



## தமிழ்நாடு அரசு

### வேலைவாய்ப்பு மற்றும் பயிற்சித்துறை

பிரிவு : TNPSC Group II தேர்வு

பாடம் : தாவரவியல்

பகுதி : சுவாசித்தல்

#### காப்புரிமை

தமிழ்நாடு அரசுப் பணியாளர் தேர்வாணையம் குரூப் - 2 முதல்நிலை மற்றும் முதன்மை தேர்வுகளுக்கான காணொலி காட்சி பதிவுகள், ஒலிப்பதிவு பாடக்குறிப்புகள், மாதிரி தேர்வு வினாத்தாள்கள் மற்றும் மென்பாடக்குறிப்புகள் ஆகியவை போட்டித் தேர்விற்கு தயாராகும் மாணவ, மாணவிகளுக்கு உதவிடும் வகையில் வேலைவாய்ப்பு மற்றும் பயிற்சித் துறையால் மென்பொருள் வடிவில் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. இம்மென்பாடக் குறிப்புகளுக்கான காப்புரிமை வேலைவாய்ப்பு மற்றும் பயிற்சித் துறையைச் சார்ந்தது என தெரிவிக்கப்படுகிறது.

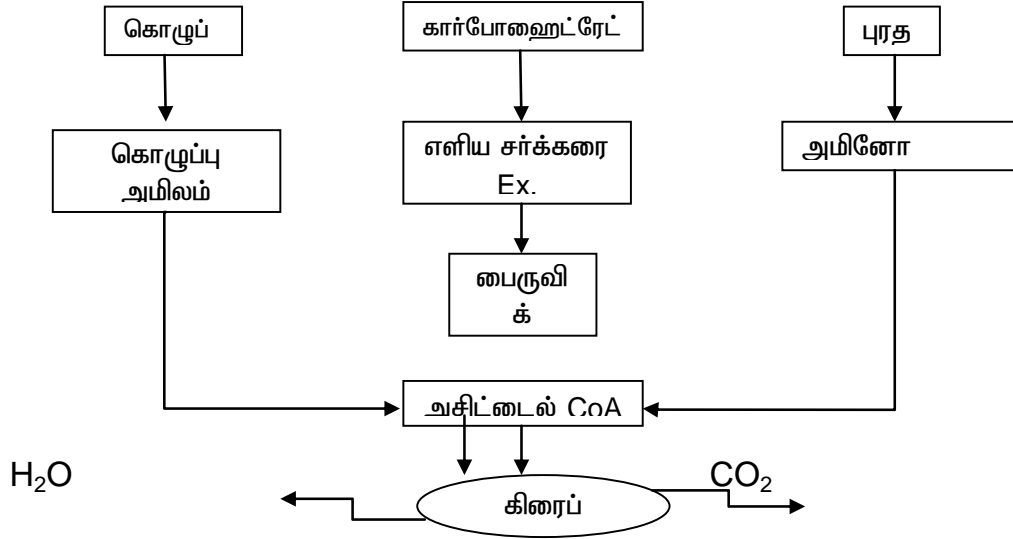
எந்த ஒரு தனிநபரோ அல்லது தனியார் போட்டித் தேர்வு பயிற்சி மையமோ இம்மென்பாடக் குறிப்புகளை எந்த வகையிலும் மறுபிரதி எடுக்கவோ, மறு ஆக்கம் செய்திடவோ, விற்பனை செய்யும் முயற்சியிலோ ஈடுபடுதல் கூடாது. மீறினால் இந்திய காப்புரிமை சட்டத்தின் கீழ் தண்டிக்கப்பட ஏதுவாகும் என தெரிவிக்கப்படுகிறது. இது முற்றிலும் போட்டித் தேர்வுகளுக்கு தயார் செய்யும் மாணவர்களுக்கு வழங்கப்படும் கட்டணமில்லா சேவையாகும்.

