

படலம் 13 உயர்தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கை

13.1 நாம் அறிந்தவை

13.2 தொடக்கப்பரிசோதனைகள்

13.3 ஒளிச்சேர்க்கை எங்கு நடைபெறுகிறது?

13.4 ஒளிச்சேர்க்கையில் எத்தனை நிறமிகள் ஈடுபடுகின்றன?

13.5 ஒளிவேதிவினை என்பது என்ன?

13.6 எதிர்மின்னிகடத்தல்

13.7 அமுபாவும் நிடிருபாதவும் எங்கு பயன்படுகின்றன?

13.8 C_4 வழிப்பாதை

13.9 ஒளிமூச்சு

13.10 ஒளிச்சேர்க்கையில் விளைவூட்டும் காரணிகள்

மனிதர்கள் உட்பட எல்லா விலங்குகளும் உணவுக்காக தாவரங்களை சார்ந்திருக்கின்றன. தாவரங்களுக்கு உணவு எங்கிருந்து கிடைக்கிறது என்று சிந்தித்திருக்கிறீர்களா? உண்மையில், பசுந்தாவரங்கள் தங்களுக்கு தேவையான உணவை உண்டாக்குகின்றன; அதாவது தொகுத்தாக்குகின்றன. மற்ற எல்லா உயிரினங்களும் தங்கள் தேவைக்காக தாவரங்களை சார்ந்திருக்கின்றன. பசுந்தாவரங்கள் உணவை ஒளிச்சேர்க்கையால் தொகுத்தாக்குகின்றன. இவற்றை நாம் தானூட்டிகள் என்கிறோம். மற்றெல்லா உயிரிகளும் வேற்றுண்ணிகள். ஒளிச்சேர்க்கை எனும் இயல்வேதிநிகழ்முறையில் பசுந்தாவரங்கள் ஒளியாற்றலை பயன்படுத்தி ஆர்கனியச்சேர்மங்களின் தொகுத்தாக்கத்தை நிகழ்த்துகின்றன. புவியிலுள்ள எல்லா வாழ்விடங்களும் இறுதியில் ஆற்றலுக்காக கதிரவனின் ஒளியையே (கதிரொளி) சார்ந்திருக்கின்றன. ஒளிச்சேர்க்கையை மேற்கொள்ளும் தாவரங்கள் கதிரொளியிலிருந்து ஆற்றலை பயன்படுத்துவதே புவியில் உயிரின் அடிப்படை. ஒளிச்சேர்க்கையின் முக்கியத்துவத்துக்கு இரண்டு காரணங்கள் உள்ளன. ஒன்று, புவியில் எல்லா உணவுக்கும் முதன்மையான மூலம். மற்றது, பசுந்தாவரங்கள் வளிக்கோளத்தில் ஆக்குசிசனை வெளியிடுவது. மூச்சுவிட ஆக்குசிசன் இல்லாவிட்டால் என்னாகும் என்று எண்ணிப்பாருங்கள். இந்த படலத்தில் ஒளிச்சேர்க்கையெய்ந்திரத்தின் கட்டமைப்பையும் ஒளியாற்றலை வேதியாற்றலாக மாற்றும் பலவகையான வேதிவினைகளையும் காண்போம்.

13.1 நாம் அறிந்தவை

இதுவரை ஒளிச்சேர்க்கையைப்பற்றி நாம் என்ன அறிவோம்? முந்திய வகுப்புகளில் செய்த எளிய பரிசோதனைகளிலிருந்து ஒளிச்சேர்க்கைக்கு பச்சையம் (இலையின் பச்சையான நிறமி), ஒளி, CO_2 ஆகியவை தேவை என்பதை நீங்கள் அறிந்திருக்கலாம்.

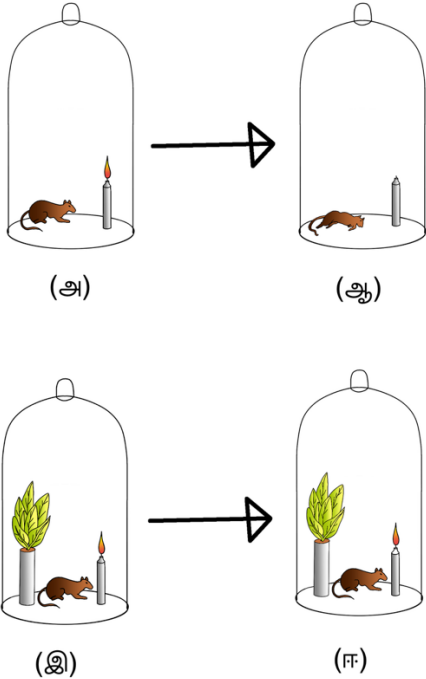
கருப்புத்தாளால் மூடியதும் கதிரொளிவிழுவதுமான இரண்டு இலைகளில் தரசம் உண்டாவதைப்பற்றிய பரிசோதனையை நீங்கள் செய்திருக்கலாம். இந்த இரண்டு இலைகளிலும் தரசம் இருக்கிறதா என்று சோதித்துப்பார்க்கும்போது ஒளி பட்ட இடங்களிலே தரசம் உண்டாவதை அறிந்தீர்கள்.

மற்றொரு பரிசோதனையையும் நீங்கள் செய்திருக்கலாம். இங்கு இலையின் ஒரு பகுதி KOH இல் ஊறிய பஞ்சுள்ள சோதனைக்குழாயிலும் மறு பகுதி வளியிலும் இருக்கிறது. KOH CO_2 ஐ உட்கவர்கிறது. இந்த அமைப்பை கதிரொளியில் சற்றுநேரம் வைக்கிறோம். பிறகு இலையின் இரண்டு பகுதிகளிலும் தரசம் இருக்கிறதா என்ற சோதிக்கும்போது வளியிலிருந்த பகுதியில் தரசம் இருப்பதையும் சோதனைக்குழாயிலிருந்த பகுதியில் தரசம் இல்லாததையும் காணலாம். இது ஒளிச்சேர்க்கைக்கு CO_2 இன் தேவையை காட்டுகிறது. இந்த முடிபை நாம் எவ்வாறு அடைகிறோம் என்று விளக்குக.

13.2 தொடக்கப்பரிசோதனைகள்

ஒளிச்சேர்க்கையை படிப்படியாக நாம் புரிந்துகொள்ள உதவிய சில எளிய பரிசோதனைகளைப்பற்றி அறிவது ஆர்வமானது.

இயோசாப்பு பிரீசுதிலி (1733-1804) பசுந்தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் வளியின் தேவையான பங்கை காட்டிய பல பரிசோதனைகளை 1770இல் மேற்கொண்டார். பிரீசுதிலி 1774இல் ஆக்குசிசனை கண்டுபிடித்தவர் என்பது உங்களுக்கு நினைவிருக்கலாம். மணிச்சாடி போன்ற ஒரு மூடிய இடவெளியில் எரியும் மெழுகுவத்தி விரைவில் அணைந்துவிடுவதை பிரீசுதிலி கண்டறிந்தார் (படம் 13.1). இதைப்போலவே, மூடிய இடவெளியிலுள்ள ஒரு எலி விரைவில் இறந்துவிடுகிறது. எரியும் மெழுகுவத்தியும் மூச்சுவிடும் விலங்கும் ஏதோவொரு விதத்தில் வளியை பாதிக்கின்றன என்ற முடிவை அவர் வந்தடைந்தார். ஆனால், அதே மணிச்சாடியில் ஒரு துளசிவகைச்செடியை வைத்தபோது மெழுகுவத்தி எரிவதும் எலி வாழ்வதும் தொடர்ந்தது. பிரீசுதிலி மூச்சுவிடும் விலங்கும் எரியும் மெழுகுவத்தியும் எடுப்பதை தாவரங்கள் மீள்வைக்கின்றன என்று கருதுகோளிட்டார்..



படம் 13.1 பிரீசுதிலியின் பரிசோதனைகள்

மெழுகுவத்தியையும் தாவரத்தையும் பயன்படுத்தும் பரிசோதனைகளை பிரீசுதிலி எவ்வாறு நடத்தியிருப்பார் என்று உங்களால் கற்பனை செய்ய இயலுகிறதா? மெழுகுவத்தி பல

நாட்களுக்கு எரிகிறதா என்று பார்க்க அவர் அதை தூண்டவேண்டியிருக்கும். பரிசோதனையமைப்பை மாற்றாமல் மெழுகுவத்தியை எரியவைக்க எத்தனை வழிகளை நீங்கள் எண்ணிப்பார்க்கலாம்?

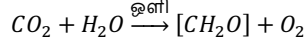
பிரீசுதிலி பயன்படுத்தியதைப்போன்ற இரண்டு சோதனையமைப்புகளுள் ஒன்றை கதிரொளியிலும் மற்றொன்றை இருட்டிலும் வைத்து இயோவன் இங்கனூசு (1730-1799) எரியும் மெழுகுவத்தியும் மூச்சுவிடும் விலங்கும் கெடுக்கும் வளியை தாவரங்கள் எவ்விதத்திலோ சீராக்குவதற்கு ஒளிர்வான கதிரொளி தேவை என்று காட்டினார். இங்கனூசு நீர்வாழும் தாவரங்களுடன் செய்த ஒரு சிறந்த பரிசோதனையால் ஒளியில் பச்சைப்பகுதிகளைச் சுற்றிலும் சிறு குமிழ்கள் உண்டாவதையும் இருளில் அவை உண்டாகாததையும் காட்டினார். பிறகு இந்த குமிழ்களை ஆக்குசிசனாக அடையாளங்கண்டனர். எனவே தாவரங்களின் பச்சைப்பகுதிகளே ஆக்குசிசனை வெளியிடுகின்றன என்று காட்டினார்.

பிறகு 1854இல் இயூலியசு வான்சேக்கசு தாவரங்கள் வளரும்போது குளுக்கோசு உண்டாவதற்கான அத்தாட்சிகளை காட்டினார். குளுக்கோசு தரசமாக சேமிக்கப்படுவது வழக்கம். பின்பு அவரது ஆய்ந்தறிதல்கள் தாவரங்களின் காணப்படும் பச்சைப்பொருள்கள் தாவரவணுக்களில் தனித்துவ உறுப்புகளில் இருப்பதை காட்டின. இந்த பச்சைப்பொருளை நாம் இப்போது பச்சையம் என்றும் தனித்துவ உறுப்புகளை பசுங்கணிகங்கள் என்றும் அழைக்கிறோம். பச்சைப்பகுதிகளிலே குளுக்கோசு உண்டாகிறது என்றும் குளுக்கோசு தரசமாக சேமிக்கிறது என்றும் அவர் கண்டார்.

இப்போது தி. வி. எங்கல்மன் (1843-1909) செய்த ஆர்வமான பரிசோதனைகளை கருதுவோம். ஒரு படிக்கத்தை பயன்படுத்தி ஒளியை அதன் நிறநிரலகைகளாக பிரித்து வளியப்பாட்டிரியங்களின் தொங்கத்தில் வைத்த கிளையேந்திகள் எனப்படும் பசுமால்கா வில் வீசினார். பாட்டிரியங்கள் O_2 வெளியாகும் இடங்களை துய்யறிய பயன்பட்டன. பாட்டிரியங்கள் பெரும்பாலும் நீலம், சிவப்பு ஆகிய நிறங்களுள்ள ஒளி பட்ட இடத்திலே திரண்டிருந்ததை கண்டார். இவ்வாறு ஒளிச்சேர்க்கைச்செயலின் நிறநிரலை முதன்முதலில் அவர் விவரித்தார். இது 13.1ஆம் பகுதியில் விவரிக்கப்போகும் முதல், இரண்டாம் பச்சையங்களின் நிறநிரலை கிட்டத்தட்ட ஒத்திருக்கிறது.

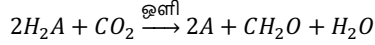
பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் தாவர ஒளிச்சேர்க்கையின் முக்கியமான பண்புக்கூறுகளை அறிந்திருந்தனர். அதாவது, தாவரங்கள் CO_2 இலிருந்தும் நீரிலிருந்தும் கரிமநீரேட்டுகளை தயாரிக்க கதிரொளியை பயன்படுத்தலாம் என்றறிந்தனர். ஆக்குசிசனை

வெளியிடும் உயிரிகளில் ஒளிச்சேர்க்கையின் மொத்த நிகழ்முறையை குறிக்கும் சோதனை வழிச்சமன்பாடு



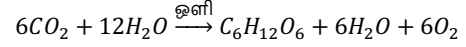
இங்கு, CH_2O கரிமநீரேட்டை குறிக்கிறது. கரிமநீரேட்டுக்கு ஆறு கரிமவணுக்களாலான குளுக்கோசு என்ற சக்கரை ஒரு சான்று.

