



தமிழ்நாடு அரசு

வேலைவாய்ப்பு மற்றும் பயிற்சித்துறை

பிரிவு : TNPSC Group II தேர்வு
பாடம் : தாவரவியல்
பகுதி : உணவூட்டம் மற்றும் ஊட்டச்சத்து

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

உணவூட்டம் மற்றும் ஊட்டச்சத்து (NUTRITION & DIETETICS)

❖ Von Helmont of John woodward (1699) :

- நீர் மற்றும் தாதுப்பொருட்கள் தாவரவளர்ச்சிக்கு மிக அவசியம் என நிரூபித்தனர்.

❖ Saussure (1804) :

- தாவர சாம்பலில் இருந்து பெறப்படும் ஆக்சிகரணம் அடைந்த கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், சல்பர் தாவர வளர்ச்சிக்கு அவசியம் தேவைப்படுகின்றது.

❖ Liebig (1840) :

- தாவர வளர்ச்சிக்கு வளிமண்டலத்தில் உள்ள CO₂ மூலம் கார்பன் ஊட்டம் அவசியமாகின்றது.

**கார்பன் உபயோகம் பொறுத்து
உணவூட்ட வகைப்பாடு**

தற்சார்பு (கனிம கார்பன் உபயோகம் செய்பவை)	பிறசார்பு (கரிம கார்பன் உபயோகம் செய்பவை)
ஒளி தற்சார்பு	ஒளி பிற சார்பு
வேதி தற்சார்பு	வேதி பிற சார்பு
	சாறுண்ணி (அ) மட்குண்ணி
	ஒட்டுண்ணி

1. ஒளி தற்சார்பு : அனைத்து தாவரங்களும், நீல பசும் பாசி, பசும் கந்தக பாக்டீரியா
2. வேதி தற்சார்பு : நைட்ரஜோ மோனாஸ், நைட்ரஜோ காக்கஸ்

3. ஒளி பிற சார்பு : ஊதா கந்தக பாக்டீரியா

4. வேதி பிற சார்பு : அனைத்து விலங்குகள், பூஞ்சை, பெரும்பாலான பாக்டீரியா

5. சாறுண்ணி (அ) மட்குண்ணி

- பூஞ்சை - ஈஸ்ட், மியூக்கர், பெனிசிலின் அகாரிகள்
- பாக்டீரியா - பேசில்லஸ் சப்டைலிஸ், பேசில்லஸ் மைகாய்ட்டஸ்
- மாசஸ் - ஸ்பிளான்சம், ஹிப்னம்
- டெரிடோனபட்டா - போட்ரிக்கம், லைகோபோடியம்
- ஆஞ்ஜியோஸ்பெர்ம்-நியோடியா, மோனோடிராப்பா

6. ஒட்டுண்ணி

- பகுதிஅளவு ஒட்டுண்ணி
 - தண்டு ஒட்டுண்ணி - விஸ்கம், லோரேன்தஸ்
 - வேர் ஒட்டுண்ணி - தீசியம் (சந்தன மரம்), ஸ்டிரீகா (கரும்பு)
- முழு ஒட்டுண்ணி
 - தண்டு ஒட்டுண்ணி - கஸ்குட்டா
 - வேர் ஒட்டுண்ணி - ரப்லீசியா

7. பூச்சி பிடிக்கும் தாவரங்கள்

ஒளிசேர்க்கை மூலம் உணவை தயாரிக்க இயலாதவை. காரணம் நைட்ரஜன் சத்து குறைவாக உள்ள மண்ணில் வளர்பவை.

- பிட்சர் பிளான்ட் - நெபந்தஸ், சாரசீனியா
- சூரிய பனித்துளி தாவரம் - டிரொசீரா

♦.....♦

- வீனஸ் பூச்சி பிடிக்கும் தாவரம் - டியோனியா
- பிளோடர் வொர்ட்- யுட்ரிகுலேரியா
- ஏறக்குறைய 60 தனிமங்கள் தாவர சாம்பலில் கிடைக்கப்பட்டாலும், பெரும்பான்மையாக ஒரே தனிமங்கள் அனைத்து தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்றது.
- இந்த தனிமங்கள் தாவரத்தின் மீது நேரடி பாதிப்பை ஏற்படுத்தும்.
- இவற்றின் பணியை வேறு எதுவும் ஈடு செய்ய முடியாது.
- தாவரங்களின் சாதாரண வளர்ச்சிக்கு காரணமாக அமையும்.
- தாவரங்களின் இனப்பெருக்கம் குறிப்பிட தனிமத்தை சார்ந்தே இருக்கும்.
- இவற்றின் தேவை மற்றும் பணியின் தன்மையை பொறுத்து Arnon & Stout என்பவர்கள் இருவகையாக பிரித்தனர்

முக்கிய மூலகங்கள் (அ) பெரு மூலகங்கள் Major Elements	நுண் மூலகங்கள் (அ) சிறு மூலகங்கள் Minor Elements
C – 45% Ca – 0.5 % O ₂ – 45% Mg – 0.2 % H ₂ – 6% P – 0.2 % N ₂ – 1.5 % S – 0.11 K – 1.0% Fe – 0.01%	Cl – 0.01% Zn – 0.002% Mn – 0.005% Cu – 0.0001 % Br – 0.002% Mo – 0.0001 %

- முக்கிய கனிமங்கள் கண்டறியப்பட்டு பெரு, சிறு மூலகம் என பிரிக்கப்படுகின்றது.

2) ஹைட்ரோ போனிக்ஸ் :

- தாவரங்களை நீர், மண் கலந்த ஒரு ஊட்ட ஊடகத்தில் வளர்ப்பது ஆகும்.
- எ.டு : மலர்செடிகள், அலங்கார செடிகள், தோட்டகலை செடிகள்
 - Sach's ஊடகம் 1860
 - Knop's ஊடகம் 1865
 - Shiev's ஊடகம் 1875
 - Hogaland's ஊடகம் 1938
 - Evan's ஊடகம் 1953

3) ஏரோபோனிக்ஸ்

- தாவர வேர்களை காற்றில் தெரியுமாறு வைத்து அவ்வப்போது ஊட்ட ஊடகத்தை வேர்களில் தெளித்து தாவரத்தை வளர்க்கும் முறை

4) திட ஊடக வளர்ப்பு

- தாவரங்கள் மணல் (அ) நொறுக்கப்பட குவார்ட்ஸ் ஊடகங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன.
- இதற்கு சொட்டுநீர் பாசன முறையில் ஊட்ட ஊடகம் செலுத்தப்படுகின்றது.

கனிமங்களின் தேவையை கண்டறியும் முறைகள் :

1) சாம்பல் பகுப்பாய்வு முறை :

- தாவரப் பொருட்களை 400 - 600°C வெப்பத்தில் எரித்தால் அங்கக பொருட்கள் சாம்பலாகும்.