ஆணையர்,  
வேலைவாய்ப்பு மற்றும் பயிற்சித் துறை





சுவாச தளப் பொருட்கள்

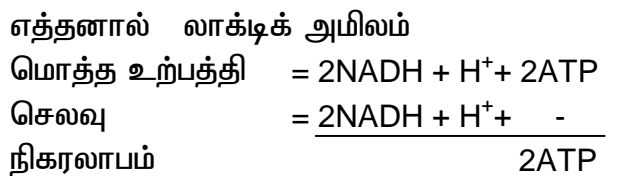
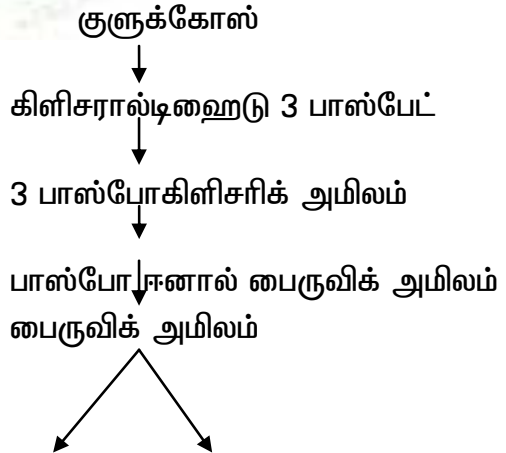
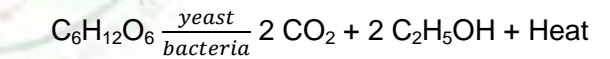


சுவாசத்தின் வகைகள்

காற்றில்லா சுவாசம் (Anaerobic)

- முதலில் கண்டறிந்தவர் : Kostychev
- மேலும் விவரித்தவர் : Gaylussac, pasteur (1898)
- காணப்படுவது : பாக்டீரியா, அஸ்காரிஸ், டீனியாசிஸ், தாதுக்கள், RBC, தசைகள்
- O<sub>2</sub> இல்லாத நிலையில் உணவு முழுமையான ஆக்சிஜனேற்றம் அடையாமல் எத்தனால், அசிட்டிக் அமிலம் அல்லது லாக்டிக் அமிலமாக மாற்றப்படுகின்றது.
- தாவரங்களில் முளைக்கும் விதைகள், பழங்களில் நொதித்தல் வினை நடைபெறுகிறது.
- பூஞ்சை, பாக்டீரியாக்களில் இது செல்களுக்கு வெளியே நடக்கின்றது. இது நொதித்தல் (fermentation) எனப்படும்.

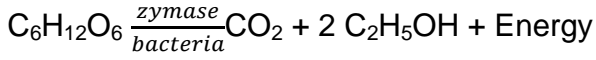
- பாக்டீரியா மற்றும் பூஞ்சைகளில் இன்வர்டேஸ், சைமேஸ் என்ற நொதிகள் குளுக்கோஸ் சிதைத்தலில் பயன்படுகின்றது.
- சைமேஸ் என்ற நொதியை முதலில் கண்டறிந்தவர் : புகனர் (Buchner)
- ATP எதுவும் உற்பத்தி ஆகாது. ஆற்றல் வெப்பத்தின் வழியே வெளியிடப்படும்.



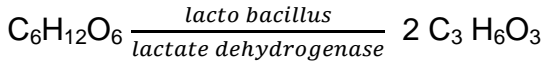
$$\text{efficiency} = \frac{2 \text{ ATP}}{\text{hexose-lactic acid}} = \frac{15.2}{47} \times 100 = 32.3\%$$

**நொதிகள் வகைகள்**

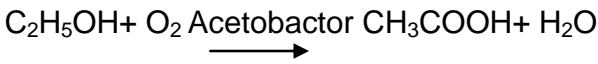
1) Alcoholic fermentation ( மிகவும் பழமையான முறை )



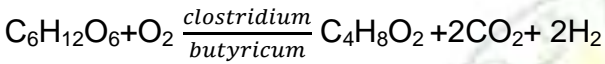
2) Lactic acid fermentation ( தயிர் உருவாதல் முறை )



3) Acetic acid fermentation ( காற்று நொதித்தல் முறை )



4) Butyric acid fermentation



**காற்று சுவாசம் (Aerobic)**

நான்கு தெளிவான நிலைகளில் குளுக்கோஸ் ஆக்சிஜனேற்றம் நடக்கின்றது.

