக்தியானது ATP இல் இரசாயனச் சக்தியாகக் கலச்சுவாசம் என அழைக்கப்படும் ஒரு செயன்முறையால் மாற்றப் படுகின்றது.
- பல்வேறு சக்தி தேவைப்படும் செயன்முறைகளில் ATP இல் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

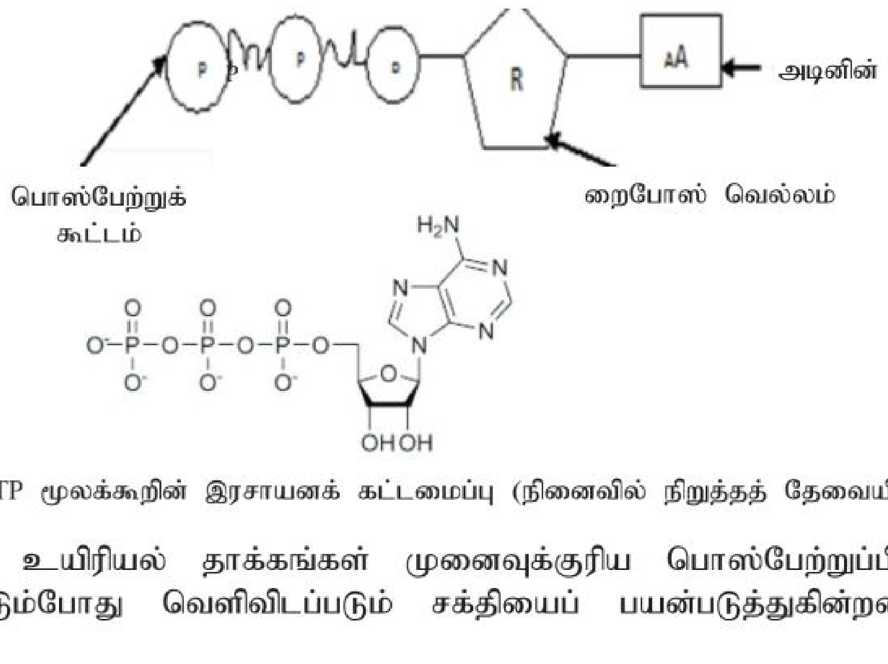
ATP (Adenosine Tri Phosphate)

ATP ஒரு நியுக்கிளியோரைட்டு ஆகும். இது,

- றைபோஸ் வெல்லம்
- அடினின் - நைதரசன் மூலம்
- மூன்று பொஸ்பேற்றுக் கட்டங்களைக் கொண்ட ஒரு சங்கிலி

ATP இன் நீர்ப்பகுப்பின் போது ADP, Pi என்பன தோற்றுவிக்கப்படும். இதன் விளைவாக மிக உயர்வான சக்தி வெளிவிடப்படும். இதன் காரணம் தாக்கிகள் (ATP, நீர்) ஒப்பீட்டளவில் விளைவுகளை (ADP, Pi) விடக் கூடுதலான சக்தியைக் கொண்டிருத்தலாகும். எனவே இது சக்தியை விளைவாகக் கொடுக்கும் ஒரு புறப்பிறப்புத் தாக்கமாகும்.

ATP நீர்ப்பகுக்கப்படும் போது, முனைவுக்குரிய பொஸ்பேற்றின் பிணைப்பு உடைக்கப்பட்டு 30.5 kJ / mol சுயாதீன சக்தி விடுவிக்கப்படும்.



உரு 2.29 ATP மூலக்கூறின் இரசாயனக் கட்டமைப்பு (நினைவில் நிறுத்தத் தேவையில்லை)

அனேகமான உயிரியல் தாக்கங்கள் முனைவுக்குரிய பொஸ்பேற்றுப்பிணைப்பு உடைக்கப்படும்போது வெளிவிடப்படும் சக்தியைப் பயன்படுத்துகின்றன. ATP

இயங்கும் தகவுடையது. இதனால் இது எந்த ஒரு சக்தியைப் பயன்படுத்தும் தாக்கத்திற்கும் கலத்தின் எந்த ஒரு இடத்திற்கும் சக்தியைக் காவிச் செல்லக்கூடியது.

மிகக்குறுகிய காலப்பகுதியுள் ADP, அசேதன பொஸ்பேற்று, சக்தி என்பவற்றைப் பயன்படுத்தி ATP உயிர்க்கலங்களினுள் தொகுக்கப்படும். கலங்களுள் ATP தோற்றுவிக்கப்படலானது பொஸ்பொரிலேற்றம் என அழைக்கப்படும். பொஸ்பொரிலேற்றம் சக்தி மூலத்திற்கு இணங்க வகைப்படுத்தப்படும். அவையாவன;

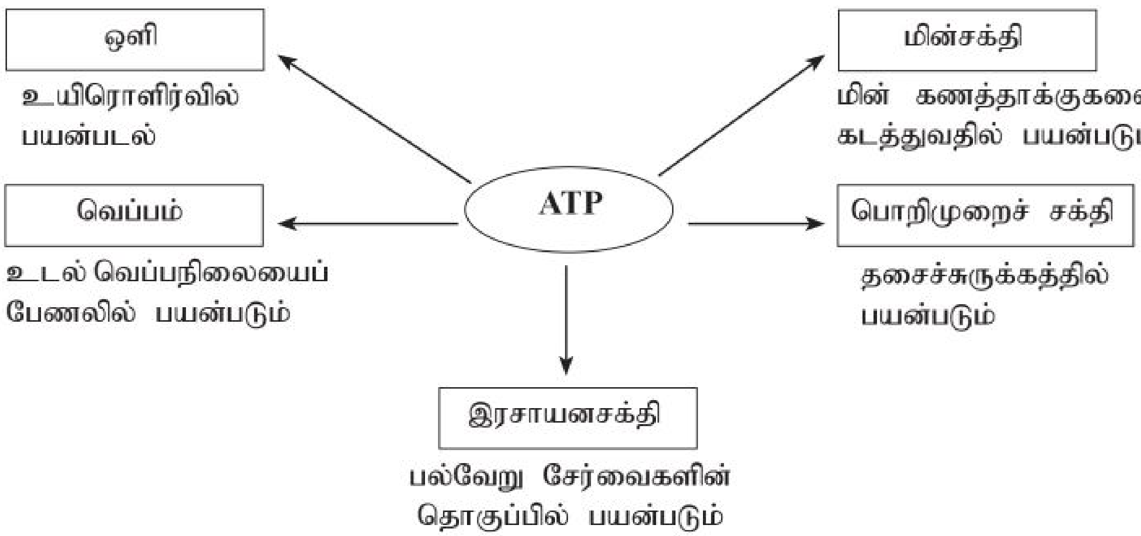
I. ஒளிபொஸ்போரிலேற்றம் - ஒளித்தொகுப்பில் சூரிய சக்தியைப் பயன்படுத்தி ATP தொகுக்கப்படல்.

ii. கீழ்ப்படை பொஸ்போரிலேற்றம் - சிக்கலான மூலக்கூறுகள் எளியவையாக உடைக்கப்படும்போது விடுவிக்கப்படும் சக்தியைப் பயன்படுத்தி ATP தொகுக்கப்படல்.

iii. ஒட்சியேற்ற பொஸ்போரிலேற்றம் - மூலக்கூறுகளின் ஒட்சியேற்றத்தின் விளைவாக விடுவிக்கப்படும் சக்தியைப் பயன்படுத்தி ATP தொகுக்கப்படல்.

(ii, iii) கலச்சுவாசத்தில்

உயிர்க்கலங்களில் ATP இலுள்ள சக்தி வெவ்வேறு தொழில்களுக்குப் பயன்படுத்தப் படுவதற்காகப் பல்வேறு சக்தி வடிவங்களாக மாற்றப்படுகின்றது.

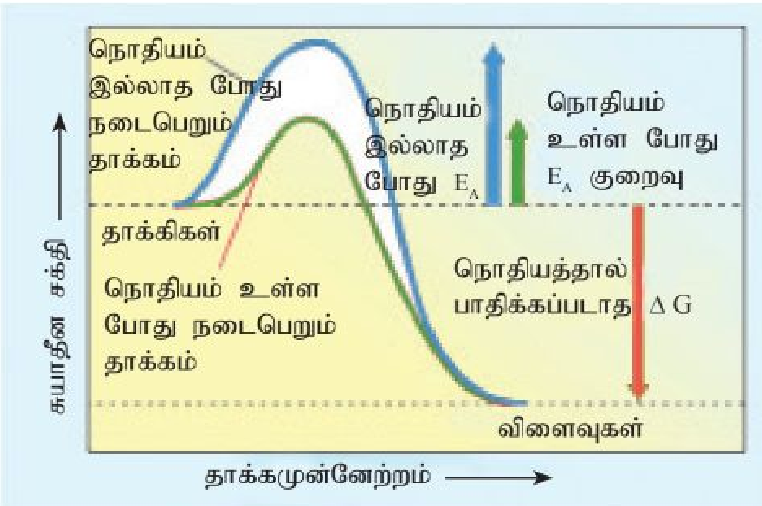


அனுசேபத்தாக்கங்களைச் சீராக்கலில் நொதியங்களின் வகிபாகம்

உயிரியல் ஊக்கிகளாகத் தொழிற்படும் ஒரு மாமூலக்கூறு நொதியம் ஆகும். உயிருள்ள கலங்களில் நொதியங்கள் உற்பத்தியாக்கப்படும்.

நொதியத்தின் பொதுவான இயல்புகள்

1. அனேகமான நொதியங்கள் கோளப்புரதங்களாகும்.
2. இவை உயிரியலுக்குரிய ஊக்கிகள் ஆகும். அவை தாக்கங்களின் ஏவற்சக்தியைக் குறைப்பதன் மூலம் (தாக்கவீதத்தை அதிகரிக்கின்றன.) தாக்கத்தை ஊக்குவிக்கின்றன.
3. அனேகமான நொதியங்கள் வெப்ப உறுதியற்றவை / வெப்ப உணர்திறனுள்ளவை.
4. இவற்றின் இருக்கை எந்தவொரு தாக்கத்தினதும் இறுதி விளைவுகளின் தன்மை அல்லது இயல்புகளைப் பாதிப்பதில்லை.
5. நொதியங்கள் பெரிதும் கீழ்ப்படைக்குத் தனித்துவமானவை. (கீழ்ப்படைத் தனித்துவம்)
6. அனேகமான நொதியத்தால் ஊக்குவிக்கப்படும் தாக்கங்கள் மீளத்தக்கவை.
7. நொதியச் செயற்பாடுகளின் வீதம் pH, வெப்பநிலை, கீழ்ப்படைச் செறிவு என்பவற்றால் பாதிக்கப்படும்.
8. நொதியங்கள் தாக்கத்தின்போது பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.
9. நொதியங்கள் தாக்கம் நடைபெறும் உயிர்ப்பு மையங்களைக் கொண்டவை.
10. சில நொதியங்களுக்குத் தாக்கங்களை ஊக்குவிப்பதற்குப் புரதமல்லாத கூறுகள் தேவைப்படும். இவை துணைக்காரணிகளாகும்.



