அலகு V
தாவர செயலியல்

பாடம் 13

ஒளிச்சேர்க்கை

LAJKCE

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினைக் கற்போர்

- பசுங்கணிகத்தின் நுண்அமைப்பினை அறிதல்
- சூரிய ஆற்றல், ஒளி மற்றும் ஒளிமின்காந்த நிறமாலை பண்புகளை வேறுபடுத்தி அறிதல்
- குவாண்டம், குவாண்டம் விளைச்சல், குவாண்டம் தேவைகளை அறிதல்
- ஒளிச்சேர்க்கை ஆய்வுகளான சிவப்பு வீழ்ச்சி, எமர்சன் மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு மற்றும் ஹில்வினை ஆகியவற்றில் ஆர்வம் ஏற்படுத்துதல்
- எலக்ட்ரான் வழித்தடம் Ps–I மற்றும் Ps–II ஆராய்தல்
- ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒளி வேதிவினையின் பாதையை உணர்ந்து, பகுப்பாய்தல்
- ஒளிச்சேர்க்கை வழித்தடம் அறிதல் C3, C4, C2 மற்றும் CAM சுழற்சியை வரையும் திறனை பெற இயலும்.

பாடஉள்ளடக்கம்

13.1 வரையறை, முக்கியத்துவம் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்
13.2 ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள்
13.3 மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை
13.4 ஒளிச்சேர்க்கை அலகு
13.5 ஒளி ஈர்ப்பு நிறமாலை மற்றும் ஒளிசெயல் திறன் நிறமாலை
13.6 எமர்சன் ஆய்வுகள் மற்றும் ஹில்வினை
13.7 ஒளிச்சேர்க்கையின் நவீன கோட்பாடுகள்
13.8 ஒளிவினையின் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை
13.9 ஒளிவினையின் ஒளிவேதி நிலை
13.10 ஒளி பாஸ்பரிகரணம்
13.11 இருள் வினை (அ) C3 சுழற்சி
13.12 ஹாட்ச் மற்றும் ஸ்லாக் (அ) C4 சுழற்சி
13.13 CAM சுழற்சி (அ) கிராசுலேசியன் அமில வளர்சிதை மாற்றம்
13.14 ஒளிச்சுவாசம் (அ) C2 சுழற்சி
13.15 ஒளிச்சேர்க்கையைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
13.16 பாக்டீரியங்களின் ஒளிச்சேர்க்கை

இப்புவியின் உயிர்வாழ்க்கை கரிம சேர்மங்களை சார்ந்தே உள்ளது என கூறினால் அது மிகையாகாது.ஏனெனில் அனைத்து உயிரினங்களும் கரிம கூட்டுப்பொருளால் மட்டுமே இயங்குகிறது. எவ்விடத்திலிருந்து நாம் இந்த கரிம சேர்மங்களை பெறுகிறோம்? தாவரங்களில் இருந்து என நம்மால் உறுதியாக கூறமுடியும். தாவரங்கள் முக்கிய ஆதாரமாக இருந்து இந்த அரிய பணியினை செய்கிறது. இதற்காக நாம் நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ தாவரங்களை சார்ந்துள்ளோம். உயிரி மூலக்கூறுகளான கார்போஹைட்ரேட்டுகள், லிப்பிடுகள், புரதங்கள், நியூக்ளிக் அமிலங்கள் போன்றவற்றை உருவாக்கும் மிகப்பெரிய உற்பத்திசாலையாக தாவரங்கள் உள்ளன.

நம்மிடம் பல்வேறு வகையான இயந்திர தொழிற்நுட்பங்களும் அவற்றை இயக்கும் மென்பொருட்களும் இருந்தாலும் தாவரங்கள் வளர்சிதை மாற்றத்தின் மூலம் உருவாக்கும் ஆற்றல் ஆதாரங்களையும், எண்ணற்ற உயிர்ம மூலக்கூறுகளையும் நம்மால் உருவாக்க இயலவில்லை.

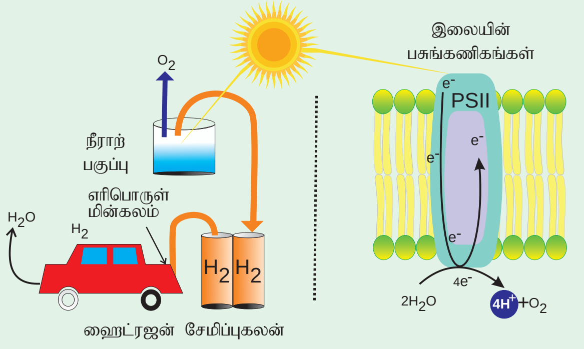
தாவரங்கள் சூரியனிடம் இருந்து ஒளி ஆற்றலை பெற்று அதனை வேதி ஆற்றலாக ஒளிச்சேர்க்கையெனும் நிகழ்வின் மூலம் மாற்றுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையே இவ்வுலகின் உந்துசக்தியாக இருந்து உயிர்காரணிகள் மற்றும் உயிரற்ற காரணிகளை இயக்குகிறது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் $75 \times 10^{12} Kg$ கார்பனை நிலைப்படுத்தி வருடத்திற்கு 1700 மில்லியன் டன் உலர் கரிம பொருட்களை உற்பத்திசெய்கிறது. இதற்கு

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 257 5/18/2020 9:24:03 AM

எதிர்கால ஆற்றலுக்கானதோர் தேடல்

(A quest for future energy)

ஹைட்ரஜன் அடுத்த தலைமுறைக்கான நம்பிக்கையூட்டும் ஒரு ஆற்றல் மூலமாகும். இதனை பசுமை மின்னாற்றல் உற்பத்திக்கும் அதன் உபஆற்றல் உற்பத்தி அமைப்புகளான ஹைட்ரஜன் எரிபொருள் மின்கலன்களை உருவாக்கவும் பயன்படுத்தலாம். ஹைட்ரஜன் அதிகம் பொதிந்த சேர்மங்களான நீர் மற்றும் உயிர்திரளிலிருந்து ஆற்றல் உற்பத்தியானது தொடர் பயன்தரும் ஆற்றலை அளிக்க கூடியதாக உள்ளது. ஒளியால் நீரை பிளந்து ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜனாக மாற்றக்கூடிய **ஒளிசார் நீர்பகுப்பு** தாவரங்களில் இயல்பாக நடைபெறும் நிகழ்வு. நீர் பிளப்பு என்பது செயல்முறையில் எளிதான செயலன்று, ஆனால் துவக்க வெற்றிகளை நாம் இதுவரை பெற்றுள்ளோம் இளம்தளிர்களாகிய நீங்கள் இதனை ஆராய்ச்சி நோக்கமாக கொண்டால் பசுமை ஆற்றல் உற்பத்தியில் உங்களால் ஒரு புரட்சியை உருவாக்கமுடியும்.



ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் உயிரினங்கள் பயன்படுத்துவது பூமியின் மீது விழும் *0.2%* சூரியஒளியை மட்டுமே.

ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் உருவாக்கப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டுகளே செல்சுவாசத்திலும், பல்வேறு கரிம சேர்மங்களை உருவாக்கவும் உதவும் அடிப்படை மூலப் பொருளாகத்திகழ்கின்றன. உயிரினங்கள் சுவாசத்தின் போது வெளியிடப்படும் கார்பன்டை ஆக்ஸைடை தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையில் எடுத்துக்கொள்வதன் மூலம் வளிமண்டல ஆக்சிஜன் மற்றும் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு அளவினை சமநிலை படுத்துகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கை ஓர் மிகமுக்கிய ஆற்றல் கொள்வினை செயலாகத் திகழ்கிறது. இப்பாடப்பகுதியில் ஒளிச்சேர்க்கையின் ஆற்றல் உருவாக்க செயல்முறைகளையும் மற்றும் ஆற்றல் பயன்பாட்டு செயல்முறைகளையும் தெரிந்து கொள்வோம்.

13.1 வரையறை, முக்கியத்துவம் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்

13.1.1 ஒளிச்சேர்க்கையின் வரையறை

ஒளியாற்றலை வேதியாற்றலாக மாற்ற ஒளியின் உதவியுடன் நிகழ்த்தப்படும் ஒளிவேதிய ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒடுக்க வினைகள் அடங்கிய செயலே ஒளிச்சேர்க்கையாகும். இது ஒரு முக்கிய வளர் மாற்ற வினையாகும். தாவரங்கள் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டீரியாக்கள் கார்பன் டைஆக்ஸைடு, நீர் ஆகிய எளிய பொருட்களை பயன்படுத்தி ஒளியின் உதவியால் கார்போஹைட்ரேட்டுகளை உருவாக்கி ஆக்ஸிஜனை வெளியிடும் நிகழ்ச்சி.

ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒட்டு மொத்த வினை

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{பச்சையம்}]{\text{ஒளி}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$$

ரூபன் மற்றும் கேமன் (1941) ஆறு மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜனை உருவாக்க *6* மூலக்கூறு நீர் போதுமானதாக இருப்பதில்லை என நிரூபித்து இவ்வினையின் சமன்பாட்டை கீழ்க்கண்டவாறு மாற்றினார்.

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{பச்சையம்}]{\text{ஒளி}} C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 6O_2\uparrow$$

ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஒட்டுமொத்த ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒடுக்க வினைகள்(Redox reaction) ஆகும்.

ஆக்ஸிஜனேற்றம்-நீரானது ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து ஆக்ஸிஜனாக மாறுதல் (எலக்ட்ரான் இழப்பு).

ஒடுக்கம்- கார்ப்பன்டை ஆக்ஸைடானது ஒடுக்கமடைந்து கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளாக மாறுதல் (எலக்ட்ரான் ஏற்பு).

சில பாக்டீரியாங்களில் ஆக்ஸிஜன் வெளியிடப்படுவதில்லை இவை ஆக்ஸிஜன் வெளியிடா அல்லது காற்றில்லா ஒளிச்சேர்க்கை எனப்படும். எடுத்துக்காட்டு. பசுங்கந்தக, ஊதாகந்தக மற்றும் பசுமை இழை பாக்டீரியாக்கள்.

13.1.2 ஒளிச்சேர்க்கையின் முக்கியத்துவம்

1. ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் உயிரினங்கள் இவ்வுலக உயிரினங்களுக்கு நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ உணவளிக்கிறது.
2. இந்த ஒரு இயற்கை நிகழ்வினால் மட்டுமே ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றப்பட்டு வளிமண்டலத்தின் ஆக்ஸிஜன் சமநிலை அடைகிறது.
3. ஒளிச்சேர்க்கை இயற்கையின் ஆக்ஸிஜன், கார்பன் சுழற்சியைச் சமன்படுத்துகிறது.

4. ஒளிச்சேர்க்கை தாவரங்கள் மூலமே புதைபடிம எரிபொருட்களான நிலக்கரி, பெட்ரோல் போன்றவை பெறப்படுகிறது.
5. ஒளிச்சேர்க்கை உயிரினங்களே முக்கிய உற்பத்தியாளர்களாக செயல்பட்டு ஆற்றலை உருவாக்குகிறன. பிற உயிரினங்கள் ஆற்றலுக்காக ஒளிச்சேர்க்கை உயிரினங்களை சார்ந்துள்ளன.
6. ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்ச்சியின் மூலமே கால்நடை தீவனங்கள், நார் இழைகள், மரக்கட்டைகள், எரிபொருட்கள், மருந்து பொருட்கள் போன்றவை பெறப்படுகின்றன.

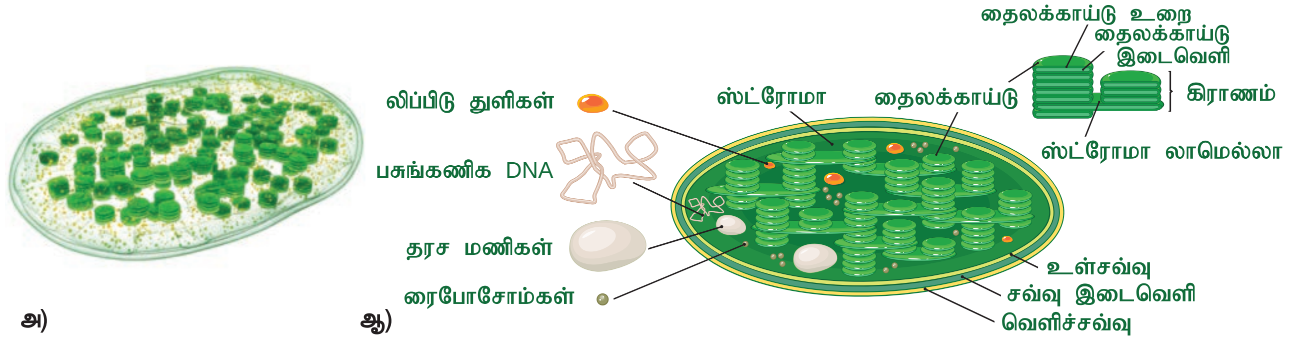
13.1.3 ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்

பசுங்கணிகம் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம் ஆகும். ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்வின் ஆற்றல் உருவாக்கும் வினையான ஒளி வினையும் (Light reaction) கார்பனை நிலைநிறுத்தம் செய்யும் இருள்வினையும் இங்கு நடைபெறுகிறது. பசுங்கணிகம் ஒரு வட்டுவடிவ (அ) லென்ஸ் வடிவ, இரட்டை சவ்வினால் ஆன செல்நுண்ணுறுப்பாகும். 4-10μm விட்டமும் மற்றும் 1-33 μm தடிமனும் உடையது. இதன் இரு சவ்வுகளும் ஒரலகு சவ்வாக செயல்படுகிறது. இரண்டு சவ்வுகளுக்கு இடைப்பட்ட இடைவெளி 100 முதல் 200 A° ஆகும். பசுங்கணிகத்தின் உள்ளே காணப்படும் கூழ்போன்ற, புரதத் தன்மையுடைய திரவத்திற்கு **ஸ்ரோமா** என்று பெயர்.

ஸ்ரோமாவில் பைபோன்ற, தட்டுவடிவ படல அமைப்புகள் காணப்படுகிறன இதற்கு **தைலகாய்டு வட்டில்கள்** அல்லது **லாமெல்லே** என்று பெயர். லாமெல்லாக்கள் ஒன்றின் மீது ஒன்றாக அடுக்கி வைக்கப்பட்ட நாணயங்கள் போன்று காணப்படும் அமைப்பிற்கு **கிரானம்** என்று பெயர். ஒவ்வொரு பசுங்கணிகத்திலும் 40 முதல் 80 கிரானாக்கள் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு கிரானத்திலும்; 5 முதல் 30 தைலகாய்டுகள் காணப்படுகின்றன.

கிரானத்தில் காணப்படும் தைலகாய்டுகள் **கிரானம் லாமெல்லே** எனவும் ஸ்ட்ரோமாவில் காணப்படும் தைலகாய்டுகள் **ஸ்ட்ரோமா லாமெல்லே** எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. தைலகாய்டு தட்டுகள் 0.25 முதல் 0.8 மைக்ரான் விட்டம் அளவுடையவை. கிரானங்களை இணைக்கும் மெல்லிய லாமெல்லாக்களுக்கு **பி.:ரட் சவ்வு** என்று பெயர். நிறமி அமைப்பு I (PS I) வெளிப்புற தைலக்காய்டு சவ்வில் ஸ்ட்ரோமா நோக்கிய நிலையில் காணப்படும். நிறமி அமைப்பு II (PS II) தைலகாய்டின் உட்புற சவ்வில் தைலகாய்டு இடைவெளியை நோக்கி உள்ளது. கிரானம் லாமெல்லாக்களில் PS I மற்றும் PS II இரண்டும் காணப்படுகிறது. ஆனால் ஸ்ட்ரோமா லாமெல்லாக்களில் PS I மட்டுமே காணப்படுகிறது. பசுங்கணிகத்தில் 30-35% புரதங்களும், 20-30% பாஸ்போலிப்பிடுகள், 5-10% குளோரோ:.பில், 4-5% கரோடினாய்டுகள், 70S ரைபோசோம்கள், வட்டவடிவ DNA மற்றும் தரச மணிகள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. லாமெல்லாக்கள் (அ) தைலகாய்டுகளின் உட்புறபரப்பில் சிறிய கோளவடிவ அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு **குவாண்டோசோம்கள்** என்று பெயர்.

பசுங்கணிகத்தில் 70S ரைபோசோம் மற்றும் DNA காணப்படுதல் அதற்கு பாதிசுயசார்பு தன்மையை அளிப்பதுடன் அகக்கூட்டுயர் கோட்பாட்டை நிரூபிப்பதாகவும் உள்ளது **அகக்கூட்டுயர் கோட்பாட்டின்படி** பசுங்கணிகங்கள் பாக்டீரியாவிலிருந்து பரிணாமம் அடைந்தவை எனக் கருதப்படுகிறது. தைலகாய்டுகளின் நிறமி அமைப்பு சூரிய ஆற்றலை பயன்படுத்தி ATP மற்றும் NADPH + H^+ ஆற்றல் மூலக்கூறுகளை உற்பத்தி செய்கிறது. பசுங்கணிகத்தின் ஸ்ட்ரோமாவில் உள்ள நொதிகள் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை கார்போஹைட்ரேட்டாக மாற்றுகிறது. சயனோபாக்டீரியங்களில் காணப்படும் தைலகாய்டுகள் உறையற்று பசுங்கணிகம் என்ற அமைப்பு இல்லாமல் சைட்டோபிளாசத்தில் தனித்து காணப்படுகின்றன.



படம் 13.1 அ) பசுங்கணிகத்தின் முப்பரிமாண அமைப்பு ஆ) பசுங்கணிகத்தின் உள்ளமைப்பு தோற்றம்

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 259 5/18/2020 9:24:05 AM

13.2 ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள்

பசுங்கணிகங்கள் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டீரியாக்களில் காணப்படும் நிறமிகள் ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள் எனப்படும். இவை ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான ஒளியாற்றலை ஈர்க்கின்றன. (அட்டவணை 13.1).