- கிளைக்காலிசிஸ் - (எல்லா உயிரினங்களிலும்) - சைட்டோபிளாசம்
- பைருவிக் அமில ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் நீக்கமடைதல் - மைட்டோகாண்ட்ரியா - வெளி பகுதி
- கிரைப் சுழற்சி / TCA சுழற்சி - மைட்டோகாண்ட்ரியா - மேட்ரிக்ஸ்
- எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி / ETC - மைட்டோகாண்ட்ரியா - கிரிஸ்டே

**கிளைக்கோலைசிஸ் / டிரையாசிஸ் / எம்டன் - மேயர்ஹாப் - பர்னாஸ் பாதை**

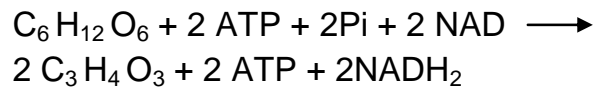
- Glyco = சர்க்கரை; Lysis = பிளப்பு - இனிப்பு பிளப்பு (Splitting of sugars)
- இது சைட்டோபிளாசத்தில் நடக்கும்
- இது காற்றுகவாசம், காற்றில்லா சுவாசம் இரண்டிலும் நடக்கும்

O<sub>2</sub> எடுத்துக் கொள்ளப்படுவதும் இல்லை, CO<sub>2</sub> வெளிவிடப்படுவதும் இல்லை.

6 கார்பன் சேர்மமான குளுக்கோஸ் 3 கார்பன் கொண்ட இரண்டு மூலக்கூறு.

பைருவிக் அமிலமாக மாற்றமடையும் நிகழ்ச்சி ஆகும்.