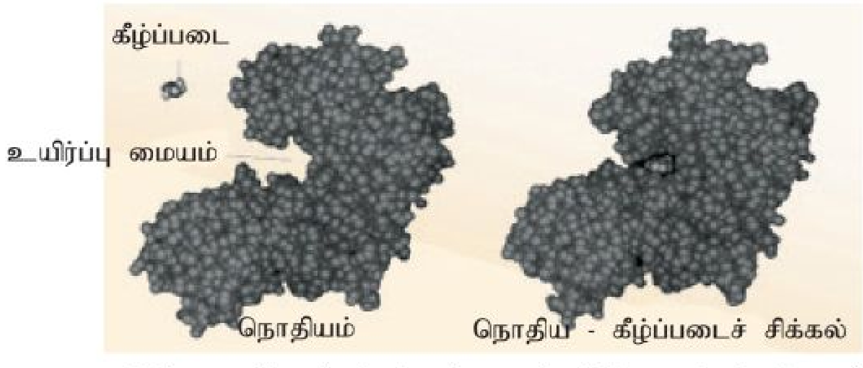
உரு 2.30 நொதியத்துக்கும் ஏவற்சக்திக்கும் இடையிலான தொடர்பு

நொதியத்தாக்கப் பொறிமுறைகள்

நொதியங்களால் செயற்படுத்தப்படும் தாக்கிகள் கீழ்ப்படை எனப்படும். நொதியம் அதன் கீழ்ப்படையுடன் இணைந்து நொதிய - கீழ்ப்படைச் சிக்கலைத் தோற்றுவிக்கும். நொதியமும் கீழ்ப்படையும் அவற்றின் சிக்கலைத் தோற்றுவிக்கும் போது நொதியத்தின் ஊக்கிக்குரிய செயற்பாடு கீழ்ப்படையை விளைபொருளாக மாற்றும்.

நொதியம் + கீழ்ப்படை ⇔ நொதிய-கீழ்ப்படைச் சிக்கல் ⇔ நொதியம் + விளைபொருள்

ஒவ்வொரு நொதியத்தினாலும் ஊக்குவிக்கப்படும் தாக்கம் மிகவும் தனித்துவ மானது. ஒரு நொதியத்தின் தனித்துவம் அதன் வடிவத்தின் விளைவாகும். கீழ்ப்படை நொதியத்தின் விசேட பிரதேசம் ஒன்றில் இணையும். இப்பிரதேசம் உயிர்ப்பு மையம் என அழைக்கப்படும். உயிர்ப்பு மையமானது ஒரு சில அமினோஅமிலங்களால் மட்டும் ஆக்கப்பட்டது. ஏனைய அமினோஅமிலங்கள் நொதியமூலக்கூறின் கட்டமைப்பைப் பேண அவசியமானவை. நொதியத்தின் தனித்துவமான கீழ்ப்படையின் வடிவத்திற்கு உயிர்ப்புமையம் நிரப்புகின்ற வடிவமுடையது. இதனால் நொதியத்தின் கீழ்ப்படைத் தனித்துவம் முக்கியமானது. ஒரு நொதியத்தின் உயிர்ப்பு மையத்தின் வடிவம் எப்போதுமே அதன் கீழ்ப்படைக்குப் பூரணமான, நிரப்புகின்ற வடிவமுடையதாக இருக்கமாட்டாது. நொதியங்கள் திடமான கட்டமைப்பைக் கொண்டிருக்காததால், கீழ்ப்படைக்கும் உயிர்ப்பு மையத்துக்குமான இடைத்தொடர்புகள் உயிர்ப்பு மையத்தின் வடிவத்தைச் சிறிதளவு மாற்றும். இதனால் கீழ்ப்படையும் உயிர்ப்பு மையமும் ஒன்றையொன்று நிரப்புகின்றதாகின்றது. இது தூண்டப்பட்ட பொருந்துகைப் பொறிமுறை எனப்படும். நெருக்கமான பொருந்துகை மூலம் கீழ்ப்படை மூலக்கூறும் உயிர்ப்பு மையமும் ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமாகக் கொண்டு வரப்படுவது மட்டுமல்ல, கீழ்ப்படையை விளைபொருளாக மாற்றும் தாக்கத்தை ஊக்குவித்துத் தாக்கத்தைத் தொடரச் செய்வதில் உதவுவதற்காக மூலக்கூறுகளின் சரியான திசையமைவும் உறுதிப்படுத்தப்படும். இதன் பின்னர் விளைபொருளானது நொதியத்தின் உயிர்ப்பு மையத்திலிருந்து பிரிந்து செல்லும். நொதியமானது இன்னொரு கீழ்ப்படை மூலக்கூறுடன் அதன் உயிர்ப்பு மையத்தில் இணைக்கப்படுவதற்கு விடுவிக்கப்பட்டிருக்கும்.



உரு 2.31 ஒரு நொதியத்துக்கும் அதன் கீழ்ப்படைக்கும் இடையிலான தூண்டப்பட்ட பொருந்துகை

துணைக்காரணிகள்

சில நொதியங்களின் ஊக்கிக்குரிய செயற்பாடுகளுக்கு அவசியமான புரதமல்லாத கூறுகள் துணைக்காரணிகள் எனப்படும்.

இத்துணைக்காரணிகள் நொதியங்களுடன் இரு வழிகளில் இணையும். சில நெருக்கமாகப் பிணைந்து நிரந்தரமாகக் காணப்படும். ஏனையவை தளர்வாகப்

பிணைந்து தற்காலிகமாகக் காணப்படும். தளர்வாகப் பிணைக்கப்பட்ட துணைக்காரணிகள் குறிப்பிட்ட நிபந்தனையில் மீளக்கூடியவை.

சேதனத் துணைக்காரணிகள் துணைநொதியம் என அழைக்கப்படும்.
உ+ம் : விற்றமினின் பெறுதிகள், NAD, FAD, பயோட்டின்

அசேதனத் துணைக்காரணிகள் - உ+ம் : Zn^{2+}, Fe^{2+}, Cu^{2+}

நொதியத் தாக்கங்களின் வீதத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

1. வெப்பநிலை
2. pH
3. கீழ்ப்படைச் செறிவு
4. நிரோதிகள்

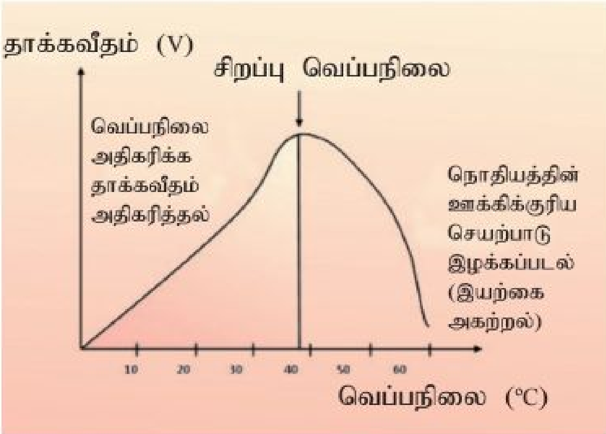
வெப்பநிலை

வெப்பநிலை அதிகரிப்பு மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தை அதிகரிக்கச் செய்யும். இதனால் நொதியம், கீழ்ப்படை என்பவற்றின் இயங்கும் மூலக்கூறுகளின் கதி அதிகரிக்கும். இது நொதியத்தின் உயிர்ப்பு மையம், கீழ்ப்படை மூலக்கூறுகளுக்கிடையான மோதுகைகளின் நிகழ்தகவை அதிகரிக்கச் செய்யும். நொதியத்தின் உயிர்ப்பு மையங்கள், கீழ்ப்படை மூலக்கூறுகளுகள் என்பவற்றுக்கிடையிலேற்படும் மோதுகைகள் தாக்கம் நடைபெறுவதற்கான சாத்தியத்தை அதிகரிக்கச் செய்யும். இது ஒரு குறித்த வெப்பநிலை வரை தொடரும். அதன் பின்னர் நொதியத் தொழிற்பாட்டில் சடுதியான குறைவொன்று ஏற்படும். இவ் வெப்பநிலை சிறப்பு வெப்பநிலை என அழைக்கப்படும். இதன் பெறுமானம் அங்கிக்கு அங்கி வேறுபடலாம். உ+ம் : அனேகமான மனித நொதியங்கள் அவற்றின் உடல் வெப்பநிலையை ஏறத்தாழச் சிறப்பு வெப்பநிலையாகக் கொண்டிருக்கும். (35 ºC - 40 ºC)

வெந்நீரூற்றுகளில் வாழும் பற்றீரியாக்கள் ஏறத்தாழ 70ºC ஐச் சிறப்பு வெப்பநிலையாகக் கொண்டிருக்கும்.

வெப்பநிலையானது, சிறப்பு வெப்பநிலையை விட அதிகரிக்கும் போது நொதியத்தின் உயிர்ப்பு மையத்திலுள்ள ஐதரசன் பிணைப்புகள், அயன் பிணைப்புகள், ஏனைய வலிமை குறைந்த இரசாயனப் பிணைப்புகள் என்பன சீர்குலைக்கப்படலாம். இதனால் நொதியத்தின் உயிர்ப்பு மையத்தின் வடிவத்தில் மாற்றம் ஏற்பட்டு விடுவதனால் அது நொதிய மூலக்கூறுகளின் உயிர்ப்பு மையத்தின் நிரப்பும் தன்மையை மாற்றிவிடும். எனவே நொதியங்களின் உயிர்ப்பு மையங்களும் கீழ்ப்படை மூலக்கூறுகளும் நிரப்புகின்ற முறையில் பிணைதல் தடுக்கப்படும். இந்நிகழ்வு நொதிய மூலக்கூறுகளின் இயற்கை அகற்றல் என அழைக்கப்படும்.

எனவே நொதியத்தால் ஊக்குவிக்கப்படும் தாக்கங்களின் தாக்கவீதம் வெப்பநிலையானது சிறப்பு வெப்பநிலையை விட அதிகரிக்கும்போது மோதுகைகளின் வீதம் அதிகரித்தாலும் சடுதியாகக் குறைவடைந்து, குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் முற்றாகவே நிறுத்தப்படும்.

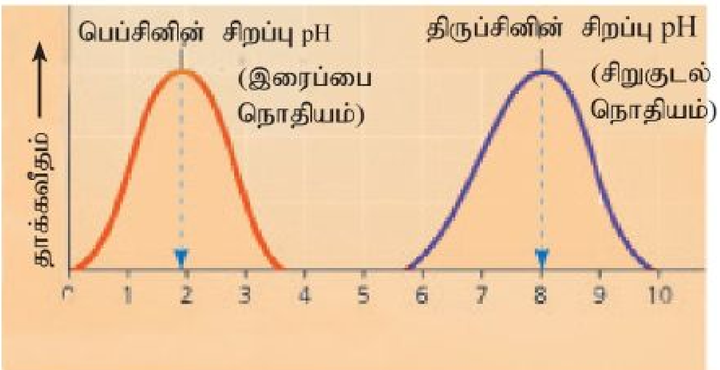


உரு 2.32 தாக்கவீதம் (V) எதிர் வெப்பநிலை வரைபு

pH

சுற்றாடலின் வெப்பநிலையை மாறிலியாகப் பேணினாலும் கூட, நொதியமானது ஒரு குறித்த pH வீச்சில் மிக வினைத்திறனாகச் செயற்படும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியத்தால் ஊக்குவிக்கப்படும் தாக்கம் நடைபெறும் pH இன் குறுகிய வீச்சு pH வீச்சு எனப்படும். உயர்வான தாக்கவீதம் நடைபெறும் pH நொதியத்தின் சிறப்பு pH எனப்படும். சிறப்பு pH ஐ விடக் கூடினாலோ அல்லது குறைந்தாலோ நொதியத் தொழிற்பாட்டில் வீழ்ச்சியை ஏற்படுத்தும். நொதிய-கீழ்ப்படைச் சிக்கலின் உருவாக்கத்தில் ஈடுபடும் இரசாயனப் பிணைப்புகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களே இதற்குக் காரணமாகும். அனேகமான நொதியங்களின் சிறப்பு pH வீச்சு 6 - 8 ஆனால் விதிவிலக்குகள் உண்டு. பெப்சின் pH, 2 ஆக உள்ளபோது சிறப்பாகத் தொழிற்படும். திருப்சினின் சிறப்பு pH 8 ஆகும்.