ஒளிச்சேர்க்கையை நாம் புரிந்துகொள்வதில் ஒரு படிக்கல்லான பங்களிப்பை கார்னேலியசு வேனியல் (1897-1985) என்ற நுண்ணுயிரியலர் வழங்கினார். செவ்வூதாப்பாட்டிரியங்களிலும் பச்சைப்பாட்டிரியங்களிலும் இவர் செய்த ஆய்ந்தறிதல்களின் அடிப்படையில் ஒளிச்சேர்க்கை ஒரு ஒளிசார்ந்த வேதிவினை என்று காட்டினார். இந்த வினையில் ஒரு பொருத்தமான ஆக்குசேற்றத்தகு சேர்மத்திலிருந்து வரும் ஐதரசன் கரிமவீராக்குசைட்டை கரிமநீரேட்டுகளுக்கு ஆக்குசிறக்குகிறது. இதை



என்று குறிக்கலாம்.

பச்சைத்தாவரங்களில் H_2O ஐதரசவழங்கி; அது O_2 க்கு ஆக்குசேற்றமடைகிறது. சில உயிரிகள் ஒளிச்சேர்க்கையின்போது O_2 ஐ வெளியிடுவதில்லை. செவ்வூதாவும் பச்சையுமான கந்தகப்பாட்டிரியங்களுக்கு H_2S ஐதரசவழங்கியாகும்போது ஆக்குசேற்ற விளைபொருள் உயிரியைச்சார்ந்து கந்தகமோ கந்தகேட்டோ; O_2 அன்று. எனவே, பசுந்தாவரத்திலிருந்து வெளியேறும் O_2 CO_2 இலிருந்து வராமல் H_2O இலிருந்து வருகிறது என்ற முடிவுக்கு வந்தார். இதை பிறகு கதிரியக்கச்சமவிடத்தானின் செய்துட்பத்தால் நிறுவினார். எனவே, ஒளிச்சேர்க்கையின் சரியான சமன்பாடு

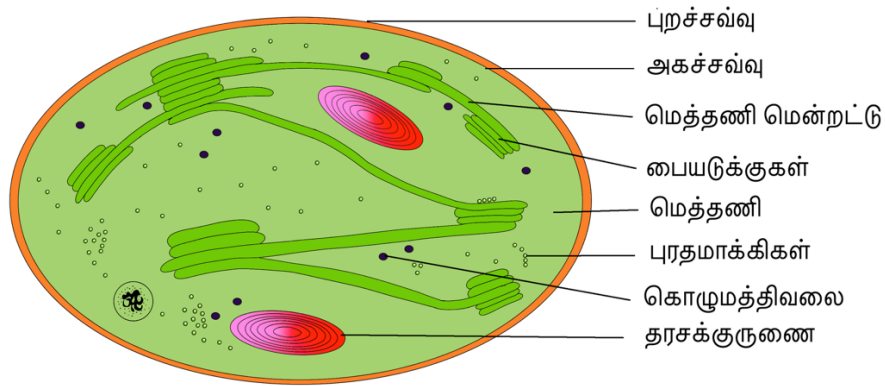


இங்கு $C_6H_{12}O_6$ குளுக்கோசை குறிக்கிறது. வெளியாகும் O_2 நீரிலிருந்து வருகிறது. இது கதிரியக்கச்சமவிடத்தான்செய்துட்பத்தால் நிறுவப்பட்டது. இது ஒரு ஒற்றை வேதிவினையன்று என்பதை நோக்குக. இது ஒளிச்சேர்க்கை எனப்படும் பலபடிநிகழ்முறையின் நிகர விளைவு. *மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் 12 நீர்மூலக் கூறுகள் வினையாகியாக பயன்படுவதை விளக்கவியலுமா?*

13.3 ஒளிச்சேர்க்கை எங்கு நடைபெறுகிறது?

நீங்கள் 8ஆம் படலத்தில் படித்ததன் அடிப்படையில் பச்சையிலையில் என்றோ பசங்கணிகங்களில் என்றோ விடையளிக்கலாம். அவை நிச்சயமாக சரியான விடைகள். ஒளிச்சேர்க்கை தாவரங்களின் பச்சையான இலைகளில் நடைபெறுகிறது. ஆனால் தாவரங்களின் மற்ற பச்சைப்பகுதிகளிலும் நடைபெறுகிறது. *ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறக்கூடிய வேறு சில பகுதிகளை நீங்கள் சொல்லவியலுமா?*

இலைகளிலுள்ள இலையிடைத்திசுவில் பெரும் எண்ணிக்கையான பசங்கணிகங்கள் உள்ளதாக முந்திய படலத்தில் படித்ததை நினைவுகொள்க. பசங்கணிகங்கள் இலையிடைத்திசுவின் சுவர்களுக்குநேராக விழும் ஒளியின் உகம அளவை பெறும் வகையில் திசையமைகின்றன. பசங்கணிகங்கள் *சுவருக்கு இணையாக எப்போது திசையமைவன என்று நினைக்கிறீர்கள்? வீழொளிக்கு செங்குத்தாக எப்போது திசையமைவன?*



படம் 13.2 பசங்கணிகத்தின் ஒரு வெட்டுத்தோற்றத்தின் எதிர்மின்னிநுண்வரையின் வரைபடக்குறிப்பீடு

8ஆம் படலத்தில் பசங்கணிகத்தின் கட்டமைப்பை படித்திருக்கிறீர்கள். பசங்கணிகத்தினுள் பையடுக்குகள், மெத்தணிமென்றட்டுகள், அடையணிமெத்தணி (படம் 13.2) ஆகியவை

அடங்கிய சவ்வமைப்பு இருக்கின்றது. பசங்கணிகத்தில் ஒரு தெளிவான உழைப்புப்பகிர்வு உள்ளது. (1) சவ்வமைப்பு ஒளியாற்றலை பிடிக்கவும் அமுபா, நிடிருபாத ஆகியவற்றின்

தொகுத்தாக்கத்துக்கும் பொறுப்பானது. (2) மெத்தணியில் ஊக்கிப்புரத வேதிவினைகள் சக்கரையை தொகுத்தாக்குகின்றன; இது தரசத்தை உண்டாக்குகிறது. முந்தைய வேதிவினைகளை ஒளி நேரடியாக உந்துவதால் அவற்றை ஒளிவேதிவினைகள் என்கிறோம். பிந்தையவை ஒளியை நேரடியாக சார்ந்திராமல் ஒளியின் விளைபொருள்களான அமுபாவையும் நிடிருபாதவையும் சார்ந்திருக்கின்றன. இவற்றை இருள்வேதிவினைகள் என்றோ கரிமவினைகள் என்றோ அழைக்கிறோம். ஆனால், இவற்றை இருளில் நடைபெறுவதாகவோ ஒளியை சார்ந்திருக்கவில்லை என்றோ பொருள்கொள்ள வேண்டாம்.

13.4 ஒளிச்சேர்க்கையில் எத்தனை நிறமிகள் ஈடுபடுகின்றன?

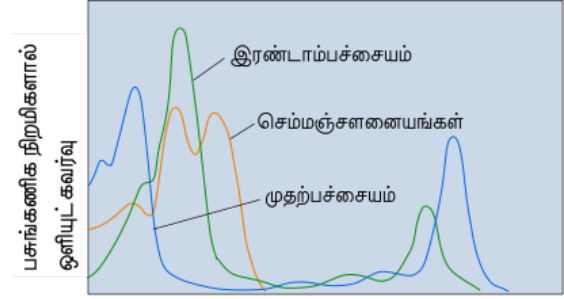
தாவரங்களை நீங்கள் பார்க்கும்போது ஒரே தாவரத்தின் இலைகளிலும் பச்சையின் பல சாயல்கள் இருப்பதை கவனித்திருக்கிறீர்களா? ஏன் என்று சிந்தித்திருக்கிறீர்களா? இந்த கேள்வியின் விடையை காண நாம் பசுந்தாவரத்தின் இலைநிறமிகளை தாணிறப்பிரிகையால் (தாளில் நிறப்பிரிகை) பிரிக்க முயலலாம். இலைநிறமிகளின் நிறப்பிரிகை இலையில் நாம் காணும் நிறம் ஒரு நிறமியால் ஏற்படாமல் நான்கு நிறமிகளால் ஏற்படுவதை காட்டுகிறது. அவற்றுள் முதற்பச்சையம் என்று நாம் அழைப்பது நிறப்பிரிகைவரைவில் நீலப்பச்சையாகவும் இரண்டாம்பச்சையம் என்பது மஞ்சட்பச்சையாகவும் மஞ்சளம் என்பது மஞ்சணிறமாகவும் செம்மஞ்சளமனையம் என்பது மஞ்சளிலிருந்து மஞ்சளாரஞ்சுவரையான நிறமாகவும் உள்ளன. இப்போது வெவ்வேறு நிறமிகள் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஆற்றும் பங்கை காண்போம்.

நிறமிகள் குறிப்பிட்ட அலைநீளங்களில் ஒளியை உட்கவரும் இயன்மையுள்ளவை. உலகில் மீமலினமான நிறமி என்னவென்று உங்களால் ஊகிக்கவியலுகிறதா? முதற்பச்சையம் என்ற நிறமி வெவ்வேறு அலைநீளமுள்ள ஒளியை உட்கவரும் இயன்மையை காட்டும் வரைபடத்தை கருதுவோம் (படம் 13.3(அ)). ஒளியின் காணுறு நிறநிரலின் அலைநீளங்களும் ஊகநீபமவாசி என்ற தொடரும் உங்களுக்கு ஏற்கெனவே தெரிந்தவை.

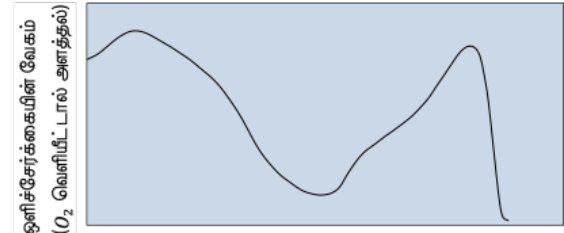
படம் 13.3(அ)விலிருந்து முதற்பச்சையம் மீப்பெரும் உட்கவரவை காட்டும் அலைநீளத்தை (ஒளியின் நிறத்தை) நீங்கள் தீர்மானிக்க வியலுமா? இது மற்றொரு அலைநீளத்திலும் ஒரு உச்சியை காட்டுகிறதா? ஆம் எனில் எங்கு?

இப்போது படம் 13.3(ஆ)வை காண்க. இது தாவரத்தில் மீப்பெரும் ஒளிச்சேர்க்கை நிகழும்

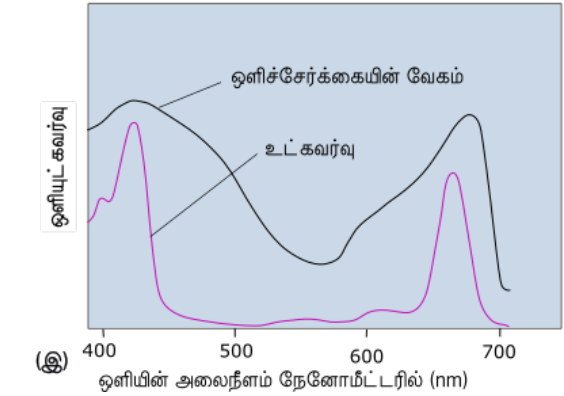
அலைநீளங்களை காட்டுகிறது. முதற்பச்சையம் மீப்பெரும்மாக உட்கவரும் அலைநீளங்களே, அதாவது நீலமும் சிவப்பும், ஒளிச்சேர்க்கையின் பெருமளவுகளை காட்டுவதை கவனித்தீர்களா? இதிலிருந்து முதற்பச்சையமே ஒளிச்சேர்க்கையுடன் தொடர்பான முதன்மையான நிறமி என்ற முடிவை பெறுகிறோம். ஆனால், படம் 13.3(இ)யை பார்த்து முதற்பச்சையத்தின் உட்கவரவுநிறநிரலுக்கும் ஒளிச்சேர்க்கையின் வினைநிறநிரலுக்குமிடையில் ஒரு ஒன்றுக் கொன்றான தொடர்பு இருக்கிறது என்று சொல்லவியலுமா?