முக்கிய கனிமங்களின் செயலியல் பங்கும் பற்றாக்குறையால் ஏற்படும் அறிகுறிகளும்.

கனிமம்	செயலியல் பங்கு	பற்றாக்குறையால் ஏற்படும் விளைவுகள்
கார்பன் ஹைட்ரஜன் ஆக்ஸிஜன்	தாவரங்களின் பொதுவான வளர்சிதை மாற்றம்	சாதாரண வளர்ச்சியை உருவாதலையும் பாதிக்கும்.
நைட்ரஜன்	புரதங்கள், நியுக்ளிக் அமிலங்கள், துணை நொதிகள் ATP இவற்றை அமைக்கும்.	பச்சைய சோகை, குன்றிய வளர்ச்சி, மலர்களின் வளர்ச்சி குன்றுதல்.
ஃபாஸ்ஃபரஸ்	பிளாஸ்மாபடலம், துணை நொதிகள் நியுக்ளியோடைடுகளை அமைக்கும்	வளர்ச்சி குன்றி, பாஸ்பட்டேஸ் செயல்பாடு அதிகரித்தல்.
பொட்டாசியம்	ஆக்குத்திசு பகுதிகளிலும், இலைத் துளை இயக்கத்துக்கும் தேவைபடும்.	அடைதிரள் வண்ண பச்சையசோகை, கணுவிடைப் பகுதிகள் குட்டையாதல்.
சல்பர்	தையமின், பையோட்டின், துணை நொதி - ஏ, சிஸ்டீன், சிஸ்டைன் இவற்றை அமைக்கும்.	புரத சேர்க்கை தடை செய்யப்பட்டு இளம் இலைகளில் பச்சைய சோகை ஏற்படுதல்
மெக்னீசியம்	பச்சையத்தின் கூறாகவும் PEP, RuBP கார்பாக்ஸிலேஸ் நொதியின் ஊக்கியாகவும் உள்ளது.	நரம்பிடை பச்சைய சோகை, அந்தேசையனின் நிறமி படிவு
கால்சியம்	செல்கவர், பிளாஸ்மா படலத்தின் கூறு, மைட்டாசிஸிஸ் உதவும்	கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றம், ஆக்குத்திசுக்கள் பாதிப்பு
இரும்பு	ஃபளேவோ புரதம், கேட்டலேஸ், பெராக்ஸீஸிடேஸ் மற்றும் சைட்டோகுரோம் நொதிகளின் கூறாகும்.	கனிமங்களில் நுட்பமான உணர்வு நரம்பிடை பச்சைய சோகை, காற்று சுவாசம் பாதிக்கப்படுதல்.
போரான்	Ca^{2+} உள்ளெடுப்பு மற்றும் பயன்பாட்டுக்கும் மகரந்தத்துகள் முளைத்தலுக்கும், கார்போஹைட்ரேட் கடத்தலுக்கும் தேவை.	பீட்ரூட்டில் பழப்பு இருதய அழுகல் நோய், ஆப்பிளின் உள் திசுக்கள் தக்கையாதல் மலர்கள் (ம) கனிகள் முதிரும் முன்னயே உதிர்ந்தல்
மாங்கனீசு	விதைகள், இலைகளுக்கும் தேவை. ஆக்ஸிடேஸ்,	ஓட்ஸில் சாம்பல் புள்ளி நோய், வேர் தொகுப்பின் குன்றிய

	கார்பாக்ஸிலேஸ், கைனேஸ் நொதிகளை ஊக்குவிக்கும்	வளர்ச்சி
தாமிரம்	பினாலேஸ், டைரோசினேஸ் மற்றும் பினாஸ்டோசையனின் நொதிகளை ஊக்குவிக்கும்.	சிட்ரஸ் தண்டுகளின் பின்பக்க இறப்பு எக்சாந்தீமா - பட்டையில் கேர்ந்து உருவாக்கம் திரும்பப் பெறுதல் - விதை உருவாதலை தடுத்தல் ஆகிய நோய்கள்
துத்தநாகம்	டிரிப்டோபேன் சின்தட்டேஸ், கார்பானிக் அன்ஹைட்ரேஸ், அல்கஹால் டைஹைட்ரோஜினேஸ் நொதிகளை ஊக்குவிக்கும்	நெருக்கமாக அமைந்த இலைகள், சிற்றிலை நோய், தண்டுகளின் குன்றிய வளர்ச்சி
மாலிப்டினம்	நைட்ரஜனின் வளர்சிதை மாற்றத்திலும் அஸ்கார்பிக் அமில உருவாக்கத்திலும் பங்கு வகிக்கிறது.	சிட்ராஸில் மஞ்சள் புள்ளி நோய், காலிபிளவரில் சாட்டைவால் நோய் - இலைகள் குறுகலாதல்.

ஒளிச்சேர்க்கை (Photo Synthesis)

வரலாறு

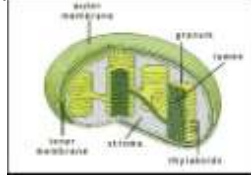
வருடம்	அறிஞர்	விளக்கம்
320 BC	பண்டைய இந்தியர்கள்	தாவரங்கள் தங்கள் கால்களின் (வேர்களின்) மூலம் உணவைப் பெறுவதாக நம்பினர். படம்பா என்ற சொல்லின் பொருள் கால்களின் மூலம் உறிஞ்சும் தாவரம் என்பதாகும்.
1727	ஸ்டீபன்ஹேல்ஸ் (Stephen Hales)	தாவரங்களின் ஊட்டமுறைக்கு ஒளி மற்றும் காற்றின் இன்றியமையாமையைக் கண்டறிந்தார்.
1779	ஜான்இங்கன்-ஹீஸ் (Jan Ingen - Housz)	தாவரத்தின் பசுமையான பகுதிகள் மாசுற்ற காற்றை ஒளியின் முன்னிலையில் தூய்மையாக்குவதைக் கண்டறிந்தார்.
1782	செனீபீர் (Senebier)	CO ₂ வின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும் போது, O ₂ வெளியேற்றத்தின் வேகமும் அதிகரிப்பதை நிரூப்பித்தார்.
1845	வான்மேயர் (Von Mayer)	பசுந்தாவரங்கள் சூரிய ஒளி ஆற்றலை அங்ககப் பொருளின் வேதியாற்றலாக மாற்றுவதை கண்டறிந்தார்.
1845	லீபீக் (Liebig)	அங்ககப் பொருட்களானது CO ₂ மற்றும் நீரிலிருந்து உருவாக்கப்படுவதை குறிப்பிட்டார்.
1920	வார்பர்க் (Warburg)	ஒரு செல் பாசியான குளோரெல்லாவை ஒளிச்சேர்க்கை சம்பந்தப்பட்ட ஆய்வுக்கு பயன்படக்கூடிய