உரு 2.32 வெவ்வேறு pH பெறுமானத்தில் இரண்டு நொதியங்களின் தாக்கவீதங்கள்

கீழ்ப்படைச் செறிவு

கீழ்ப்படைச் செறிவின் அதிகரிப்பானது அம்மூலக் கூறுகளுக்கும் நொதியத்துக்கும் இடையே சரியான திசைகோட்சேர்க்கையுடனான மோதுகைக்கான நிகழ்தகவை அதிகரிக்கச் செய்யும். எனினும் நொதிய மூலக்கூறுகள் குறிப்பிட்ட கீழ்ப்படைச் செறிவுடன் நிரம்பலடைந்து விடுவதால் அதன் பின்னர் தாக்கவீதம் மேலும் அதிகரிக்காது.

நொதிய நிரோதிகள்

சில மூலக்கூறுகள் அல்லது அயன்கள் தேர்வுக்குரிய முறையில் நொதிய மூலக்கூறுகளுடன் நிரந்தரமாக அல்லது தற்காலிகமாக பிணைந்து நொதிய-கீழ்ப்படைச்சிக்கலின் உருவாக்கத்தை நிரோதிக்கின்றது. இப்பதார்த்தங்கள் நிரோதிகள் என அழைக்கப்படும்.

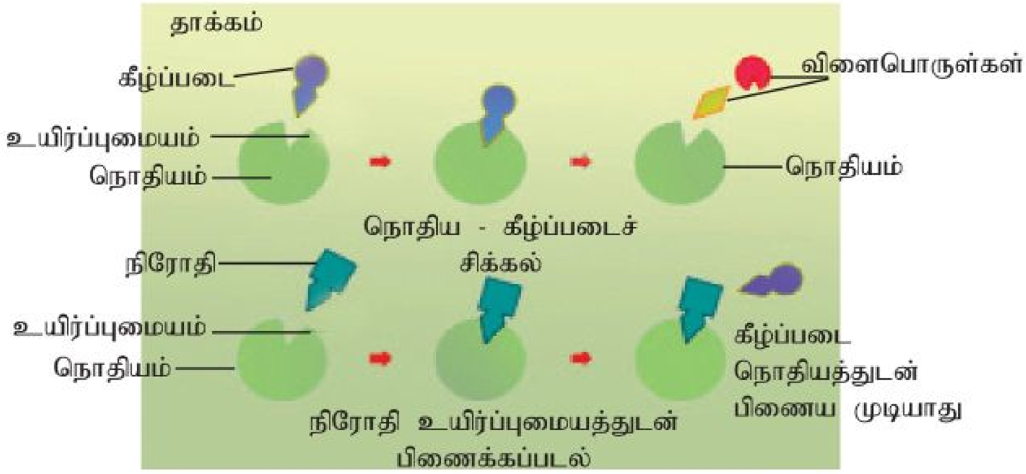
இவை வலிமை குறைந்த இடைத்தாக்கங்கள் மூலம் மீளக்கூடிய முறையில் அல்லது பங்கீட்டுப்பிணைப்புகள் மூலம் மீளாமுறையில் பிணைக்கப்படலாம்.

உ+ம் : மீளாநிரோதிகள் - தொட்சின்கள், நஞ்சுகள்

மீளக்கூடிய நிரோதிகள் - நுண்ணங்கிகளுக்கு எதிராகப் பயன்படுத்தப்படும் மருந்துகள்.

போட்டிக்குரிய நிரோதிகள்

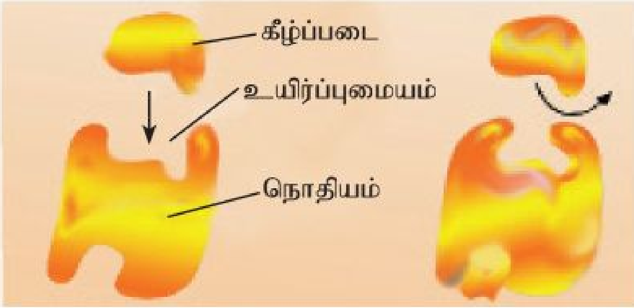
இவற்றுள் பெரும்பாலானவை மீளக்கூடிய நிரோதிகள் ஆகும். இந்த இரசாயனப்பொருள்கள் கீழ்ப்படையின் வடிவம், தன்மை என்பவற்றை ஒத்தாக இருக்கும். எனவே, அவை தேர்வுக்குரிய முறையில் குறிப்பிட்ட நொதியத்தின் உயிர்ப்பு மையத்துக்குக் கீழ்ப்படையுடன் போட்டியிடும். இதனால் நொதியங்களின் கிடைக்கத்தக்க உயிர்ப்புமையங்களின் எண்ணிக்கை குறைவடையும். இது நொதியத்தால் ஊக்குவிக்கப்படும் தாக்கத்தின் வீதத்தைக் குறைக்கும். கீழ்ப்படைச் செறிவை அதிகரிப்பதன் மூலம் இந்நிலைமை மீளப்படலாம்.



உரு 2.34 போட்டிக்குரிய நிரோதிகள்

போட்டியற்ற நிரோதிகள்

இந்த இரசாயனப்பொருள்கள் கீழ்ப்படை மூலக்கூறுகளுடன் போட்டியிடுவதில்லை. உயிர்ப்பு மையம் தவிர்ந்த நொதியத்தின் ஏனைய ஒரு பகுதியில் பிணைவதன் மூலம் நொதியத்தாக்கத்தை இடையூறு செய்யும். இது நொதியமூலக்கூறின் வடிவத்தில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். இதனால் நொதிய - கீழ்ப்படைச் சிக்கலை உருவாக்குவதற்கான உயிர்ப்பு மையம் குறைந்த வினைத்திறனுள்ளதாகி விடும்.



உரு 2.35 போட்டியற்ற நிரோதிகள்

கலங்களில் நொதியச் செயற்பாட்டின் ஒழுங்காக்கல் பொறிமுறை

நொதியங்களின் அலோஸ்ரெறிக் ஒழுங்காக்கம்

இயற்கையில் கலங்களின் நொதியச் செயற்பாட்டை ஒழுங்காக்கும் மூலக்கூறுகள் பல சந்தர்ப்பங்களில் மீளக்கூடிய, போட்டியற்ற நிரோதிகள் போன்று செயற்படும். ஒழுங்காக்கம் மூலக்கூறுகள் (ஏவிகள் அல்லது நிரோதிகள்) நொதியமூலக்கூறின் தற்சிறப்பான சீராக்கும் தானங்களில் (உயிர்ப்பு மையம் தவிர்ந்த) பங்கீட்டுப்பிணைப்பு அல்லாத இடைத்தாக்கங்களினால் பிணைந்து, நொதியத்தின் கட்டமைப்பையும் தொழிலையும் பாதிக்கும். ஒரு நொதியச் செயற்பாட்டின் ஏவல் அல்லது நிரோதம் இதன் விளைவாக அமையும்.

a. அலோஸ்ரெறிக் ஏவல் மற்றும் நிரோதம்

அலோஸ்ரெறிக் ஒழுங்காக்கலால் ஒழுங்காக்கப்படும் அனேக நொதியங்கள் இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட உப அலகுகளால் ஆக்கப்பட்டவை. ஒவ்வொரு உபஅலகும் தமது உயிர்ப்புமையத்துடன் ஒரு பல்பெப்ரைட் சங்கிலியையும் கொண்டது. முழுமையான சிக்கல் இரண்டு வேறுபட்ட வடிவங்களிடையே அலைந்து கொண்டிருக்கும். ஒன்று உயிர்ப்பான ஊக்கிக்குரியது. மற்றையது உயிர்ப்பற்றது. இந்த இரண்டு வடிவங்களிலும் ஒழுங்காக்கும் மூலக்கூறுகள் அலோஸ்ரெறிக் தானம் என அழைக்கப்படும் ஒழுங்காக்கும் தானம் ஒன்றில் பிணையும். இது பெரும்பாலும் உபஅலகுகள் இணைந்திருக்கும் இடத்தில் காணப்படும்.

ஏவி ஒன்று ஒழுங்காக்கும் தானத்துடன் பிணையும் போது நொதியத்தின் தொழிற்பாட்டிற்குரிய உயிர்ப்பு மையமுள்ள வடிவம் உறுதியாக்கப்படும். நிரோதி ஒன்று ஒழுங்காக்கும் தானத்துடன் பிணையும்போது நொதியத்தின்

உயிர்ப்பற்ற வடிவம் உறுதியாக்கப்படும். ஒரு நொதியத்தின் உபஅலகுகள் அதன் ஏனைய உபஅலகுகளுக்கு விரைவாகச் சமிக்ஞைகளைக் கடத்தக்கூடியவாறு ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டிருக்கும். ஒழுங்காக்கும் தானத்துடன் பிணையும் ஒரு தனித்த ஏவி அல்லது நிரோதி மூலக்கூறு கூட உபஅலகுகளின் இடைத்தாக்கத்தினூடாக எல்லா உபஅலகுகளினதும் உயிர்ப்புமையத்தையும் பாதித்துவிடும். உ+ம் : ADP அலோஸ்ரெறிக் ஏவியாகத் தொழிற்பட்டு, நொதியத்துடன் பிணைந்து அவசேபத்தினால் ATP இன் உற்பத்தியைத் தூண்டும். ATP விநியோகம் தேவையான அளவை விட அதிகரித்தால் ATP அதே நொதியத்துடன் நிரோதியாகப் பிணைந்து அவசேபத்தைக் குறைக்கும்.

b. ஒத்துழைப்புத்தன்மை

இது வேறொரு வகையான அலோஸ்ரெறிக் ஏவல் ஆகும். ஒரு கீழ்ப்படை மூலக்கூறின் பிணைதல் வேறு உயிர்ப்பு மையத்தின் தொழிற்பாட்டை அல்லது பிணைதலைத் தூண்டும். இதனால் ஊக்கிக்குரிய தொழிற்பாடு அதிகரிக்கும். உ+ம் : ஈமோகுளோபின் (ஒரு நொதியமல்ல) ஒவ்வொன்றும் ஒரு O_2 பிணையும் தானத்தைக் கொண்ட நான்கு உபஅலகுகளால் ஆனது. ஒரு மூலக்கூறு O_2 ஒரு பிணையும் தானத்துடன் பிணைதலானது, ஏனைய பிணையும் தானங்களுடன் O_2 இற்கான நாட்டத்தை அதிகரிக்கச் செய்யும்.

c. பின்னூட்டல் நிரோதம்

பின்னூட்டல் நிரோத்தில் நொதியத்துடன் ஈற்று விளைபொருள்கள் பிணைவதால் ஏற்படும் நிரோதத்தால் அனுசேபப்பாதை நிறுத்தப்படும். எனவே தேவைக்கு மேலதிகமான ஈற்று விளைபொருள்களின் உற்பத்தி மட்டுப்படுத்தப்படுவதால் இரசாயன மூலப்பொருள்கள் விரயமாக்கப்படுவது தவிர்க்கப்படும்.