(அ)



(ஆ)



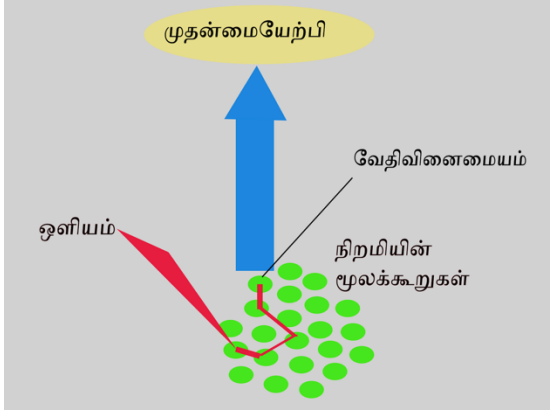
(இ)

படம் 13.3 (அ) முதற்பச்சையம்,

இரண்டாம்பச்சையம், செம்மஞ்சளமனையம் ஆகியவற்றின் உட்கவரவுநிறநிரல்களை காட்டும் படவரைவு (ஆ) ஒளிச்சேர்க்கையின் வினைநிறநிரலை காட்டும் வரைபடம் (இ) ஒளிச்சேர்க்கையின் வினைநிறநிரலை

முதற்பச்சையத்தின் உட்கவரவுநிறநிரலின்மீது மேற்பொருத்தி காட்டிய படவரைவு

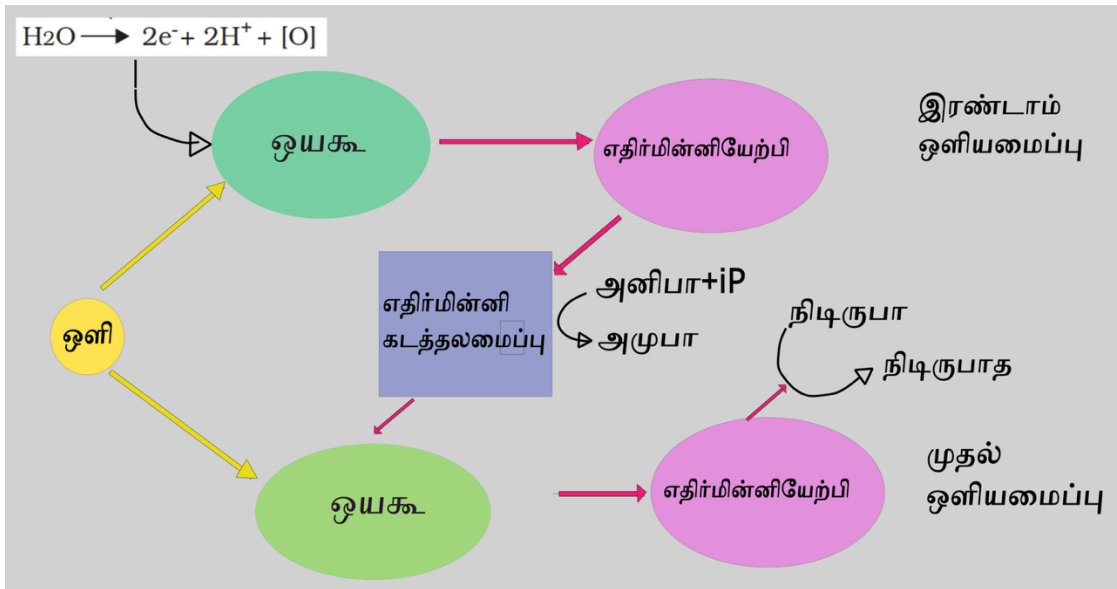
இந்த படவரைவுகள் ஒளிச்சேர்க்கையின் பெரும்பகுதி நிறநிரலின் நீலம், சிவப்பு ஆகிய வட்டாரங்களில் நடைபெறுவதை காட்டுகின்றன. காணுது நிறநிரலின் மற்ற அலைநீளங்களிலும் ஒளிச்சேர்க்கை ஓரளவு நடைபெறவேசெய்கிறது. இது எவ்வாறு நிகழ்கிறது என்று பார்ப்போம். முதற்பச்சையமே ஒளியை பிடிக்கும் பொறுப்புள்ளது எனினும் இரண்டாம்பச்சையம், மஞ்சளங்கள் செம்மஞ்சளமனையங்கள் போன்ற மற்ற பையனைய நிறமிகளும் ஒளியை உட்கவரந்து ஆற்றலை முதற்பச்சையத்துக்கு அனுப்புகின்றன. இவற்றை இரண்டாம்நிறமிகள் என்கிறோம். உண்மையில், இவை உள்ளவரும் ஒளியின் அலைநீளங்களின் அகலமான வீச்சை ஒளிச்சேர்க்கைக்கு பயன்படச்செய்வதுடன், முதற்பச்சையத்தை ஒளியாக்குசேற்றத்திலிருந்தும் பாதுகாக்கின்றன.



படம் 13.4 ஒளியறுவடைக்கூட்டுமம்

13.5 ஒளிவேதிவினை என்பது என்ன?

ஒளிவேதிவினைகளில் ஒளியுட்கவரவு, நீருடைத்தல், ஆக்குசிசனை வெளியேற்றல் போன்றவையும் அமுபா, நிடிருபாத போன்ற உயராற்றலுள்ள வேதியிடைப்பொருள்கள் உண்டாதலும் அடங்குகின்றன. பல புரதக்கூட்டு மங்கள் இந்த நிகழ்முறையில் ஈடுபடுகின்றன. ஒளியுட்கவரும் அமைப்பை இரண்டு பகுதிளாக பிரிக்கலாம். இவற்றுள் முதலில் கண்டு பிடித்ததை **முதல் ஒளியமைப்பு** (ஒம1) என்றும் பிறகு கண்டுபிடித்ததை **இரண்டாம் ஒளியமைப்பு** (ஒம2) என்றும் அழைக்கிறோம். ஒவ்வொரு ஒளியமைப்பிலும் ஒரு **ஒளியறுவடைக்கூட்டுமம்** (ஒயகூ) இருக்கிறது. ஒயகூவில் நூற்றுக்கணக்கான நிறமிமூலக் கூறுகள் புரதங்களில் பிணைந்திருக்கின்றன. ஒவ்வொரு ஒளியமைப்பிலும் முதற்பச்சையமும் மற்றெல்லா நிறமிகளும் உள்ளன. முதற்பச்சையம் ஒரு **வேதிவினைமையம்**. மற்ற நிறமிகள் வேவ்வேறு அலைநீளமுள்ள ஒளியை உட்கவரந்து ஒளிச்சேர்க்கையின் பயன்றிறனை அதிகரிக்கின்றன. ஒம1இன் வினைமையத்திலுள்ள முதற்பச்சையம் 700 nm இலும் ஒம2இலுள்ளது 680 nm இலும் உட்கவர்கின்றன. இதனால் ஒம1ஐ **ஒ700** என்றும் ஒம2ஐ **ஒ680** என்றும் அழைப்பதுண்டு.



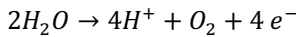
படம் 13.5 ஒளிவினையின் Zவரைதிட்டம்

13.6 எதிர்மின்னிகடத்தல்

இரண்டாம் ஒளியமைப்பில் வினைமையத்திலுள்ள முதற்பச்சையம் 690 nm அலைநீளமுள்ள சிவப்பொளியை உட்கவர்கிறது. இதனால் எதிர்மின்னிகள் அணுக்கருவிலிருந்து தொலைவிலுள்ள ஒரு பரிதியத்துக்கு கிளர்ச்சியடைகின்றன. இந்த எதிர்மின்னிகளை எதிர்மின்னியேற்பிகள் எடுத்து அணுநிறமியாலான எதிர்மின்னிகடத்தலமைப்புக்கு மாற்றலாக்குகின்றன (படம் 13.5). எதிர்மின்னிகளின் அசைவு ஒரு ஆக்குசேற்றவிறக்கப்படிக்கட்டில் கீழிறங்குகிறது. எதிர்மின்னிகள் எதிர்மின்னிகடத்தலமைப்பில் கடந்து சென்று ஒம1இன் வினைமையத்தை அடைகின்றன. அதே நேரத்தில் ஒம1இன் வினைமையத்திலுள்ள எதிர்மின்னிகளும் 700 nm அலைநீளமுள்ள சிவப்பொளியை பெறும்போது கிளர்ச்சியடைந்து அதிக ஆக்குசேற்றவிறக்கமின்னழுத்தமுள்ள மற்றொரு ஏற்பிமூலக்கூறுக்கு மாற்றலாகின்றன. இந்த எதிர்மின்னிகள் மேலும் படியிறங்கி அதிக ஆற்றலுள்ள நிரூபாவை அடைகின்றன. எதிர்மின்னியுடன் இணைந்து நிரூபா நிரூபாதவுக்கு ஆக்குசிறங்குகிறது. இவ்வாறு, ஒம2இல் தொடங்கி ஏற்பிக்கு மேற்செல்லல், எதிர்மின்னிகடத்தலமைப்பின்வழி ஒம1க்கு கீழிறங்கல், எதிர்மின்னி கிளர்ச்சியடைதல், மற்றொரு ஏற்பிக்கு மாற்றலாதல், இறுதியில் நிரூபாவுக்கு கீழிறங்கி அதை நிரூபாதவுக்கு ஆக்குசிறக்கல் ஆகிய படிகளின் வரைபடம் படம் 13.5இல் காட்டியபடி Zவடிவத்தில் இருப்பதால் இதை Zவரைதிட்டம் என்கிறோம். எல்லா சுமப்பிகளையும் ஆக்குசேற்றவிறக்கமின்னழுத்த அளவத்தில் வரிசையாக வைக்கும்போது இந்த வடிவம் உண்டாகிறது.

13.6.1 நீரை உடைத்தல்

இப்போது ஒம2 தொடர்ச்சியாக எதிர்மின்னிகளை வழங்குவது எவ்வாறு என்ற கேள்வி உங்கள் மனங்களில் எழவேண்டும். ஒம2இலிருந்து வெளியாகும் எதிர்மின்னிகள் மீள்வைக்கப்படவேண்டும். இது நீர்மூலக்கூறை உடைப்பதால் நிகழ்கிறது. இதுவே ஒளிச்சேர்க்கையின் நிகர விளைபொருள்களுள் ஒன்றான ஆக்குசிசனை உண்டாக்குகிறது. ஒம1இலிருந்து நீங்கும் எதிர்மின்னிகளை மீள்வைக்கும் எதிர்மின்னிகள் ஒம2இல் உண்டாகின்றன.

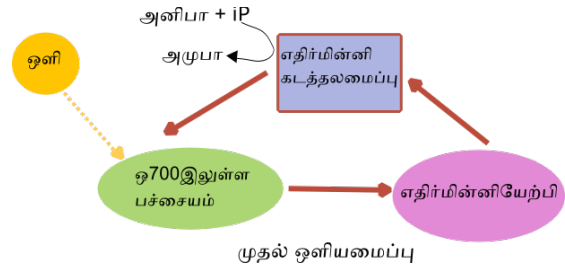


நீருடைக்கும் கூட்டுமம் ஒம2உடன் தொடர்பானது; ஒம2 பையனையத்தின் சவ்வின் உட்பக்கத்தில் இருக்கிறது. அப்படியெனில், நீருடைப்பால் உண்டாகும் நேர்மின்னிகளும் ஆக்குசிசனும் குழற்றுளையினுள் வெளிப்பட அதிக வாய்ப்புள்ளதா, சவ்வின் வெளிப்பக்கமாக வெளிப்படவா?