		பொருத்தமான உயிரியாக அறிமுகம் செய்தார்.
1932	எம்ர்ஸன் மற்றும் அர்னால்ட் (Emerson and Arnold)	ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒளிவினைகள் மற்றும் இருள் வினைகள் நிகழ்வதை நிரூபித்தனர்.
1937	ஹில் (Hill)	பசுங்கணிகங்களை பிரித்தெடுத்து பொருத்தமான எலக்ட்ரான் ஏற்பியின் முன்னிலையில் நீர் ஒளிப் பிளத்தல் நிகழ்வை சோதனைகளின் மூலம் நிரூபித்துக்காட்டினார்.
1941	ரூபன் மற்றும் கேமென் (Ruben and Kamen)	$^{18}\text{O}_2$ வை பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கையின் போது O_2 நீரிலிருந்து வெளிப்படுவதை நிரூபித்தனர்.
1954	ஆர்னானர், ஆலன் மற்றும் வாட்லீ (Arnon, Allen and Whatley)	$^{14}\text{CO}_2$ வை பயன்படுத்தி, பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பசுங்கணிகத்தினால் O_2 நிலை நிறுத்தப்படுவதை நிரூபித்தனர்.
1954	கால்வின் (Calvin)	ஒளிச்சேர்க்கையின் கார்பனின் பாதையைக் கண்டறிந்து C_3 சுழற்சி (கால்வின் சுழல்) பற்றி விவரித்தார். அதற்காக 1960-ல் அவருக்கு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.
1965	ஹேட்ச் மற்றும் ஸ்டாக் (Hatch and Stack)	சில வெப்பமண்டல புல்வகைகளில் நடைபெறும் CO_2 நிலை நிறுத்தலுக்கான C_4 வழித்தடம் உள்ளதைத் தெளிவித்தனர்.

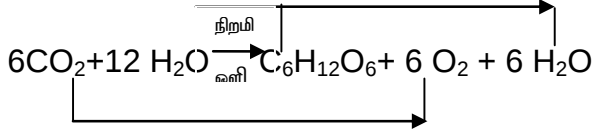
- ஒளிச்சேர்க்கை என்பது “ஒளியின் உதவியால் உருவாக்குதல்” என்பது பொருள் ஆகும்.
- இந்த செயல் தான் அனைத்து உயிர் வேதி வினைகளுக்கும் அடிப்படையாக உள்ளது.
- இது நீருக்கும் CO_2 க்கும் இடையே நடைபெறும் ஒரு ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினையாகும்.
- ஒரு வருடத்திற்கு 75×10^{12} kg அளவு கார்பன் (CO_2 வடிவம்) ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் 17000 மில்லியன் டன் அளவு உலர் எடையாக மாற்றப்படுகின்றது.
- இது 99 % கடல் தாவரங்களில் நடக்கின்றது.
- புவியின் மீது சூரிய ஒளியில் 0.2 % அளவு மட்டுமே ஒளிச்சேர்க்கைக்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றது
- கண்ணுறு ஒளியின் அலை நீளம் 390 -790 nm ல் உள்ள ஆற்றல் போட்டான் (அ) குவாண்டம் எனப்படும்.
- ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஒளி உயிர் வேதியியல் நிகழ்வு (கூடுகை + உள் செயலியல்) இதில் கனிமப்பொருட்களான H_2O மற்றும் CO_2 , ஒளி மற்றும் நிறமிகளால் சிதைக்கப்பட்டு கரிமபொருளான கார்போஹைட்ரேட்டாக மாற்றும்

தாவரவியல்

- நிகழ்ச்சி - இதில் ஆக்சிஜன் வெளியேற்றப்படுகின்றது.
- ஒளி ஆற்றலானது வேதி ஆற்றலாக மாற்றப்படுகின்றது.



ஆக்சிஜன் ஏற்றம்
(ஒளி கிருயை)



ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் (இருள் கிருயை)

- முதன் முதலாக உண்மையான ஒளிச்சேர்க்கை சயனோபாக்டீரியாவில் (நீலபசும் பாசி BGA) ஆரம்பித்தது.
- பூஞ்சை, கஸ்குட்டா தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை.
- யூக்ளினா - தாவரங்களுக்கும் விலங்கினங்களுக்கும் இடைப்பட்ட உயிரியாக அறியப்படுகின்றது. சூரிய ஒளி கிடைக்கும் பொழுது தனது பச்சையத்தின் மூலம் உணவை தானே தயாரித்துக் கொள்ளும். சூரிய ஒளி இல்லாத இருளின் போது சிறிய உயிர்களை விழுங்கி உணவு தேவையை நிவர்த்தி செய்யும்.
- சிவப்பு மற்றும் ஊதா நிற ஒளிகற்றையில் அதிக அளவு ஒளிச்சேர்க்கை நடக்கும்

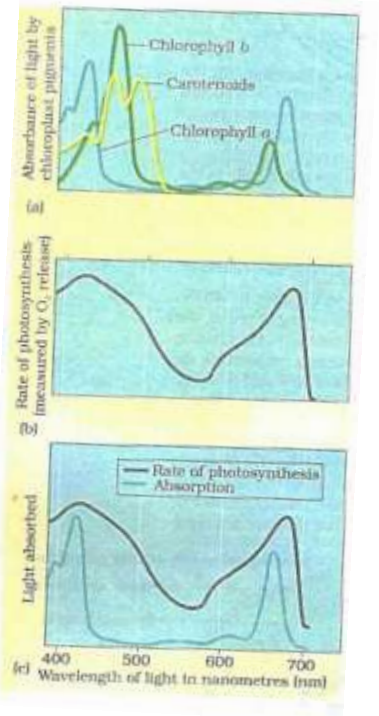
ஒளிச்சேர்க்கை தளம் :

- ஒரு தாவரத்தின் அனைத்து பசுமையான பகுதிகளும் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடுகின்றன. அதில் முக்கிய உறுப்பு இலைகள் ஆகும்.
- ஒரு கன மீல்லி மீட்டர் பகுதியில் அரை மில்லியனுக்கும் அதிகமான பசுங்கணிகங்கள் காணப்படுகின்றன.