சக்தியைப் பதிக்கும் ஒரு பொறிமுறையாக ஒளித்தொகுப்பு

ஒளித்தொகுப்பு

ஒளிச்சக்தியைக் கைப்பற்றி இரசாயனச்சக்தியாக மாற்றும் ஒரு அனுசேபச் செயன்முறை ஒளித்தொகுப்பு ஆகும். இரசாயனச் சக்தியானது காபோவைதரேற்றுகள், கொழுப்புகள், எண்ணெய்கள், புரதங்கள் என்பவற்றின் இரசாயனப் பிணைப்புகளில் சேமிக்கப்பட்டிருக்கும். புவியில் வாழும் அனைத்து உயிரிகளும் நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ ஒளித்தொகுப்பில் தங்கியிருக்கும். ஒளித்தொகுப்பு சில புரோகரியோற்றாக்கள், அல்காக்கள், பச்சைத் தாவரங்கள் என்பவற்றில் நடைபெறும்.

ஒளித்தொகுப்பின் உலகளாவிய முக்கியத்துவம்

- பூமியில் சகல உயிரிகளும் நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ ஒளித்தொகுப்பில் தங்கியுள்ளன.
- அங்கிகளின் காபன் மற்றும் சக்தித் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்தல்.

- காற்றுவாழ் அங்கிகளின் சுவாசத்துக்கு ழு2 ஐ வழங்குதல்.
- வளிமண்டலத்தில் ழு2 மற்றும் ஊழு2 இன் சமநிலையைப் பேணல்.
- உயிர்ச்சுவட்டு எரிபொருளின் உற்பத்தி.
- பூகோள வெப்பநிலையைப் பேணல்.

ஒளித்தொகுப்பின் போது H_2O இல் உள்ள H இனால் CO_2 தாழ்த்தப்பட்டு ஒளிச்சக்தியைப் பயன்படுத்தி, எளிய வெல்லங்கள் தொகுக்கப்படும். இயூகரியோற்றாக்களின் ஒளித்தொகுப்புக்குரிய கலங்களில் பச்சையவுருவங்கள், ஒளித்தொகுப்பின் நிகழ்விடமாகும்.

ஒளித்தொகுப்புச் செயன்முறை ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட பிரதான படிகள் இரண்டைக் கொண்டது.

- ஒளியில் தங்கியுள்ள தாக்கம்
- கல்வின் வட்டம்

CO_2 பதித்தலின் முதலாவது உறுதியான விளைபொருளின் காபன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் இரண்டு வகையான ஒளித்தொகுப்புப் பொறிமுறைகள் (பாதைகள்) காணப்படுகின்றன.

1. C_3 பொறிமுறை - முதலாவது உறுதியான சேர்வையின் C அணுக்களின் எண்ணிக்கை மூன்று
2. C_4 பொறிமுறை - முதலாவது உறுதியான சேர்வையின் C அணுக்களின் எண்ணிக்கை நான்கு

ஒளித்தொகுப்பின் ஒளியில் தங்கியிருக்கும் தாக்கங்கள் தைலக்கோயிட்டுகளின் மென்சவ்வுத் தொகுதிகளில் நடைபெறும். இவை பாயியால் நிரப்பப்பட்ட தட்டையாக்கப்பட்ட பைகள் ஆகும். இவை இடையிடையே மணியுருக்கள் எனப்படும் அடுக்குகளைத் தோற்றுவிக்கும். தைலக்கோயிட்டுகளின் மென்சவ்வுத் தொகுதியில் குளோரபில்லுகள், கரற்றினோயிட்டுகள், இலத்திரன் வாங்கிகள் என்பன அமைந்துள்ளன.

கல்வின் வட்டத்தின் நிகழ்விடமான பஞ்சணையானது கரையும் தகவுடைய நொதியங்கள் ஏனைய இரசாயனப் பொருள்கள் என்பவற்றைக் கொண்ட ஒரு ஊன்பசை (gel) போன்ற கட்டமைப்பு ஆகும்.

ஒளித்தொகுப்பு நிறப்பொருள்கள் கட்புலனாகும் ஒளியை அகத்துறிஞ்சக்கூடிய பதார்த்தங்கள் ஆகும். இலைகள் பச்சை நிறமாக இருப்பதற்குக் காரணம்; குளோரபிலானது ஊதா, நீலம் மற்றும் சிவப்பு ஒளியை அகத்துறிஞ்சி, பச்சை நிறத்தை ஊடுகடத்துவதுடன் தெறிக்கவும் செய்யும். வெவ்வேறு நிறப்பொருள்கள் ஒளியின் வெவ்வேறு அலைநீளங்களை அகத்துறிஞ்சுகின்றன. பச்சையவுருவத்தில், குளோரபில்லுகள், கரற்றினோயிட்டுகள் என்ற இரண்டு வகையான பச்சையவுருவ நிறப்பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. ஒளியைக் கைப்பற்றும் மிகமுக்கிய

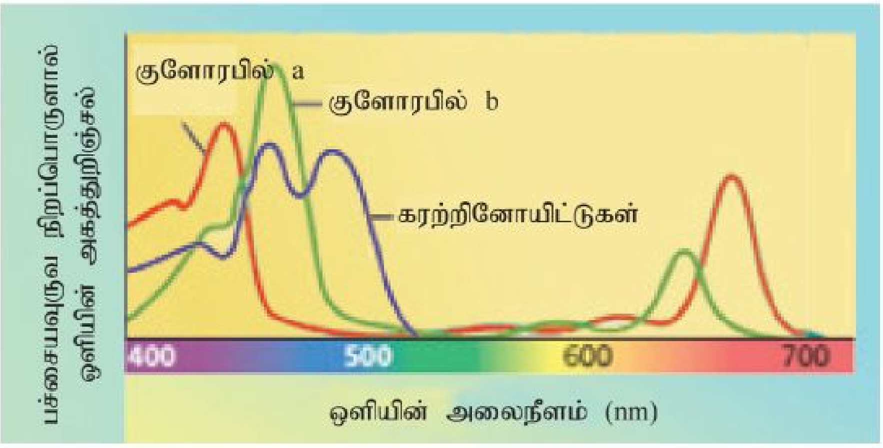
நிறப்பொருளான குளோரபில் a ஒளித்தொகுப்பின் ஒளித்தாக்கத்தில் நேரடியாகப் பங்குகொள்ளும்.

தாக்கநிறமாலையின் படி, குளோரபில் a சிவப்பு மற்றும் நீல ஒளிக்கு மிகவும் வினைத்திறனானது. குளோரபில் b மற்றும் கரற்றினோயிட்டுகள் (கரற்றீன்கள், சாந்தோபில்லுகள்) வெவ்வேறு நிறத்துக்கான அலைநீளங்களின் குறிப்பிட்ட வீச்சின் அகத்துறிஞ்சலுக்கு வினைத்திறனானது.

சில கரற்றினோயிட்டுகளின் முக்கியமான வேறு தொழில் ஒளிப்பாதுகாப்பு ஆகும். ஒளிப்பாதுகாப்பு என்பது மேலதிக ஒளிச் சக்தியை அகத்துறிஞ்கி விரயமாக்கல் ஆகும். இல்லாவிடின் மேலதிக ஒளியானது குளோரபில்லுக்குச் சேதத்தை விளைவிக்கலாம். அல்லது ஒட்சிசனுடன் இடைத்தாக்கமுற்று, தாக்கமுறக்கூடிய ஒட்சியேற்ற மூலக்கூறுகளை உருவாக்கலாம். இவை கலத்துக்கு அபாயகரமானவை.

அகத்துறிஞ்சல் நிறமாலை

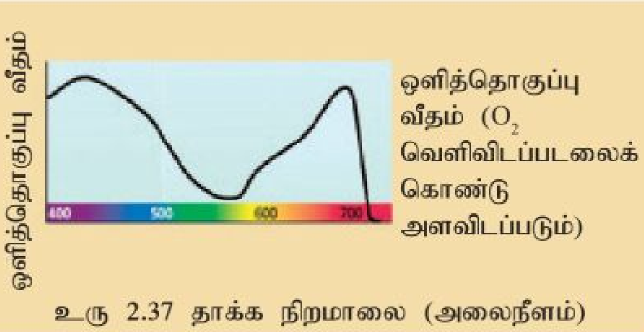
ஒரு நிறப்பொருளால் வெவ்வேறு அலைநீளங்களில் அகத்துறிஞ்சப்படும் ஒளியின் சார்பு அளவின் வரைபு அகத்துறிஞ்சல் நிறமாலை எனப்படும்.



உரு 2.36 அகத்துறிஞ்சல் நிறமாலை

தாக்க நிறமாலை

ஒளித்தொகுப்பைத் தூண்டலில் ஒளியின் வெவ்வேறு அலைநீளங்களுக்கான வினைத்திறனைக் காட்டும் ஒரு வரைபு தாக்க நிறமாலை எனப்படும்.



உரு 2.37 தாக்க நிறமாலை (அலைநீளம்)

ஒளியினால் குளோரபில் அருட்டப்படுதல்

ஒரு குளோரபில் மூலக்கூறு அல்லது வேறு ஒளித்தொகுப்பு நிறப்பொருள் ஒளியை அகத்துறிஞ்சும் போது அது அருட்டப்படும். ஒளியிலிருந்து கிடைக்கும் சக்தி, இலத்திரன்களை உயர்சக்தி மட்டத்திற்கு ஏற்றுகின்றது. இதனால் ஒளித்தொகுப்பு நிறப்பொருள் நேரேற்றத்தைப் பெறும். அருட்டப்பட்ட நிலை உறுதியற்றது; அதன் ஆரம்ப தாழ்சக்தி நிலைக்கு மீளக் கூடியது. அருட்டப்பட்ட இலத்திரன்கள் அவற்றின் இறுதி இலத்திரன் வாங்கியை அடையும் வரை பல்வேறு இலத்திரன் காவிகளுக்கூடாகச் செல்லும்.

குளோரபில் $\xrightarrow{\text{ஒளிச்சக்தி}}$ குளோரபில்$^{+}$ + e^{-} **(இலத்திரன்)**

எனவே குளோரபில் ஒட்சியேற்றப்படும்; இலத்திரன் வாங்கிகள் தாழ்த்தப்படும்.

ஒளித்தொகுதிகள்

குளோரபில் மூலக்கூறுகள், வேறு சேதன மூலக்கூறுகள், புரதங்கள் என்பன பச்சையவுருவத்தின் தைலக்கோயிட் மென்சவ்வில் சிக்கல்களாக ஒழுங்கமைக்கப் பட்டிருக்கும். இவை ஒளித்தொகுதிகள் என அழைக்கப்படும். ஒரு ஒளித்தொகுதி ஒரு தாக்க மையச் சிக்கலையும் பல ஒளி அறுவடைச் சிக்கல்களையும் கொண்டது. தாக்கமையச் சிக்கல் ஒரு முதலான இலத்திரன் வாங்கியையும் கொண்டிருக்கும்.

தைலக்கோயிட் மென்சவ்வில் இரண்டு வகையான ஒளித்தொகுதிகள் காணப்படும். அவையாவன ஒளித்தொகுதி I (PS I), ஒளித்தொகுதி II (PS II) என்பன. PS I இல் குளோரபில் a மூலக்கூறு 700 nm அலைநீளமுள்ள ஒளியை விளைத்திறனாக அகத்துறிஞ்சுவதால் அது P700 எனப்படும். PS II இல் தாக்கமையம் கொண்டிருக்கும் குளோரபில் a மூலக்கூறு 680 nm அலைநீளமுள்ள ஒளியை அகத்துறிஞ்சுவதால் அது P 680 எனப்படும்.