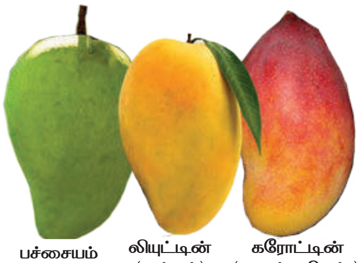
13.2.1 பச்சையம் அமைப்பு

பச்சையம் 'a' ஒரு முதன்மை நிறமி. இது வினை மையமாக செயல்படுகிறது. மற்ற நிறமிகள் துணை நிறமிகளாக செயல்பட்டு சூரிய ஆற்றலை பெற்று அதனை முதன்மை நிறமிக்கு கடத்துக்கின்றன. குளோரோஃபில் ஒரு தலைபிரட்டை வடிவத்தை பெற்றிருக்கிறது. இதில் Mg - பார்ஃபைரின் தலைப்பகுதியும் (நீர்விரும்பும் தலைபகுதி) ஃபைட்டால் வால் (லிப்பிடு விரும்பும் வால் பகுதி) பகுதியும் உள்ளன. பார்ஃபைரின் தலைப்பகுதியில் நான்கு பைரால் வளையங்கள் C-H பிணைப்பினால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பைரால் வளையமும் நான்கு கார்பன் மற்றும் ஒரு நைட்ரஜனால் ஆனது. Mg - பார்ஃபைரின் வளையத்தில் காணப்படும் பக்க தொகுதிகள் நிறமியின் பண்பை மாற்றியமைக்கிறது. பல்வேறு வகையான பக்க தொகுதிகள் பல்வேறு வகை குளோரோஃபில்களை உருவாக்குகின்றன.

ஃபைட்டால் வால் பகுதி 20 கார்பன்களால் ஆனது. இது நான்காவது பைரால் வளையத்தின் ஏழாவது கார்பனுடன் இணைந்துள்ளது. ஃபைட்டால் வால்பகுதி நீண்ட புரோப்பியோனிக் எஸ்டர் பிணைப்பை கொண்டுள்ளது. நீண்ட லிப்பிடு விரும்பும் இந்த வால் பகுதி குளோரோஃபில்லை தைலகாய்டுகளுடன் பொருத்த உதவுகிறது.

13.2.2 கரோட்டினாய்டுகள்:

கரோட்டினாய்டுகள் மஞ்சள் முதல் ஆரஞ்சு நிறமுடைய நிறமிகள். பெரும்பாலும் டெட்ராடெர்பீன்களாக இவைகள் உள்ளன. மேலும் இந்த நிறமிகள் அனைத்தும் புலனாகும் நிறமாலையின் நீலம் முதல் ஊதா நிற ஒளியை வலிமையுடன் ஈர்க்கின்றன. இந்த நிறமிகள் குளோரோஃபில் நிறமிகளை ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவிலிருந்து பாதுகாக்கின்றன. எனவே இவற்றிற்கு கவச நிறமிகள் என்று பெயர். இவைகள் சூரிய ஒளியை ஈர்த்து குளோரோஃபில் நிறமிக்கு கடத்துகின்றன. பெரும்பாலும் அனைத்து கரோட்டினாய்டு நிறமிகளும் 40 கார்பன் அணுக்களைப் பெற்றவை. கனிகள் பழுத்தல், மலரின் நிறங்கள் மற்றும் இலையுதிர்கால இலைகளின் நிறமாற்றம் ஆகியவைகளுக்கு கரோட்டினாய்டுகளே (கரோடின் மற்றும் சாந்தோஃபில்) காரணமாக உள்ளன. (படம் 13.2)



படம் 13.2 நிறமிகளின் வேறுபாடுகளினால் கனிகளின் நிறமாற்றம்

அட்டவணை 13.1 ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகளின் வகைகள்

பச்சையம் (Chlorophyll)	கரோட்டினாய்டுகள் (Carotenoids)	பைகோஃபிலின்கள் (Phycobilins)
1. பச்சையம் 'a' ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) – பசுந்தாவரங்கள் மற்றும் சயனோபாக்டீரியங்கள்	1. கரோட்டின் ($C_{40}H_{56}$)-லைக்கோபீன்கள் (சிவப்பு நிறமி)	1. பைகோசயனின் – சயனோ பாக்டீரியங்கள்
2. பச்சையம் 'b' ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) – பசுமை ஆல்காக்கள் மற்றும் அனைத்து உயர் தாவரங்கள்	2. சாந்தோஃபில் (C40H56O2) மஞ்சள்நிறமி– வயோலாசாந்தின், ஃபுயுகோசாந்தின் (பழுப்பு ஆல்காக்கள்) மற்றும் லியூட்டின்.	2. ஃபைகோ எரித்ரின் – சிவப்பு ஆல்காக்கள்
3. பச்சையம் 'c' ($C_{55}H_{32}O_5N_4Mg$) – டயனோபிளாஜெல்லேட்டுகள், டயாட்டங்கள் மற்றும் பழுப்பு ஆல்காக்கள்		
4. பச்சையம் 'd' – சிவப்பு ஆல்காக்கள்		
5. பச்சையம் 'e' – சாந்தோஃபைசியன் ஆல்காக்கள்		
6. பாக்டீரிய பச்சையம் 'a'		
7. பாக்டீரிய பச்சையம் 'b'		
8. குளோரோபியம் பச்சையம் 650		
9. குளோரோபியம் பச்சையம் 666		

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 260 5/18/2020 9:24:05 AM

i) கரோடின்கள்

ஆரஞ்சு, சிவப்பு, மஞ்சள் மற்றும் பழுப்பு நிறம் கொண்ட நிறமிகளான இவை ஹைட்ரோகார்பன்களாகத் (லிப்பிடுகள்) திகழ்கின்றன.பெரும்பாலானவைடெட்ராடெர்பீன்கள் ($C_{40}H_{56}$) என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது. கரோடின் தாவரங்களில் அதிகம் காணப்படும் கரோடினாகும். மேலும் இவை வைட்டமின் Aவின் முன்னோடி பொருளாக உள்ளன. லைக்கோபீன்கள் தக்காளி, சிவப்பு மிளகாய் மற்றும் ரோஜாக்களில் காணப்படும் சிவப்பு நிறமிகளாகும்.

ii) சாந்தோஃபில்கள்

மஞ்சள் நிறமிகளான ($C_{40}H_{56}O_2$) இவை கரோடினை போன்றவை ஆனால் கூடுதலாக ஆக்ஸிஜன் பெற்றவை. லியூட்டின் நிறமியானது இலையுதிர் கால இலைகளின் மஞ்சள் நிறமாற்றத்திற்கு காரணமான வகையைச் சார்ந்த நிறமி சாந்தோஃபில்.

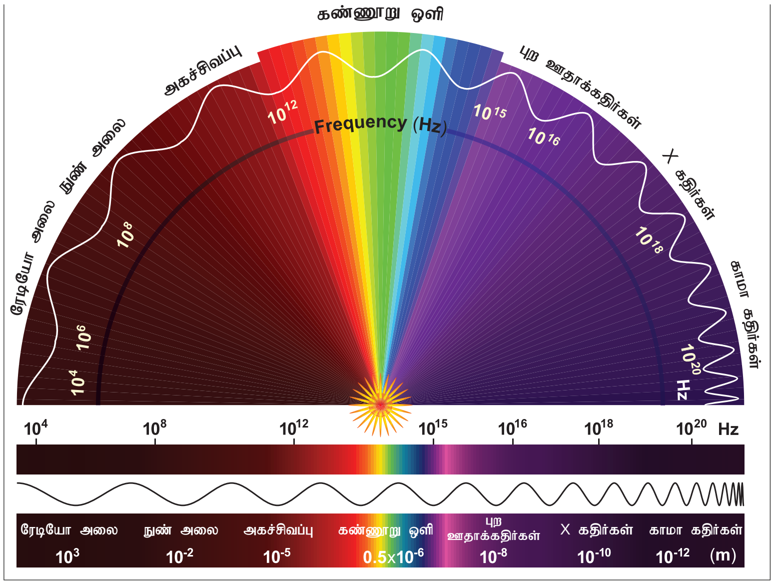
13.2.3 பைக்கோபிலின்கள்

புரதத்தன்மையுடைய நிறமிகளான இவை நீரில் கரையக் கூடியவை. மேலும் இவற்றில் Mg மற்றும் பைட்டால் வால்பகுதி இருப்பதில்லை. இவை இரு வகைகளாக உள்ளன.

1. ஃபைக்கோசயனின் – சயனோபாக்டீரியங்களின் நீலபச்சை நிறத்திற்கு காரணம் ஆகும்.
2. ஃபைக்கோ எரித்திரின் - சிவப்பு ஆல்காக்களில் சிவப்பு நிறத்திற்கு காரணமாக உள்ளது.

13.3 மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை:

மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலையில் புலனாகும் ஒளிக்கதிர்களடங்கிய பகுதி மிகவும் சிறிய பகுதி மட்டுமே. இப்புவியின் ஒட்டு மொத்த உயிர் வாழ்க்கை ஒளியை சார்ந்தே உள்ளது.மேலும் இதுவே உந்து சக்தியாகவும் உள்ளது. தாவரங்கள் இயற்கையாகவே சூரிய ஆற்றலை நேரடியாக பயன்படுத்தும் திறன் பெற்றவை. இங்கே கொடுக்கப்பட்ட படத்தில் (13.4) மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை மற்றும் ஒளியின் புலனாகும் ஒளிக்கதிர்களடங்கிய பகுதிகள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. 300 முதல் 2600nm அலைநீளமுள்ள சூரிய கதிர்வீச்சு பூமியை வந்தடைகிறது. இதில் புலனாகும் நிறமாலையின் அளவு 390 to 763 nm (3900Å முதல் 7630Å) அலைநீளமே ஒளியின் நிறத்தை தீர்மானிக்கிறது. ஒளியின் ஆற்றலானது அதன் அலை நீளத்திற்கு எதிர் விகிதப் பொருத்தத்தில் உள்ளது. குறுகிய அலைநீளமுடையது அதிக ஆற்றலையும் அதிக அலைநீளமுடையது குறைந்த ஆற்றலை கொண்டிருக்கிறது. மின்காந்த நிறமாலையானது 7 வகையான கதிர்வீச்சை பெற்றுள்ளது. இவை முறையே காஸ்மிக் கதிர்கள், காமா கதிர்கள், X-கதிர்கள், U-V கதிர்கள், புலனாகும்



படம் 13.4 மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை

பசுங்கணிக நிறமிகளைப் பிரித்தெடுக்கும் நிறப் பகுப்பாய்வுத் தாள் சோதனை முறை

படி 1 – 80% அசிட்டோனைப் பயன்படுத்தி இலையிலிருந்து குளோரோஃபில் நிறமி சாறெடுத்தல்.

படி 2 – ஆவியாதல் மூலம் அடர்வு படுத்துதல்.

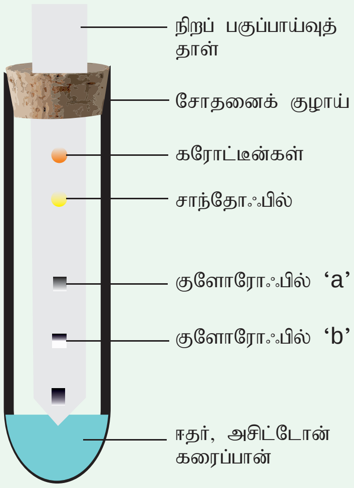
படி 3 – நிறப் பகுப்பாய்வுத் தாளின் ஒரு முனையில் 2 செ.மீ-க்கு மேலாக சில துளிகளைச் சேர்த்தல்.

படி 4 – பிரிகை நிகழ்த்தும் கண்ணாடிகலனில்-பெட்ரோலியம் ஈதர் மற்றும் அசிட்டோன் 9:1 விகிதத்தில் கலந்த கரைப்பானை சேர்த்தல்.

படி 5 – நிறப் பகுப்பாய்வுத் தாள் கரைப்பானினை தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி வைத்தல்.

உற்று நோக்கல்:

ஒரு மணி நேரம் கழித்து நிறப் பகுப்பாய்வுத் தாளை உற்று நோக்கும்போது நிறமிகள் நான்கு வேறுபட்ட தனித்த புள்ளிகளாக பிரிந்து இருப்பதை நீங்கள் காணலாம். (படம் 13.3)



படம் 13.3 நிறப் பகுப்பாய்வுத் தாள் சோதனை

மின்னியக் கதிர்கள் மற்றும் ரேடியோ கதிர்வீச்சு (படம் – 13.4).

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
> ஒளியானது மிக அதிகப்படியான வேறுபாடுடையது, ஒரு வேளை கதிர்வீச்சானது சமமாக இப்பூமியில் பரவியிருந்தால் அதுவே 35m தடிமன் உடைய பனிக்கட்டியை உருக்ககூடியதாக இருந்திருக்கும்.

ஒளியின் பண்புகள்

1 ஒளியானது கிடைத்தளமாக செல்லும் மின்காந்த அலைகளாகப் பயணிக்கிறது.

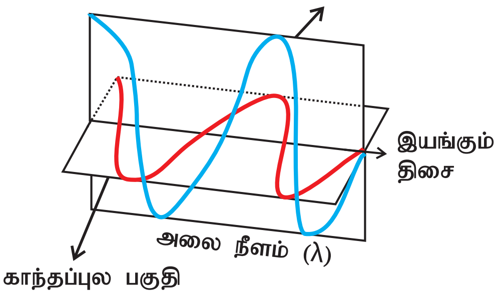
2 இதில் ஒளி செல்லும் திசைக்கு செங்குத்தாகவும் மற்றும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகவும் ஊசலாடும் மின் மற்றும் காந்த புலம் காணப்படுகின்றன.

3 ஒளியானது $3 \times 10^8\ ms^{-1}$ வேகத்தில் செல்கிறது.

4 அலைநீளம் என்பது அடுத்தடுத்த இரு அலை முகடுகளுக்கு இடைப்பட்ட தூரம்.

5 ஒளியின் மிகச்சிறிய துகள் போட்டான் எனப்படுகிறது. ஒவ்வொரு போட்டான் பெற்றிருக்கும் ஆற்றலுக்கு குவாண்டம் (Quantum) என்று பெயர்.

6 போட்டானின் ஆற்றலானது ஒளியின் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்தது. (படம் 13.5)



படம் 13.5 ஒளியின் மின்காந்த அலை இயக்கம்

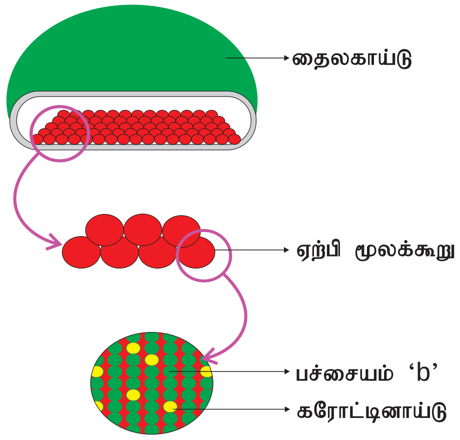
13.4 ஒளிச்சேர்க்கை அலகு (குவாண்டோசோம்)

குவாண்டோசோம்கள் என்பவை ஒளிச்சேர்க்கை செயல்பாட்டிற்கான உருவதோற்ற வெளிப்பாடு அலகுகளாகும். இவை தைலகாய்டு லாமெல்லாக்களின் உட்புறச்சவ்வில் பொதிந்துள்ளன. ஒவ்வொரு குவாண்டோசோம்மும் 180 Å × 160Å நீள அகலமும் மற்றும் 100A° தடிமனுடையது. 1952 **ஸ்டெயின்மேன்** எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் மூலம் குளோரோபிளாஸ்ட் லாமெல்லாகளில் காணப்படும் துகள் போன்ற அமைப்புகளை கண்டறிந்தார். பின்னர் **பார்க்** மற்றும் **பிக்கின்ஸ்** (1964) இந்த குமிழ் போன்ற துகள்கள் ஒளிச்சேர்க்கையின் செயல் அலகுகள் என உறுதி செய்தார், மேலும் இதற்கு **குவாண்டோசோம்** என்று பெயரிட்டனர். அவர்கள் கூற்றுபடி ஒரு குவாண்டோசோமில் 230 குளோரோபில் மூலக்கூறுகள் உள்ளன எனக் கருதப்படுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கை அலகு என்பது ஒளிவேதி வினையின் போது ஒரு ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்ற அல்லது ஒரு CO_2 மூலக்கூறை ஒடுக்க தேவையான குறைந்தபட்ச குளோரோஃபில் மற்றும் துணை நிறமிகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது. (படம் 13.6).

எமர்சன் மற்றும் **ஆர்னால்டு** (1932) ஒளிக்கற்றை ஆய்வுகளின் மூலம் ஒரு கார்பன் டை ஆக்ஸைடை நிலைநிறுத்த 2500 குளோரோபில் மூலக்கூறுகள் தேவைப்படுகின்றன என கண்டறிந்தனர்.

ஒரு கார்பன் டை ஆக்ஸைடை ஒடுக்க அல்லது நிலைநிறுத்த 10 குவாண்டா ஒளி தேவைப்படுகிறது எனில் 2500 இல் பத்தில் ஒரு பங்கான 250 மூலக்கூறுகள் கொண்டது ஒரு ஒளிச்சேர்க்கை அலகு என கணக்கிடப்படுகிறது. பொதுவாக 200 முதல் 300 குளோரோஃபில் மூலக்கூறுகளை கொண்ட அலகே ஒரு செயலியல்சார் ஒளிச்சேர்க்கை அலகு எனக்கருதப்படுகிறது. எமர்சன் கூற்றுப்படி ஒரு ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்ற அல்லது ஒரு கார்பன் டை ஆக்ஸைடை ஒடுக்க 8 குவாண்டா ஒளி தேவைப்படுகிறது எனில் குவாண்டம் விளைச்சல் 1/8 or 12% ஆகும்.



படம் 13.6 குவாண்டோசோம்கள்

13.5 ஒளிஈர்ப்பு நிறமாலை மற்றும் ஒளிசெயல்திறன் நிறமாலை

13.5.1 ஒளிஈர்ப்பு நிறமாலை

ஒளியை பிரதிபலிக்காமல், கடத்தாமல் ஒளியை முழுமையாக தேக்கி வைத்துக்கொள்வது ஒளிஈர்ப்பு எனப்படும். நிறமிகள் ஒளியின் பல்வேறு அலைநீளங்களை ஈர்த்துக் கொள்கிறது. ஒளிஈர்ப்பு நிறமாலை என்பது ஒளியின் பல்வேறு அலை நீளங்களையும், நிறமிகளின் ஒளி ஈர்ப்பையும் வரைபடத்தில் பொருத்தி பெறப்படும் வளைவு வரைபடமாகும்.