- பசும்பணித்தின் அளவு 4-6 மைக்ரான் வரை உள்ளது. தட்டையாக காணப்படும்.
- உயர் தாவரங்களில் இரு வகையான ஒளிசேர்க்கை நிறமிகள் உள்ளன.
 1. குளோரோபில்
 2. கரோட்டினாட்டுகள்

1. குளோரோபில் :

- இதில் மொத்தம் 9 வகைகளைக் கண்டறிந்தவர் கள் Arnoff ad Allen 1966
- இவை சிவப்பு மற்றும் ஊதா நிற ஒளியை ஈர்த்து பச்சை நிறமாக பிரதிபலிப்பதால் பசுமையாக காணப்படும்.
- பச்சையம் அல்லாதவை துணை நிறமிகள் ஆகும்.
- நிறமிகள் சேர்ந்து உருவாக்கும் நிறமி தொகுப்பு ஒளி தொகுப்பு (photo system) எனப்படும்.
- ஒரு ஒளித்தொகுப்பில் 250 - 400 வரை நிறமி மூலக்கூறுகள் காணப்படும்.
- நிறமிகள் நிறைந்து காணப்படும் கிரானா மெடுல்லா தான் ஒளிசேர்க்கை மையம் (active centre) ஆகும்.
- அவற்றிற்கு quantosomes என்று பெயர். பெயரிட்டவர் : Park & Biggins
- 2 வகை ஒளி தொகுப்பு உள்ளது.



◆.....◆
PS I – ஒளிதொகுப்பு :

- I – பச்சையம் a அதிகம்
- துணை நிறமி குறைவு
- கவர்கின்ற ஒளி ஆற்றல் 700 nm எனவே இது P700 என அழைக்கப்படுகின்றது.
- காணப்படும் இடம் கிரானா ஸ்ட்ரோமா, தைலகாய்டு

PS II – ஒளிதொகுப்பு :

- II – பச்சையம் a குறைவு
- துணை நிறமி அதிகம்.
- கவர்கின்ற ஒளி ஆற்றல் 680 nm எனவே இது P680 என அழைக்கப்படுகின்றது.
- காணப்படும் இடம் கிரானா
- துணை நிறமி கவர்கின்ற ஒளி ஆற்றல் பச்சையம் a விற்கு கடத்தப்படும்.

குளோரோபில் 'a'

- மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு : $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$
- மூலக்கூறு எடை : 893
 - CH_3 group இணைப்பு III வது கார்பனில் - II வது பைரோல் வளையத்தில் காணப்படும்.
 - இவை மெக்னிசியத்தின் கீலேட் உப்புகளாகும்.
 - தலைப்பகுதி அளவு $15 \times 15^\circ$: வால்பகுதி அளவு 20° அளவு
 - அதிகம் ஈர்க்கும் ஒளி அலை நீளம்: 430 nm , 878 nm , 662 nm
 - மிக அதிக அளவில் காணப்படும் (முதன்மை நிறமி)
 - என இது உலக பச்சையம் எனப்படும் (Universal Chlorophyll)

குளோரோபில் 'b'

- மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு : $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$
- மூலக்கூறு எடை : 907

- CHO group III வது கார்பனில் - II வது பைரோல் வளையத்தில் காணப்படும்.
- அதிகம் ஈர்க்கும் ஒளி அலை நீளம் : 430 nm, 595 nm, 644 nm
- அனைத்து தாவரங்களில் காணப்படும் (பாக்டீரியா தவிர) குளோரோபில் 'c'
- மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு : $C_{35}H_{32}O_5N_4Mg$
- மூலக்கூறு எடை : 712
- அதிகம் ஈர்க்கும் ஒளி அலை நீளம் : 447 nm, 579 nm
- பழுப்பு பாசி, டையாட்டத்தில் காணப்படுகின்றது.

குளோரோபில் 'd'

- மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு : $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$
- மூலக்கூறு எடை : 895
- அதிகம் ஈர்க்கும் ஒளி அலை நீளம் : 447 nm , 548 nm , 688 nm
- சிவப்பு பாசிகள் காணப்படுகின்றது.

குளோரோபில் 'e'

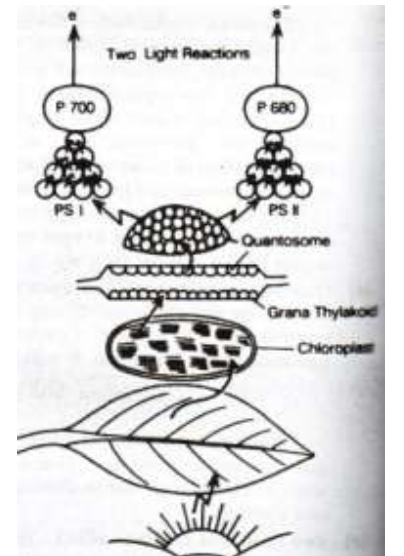
- மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு - அறிய படவில்லை

- அதிகம் ஈர்க்கும் ஒளி அலை நீளம் : 415, 654 nm
- உச்சரிியா, டிரைபோநீமா (xanthophyta)

பாக்டீரியா

குளோரோபில் 'a'

- மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு : $C_{55}H_{74}O_6N_4Mg$
- மூலக்கூறு எடை : 911
- அதிகம் ஈர்க்கும் ஒளி அலை நீளம் : 358 nm, 391 nm, 577 nm, 733 nm



♦.....♦

- அனைத்து ஒளிச்சேர்க்கை பாக்கிரியங்களில் காணப்படுகின்றது.

Heliophytes : ஒளி விரும்பும் தாவரம் - a:b ratio - 5:5 = 1

Sciophytes : நிழல் விரும்பும் தாவரம் - a:b ratio - 1.4 = 1

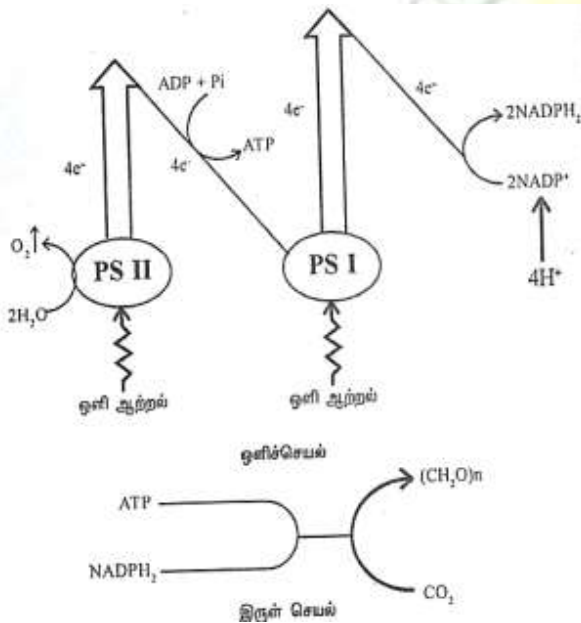
Common plants : பொதுவான தாவரம் - a:b ratio - 2.5 - 3.5 = 1

