

ஒளிச்சேர்க்கை

ஐசக் அஸிமோவ்



தமிழில்

இ.ஹேமபிரபா
பூ.கொ.சரவணன்
நா.இரா.கௌதம்
சூ.அருண்குமார்
வ.விஷ்ணு

1. ஆக்சிஜன்

சுவாசிப்பதால் தான் நாம் அனைவரும் உயிருடன் இருக்கிறோம். காற்றினை நுரையீரல் வரை உள்ளிழுத்து பின் வெளியிடுகிறோம். நாம் உள்ளிழுக்கும் காற்றில் ஐந்தில் ஒரு பங்கு ஆக்சிஜன் அணுக்கள் இருக்கின்றன. இந்த ஆக்சிஜன் நம் உடலில் உள்ள கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜனுடன் வேதிவினை புரிகிறது. இதனால், கார்பன் கரியமில வாயுவாகவும், ஹைட்ரஜன் தண்ணீராகவும் மாறுகிறது.

நுரையீரலில் நாம் காற்றை உள்ளிழுக்கும்போது இருக்கும் ஆக்சிஜன், அதை வெளிவிடும்போது இருக்காது. மாறாக, அதில் கரியமில வாயுவும் நீராவியும் மட்டுமே வெளிவருகிறது. இந்த செயல்முறையே சுவாசம் எனப்படுகிறது.

சுவாசம் இடையுறாது எல்லா நேரமும் நிகழ்ந்து கொண்டு இருக்கிறது. எந்த மனிதனும் விலங்கும் இதற்கு விதிவிலக்கன்று. மில்லியன் கணக்கான ஆண்டுகளாக உயிர்கள் சுவாசித்துக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆனால் இன்னும் ஏன் ஆக்சிஜன் அனைத்தும் தீர்ந்து போகவில்லை? கரியமிலமும் தண்ணீரும் தானே உலகம் முழுதும் இருக்க வேண்டும்?

நம் உடலில் கார்பனையும் ஹைட்ரஜனையும் தொடர்ந்து வழங்குவது எது? அது ஏன் இன்னும் தீரவில்லை?

அதை வழங்குவது நாம் உண்ணும் உணவே! உணவுக்கு எங்கிருந்து கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் வருகின்றன? நாம் காய்கறிகளையும், கனிகளையும் உண்கிறோம் அல்லது அவற்றை உண்ணும் மாடு, கோழி, ஆடு போன்ற

விலங்கினங்களை உண்கிறோம். ஆக எவ்வாறாயினும் கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் தாவரங்களில் இருந்தே வருகின்றன. தாவரங்களுக்கு அவை எங்கிருந்து கிடைக்கின்றன? அவை உண்பதில்லையே?

இப்பொழுது மொத்தமாக இரு பெரும் கேள்விகள் உள்ளன; ஒன்று, நாம் சுவாசிக்கும் ஆக்சிஜன் ஏன் தீரவில்லை? இரண்டு, நாம் தாவரங்களில் இருந்து பெறும் கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் ஏன் தீரவில்லை?

தாவரங்களை ஆராய்வதில் இருந்து தொடங்குவோம். தாவரங்களுக்கு நீரும், மண்ணும் நாம் வழங்காவிட்டால் அவை வளருவதில்லை. அப்படியானால், மண்ணும் தண்ணீரும் தான் தாவரங்களாக மாறி விடுகின்றனவா?

1643-ல் பெல்ஜிய விஞ்ஞானி ஹெல்மாண்ட் இதைப் பரிசோதிக்க எண்ணினார். ஒரு குறிப்பிட்ட எடைகொண்ட மண்ணை எடுத்து அதில் ஒரு மரக்கன்றை தொட்டியில் நட்தார். பின், தண்ணீரைத் தவிர வேறெதுவும் உள்ளே புகாத வண்ணம் அதை மூடி விட்டார். ஐந்து வருடங்கள் அதற்கு நீரற்றி வளர்த்து, பின் அதை வேருடன் பிடுங்கினார். அதில் இருந்த எல்லா மண்ணையும் மீண்டும் தொட்டிக்குள் விட்டுவிட்டு அதை எடையிட்டார். மரத்தின் எடையோ 164 பவுண்டுகள் கூடியிருந்தது. மண்ணோ இரண்டே அவுன்ஸ் தான் குறைந்திருந்தது. ஆக, தண்ணீர் தான் தாவரமாக உருமாறுகிறது போலும் என நினைத்தார்.

ஒவ்வொரு பொருளும் வெவ்வேறு அணுக்களால் ஆனது என்று அவர் காலத்தில் அறிந்திருக்கவில்லை.