ஒளித்தொகுப்பின் ஒளியில் தங்கியிருக்கும் தாக்கம் / ஒளித்தாக்கம்

நேரான இலத்திரன் பாய்ச்சல்

பச்சையவுருவத்தின் தைலக்கோயிட் மென்சவ்வில் பதிந்துள்ள ஒளித்தொகுதி I, ஒளித்தொகுதி II என்பன ஒளித்தொகுப்பு நிறப்பொருள்களால் ஒளி அகத்துறிஞ்சப் படும்போது அருட்டப்படும். இதன்போது ATP, NADPH என்பன தொகுக்கப்படுகின்றன. இச் சக்திமாற்றத்திற்கான சாவி, தைலக்கோயிட் மென்சவ்வில் அமைந்துள்ள ஒளித்தொகுதிகள் மற்றும் வேறு மூலக்கூற்று உள்ளடக்கங்கள் என்பவறறின் ஊடாக நடைபெறும் ஒரு திசைக்குரிய இலத்திரன் பாய்ச்சல் ஆகும். இச் செயன்முறை நேரான இலத்திரன் பாய்ச்சல் என அழைக்கப்படும்.

ஒளியின் போற்றன்கள் (Photons) நிறப்பொருள்களில் தாக்கும்போது ஒளித்தொகுதி II இன் இலத்திரன்கள் உயர் சக்தி மட்டத்துக்கு அருட்டப்படும். இந்த இலத்திரன்கள் ஒளித்தொகுதி II இன் முதலான இலத்திரன் வாங்கியால் ஏற்றுக்கொள்ளப்படும்.

நொதியத்தால் ஊக்குவிக்கப்படும் தாக்கத்தின் விளைவாக நீர் பிளவடைந்து $O_{2(g)}$, H^+ அயன்கள், இலத்திரன்கள் என்பவற்றைத் தோற்றுவிக்கும்.

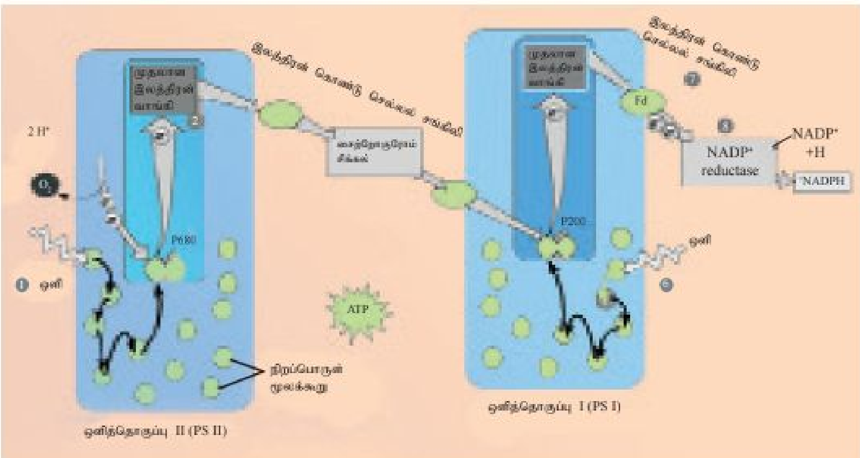
நீர்ப்பகுப்பின் விளைவால் வெளிவிடப்படும் இலத்திரன்கள் அருட்டப்பட்ட ஒளித்தொகுதி II ஐ (P 680) நடுநிலைப்படுத்துகின்றன.

நிறப்பொருள்களில் ஒளியின் போற்றன்கள் தாக்கும்போது ஒளித்தொகுதி I இலிருந்து (P 700) இலத்திரன்கள் உயர்சக்தி மட்டத்துக்கு அருட்டப்படும். அருட்டப்பட்ட இலத்திரன்கள் PS I இன் முதலான இலத்திரன் வாங்கி ஒன்றினால் ஏற்றுக் கொள்ளப்படும்.

PS II இன் முதலான இலத்திரன் வாங்கியிலுள்ள PS II இன் அருட்டப்பட்ட இலத்திரன்கள், இலத்திரன் கொண்டு செல்லல் சங்கிலி ஒன்றினூடாக PS I க்கு கொண்டு செல்லப்பட்டு, அங்கு அருட்டப்பட்ட PS I ஐ நடுநிலைப்படுத்தும். உயர்சக்தி மட்டத்திலிருந்து தாழ்சக்தி மட்டத்திற்கு இலத்திரன்கள் கொண்டு செல்லப்படும் பாதையில் இழக்கப்படும் சக்தி ATP தொகுப்பில் பயன்படும். இது ஒளிபொஸ்பரைலேற்றம் எனப்படும். PS I இன் முதலான இலத்திரன் வாங்கியிலுள்ள PSI இன் அருட்டப்பட்ட இலத்திரன்கள் ஒரு இலத்திரன் கொண்டு செல்லல் சங்கிலியினூடாகக் கடத்தப்படும்போது $NADP^+$ ஐத் தாழ்த்தி NADPH ஐத் தோற்றுவிக்கும். $NADP^+$ இன் தாழ்த்தல் $NADP^+$ றிடக்டேசு ($NADP^+$ reductase) என்றும் நொதியத்தால் ஊக்குவிக்கப்படும்.

வட்டவடுக்கான இலத்திரன் பாய்ச்சல்

இது ஒளித்தொகுதி I இல் நடைபெறும். ஆனால் ஒளித்தொகுதி II இல் நடைபெறாது. இங்கு ஒளியினால் அருட்டப்பட்ட இலத்திரன்கள் சில மாற்றான, வட்டவடுக்கான பாதையைப் பயன்படுத்தும். இது ATP ஐத் தோற்றுவிக்கும். ஆனால் NADPH ஐத் தோற்றுவிக்காது; O_2 ஐயும் விடுவிக்காது.



உரு 2.39 ஒளித்தொகுப்பின் ஒளித்தாக்கத்தில் நேரான இலத்திரன் பாய்ச்சல்

கல்வின் வட்டம்

பச்சையவுருவத்தின் பஞ்சணையில் கல்வின் வட்டம் நடைபெறும். ஒளித் தாக்கத்தினால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட ATP, NADPH என்பன CO_2 ஐத் தாழ்த்துவதற்குப் பயன்படும். இத்தாக்கங்கள் நொதியங்களால் ஊக்குவிக்கப்படும். தாக்கங்களின் தொடரி கல்வின் என்ற விஞ்ஞானியால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது ஒரு உற்சேபத்தாக்கமாகும். கல்வின் வட்டத்தின் முதல் உறுதியான விளைபொருள் 3 - பொஸ்போகிளிசரேற் (3 - PGA) ஆகும். 1 மூலக்கூறு G3P இன் தேறிய தொகுப்பிற்கு இவ்வட்டம் மூன்றுமுறை நடைபெறவேண்டும்.

ஒளித்தொகுப்பின் கல்வின் வட்டம் மூன்று படிகளில் விபரிக்கப்படும்.

காபொட்சியேற்றம் (காபன் பதித்தல்)

தாழ்த்தல்

காபனீரொட்சைட் வாங்கியின் மீள்பிறப்பாக்கம்

காபன் பதித்தல்

CO_2 வாங்கி ஒரு 5 C வெல்லமான றிபியுலோஸ் பிஸ்பொஸ்பேற் Ribulose bisphosphate (RuBP) ஆகும். RuBP உடன் CO_2 சேர்க்கப்படுதல் காபொட்சியேற்றம் ஆகும். இத்தாக்கத்தில் பங்குபற்றும் நொதியம் RuBP காபொட்சிலேசு - ஒட்சிசனேசு அல்லது Rubisco ஆகும்.

RuBP காபொட்சியேற்றத்தின் முதல் விளைபொருள் ஒரு உறுதியற்ற, 6 C மூலக்கூறாகும். இது உடனடியாக இரண்டு 3 - பொஸ்போகிளிசரேற் (3 - PGA) மூலக்கூறுகளாகப் பிரிவடையும். இதுவே ஒளித்தொகுப்பின் முதலாவது உறுதியான விளைபொருளாகும். பச்சையவுருவத்தின் பஞ்சணையில் பெருமளவில் RuBP காபொட்சிலேசு - ஒட்சிசனேசு (Rubiso) நொதியம் காணப்படும்.

தாழ்த்தல் அவத்தை :

3 - பொஸ்போ கிளிசரேற்று மூலக்கூறு ATP இலிருந்து ஒரு பொஸ்பேற் கூட்டத்தைப்பெற்று 1, 3 - இருபொஸ்போகிளிசரேற்றாக மாறுகின்றது. 1, 3 - இருபொஸ்போகிளிசரேற் ஒளித்தாக்கத்தில் இருந்து பெறப்பட்ட NADPH மற்றும் ATP ஐப் பயன்படுத்தி நொதியத்தால் ஊக்குவிக்கப்படும் தாக்கங்களால் (G3P) கிளிசரல்டிகைட் 3 - பொஸ்பேற்றாகப் படிப்படியாகத் தாழ்த்தப்படும். G 3P காபோவைதரேற் (குளுக்கோசு) தொகுப்புக்கு முன்னோடியாகும்.

RuBP இன் மீள்பிறப்பாக்கம்

சிக்கலான தாக்கங்களின் ஒரு தொடரினூடாக RuBP மீள்பிறப்பாக்கப்படுகின்றது. ஒளித்தாக்கத்தில் பெறப்பட்ட ATP இச் செயன்முறைக்கான சக்தியாகப் பயன்படுகின்றது.

ஒளிச்சுவாசம்

பெயர் குறிப்பிடுவது போல் Rubisco, காபொட்சிலேசு ஆகவும் ஒட்சிசனேசு ஆகவும் தொழிற்பட்டு இரு வேறு தாக்கங்களை ஊக்குவிக்கக் கூடியது.

ஒட்சிசனேசு தாக்கத்தில் Rubisco கீழ்ப்படையாக RuBP ஐப் பயன்படுத்தும்; ஆனால் ஒட்சிசனுடன் தாக்கம் புரியும். காபொட்சிலேற்றத் தாக்கத்தின் அதே உயிர்ப்புமையத்தில் தாக்கம் ஊக்குவிக்கப்படும். எனவே CO_2 உம் O_2 உம் போட்டிக்குரிய கீழ்ப்படைகளாகும். அதாவது CO_2 ஒட்சிசனேசை நிரோதிக்கும். O_2 காபொட்சிலேசுத் தாக்கத்தை நிரோதிக்கும்.

ஒட்சிசனேசு தாக்கம் ஒரேயொரு மூலக்கூறு 3 - PGA ஐயும் ஒரு மூலக்கூறு இரண்டு காபன் சேர்வையான 2 - பொஸ்போகிளைக்கோலேற்றையும் தோற்றுவிக்கும். 2 - பொஸ்போகிளைக்கோலேற்று கல்வின் வட்டத்தில் உடனடிப் பயன்பாடு அற்றது; உயர் செறிவில் தாவரத்துக்கு நச்சுத்தன்மையானது. எனவே அது ஒளிச்சுவாசம் என அழைக்கப்படும் அனுசேபச் செயன்முறைக்கு உள்ளாக்கப்பட்ட வேண்டும். ஒளிச்சுவாசப்பாதையில் பச்சையவுருவம், பேரொட்சிசோம், இழைமணி என்பவற்றிலுள்ள நொதியங்கள் பங்குபற்றும். (இப்பாதையின் விபரங்கள் எதிர்பார்க்கப்படவில்லை)

ஒளிச்சுவாசம் சக்தி தேவைப்படும் தாக்கம் மட்டுமல்ல, CO_2 இன் தேறிய இழப்புக்கும் இட்டுச் செல்லும். Rubisco, CO_2 க்குப்பதிலாக O_2 உடன் தாக்கம் புரியும் ஒவ்வொரு முறையும் CO_2 பயன்படுத்தப்படுவதை விட 50 % குறைவான 3 - PGA தாவரங்களால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. இது ஒளித்தொகுப்புக்குரிய காபனின் தேறிய ஆதாயத்தைக் குறைத்து உற்பத்தித்திறனைக் குறைக்கின்றது.