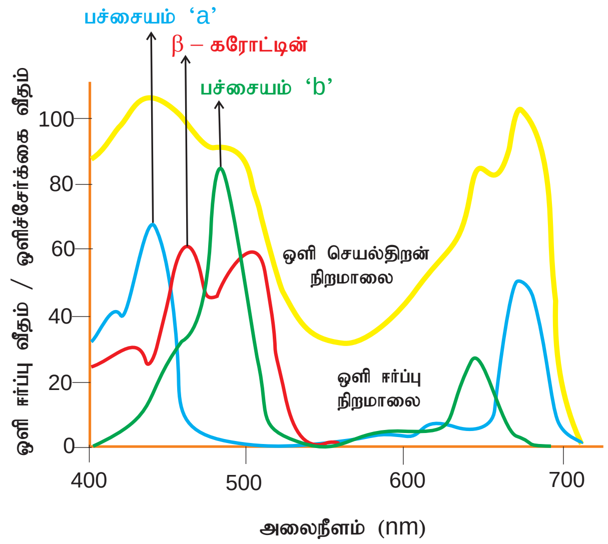
- குளோரோஃபில் 'a' மற்றும் குளோரோஃபில் 'b' நிறமியானது நீலம் மற்றும் சிவப்பு பகுதியிலிருந்து குவாண்டாவை ஈர்க்கிறது.

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 262 5/18/2020 9:24:07 AM

- குளோரோஃபில் a யின் உயர்ந்த ஈர்ப்பு முகடுகள் 670 முதல் 673, 680 முதல் 683 மற்றும் 695 முதல் 705 nm வரை உள்ள அலைநீளங்களில் தோன்றுகிறது.
- குளோரோஃபில் a 680 (P680) குளோரோஃபில் a 700 (P700) முறையே PS II மற்றும் PS I க்கு ஈர்ப்பு மையமாக செயல்படுகின்றன.

13.5.2 ஒளி செயல்திறன் நிறமாலை

ஒளிச்சேர்க்கையின் போது பல்வேறு ஒளி அலைகளின் செயல்திறனை அளவிட அவற்றின் குவாண்டம் விளைச்சலுடன் ஒப்பிட்டு வரைபடம் வரையும் போது உருவாகும் வளைவுகள் கொண்ட வரைபடம் **செயல்திறன் நிறமாலை** எனப்படுகிறது. செயல்திறன் நிறமாலையைக் காட்டும் வரைகோட்டுருவிலிருந்து அதிகபடியான ஒளிச்சேர்கையானது நீலம் மற்றும் சிவப்பு நிறமாலைகளில் நடைபெறுகிறது என நிரூபணமாகிறது. இந்த அலைநீளத்தின் நிறமாலையில் குளோரோஃபில் 'a' மற்றும் குளோரோஃபில் 'b' யில் ஒளி ஈர்ப்பு அதிகமாக உள்ளது. ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்வில் இரண்டு வேறுபட்ட நிறமிஅமைப்புகள் உள்ளன என்பதனை கண்டறிய ஒளிசெயல்திறன் நிறமாலை ஒரு ஆரம்ப கருவியாக செயல்பட்டது (படம் 13.7).



படம் 13.7 ஒளிஈர்ப்பு மற்றும் ஒளி செயல்திறன் நிறமாலை

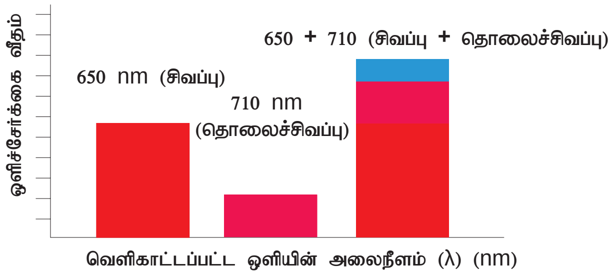
13.6 எமர்சன் ஆய்வுகள் மற்றும் ஹில் வினை

13.6.1 சிவப்பு வீழ்ச்சி அல்லது எமர்சன் முதல் விளைவு

எமர்சன் குளோரேல்லா ஆல்காவின் மீது ஒரு நேரத்தில் ஒரு ஒற்றை அலை நீள ஒளியை பயன்படுத்தி ஆய்வினை மேற்கொண்டார். தனித்தனியே ஒற்றை அலைநீள ஒளியை செலுத்தி ஒவ்வொரு முறையும் உருவான குவாண்டம் விளைச்சலை அளந்தார். குவாண்டம் விளைச்சலை ஒவ்வொரு அலை நீள ஒளியிலும் உருவான ஆக்ஸிஜனைக் கொண்டு வரைகோட்டை உருவாக்கினார். அவருடைய நோக்கம் எந்த அலைநீள ஒளியில் ஒளிவேதி விளைவினால் உருவாகும் ஆக்ஸிஜன் அளவு அதிகம் என கண்டறிதல். அவருடைய ஆய்வின்படி 600 முதல் 680 வரையிலான ஒளிஅலைநீளத்தில் ஒளிவேதி விளைவு சமகால அளவுகளில் அதிகரித்தது ஆனால் 680nm மேல் (சிவப்பு அலைநீள பகுதி) திடீரென வீழ்ச்சியைக் கண்டது. இதுபோன்று சிவப்பு பகுதிக்கு அப்பால் ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது திடீரென குறைவதற்கு **சிவப்பு வீழ்ச்சி (Red drop)** அல்லது எமர்சன் முதல் விளைவு என்று பெயர்.

13.6.2 எமர்சனுடைய மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு

எமர்சன் தன்னுடைய முதல் சோதனையை மாற்றியமைத்து அலைநீளம் குறைந்த (சிவப்பு ஒளி) ஒளியை, அலை நீளம் அதிகமான ஒளியுடன் (தொலைச்சிவப்பு ஒளி) சேர்த்து சோதனை செய்தார். இச்சோதனை முடிவில் அவர் கண்டறிந்தது அதிக அலைநீளம் கொண்ட (தொலைச்சிவப்பு) ஒற்றை ஒளியை, குறைந்த அலைநீளம் கொண்ட (சிவப்பு) ஒளியுடன் சேர்த்து செலுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் கணக்கிடும்போது சிவப்பு ஒளியில் ஏற்படும் வீழ்ச்சிக்கு மாறாக ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகரித்தது. இதற்கு **எமர்சன் மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு** என்று பெயர். (படம் 13.8)



படம் 13.8 எமர்சன் மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு

தொலைச்சிவப்பு ஒளியின் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் (710nm) = 10

சிவப்பு ஒளியின் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் (650nm) = 43.5

சிவப்பு ஒளி + தொலைச்சிவப்பு ஒளியில் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் (650 + 710nm) =72.5 (மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு)

13.6.3 ஹில் வினை (Hill reaction)

R. ஹில் (1937) தனிமைபடுத்தப்பட்ட பசுங்கணிகங்களில் பெரிக்சயனைடு போன்ற எலக்ட்ரான் ஏற்பி முன்னிலையில் ஒளியை செலுத்தும்போது அது பெர்ரோ சயனைடாக

ஒடுக்கம் அடைகிறது மேலும் ஆக்ஸிஜன் விடுவிக்கப்பட்டது. தற்போது ஹில் வினையானது ஒளி வினைக்கு நிகரானது எனக் கருதப்படுகிறது.

ஹில்வினையின் முடிவுகள்:

1. ஒளிச்சேர்க்கையின் போது ஆக்ஸிஜனானது நீரிலிருந்து உருவாகிறது.
2. கார்பன் டை ஆக்ஸைடை ஒடுக்க தேவையான ஹைட்ரஜன் மற்றும் எலக்ட்ரான்கள் நீரிலிருந்து பெறப்படுகிறது.
3. இதைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் ஒடுக்கும் காரணி (A) பின்னர் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை ஒடுக்குகிறது.

$$2H_2O + 2A \longrightarrow 2\ AH_2 + O_2$$

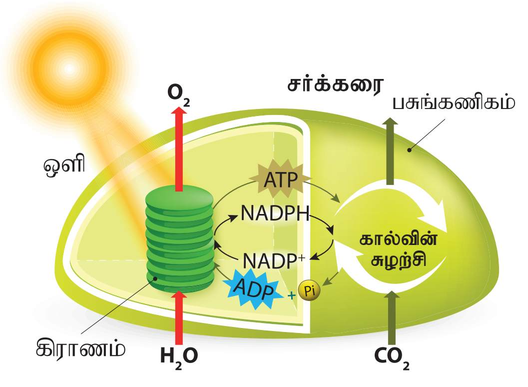
A என்பது ஹைட்ரஜன் ஏற்பியாகும். பொதுவாக ஆய்வகங்களில் பயன்படும் ஹைட்ரஜன் ஏற்பிகள் பெர்ரிக்சயனைடு, பென்சோகுயினோன் மற்றும் டைகுளோரோபீனால் இண்டோல் பீனால் (DCPIP) இவைகளில் ஒன்றாகும்.

13.7 ஒளிச்சேர்க்கையின் நவீன கோட்பாடு

LB3CFP

ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒடுக்க வினைகளாகும். நீரானது ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றுகிறது மற்றும் கார்பன்டை ஆக்ஸைடானது ஒடுக்கமடைந்து கார்போ ஹைட்ரேட்களாகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கையின் முதல் கட்ட நிகழ்வில் ஒளியானது தேவைப்படுவதால் அதற்கு **ஒளிவினை** அல்லது **ஹில் வினை** என அழைக்கப்படுகிறது. இரண்டாம் கட்ட நிகழ்வில் ஒளி தேவைப்படுவதில்லை. ஆனால் ஒளி வினையில் உருவான ஆற்றலை பயன்படுத்தி கார்பன்டை ஆக்ஸைடு கார்போஹைட்ரேட்களாக ஒடுக்கம் அடைகிறது. இவ்வினை இருள்வினை என அழைக்கப்படுகிறது. (படம் 13.9).



படம் 13.9 ஒளி மற்றும் இருவினை

1. ஒளிவினை: இது ஒரு ஒளிவேதி வினையாகும் அதேசமயம் இருள்வினை ஒரு வெப்பவேதி வினையாகும். சூரிய ஆற்றலானது குளோரோஃபில்கள் மூலம் பிடிக்கப்பட்டு வேதி ஆற்றலான (தன்மயமாதல் ஆற்றல்கள்) ATP மற்றும் NADPH + H^+ ஆக சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இவற்றுள் NADPH + H^+ மட்டும் ஒடுக்கும் ஆற்றலாக செயல்படுகிறது. ஒளிவினையானது பசுங்கணிகங்களின் தைலகாய்டு சவ்வுகளில் நடைபெறுகிறது. இந்நிகழ்வின் போது நீர் மூலக்கூறானது ஒளியினால் பிளக்கப்பட்டு ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றப்படுகிறது.

ஒளி வினையாது இரண்டு நிலைகளில் விவரிக்கப்படுகிறது.

i. ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை:

- ஒளியாற்றலானது ஈர்க்கப்படுதல்.
- துணை நிறமிகளிடம் இருந்து ஆற்றலானது வினை மையத்திற்கு கடத்தப்படுதல்.
- குளோரோஃபில் a நிறமி தூண்டப்படுதல்.

ii. ஒளிவேதி நிலை:

- ஒளியின் நீர்பிளப்பு மற்றும் ஆக்ஸிஜன் விடுவிப்பு.
- எலக்ட்ரான் கடத்தல் மற்றும் தன்மயமாதல் ஆற்றல்கள் (ATP, NADPH + H^+) உருவாக்கம்.

2. இருள்வினை (உயிர்ம உற்பத்தி நிலை) இவ்வினையில் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு நிலைநிறுத்தப்பட்டு மற்றும் ஒடுக்கம் அடைந்து கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளாக மாற்றப்படுகிறது. இதற்கு ஒளி வினையின் போது உருவான தன்மயமாதல் ஆற்றல்களான ATP மற்றும் NADPH + H^+ பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வினைக்கு ஒளி அவசியமில்லை எனவே இதற்கு **இருள்வினை** என்றும், கண்டறிந்தவர்களின் பெயர்களால் **கால்வின்-பென்சன் சுழற்சி** என்றும் அழைக்கப்படுகிறது

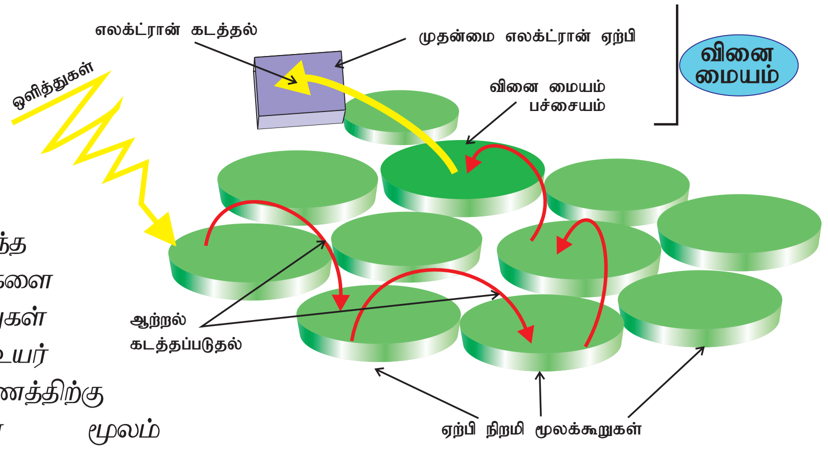
13.8 ஒளி வினையின் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை

நிறமி அமைப்புகளை தூண்டி எலக்ட்ரான்களை வெளியேற்றுவதில் போட்டான்களின் செயல் முக்கிய பங்குவகிக்கிறது. நிறமி மூலக்கூறுகள் போட்டானை உட்கவர்ந்தவுடன் கிளர்ச்சியுற்ற நிலையை அடைகிறது. ஒளியின் மூலாதாரம் நிறுத்தப்படும்போது உயர் ஆற்றல் எலக்ட்ரான்கள் தன்னுடைய பழைய தாழ்ஆற்றல் மட்டத்தை அடையும்போது, தூண்டப்பட்ட மூலக்கூறுகள் பழைய மாறாத நிலையை அடைகிறது. இந்நிலைக்கு **தளநிலை** (Ground state) என்று பெயர்.

மூலக்கூறுகள் எப்பொழுதெல்லாம் ஒளியை ஈர்க்கவும் அல்லது வெளியேற்றவும் செய்கிறதோ

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 264 5/18/2020 9:24:08 AM

அப்பொழுது தன்னுடைய மின்ஆற்றல் நிலையை மாற்றுகிறது. சிவப்பு ஒளியை காட்டிலும் நீலஒளி ஈர்க்கப்படும் போது குளோரோஃபில் மூலக்கூறுகள் உயர் ஆற்றல் நிலையை அடைவதன் காரணம் குறைந்த அலைநீளம் அதிக ஆற்றல் போட்டான்களை பெற்றிருப்பதேயாகும். நிறமி மூலக்கூறுகள் கிளர்ச்சியடையும் போது உருவாகும் உயர் ஆற்றல் ஒளிபாஸ்பரிகரணத்திற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒளியின் மூலம் வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் பாஸ்பரிகரண நிகழ்விற்கு பயன்படுத்தபடுவதால் இதற்கு **ஒளி பாஸ்பரிகரணம் (Photophorylation)** என்று பெயர்.



படம் 13.10 நிறமி அமைப்பு

13.8.1. நிறமி அமைப்பு மற்றும் வினை மையம்:

LBC8HC

- தைலகாய்டு உறையில் நிறமி அமைப்பு I (PSI) மற்றும் நிறமி அமைப்பு அமைப்பு II(PSII) ஆகியவை காணப்படுகின்றன.
- PS I ஆனது அடுக்கற்ற கிராணத்தின், ஸ்ட்ரோமவை நோக்கிய பகுதியில் காணப்படுகிறது.
- PS II ஆனது கிரானத்தின் அடுக்குற்ற தைலகாய்டு உறையில் அதன் உள்வெளியை நோக்கி காணப்படுகிறது.
- ஒவ்வொரு நிறமி அமைப்பும் மைய ஆதார கூட்டமைப்பையும் (CC), ஒளி அறுவடை செய்யும் கூட்டமைப்பையும் (LHC) மற்றும் ஆன்டெனா மூலக்கூறுகள் பெற்ற பகுதியையும் கொண்டுள்ளது. (படம் 13.10).
- ஒவ்வொரு மைய ஆதார கூட்டமைப்பும் அதற்கான வினை மையத்தையும் அதனுடன் கூடிய புரதங்கள், எலக்ட்ரான் வழங்கிகள் மற்றும் ஏற்பிகளை கொண்டுள்ளது.
- PS I – CC I (வினை மையம் P700) மற்றும் LHC I ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளது.
- PS II – CC II(வினை மையம் P680) மற்றும் LHC II ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளது. (அட்டவணை-2)
- ஒளி அறுவடை கூட்டமைப்பு (LHC) முக்கிய பணி ஒளியை ஏற்று அதனை அதற்கான வினை மையத்திற்கு கடத்துவதேயாகும்.

13.9 ஒளி வினையின் ஒளி வேதி நிலை

இந்த நிலையின் போது எலக்ட்ரான் ஏற்பி மூலக்கூறுகள் வழியாக செல்லும் எலக்ட்ரான்கள் தன்மயமாக்கும் ஆற்றல் கூறுகளான ATP மற்றும் NADPH + H^+ ஆகியவற்றை உற்பத்தி செய்கிறது. நீரைப்பிளப்பதினால் உருவாகும் எலக்ட்ரான்கள் நிறமி அமைப்பு II இல் இழந்த எலக்ட்ரான்களை ஈடு செய்கிறது.