13.6.2 சூழல ஒளிப்பாசுபேட்டேற்றமும் சூழலற்ற ஒளிப்பாசுபேட்டேற்றமும்

வாழியிரிகள் ஆக்குசேற்றத்தகு பொருள்களிலிருந்து ஆற்றலை எடுத்து அதை பிணைப்பாற்றலாக சேமிக்கும் இயன்மையுள்ளவை. இந்த ஆற்றல் அமுபா போன்ற தனித்துவப்பொருள்களின் வேதிப்பிணைப்புகளில் சேமகமாகின்றன. அணுக்கள் (ஆற்றலாக்கிகளிலும் பசுங்கணிகங்களிலும்) அமுபாவை தொகுத்தாக்கும் நிகழ்முறையை பாசுபேட்டேற்றம் என்கிறோம். ஒளிப்பாசுபேட்டேற்றம் என்பது ஒளி இருக்கும் போது அனிபாவிலிருந்தும் அலார்கனிய பாசுபேட்டிலிருந்தும் அமுபாவை தொகுத்தாக்குவது. முதலில் ஒம2உம் அதன்பின் ஒம1உமாக இரண்டு ஒளியமைப்புகளும் செயலாற்றும்போது சூழலற்ற ஒளிப்பாசுபேட்டேற்றம் என்ற நிகழ்முறை நிகழ்கிறது. இரண்டு ஒளியமைப்புகளையும் முன்பே நாம் கண்ட Zவரைதிட்டம் எனப்படும் எதிர்மின்னிகடத்தலதொடுப்பம் இணைக்கிறது. இவ்வகையான எதிர்மின்னிப்பாய்வால் அமுபாவும் நிரூபாதவும் தொகுத்தாகின்றன (படம் 13.5).

ஒம1 மட்டும் செயலாற்றும்போது எதிர்மின்னி ஒளியமைப்புக்குள்ளே சுற்றோட்டமாகி ஒளிப்பாசுபேட்டேற்றத்தை நிகழ்த்துகிறது (படம் 13.6). இது நடைபெறும் சாத்தியமான ஒரிடம் மெத்தணிமென்றட்டு. பையடுக்குகளின் மென்றட்டுகளில் ஒம1உம் ஒம2இம் இருக்கின்றன; ஆனால், மெத்தணிமென்றட்டில் ஒம2உம் நிரூபாவிறக்கலுக்கி என்ற ஊக்கிப்புரதமும் இல்லை. கிளர்ச்சியடைந்த எதிர்மின்னி நிரூபாவுக்கு செல்லாமல் எதிர்மின்னிகடத்தலதொடுப்பத்தால் ஒம1கூட்டுமத்துள்ளே சூழல்வருகிறது (படம் 13.6). இந்த சூழற்பாய்வால் அமுபாவின் தொகுத்தாக்கம் மட்டுமே விளைகிறது; நிரூபாதவின் தொகுத்தாக்கம் நிகழவில்லை. சூழல ஒளிப்பாசுபேட்டேற்றம் 690 nmக்கு மேற்பட்ட அலைநீளமான ஒளி மட்டுமே கிடைக்கும்போதும் நிகழ்கிறது.



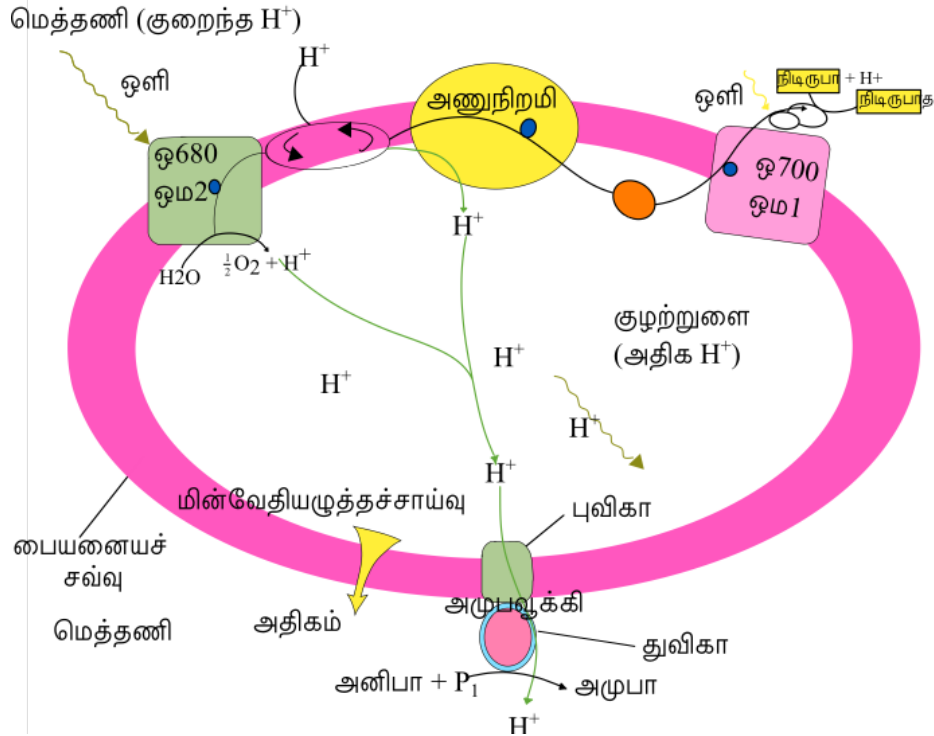
படம் 13.6 சூழல ஒளிப்பாசுபேட்டேற்றம்

13.6.3 வேதிச்சவ்வூடற்கருது கோள்

இப்போது பசுங்கணிகத்தில் அமுபா எவ்வாறு தொகுத்தாகிறது என்பதை புரிந்து கொள்ள முயல்வோம். இந்த இயங்குமுறையை விளக்க வேதிச்சவ்வூடல் என்ற கருதுகோள் முன்வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மூச்சில் நிகழ்வது போலவே ஒளிச்சேர்க்கையிலும் அமுபாவின் தொகுத்தாக்கம் சவ்வினூடான நேர்மின்னிச்சாய்வுடன் தொடர்புடையது. இங்கு ஈடுபடும் சவ்வு பையனையத்திலுள்ள சவ்வு. ஆனால் வேறுபாடு என்னவென்றால், இங்கு நேர்மின்னிகள் சவ்வின் உட்பாகத்தில் (குழற்றுளையினுள்)

திரள்கின்றன. மூச்சில் எதிர்மின்னிகள் எதிர்மின்னிகடத்தலமைப்பின்வழி அசையும்போது நேர்மின்னிகள் ஆற்றலாக்கியின் சவ்விடைவெளியில் திரள்கின்றன (**Error! Reference source not found.**).

சவ்வினூடான நேர்மின்னிச்சாய்வை எது விளைவிக்கிறது என்று அறிந்துகொள்வோம். நேர்மின்னிச்சாய்வை உண்டாக்கும் படிகளை தீர்மானிக்க, எதிர்மின்னிகளை செயலூட்டி கடத்தும்போது நிகழும் நிகழ்முறைகளை மீண்டும் கருத வேண்டும் (படம் 13.7).



படம் 13.7 வேதிச்சவ்வூடலின்வழி அமுபாதொகுத்தாக்கம்

(அ) நீர்மூலக்கூறின் உடைதல் சவ்வின் உட்பக்கம் நடைபெறுவதால் நீருடைதலால் உண்டாகும் நேர்மின்னிகள் (ஐதரசவயனிகள்) பையனையங்களின் குழற்றுளையினுள் திரள்கின்றன.

(ஆ) ஒளியமைப்பின் எதிர்மின்னிகள் அசையும்போது நேர்மின்னிகள் சவ்வினூடாக கடத்தலுறுகின்றன. இது எதனால் எனின், எதிர்மின்னிகளின் முதன்மையேற்பி அவற்றை எதிர்மின்னிச்சமப்பிக்கு மாற்றலாக்காமல் ஒரு Hசமப்பிக்கு மாற்றலாக்குகிறது. எனவே இந்த மூலக்கூறு எதிர்மின்னியை கடத்தும்போது மெத்தணியிலிருந்து ஒரு நேர்மின்னியை எடுக்கிறது. இந்த மூலக்கூறு தன்

எதிர்மின்னியை சவ்வின் உட்பக்கமுள்ள எதிர்மின்னிச்சமப்பிக்கு மாற்றலாக்கும்போது நேர்மின்னி சவ்வின் உட்பக்கத்தில் (குழற்றுளையினுள்) வெளியாகிறது.

(இ) ந்திருபாவிறக்கலுக்கி என்ற ஊக்கிப் புரதம் சவ்வின் மெத்தணிப்பக்கத்தில் இருக்கிறது. ந்திருபாவை ந்திருபாதவாக ஆக்குகிறக்க ஒம1இன் எதிர்மின்னியேற்பிகளிலிருந்து வரும் எதிர்மின்னிகளுடன் நேர்மின்னிகளும் தேவையாகின்றன. இந்த நேர்மின்னிகளும் மெத்தணியிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன.

இந்த மூன்று காரணங்களாலும், மெத்தணியில் நேர்மின்னிகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து குழற்றுளையினுள் அதிகரிக்கிறது.

இது பையனையச்சவ்வினூடாக நேர்மின்னிச் சாய்வையும் குழற்றுளையில் அளக்கத்தகு அசுக் குறைவையும் உண்டாக்குகிறது.

நேர்மின்னிச்சாய்வில் நமக்கு ஏன் இவ்வளவு ஆர்வம்? இந்த சாய்வு முக்கிமாவது எவ்வாறெனில், இந்த சாய்வு மீட்டிரும்புவதே அமுபாத் தொகுத்தாக்கத்தை விளைவிக்கிறது. சாய்வின் இந்த மீட்டிரும்பும் நேர்மின்னிகள் அமுபாத் தொகுலுக்கியின் சவ்வூடுகால்வாயின் வழி சவ்வைக்கடந்து மெத்தணிக்கு செல்வதால் ஏற்படுகிறது. அமுபாத்தொகுலுக்கியில் பைபுகி, பைவிகி ஆகிய இரண்டு பகுதிகள் உள்ளன. பைபுகி (பையனையத்தின் புகவிடும் காரணி) பையனையத்தின் சவ்வில் புதைந்து ஒரு சவ்வூடுகால்வாயை உண்டாக்குகிறது. இந்த கால்வாய் நேர்மின்னிகளின் எளிதாக்கிய விரவலை சவ்வினூடாக செயலாக்குகிறது. பைவிகி (பையனையத்தின் வினையூட்டும் காரணி) பையனையச்சவ்வின் வெளிப்பரப்பான மெத்தணியைநோக்கி துருத்திக் கொண்டிருக்கிறது. சாய்வின் மீட்டிரும்பும் அமுபாலுக்கியின் பைவிகியில் வெளிவடிவ மாற்றத்தை உண்டாக்க போதுமான ஆற்றலை தருகிறது. இதனால் ஊக்கிப்புரதம் மிகுந்த ஆற்றலுள்ள அமுபாவின் பல மூலக்கூறுகளை தொகுத்தாக்குகிறது.

வேதிச்சவ்வூடலுக்கு ஒரு சவ்வு, ஒரு நேர்மின்னியெக்கி, ஒரு நேர்மின்னிச்சாய்வு, அமுபாத்தொகுலுக்கி ஆகியவை தேவை. ஆற்றல் நேர்மின்னிகளை சவ்வினூடாக எக்கி ஒரு சாய்வை உண்டாக்கி சவ்வனையத்தின் குழற்றுளையில் நேர்மின்னியின் செறிவை உயர்த்த பயன்படுகிறது. அமுபாத்தொகுலுக்கி யிலுள்ள ஒரு கால்வாயின்வழி நேர்மின்னிகள் சவ்வினூடான விரவலால் திரும்பிச்செல்கின்றன. இது அமுபாத்தொகுலுக்கி அமுபாவை தொகுத்தாக்குவதற்கு தேவையான ஆற்றலை வெளியிடுகிறது.

இவ்வாறு உண்டாகும் அமுபாவும் எதிர் மின்னிகளின் அசைவால் உண்டாகும் நிடிருபாதவும் மெத்தணியில் நடைபெறும் உயிரியத்தொகுத்தாக்க வேதிவினைகளில் உடனே பயன்படுகின்றன. இந்த வேதிவினைகள் CO_2 இன் இருப்பித்தலுக்கும் சக்கரைகளின் தொகுத்தாக்கத்துக்கும் பொறுப்பானவை.

13.7 அமுபாவும் நிடிருபாதவும் எங்கு பயன்படுகின்றன?