மரத்தைத் தொடுவது மண்ணும் தண்ணீரும் மட்டுமே அல்ல. காற்றும் தொடுகிறது. ஹெல்மாண்ட் அதைக் கணக்கில் எடுக்கவில்லை. அவர் காலத்தில் மக்கள் யாரும்



ஹெல்மாண்ட்

காற்றைப் பெரிதாக நினைத்ததே இல்லை.

ஆ யி னு ம் , ஹெல்மாண்ட் காற்றை ஆராய ஆரம்பித்தார். காற்றில் பல விதங்கள் இருப்பதைக் கண்டார். விறகை எரிக்கும்போது வேறு விதமான காற்று

வருவதைக் கண்டார். சாதாரணக் காற்று போல் அல்லாமல் இந்தக் காற்று நீரில் கரைவதைக் கண்டார்.

அது கரியமிலம் என்று நாம் இன்று அறிந்தாலும் அவர் காலத்தில் ஹெல்மாண்ட் உணரவில்லை.

ஆங்கில விஞ்ஞானி ஹேல்ஸ் அதை இன்னும் ஆராய்ந்து, 1727-ல் செடியின் வளர்ச்சிக்கும், காற்றில் உள்ள வாயுக்கும் தொடர்பிருக்கலாமோ என்று யோசித்தார். ஆனால் எந்த வாயு என்று அவரால் கணக்கிட முடியவில்லை.

பின்னர் 1756-ல் பிரிட்டிஷ் ஆராய்ச்சியாளர் ஜோசப் ப்ளாக் என்பவர் கரியமிலம் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்தார். அது கனிமங்களோடு கலந்து சுண்ணாம்புக் கல்லாக மாறுவதை அறிந்தார். பின்னர், கரியமிலத்தை காண்பிக்காமலேயே வெறும் காற்றில் விட்டாலே அது கல்லாக மாறி-விடுவதையும் கண்டார்.

1772-ல், ரூதர்போர்ட் ஒரு மூடிய பெட்டியில் மெழுகுவர்த்தியை கொளுத்தினார். சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் அது அணைந்து விட்டது.

அப்படியானால், இருந்த மொத்தக் காற்றையும் தீர்த்துவிட்டுக் கரியமிலத்தால் நிரப்பி விட்டது என்று முடிவு செய்தார்.

கரியமிலம் வேறு சில வேதிப்பொருட்களுடன் வினை புரியக் கூடியது. அந்த வேதிப்பொருளை பெட்டிக்குள் வைத்தபோது, அது எல்லாக் கரியமிலத்தையும் எடுத்து விட்டது. ஆனால் அதற்குப் பின்னரும் உள்ளே காற்று மிச்சம் இருந்தது. அதில் மெழுகுவர்த்தி எரியவே இல்லை. ரூதர்போர்ட் இந்தக் காற்றை நைட்ரஜன் என்று பெயரிட்டார்.

1774-ல் ப்ரீஸ்ட்லி என்ற விஞ்ஞானி காற்றிலிருந்து பிரித்த ஒருவகை வாயுவில் பொருட்கள் தகதக வென்று எரிந்தன. மெல்லப் புகைந்து கொண்டிருக்கும் விறகுக்கட்டை கூட இந்த வாயுவில் சுடர் விட்டு எரியத் தொடங்கியது. இந்த வாயுவிற்கு ஆக்சிஜன் எனப் பெயரிடப்பட்டது.

1775-ல் பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி லெவாய்சியர் அனைத்தையும் ஒன்று கூட்டினார். காற்று என்பது இரு வகை வாயுக்களின் கலவை ஆகும். ஐந்தில் ஒரு பாகம் ஆக்சிஜனும் மீதிப் பாகம் நைட்ரஜனும் கலந்தது ஆகும்.

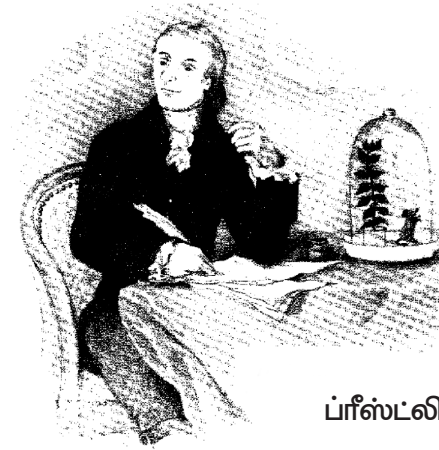
லெவாய்சியர் இதைக் கூறிய பின் எழுந்த



லெவாய்சியர்

அடுத்த கேள்வி, நாம் மூச்சிழுப்பதாலும் பூமியில் உள்ள அனைத்து நெருப்புகளாலும் ஏன் ஆக்சிஜன் தீர்ந்து போகவில்லை? ஏன் கரியமிலத்தால் நிரம்பவில்லை? அப்படி நடந்திருந்தால், இந்நேரம் எல்லா உயிர்களும் மூச்சு முட்டி இறந்திருக்கும், எந்தப் பொருளும் எரிய முடியாது.