ஒளித்தொகுப்புக்கு வேண்டிய CO_2 இலைவாய்களினூடாக இலையினுட்செல்கின்றது. எனினும் இலைவாய்கள் ஆவியுயிர்ப்புக்கான பிரதான பாதையும் ஆகும். உஷ்ணமான, உலர்வான நாட்களில் அனேகமான தாவரங்கள் நீர்க்காப்புக்காக இலைவாய்களை மூடிக்கொள்கின்றன. அதேவேளை ஒளித்தாக்கத்தால் விடுவிக்கப்பட்ட O_2 குழியவுருத்தாயத்தில் அதிகரிக்க ஆரம்பிக்க, அங்கு CO_2 க்கு O_2 விகிதம் மேலும் குறைவடையும். உயர் வெப்பநிலை, உலர்ந்த காலநிலை, உயர் ஒளிச்செறிவு போன்ற நிலைமைகள் இலையினுள் விரயச் செயன்முறையான ஒளிச்சுவாசத்திற்கு அனுகூலமாக இருக்கும்.

எனவே தாவரங்கள் கூர்ப்பின்போது இந்த நிலைமைகளைச் சமாளிப்பதற்காக வேறு வழிகளை விருத்தியாக்கியுள்ளன. மிகவும் வெற்றிகரமான தீர்வாக C_4 ஒளித்தொகுப்புக்குரிய பாதையால் Rubisco ஐச் சூழ CO_2 செறிவாக்கப்பட்டுள்ளது.

C_4 ஒளித்தொகுப்புக்குரிய பாதையின் உருவாக்கத்தில் பல்வேறு உயிரிரசாயன மற்றும் உருவவியலுக்குரிய திரிபுகள் உள்ளடக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் தாவரங்கள் Rubisco தானத்தில் CO_2 ஐச் செறிவாக்கக் கூடியதாகவுள்ளது. எனவே ஒட்சிசனேசு தாக்கம், அதைத் தொடரும் ஒளிச்சுவாசம் என்பன C_4 தாவரங்களில் பெரிதும் மட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அனேகமான C_4 தாவரங்களில், CO_2 ஐச் செறிவாக்கும் பொறிமுறை இலை நடுவிழையக்கலம், கட்டுமடற்கலம் என்ற இரண்டு வேறுபட்டதும், சிறத்தலடைந்ததுமான இலைக் கலவகைகளின் தொழிற்பங்கீடு மூலம் நிறைவேற்றப்படுகின்றது. C_3 தாவரங்களுடன் ஒப்பிடும்போது C_4 தாவரங்களின் கட்டுமடல் கலங்கள் விரிவாக்கப்பட்ட உடற்தொழிற்பாட்டிற்குரிய தொழில்களைக் கொண்டவை. C_4 தாவர இனங்களில் இக்கலங்களின் பெரிதாக்கமும் கூடிய புன்னங்க உள்ளடக்கங்களும் இதனைப் பிரதிபலிக்கின்றது. C_4 பாதையின் வினைத்திறனான தொழிற்பாட்டிற்காக இலைநடுவிழையக்கலங்களிற்கும் கட்டுமடல் கலங்களிற்கும் இடையே நெருக்கமான தொடர்பை ஏற்படுத்தும் அதிக எண்ணிக்கையிலான முதலுரு இணைப்புகள் காணப்படுகின்றன. கட்டுமடல் கலங்கள் கலன்கட்டுகளைச் சூழ்ந்து காணப்பட அவற்றைச் சூழந்து இலைநடுவிழையக்கலங்கள் காணப்படும். இவ்வகையான இலை உடலமைப்பியல் கிரான்ஸ் உடலமைப்பியல் (Kranz anatomy) எனப் பெயரிடப்படும்.

C_4 தாவரங்களின் கட்டுமடல் கலங்களில் உயர் CO_2 செறிவில் Rubisco தொழிற்படுவதால் C_3 தாவரங்களை விட மிகவும் வினைத்திறனாகத் தொழிலாற்றுகின்றது. ஆவியுயிர்ப்பால் ஏற்படும் நீரிழப்பை இழிவளவாக்குவதற்காக இலைவாய் மூடியுள்ள போதும் அவை CO_2 செறவாக்கும் பொறிமுறையால் போதுமான CO_2 ஐப் பெற்றுக் கொள்கின்றன.

ஒளித்தொகுப்பின் C_4 பாதை

C_4 தாவரங்களின் இலைநடுவிழையக்கலங்களில் CO_2 ஆனது காபோனிக் அன்ஐதரேசு நொதியத்தால் இருகாபனேற்றாக மாற்றப்படுகின்றது. CO_2 வாங்கியான பொஸ்போஈனோல் பைரூவேற்றினைப் (PEP) பயன்படுத்தி இருகாபனேற்று பொஸ்போஈனோல் பைரூவேற் காபொட்சிலேசு என்ற நொதியத்தினால் ஆரம்பத்தில் பதிக்கப்படுகின்றது. விளைவாகக் கிடைக்கும் ஒட்சலோ அசற்றேற்று (OAA) நான்கு காபன் அணுக்களைக் கொண்டிருப்பது இந்த அனுசேபப் பாதைக்கான பெயருக்கு அடிப்படையாக அமைந்தது. OAA மேலும் உறுதியான, நான்கு காபன் சேர்வையான மலேற்றாக அல்லது அஸ்பாட்டேற்றாக விரைவாக மாற்றப்பட்டு, கட்டுமடல் கலத்தினுள் பரவலடையும். அங்கு கபொட்சைலகற்றும் நொதியங்களால் CO_2 விடுவிக்கப்பட, விடுவிக்கப்பட்ட CO_2 Rubisco இனால் மீளப்பதிக்கப்படும். C_4 தாவரங்களின் கட்டுமடல் கலங்களில் Rubisco பிரத்தியேகமாகத் தொழிற்படும்.

இலைநடுவிழையக்கலங்களில் காணப்படும் பச்சையவுருவங்கள் உடலமைப்பியலில் கட்டுமடல் கலங்களில் காணப்படும் பச்சையவுருவத்திலிருந்து வேறுபட்டது.

இலைநடுவிழையக்கலங்களின் பச்சையவுருவத்தில் ஒளித்தாக்கம் மட்டுமே நடைபெறுவதால் அவை செழிப்பான மணியுருக்களைக் கொண்டவை. இலைநடு விழையக்கலத்தின் பச்சையவுருவத்தில் உள்ள மணியுருக்கள் பெரியவையும் ஒளித்தாக்கத்திற்கு நன்கு வியத்தமடைந்தவையும் ஆகும். கட்டுமடல் கல பச்சையவுருவங்கள் மிகக் குறைந்ததும் குறைவாக வியத்தமடைந்ததுமான

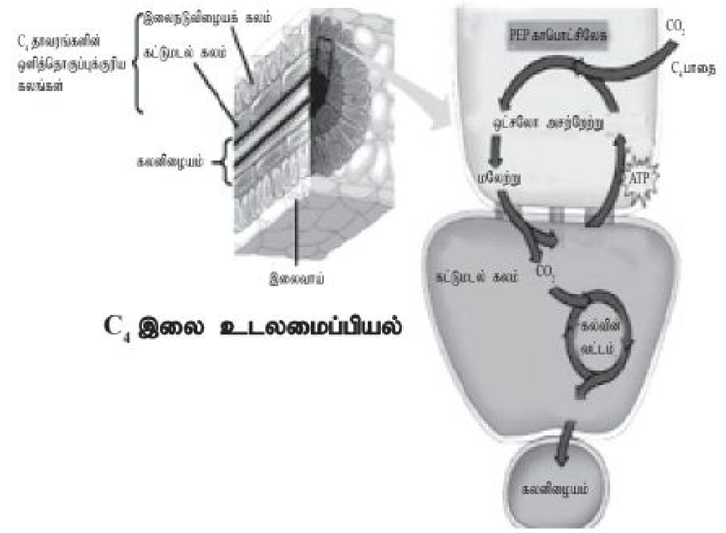
மணியுருக்களைக் கொண்டிருக்கும் அல்லது மணியுருக்கள் காணப்படாது. மேலும் கட்டுமடல் கலங்களின் PS II ஆனது இக்கலங்களில் குறைவாக ஒட்சிசன் உற்பத்தி செய்யப்படுவதற்காக வறிதாக்கப்பட்டிருக்கும்.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{காபோனிக் அன்ஐதரேசு}} HCO_3^- + H^+$$

$$PEP + HCO_3^- \xrightarrow{\text{PEP காபொட்சிலேசு}} \text{ஒட்சலோ அசற்றேற்று (4C)}$$

PEP காபொட்சிலேசு நொதியம் Rubisco நொதியத்தை விட இரு காரணங்களால் மிக வினைத்திறனானது.

1. அது CO_2 உடன் தாக்கம் புரிவதை விட இருகாபனேற்றுடன் (HCO_3^-) தாக்கமுறுகின்றது. குழியவுருத்தாயத்தில் உள்ள கரைசலில் CO_2 ஐ விட HCO_3^- 50 மடங்கு உயர்வான செறிவில் காணப்படுவது இதன் அனுகூலமாகும்.
2. O_2 க்கான நாட்டம் இல்லாதது



உரு 2.39 C_4 பாதை

C_4 பாதையின் முக்கியத்துவம்

- Rubisco ஐ இடம் சார்ந்து வேறுபிரிப்பதன் மூலம் ஒளிச்சுவாசத்துக்கான நுழைவாயில்களைத் தடுத்து தாழ் CO_2 செறிவிலும் CO_2 பதித்தலின் வினைத்திறனை மேம்படுத்துவதில் தாவரங்களுக்கு உதவுதல்.
- உஷ்ணமான, உலர்ந்த காலநிலையில் ஆவியுயிர்ப்பால் ஏற்படும் நீரிழப்பைத் தடுப்பதற்கு இலைவாய் மூடுதல் அவசியமாகும். இது குறிப்பிட்ட தாவரங்களில் CO_2 இன் உள்ளெடுத்தலைக் குறைக்கின்றது. இதனால் அயனமண்டலப்பிரதேசங்கள் அல்லது வெப்பக் காலநிலையில் வாழும் தாவரங்கள் CO_2 குறைபாட்டால் பாதிக்கப்படலாம். குறைந்த CO_2 செறிவிலுள்ள

போது C_4 பொறிமுறையில் கட்டுமடல் கலங்கள் CO_2 செறிவை அதிகரிப்பதன் மூலம் ஒளித்தொகுப்பு வினைத்திறனை அதிகரித்துள்ளது.

- C_4 தாவரங்கள் C_3 தாவரங்களை விடச் சிறந்த நீர்ப் பயன்பாட்டு வினைத்திறனைக் காண்பிக்கின்றன. ஏனெனில் இலைவாய்கள் மூடப்பட்ட போதும் CO_2 செறிவாக்கும் பொறிமுறையின் மூலம் C_4 தாவரங்கள் போதுமான CO_2 ஐப் பெற்றுக்கொள்ளக் கூடியன. எனவே ஆவியுயிர்ப்பால் இழக்கப்படும் நீர் குறைக்கப்படும்.
- Rubisco உயர் CO_2 செறிவில் கட்டுமடல் கலங்களில் தொழிற்படுவதால் C_3 தாவரங்களை விட மிக வினைத்திறனானது. அதன் விளைவாக C_4 தாவரங்களுக்குக் குறைவான Rubisco நொதியம் தேவைப்படுவதால் இது C_3 தாவரங்களை விடச் சிறந்த நைதரசன் பயன்பாட்டு வினைத்திறனைக் கொண்டது.