கரோட்டினாய்டுகள்

- ❖ குளோரோபில் : கரோட்டினாய்டுகள் விகிதம் = 5 : 1
- ❖ 2 வகைப்படும் : கரோட்டின், சேந்தோபில் (Xanthophylls)

கரோட்டின் :

- முதலில் கரோட்டின் வேரில் இருந்து



பிரித்தெடுத்தவர் : waken roder (1891)

- மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு : $C_{40}H_{56}$
- மூலக்கூறு எடை : 536
- $C_{40}H_{56} + 2H_2O \rightarrow 2C_{20}H_{29}OH$ (வைட்டமின் A)

சேந்தோபில் (Xanthophylls)

- மிக அதிக அளவில் காணப்படும் நிறமி - leutin : $C_{40}H_{56}O_2$

குளோரோபில் உருவாக்கம் :

Light

- சக்சினைல் CoA + கிளைசின் $\rightarrow$ புரோட்டோ குளோரோபில் $\rightarrow$ குளோரோபில் 2H

- எனவே குளோரோபில் உருவாக்கத்திற்கு ஒளி மிக அவசியம் ஆகும்.

ஒளிச்சேர்க்கை வினைகள் :

- 2 வகைபடும்

1. ஒளிவினை (light reaction)

- சூரிய ஒளியாற்றல், நீர் ஆகியவற்றை ஈடுபடுத்தி ATP (energy) , $NADPH_2$ (reducing power) ஆகியன உருவாக்கும் வினை.

2. இருள் வினை (Dark reaction) :

- ATP, $NADPH_2$ பயன்படுத்தி CO_2 வை கார்போஹைட்ரேட்டாக ஒடுக்கும் வினை.

Mechanism of Photo Synthesis

ஒளி பாஸ்பரிகரணம்:

- PS II , ஒளியின் போட்டான்களை உட்கவரும் பொழுது அது கிளர்ச்சி அடைந்து எலக்ட்ரான்களை உருவாக்கும்.
- அது எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி வழியாக கடத்தப்படும்.
- அப்போது ADP உடன் ஒரு பாஸ்பேட் தொகுப்பு ATP உருவாக்கும்.
- இதுவே ஒளி பாஸ்பரிகரணம் எனப்படும்.
- அப்போது PS II ஆக்சினைற்ற நிலையில் உள்ளது. இது நீரை புரோட்டான், எலக்ட்ரான் மற்றும் O_2 வாக பிளக்கும் திறனை அளிக்கும். எனவே ஒளியின் உதவியால் நீர்ஒளி பிளத்தல் (photolysis of water) நடக்கின்றது.

- இந்நிகழ்ச்சிக்கு Mn, Ca, Cl அயனிகள் தேவை. அப்போது உருவாகும். e^- ஐ, PS II ஒடுக்க நிலைக்கு கொண்டு வரும்
- இது போவே PS I லும் நடக்கின்றது.

சுழற்சி மற்றும் சுழற்சியில்லா பாஸ்பாரிகரணம் Cyclic & noncyclic photophosphorylation

- பசும் கணிகத்தில் ஒளி பாஸ்பாரிகரணம் 2 வழிகளில் நடைபெறுகின்றன.

சுழற்சியில்லா பாஸ்பாரிகரணம் / Z

Scheme : Noncyclic photophosphorylation

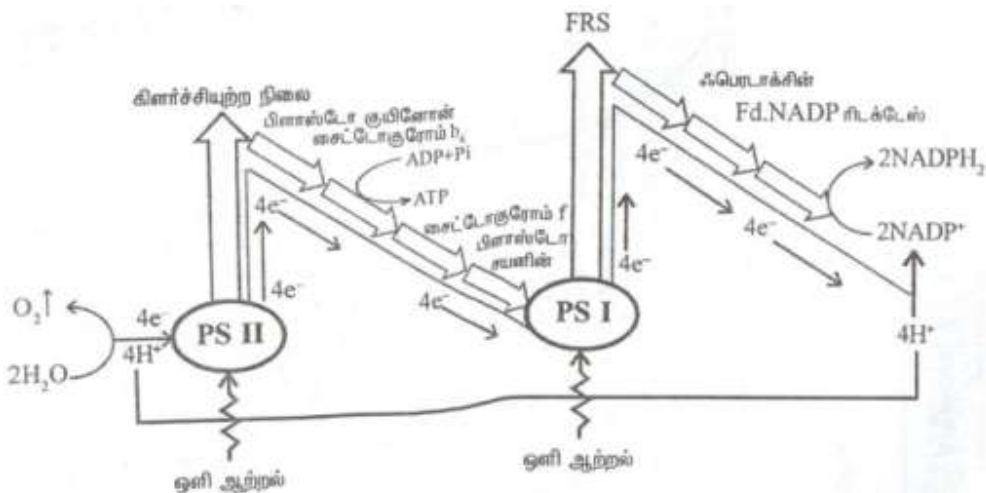
- ஒளி ஆற்றல் 680 nm மேல் இருக்கும் பொழுது தூண்டப்படுகின்றது.
- PS I , PS II இரண்டு நிகழ்வுகளும் தைலகாய்டுகளில் நடக்கும்.

PS I :

- எலக்ட்ரான் ஆற்றலுடன் வெளியேற்றப்பட்டவுடன் ஒரு காலியிடம் ஏற்படும். அந்த எலக்ட்ரான் $NADP^+$ ஐ ஒடுக்கம் அடைய செய்வதற்காக ஃபெரடாக்சினுக்கு கடத்தப்படும்.

PS II :

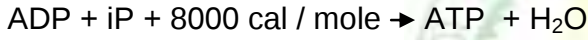
- தூண்டப்பட்டவுடன் வெளியேறும் e^- , PS 1 ல் ஏற்பட்டுள்ள காலியிடத்தை நிரப்ப பிளாஸ் டோகுவினோன், சைட்டோகுவோம் b_6 , சைட்டோகுவோம் f, பிளாஸ்டோ சயனின் வழியே கடத்தப்படுகின்றது.
- அப்போது ADP உடன் ஒரு பாஸ்பேட் சேர்க்கப்பட்டு ATP உருவாக்கப்படுகிறது.
- எலக்ட்ரான் எங்கிருந்து வெளியேறியதோ அந்த இடத்திற்கு மீண்டும் வருவதில்லை. எனவே இது சுழற்சியில்லா e^- கடத்தல் என்றும், பாஸ்பேட் சேர்ப்பும் நிகழ்வதால் ஒளி பாஸ்பாரிகரணம் எனவும் சுட்டப்படுகின்றது. இது Z வடிவில் உள்ளதால் Z வழிமுறை எனப்படும்.