ஒட்டுமொத்த வினை

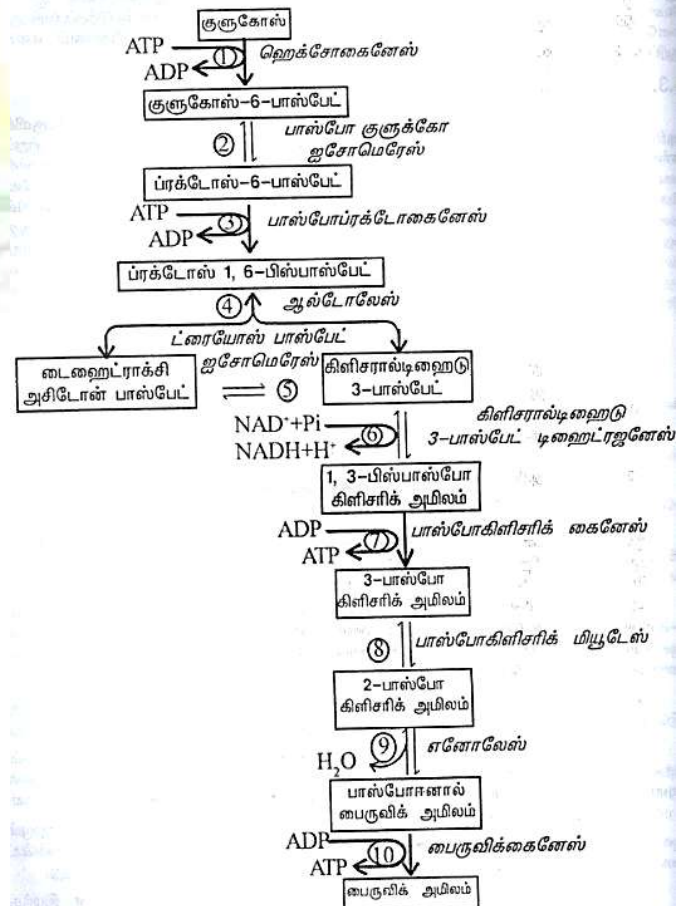


இது இரண்டு வழிகளில் நடக்கின்றது

1) குளுக்கோஸ் பாஸ்பாரிகரணம் -

2) ஹெக்சோஸ் நிலை

3) ப்ரக்டோஸ் 1, 6 டைபாஸ்பேட்

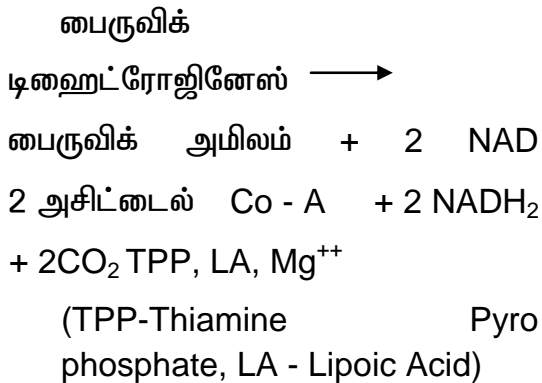


பிளத்தல் -டிரையோஸ் நிலை

- இது 10 விதமான படிநிலைகளைக் கொண்டது
- மொத்த உற்பத்தி =  $2\text{NADH} + \text{H}^+ + 4\text{ATP}$   
செலவு =  $2\text{ATP}$   
நிகரலாபம்  $2\text{NADH} + \text{H}^+ + 2\text{ATP} = 8\text{ATP}$   
இது குளுக்கோஸ் சுவாச நிகழ்ச்சியின் மொத்த உற்பத்தியில் 2.3% ஆகும்.

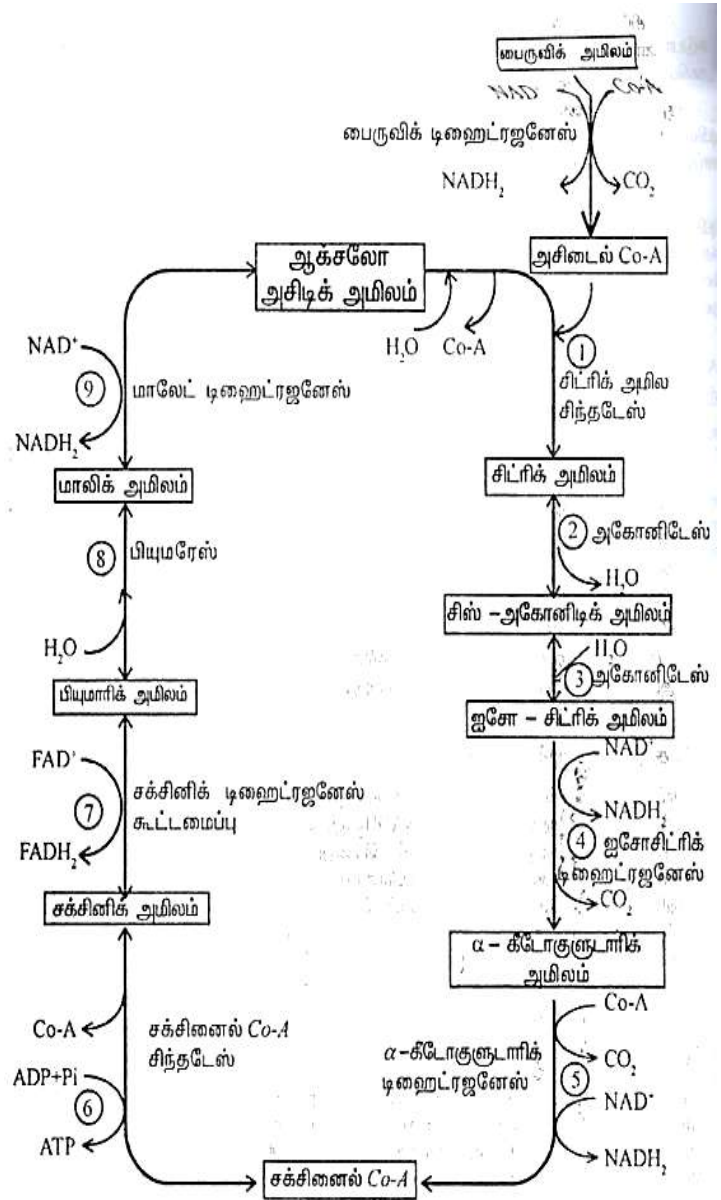
**அசிட்டைல் Co - A உருவாக்கம்:**  
**(Link / Gateway Reaction)**