ஒளிவேதிவினையின் விளைபொருள்கள் அமுபா, நிடிருபாத, ஆக்குசிசன் ஆகியவை என்று அறிந்தோம். ஆக்குசிசன் பசுங்கணிகத்தி லிருந்து விரவலால் நீங்குகிறது; அமுபாவும் நிடிருபாதவும் உணவை (சரியாகச்சொன்னால் சக்கரைகளை) தொகுத்தாக்கும் நிகழ்முறைக

ளில் பயன்படுகின்றன. இது ஒளிச்சேர்க்கையின் **உயிரியத்தொகுத்தாக்கக்கட்டம்**. இது நேரடியாக ஒளியை சார்ந்திருக்கவில்லை; ஆனால் அமுபா, நிடிருபாத போன்ற ஒளிவேதிவினையின் விளைபொருள்களை சார்ந்திருக்கிறது. மேலும் இதற்கு CO_2 உம் H_2O உம் தேவை. இதை எவ்வாறு சரிபார்க்கலாம்? எளிது! ஒளி இல்லாமற்போகும் போது உயிரியத்தொகுத்தாக்க நிகழ்முறை சற்றுநேரம் தொடர்ந்து பிறகு நின்றுவிடுகிறது; ஒளி கிடைக்கும்போது மீண்டும் தொடர்கிறது.

அப்படியெனில், உயிரியத்தொகுத்தாக்கக் கட்டத்தை இருள்வேதிவினை என்பது உண்மையில் பிழைப்பெயரா? இதை நீங்கள் உங்களுக்குள் விவாதிக்கலாம்.

இப்போது அமுபாவும் நிடிருபாதவும் உயிரியத்தொகுத்தாக்கக்கட்டத்தில் எவ்வாறு பயன்படுகின்றன என்று பார்ப்போம். முன்பு CO_2 H_2O உடன் இணைந்து $(CH_2O)_n$ என்ற சக்கரைகளை உண்டாக்குவதை பார்த்தோம். இந்த வேதிவினை எவ்வாறு நடைபெறுகிறது என்று அறிய அறிவியலர்கள் ஆர்வங்கொண்டனர். அதாவது CO_2 ஐ உள்ளெடுக்கும்போது முதல் விளைபொருள் என்ன? இரண்டாம் உலகப் போருக்குப்பின் கதிரியக்கச்சமவிடத்தான்களை ஆக்கவழிகளில் பயன்படுத்தும் பல முயற்சிக ளுள் மெல்வின் கால்வின் செய்தது மிகச்சிறப்பானது. அவர் ஆல்கவொளிச்சேர்க்கையைப்பற்றிய ஆய்ந்தறிதல்களில் ^{14}C ஐ பயன்படுத்தி CO_2 இன் இருப்பித்தலில் முதல் விளைபொருள் ஒரு முக்கரிம ஆர்கனிய அமிலம் என்று கண்டார். உயிரியத்தொகுத்தாக்கத்தின் முழு வழிப் பாதையை கண்டுபிடிப்பதிலும் அவர் பங்களித்தார். இதலால் இதை அவர்பெயரால் **கால்வின்சுழற்சி** என்று அழைக்கிறோம். இந்த முதல் விளைபொருள் **3-பாசுபக்கிளிசரிக வமிலம் (பாகிவ)**. இதில் எத்தனை கரிமவணுக்கள் உள்ளன?

எல்லாத்தாவரங்களிலும் CO_2 இருப்பித்தலின் முதற்பொருள் பாகிவவா சில தாவரங்களில் வேறு பொருளா என்றும் அறிவியலர்கள் அறிய முயன்றார்கள். பல பரந்த வகையான தாவரங்களில் செய்த பரிசோதனைகள் CO_2 இருப்பித்தலின் முதல் நிலைப்புமப்பொருள் வேறொன்றாயிருக்கும் ஒரு தாவரத்தொகுதியை காட்டின. இதுவும் ஒரு ஆர்கனிய அமிலமே; ஆனால் இதில் நான்கு கரிமவணுக்கள் உள்ளன. இதை **ஆச்சலோவசிறிகவமிலம் (ஆவவ)** என்று இனங்கண்டார்கள். அப்போதிலிருந்து ஒளிச்சேர்க்கையின்போது CO_2 இன் தன்வய மாதல் இரண்டு முதன்மையான வகையானவை என்கிறோம். ஒரு வகையான தாவரங்களில் CO_2 இருப்பித்தலின் முதற்பொருள் ஒரு C_3 அமிலம் (பாகிவ). இதை **C_3 வழிப்பாதை** (முக்கரிம வழிப்பாதை என்று வாசிக்க)

என்கிறோம். மற்றொரு வகையான தாவரங்களில் அது ஒரு C_4 அமிலம் (ஆவவ). இதை C_4 வழிப்பாதை (நாற்கரிம வழிப்பாதை) என்கிறோம். இந்த இரண்டு வகையான தாவரங்களுக்குமுள்ள வேறு தனிப்பண்புகளை பின்பு விவரிப்போம்.

13.7.1 CO_2 இன் முதன்மையேற்பி

இப்போது இருள்வேதிவினையை புரிந்து கொள்ள முயன்ற அறிவியலர்கள் கேட்ட கேள்வியை கேட்போம். CO_2 ஐ ஏற்றபின் மூன்று கரிமவணுக்களுள் (பாகிவ) மூலக்கூறில் அதற்குமுன் எத்தனை கரிமவணுக்கள் இருக்கின்றன?

ஆய்ந்தறிதல்கள் முற்றிலும் எதிர்பாராத விடையை காட்டின. இந்த ஏற்பியின் மூலக்கூறு **இரிபுலோசு-1,5-இருபாசுபேட்டு** (இரிபா) எனப்படும் ஒரு ஐங்கரிம கீற்றோசுச்சக்கரை. இதை நீங்கள் ஊகித்திருந்தீர்களா? ஊகித்திருக்க மாட்டீர்கள். அறிவியலர்களும் முதலில் ஒரு இருகரிமச்சேர்மத்தையே தேடிக்கொண்டிருந்தனர். வெகுகாலமாக பல பரிசோதனைகளை மேற்கொண்டு நிச்சயித்தபின்பே ஐங்கரிம இரிபாவே CO_2 உடன் முதலில் வினைபுரிகிறது என்ற முடிவுக்கு வந்தனர்.

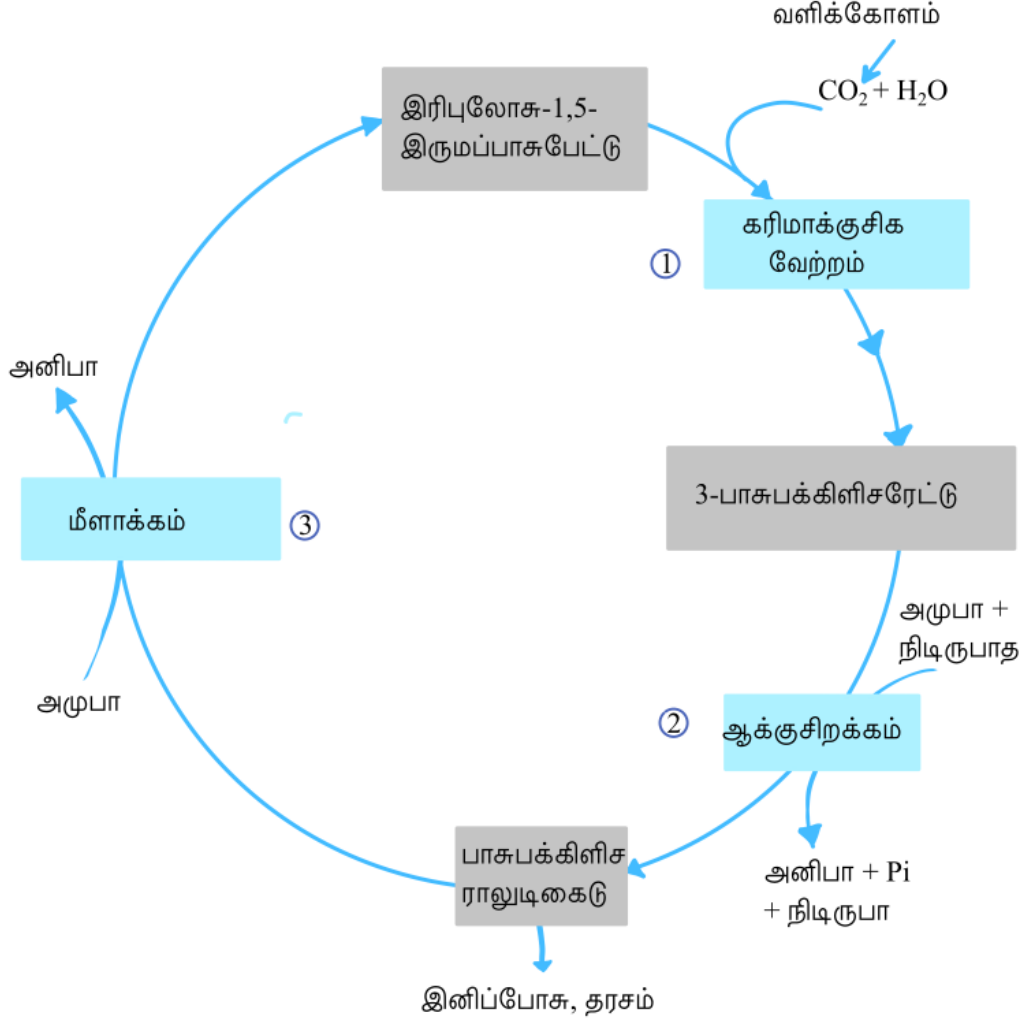
13.7.2 கால்வின்சுழற்சி

கால்வினும் உடன்பணியாளர்களும் முழு வழிப்பாதையையும் கண்டுபிடித்து இந்த

வழிப்பாதை ஒரு சுழற்சியில் செயலாற்றுகிறது என்று காட்டினர். இந்த சுழற்சியில் இரிபா மீளருவாகிறது. இப்போது கால்வின்சுழற்சி செயலாற்றும் விதத்தையும் சக்கரை எங்கு தொகுத்தாகிறது என்பதையும் பார்ப்போம். கால்வின்வழிப்பாதை C_3 ஓ C_4 ஓ (வேறெதுவுமோ) செயல்படும் **எல்லா ஒளிச்சேர்க்கைத்தாவரங்களிலும்** நடைபெறுகிறது (படம் 13.8).

கால்வின்வழிப்பாதையை எளிதில் புரிந்து கொள்ள அதை கரிமாக்குசிகவேற்றம், ஆக்குசிறக்கம், மீளாக்கம் ஆகிய மூன்று கட்டங்களில் விவரிக்கலாம்.

(அ) **கரிமாக்குசிகவேற்றம்** CO_2 ஐ ஒரு நிலைப்பும ஆர்கனியச்சேர்மமாக இருப்பிப்பதை கரிமாக்குசிகவேற்றம் என்கிறோம். கால்வின்சுழற்சியில் அதிமுக்கியமான இந்த படியில் CO_2 இரிபாவை கரிமாக்குசிகவேற்ற பயன்படுகிறது. இந்த வினையை இரிபாக் கரிமாக்குசிகலூக்கி என்ற ஊக்கிப்புரதம் வினையூக்குகிறது. இதிலிருந்து 3-பாசுபக் கிளிசரேட்டின் இரண்டு மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன. இந்த ஊக்கிப்புரதத்துக்கு ஆக்குசினேற்றச்செயலும் இருப்பதால் இதை இரிபாக் கரிமாக்குசிகாக்குசினேற்றலூக்கி (**இரி கசலூக்கி**) என்று அழைப்பது மேலும் பொருந்தும்.



படம் 13.8 கால்வின்சுழற்சி மூன்று கட்டங்களில் நடைபெறுகிறது. (அ) கரிமாக்குசிகவேற்றத்தின்போது CO_2 இரிபுலோசு-1,5-இருபாசுபேட்டுடன் சேர்கிறது; (ஆ) ஆக்குசிறக்கத்தின்போது ஒளிவேதியியலால் உண்டான அமுபா, நிடிருபாத ஆகியவற்றின் செலவில் கரிமநீரேட்டு உருவாகிறது; (இ) மீளாக்கத்தின்போது CO_2 ஏற்பியான இரிபுலோசு-1,5-இருபாசுபேட்டு மீளூருவாகி சுழற்சி தொடர்கிறது.