13.9.1 ஒளிசார் நீர்பகுப்பு (Photolysis of water)

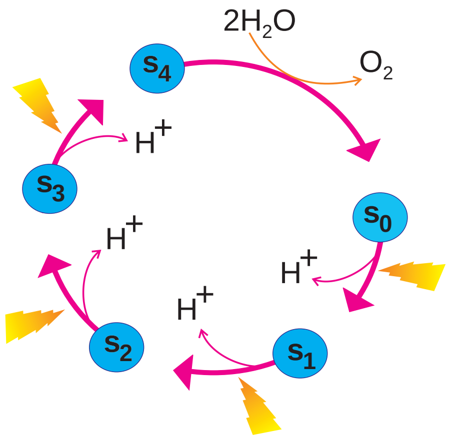
ஒளிசார் நீர்பகுப்பு **ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் கூட்டமைப்புடன் (OEC– Oxygen**

அட்டவணை 13.2 நிறமி அமைப்பு I மற்றும் நிறமி அமைப்பு II வேறுபாடுகள்:

நிறமிஅமைப்பு I	நிறமி அமைப்பு II
1. இதன் வினை மையம் P700.	1. இதன் வினை மையம் P680.
2. சுழல் மற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரண நிகழ்வில் பங்கேற்கிறது.	2. சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரண நிகழ்வில் மட்டும் பங்கேற்கிறது.
3. ஒளிசார் நீர்பகுப்பு, ஆக்ஸிஜன் விடுவித்தல் நடைபெறுவதில்லை.	3. ஒளிசார் நீர்பகுப்பு மற்றும் ஆக்ஸிஜன் விடுவித்தல் நடைபெறுகிறது.
4. சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின் போது எலக்ட்ரான்களை PS II வில் இருந்து பெறுகிறது.	4. ஒளிசார் நீர்பகுப்பு மூலம் எலக்ட்ரான்களை பெறுகிறது.
5. அடுக்காக அமையாத தைலகாய்டு உறையின் மீது ஸ்ட்ரோமாவை நோக்கி அமைந்துள்ளது.	5. கிரானத்தின் அடுக்காக அமைந்த தைலகாய்டு உறையின் மீது தைலகாய்டு உள்வெளியை நோக்கி அமைந்துள்ளது.
6. குளோரோஃபில் மற்றும் கரோடினாய்டு விகிதம் 20 முதல் 30:1	6. குளோரோஃபில் கரோடினாய்டு விகிதம் 3 முதல் 7:1

Evolving Complex) தொடர்புடையது. ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் கூட்டமைப்பு நிறமி அமைப்பு II இல் காணப்படுகிறது. இதற்கு வினை ஊக்கியாக Mn^{++} மற்றும் Cl^- ஆகியவை செயல்படுகின்றன.

நிறமி அமைப்பு II ஒளியைப் பெற்று செயல்படும்போது நீரானது பகுப்படைந்து OH^- மற்றும் H^+ அயனியாக பிரிகிறது.



படம் 13.11 ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் கூட்டமைப்பு (OEC)

இவ்வாறு தோன்றிய இரு OH^- அயனிகள் இணைந்து மீண்டும் நீர் மூலக்கூறு, O2 மற்றும் எலக்ட்ரான் ஆகியவற்றை உருவாக்குகிறது. (படம் 13.11).

$$4\,H_2O \longrightarrow 4\,H^+ + 4\,OH^-$$
$$4\,OH^- \longrightarrow 2\,H_2O + O_2 + 4\,e^-$$
$$2H_2O \longrightarrow 4\,H^+ + O_2 + 4\,e^-$$

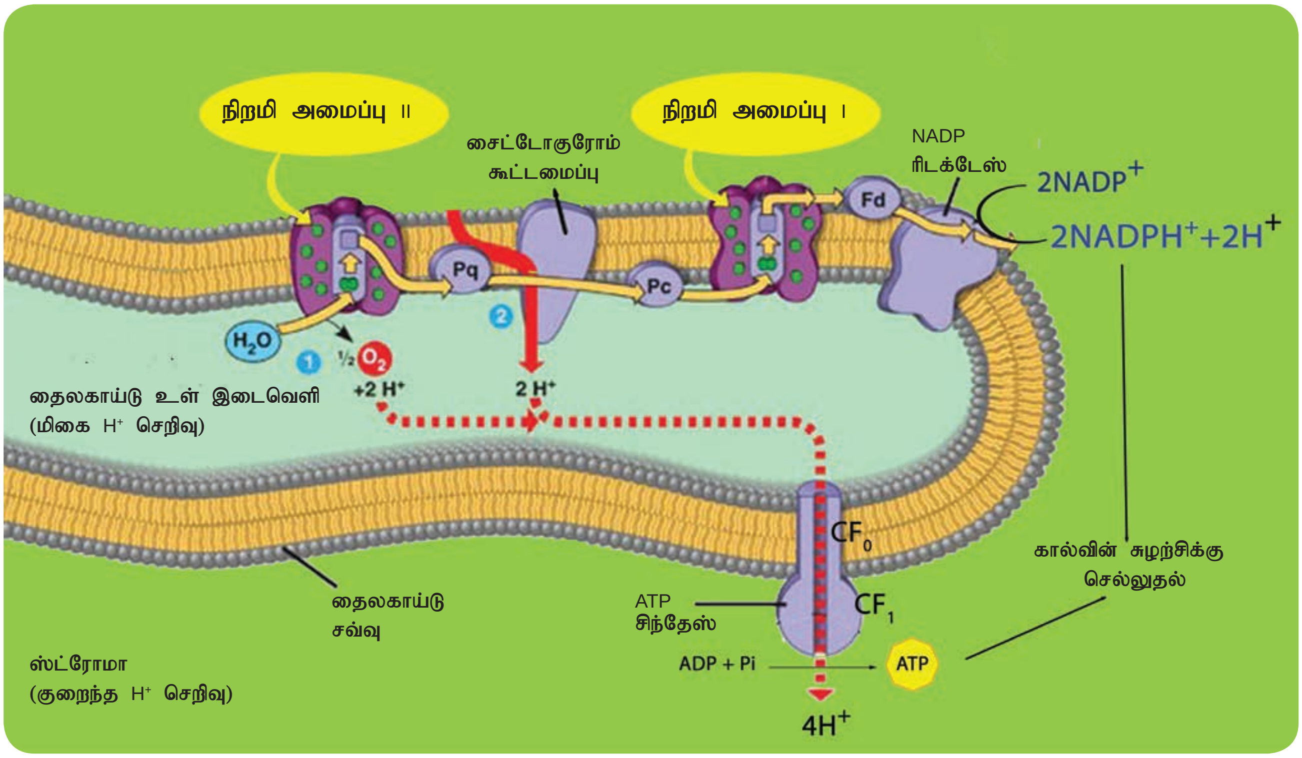
13.9.2 பசுங்கணிகத்தின் எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி (Electron transport chain of chloroplast):

ஒவ்வொரு நிறமி அமைப்பின் எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியும் நான்கு கூட்டமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளது.

1. மைய கூட்டமைப்பு (CC): நிறமிஅமைப்பு I-ன் மைய கூட்டமைப்பு I-ல் P700 வினை மையமாக செயல்படுகிறது. நிறமி அமைப்பு II-ன் மைய கூட்டமைப்பு II-ல் P680 வினை மையமாக செயல்படுகிறது.

2. ஒளியை அறுவடை செய்யும் கூட்டமைப்பு அல்லது ஏற்பி கூட்டமைப்பு (LHC): நிறமி அமைப்பு I-இல் LHC I மற்றும் நிறமி அமைப்பு II-இல் LHC IIவும் காணப்படுகிறது.

3. சைட்டோகுரோம் b6f கூட்டமைப்பு: இது PS I மற்றும் PS II வை இணைக்கும் ஒரு நிறமியற்ற புரத கூட்டமைப்பாகும். பிளாஸ்டோ குயினோன்(PQ) மற்றும் பிளாஸ்டோசயனின் (PC) இரண்டும் இடைநிலை கூட்டமைப்பாக செயல்படுகின்றன. மேலும் இவை எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியில் எலக்ட்ரானை இயக்கும் அல்லது வழங்கி திரும்பும் (Shuttle) அமைப்பாக செயல்படுகின்றன. PQ வானது PS II விற்கும் சைட்டோகுரோம் b6-F கூட்டமைப்பிற்கு வழங்கி திரும்பும் அமைப்பாகவும், PC ஆனது சைட்டோகுரோம் b6-F க்கும் PS I-க்கும்



படம் 13.12 பசுங்கணிகத்தின் எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலி

எலக்ட்ரானை வழங்கி திரும்பும் அமைப்பாகவும் செயல்படுகின்றன.

4. ATP யேஸ் கூட்டமைப்பு அல்லது இணைப்பு காரணி: இது தைலாகாய்டு உறையின் பரப்பின் மீது காணப்படுகிறது. இதில் CF1 மற்றும் CF0 என இரு காரணிகள் உள்ளன. எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியின் ஆற்றலை பெற்று, ADP மற்றும் கனிம பாஸ்பேட்டை (pi) ATP ஆக மாற்ற இது உதவுகிறது. (படம் 13.12).

13.10 ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

சுவாசித்தலின் போது நடைபெறும் பாஸ்பரிகரணம் ஆக்ஸிஜனேற்ற மடைந்து உருவாகும் எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டு உருவாவதால் அதற்கு **ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம்** என்றும், தளப்பொருள் சிதையும் போது நேரடியாகத் தோன்றும் ஆற்றல் (ATP) யை கொண்டு நிகழும் பாஸ்பரிகரணம் **தளப்பொருள் நிலை பாஸ்பரிகரணம்** என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இப்பாடத்தில் நாம் தெரிந்துகொள்ள இருக்கும் பாஸ்பரிகரணமானது ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்வில் ஒளியின் உதவியால் பசுங்கணிகத்தில் நடைபெறும் பாஸ்பரிகரண நிகழ்ச்சியாகும் எனவே இதற்கு ஒளிபாஸ்பரிகரணம் என்று பெயர். எலக்ட்ரான்களானது கடத்துப் பொருட்களின் மூலம் கடத்தப்படும்போது ATP மற்றும் NADPH + H^+ ஆகியவை உருவாகின்றன. பாஸ்பரிகரணம் (அ) பாஸ்பரஸ் சேர்க்கை என்பது அடினோசின் டைபாஸ்பேட்டுடன் (ADP) கனிமப் பாஸ்பேட்(Pi) இணைந்து ATP யை உருவாக்கும் வினையாகும். பாஸ்பேட்டை இணைக்க ஒளியின் மூலம் உருவான எலக்ட்ரான்கள் பயன்படுத்தப்படுவதால் இது **ஒளி பாஸ்பரிகரணம்** என அழைக்கப்படுகிறது.

$$\text{ADP} + \text{Pi} \xrightarrow[e-]{\text{ஒளி}} \text{ATP}$$

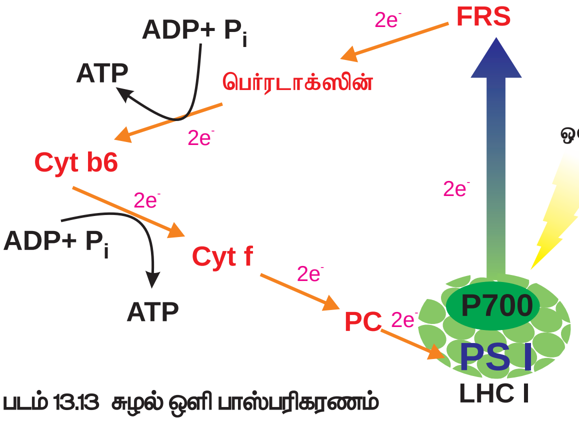
இந்த நிகழ்வானது சுழல் மற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் இரண்டிலும் நடைபெறுகிறது.

13.10.1 சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம்:

இந்நிகழ்வின்போது நிறமி அமைப்பு I-லிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் மீண்டும் நிறமி அமைப்பு I– ஐ வந்தடைகிறது. இச்சுழற்சியின் போது ATP-கள் மட்டுமே உருவாக்குகிறது. எனவே இதற்குச் **சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம்** என்று பெயர்.

ஈர்க்கப்பட்ட ஒளியின் போட்டான்கள் P700 வினை மையத்தைத் தூண்டும் போது நிறமி அமைப்பு I செயல்படத் துவங்குகிறது. எலக்ட்ரான்கள் கிளர்வுற்று உயர் ஆற்றல் மட்டத்தை அடைகிறது. முதன்மை எலக்ட்ரான் ஏற்பியான பெர்ரடாக்ஸின் ஒடுக்கும் காரணி (FRS) எலக்ட்ரானை ஏற்று அதனைப் பெர்ரடாக்ஸினுக்கு (Fd) கடத்துகிறது. பின்னர் பிளாஸ்டோகுயினோன் (PQ), சைட்டோகுரோம் b6-F கூட்டமைப்பு, பிளாஸ்டோசயனின் (PC) வழியாகக் கடைசியில் குளோரோஃபில் P700 (PS I)-க்கு மீண்டும் வந்து சேர்கிறது. இந்த எலக்ட்ரானின் பயணத்தின் போது அடினோசின் டை பாஸ்பேட் (ADP) ஒரு கனிமப் பாஸ்பேட்டுடன் (Pi) இணைந்து அடினோசின் டிரைபாஸ்பேட்டை (ATP) உருவாக்குகிறது. சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம் ATP யை மட்டுமே தோற்றுவிக்கிறது. இங்கு NADPH + H^+ உருவாவதில்லை. இச்சுழற்சியின் ஒவ்வொரு நிலையின்போது எலக்ட்ரான் தனது ஆற்றல் இயல்திறனை இழப்பதுடன், இவ்வாற்றலானது தைலகாய்டு சவ்வின் வழியே அயனிகள் (புரோட்டான்கள்) ஊடுகடத்தப்பட பயன்படுகிறது. சவ்வின் குறுக்கே இவ்வாறு ஏற்படும். H^+ புரோட்டான்களின் வலிமை வேறுபாடு ATP உற்பத்தியைத் தூண்டுகிறது. ATP உற்பத்தியானது தைலகாய்டு உறையின் மீது காணப்படும் ATP சிந்தேஸ் நொதியின் மூலம் நடைபெறுகிறது.

நிறமி அமைப்பு I செயல்பட அதிக அலை நீளம் கொண்ட (>P700 nm) ஒளிக்கதிர்கள் தேவைப்படுகின்றன. PS I செயல்படக் குறைவான ஒளி தீவிரம், குறைவான CO_2 மற்றும் காற்றில்லாச் சூழல் ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன. எனவே சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம் பரிணாமத்தில் முதலில் தோன்றியதாகக் கருதப்படுகிறது (படம் 13.13).

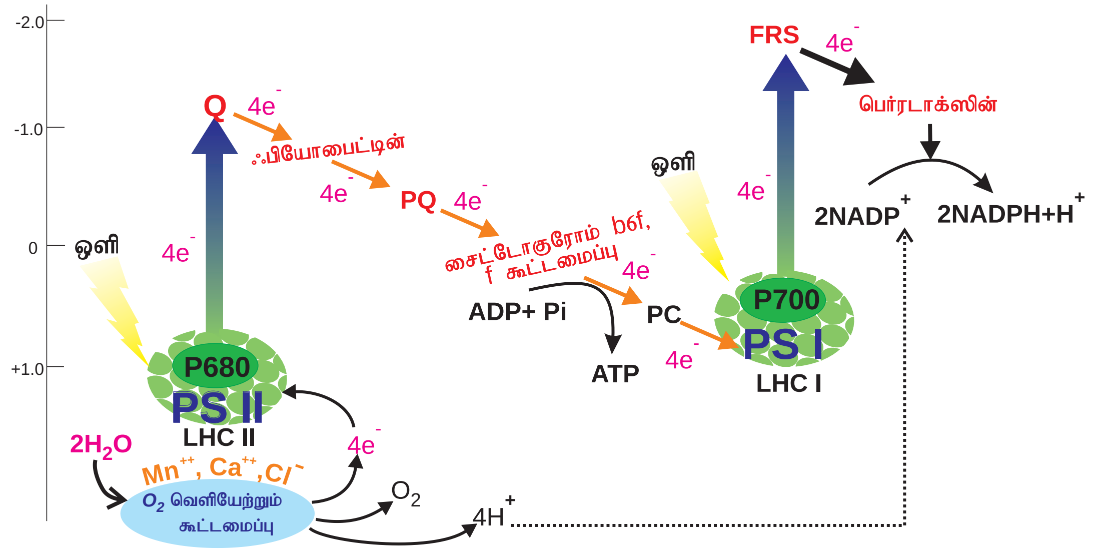


படம் 13.13 சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

13.10.2 சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

ஃபோட்டான்கள் நிறமிஅமைப்பு-II (P680)-யை தூண்டும் போது எலக்ட்ரான்கள் கிளர்ச்சியடைந்து உயர் ஆற்றல் மட்டத்திற்கு நகர்கிறது. உயர் ஆற்றல் மட்டத்தை அடைந்த எலக்ட்ரான்கள் பல்வேறு தொடர்ச்சியான எலக்ட்ரான் கடத்திகளான

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 267 5/18/2020 9:24:09 AM



படம் 13.14 சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

பியோபைட்டின், பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம் கூட்டமைப்பு, பிளாஸ்டோசயனின் மூலமாகக் கடைசியில் PS- I (P700)-யை வந்தடைகிறது. PS II விலிருந்து PS I க்கு எலக்ட்ரான் கடத்தப்படும் நிகழ்வின் போது ATP உருவாகிறது (படம் 13.16). PS I (P700) (அ) நிறமி அமைப்பு I ஒளியினால் தூண்டப்படும்போது இந்த எலக்ட்ரான் உயர் ஆற்றல் மட்டத்துடன் வெளியேற்றப்படுகிறது. இதனை ஏற்கும். எலக்ட்ரான் ஏற்பியாக பெர்ரடாக்ஸின் குறைக்கும் காரணி (FRS) செயல்படுகிறது. பின்னர் எலக்ட்ரான்களின் கீழ் நோக்கிய இயக்கமானது பெர்ரிடாக்ஸின் மூலமாக நடைபெற்று இறுதியில் எலக்ட்ரான்கள் NADP+க்கு மாற்றப்பட்டு NADPH + H+ ஆக ஒடுக்கமடைகிறது (ஒளிசார் நீர்பகுப்பின்போது உருவான ஹைட்ரஜன்கள் இதற்குப்பயன்படுகின்றன). நிறமி அமைப்பு II (PS II)-லிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் திரும்ப நிறமி அமைப்பு II-யை வந்தடைவதில்லை. இவை $NADP^+$ யை NADPH + H^+ ஆக மாற்றப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த எலக்ட்ரான் கடத்தலின்போதும் ATP தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. எனவே இந்த வகை பாஸ்பரிகரணத்திற்கு **சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம்** என்று பெயர். இச்செயலின்போது எலக்ட்ரான் செல்லும் பாதையானது Z அமைப்பில் இருப்பதால் இதற்கு ***Z திட்டம்*** என்று பெயர். ஒடுக்கத்திற்குத் தேவையான NADP+ இருக்கும்போதும், நீர் ஒளியால் பிளக்கப்படும் போதும், PS I மற்றும் PS II இரண்டும் முடுக்கிவிடப்படுகிறது. சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின் போது PS I மற்றும் PS II இரண்டும் கூட்டுறவாகச் செயல்பட்டு எலக்ட்ரான்களை நீரிலிருந்து NADP+ க்கு கடத்துகிறது (படம் 13.14)

13.10.3 ஒளிவினையின் உயிர் ஆற்றல் அளவீடுகள்:

- ஒரு எலக்ட்ரானை வெளியேற்ற நிறமிஅமைப்பிற்கு இரு குவாண்டம் ஒளி ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது.
- நீரிலிருந்து PS I க்கு எலக்ட்ரான்களை கடத்துவதற்கு ஒரு குவாண்டம் ஒளி ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது.
- இரண்டாவது குவாண்ட ஒளி ஆற்றலானது PS I லிருந்து NADP+ க்கு எலக்ட்ரான்களைக் கடத்தத் தேவைப்படுகிறது.
- ஒரு NADPH + H+ உற்பத்திக்கு இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் தேவைப்படுகின்றன.
- சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின்போது உருவாகும் இரண்டு NADPH + H+ க்கு 4 எலக்ட்ரான்கள் அவசியமாகிறது.
- 4 எலக்ட்ரான்களை கடத்துவதற்கு 8 குவாண்டம் ஒளி ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

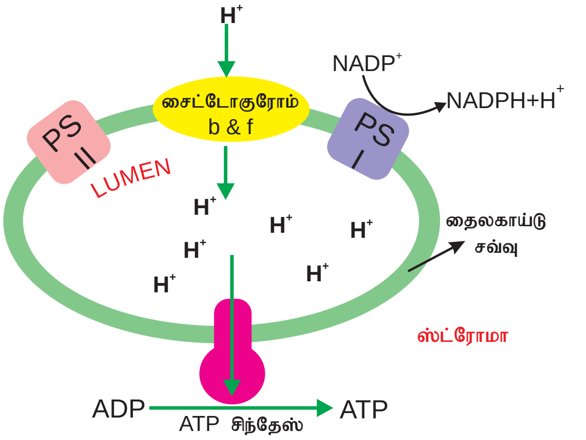
13.10.4 வேதி சவ்வூடுபரவல் கோட்பாடு

P. மிட்செல் (1966) என்பவர் **வேதிசவ்வூடுபரவல்** கோட்பாட்டினை உருவாக்கினார். இக்கோட்பாட்டின்படி எலக்ட்ரான்களானது சவ்வின் வழியாக நிறமிஅமைப்பு II (PSII) இதிலிருந்து நிறமிஅமைப்பு I (PS I) விற்கு கடத்தப்படுகிறது. இதில் சைட்டோகுரோம் b6-F கூட்டமைப்பானது இரு நிறமி அமைப்பையும் இணைக்கும் புரத அமைப்பாகச் செயல்படுகிறது. தைலகாய்டு சவ்வின் இருபுறமும் நிலவும் புரோட்டான்களின் மின் வேதியாற்றல் வேறுபாடு மின்னோட்டத்திற்குக் காரணமாகிறது. நீர்பிளத்தல் நிகழ்வானது சவ்வின் உட்புறம் நடைபெறுகிறது. புரோட்டான்கள் (H^+) அயனிகள் தைலகாய்டுகளின் உள் இடைவெளிகளில் திரள்கிறது (H^+ அதிகரிப்பு 1000 முதல் 2000 மடங்காகிறது). இதன் விளைவாகப் புரோட்டான் செறிவு தைலகாய்டு உள் இடைவெளியில் அதிகரிக்கிறது. இந்த புரோட்டான்கள் தைலகாய்டு சவ்வைக் கடந்து செல்கின்றன. ஏனெனில் எலக்ட்ரான்களின் முதன்மை ஏற்பிகள் தைலகாய்டு சவ்விற்குவெளியேஸ்ட்ரோமாவில்காணப்படுகின்றன. ஸ்ட்ரோமாவில் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 268 5/18/2020 9:24:09 AM

அட்டவணை 13.3 சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம் மற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் வேறுபாடுகள்.	
சுழல்ஒளி பாஸ்பரிகரணம்	**சுழலா ஒளிபாஸ்பரிகரணம்**
1. PS I மட்டும் பங்கேற்கிறது.	1. PSI மற்றும் PS II இரண்டும் பங்கேற்கின்றன
2. வினை மையமாக P700 செயல்படுகிறது.	2. வினை மையமாக P680 செயல்படுகிறது.
3. வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் மீண்டும் திரும்புகிறது.	3. வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் திரும்பவருவதில்லை.
4. ஒளிசார் நீர்பகுப்பு நடைபெறுவதில்லை	4. ஒளிசார் நீர்பகுப்பு நடைபெறுகிறது.
5. ATP மட்டும் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.	5. ATP மற்றும் NADPH + H+ உற்பத்தியாகின்றன.
6. பாஸ்பரிகரணம் இரண்டு இடங்களில் நடைபெறுகிறது.	6. பாஸ்பரிகரணம் ஒரு இடத்தில் மட்டும் நடைபெறுகிறது.
7. வெளிபுறத்திலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் பெறப்படுவதில்லை	7. வெளிப்புற எலக்ட்ரான் வழங்கியான H2O மற்றும் H2S லிருந்து எலக்ட்ரான்கள் பெறப்படுகிறது.
8. டைகுளோரோ டை மீதைல் யூரியாவினால் (DCMU) பாதிக்கப்படுவதில்லை	8. இது DCMU யால் எலக்ட்ரான் ஓட்டம் பாதிக்கப்படுகிறது.

குறைவு வெளிநோக்கிய புரோட்டான் சரிவிற்குக் காரணமாகிறது. இப்புரோட்டான் சரிவானது தைலகாய்டு சவ்வைக் கடந்து ஸ்ட்ரோமாவை நோக்கிய புரோட்டான்களின் இடப்பெயர்வினால் தடைபடுகிறது. ஸ்ட்ரோமாவை நோக்கிய புரோட்டான்களின் இயக்கம், ATP சிந்தேஸ் நொதியின் CF_0 பகுதியின் வழியாக நடைபெறுகிறது. தைலகாய்டு உள் இடைவெளியில் தோன்றும் புரோட்டான் இயக்கவிசை (அல்லது) தைலகாய்டு சவ்விற்கு உள்ளும் வெளியேயும் ஏற்படும். H^+ அயனிகளின் வேதி சரிவு ATP உற்பத்தியைத் தூண்டுகிறது (படம் 13.15).



படம் 13.15 வேதிசவ்வூடு பரவல் கோட்பாடு

ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு தோற்றத்திற்கு (4 எலக்ட்ரான்) 8 குவாண்டம் ஒளி தேவைப்படுகிறது. C_3 தாவரங்கள் 3 ATPகள் மற்றும் 2 NADPH + H^+ பயன்படுத்தி ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறினைத் தோற்றுவிக்கிறது. 6 ஆக்ஸிஜன் தோற்றத்திற்கு 18 ATP கள் 12 NADPH + H^+ பயன்படுத்தபடுகிறது. C_4 தாவரங்கள் ஒரு ஆக்ஸிஜன் தோற்றத்திற்கு 5 ATP கள் மற்றும் 2 NADPH + H^+ பயன்படுத்தகிறது. 6 ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு தோற்றத்திற்கு 30ATP கள் மற்றும் 12 NADPH + H^+ பயன்படுகிறது.

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

- சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின்போது உருவாகும் பொருட்களைக் குறிப்பிடுக.
- ஏன் நிறமி அமைப்பு II எலக்ட்ரான்களை நீரிலிருந்து பெறுகிறது?
- நிறமி அமைப்பு I (PS I) மற்றும் நிறமி அமைப்பு II (PS II) இவை இரண்டிற்கிடையே உள்ள எலக்ட்ரான் பாதை வேறுபாடுகளைக் கண்டறிய முடியுமா?

13.11 இருள் வினை அல்லது C3 சுழற்சி அல்லது உயிர்ம உற்பத்தி நிலை அல்லது ஒளிச்சேர்க்கையின் கார்பன் ஒடுக்கச் சுழற்சி (PCR)

ஒளிச்சேர்க்கையின் உயிர்ம உற்பத்திநிலை என்பது ஒளி வினையின் போது உருவான தன்மயமாக்கும் ஆற்றல்களை (ATP மற்றும் NADPH + H^+) பயன்படுத்தி கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை கார்போஹைட்ரேட்களாக நிலைப்படுத்தும் வினையாகும். இவ்வினைக்கு ஒளி அவசியம் இல்லை. எனவே இது **இருள்வினை** என அழைக்கப்படுகிறது. ரிபுலோஸ் 1, 5 பிஸ்பாஸ்பேட் (RUBP) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைட் ஏற்பியாக செயல்பட்டு RUBISCO நொதியின் மூலம் CO_2 நிலைநிறுத்தப்படுகிறது. இவ்வினையின் முதல் விளைபொருளாக 3 கார்பன் கூட்டுபொருள் (பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம்) உருவாவதால் இதற்கு C3 சுழற்சி என்று பெயர். இவ்வினையானது பசுங்கணிகத்தின் ஸ்ட்ரோமா பகுதியில் நடைபெறுகிறது. **M.மெல்வின் கால்வின், A. A. பென்சன்** மற்றும் அவர்களின் சகாக்கள் மூலம் 1957–ஆண்டு இந்தக் கார்பன் நிலைநிறுத்தும் வழித்தடமானது கண்டறியப்பட்டது. **மெல்வின்**

கால்வினுக்கு இதற்காக நோபல் பரிசு 1961–ஆம் ஆண்டு வழங்கப்பட்டது. மேலும் எனவே இந்தக் கார்பன் வழித்தடமானது கண்டறிந்தவர்களின் பெயரால் **கால்வின்-பென்சன் சுழற்சி** என அழைக்கப்படுகிறது. இருள்வினையாது வெப்பத்தினால் கட்டுப்படக்கூடியது. எனவே இது **வெப்ப வேதியியல் வினை** என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இருள் வினை மூன்று நிலைகளைக் கொண்டது (படம் 13.16).

1. கார்பன் நிலைநிறுத்தம் (Carboxylation / fixation)

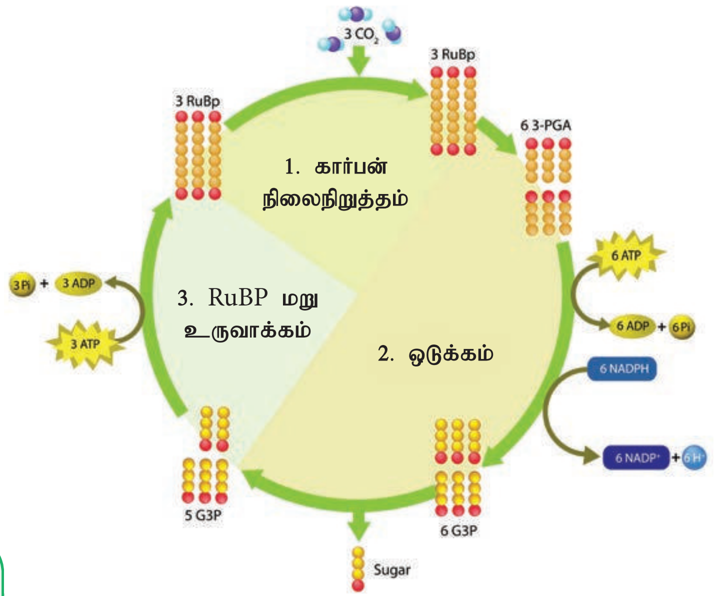
2. கார்பன் ஒடுக்க வினை (Reduction / Glcolytic Reversal)

3. மறுஉருவாக்கம் (Regeneration)

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

ஒரு முழுமையான ஒளிவினையின் போது 6 ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகள் வெளியேற்ற எவ்வளவு குவாண்டா ஒளி ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது?

விடை: முழுமையான ஒளிவினையின்போது 6 ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகள் வெளியேற்றப்படுகிறது. ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு தோற்றத்திற்கு 8 குவாண்டா தேவைப்படும் எனில் 6 ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளுக்கு 6 × 8 = 48 குவாண்டா ஒளி முழுமையான வினைக்குத் தேவைப்படுகிறது.

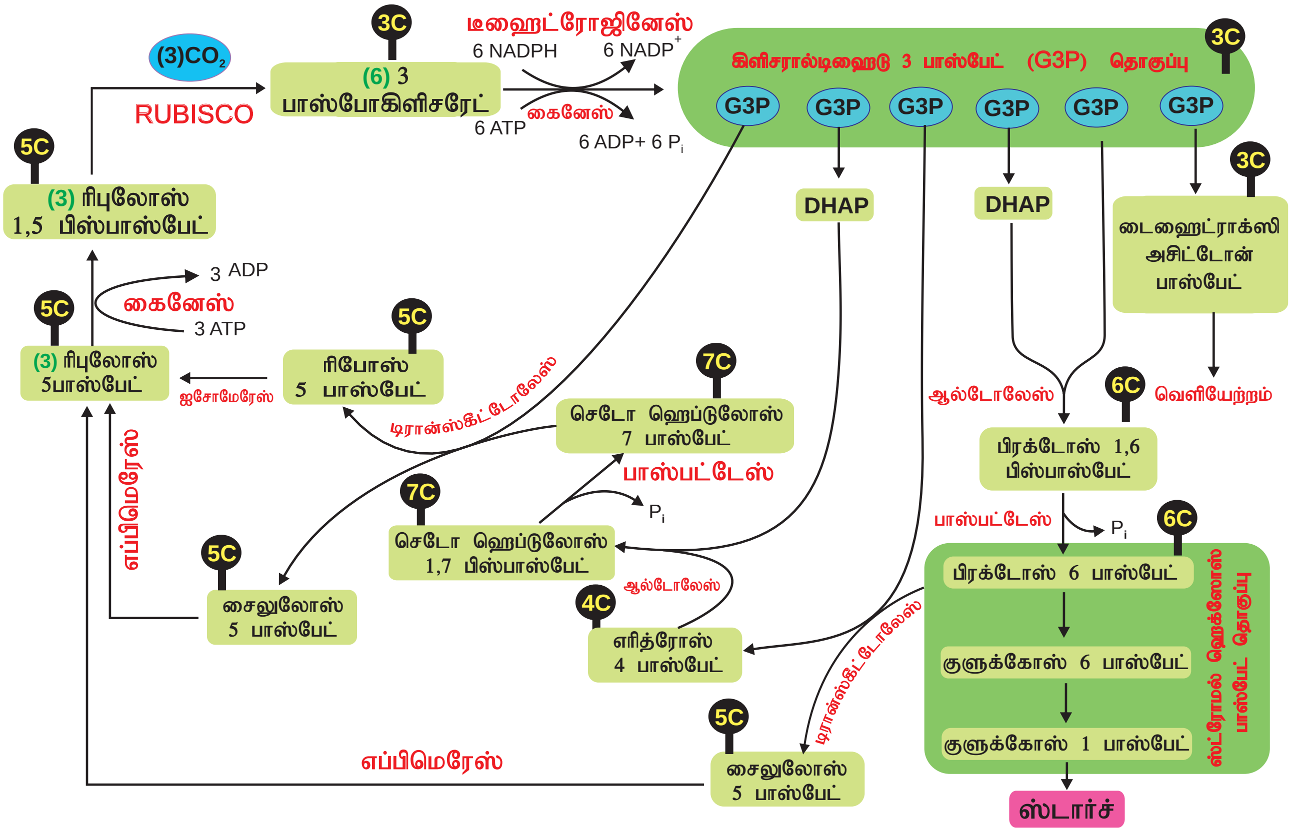


படம் 13.16 கால்வின் சுழற்சி நிலைகள்

நிலை 1: கார்பன் நிலைநிறுத்தம்

ஏற்பி மூலக்கூறான ரிபுலோஸ்1, 5 பிஸ் பாஸ்பேட் (RUBP) ஒரு 5 கார்பன் கூட்டுப்பொருள். இது RUBP கார்பாக்ஸிலேஸ் ஆக்ஸிஜினேஸ் (RUBISCO) நொதியின் உதவியால் ஒரு கார்பன்-டை-ஆக்சைட் மூலக்கூறுடன் இணைந்து இரு மூலக்கூறு 3 – கார்பன் கூட்டுப் பொருளான பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலத்தை (PGA) உற்பத்தி செய்கிறது. (படம் 13.17)

$$RUBP + CO_2 \xrightarrow{\text{Rubisco}} 2 \text{ மூலக்கூறு } PGA$$



படம் 13.17 கால்வின் சுழற்சி

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 270 5/18/2020 9:24:11 AM

நிலை 2: கார்பன் ஒடுக்கவினை

பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலத்துடன் பாஸ்பரஸ் சேர்க்கை ATP-யின் மூலம் நடைபெறுகிறது. இதனால் 1,3 பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம் உருவாகிறது. இவ்வினைக்கு PGA கைனேஸ் நொதி உதவுகிறது.

1, 3 பிஸ்பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமானது ஒடுக்கும் ஆற்றல் கூறான NADPH+H$^+$-ஐ பயன்படுத்தி ஒடுக்கம் அடைந்து கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட்டானது (G-3-P) உருவாகிறது. கிளிசரால்டிஹைடு 3 பாஸ்பேட் அதன் மாற்றியங்களில் ஒன்றான டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது (DHAP).

PGA —(PGA கைனேஸ்; ATP → ADP)→ 1, 3 பிஸ்பாஸ்போரகிளிசரிக் அமிலம்

1, 3 பிஸ்பாஸ்போரகிளிசரிக் அமிலம் —(NADPH + H$^+$ → NADP$^+$)→ கிளிசரால்டிஹைட்-3-பாஸ்பேட்

நிலை 3: மறுஉருவாக்கம்

RUBP மறுஉருவாக்க நிகழ்வின் போது பல்வேறு இடைநிலை பொருட்களான 6 கார்பன், 5 கார்பன், 4 கார்பன் மற்றும் 7 கார்பன் பொருட்கள் உற்பத்தியாகின்றன. C3 சுழற்சியில் ஒரு கார்பன்டைஆக்ஸைடை நிலைநிறுத்த 3ATP, 2 NADPH+H$^+$ தேவைப்படுகின்றன. எனவே 6 CO2 நிலைநிறுத்தத்திற்கு 18 ATP மற்றும் 12 NADPH + H$^+$ தேவைப்படுகின்றன.

RU5P —(ATP → ADP)→ RUBP

இருள்வினையின் ஒட்டுமொத்த வினை

$$6CO_2 + 18\ ATP + 12\ NADPH{+}H^+ \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 18ADP + 18Pi + 12\ NADP^+$$

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

RUBISCO – RUBP கார்பாக்சிலேஸ் ஆக்ஸிஜினேஸ் நொதியானது இவ்வுலகில் அதிகமாக காணப்படும் புரதமாகும். பசுங்கணிக புரதங்களில் இது 16 சதவிதமாக உள்ளது. CO2 உள்ளபோது கார்பாக்சிலேஸாகவும், CO2 இல்லாதபோது ஆக்ஸிஜினேஸாகவும் செயல்படுகிறது.