- பைருவிக் அமில மூலக்கூறுகள் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தினுள் செல்கின்றன.
- ஆக்சிஜன் முதன் முறையாக பயன்படுத்தப்பட்டு  $\text{CO}_2$  வெளியிடப்படுகின்றது.
- பைருவிக் அமில மூலக்கூறு 2 C கொண்ட அசிட்டைல் Co - A வாக மாற்றப்படுகின்றது.
- இது கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றத்தில் பொதுவானது.
- இது கிளைக்கோலைசில்யையும் கிரைப் சுழற்சியும் இணைக்கும் நிகழ்ச்சி ஆகும்.

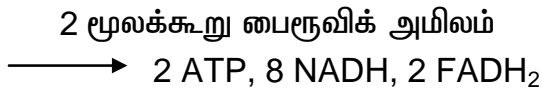


**கிரைப் சுழற்சி / TCA சுழற்சி / Tri Corboxylic Acid Cycle / Citric acid Cycle**

- S. Hans Kreb 1937 கண்டறிந்தார்.
- இதற்காக 1953 ல் நோபல் பரிசை Lippman என்பவருடன் பகிர்ந்து பெற்றுக் கொண்டார்.



- இது செல்லின் சக்தி நிலையமான மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் மேட்ரிக்ஸ் பகுதியில் நடைபெறுகிறது.
- பைரூவிக் அமிலமானது கார்பன்டை ஆக்சைடாகவும், நீராகவும் மாற்றப்படும் போது வரிசையாக நடக்கும் நிகழ்ச்சி.
- இது ஒரு ஆம்பிபோலிக் (அ) இருவகை நிகழ்ச்சி ஆகும். சில மூலக்கூறுகள் சிதைக்கப்படுகின்றன. சில மூலக்கூறுகள் கட்டப்படுகின்றன.
- இந்நிகழ்ச்சிக்கு தேவையான அனைத்து நொதிகளும் மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் காணப்படுகின்றன.
- நான்கு இடங்களில் ஆக்சிஜனேற்றம் நிகழ்கின்றது.
- அப்போது மொத்தத்தில் 6 NADH<sub>2</sub> மற்றும் 2 FADH<sub>2</sub> ஆகியவை தோன்றுகின்றன. இதனால் 22 ATP மூலக்கூறுகள் தோன்றுகின்றன. மேலும் தளப்பொருள் பாஸ்பாரிகரணம் மூலம் (சச்சினைல் CoA சச்சினிக் அமிலம்) 2 ATP மூலக்கூறு உருவாகின்றன. எனவே மொத்தம் 24 மூலக்கூறுகள் தோன்றுகின்றன.



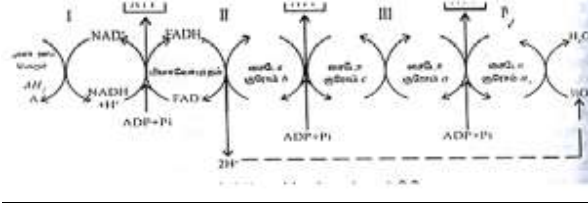
**எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி / ETS / Electron Transport System**

- இது நான்கு எலக்ட்ரான் ஏற்பிகளை கொண்ட சங்கிலி ஆகும்.

1) NAD<sup>+</sup> - Nicotinamide Adenine Dinucleotide

- 2) FAD<sup>+</sup> - Flavin Adenine Dinucleotide
  - 3) CoQ - Co - enzyme Q
  - 4) சைட்டோகுரோம்கள் - Cyt b, Cyt c, Cyt a, Cyt a<sub>3</sub>
- சிட்ரிக் அமில சுழற்சி முடிவதற்குள் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறானது முழுவதுமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்திருக்கும்.
  - ஆனால் ஆற்றலானது NADH<sub>2</sub> , FADH<sub>2</sub> ஆகியவை எலக்ட்ரான் கடந்து சங்கிலியால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் வரை வெளியிடப்படுவதில்லை.
  - இலை 4 சங்கிலி மூலம் ஆக்சிஜனுக்கு எடுத்து செல்லும் போது உயர் ஆற்றல் பாஸ்பேட் பிணைப்பு உண்டாகிறது.
  - அதாவது ADP யிலிருந்து ATP உண்டாகிறது. இது ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பாரி கரணம் (Oxidative Phosphoryllation) எனப்படும்.