(ஆ) **ஆக்குசிறக்கம்** இவை குளுக்கோசை உண்டாக்கும் வேதிவினைகளின் ஒரு தொடர். இந்த படிகளில் பாசுபேட்டேற்றத்துக்கு அமுபாவின் 2 மூலக்கூறுகளும் இருப்பித்தலும் ஒவ்வொரு CO_2 மூலக்கூறுக்கும் நிடிருபாதவின் இரண்டு மூலக்கூறுகளும் பயனாகின்றன. குளுக்கோசின் ஒரு மூலக்கூறை உண்டாக்க ஆறு CO_2 மூலக்கூறுகளின் இருப்பித்தலும் சுழற்சியின் 6 சுற்றுகளும் தேவைப்படுகின்றன.

(இ) **மீளாக்கம்** சுழற்சி நில்லாமல் தொடர CO_2 இன் ஏற்பியான இரிபாவை மீளாக்குவது அதிமுக்கியமானது. மீளாக்கப்படிகளில் பாசுபேட்டேற்றத்தால் இரிபாவை உண்டாக்க ஒரு அமுபா தேவைப்படுகிறது.

எனவே, கால்வின்சுழற்சியில் நுழையும் ஒவ்வொரு CO_2 மூலக்கூறுக்கும் அமுபாவின் 3

மூலக்கூறுகளும் நிடிருபாதவின் 2 மூலக்கூறுகளும் தேவையாகின்றன. இருள்வேதிவினையில் பயன்படும் அமுபா, நிடிருபாத ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கைகளிலுள்ள இந்த வேறுபாட்டை கையாளவே ஒருவேளை சுழற்பாசுபேட்டேற்றம் நடைபெறலாம்.

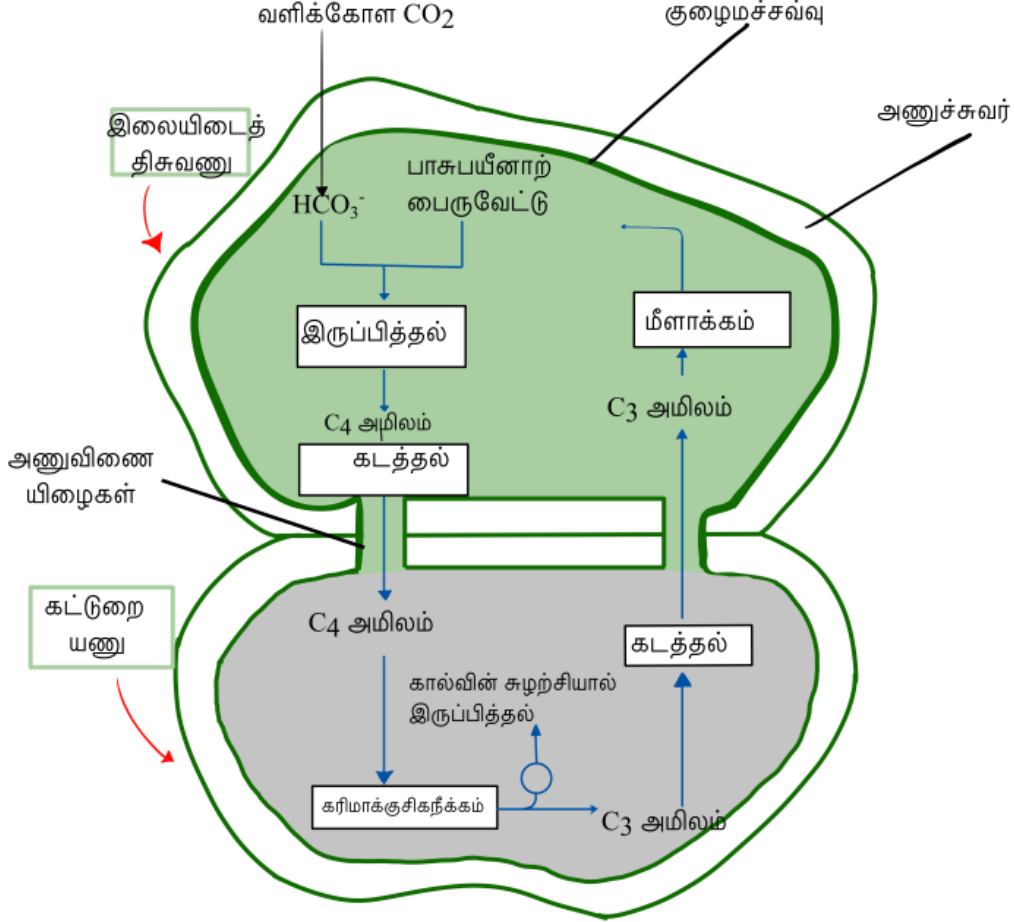
குளுக்கோசின் ஒரு மூலக்கூறை உருவாக்க சுழற்சியின் 6 சுழல்கள் தேவை. கால்வின் வழிப்பாதையில் ஒரு குளுக்கோசுமூலக்கூறை உண்டாக்க எத்தனை அமுபாக்களும் நிடிருபாதகளும் தேவை என்று கணக்கிடுக.

இதையெல்லாம் புரிந்துகொள்ள கால்வின் சுழற்சியில் எவை நுழைகின்றன எவை வெளியேறுகின்றன என்று பார்ப்பது உதவலாம்.

நுழைவு	வெளியேற்றம்
--------	-------------

ஆறு CO_2	ஒரு குளுக்கோசு
18 அமுபா	18 அனிபா

12 நிடிருபாத	12 நிடிருபா ⁺
--------------	--------------------------



படம் 13.9 ஆச்சுசிலேக்கின் வழிப்பாதையை வரைபடமாக காட்டல்

13.8 C_4 வழிப்பாதை

உலர்ந்த வெப்பமண்டலங்களுக்கு தகவமைந்த தாவரங்களில் முன்பு சொன்ன C_4 வழிப்பாதையை காண்கிறோம். இவற்றில் CO_2 இருப்பித்தலின் முதற்பொருளாக C_4 ஆன ஆச்சலோவசிற்பிகவமிலம் உண்டானபோதும் இவை C_3 வழிப்பாதையையோ கால்வின்சுழற்சியையையோ முதன்மையான உயிரியத்தொகுத்தாக்க வழிப்பாதையாக பயன்படுத்துகின்றன. அப்படியெனில் இவை C_3 தாவரங்களிலிருந்து எவ்விதத்தில் வேறுபடுகின்றன?

C_4 தாவரங்கள் தனித்துவமானவை. இவற்றின் இலையில் ஒரு தனித்துவமான உடற்கூறு இருக்கிறது. இவை உயர்வெப்பநிலையை சகிக்கின்றன; அதிக ஒளியுரப்புகளுக்கு மறுவினையாற்றுகின்றன. இவற்றில் ஒளிமூச்சு

என்ற நிகழ்முறை இல்லை. இவை அதிக உயிரியப்பொருளை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றை ஒவ்வொன்றாக புரிந்துகொள்வோம்.

ஒரு C_3 இலையையும் ஒரு C_4 இலையையும் எடுத்து அவற்றின் நெடுநிற்ப வெட்டுத் தோற்றத்தை ஆய்ந்தறிக. என்ன வேறுபாட்டை காண்கிறீர்கள்? இரண்டிலும் ஒரேவிதமான இலையிடைத்திசுக்கள் உள்ளனவா? நீர்மக்குழற்சியைச்சுற்றிலும் ஒரேவிதமான அணுக்கள் உள்ளனவா?

C_4 தாவரங்களின் நீர்மக்குழற்சிகளை சுற்றியுள்ள பெரிய அணுக்களை கட்டுறையணுக்கள் என்கிறோம். இந்த உடற்கூறுள்ள இலைகளை உறையுடற்கூறுள்ளவை என்கிறோம். கற்றையுறையணுக்கள் குழற்சியை சூழ்நிலைகளைச்சுற்றி பல படலங்களில் இருக்கலாம். பெரும் எண்ணிக்கையான பசுங்கணிகங்கள்

இருப்பதும் வளிமப்பரிமாற்றத்துக்கு உள்ளூருவத்தகாத தடித்த சுவர்கள் இருப்பதும் அணுவிடைவெளிகள் இல்லாததும் இவற்றின் சிறப்பியல்புகள். சோளம், சோர்கம் போன்ற ஒரு C_4 தாவரத்தின் இலையை குறுக்காக வெட்டி உறையுடற்கூறையும் இலையிடைத்திசுவின் பரவலையும் நீங்கள் காணலாம்.

உங்களைச்சுற்றியுள்ள பலவிதமான தாவரவினங்களின் இலைகளை சேகரித்து அவற்றை குறுக்கே வெட்டி நுண்ணோக்கியில் குழற்கற்றையைச்சுற்றி கற்றையுறையை கண்டறியலாம். கற்றையுறை இருப்பது C_4 தாவரங்களை இனங்காண உதவுகிறது.

இப்போது படம் 13.9இலுள்ள வழிப்பாதையை ஆராய்க. ஆச்சுசிலேக்கின் வழிப்பாதை (ஆச்சும் சிலேக்கும் கண்டுபிடித்தது) என்ற பெயருள்ள இந்த வழிப்பாதையும் ஒரு சுழற்சிநிகழ்முறை. இதன் படிகளை பட்டியலிடுவோம்.

முதன்மையான CO_2 ஏற்பி பாசுபவீனாற் பைருவேட்டு (பாவீபை) எனப்படும் ஒரு முக்கரி மமூலக்கூறு (C_3 மூலக்கூறு). இது இலையிடைத் திசுவணுக்களில் உள்ளது. இந்த இருப்பித்தலுக்கு பொறுப்பான ஊக்கிப்புரதம் பாவீபைக்கரிமாக்க குசிகலுக்கி (பாவீபைகலுக்கி). இலையிடைத் திசுவணுக்களில் இரிகசலுக்கி இல்லை என்பதை இங்கு குறிப்பிடுவது முக்கியம். C_4 அமிலமான ஆவவ இலையிடைத்திசுவணுக்களில் உண்டா கிறது.

பிறகு மாலிகவமிலம், அசுப்பரிகவமிலம் போன்ற மற்ற கரிமச்சேர்மங்கள் இலையிடைத் திசுவணுக்களிலே உண்டாகி கற்றையுறையணுக்களுக்கு கடத்தப்படுகின்றன. கற்றையுறையணுக்களில் இந்த C_4 அமிலங்கள் சிதைந்து CO_2 ஐயும் ஒரு முக்கரிம மூலக்கூறையும் வெளியிடுகின்றன.

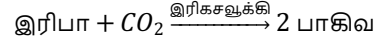
இந்த முக்கரிமமூலக்கூறு இலையிடைத்திசுவக்கு மீண்டும் கடத்தப்பட்டு அங்கு பாவீபையாக மாறி சுழற்சியை முழுமையாக்குகிறது.

கற்றையுறையணுக்களில் வெளியாகும் CO_2 எல்லாத்தாவரங்களுக்கும் பொதுவான கால்வினின் C_3 சுழற்சியில் நுழைகிறது. கற்றையுறையணுக்களில் இரிகசலுக்கி என்ற ஊக்கிப்புரதம் ஏராளமாக இருக்கிறது; ஆனால் பாவீமைகலுக்கி இல்லை. இவ்வாறு, சக்கரைகளை உருவாக்கும் அடிப்படையிழிப்பாதையான கால்வினவழிப்பாதை C_3 தாவரங்களுக்கும் C_4 தாவரங்களுக்கும் பொதுவானது.

C_3 தாவரங்களின் எல்லா இலையிடைத்திசுவணுக்களிலும் கால்வினவழிப்பாதை நிகழ்வதை நோக்கினீர்களா? C_4 தாவரங்களில் இது இலையிடைத்திசுவணுக்களில் நிகழாமல் கற்றையுறையணுக்களில் மட்டுமே நிகழ்கிறது.

13.9 ஒளிமூச்சு

C_3 தாவரங்களுக்கும் C_4 தாவரங்களுக்கும் முக்கியமான வேறுபாட்டை உண்டாக்கும் ஒளிமூச்சு என்ற மற்றொரு நிகழ்முறையை புரிந்துகொள்ள முயல்வோம். ஒளிமூச்சை புரிந்துகொள்ள கால்வினவழிப்பாதையின் முதற்படியான CO_2 இருப்பித்தலைப்பற்றி மேலும் சற்று அறியவேண்டும். இந்த வேதிவினையில் இரிபா CO_2 உடன் இணைந்து பாகிவவின் இரண்டு மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகிறது. இதை இரிகசலுக்கி வினையுக்குகிறது.