இயல்புகள்	C_3 தாவரங்கள்	C_4 தாவரங்கள்
பிரதிநிதித்துவப்படுத்தும் இனங்கள்	கோதுமை, நெல், பார்ளி	சோளம், கரும்பு, புற்கள்
ஒளித்தொகுப்புக்கான சிறப்பு வெப்பநிலை (°C)	15 - 25	35 °C யில் 50% உயர்வானது.
CO_2 பதித்தல்	ஒருமுறை மட்டும்	இருமுறை நடைபெறும். முதலில் இலைநடுவிழையக் கலங்களிலும் பின்னர் கட்டுமடல் கலங்களிலும்
CO_2 வாங்கி	5C, RuBP	3C, PEP - இலைநடுவிழையக் கலங்களில் 5C, RuBP - கட்டுமடல் கலங்களில்
CO_2 பதிக்கும் நொதியம்	Rubisco	PEP carboxylase இலைநடுவிழையக் கலங்களில் மிகவும் வினைத்திறனானது Rubisco கட்டுமடல் கலங்களில் உயர் CO_2 செறிவில் வினைத்திறனானது.
CO_2 பதித்தலின் முதலாவது விளைபொருள்	C_3 அமிலம், 3 - பொஸ்போகிளிசரேற்று (3 - PGA)	4C அமிலம் ஒட்சலோ அசற்றேற்று (OAA)

இலை உடலமைப்பியல்	கட்டுமடல் கலங்கள் காணப்பட்டாலும் பச்சை நிறமற்றவை. (ஒளித் தொகுப்பு செய்யாது) இலைநடுவிழையக் கலத்தில் ஒளித்தொகுப்பு நடைபெறும்.	இலைநடுவிழையக் கலங்களிலும் கட்டுமடல் கலங்களிலும் ஒளித்தொகுப்பு நடைபெறக்கூடிய கிரான்ஸ் உடலமைப்பியல்
உற்பத்தித் திறன்	விளைச்சல் பொதுவாகக் குறைவு.	விளைச்சல் பொதுவாக அதிகம்.

அட்டவணை 2.6 : C_3 மற்றும் C_4 தாவரங்களின் ஒப்பீடு

ஒளித்தொகுப்பைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

ஒளித்தொகுப்பு வீதமானது பயிர் விளைச்சலில் ஒரு முக்கியமான காரணியாகும். இவ்வீதமானது பல்வேறு காரணிகளால் பாதிக்கப்படும்.

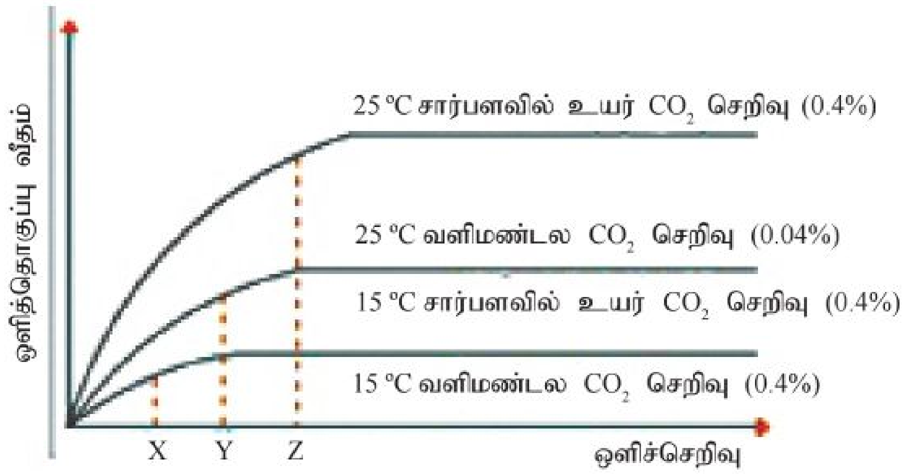
உ+ம் : ஒளிச்செறிவு, CO_2 செறிவு, வெப்பநிலை, நீர், மாசாக்கிகள், நிரோதிகள்

ஒளித்தொகுப்பானது தாக்கங்களின் ஒரு தொடராகும். எனவே பல்வேறு காரணிகள் அதில் பங்குபற்றும். பிளாக்மன் என்ற விஞ்ஞானி எல்லைப்படுத்தும் காரணிகள் தத்துவத்தை முதன்முதலில் முன்வைத்தார்.

ஒரு இரசாயனச் செயன்முறையானது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட காரணிகளால் பாதிக்கப்படும் போது எக்காரணி ஆகக் குறைந்த பெறுமானத்திற்கு அண்மையில் உள்ளதோ அதனால் தாக்கவீதம் எல்லைப்படுத்தப்படும். உ+ம் : ஒளிச்செறிவு

ஒளிச்செறிவு

ஒளித்தொகுப்பு வீதம் ஒளிச்செறிவின் அதிகரிப்புடன் அதிகரிக்கும். வேறு காரணிகளால் எல்லைப்படுத்தப்படுவதால் படிப்படியாக அதிகரிப்பு வீதம் குறையும். மிக உயர்வான ஒளிச்செறிவில் குளோரபில் வெளிறிவிடுவதால் ஒளித்தொகுப்பு குறைவடையும். எனினும், அவ்வாறான நிலைமைகளுக்கு உள்ளாகும் தாவரங்கள் தடித்த புறத்தோல், மயிருள்ள இலைகள் போன்ற உபாயங்களைக் கொண்டிருக்கும்.



உரு 2.40 வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் ஒளித்தொகுப்பு வீதம் எதிர் ஒளிச்செறிவு வரைபு

சாதாரண நிபந்தனைகளில் CO_2, ஒளித்தொகுப்பின் பிரதான எல்லைப்படுத்தும் காரணியாகும். ஒளித்தொகுப்பு வீதத்தின் அதிகரிப்பு, CO_2 செறிவை அதிகரிப்பதன் மூலம் நிறைவேற்றப்படுகின்றது. உதாரணமாகத் தக்காளி போன்ற சில பச்சைவீட்டுப் பயிர்கள் CO_2 அதிகரிக்கப்பட்ட வளிமண்டலத்தில் வளர்க்கப்படுகின்றன.

சக்தியைப் பெற்றுக் கொள்ளும் ஒரு செயன்முறையாகக் கலச்சுவாசம்

காபோவைதரேற்று போன்ற சேதன மூலக்கூறுகளிலுள்ள இரசாயனச் சக்தியை நொதியங்களால் ஊக்குவிக்கப்படும் தாக்கங்களினால் படிப்படியாக ஒட்சியேற்றப் படுவதன் மூலம் விடுவித்து, உயிருள்ள கலங்களுக்கு ATP வடிவில் கிடைக்கச் செய்யும் செயன்முறை கலச்சுவாசம் ஆகும். கலச்சுவாசம்,

a. காற்றிற் சுவாசம்
b. காற்றின்றிய சுவாசம்

எனப் பிரிக்கப்படும்.

காற்றிற் சுவாசம்

மூலக்கூற்று ஒட்சிசன் (O_2) முன்னிலையில் குளுக்கோசு போன்ற சுவாசக் கீழ்ப்படைகளிலிருந்து ATP தொகுக்கப்படும் செயன்முறை காற்றிற் சுவாசம் எனப்படும். உயிர்க் கலங்களில் குளுக்கோசு பிரதான சுவாசக் கீழ்ப்படையாகக் காணப்படுகின்றது.

குளுக்கோசு மூலக்கூறுகளின் காற்றிற் சுவாசம் பின்வரும் சமப்படுத்தப்பட்ட இரசாயனச் சமன்பாட்டின் மூலம் காட்டப்படும்.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O + \text{சக்தி (ATP + வெப்பம்)}$$

இச்செயன்முறை மூன்று பிரதான படிகளைக் கொண்டது. அவையாவன,

a. கிளைக்கோப்பகுப்பு

b. பைரூவேற்று ஒட்சியேற்றமும் சித்திரிக் அமில வட்டமும் (கிரெப்ஸின் வட்டம்)

c. ஒட்சியேற்ற பொஸ்பரிலேற்றம் (இலத்திரன் கடத்தும் சங்கிலி)

கிளைக்கோப்பகுப்பு

கலத்தின் சைற்றோசொல்லில் நடைபெறும். ஏனெனில் கிளைக்கோப்பகுப்புத் தாக்கங்களை ஊக்குவிக்கும் அனைத்து நொதியங்களும் கலத்தின் சைற்றோசொல்லிலேயே காணப்படும். இச் செயன்முறை O_2 இல் தங்கியிருப்பதில்லை. இச் செயன்முறையில் ஆறு காபன் (6C) குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு ஒன்று படிப்படியாக இரண்டு, மூன்று காபன் (3C) பைரூவேற்று மூலக்கூறுகளாக உடைக்கப்படும்.

இரண்டு ATP மூலக்கூறுகள் இச்செயன்முறையை ஆரம்பிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப் படும்.

குளுக்கோஸ் உடைக்கப்படும்போது விடுவிக்கப்படும் நான்கு ஐதரசன் மூலக் கூறுகளும் இலத்திரன்களும் இரண்டு NAD^+ ஐ இரண்டு NADH ஆகத் தாழ்த்துகின்றன. கிளைக்கோப்பகுப்பின் இறுதியில் நான்கு ATP மூலக்கூறுகள் தோற்றுவிக்கப்படும். தொடங்குநிலைப்படியில் இரண்டு ATP மூலக்கூறுகள் பயன்படுத்தப்படுவதால் தேறிய விளைவாக இரண்டு ATP மூலக்கூறுகள் கிடைக்கின்றன.

O_2 உள்ள போது மட்டுமே பைரூவேற்று மூலக்கூறுகள் இழைமணியினுள் சென்று தாக்கப்படிகள் தொடர்ந்தும் நடைபெறும்.

பைரூவேற்றின் ஒட்சியேற்றம் / இணைப்புத் தாக்கம்

இரண்டு பைரூவேற்று மூலக்கூறுகளும் இழைமணியின் மென்சவ்வினூடாக உயிர்ப்பான கொண்டு செல்லல் மூலம் கடத்தப்படுகின்றது. இழைமணியின் தாயத்தில் பைரூவேற்று மூலக்கூறு ஒரு CO_2 மூலக்கூறை விடுவித்து அசற்றைல் கூட்டமாக மாற்றப்படும். பின்னர் அசற்றைல் கூட்டம் துணைநொதியம் A உடன் இணைந்து அசற்றைல் துணைநொதியம் A ஐத் தோற்றுவிக்கும். இத்தாக்கத்தில் ஒரு NAD+, ஒரு NADH மூலக்கூறாக மாற்றப்படும். இப்படியானது, பின்வருமாறு காட்டப்படலாம்.

$$2C_3H_4O_3 + 2CoA + 2NAD^+ \longrightarrow \text{அசற்றைல் } CoA + 2CO_2 + 2\ NADH$$

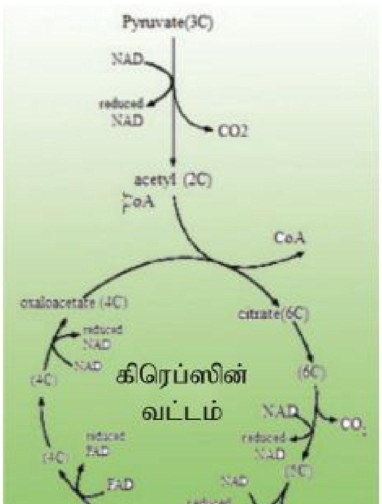
பைரூவேற்றின் ஒட்சியேற்றம் கிளைக்கோப்பகுப்பு, சித்திரிக் அமில வட்டம் என்பவற்றை இணைக்கும் தாக்கமாகும்.