சுவாசித்தலின் நிலைகள்	மூலக்கூறுகளின்			ATP மொத்தம்
	ATP	NADH <sub>2</sub>	FADH <sub>2</sub>	
கிளைக்காலிசிஸ்	2	2	...	8
பைரூவிக் அமில ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் சுழற்சி	....	2	...	6
கிரப்சு சுழற்சி	2	6	2	24
மொத்தம்	4	30ATP	4 ATP	38 ATP



### காற்று சுவாசத்தில் கிடைக்கும் ஆற்றல்

பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடம் / Pentose Phosphate Pathway / PPP / Hexose Mono Phosphate shunt (HMP Stunt) / Warburg Dickens Pathways

- ஒரு சில தாவரங்கள் மற்றும் சில விலங்கு திசுக்களில் பொதுவான கிளைக்காலிசிஸ் மற்றும் கிரைப் சுழற்சிக்கு பதிலாக மாற்று வழி பாதையில் குளுக்கோஸ் ஆக்சிகரணம் அடைவதை வார்பெர்க் & டிக்கன்ஸ் கண்டறிந்தனர்.
- இது ஆக்சிஜனேற்ற நிலை மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றமில்லா என இது இரு முக்கிய நிலை உள்ளது.
- இது சைட்டோபிளாசுத்தில் மட்டும் நிகழும்

### நிகழ்வு நடக்க காரணம்:

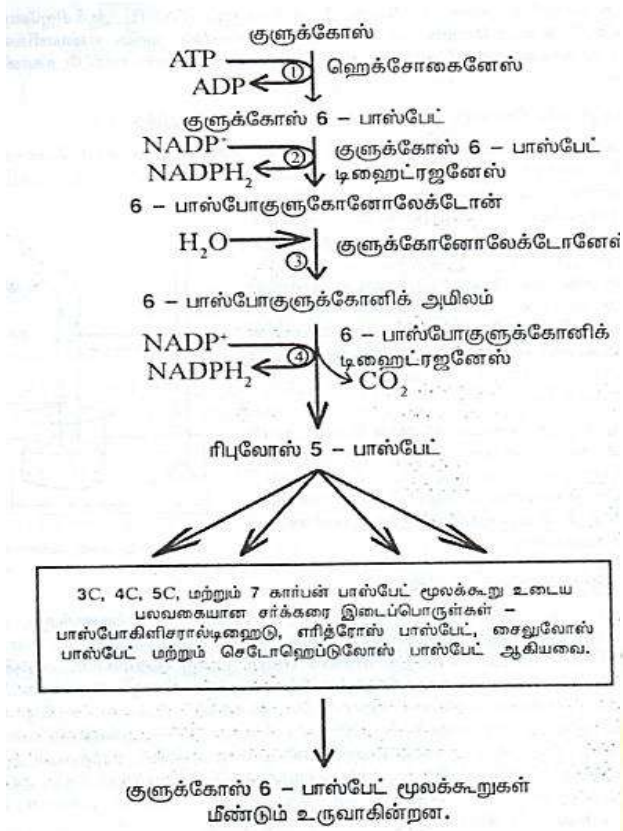
- செல்களில் உயிரினங்களில் நிகழ்விற்கு அதிக NADH<sub>2</sub> தேவைப்படும்போது
- கிளைக்கோலைசிஸ் வேதிபொருட்களால் தடுக்கப்படும் பொழுது (iodo acetone, fluorides, arsenates)