உலகில் மீமலினமான ஊக்கிப்புரதமான (ஏனென்று நினைக்கிறீர்கள்?) இரிகசலுக்கியின் சிறப்பில்பான ஒரு உண்மை என்னவென்றால், இதன் செயலிடத்தில் CO_2 உம் O_2 உம் பிணையவியலும். இதனாலே இதற்கு இந்த பெயர் இருக்கிறது. இது எவ்வாறு சாத்தியம் என்று நினைக்கிறீர்கள்? $CO_2:O_2$ விகிதம் கிட்டத்தட்ட சமமாயிருக்கும்போது இரிகசலுக்கிக்கு O_2 ஐவிட CO_2 உடன் அதிக நாட்டம் இருக்கிறது. இவ்வாறில்லாவிட்டால் என்னாகும் என்று கற்பனைசெய்துபாருங்கள்! இந்த பிணைப்பு போட்டியுள்ளது. O_2 , CO_2 ஆகியவற்றின் ஒப்பளவச்செறிவே ஊக்கிப்புரதத்துடன் எது பிணையும் என்று தீர்மானிக்கிறது.

C_3 தாவரங்களில் ஓரளவான O_2 இரிகசலுக்கியுடன் பிணையவேசெய்கிறது. இதனால் CO_2 இருப்பித்தல் குறைகிறது. இங்கு இரிகசலுக்கி இரண்டு பாகிவமூலக்கூறுகளாக மாறுவதற்குப்பதிலாக O_2 உடன் பிணைந்து ஒரு பாசுபக்கிளிசரேட்டுமூலக்கூறையும் ஒரு பாசுபவீராலிகேட்டு (இருகரிம) மூலக்கூறையும் தருகிறது. இந்த வழிப்பாதையை ஒளிமூச்சு என்கிறோம். ஒளிமூச்சுவழிப்பாதையில் சக்கரையோ அமுபாவோ நிரிபுபாதவோ தொகுத்தாகவில்லை. இதில் அமுபா பயன்பட்டு CO_2 வெளியாகிறது. ஒளிமூச்சுவழிப்பாதையின் உயிரியச்செயல் இன்னும் சரியாக விளங்கவில்லை.

C_4 தாவரங்களில் ஒளிமூச்சு நிகழ்வதில்லை. ஏனெனில், இவற்றில் ஊக்கிப்புரதத்தின் இடத்தில் CO_2 செறிவை அதிகரிக்கும் ஒரு இயங்குமுறை உள்ளது. இது இலையிடைத்திசுவிலிருந்து வரும் C_4 அமிலம் கற்றையுறையணுக்களில் உடைந்து CO_2 ஐ வெளியிடும்போது நிகழ்கிறது. இதனால் அணுவினுள் CO_2 ச்செறிவு அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவாக, இரிகசலுக்கி ஆக்குசிசனேற்றலுக்கியாக செயலாற்றுவது குறைந்து கரிமாக்குசிகலுக்கியாக செயலாற்றுகிறது.

இப்போது C_4 தாவரங்களில் ஒளிமூச்சு இல்லை என்பதை நீங்கள் அறிவதால், இந்த தாவரங்களில் உற்பத்தியும் விளைபயன்களும் அதிகமாயிருப்பது ஏன் என்று நீங்கள் புரிந்துகொள்ளலாம். மேலும், இந்த தாவரங்கள் உயர்வெப்பநிலைகளை சகிக்கக்கூடியவை.

மேற்கண்ட உரையின் அடிப்படையில், C_3 வழிப்பாதையுள்ள தாவரங்களையும் C_4 வழிப்பாதையுள்ள தாவரங்களையும் ஒப்பிடவியலுமா? கீழுள்ள அட்டவணையின் வடிவத்தை பயன்படுத்தி தகவல்களை நிரப்புக.

அட்டவணை 13.1 C_3 தாவரத்துக்கும் C_4 தாவரத்துக்குமிடையான வேறுபாடுகளை மேற்காட்ட அட்டவணையின் இரண்டாம், மூன்றாம் நெடுக்கைகளை நிரப்புக.

சிறப்பியல்புகள்	C_3 தாவரம்	C_4 தாவரம்	தேர்ந்தெடுக்க
கால்வின்சுழற்சி நடைபெறும் அணுவகை			இலையிடைத்திசு/கற்றையுறை/இரண்டும்
தொடக்க கரிமாக்குசிசுவேற்ற வேதிவினை நடைபெறும் அணுவகை			இலையிடைத்திசு/கற்றையுறை/இரண்டும்
இலையில் CO_2 இருப்பித்தலுக்காக எத்தனை வகையான அணுக்கள் உள்ளன?			இரண்டு: கற்றையுறை, இலையிடைத்திசு ஒன்று: இலையிடைத்திசு மூன்று: கற்றையுறை, கோலிக்கால், பஞ்சிய இலையிடைத்திசு
முதன்மை CO_2 ஏற்பி			இரிபா/பாவீபை/பாகிவ
முதன்மை CO_2 ஏற்பியிலுள்ள கரிமவெண்ணிக்கை			5/4/3
CO_2 இருப்பித்தலின் முதன்மைவிளைபொருள்			பாகிவ/ ஆவவ/இரிபா/பாவீபை
O_2 இருப்பித்தலின் முதன்மைவிளைபொருளில் கரிமவெண்ணிக்கை			3/4/5
தாவரத்தில் இரிகசலுக்கி உள்ளதா?			ஆம்/இல்லை/சிலநேரங்களில்
தாவரத்தில் பாவீபைகலுக்கி உள்ளதா?			ஆம்/இல்லை/சிலநேரங்களில்
தாவரத்தின் எந்த அணுக்களில் இரிகசலுக்கி உள்ளது?			இலையிடைத்திசு/கற்றையுறை/எதுவுமில்லை
உயரொளிநிலைமைகளில் CO_2 இருப்பித்தலின் வீதம்			குறைவு/அதிகம்/சுமாரானது
குறைந்த ஒளியுரப்பில் ஒளிமூச்சி இருக்கிறதா?			அதிகம்/புறக்கணிக்கத்தக்கது/சிலநேரங்களில்
அதிக ஒளியுரப்பில் ஒளிமூச்சு இருக்கிறதா?			அதிகம்/புறக்கணிக்கத்தக்கது/சிலநேரங்களில்
குறைந்த CO_2 செறிவுகளில் ஒளிமூச்சி இருக்கிறதா?			அதிகம்/புறக்கணிக்கத்தக்கது/சிலநேரங்களில்
அதிக CO_2 செறிவுகளில் ஒளிமூச்சி இருக்கிறதா?			அதிகம்/புறக்கணிக்கத்தக்கது/சிலநேரங்களில்
உகம வெப்பநிலை			30 – 40C / 20 – 25C / 40Cக்குமேல்

சான்றுகள்		வெவ்வேறு தாவரங்களின் இலைகளை குறுக்கே வெட்டி ரூண்ணோக்கியில் உறையுடற்கூறு இருக்கிறதா என்று கண்டறிக. பொருத்தமான நெடுக்கைகளில் பட்டியலிடுக.
-----------	--	---

13.10 ஒளிச்சேர்க்கையில் விளைவூட்டும் காரணிகள்

ஒளிச்சேர்க்கையில் விளைவூட்டும் காரணிகளை நாம் புரிந்துகொள்ளவேண்டும். ஒளிச்சேர்க்கையின் விளைவேகம் பயிர்த்தாவரங்கள் உட்பட்ட எல்லாத்தாவரங்களின் விளைபயன்களையும் தீர்மானிப்பதில் மிகவும் முக்கியமானது. ஒளிச்சேர்க்கையில் தாவரக்காரணிகளும் (உட்காரணிகள்) வெளிக்காரணிகளுமான பல காரணிகள் விளைவூட்டுகின்றன. தாவரக்காரணிகளில் இலைகள், இலையிடைத்திசுவணுக்கள், பசுங்கணிகங்கள் ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கை, அளவு, வயது, செறிவு ஆகியவையும் CO_2 இன் உட்செறிவும் பச்சையத்தின் அளவும் அடங்குகின்றன. தாவரக்காரணிகள் தாவரத்தின் மரபியப்பின்னணியையும் வளர்ச்சியையும் சார்ந்திருக்கின்றன.

வெளிக்காரணிகளில் கதிரொளி கிடைப்பது, வெப்பநிலை, CO_2 செறிவு, நீர் ஆகியவை அடங்குகின்றன. தாவரம் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடும்போது இந்த எல்லாக்காரணிகளும் ஒளிச்சேர்க்கைவிளைவேகத்தில் ஒரேநேரத்தில் விளைவூட்டுகின்றன. இவ்வாறு பல காரணிகள் இடைவினைபுரிந்து ஒரேநேரத்தில் விளைவூட்டும்போது, வழக்கமாக ஒரு காரணி பெருங்காரணியாகவோ வீதத்துக்கு வரம்பிடும் காரணியாகவோ இருக்கிறது. எனவே, எந்த நேரத்திலும் உகம மட்டங்களுக்கு குறைவாக கிடைக்கும் காரணிகளே வினைவீதத்தை தீர்மானிக்கின்றன.

(உயிரிய)வேதியிய நிகழ்முறையில் பல காரணிகள் விளைவூட்டும்போது பிளாக்குமனின் வரம்பிடுகாரணிவிதி நடைமுறைக்கு வருகிறது. இந்த விதியின் கூற்று பின்வருமாறு.

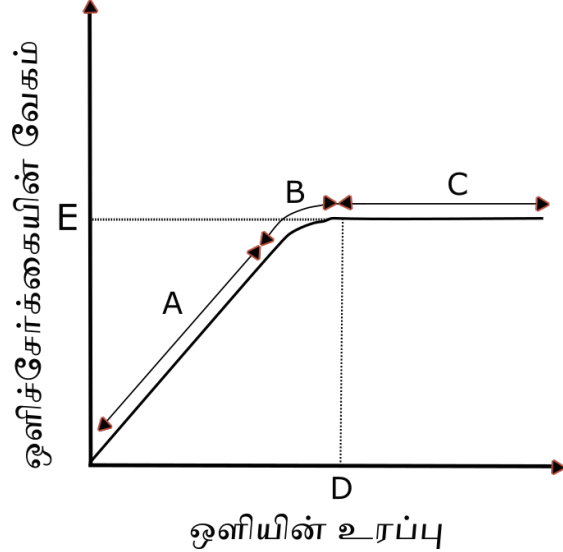
ஒரு வேதிநிகழ்முறையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட காரணிகள் விளைவூட்டினால், அதன் விளைவேகத்தை தன் மீச்சிறும மதிப்புக்கு மீயருகிலுள்ள காரணி தீர்மானிக்கிறது. இந்தக்காரணியின் அளவில் ஏற்படும் மாற்றமே நிகழ்முறையின் விளைவேகத்தை நேரடியாக மாற்றுகிறது.

சான்றாக, பச்சையிலைகள், உகமவொளி, CO_2 ஆகியவை கிடைக்கும்போதும் வெப்பநிலை மிகக்குறைவாயிருந்தால் தாவரம் ஒளிச்சேர்க்காமலிருக்கலாம். இந்த இலை சரியான வெப்பநிலையில் ஒளிச்சேர்க்கையை தொடங்கும்.

13.10.1 ஒளி

ஒளிச்சேர்க்கையின் காரணியாக ஒளியை உரையாற்றும்போது ஒளியின் தரம், ஒளியின் உரப்பு, அதன் வீழ்நேரம் ஆகியவற்றை வேறுபடுத்தி அறியவேண்டும். குறைந்த ஒளியுரப்புகளில் வீழும் ஒளிக்கும் CO_2 இருப்பித்தலின் விளைவேகத்துக்கும் ஒரு நேரிய தொடர்பு இருக்கிறது. அதிக உரப்புகளில், வேகம் படிப்படியாக அதிகரிக்கவில்லை; ஏனெனில் மற்ற காரணிகள் வரம்பிடுகின்றன (படம் 13.10).

இங்கு ஆர்வமானது என்னவென்றால், ஒளித்திகட்டல் கதிரொளியின் 10 நூற்று வீதத்திலே ஏற்படுகிறது. எனவே, நிழலிலுள்ள தாவரங்களையும் அடர்ந்த காடுகளிலுள்ள தாவரங்களையும் தவிர, இயற்கையில் ஒளி ஒரு வரம்பிடுகாரணியே அன்று. ஓரளவுக்குமேல் ஒளியின் அளவு அதிகரிக்கும்போது பச்சையம் சிதையத்தொடங்கி ஒளிச்சேர்க்கை குறைகிறது.