அசற்றைல் CoA தனது அசற்றைல் கூட்டத்தை சித்தரிக் அமில வட்டத்திற்கு வழங்கும்.

சித்தரிக் அமில வட்டம்

தற்சிறப்பான நொதியங்களைப் பயன்படுத்தி இழைமணியின் தாயத்தில் நடைபெறும். இந்த வட்டவடுக்கான பாதையின் முதல் விளைபொருள் சித்திரிக் அமிலமாக இருப்பதால் இது சித்திரிக்அமில வட்டம் என அழைக்கப்படும். ஜேர்மன் - பிரித்தானிய விஞ்ஞானியான ஹான்ஸ் கிரெப்ஸ் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் கிரெப்ஸின் வட்டம் என அழைக்கப்படும். சித்தரிக் அமிலம் மூன்று காபொட்சிலிக் அமிலக் கூட்டங்களைக் கொண்டது. எனவே இவ்வட்டம் முக்காபொட்சிலிக் அமில வட்டம் (TCA வட்டம்) எனவும் அழைக்கப்படும்.

சித்திரிக்அமில வட்டத்தில் நான்கு காபன் சேர்வையான ஒட்சலோஅசற்றேற்று இரண்டு காபன் சேர்வையான அசற்றைல் CoA உடன் இணைந்து ஆறு காபன் சேர்வையான சித்தரிக்அமிலத்தைத் தோற்றுவிக்கும். பின்னர் சித்திரக்அமிலம் இரண்டு CO_2 மூலக்கூறுகளை விடுவிக்கும் காபொட்சைலகற்றல் தாக்கங்களின் ஒரு தொடரினூடாக ஒட்சலோ அசற்றேற்றை மீள்பிறப்பிக்கின்றது. ஒரு ATP மூலக்கூறு கீழ்ப்படை பொஸ்பரிலேற்றத்தின் மூலம் தோற்றுவிக்கப்படும். ஒரு $FADH_2$, மூன்று NADH என்பன ஒட்சியேற்றத்தாக்கங்கள் மூலம் பிறப்பிக்கப்படும். ஒரு தனித்த அசற்றைல் கூட்டம் சித்தரிக்அமில வட்டத்தை அடையும் போது தோன்றும் விளைவுகளே இவையாகும். எனவே ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் கருதப்படும்போது விளைவுகள் இரட்டிக்கப்பட வேண்டும்.



உரு 2.41 கிரெப்ஸின் வட்டம் (பரீட்சைக்குப் பொறிமுறை அவசியமற்றது)

இலத்திரன் கடத்தும் சங்கிலி

இழைமணியின் உள்மென்சவ்வுக்குக் (உச்சி) குறுக்கே இப்படியானது நடைபெறும். உச்சிகள் மடிப்படைந்து ஒட்சியேற்ற பொஸ்பரிலேற்றத்துக்கான மேற்பரப்பை அதிகரிக்கச் செய்யும். காற்றிற் சுவாசத்தின் முன்னையபடிகளின் விளைவுகளான NADH மற்றும் $FADH_2$ என்பன இலத்திரன் கடத்தும் சங்கிலியினூடாக

இலத்திரன்கள் கடத்தப்படும்போது ஒட்சியேற்றப்படுகின்றன. இறுதியில் மூலக்கூற்று ஒட்சிசனை (O_2) அந்த இலத்திரன்கள் அடையும். இலத்திரன் கடத்தும் சங்கிலி இழைமணியின் உள்மென்சவ்வில் அமைந்துள்ளது. இது உச்சிக்குக் குறுக்கே இலத்திரன்கள் மற்றும் புரோத்தன்களின் அசைவில் ஈடுபடும் புரதம், புரதமல்லாத மூலக்கூறுகளின் தொடர்களைக் கொண்டது. எனவே காற்றிற் சுவாசத்தில் இறுதி இலத்திரன் வாங்கி மூலக்கூற்று ஒட்சிசன் (O_2) ஆகும். இலத்திரன் கடத்தும் சங்கிலியில் ஒட்சியேற்ற பொஸ்லேற்றம் மூலம் ATP தொகுக்கப்படும்.

இலத்திரன் கடத்தும் சங்கிலியில் NADH மற்றும் $FADH_2$ இலிருந்து படிப்படியாக சக்தி விடுவிக்கப்பட்டு அச்சக்தியானது ATP ஐத் தொகுப்பதற்குப் பயன்படும். இலத்திரன் கடத்தும் சங்கிலியில் ஒரு மூலக்கூறு NADH ஒட்சியேற்றப்படும்போது ஒட்சியேற்ற பொஸ்பரிலேற்றத்தினால் சராசரியாக 2.5 ATP மூலக்கூறுகள் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன. 1 மூலக்கூறு $FADH_2$ ஒட்சியேற்றப்படும் போது ஒட்சியேற்ற பொஸ்பரிலேற்றத்தினால் சராசரியாக 1.5 ATP மூலக்கூறுகள் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன. எனவே இப்படியிலிருந்து உற்பத்தியாக்கபபட்ட மொத்த ATP மூலக்கூறுகள் 28 ஆகும்.

இது ஈரற்கலங்கள் இதயத்தசைக் கலங்கள் போன்ற உயிர்ப்பான கலங்களைப் பொறுத்தவரை உண்மையானது. ஆனால் ஏனைய கலங்களில் கிளைக்கோப்பகுப்பில் பிறப்பிக்கப்பட்ட 2 ATP மூலக்கூறுகளும் சைற்றோசொல்லில் இருந்து இழை மணித்தாயத்துக்கு 2 NADH கடத்தப்படுவதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டுவிடும். இக் கலங்களில் ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோசிலிருந்து உருவாக்கப்படும் மொத்த ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை (32 - 2) = 30 ATP

1 மூலக்கூறு குளுக்கோசிலிருந்து காற்றிற் சுவாசத்தின் போது தோற்றுவிக்கப்படும் மொத்த ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை.

கிளைக்கோப்பகுப்பில்

ATP யாக ⟶ 2 ATP

2 NADH இலிருந்து ⟶ 5 ATP (ஒட்சியேற்ற பொஸ்பரிலேற்றம்)

பைரூவேற்று ஒட்சியேற்றத்தின் போது;

2 NADH இலிருந்து ⟶ 5 ATP (ஒட்சியேற்ற பொஸ்பரிலேற்றம்)

சித்தரிக் அமில வட்டத்தில்

ATP யாக ⟶ 2 ATP (கீழ்ப்படை பொஸ்பரிலேற்றம்)

6 NADH இலிருந்து ⟶ 15 ATP (ஒட்சியேற்ற பொஸ்பரிலேற்றம்)

2 FADH2 இலிருந்து ⟶ 3 ATP

மொத்த ATP இன் எண்ணிக்கை = 32 ATP

காற்றின்றிய சுவாசம்

மூலக்கூற்று ஒட்சிசன் இல்லாதபோது கலங்களிலுள்ள நொதியங்களால் ஊக்குவிக்கப்பட்டு சைற்றோசெல்லில் நடைபெறும் குளுக்கோசின் உடைப்புத்தாக்கம் காற்றின்றிய சுவாசம் எனப்படும். மூலக்கூற்று ஒட்சிசன் இல்லாதபோது பைரூவேற்று மூலக்கூறுகள் மேலும் உடைக்கப்பட முடியாது. பிறப்பிக்கப்பட்ட ATP, சக்தித் தேவையை நிறைவேற்றிக் கொள்ளப் பயன்படும். எனினும் கிளைக்கோப்பகுப்பின் போது தோற்றுவிக்கப்பட்ட NADH பயன்படுத்தப்பட முடியாது. எனவே NAD^+ வரையறைக்குட்படுவதால் NAD^+ இன் கிடைக்கக்கூடிய நிலையை மேம்படுத்துவதற்காக NADH இன் மீள்சுழற்சி கலத்திற்கு இன்றியமையாதது.

காற்றின்றிய சுவாசம் தவிர O_2 இல்லாத போது ATP ஐ உற்பத்தி செய்யக்கூடிய முறையாக நொதித்தல் உள்ளது. பைரூவேற்றிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்படும் இறுதி விளைபொருள்கள் வேறுபடுவதால் பல வகையான நொதித்தல்கள் உள்ளன. பொதுவான இரண்டு வகைகளாகக் காணப்படுபவை:

1. எதைல் அற்ககோல் நொதித்தல்
2. இலக்டிக்அமில நொதித்தல்

எதைல்அற்ககோல் நொதித்தல்

- காற்றிற் சுவாசத்தைப் போன்று இதன் முதலாவது படியும் கிளைக்கோப்பகுப்பு ஆகும்.
- எனவே ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோசு 2 மூலக்கூறு பைரூவேற், 2 மூலக்கூறு ATP, 2 மூலக்கூறு NADH ஆக மாற்றப்படும்.
- பின்னர் பைரூவேற் இரண்டு படிகளில் தாக்கமுறும். முதற்படியில் பைரூவேற் ஒரு மூலக்கூறு CO_2 ஐ விடுவித்து அசற்றல்டிகைட்டாக மாற்றப்படும்.
- இரண்டாவது படியில் அசற்றல்டிகைட் கிளைக்கோப்பகுப்பில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட NADH இனால் எதனோல் ஆகத் தாழ்த்தப்படும்.
- எனவே எதைல் அற்ககோல் நொதித்தலில் இறுதி ஐதரசன் வாங்கி அசற்றல்டிகைட் ஆகும். (சேதனச் சேர்வை)
- பல பற்றீரியாக்கள் எதைல் அற்ககோல் நொதித்தலை மேற்கொள்ளும். எதைல் அற்ககோல் நொதித்தலை மேற்கொள்ளும் மிகவும் பொதுவான அங்கி மதுவம் ஆகும்.

இலக்டிக்அமில நொதித்தல்

- எதைல் அற்ககோல் நொதித்தல் போன்று இலக்டிக்அமில நொதித்தலிலும் முதல் படி கிளைக்கோப்பகுப்பு ஆகும்.
- எனவே ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் இரண்டு மூலக்கூறு பைரூவேற்று, இரண்டு மூலக்கூறு ATP, இரண்டு மூலக்கூறு NADH என்பவற்றைத் தோற்றுவிக்கும்.

- பின்னர் பைரூவேற் CO_2 ஐ விடுவிக்காமல் நேரடியாக NADH இனால் தாழ்த்தப்பட்டு இறுதி விளைபொருளான இலக்டிக்அமிலமாக மாற்றப்படும். எனவே இறுதி ஐதரசன் வாங்கி ஒரு சேதனச் சேர்வையாகும்.
- குறிப்பிட்ட பங்கசுக்களும் பற்றீரியாக்களும் இலக்டிக்அமில நொதித்தலை மேற்கொள்கின்றன. ஆனால் மிகவும் பொதுவான அங்கிகளாக யோகட், தயிர் என்பவற்றின் உற்பத்தியில் பங்குகொள்ளும் இலக்டிக்அமில பற்றீரியாக்கள் காணப்படுகின்றன.

சுவாச ஈவு

சுவாசக் கீழ்ப்படை ஒன்றிலிருந்து குறிப்பிட்ட நேரத்தில் விடுவிக்கப்படும் CO_2 க்கும் உள்ளெடுக்கப்படும் O_2 க்கும் உள்ள விகிதம் சுவாச ஈவு ஆகும்.

$$RQ = \frac{VCO_2}{VO_2}$$

காபோவைதரேற்றுகள், கொழுப்புகள், புரதங்கள் என்பவற்றின் சுவாசத்தின் RQ முறையே 1.0, 0.7. 0.8 ஆகும்.

சுவாசத்தில் புரதங்கள், காபோவைதரேற்றுகள், கொழுப்புகளின் பயன்பாடு