- மைட்டோகாண்ட்ரியா பணிகளில் வேலை இருக்கும்பொழுது. மற்ற ஆக

### ஆக்சிஜனேற்ற நிலை

- இது பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடத்தின் முதற்பகுதியாகும். இதில், குளுகோசானது ஆக்சிஜனேற்றமும் கார்பன் நீக்கமுடையகிறது.
- இதன் விளைவாக. பாஸ்போகுளுக்கானிக் அமிலத்தைத் தொடர்ந்து பெண்டோஸ் சர்க்கரை, ரிபுலோஸ் 5 - பாஸ்பேட் ஆக மாற்றமடைகின்றது. இந்த ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையில் முக்கிய அம்சம் NADPH<sub>2</sub> உற்பத்தியாவதாகும். இதில் நிகழும் வினைகள்.





- ஹெக்சோகைனேஸ் எனும் நொதியின் செயல்பாட்டினால் குளுக்கோஸ் பரிஸ்பரிகரணமடைந்து குளுக்கோஸ் - 6- பாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது.
- குளுக்கோஸ் - 6 - பாஸ்பேட்டானது ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து 6 பாஸ்போகுளுகோனோலேக்டான் ஆக மாறுகிறது. ஆப்போது NADPH<sup>+</sup> ஆனது NADPH<sub>2</sub> ஆக ஒடுக்கமடைகிறது.
- இந்த வினையில் குளுக்கோஸ் - 6 - பாஸ்பேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் என்னும் நொதி ஈடுபடுகிறது.
- 6 பாஸ்போகுளுக்கோனோலேக்டான் நீராற்பகுப்புக்கு உட்படுத்தப்பட்டு, 6 - பாஸ்போகுளுக்கோனிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இந்த வினையில் குளுக்கோனோலேக்டானேஸ் எனும் நொதி ஈடுபடுகிறது.
- 6 - பாஸ்போ குளுக்கோனிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்றம் கார்பன் நீக்கமடைந்து ரிபிலோஸ் 5- பாஸ்பேட்டாக (Ru5P) மாறுகிறது.

- NADPH<sup>+</sup> ஆனது NADPH<sub>2</sub> ஆக ஒடுக்கமடைகிறது. வெளியாகிறது. இந்த நிகழ்ச்சியில் 6- பாஸ்போ குளுக்கோனிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் என்னும் நொதி பங்கு பெறுகிறது.

**ஆக்சிஜனேற்றமில்லா நிலை :**

- இந்தப் பகுதியில் 3C, 4C, 5C மற்றும் 7C கார்பன்களைக் கொண்ட பாஸ்பரிகரணமடைந்த சர்க்கரைகள் இடைப் பொருட்களாக உண்டாகின்றன.
- அவையான பாஸ்போகிளிசரால்டிஹைடு (3c), எரித்ரோஸ் பாஸ்பேட் 4(c), சைலுலோஸ் பாஸ்பேட் (5c) மற்றும் செடோஹெப்டுலோஸ் (7c) பாஸ்பேட் என்பனவாகும்.
- ஆறு குளுக்கோஸ் பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் இந்த வழித்தடத்தில் ஈடுபட்டு ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. ஆறு மூலக்கூறுகள் 4-ம் வினையின்படி வெளியிடப் படுகின்றன.
- 2-ம் மற்றும் 4-ம் வினைகளின் படி 12 NADPH<sub>2</sub> உண்டாகின்றன. வேறொரு வகையில் ஆக்சிஜனேற்றத்திற்குப் பின்னர், ஒரு மூலக்கூறு CO<sub>2</sub>யும் 12 மூலக்கூறு NADPH<sub>2</sub>வையும் தோற்றுவிக்கின்றன.
- சுருக்கமாக ஆறு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளில் ஒன்று முழுதுமாக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. மற்ற ஐந்து மூலக்கூறுகள், 3C, 4C, 5C மற்றும் 7C- கார்பன் சர்க்கரை இடைச் சேர்மங்களாக மாறுகின்றன.
- இந்த சேர்மங்களிலிருந்து ஐந்து குளுக்கோஸ் 6 - பாஸ்பேட்

மூலக்கூறுகள் மீண்டும் உருவாக்கப்படுகின்றன.