13.12 ஹாட்ச் மற்றும் ஸ்லாக் வழித்தடம் அல்லது C_4 சுழற்சி அல்லது டைகார்பாக்சிலிக் அமில வழித்தடம் அல்லது டைகார்பாக்சிலேஷன் வழித்தடம்

1965 வரை கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை நிலைநிறுத்தக் கால்வின் சுழற்சி மட்டுமே உதவுகிறது எனக் கருதப்பட்டது. ஆனால் 1965 **கோர்ட்சாக், ஹார்ட்** மற்றும் **பர்** ஆகியோரின் முயற்சியால் கரும்பில் நடைபெறும் C_4 அல்லது டைகார்பாக்சிலிக் அமில வழித்தடம் கண்டயறியப்பட்டது.

ஐசோடோப் கார்பனைப் (^{14}C) பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை சோதனை செய்தபோது (மாலேட், அஸ்பார்டேட் ஆகியவை ^{14}C குறியீடு செய்யப்பட்ட விளைபொருட்களாக இருந்தன. இந்தக் கண்டுபிடிப்பானது **ஹாட்ச், ஸ்லாக்** ஆகியோரால் 1967-இல் உறுதி செய்யப்பட்டது. இந்த மாற்று வழிதடமானது பல்வேறு வெப்பமண்டல மற்றும் துணை வெப்ப மண்டலப் புற்கள் மற்றும் சில இருவிதையிலைதாவரங்களின் CO_2நிலைநிறுத்தத்தில் கண்டறியப்பட்டது. C_4 சுழற்சியானது 1000-க்கும் மேற்பட்ட சிற்றினங்களில் இதுவரை கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அவற்றில் 300 சிற்றினங்கள் இருவிதையிலை தாவரங்களாகவும் மற்றவை ஒருவிதையிலை தாவரங்களாகவும் உள்ளது. இவ்வுலகின் உயிர்திரளில் 5% C_4 தாவரங்ளாகளாக உள்ளன. இதில் 1% தெரிந்த தாவரங்களாக உள்ளன. இவ்வாறு குறைந்த அளவே இவை இருந்தாலும் நிலத்தில் நடைபெறும் கார்பன் நிலைநிறுத்தத்தில் 30% பங்கு வகிக்கின்றன. C_4 தாவரங்களின் அளவு அதிகரிப்பு,CO_2வின் உயிர்சமநிலைக்கு உதவியாகவும், பருவகால மாற்றத்தைத் தடுக்க உதவும் வழிமுறையாகவும் உள்ளது.

C_4 சுழற்சி இருநிலைகளில் நிறைவடைகிறது. முதல்நிலை இலை இடைத்திசு செல்களின் ஸ்ட்ரோமாவில் நடைபெறுகிறது. இங்கு CO_2ஏற்பியாக 3 கார்பன் பொருளான பாஸ்போஈனால் பைருவேட் உள்ளது. இது CO_2 உடன் இணைந்து 4 கார்பன் பொருளான ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலம் (OAA) உருவாகிறது. முதலில் உருவாகும் பொருள் ஒரு 4 கார்பன் என்பதால் இச்சுழற்சி C_4 சுழற்சி எனப் பெயரிடப்பட்டது.

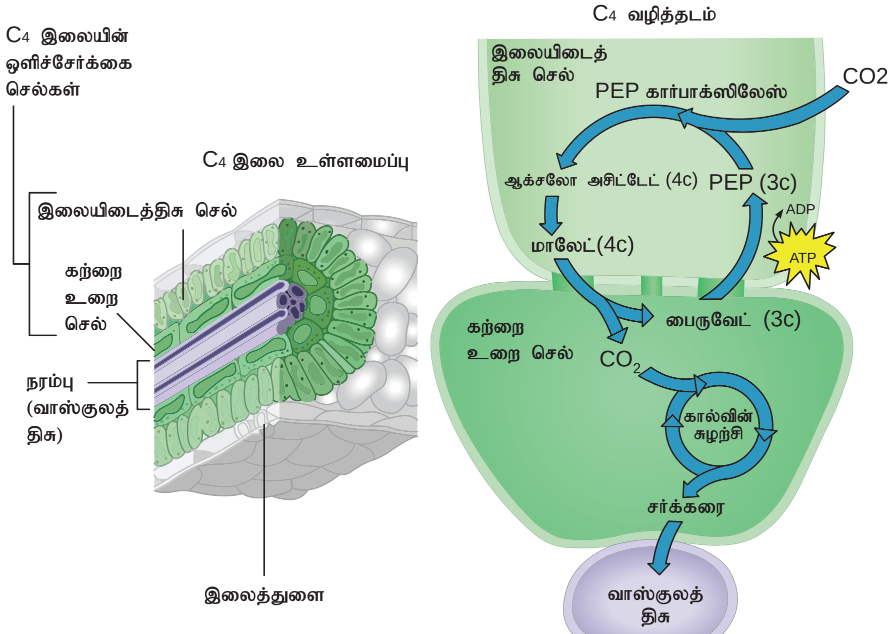
ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலமானது ஒரு டைகார்பாக்சிலிக் அமிலம் ஆகும் எனவே இச்சுழற்சி **டைகார்பாக்சிலிக் அமிலசுழற்சி** எனவும் அழைக்கப்படுகிறது (படம் 13.18).

கார்பன்-டைஆக்ஸைட் நிலைநிறுத்தும் இரு இடங்களில் நடைபெறுகிறது. அவை முறையை இலையிடைத் திசு மற்றும் கற்றை உறை செல்கள் **(டைகார்பாக்சிலேஷன் வழித்தடம்)**

ஒரு வறண்ட சூழ்நிலையில் வாழும் வெப்ப மண்டலத் மற்றும் மித வெப்ப மண்டல தாவரங்களின் தகவமைப்பாக இது உள்ளது.

C_4 தாவரங்களில் ஒளிச்சுவாசம் நிகழாததால் குறைவான இழப்புடன் CO_2 நிலைப்படுதல் நடைபெருகிறது ஒரு கார்பன்டைஆக்சைடை நிலைநிறுத்தம் செய்ய 5 ATP மற்றும் 2NADPH+H$^+$ தேவைப்படுகிறது.

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 271 5/18/2020 9:24:11 AM



படம் 13.18 C_4 சுழற்சி

13.12.1 நிலை I: இலையிடைத் திசுக்கள்

இலை யிடைத்திசு செல்களின் ஸ்ட்ரோமாவில் CO2, PEP – யால் நிலைப்படுத்தப்பட்டு ஆக்சலோஅசிட்டிக் அமிலம் உருவாகிறது.

$$\text{பாஸ்போஈனால் பைருவேட்} + CO_2 \xrightarrow{\text{PEP கார்பாக்சிலேஸ்}} \text{ஆக்சலோஅசிட்டிக் அமிலம் (OAA) (4C)}$$

(PEP) (3C)

இவ்வாறு தோன்றிய ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலம் (OAA), மாலிக் அமிலம் அல்லது ஆஸ்பார்டிக் அமிலமாக மாற்றமடைகிறது இவற்றுள் மாலிக் அமிலம் பின்னர் பிளாஸ்மோடெஸ்மேட்டா வழியாகக் கற்றை உறை செல்களுக்குக் கடத்தப்படுகிறது.

13.12.2 நிலை II: கற்றை உறைசெல்கள்

மாலிக் அமிலமானது கார்பன் நீக்க வினையின்மூலம் 3 கார்பன் பொருளான பைருவிக் அமிலம் மற்றும் CO2 வை உருவாக்குகிறது. இதில் வெளியேற்றப்பட்ட CO2 வானது RUBP வுடன் இணைந்து கால்வின் சுழற்சியைத் தொடர்கிறது. இது இரண்டாம்நிலை CO2 நிலைநிறுத்தமாகும். இதன் முடிவில்உருவாக்கப்படும்கார்போஹைட்ரேட்டானது ஃபுளோயத்திற்கு கடத்தப்படுகிறது.

பைருவிக் அமிலம் இலையிடத் திசு விற்கு கடத்தப்படுகிறது

$$\underset{(5C)}{RUBP} + CO_2 \xrightarrow{\text{Rubisco}} \underset{(3C)}{2\ PGA}$$

13.12.3 C4 சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்:

1. கார்பன்டை ஆக்ஸைடு செறிவு குறைந்த வெப்பமண்டலத் துணைவெப்ப மண்டலச் சுழலில் வாழும்திறன் பெற்றிருத்தல்.
2. வறண்ட சுழலில் வாழும் தகவமைப்பைப் பெற்றவை.
3. PEP கார்பாக்ஸிலேஸ் ஆக்ஸிஜனுடன் செயலற்ற தன்மை உடையது. எனவே C4 சுழற்சியில் ஆக்ஸிஜனால் எந்தத் தடை விளைவும் ஏற்படுத்துவதில்லை.
4. C4 தாவரங்களில் ஒளிச்சுவாசம் இல்லாத காரணத்தினால் CO_2 ஈடுசெய்யும் புள்ளி C3 தாவரங்களை விடக் குறைவாக உள்ளது.

C3 தாவரங்கள் (C3 சுழற்சி) மற்றும் C4 தாவரங்கள் (C4 சுழற்சி) ஆகியவற்றிற் கிடையேயான வேறுபாடுகள் அட்டவணை 13.4 விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

> உங்களுக்குத் தெரியுமா?
>
> கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு (Kranz Anatomy): Kranz எனும் ஜெர்மன் சொல்லிற்கு ஒளிவட்டம் அல்லது வளையம் என்று பொருள். C4 தாவரங்களில் வாஸ்குலார் கற்றையைச் சூழ்ந்து ஒரு அடுக்கிலான கற்றை உறை காணப்படுகிறது. கற்றை உறையைச் சூழ்ந்து வளையம்போன்ற இலையிடைத் திசு செல்கள் அமைந்துள்ளது. இருவகை வடிவுடைய பசுங்கணிகங்கள் காணப்படுவது C4 தாவரங்களின் சிறப்பு அம்சமாகும்.
>
> கற்றை உறை செல்களின் பசுங்கணிககள் : இவை பெரிய அளவிலான பசுங்கணிகங்கள். தைலகாய்டுகள் கிரானம் என்ற அமைப்பில் காணப்படுவதில்லை அத்துடன் ஸ்டார்ச் அதிகம் பெற்ற செல்கள்.
>
> இலையிடத் திசு செல்களின் பசுங்கணிகங்கள் : இவை சிறிய அளவிலான பசுங்கணிகங்கள். தைலகாய்டுகள் கிராணம் என்ற அமைப்பில் காணப்படுகிறது மற்றும்ஸ்டார்ச் அற்றசெல்கள்.

13.13 CAM சுழற்சி அல்லது கிராசுலேசியன் அமில வளர்சிதைமாற்றம்

வறண்ட அல்லது பகுதி வறட்சி கொண்ட சூழலில் வளரும் சதைப்பற்றுடைய தாவரங்களில்

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 272 5/18/2020 9:24:11 AM

மாணவர் செயல்பாடு

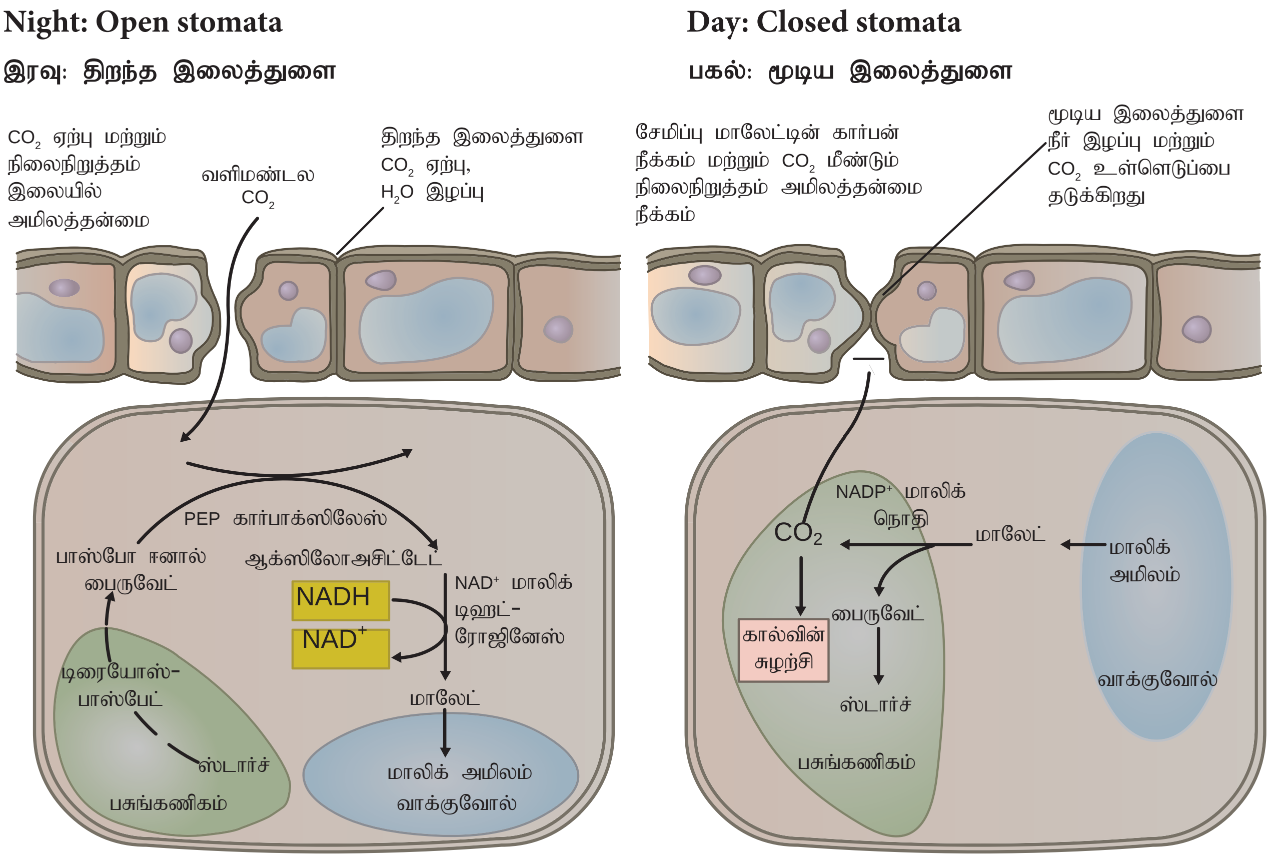
- நெல் (C_3) மற்றும் கரும்பு (C_4) இலைகளைச் சேகரிக்கவும்.
- இலையின் குறுக்கு வெட்டு தோற்றங்களை எடுக்கவும்.
- வெட்டுதுண்டுகளை நுண்ணோக்கியின் துணையுடன் உற்றுநோக்கவும்.
- உள்ளமைப்பு வேறுபாடுகளைக் காணவும்
- (இருபடிவ பசுங்கணிகம் மற்றும் கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு)

கண்டறியப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட வகை கார்பன் வழித்தடம் இதுவாகும். இவ்வழித்தடம் கிராசுலேசியன் குடும்பத்தைச் சார்ந்த **பிரையோஃபில்லம், செடம், கலான்சோ** போன்ற தாவரங்களில் முதலில் கண்டறியப்பட்டது எனவே இப்பெயரைப் பெற்றது. இச்சுழற்சி **அகேவ், ஒப்பன்ஷியா, பைன்ஆப்பிள், ஆர்க்கிடுகள்** போன்ற பிற குடும்பத் தாவரவங்களிலும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

இத்தாவரங்களின் இலைத்துளையானது பகலில் மூடியும் இரவில் திறந்தும் காணப்படும். இவ்வகை இலைத்துளைகள் **ஸ்கோடோஆக்டிவ்** இலைத்துளைகள் எனப்படுகின்றன. இந்த வகை **தலைகீழ் இலைத்துளை இயக்க லயம்** நீராவிப் போக்கின் மூலம் நடைபெறும் நீர் இழப்பையும் மற்றும் பகல் நேரத்தில் நடைபெறும் CO_2 நிலைநிறுத்தத்தையும் தடுக்க உதவுகிறது. CAM தாவரங்கள் இரவில் கார்பன்டை ஆக்ஸைடைப் பாஸ்போ ஈனால்பைருவிக் அமிலத்தின் (PEP) உதவியால் நிலைநிறுத்தம் செய்து ஆக்ஸலோ அசிட்டிக் அமிலம் (OAA) உருவாகிறது. இதனைத் தொடர்ந்து C4 சூழற்சியை போன்றே OAA வானது மாலிக் அமிலமாக மாறுகிறது. மாலிக் அமிலமானது வாக்குவோல்களில் சேகரிக்கப்பட்டு அமிலத்தன்மையை அதிகரிக்கச்செய்கிறது.

அட்டவணை 13.4 – C3 மற்றும் C4 தாவரங்கள் வேறுபாடுகள்

C3 தாவரங்கள்	C4 தாவரங்கள்
1. CO_2 நிலைநிறுத்தம் இலையிடைத் திசுக்களில் மட்டும் நடைபெறுகிறது	1. CO_2 நிலைநிறுத்தம் கற்றை உறை மற்றும் இலையிடைத்திசு ஆகியவைகளில் நடைபெறுகிறது
2. CO_2 -வை நிலைநிறுத்தும் பொருள் RUBP மட்டும்	2. PEP இலையிடைத் திசுவிலும் கற்றை உறையில் RUBP-யும் நிலைநிறுத்தம் பொருள்களாக உள்ளன.
3. தோன்றும் முதல் விளைபொருள் 3C - PGA	3. தோன்றும் முதல் விளை பொருள் 4C – OAA
4. கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு காணப்படுவதில்லை	4. கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு காணப்படுகிறது
5. இலையிடைத் திசு செல்களின் பசுங்கணிகங்கள் கிரானம் பெற்றவை	5. கிரானம் இலையிடைத் திசு செல்களின் பசுங்கணிகங்களில் காணப்படுகிறது. கற்றை உறை செல்களின் பசுங்கணிகங்களில் கிரானம் காணப்படுவதில்லை
6. திசு ஒரே வகை வடிவுடைய பசுங்கணிகங்கள்	6. இரு வகை வடிவுடைய பசுங்கணிகங்கள்
7. உகந்த வெப்பநிலை 20° முதல் 25° C	7. உகந்த வெப்பநிலை 30° முதல் 45° C
8. CO_2 நிலைநிறுத்தம் 50 ppm செறிவில் நடைபெறுகிறது.	8. CO_2 நிலைநிறுத்தம் 10 ppm செறிவிற்குக்குறைவான செறிவில் நடைபெறுகிறது.
9. அதிக ஒளிச்சுவாசத்தினால் குறைவான செயல்திறன் பெற்றது	9. குறைவான ஒளிச் சுவாசத்தினால் அதிகச் செயல்திறன் பெற்றது
10. RUBP கார்பாக்சிலேஸ் நொதி CO_2 நிலைநிறுத்ததிற்கு உதவுகிறது	10. PEP கார்பாக்சிலேஸ் மற்றும் RUBP கார்பாக்சிலேஸ் நொதிகள் CO_2 நிலைநிறுத்தத்திற்கு உதவுகின்றன.
11. ஒரு குளுக்கோஸ் உருவாக்கத்திற்கு 18 ATP-கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது	11. ஒரு குளுக்கோஸ் ஆக்கத்திற்கு 30 ATP-கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
12. எடுத்துக்காட்டு: நெல், கோதுமை, உருளை	12. எடுத்துக்காட்டு: கரும்பு, சோளம், மக்காசோளம், அமராந்தஸ்



படம் 13.19 CAM சுழற்சி

அமிலத் தனைமையின் உயர்வு காரணமாகப் பகல் நேரத்தில் இலைத்துளையானது மூடுகிறது. இதற்கு மாறாக இரவுப்பொழுதில் மாலிக் அமிலமானது கார்பன்நீக்கமடைந்து பைருவிக் அமிலமாக மாறுவதால் அமிலத்தன்மை குறைகிறது. இவ்வினையில் உருவான CO_2 கால்வின் சுழற்சியில் நுழைந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகளை உருவாக்குகிறது. அத்துடன் இலைத்துளைகள் திறக்கின்றன. (படம் 13.19).