படம் 13.10 ஒளிச்சேர்க்கையின் விளைவேகத்தின்மீது ஒளியுரப்பின் விளைவைக்காட்டும் வரைபடம்

13.10.2 கரிமவீராக்குசைட்டின் செறிவு

கரிமவீராக்குசைடு ஒளிச்சேர்க்கைக்கு ஒரு பெரிய வரம்பிடுகாரணி. வளிக்கோளத்தில் CO_2 இன் செறிவு மிகக்குறைவு (0.03யிலிருந்து 0.04வரையான நூற்று வீதம்). செறிவை 0.05 நூற்று வீதம்வரை அதிகரிப்பது CO_2 இருப்பித்தலின் வீதத்தை அதிகரிக்கிறது. இந்த

மட்டத்துக்குமேல் சேதமாக்கும் நெடுங்கால விளைவு ஏற்படுகிறது.

C_3 தாவரங்களும் C_4 தாவரங்களும் CO_2 இன் செறிவுக்கு வெவ்வேறாக மறுவினையளிக்கின்றன. குறைந்த ஒளிநிலைமைகளில் உயர் CO_2 செறிவுக்கு இருவிதத்தாவரங்களும் மறுவினையளிக்கவில்லை. உயர் ஒளியுரப்புகளில் இருவிதமான தாவரங்களிலும் ஒளிச்சேர்க்கை வேகம் அதிகரிக்கிறது. முக்கியமாக நோக்க வேண்டியது என்னவென்றால், C_4 தாவரங்கள் சுமார் $360 \mu L L^{-1}$ இல் தெவிட்டலையடைகின்றன; ஆனால், C_3 தாவரங்கள் CO_2 செறிவின் அதிகரிப்புக்கு மறுவினையளிப்பது தொடர்கிறது. இவை $450 mL L^{-1}$ க்குமேலே தெவிட்டலையடைகின்றன. எனவே, CO_2 மட்டம் C_3 தாவரங்களுக்கே வரம்பிடுகின்றது.

C_3 தாவரங்கள் அதிக CO_2 செறிவில் ஒளிச்சேர்க்கையின் வினைவேகத்தை அதிகரித்து அதிக உற்பத்தியை தருவதன் உண்மை தக்காளி, குடமிளகாய் போன்ற பசங்குடிற்பயிர்களில் பயன்படுகிறது. இவற்றை கரிமவீராக்குசைட்டால் வளமூட்டிய வளிச்சூழலில் வளர்ப்பதால் அதிக விளைபயனை பெறுகிறோம்.

13.10.3 வெப்பநிலை

இருள்வேதிவினைகள் ஊக்கிப்புரதங்களால் வினையூக்கமடையும் வேதிவினைகள் என்பதால்

இவை வெப்பநிலையை சார்ந்திருக்கின்றன. ஒளிவேதிகளும் வெப்பநிலைக்கு சுரணையுடையவை எனினும், அவை குறைந்தளவுக்கே வெப்பநிலையை சார்ந்திருக்கின்றன. C_4 தாவரங்கள் உயர்வெப்பநிலைக்கு மறுவினையளித்து அதிக வேகத்தில் ஒளிச்சேர்க்கையை விளைவிக்கின்றன; C_3 தாவரங்களுக்கு உகமவெப்பநிலை குறைவு.

வெவ்வேறு தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கைக்கான உகமவெப்பநிலை அவை தகவமைந்த வாழிடத்தையும் சார்ந்திருக்கிறது. வெப்பமண்டலத்தாவரங்களுக்கு மிதமான சூழ்பருவத்துக்கு தகவமைந்த தாவரங்களைவிட உகமவெப்பநிலை அதிகம்.

13.10.4 நீர்

ஒளிவேதிவினைகளில் நீர் ஒரு வினைபொருள் எனினும், நீரின் விளைவு ஒளிச்சேர்க்கையில் நேரடியாக இல்லாமல் பொதுவாக தாவரத்தின்மீதுள்ள விளைவே. நீர்த்தகைப்பால் இலைத்துளைகள் மூடிக்கொள்கின்றன. இதனால் CO_2 கிடைப்பது குறைகிறது. மேலும், நீர்த்தகைப்பு இலைகளை வதங்கச் செய்கிறது. இதனால் இலைகளின் மேற்பரப்பளவு குறைந்து அவற்றின் வளர்சிதைமாற்றச் செயல்களும் குறைகின்றன.

சுருக்கவுரை

பசுந்தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையால் தம் உணவை ஆக்குகின்றன. இந்த நிகழ்முறையின்போது இலைகள் வளிக்கோளத்திலிருந்து கரிமவீராக்குசைட்டை இலைத்துளைகளின்வழி எடுத்து குளுக்கோசு, தரசம் போன்ற கரிமநீரேட்டுகளை ஆக்க பயன்படுத்துகின்றன. ஒளிச்சேர்க்கை தாவரங்களின் பச்சைப்பகுதிகளில் முக்கியமாக இலைகளில் நடைபெறுகிறது. இலைகளிலுள்ள இலையிடைத்திசுவணுக்களில் பெரும் எண்ணிக்கையான பசுங்கணிகங்கள் உள்ளன. இவை CO_2 இன் இருப்பித்திலுக்கு பொறுப்பாகின்றன. பசுங்கணிகத்தின் சவ்வுகளில் ஒளிவேதிவினைகள் நிகழ்கின்றன. வேதித்தொகுத்தாக்க வழிப்பாதை மெத்தணியில் நிகழ்கிறது. ஒளிச்சேர்க்கையில் ஒளிவேதிவினை, கரிமவிருப்பித்தல்வினை ஆகிய இரண்டு கட்டங்கள் உள்ளன. ஒளிவேதிவினையில் ஒளியாற்றலை ஒளியறுவடைக்கூட்டுமத்திலுள்ள நிறமிகள் உட்கவர்ந்து வேதிவினைமையத்திலுள்ள முதற்பச்சையத்துக்கு செலுத்துகின்றன. ஒம1, ஒம2 எனப்படும் இரண்டு ஒளியமைப்புகள் உள்ளன. ஒம1இலுள்ள வேதிவினைமையத்தில் $700 nm$ இல் உட்கவரும் முதற்பச்சையம் உள்ளது; ஒம2இன் மையத்தில் $680 nm$ இல் சிவப்பொளியை உட்கவரும் இரண்டாம்பச்சையம் உள்ளது. ஒளியை உட்கவர்ந்தபின் எதிர்மின்னிகள் கிளர்ச்சியடைந்து ஒம2இன்வழியும் ஒம1இன்வழியும் சென்று இறுதியில் நிடிருபாவுக்குச்சென்று நிடிருபாதவை ஆக்குகிறது. இந்த நிகழ்முறையின்போது பையனையத்தின் சவ்வினூடாக ஒரு நேர்மின்னிச்சாய்வு உருவாகிறது. இந்த சாய்வை மீளமைக்க நேர்மின்னிகள் அமுபாத்தொகுவுக்கியின் பைபுகிப்பகுதியின்வழி திரும்பிச்செல்வது அமுபாவை தொகுத்தாக்க போதுமான ஆற்றலை வெளியிடுகிறது. நீர்மூலக்கூறு உடைவது ஒம2உடன் தொடர்பானது. இதனால் O_2 உம் நேர்மின்னிகளும் வெளியேறி எதிர்மின்னிகள் ஒம2க்கு செல்கின்றன.

கரிமவிருப்பித்தலான நிகழ்முறையில் இரிகசலூக்கி என்ற ஊக்கிப்புரதம் இரிபா எனும் ஐங்கரிமச்சேர்மத்துடன் CO_2 ஐ சேர்த்து அதை பாகிவ எனும் முக்கரிமச்சேர்மத்தின் இரண்டு மூலக்கூறுகளாக மாற்றுகிறது. பிறகு இது கால்வின்சுழற்சியில் மூவோசாக மாறுகிறது; இரிபாவும் மீளருவாகிறது. இந்த நிகழ்முறையின்போது ஒளிவேதிவினையில் உருவான அமுபாவும் நிடிருபாதவும் பயன்படுகின்றன. C_3 தாவரங்களில் இரிகசலூக்கி ஒரு வீணான ஆக்குசிசனேற்றத்தையும் வினையூக்குகிறது. இதை ஒளிமூச்சு என்கிறோம்.

சில வெப்பமண்டலத்தாவரங்களில் C_4 வழிப்பாதை எனப்படும் ஒரு தனித்துவ வகையான ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. இந்த தாவரங்களில் இலையிடைத்திசுவில் நடைபெறும் CO_2 இருப்பித்தலின் முதல் விளைபொருள் ஒரு நாகரிமச்சேர்மம். கற்றையுறையணுக்களில் கால்வின்வழிப்பாதை கரிமநீரேட்டுகளை தொகுத்தாக்குகிறது.

பயிற்சிகள்

1. ஒரு தாவரத்தின் வெளித்தோற்றத்தை பார்த்து அது C_3 ஆ C_4 ஆ என்று சொல்லவியலுமா? ஏன்? எவ்வாறு?
2. ஒரு தாவரத்தின் எந்த உட்கட்டமைப்பை பார்த்து அது C_3 ஆ C_4 ஆ என்று சொல்லலாம்? விளக்குக.
3. C_4 தாவரத்தில் மிகச்சில அணுக்களே உயிரியத்தொகுத்தாக்கமான கால்வின்வழிப்பாதையை மேற்கொண்டாலும் அவை அதிக உற்பத்தியானவை. ஏன் என்று உரையளிக்க.
4. இரிகசலுக்கி என்ற ஊக்கிப்புரதம் கரிமாக்குசிகலுக்கியாகவும் ஆக்குசினேற்றலுக்கியாகவும் செயலாற்றுகிறது. C_4 தாவரங்களில் இரிகசலுக்கி அதிக கரிமாக்குசிகவேற்றத்தை செய்வது ஏன் என்று நினைக்கிறீர்கள்?
5. அதிகளவான இரண்டாம்பச்சையமுள்ளதும் முதற்பச்சையம் இல்லாததுமான தாவரங்கள் இருப்பதாக கொள்வோம். இதில் ஒளிச்சேர்க்கை நிகழுமா? அப்படியெனில், தாவரங்களில் இரண்டாம்பச்சையமும் அதன் துணைநிறமிகளும் ஏன் இருக்கின்றன?
6. இருளில் வைத்த இலையின் நிறம் பலநேரங்களில் மஞ்சளாகவோ மங்கிய பச்சையாகவோ இருப்பது ஏன்? எந்த நிறமி அதிக நிலைப்புமையுள்ளது என்று நினைக்கிறீர்கள்?
7. ஒரே தாவரத்தில் நிழற்பக்கமாகவுள்ள இலைகளை கதிரவப்பக்கமாகவுள்ள இலைகளுடன் ஒப்பிடுக. மாற்றாக, கதிரவ ஒளியில் வைத்த தொட்டிச்செடியை நிழலில் வைத்ததுடன் ஒப்பிடுக. இவற்றுள் எதில் அடர்பச்சையான இலைகள் உள்ளன? ஏன்?
8. படம் 13.10 ஒளிச்சேர்க்கையின் வேகத்தில் ஒளியின் விளைவை காட்டுகிறது. வரைபடத்தின் அடிப்படையில் கீழ்க்காணும் கேள்விகளுக்கு விடையளிக்க.
 - a. வரைபடத்தின் A , B , C ஆகிய எந்தப்புள்ளியில் (புள்ளிகளில்) ஒளி வரம்பிடுகாரணி?
 - b. A வட்டாரத்தில் எது வரம்பிடுகாரணியாகலாம்?
 - c. வரைபடத்தில் B யும் C யும் எதை குறிப்பிடுகின்றன?
9. கீழ்க்காண்பவற்றை ஒப்பிடுக.
 - a. C_3 வழிப்பாதையும், C_4 வழிப்பாதையும்
 - b. சுழல ஒளிப்பாசுபேட்டேற்றமும், சுழலற்ற ஒளிப்பாசுபேட்டேற்றமும்
 - c. C_3 தாவரத்திலும் C_4 தாவரத்திலும் இலையின் உடற்கூறு.