$C_4H_6O_5 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 3H_2O +$  ஆற்றல்.  
மாலிக் அமிலம்

$$\text{சுவாச ஈவு} = \frac{4 \text{ மூலக்கூறு } (O_2)}{3 \text{ மூலக்கூறு } O_2} = 1.33$$

பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடத்தின் முக்கியத்துவம்

- இது கார்போஹைட்ரேட் சிதைவுக்கு மாற்று வழியாகும்.
- இதில்  $NADPH_2$  மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன. இவை செல்பொருட்கள் பலவற்றின் உற்பத்தியில் ஓடுக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன.  $NADPH_2$  ஏற்படுவது ATP உற்பத்தியோடு இணைக்கப்பட்டது அல்ல.
- நியூக்ளிக் அமிலங்களை உற்பத்தி செய்யத் தேவையான ரைபோஸ் சர்க்கரை இந்த வழித்தடத்தின் மூலம் கிடைக்கிறது.
- அரோமேடிக் சேர்மங்களை உற்பத்தி செய்வதற்குத் தேவையான எரித்ரோஸ் பாஸ்பேட் இதிலிருந்து கிடைக்கிறது.
- இந்த வழித்தடத்தில் உருவாகும் Ru5P (ரிபுலோஸ் - 5 - பாஸ்பேட்) ஒளிச்சேர்க்கையின் போது  $CO_2$ -ஐ நிலைநிறுத்த பயன்படுகிறது.

**சுவாச ஈவு**

சுவாசித்தலின் போது வெளியிடப்படும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் ஆக்சிஜனுக்கும் இடையே உள்ள வீதமே சுவாச ஈவு எனப்படும்.

$$\text{சுவாச ஈவு} = \frac{\text{வெளிப்படும் } CO_2 \text{ அளவு}}{\text{பயன்படுத்தப்படும் } O_2 \text{ அளவு}}$$

(i) கார்போஹைட்ரேட்டின் சுவாச ஈவு  
 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O +$  ஆற்றல்.

$$\text{குளுக்கோஸின் ஈவு} = \frac{6 \text{ மூலக்கூறு } CO_2}{6 \text{ மூலக்கூறு } O_2} = 1$$

(ii) கரிம அமிலத்தின் சுவாச ஈவு

(iii) கொழுப்பு அமிலத்தின் சுவாச ஈவு

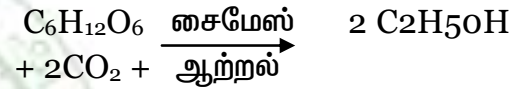
$C_{16}H_{32}O_2 + 11O_2 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + 4CO_2 + 5H_2O$   
பாமிடிக் அமிலம் சுக்ரோஸ் + ஆற்றல்

$$\text{சுவாச ஈவு} = \frac{4 CO_2}{11 O_2} = 0.36$$

**காற்றிலா சுவாசத்தின் சுவாச ஈவு**

காற்றிலா சுவாசத்தில் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வெளியிடப்படுகிறது ஆனால்  $O_2$  பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. இதில் சுவாச ஈவு முடிவுற்றதாக உள்ளது.

(எ-கா)



$$\text{சுவாச ஈவு} = \frac{2 CO_2}{\text{சுழி மூலக்கூறு } O_2} = \alpha \text{ (முடிவுற்றது)}$$

**சமநிலைப் புள்ளி**

- ❖  $CO_2$  வின் எந்த செறிவு நிலையில் ஒளிச்சேர்க்கையானது சுவாசித்தலுக்கு சமமாக இருக்கிறதோ அது கார்பன் டை ஆக்ஸைடு சமநிலைப்புள்ளி எனப்படும்.  $CO_2$  வின் சமநிலைப்புள்ளி நிலையில் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும்  $CO_2$  வின் அளவு, சுவாசித்தலில் வெளியிடப்படும்  $CO_2$  அளவிற்கு சமமாகும் இந்த நிலையில் ஒளிச்சேர்க்கையின் நிகர உற்பத்தி ஏதுமில்லை.