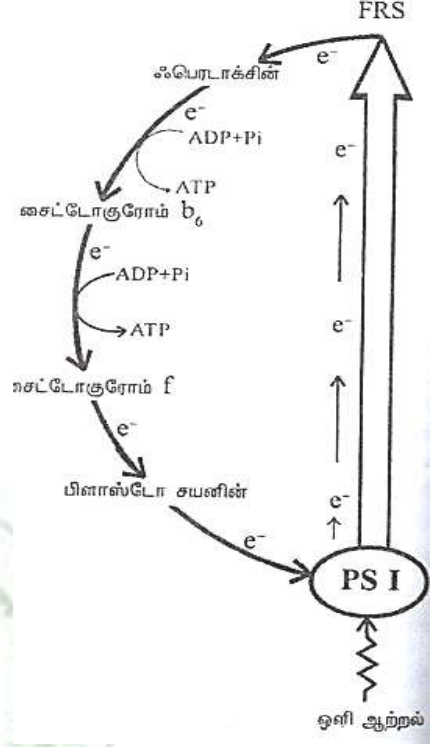
◆.....◆
சுழற்சி ஒளி பாஸ்பாரிகரணம் :
(Cyclic Photo phosphorylation)

- நிகழக் காரணம் :
 1. PS I மட்டும் செயல்படும் போது
 2. நீர் ஒளிப்பிளப்பு நிகழாத போது
 3. அதிக அளவு ATP தேவைபடும் போது
 4. ஒடுக்கத்திற்கு தேவையான $NADP^+$ கிடைக்காத போது.
- கிரானா, ஸ்ட்ரோமாவில் உள்ள தைலகாய்டுகளில் நடக்கும்.
- 680 nm விற்கு அதிகமான அலைநீளம் கொண்ட ஒளி கற்றையால் தூண்டப்படும்.
- வெளியேற்றப்படும் e^- சுழற்சிக்கு பின் தன் பழைய இடத்திற்கே வந்து சேரும்.

ATP ase



ஒடுக்கம் அடைவதில்லை	யானது ஒடுக்கம் அடைந்து $NADPH_2$ வாக மாறுகிறது.
------------------------	---



இருள் வினைகள் / கால்வின் சுழற்சி :

- ஒளிவினையில் உண்டான ATP, $NADPH_2$ உதவியால் CO_2 ஆனது கார்பேஹைட்ரேட்ராக ஒடுக்கம் அடைதலை ஊக்குவிக்கும் வினை.
- நொதிகளின் உதவியால் கார்பன்நிலை நிறுத்தப்படுகின்றது. இது சுழற்சி முறையில் நடக்கும்.
- கண்டறிந்தவர் Melvin calvin. இதற்கு 1961ல் நோபல் பரிசு பெற்றார்.
- இதற்கு குளோரெல்லா, சினிடிடெஸ்ரூஸ் தாவரத்தில், C^{14} ஐசோடோப்பை பயன்படுத்தி கண்டறிந்தார்.
- இது அனைத்து ஒளிச்சேர்க்கை தாவரங்களிலும் நடக்கின்றது.
- இது 3 வழிகளில் நடக்கும்
 - CO_2 நிலைநிறுத்தப்படுதல் - Carboxylation phase

சுழற்சி ஒளி பாஸ்பாரிகரணம்	சுழற்சியிலா ஒளி பாஸ்பாரிகரணம்
இதில் PS I மட்டும் பங்கேற்கிறது.	இதில் PS I, PS II ஆகிய இரண்டும் பங்கேற்கின்றன.
பச்சைய மூலக்கூறிலிருந்து வெளியேற்றப் படும் எலக்ட்ரான்கள் சுழற்சியடைந்து மீண்டும் புறப்பட்ட இடத்துக்கே வந்து சேர்கின்றன.	எலக்ட்ரான்கள் சுழற்சியடைந்து திரும்புவதில்லை மற்றும் எலக்ட்ரான்களின் இழப்பு நீரின் ஒளிப்பிளத்தலால் ஈடுசெய்யப்படுகிறது.
இதில் நீர் ஒளிப்பிளத்தல், O_2 வெளியேற்றம் நடைபெறுவதில்லை.	இதில் நீர் ஒளிப்பிளத்தல், O_2 வெளியேற்றம் நடைபெறுகின்றன.
ஒளிபாஸ்பாரிகரணம் இரண்டு இடங்களில் நடைபெறுகின்றன	ஒளிபாஸ்பாரிகரணம் ஒரு இடத்தில் மட்டும் நடைபெறுகிறது.
இங்கு $NADP^+$	இங்கு $NADP^+$ -

- ஒடுக்க நிலை - Reduction phase
- RuBP மீண்டும் உருவாதல் - Regeneration phase

- CO₂ வை ஒரு நிலையான கார்பேஹைட்ரேட்டாக மாறும் நிகழ்வு
- CO₂ ஏற்கும் பொருள் ரிபுலோஸ் 1, 5 பாஸ்பேட் (5 கார்பன் கொண்ட சேர்மம்)
- 1 மூலக்கூறு கார்பன்டை ஆக்ஸைடை RuBP ல் நிலை நிறுத்தலை ஊக்குவிக்கும் நொதி RuBP கார்பாக்ஸிலேஸ் ஆகும்.
- இதன் விளைவாக உண்டாகும் 6 கார்பன் கூட்டுபொருள் மிகவும் நிலைபெற்றது இது 3 கார்பன் அணுக்களை கொண்ட 2 மூலக்கூறு பாஸ்போ கிளிசரிக் அமிலமாக பிளவுரும்.



- முதல் நிலையான கார்பன் சேர்மம் 3 C என்பதால் இதற்கு C₃ சுழற்சி என்று பெயர்.

கால்வின் சுழற்சியில் இடையீட்டு பொருட்கள் :

- C₃ - பாஸ்போ கிளிசராஸ்டிஹைடு
- C₄ - எரித்ரோஸ்
- C₅ - சைலூலோஸ்
- C₆ - கிட்டோ அமிலம்
- C₇ - சீடோ ஹெப்டுலோஸ்