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

C4 தாவரங்களுக்கு ஒரு குளுக்கோஸ் உற்பத்தி செய்வதற்குத் 30 ATP, 12 NADPH + H+ தேவைப்படுகிறது. ஆனால் C3 தாவரங்களுக்கு 18 ATP மற்றும் 12 NADPH + H+ மட்டுமே தேவைப்படுகின்றது. அவ்வாறெனில் எவ்வாறு நாம் C4 தாவரங்கள் சிறந்தவை எனக் கூறமுடியும்?

விளக்கம்: *C4 தாவரங்கள் C3 தாவரங்களைவிடச் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் C3 தாவரங்கள் C4 தாவரங்களைவிட அதிக அளவு ஆற்றலை ஒளிசுவாசத்தின்போது இழக்கிறது.*

CAM சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்

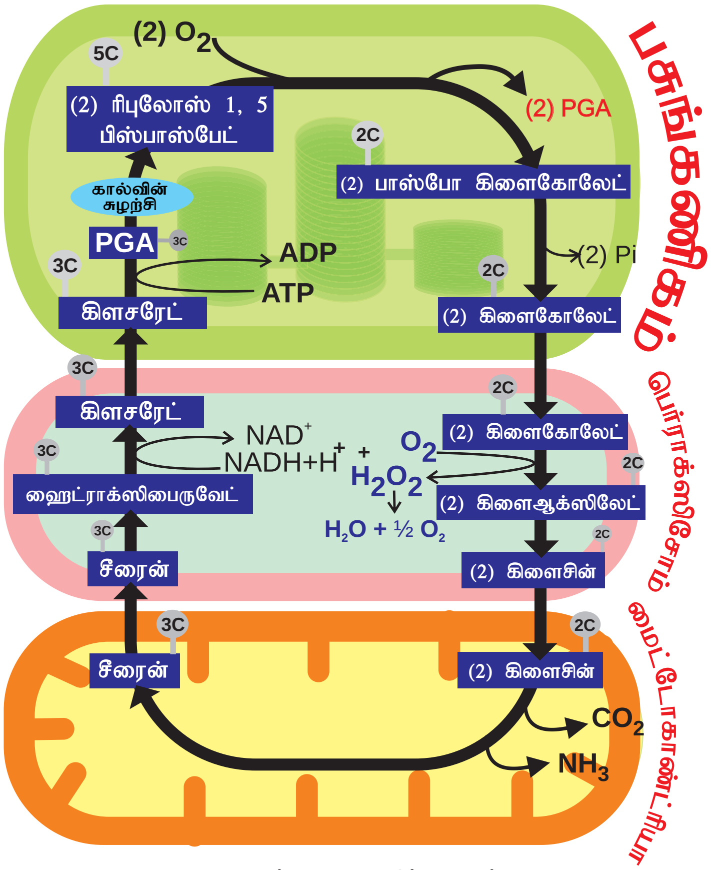
1. *சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களில் இலைத்துளை மூடிஇருக்கும் போது மாலிக் அமிலத்திலிருந்து CO2 பெறுவது சாதகமானது.*
2. *பகல் நேரத்தில் இலைத்துளை மூடியுள்ளது. CO2 எடுத்துக்கொள்வதில்லை. ஆனாலும் தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையைத் தொடர்கின்றன.*
3. *பகல் நேரத்தில் இலைத்துளை மூடியிருப்பதால் நீராவிபோக்கினால் ஏற்படும் நீர் இழப்பு தவிர்க்கப்படுகிறது.*

13.14 ஒளிச்சுவாசம் அல்லது C_2 சுழற்சி அல்லது ஒளிச்சேர்க்கையின் கார்பன் ஆக்ஸிஜனேற்ற சுழற்சி (PCO)

சுவாசித்தல் என்பது தாவரங்கள் உட்பட அனைத்து உயிரினங்களுக்குமான ஒரு தொடர் நிகழ்வாகும். சில தாவரங்களில் சுவாசித்தல் விகிதமானது ஒளியின் போது அதிகமாகவும் இருளின் போது குறைவாகவும் இருப்பதை **டெக்கர்** *(Decker – 1959) என்பவர் கண்டறிந்தார்.*

ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் செல்களில் CO_2 இல்லாதபோது மற்றும் O_2 அதிகரிக்கும் போது நடைபெறும் அதிகப்படியான சுவாசம் **ஒளிச்சுவாசம்** *எனப்படுகிறது. C_2 சுழற்சியின்போது RUBISCO-வின் கார்பாக்சிலேஸ் செயல் ஆக்ஸிஜினேஸ் செயலாக மாறுகிறது. C_2 சுழற்சியானது* **பசுங்கணிகம், பெர்ராக்ஸிசோம்** *மற்றும்* **மைட்டோகாண்டரியம்** *என மூன்று செல் நுண்ணுறுப்புகளில் நடைபெறுகிறது. பசுங்கணிகத்தில் RUBP யானது 2C-பாஸ்போகிளைக்கோலேட் மற்றும்*

அட்டவணை 13.5 ஒளிசுவாசம் மற்றும் இருள்சுவாசம் வேறுபாடுகள்	
ஒளிச்சுவாசம்	**இருள் சுவாசம்**
1. பச்சையம் பெற்ற ஒளிச்சேர்க்கை செல்களில் நடைபெறுகிறது.	1. அனைத்து உயிருள்ள செல்களிலும் நடைபெறுகிறது.
2. ஒளி இருக்கும் போது மட்டும் நடைபெறும்.	2. தொடர்ச்சியாக எப்பொழுதும் நடைபெறும்.
3. பசுங்கணிகம், பெர்ராக்ஸிசோம்கள் மற்றும் மைட்டோகாண்டீரியங்கள் இதில்பங்குபெறுகின்றன.	3. மைட்டோகாண்டீரியங்களில் மட்டுமே நடைபெறுகிறது.
4. கிளைக்கோலைசிஸ், கிரெப் சுழற்சி மற்றும் ETS நடைபெறுவது இல்லை.	4. கிளைக்கோலைசிஸ், கிரெப் சுழற்சி மற்றும் ETS நடைபெறுகிறது.
5. கிளைக்கோலிக்அமிலம்இதற்கானதளப்பொருளாக உள்ளது.	5. கார்போஹைட்ரேட், புரதங்கள் மற்றும் லிப்பிடுகள் ஆகியவை இதற்கான தளப்பொருள்களாக உள்ளன.
6. உயிர் வாழ்க்கைக்கு இது தேவையான நிகழ்வு அல்ல.	6. உயிர் வாழ்விற்கு அவசியமான ஒன்று.
7. பாஸ்பரிகரணம் மற்றும் ATP உற்பத்தி ஆகியவை நிகழ்வதில்லை.	7. பாஸ்பரிகரணம் மூலம் ATP உற்பத்தியாகிறது.
8. NADH2 ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து NAD+ ஆக மாறுகிது.	8. NAD+ ஒடுக்கமடைந்து NADH2 உருவாகிறது.
9. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு உற்பத்தியாகிறது.	9. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு உற்பத்தி யாவதில்லை.
10. இறுதி விளைபொருட்கள் PGA மற்றும் CO2.	10. இறுதி விளைபொருட்கள் நீர் மற்றும் CO2.



படம் 13.20 ஒளிச் சுவாசம்

பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதற்கு *RUBISCO* **நொதி** பயன்படுகிறது. இவ்வினையில் முதலில் உருவாகும் பொருள் 2C பொருளாக இருப்பதால் இச்சுழற்சிக்கு **C_2 சுழற்சி** என்று பெயர் (படம் 13.20).

பாஸ்போ கிளைக்கோலேட் பாஸ்பேட்டை இழந்து கிளைக்கோலேட்டாகிறது. பசுங்கணிகத்தில் உருவான கிளைக்கோலேட்டானது பெர்ராக்ஸிசோமில் நுழைந்து H_2O_2 உடன் இணைந்து கிளைசினாக மாறி மைட்டோகாண்டரியத்திற்கு கடத்தப்படுகிறது. மைட்டோகாண்டரியத்தில் இரு மூலக்கூறு கிளைசின் இணைந்து சீரைனாக மாற்றமடைகிறது. சீரைன் பொராக்ஸிசோமில் நுழைந்து ஹைட்ராக்ஸிபைருவேட்டாகிறது. ஹைட்ராக்ஸிபைருவேட்டானது $NADH+H^+$ உதவியுடன் கிளிசரிக் அமிலமாகிறது. பின் இது பசுங்கணிகத்திற்கு திரும்பி ATPயை பயன்படுத்தி பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமாக (PGA) மீண்டும் மாறுகிறது. PGA பின்னர் கால்வின் சுழற்சியில் நுழைகிறது. ஒளிசுவாசமானது ATP போன்ற எந்த ஒரு தனி ஆற்றலையும் உற்பத்தி செய்வதில்லை. சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒட்டுமொத்த ஆற்றலில் 50% ஒளிச் சுவாசத்தின் போது இழக்கப்படுகிறது.

13.14.1 ஒளிச் சுவாசத்தின் முக்கியத்துவம்

1. ஒளிச் சுவாசத்தின் போது உருவாகும் கிளைசின் மற்றும் சீரைன் ஆகியவை குளோரோஃபில், புரதங்கள், நியுக்ளியோடைடுகள் போன்ற

உயிர்மூலக்கூறுகளை உருவாக்கும் முன்னோடிப் பொருளாகச் செயல்படுகிறது.

2. ஒளிவேதிவினையின்போது அதிகமாக உற்பத்தி செய்யப்பட்ட ஆற்றல் கூறாகிய NADH + H^+ –யை பயன்படுத்திக்கொள்கிறது.

3. கிளைக்கோலேட் செல்களை ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவிலிருந்து பாதுகாக்கிறது.

13.14.2 கார்பன் டைஆக்ஸைடு ஈடுசெய்யும் புள்ளி:

ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது எப்பொழுது சுவாச வீதத்தை சமநிலை செய்கிறதோ அதன்பின்னர் ஆக்ஸிஜன் மற்றும் கார்பன் டைஆக்ஸைடு பரிமாற்றம் நடைபெறுவதில்லை. இச்சமநிலையின்போது சுவாசச் செயலின்போது உருவாகும் ஒளிச்சேர்க்கையின் தேவையை ஈடு செய்வதாக உள்ளது. குறிப்பிட்ட ஒளிச்செறிவின்போதும் இது நிகழ்கிறது. இச்செறிவில் வாயு பரிமாற்றம் பூஜ்ஜிய நிலையை அடைகிறது. ஒளியானது கட்டுபடுத்தும் காரணியாக இல்லாத போதும் மற்றும் வளிமண்டல CO_2 செறிவு 50 முதல் 100 ppm உள்ளபோது நிகர பரிமாற்றம் பூஜ்ஜியத்தை அடைகிறது.

13.15 ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் காரணிகள்

1860 ஆம் ஆண்டு **சாக்ஸ்**, ஒளிச்சேர்க்கையை கட்டுப்படுத்தக் கூடிய காரணிகளை மூன்று இலக்கு மிகுநுட்ப கோட்பாட்டின் மூலம் விவரித்தார். அவை முறையே குறைந்தபட்ச நிலை, உகந்த நிலை, அதிகபட்ச நிலை.

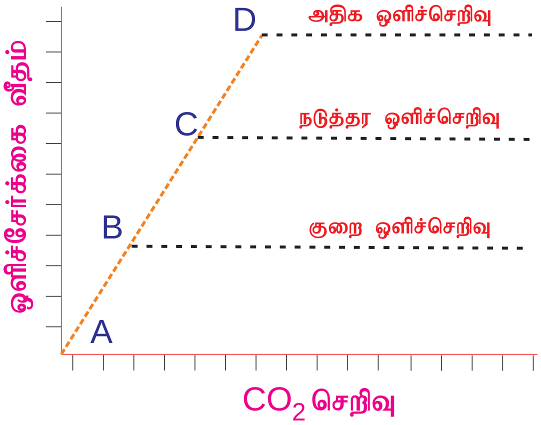
1905 ஆம் ஆண்டு **பிளாக்மென்** ஒளிச்சேர்க்கையை கட்டுப்படுத்த கூடிய சிறிய காரணிகள்களின் முக்கியத்துவத்தை கூறினார். இதுவே **பிளாக்மேனின் வரம்பிடு காரணி** விதியானது. இது **லீபிக்** அவர்களின் குறைந்த பட்ச விதியினை அடிப்படையாக கொண்டது. பிளாக்மேன் கருத்தின்படி, "ஒரு செயலின் வேகத்தை கட்டுப்படுத்தக்கூடிய பல்வேறு தனித்த காரணிகள் இருப்பினும் அதன் செயல் வீதத்தை கட்டுப்படுத்தக்கூடியதாக இருப்பது குறைந்தபட்ச காரணியேயாகும்.

இதனை எளிதாக கூறவேண்டுமெனில் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான அவசியமான காரணிகளில் குறைவாக காணப்படும் காரணியே எந்த ஒரு நேரத்திலும் ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை கட்டுப்படுத்துவதாக உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக தேவையான அளவு ஒளிச்செறிவு உள்ளபோதும் வளிமண்டல CO2 அளவு குறைவாக இருந்தால் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் குறையும். இங்கு கார்பன் டைஆக்ஸைடு வரம்பிடு காரணியாக செயல்படுகிறது. CO2 அளவு உயரும்போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதமும் அதிகரிக்கிறது. மேலும் ஒளிச்செறிவின் அளவும் சராசரியாக உயர்த்தபடும்போது மட்டும் தான் ஒளிச்சேர்க்கை அதிகரிக்கிறது (படம் 13.21).

ஒளிச்சேர்க்கையை கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளை வெளிப்புற காரணிகள் அல்லது சுற்றுச்சூழல் காரணிகள் மற்றும் அகக்காரணிகள் என வகைப்படுத்தி அறியலாம்.

I வெளிப்புற காரணிகள்: ஒளி, கார்பன் டைஆக்ஸைடு, வெப்பநிலை, நீர், கனிமங்கள் மற்றும் மாசுக்கள்.

II அகக் காரணிகள்: நிறமிகள், புரோட்டாபிளாசம், கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளின் குவிப்பு, இலையின் உள்ளமைப்பு மற்றும் ஹார்மோன்கள்.



படம் 13.21 பிளாக்மேன் வரம்பிடு காரணிகள் விதி

13.15.1 வெளிப்புற காரணிகள்:

1. ஒளி

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான ஆற்றல் ஒளியிலிருந்தே பெறப்படுகிறது. நீரின் ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற வினை மற்றும் நிறமி மூலக்கூறுகள் தூண்டப்படுதல் ஆகியவை ஒளியால் நேரடியாக கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. ஒளியானது கார்பன் டைஆக்ஸைடு பரவலை இலைத்துளை இயக்கத்தின் மூலம் மறைமுகமாக கட்டுப்படுத்துகிறது.

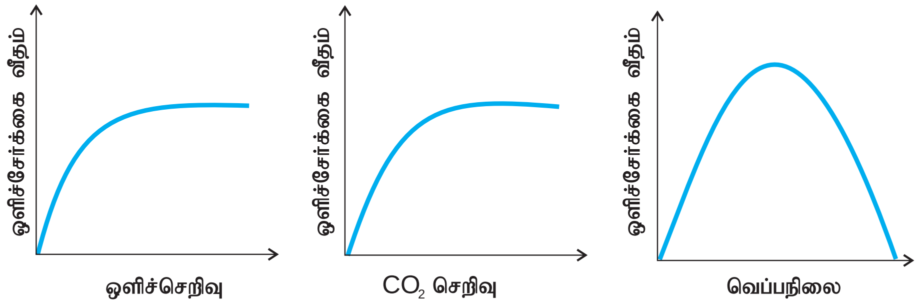
அ) ஒளிச்செறிவு

ஒளிச்செறிவானது ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்துடன் நேரடி தொடர்புடையது. செறிவு குறையும் போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் குறைவாகவும், செறிவு அதிகரிக்கும்போது அதிகரிக்கவும் செய்கிறது. ஆனால் இது பல்வேறு சூழல்களில் வாழும் தாவரங்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. **நிழல்** (ஆக்ஸாலிஸ்) தாவரங்களைவிட **ஒளி** (அவரை) தாவரங்களுக்கு அதிக ஒளிச்செறிவு தேவைப்படுகிறது.

ஆ) ஒளியின் அளவு:

அதிக ஒளிக்காலம் தேவைப்படும் தாவரங்களில் (நெடும் பகல் தாவரங்கள்) ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது அதிகமாக காணப்படுகிறது.

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 276 5/18/2020 9:24:12 AM



படம் 13.22 ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் காரணிகள்

இ) ஒளியின் தரம்:

ஒளியின் பல்வேறு வகை அலைநீளங்கள் ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை பாதிக்கிறது. ஏனெனில் நிறமி அமைப்பானது அனைத்து ஒளி அலைகளையும் ஒரேபோல் ஈர்ப்பதில்லை. நீலம் மற்றும் சிவப்பு ஒளியில் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகமாக காணப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கைக்கான **செயல்திறன் கதிர்வீச்சான (PAR) 400 முதல் 700 nm** இடைப்பட்ட ஒளி அலைநீளத்தில் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிக மாக இருப்பது குறிபிடத்தக்கது அதிகபட்ச ஒளிச்சேர்க்கை சிவப்பு ஒளியிலும் குறைந்தபட்ச ஒளிச்சேர்க்கையானது பச்சை ஒளியிலும் நிகழ்கின்றன.