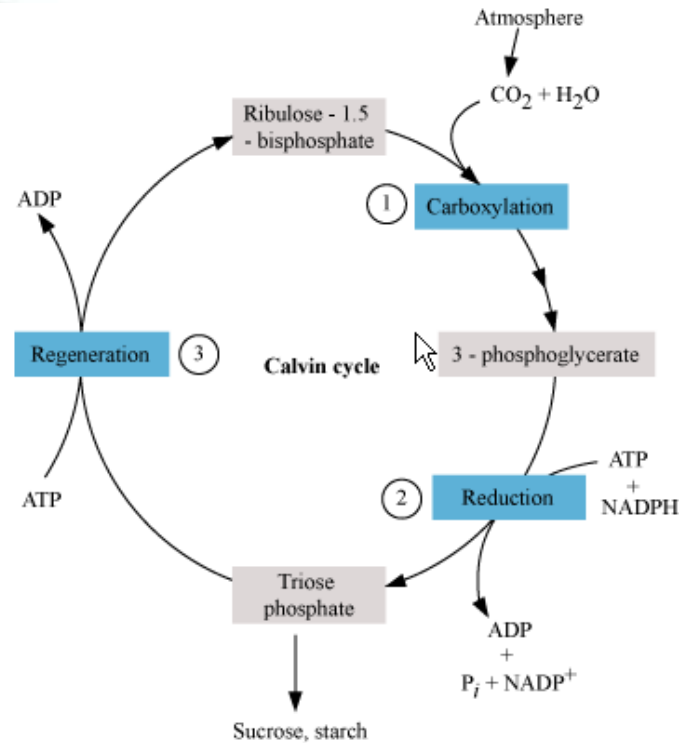
Rubisco நொதி

- மிக முக்கியமானது
- இது ஸ்ட்ரோமாஸில் காணப்படும்
- குளோரோ பிளாஸ்டில் 16 % உள்ளது.
- 6 முழு கார்ப்பின் சுழற்சி மூலம் 1 மூலக்கூறு குளுகோஸ் உருவாகும்.

உள்ளே	வெளியே
6 CO ₂	1 குளுகோஸ்
18 ATP	18 ADP
12 NADPH	12 NADP

C₄ சுழற்சி / Hatch & Slack பாதை (1965)

- ஒரு சில தாவரங்கள் 3C சேர்மமான பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலத்திற்கு பதிலாக 4C சேர்மங்களான ஆக்ஸாலோ அசிட்டிக் அமிலம், மாலிக் அமிலம், அஸ்கார்பிக் அமிலம் போன்றவற்றை உண்டாக்குகின்றன. இவை C₄ தாவரம் எனப்படும்.



- இதை கரும்பு, மக்காசோளம் தாவரத்தில் கண்டறிந்தவர் - ஹேட்ச் மற்றும் ஸ்லாக்
- இது 1500 சிற்றினங்களில் (அன்ஜியோஸ்பெர்ம் - ஒரு வித்திலை) காணப்படுகின்றது.

C ₃ வழித்தடம்	C ₄ வழித்தடம்
ஒளிச்சேர்க்கை இலையிடைத் திசு செல்களில் நடைபெறுகிறது.	ஒளிச்சேர்க்கை இலையிடைத்திசு மற்றும் கற்றை உறை செல்களில் நடைபெறுகிறது.
இங்கு CO ₂ மூலக்கூறு ஏற்பியாக RuBP உள்ளது.	பாஸ்போஈனால் பைருவிக் அமிலம் CO ₂ மூலக்கூறுகளை ஏற்கிறது.
இங்கு முதலில் உருவாகும் நிலையான பொருள் 3C - களைக் கொண்ட 3PGA ஆகும்.	இங்கு முதலில் உருவாகும் நிலையான பொருள் 4C-களைக் கொண்ட ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலம் ஆகும்.
ஒளிச்சுவாசத்தின் அளவு இங்கு அதிகமாக இருப்பதால், நிலை நிறுத்தப்பட்ட CO ₂ மூலக்கூறுகளில் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இது CO ₂ நிலைநிறுத்தலின் வீதத்தை குறைக்கிறது.	ஒளிச்சுவாசத்தின் அளவு மிகக்குறைவு. ஏறத்தாழ இல்லை எனலாம். எனவே இங்கு CO ₂ நிலைநிறுத்தலின் வீதம் அதிகரிக்கிறது.
உகந்த வெப்பநிலை 20°C - லிருந்து 25°C வரை	உகந்த வெப்பநிலை 30°C லிருந்து வரை 45°C வரை
எ.கா. நெல், கோதுமை மற்றும் உருளை	எ.கா : கரும்பு, மக்காச்சோளம், ட்ரிபுலஸ் மற்றும் அமராந்தஸ்

- ❖ குறிப்பாக Graminae, cyperaceae குடும்பங்களில் உள்ளது.
- ❖ C₄ தாவரங்களில் இரு வடிவ பசும் கணிகங்கள் உள்ளது (Dimorphic Chloroplast).

- ❖ அதாவது இலையிடை திசு செல் (mesophylls) உள்ள பசுங்கணித்தில் கிரானா உண்டு.
- ❖ கற்றை உறை செல் (Bundle Sheath cells) உள்ள பசுங்கணித்தில் கிரானா இல்லை.
- ❖ இதனால் ஒளி வினை, இருள் வினை தனித்தனியே நடக்கின்றது.

C₄ தாவரங்கள் சிறப்புகள் :

1. உற்பத்தி அதிகம் தரும் தாவரங்கள் (effective plants)
 2. வளிமண்ட CO₂ அளவு, வளர்ச்சியை பாதிப்பதில்லை
 3. குறைந்த அளவு CO₂ போதுமானது (8-10 ppm)
 4. 12 NADPH₂ (36ATP) + 30 ATP = 66 ATP (ஒரு குளுகோஸ் மூலக்கூறு உற்பத்திக்குத் தேவை)
- எனவே விஞ்ஞானிகள் C₃ தாவர வகைகளை (நெல், கோதுமை, பார்லி) C₄ தாவரங்களாக மாற்றுகின்றனர். இதனால் உற்பத்தி அதிகமாக கிடைக்கின்றது.

CAM தாவரம் / Crassulacean Acid Metabolism

- ❖ C₃, C₄ தவிர 3வது வகை CO₂ நிலைநிறுத்தல் crassulacea குடும்பத்தில் காணப்படுகிறது.
- ❖ கண்டறிந்தவர் : Cleary and Rouhani எ.டு : ஒப்பன்ஷியா, செரல், அலோ, அகேவ், அன்னாசி இலைத் துளைகள் அழுக்கப்பட்டு காணப்படுவதால் முதன்மை CO₂ நிலைநிறுத்துதல் இரவு பொழுதிலும் ஒளிவினைகள் பகல் பொழுதிலும் காணப்படும். மேலும் C₃ சுழற்சி பகல் பொழுதிலும் நடக்கின்றது.



- இலையிடை திசுக்களில் நடக்கின்றது. கற்றை உறை செல்கள் காணப்படுவதில்லை
- $30 \text{ ATP} = 12 \text{ NADPH}_2 = 1$ குளுகோஸ்
- **C2 சுழற்சி (ஒளி சுவாசம்)**
 - கண்டறிந்தவர் : Krofkov
 - மேலும் விளக்கம் அளித்தவர் : Decker & Tio
- **ஒளிச்சுவாசம் அல்லது C₂ சுழற்சி**
 - விலங்குகள் மற்றும் பாக்டீரியங்களில் இருட் சுவாசம் என்ற ஒருவகை சுவாசம் மட்டுமே நடைபெறுகிறது.
 - இது ஒளி இருப்பதாலோ அல்லது இல்லாததாலோ பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் சில பசுந்தாவரங்களில் ஒளிச்சுவாசம் மற்றும் இருட் சுவாசம் என இரு வேறுபட்ட சுவாச வகைகள் உள்ளன.
 - ஒளி இருக்கும் போது ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் திசுக்களில் வழக்கத்தை விட அதிகமாக நடைபெறுகின்ற சுவாசம், ஒளிச்சுவாசம் (photorespiration or light respiration) எனப்படும். இந்நிகழ்ச்சியின் போது அதிக அளவு CO₂ வெளியேற்றப்படுகிறது.
 - ஒளிச்சுவாசம் மூன்று செல் நுண்ணுறுப்புகளில் நடைபெறுகிறது. அவையாவன பசுங்கணிகங்கள், பெராக்ஸிசோம்கள் மற்றும் மைட்டோகாண்ட்ரியாக்கள்.
 - ஆக்ஸிஜன் அதிக அளவு இருக்கும் போது RuBP ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது. இதுவே ஒளிச்சுவாசத்தின் முதல் வினையாகும்.
 - இவ்வினையாவது கார்பாக்ஸிலேஸ் எனப்படும் ரூபிஸ்கோ (Rubisco : Ribulose bishosphate carboxylase) நொதியினால் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது.
- இவ்வாறு RuBP ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைவதால் பாஸ்போ கிளைக்காலிக் அமிலம் என்ற 2C சேர்மமும், பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம் (PGA) என்ற 3C சேர்மமும் உண்டாகின்றன.
- இவற்றில் PGA கால்வின் சுழற்சில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பாஸ்போ கிளைக்காலிக் அமிலத்திலிருந்து ஒரு பாஸ்பேட் மூலக்கூறு நீக்கப்பட்டு கிளைக்காலிக் அமிலம் உண்டாக்கப்படுகிறது. கீழ்க்கண்ட வினைகள் பசுங்கணிகத்தில் நடைபெறுகின்றன.
- பசுங்கணிகத்திலிருந்து கிளைக்காலிக் அமிலம் பெராக்ஸிசோமிற்கு செல்கிறது. அங்கு கிளைக்காலிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து கிளைஆக்சாலிக் அமிலம், ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு ஆகியவை உருவாகின்றன. பின்னர் கிளை ஆக்சாலிக் அமிலத்திலிருந்து கிளைஸின் உண்டாகிறது.
- பின்னர் கிளைஸின் மூலக்கூறுகள் பெராக்ஸி சோமிலிருந்து மைட்டோகாண்ட்ரியாவுக்கு செல்கின்றன. அங்கு இரண்டு கிளைஸின் மூலக்கூறுகள் இணைந்து ஒரு சீரைன் மூலக்கூறு, NH₃ மற்றும் CO₂ ஆகியவை உண்டாகின்றன.
- இவ்வினையின் போது NAD⁺, NADH₂- வாக ஒடுக்கமடைகிறது.
- மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் உருவான சீரைன் என்ற அமினோ அமிலம் பெராக்ஸிசோமை அடைகிறது. இங்கு இது ஹைடிராக்ஸி பைருவிக் அமிலமாக மாற்றமடைகிறது.
- ஹைடிராக்ஸி பைருவிக் அமிலம் NADH₂ உடன் வினைபுரிந்து கிளிசரிக் அமிலமாக ஒடுக்கமடைகிறது.

- கிளிசரிக் அமிலம் பெராக்ஸிசோமிலிருந்து பசங்கணிகத்திற்கு செல்கிறது. அங்கு கிளிசரிக் அமிலம் ATP மூலக்கூறுடன் பாஸ்பரிகரணம் அடைந்து பாஸ்போ கிளிசரிக் அமிலம் (PGA) உண்டாகிறது.
- இது கால்வின் சுழற்சியில் நுழைகின்றது. ஒளிச்சுவாச நிகழ்ச்சியின் போது மைட்டோகாண்ட்ரியாவுக்குள் விடுவிக்கப்பட்ட ஒரு மூலக்கூறு CO₂ மீண்டும் நிலைநிறுத்தப்படுகிறது.

ஒளிச்சுவாசம்	இருள் சுவாசம்
இது ஒளிச்சேர்க்கை செல்களில் மட்டுமே நடைபெறுகிறது.	இது அனைத்து உயிருள்ள செல்களிலும் மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் நடைபெறுகிறது.
இது ஒளி இருக்கும்போது மட்டுமே நடைபெறும்.	இது ஒளி மற்றும் ஒளி இல்லாத சூழலில் நடைபெறும்.
இது பசங்கணிகம், பெராக்ஸிசோம், மைட்டோகாண்ட்ரியா - க்களில் நடைபெறும்.	இது மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் நடைபெறுகிறது.

- ஒளிச்சுவாசமானது ஒளிச்சேர்க்கை கார்பன் ஆக்ஸிஜனேற்ற சுழற்சி அல்லது C₂ சுழற்சி எனவும் அழைக்கப்படும்.
- அதிக ஒளி, குறைவான CO₂ ஆகிய சூழ்நிலைகளில் ஒளிச்சுவாசம் தாவரங்களை, ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவிலிருந்து பாதுகாக்கிறது.

- அதாவது ஒளியாற்றலை பயன்படுத்திக் கொள்ள போதுமான அளவு CO₂ இல்லையெனில் அதிகப்படியான ஒளியாற்றலானது தாவர செல்களை ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து சிதைத்து விடும். இந்த நிகழ்ச்சியானது ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவு எனப்படும்.
- இருப்பினும், ஒளிச்சுவாசம் என்ற நிகழ்ச்சி அதிகப்படியான ஒளி ஆற்றலின் ஒரு பகுதியை பயன்படுத்திக்கொள்வதன் மூலம் தாவரங்களை ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவிலிருந்து பாதுகாக்கிறது.
- O₂ அளவு அதிகரிக்கும் போது ஒளிச்சுவாசத்தின் வீதம் அதிகரிக்கும். CO₂ அளவு அதிகரிக்கும் போது ஒளிச்சுவாசத்தின் வீதம் குறைந்து ஒளிர்ச்சேர்க்கையின் வீதம் அதிகரிக்கிறது.

ஒளிச்சேர்க்கை பாதிக்கும் காரணிகள் :

1. ஒளி
2. வெப்பநிலை
3. CO₂
4. O₂
5. நீர்
6. மாசுபடுத்தும் காரணிகள்
7. குளோரோபில்
7. உற்பத்தி அளவு
8. இலை புரோட்டோபிளாசம்
9. வேதிப் பொருட்கள்
10. தாதுப்பொருட்கள்