2. கார்பன் டைஆக்ஸைடு

வளிமண்டலத்தில் CO_2 வின் அளவானது 0.3% மட்டுமே இருப்பினும் இது முக்கிய பங்காற்றுகிறது. CO_2 வின் செறிவு அதிகரிக்கும்போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகரிக்கிறது (வளிமண்டல CO_2 செறிவு 330 ppm). CO_2 செறிவானது 500 ppm விட அதிகரிக்கும்போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் பாதிக்கப்பட்டு தடுப்பு விளைவுகள் தோன்றுகின்றன. (படம் 13.22).

3. ஆக்ஸிஜன்

ஆக்ஸிஜன் செறிவு அதிகரிக்கும்போது ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது குறைகிறது. இத்தகைய தடுப்பு விளைவினை வார்பர்க் (1920) முதன் முதலில் குளோரேல்லா எனும் ஆல்காவினை பயன்படுத்தி கண்டறிந்தார்.

4. வெப்பநிலை

ஒளிச்சேர்க்கைக்கான உகந்த வெப்பநிலையானது ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் வேறுபடுகிறது. வெப்பநிலையானது எல்லா இடங்களிலும் எப்போதும் ஒரே அளவில் இருப்பதில்லை. பொதுவாக ஒளிச்சேர்க்கைக்கான உகந்த வெப்பநிலையாக 25° முதல் 35° C உள்ளது. இது அனைத்து தாவரங்களுக்கும் பொருந்துவதில்லை. சப்பாத்திகள்ளி போன்ற தாவரங்களில் 55° C, லைக்கன்களில் 20° C, வெந்நீர் ஊற்றுகளில் வளரும் ஆல்காக்களில் 75° C வெப்பநிலை ஒளிச்சேர்க்கைக்கு உகந்த வெப்பநிலையாக உள்ளது. மிக அதிக வெப்பநிலை அல்லது குறைந்த வெப்பநிலை இலைத்துளையை மூடச்செய்வதோடல்லாமல் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான நொதிகளின் செயல்பாட்டையும் தடுக்கிறது (படம் 13.22).

5. நீர்

ஒளிசார் நீர்பகுப்பு NADP+ ஒடுக்குவதற்கு தேவையான எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் புரோட்டான்களை தருகிறது. மறைமுகமாக இலைத்துளை இயக்கம் மற்றும் புரோட்டாபிளாசத்தின் ஹைட்ரஜன் செறிவையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. நீர் நெருக்கடியின் போது $NADPH + H^+$ வழங்கப்படுவதை பாதிக்கிறது.

6. கனிமங்கள்

குறிப்பிட்ட சில கனிமங்களில் பற்றாக்குறைகள் ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: குளோரோஃபில் உற்பத்திக்கு காரணமான கனிமங்களை (Mg, Fe மற்றும் N), பாஸ்பரிகரண வினைகள் (P), ஒளிசார் நீர்பகுப்பு (Mn மற்றும் Cl) பிளாஸ்டோசயனின் உற்பத்தி (Cu) மற்றும் பல.

7. காற்று மாசுபடுத்திகள்

மாசுபடுத்திகளான $SO2$, $NO2$, $O3$ (Ozone) மற்றும் பனிப்புகை ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை பாதிக்கிறது.

13.15.2 அகக்காரணிகள்:

1. ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள்

ஒளிச்சேர்க்கைக்கான மிகமுக்கிய காரணிகளாக நிறமிகள் உள்ளன. இவை மிக குறைவான அளவில் இருப்பினும் ஒளிச்சேர்க்கை நடத்த போதுமானதாக உள்ளது.

2. புரோட்டாபிளாச காரணிகள்

ஒளிச்சேர்க்கைக்கு ஹைட்ரஜன் செறிவூட்டப்பட்ட புரோட்டோபிளாசம் அவசியம். புரோட்டாபிளாசத்தில் காணப்படும் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான நொதிகளும் இதில் அடங்கும் முக்கிய காரணியாகும்.

3. கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் குவிப்பு

ஒளிச்சேர்க்கை விளைபொருளான கார்போஹைட்ரேட்டுகள் செல்களில் குவிக்கப்படுகிறது. அத்துடன் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் கடத்தப்படுதல் வீதம் குறையுமானால் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் பாதிக்கப்படுகிறது.

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 277 5/18/2020 9:24:12 AM

4. இலையின் உள்ளமைப்பு

புறத்தோல் மற்றும் கியூட்டிகிளின் தடிமன், இலைத்துளையின் பரவல், கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை செல்களின் சமவிகிதம் போன்றவை ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கின்றன.

5. ஹார்மோன்கள்

ஜிப்ரெலின் மற்றும் சைட்டோகைனின் ஹார்மோன்கள் ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை அதிகரிக்க செய்கின்றன.

13.16 பாக்டீரியங்களின் ஒளிச்சேர்க்கை

பொதுவாக நாம் பாக்டீரியங்களில் நடைபெறும் ஒளிச்சேர்க்கையை கடைசி பகுதியாக படித்தாலும் இதுவே முதலில் உருவான மற்றும் பரிணாமத்தில் முதன்மையான ஒளிச்சேர்க்கையாகும். பாக்டீரியங்களில் பசுங்கணிகம் போன்ற சிறப்பான அமைப்புகள் இல்லை. இதில் எளிய வகை ஒளிச்சேர்க்கை அமைப்புகளாக **குளோரோசோம்கள்** மற்றும் **குரோமேட்டோஃபோர்கள்** உள்ளன (அட்டவணை 13.6).

பாக்டீரியங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜனுக்கு பதிலாக சல்ஃபர் வெளியேற்றப்படுவதை **வான் நீல்** (1930) என்பவர் கண்டறிந்தார். இதில் எலக்ட்ரான் கொடையாளியாக ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு (H_2S) செயல்படுகிறது. பாக்டீரிய ஒளிச்சேர்க்கையானது நிறமி அமைப்பு I (*PS I*)-னை மட்டும் பெற்றுள்ளது. மேலும் இதில் வினை மையமாக *P870* செயல்படுகிறது. பாக்டீரியங்களில் காணப்படும் ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகளாக பாக்டீரிய குளோரோஃபில் a, b, c, d, e, g மற்றும் கரோட்டினாய்டுகள் உள்ளது. ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டீரியங்கள் மூன்று பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

1. பசுங்கந்தக பாக்டீரியங்கள்

எடுத்துக்காட்டு: குளோரோபியம் மற்றும் குளோரோ பாக்டீரியம்.

2. ஊதா கந்தக பாக்டீரியங்கள்

எடுத்துக்காட்டு: தயோ ஸ்பைரில்லம் மற்றும் குரோமேஷியம்.

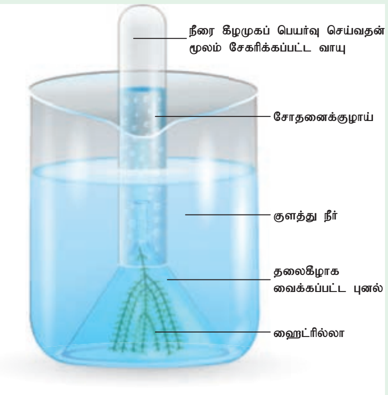
அட்டவணை 13.6 தாவர ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் பாக்டீரிய ஒளிச்சேர்க்கை வேறுபாடுகள்

தாவர ஒளிச்சேர்க்கை	பாக்டீரிய ஒளிச்சேர்க்கை
1. சுழல் மற்றும் சுழலா ஒளிபாஸ்பரிகரணம் நடைபெறுகிறது.	1. சுழல் ஒளிபாஸ்பரிகரணம் மட்டும் நடைபெறுகிறது.
2. நிறமி அமைப்பு I மற்றும் II பங்குபெறுகிறது.	2. நிறமி அமைப்பு I மட்டும் பங்குபெறுகிறது.
3. எலக்ட்ரான் கொடையாளி நீர்.	3. எலக்ட்ரான் கொடையாளி H2S
4. ஆக்ஸிஜன் உருவாகிறது.	4. ஆக்ஸிஜன் உருவாவதில்லை.
5. வினைமையம் P700 மற்றும் P680	5. வினைமையம்P870
6. ஒடுக்கும் காரணி $NADPH + H^+$	6. ஒடுக்கும் காரணி $NADH + H^+$
7. PAR 400 முதல் 700 nm	7. PAR 700 nm க்கு அதிகம்.
8. குளோரோஃபில், கரோட்டினாய்டு மற்றும் சாந்தோஃபில் நிறமிகள்.	8. பாக்டீரிய குளோரோஃபில் மற்றும் பாக்டீரிய விரிடின்.
9. ஒளிச்சேர்க்கை அமைப்பு – பசுங்கணிகம்	9. குளோரோசோம் மற்றும் குரோமட்டோபோர்.

ஆய்வுக்குழல் புனல் ஆய்வு (Test tube funnel experiment) அல்லது ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜன் வெளியிடப்படுகிறது என்பதனை நிரூபிக்கும் சோதனை.

1. ஹைட்ரில்லா தாவரத்தை நீருக்கு அடியில் வெட்டி முகவையின் அடியில் வைக்கவும்.
2. அதன் மீது ஒரு புனலை தலைகீழாக பொருத்தவும்.
3. புனலின் மீது நீர் கொண்ட சோதனை குழாயினை தலைகீழாக பொருத்தவும்.
4. இந்த அமைப்பினை சூரிய ஒளி படும்படி வைக்கவும்.

உற்றுநோக்களை குறிப்பெடுத்துக் கொள்க (படம் 13.23)



படம் 13.23 ஆய்வு குழல் புனல் ஆய்வு

3. ஊதா கந்தகம் அல்லாத பாக்டீரியங்கள்

எடுத்துக்காட்டு: ரோடோ சூடோமோனாஸ் மற்றும் ரோடோ ஸ்பைரில்லம்.

பாடச்சுருக்கம்

ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஒரு ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒடுக்க வினை. இதில் இரு நிலைகள் உள்ளன. ஒளிவினை மற்றும் இருள் வினை. ஒளிவினையின் போது நீரானது ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து ஆக்ஸிஜனாக வெளியேற்றப்படுகிறது. இருள் வினையின் போது $CO2$ ஒடுக்கமடைந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகளாக மாறுகிறது. ஒளி ஆற்றலை நிறமி அமைப்பு I மற்றும் நிறமி அமைப்பு II ஈர்த்து பிணைக்கிறது. P700 மற்றும் P680 முறையே PS I மற்றும் PS II விற்கு வினை மையமாக செயல்படுகிறது. நீர்மூலக்கூறு பிளக்கப்படும்போது (ஒளிசார் நீர்பகுப்பு) எலக்ட்ரான்கள், புரோட்டான்கள் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் உருவாகிறது. சுழல் மற்றும் சுழலா ஒளிபாஸ்பரிகரண நிகழ்வின் மூலம் ஆற்றல் மூலக்கூறுகள் மற்றும் ஒடுக்கும் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்கிறது. இருள் வினை அல்லது உயிர்ம உற்பத்தி நிலையானது ஒளிவினையின் போது உருவான விளை பொருட்களை (ATP மற்றும் $NADPH + H^+$) பயன்படுத்தி கார்பன் டை ஆக்ஸைடை கார்போஹைட்ரேட்டுகளாக ஒடுக்கமடைய செய்கிறது. C_3 சுழற்சியின் கார்பன் வழித்தடத்தில் RUBP ஏற்கும் பொருளாக செயல்பட்டு PGA (3C) முதல் விளை பொருளாக பெறப்படுகிறது. C_4 தாவரங்களின் கார்பன் வழிதடத்தில் இலையிடை திசு மற்றும் கற்றை உறை பங்குபெறுகிறது. கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு, இருவடிவ பசுங்கணிகம், ஒளிச்சுவாசம் நிகழாமை, ஏற்பி மூலக்கூறு PEP மற்றும் முதல் விளைபொருள் OAA (4C) ஆகியவை C_4 சுழற்சியின் தனித்த பண்புகளாக உள்ளது. C_2 சுழற்சி அல்லது ஒளிச்சுவாசமானது குறைவான CO_2 ஒடுக்கத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் போதும் மற்றும் O_2 அதிகரிக்கும் போதும் நடைபெறுகிறது. இதனால் RUBISCO ஆக்ஸிஜனேசாக செயல்படுகிறது. சதைப்பற்றுள்ள மற்றும் வறண்ட நிலத்தாவரங்கள் தலைகீழ் இலைத்துளை சீரியக்கத்தை காட்டுகிறது. இதன்மூலம் இரவில் இலைத்துளை திறந்தும் பகலில் மூடியும் காணப்படும். மேலும் CAM சுழற்சியை மேற்கொள்கிறது. இரவில் மாலிக் அமிலம் உற்பத்தியாகிறது. பகலில் மாலேட்டானது பைருவேட்டாக மாற்றமடைகிறது. இதனால் உருவாகும் CO_2 ஒடுக்கமடைந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகளாக மாறுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையானது வெளிப் புறக்காரணிகள் மற்றும் அகக்காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. பாக்டீரிய ஒளிச்சேர்க்கை பரிணாமத்தில் முன்னோடி வகை ஒளிச்சேர்க்கையாகும். இதில் நிறமி அமைப்பு I (PS I) மட்டுமே காணப்படுகிறது.

மதிப்பீடு

1. கூற்று (A): தைலக்காய்டுகளின் உள் இடைவெளியில் அதிகரிக்கும் புரோட்டான் செறிவானது ATP உற்பத்திக்கு காரணமாக உள்ளது.

   காரணங்கள் (R): PSI-இல் காணப்படும் ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றம் கூட்டமைப்பு தைலகாய்டு உறையின் மீது ஸ்ட்ரோமாவை நோக்கி காணப்படுவதுடன் H^+ அயனிகளை வெளியேற்றுகிறது.

   அ) கூற்று மற்றும் காரணங்கள் சரி

   ஆ) கூற்று சரி, காரணங்கள் தவறு

   இ) கூற்று தவறு, காரணங்கள் சரி

   ஈ) கூற்று, காரணங்கள் இரண்டும் தவறு

2. எவ்வகை பச்சையத்தில் பைட்டால் வால்பகுதி காணப்படுவதில்லை.

   (அ) பச்சையம் a (ஆ) பச்சையம் b

   (இ) பச்சையம் c (ஈ) பச்சையம் d

3. ஒளி வினையில் எலக்ட்ரான் ஓட்டத்தின் சரியான வரிசைமுறை.

   அ) PS II, பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம், PS I, பெர்ரிடாக்ஸின்

   ஆ) PS I, பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம், PS II, பெர்ரிடாக்ஸின்

   இ) PS II, பெர்ரிடாக்ஸின், பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம், PS I

   ஈ) PS II பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம், பெர்ரிடாக்ஸின், PS I

4. C3 சுழற்சியில் நுழையும் ஒவ்வொரு CO2 மூலக்கூறுகளுக்கும் தேவைப்படும் ATP மற்றும் NADPH எண்ணிக்கை

   (அ) 2 ATP + 2 NADPH

   (ஆ) 2 ATP + 3 NADPH

   (இ) 3 ATP + 2 NADPH

   (ஈ) 3 ATP + 3 NADPH

5. ஒளிச்சேர்க்கை ஒளிவினையின் சரியான கூற்றினை கண்டறிக.

அ) ஒளிசார் நீர் பகுப்பு PS I உடன் தொடர்புடையது.

ஆ) PS I மற்றும் PS II ஆகியவை NADPH + H^+ உருவாதலில் பங்கு பெறுகிறது.

இ) PS I-ன் வினை மையமான பச்சையம் 'a'-யின் ஒளி ஈர்ப்பு உச்சம் 680 nm ஆகும்.

ஈ) PS II-ன் வினை மையமான பச்சையம் 'a'-யின் ஒளி ஈர்ப்பு உச்சம் 700 nm ஆகும்.

6. ஒரே அளவிலான மற்றும் சம இலை பரப்பு கொண்ட அவரை தாவரத்தை இரு பிரிவுகளாக (அ மற்றும் ஆ) பிரித்து ஒரே நிலையில் வளர்க்கப்படுகிறது. அ பிரிவு தாவரங்களுக்கு 400 முதல் 450 nm அலை நீளமுள்ள ஒளியும், ஆ பிரிவு தாவரங்களுக்கு 500 முதல் 550 nm அலை நீள ஒளியும் வழங்கப்படுகிறது. இரு பிரிவு தாவரங்களின் ஒளிச்சேக்கை வீதத்தை ஒப்பிடுக.

7. ஒரு மரமானது இரவில் ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றுகிறது. இந்த கூற்றினை நீ உண்மை என நம்புகிறாயா? உன் விடையை தகுந்த காரணங்களுடன் நியாயப்படுத்துக.

8. ஒளிச் சுவாசத்தினால் ஏற்படும் இழப்பினை ஈடுகட்ட புற்கள் தவமைப்பு நுட்பத்தினை பெற்றுள்ளன இதன் பெயர் மற்றும் விளக்கத்தினை கூறுக.

9. ஒரு தாவரவியல் வகுப்பில் ஆசிரியர் C4 தாவரங்கள் ஒரு குளுக்கோஸ் உற்பத்திக்கு 30 ATP-களை பயன்படுத்துவதாகவும், C3 தாவரங்கள் 18 ATP-க்களை மட்டுமே பயன்படுத்துவதாகவும் விளக்குகிறார். பின்னர் அதே ஆசிரியர் C4 தாவரங்கள் தான் C3 தாவரங்களை விட சிறந்த தகவமைப்பு பெற்றுள்ளதாக கூறுகிறார். இந்த முரண்பாட்டிற்கான காரணங்களை உன்னால் கூற முடியுமா?

10. அதிகமான ஒளியும், அதிக ஆக்ஸிஜன் செறிவும் காணப்படும் போது எவ்வகை வழித்தடம் தாவரங்களில் நடைபெறும்? காரணங்களை ஆராய்க.

இணையச்செயல்பாடு

ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthesis)

உரலி:

https://biomanbio.com/HTML5GamesandLabs/PhotoRespgames/photointeractivehtml5page.html

B129_11_BOT_TM

11th_BIO-BOTANY_CH 13-TM.indd 280 5/18/2020 9:24:12 AM