அப்போ எங்கிருந்தோ ஆக்சிஜன் தொடர்ந்து வந்து கொண்டே இருப்பது போல் தெரிகிறது. எங்கிருந்து?



ப்ரீஸ்ட்லி

ப்ரீஸ்ட்லி இதற்கு விடை கூறினார். அவர் ஒரு எலியை மூடிய பாத்திரத்தில் விட்டார். அதில் உள்ள ஆக்சிஜன் தீர்ந்த பின் எலி மாண்டு போனது.

தாவரங்களும் இந்த ஆக்சிஜனற்ற காற்றில் இறந்து போகுமா எனச்

சோதிக்க, ஒரு புதினாச்செடியின் துண்டை நீர்க்குவளையில் இட்டு உள்ளே வைத்தார்.

ஆனால் அது இறக்கவில்லை. பல மாதங்கள் நன்றாக அதில் வளர்ந்து வந்தது. மேலும், இப்பொழுது ஒரு எலியை அதில் விட்டபோது, அதுவும் மடியவில்லை. மெழுகுவர்த்தி கூட அதில் எரிய ஆரம்பித்தது.

ப்ரீஸ்ட்லியால் இதைப் புரிந்து கொள்ள முடியவில்லை. ஏனெனில் அவர் காலத்தில் இன்னமும் லெவாய்சியர்



ஆக்ஸிஜனைக் கண்டுபிடித்திருக்கவில்லை. ஆனால் அவர் கண்டுபிடித்த பின் எல்லாம் புரிந்தது. விலங்குகள் ஆக்ஸிஜனைத் தீர்த்தாலும் செடி எப்படியோ அதை மீண்டும் உருவாக்குகிறது. அதனால் பூமியில், செடி கொடிகள் இருக்கும்வரை ஆக்ஸிஜன் தீர்ந்து போகாது.

2. ஒளியும் கார்போஹைட்ரேட்டும்

ஆக்சிஜன் நமது உடலில் உள்ள பொருண்மங்களுடன் சேரும்போது கரியமிலவாயுவும் நீரும் உருவாகிறது; கூடவே ஆற்றலும் உற்பத்தி ஆகிறது. நாம் ஓடியாடி வேலை செய்யத் தேவையான ஆற்றல் மொத்தமும் இந்த வேதியல் ஆற்றலில் இருந்தே பெறுகிறோம்.

பிரீஸ்ட்லியின் காலத்தில், விஞ்ஞானிகளிடம் ஆற்றல் பற்றிய தெளிவான கருத்துகள் இல்லை. பின்னர் வந்த நாட்களில் தான் அதைப் பற்றிய நிறைய செய்திகள் புரிந்துகொள்ளப்பட்டன.

கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜனுடன் சேரும்போது ஆக்சிஜனால் ஆற்றலை உருவாக்க முடியுமென்றால், அதையே தலைகீழாக செய்ய முடியுமா? அதாவது, ஆற்றலை வைத்து ஆக்சிஜனை உருவாக்க முடியுமா? இது சாத்தியமே என்று விஞ்ஞானிகள் அறிந்தனர்.

அப்படியானால், செடிகொடிகள் ஆக்சிஜனை உற்பத்தி செய்யும் அதே வேளையில் ஆற்றலையும் செலவழித்துக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்த ஆற்றலை எங்கிருந்து பெறுகின்றன?

இதற்கு டச்சு விஞ்ஞானி இங்கென்ஹெளஸ் விடை கண்டார். தாவரங்கள் ஆக்சிஜன் தயாரிக்கும் செயல்பாட்டை ஆராய்ச்சி செய்த அவர், அது வெளிச்சத்தில் மட்டும் தான் நடைபெறுகிறது என்று கண்டார். இருளில் ஆக்சிஜன் தயாரிக்கப்படுவது இல்லை.

ஆகையால், சூரிய வெளிச்சத்தில் ஆற்றல் உள்ளது; அதுவே தாவரங்களை வளரச் செய்யவும் காய்கனிகள் உருவாகவும் வழி செய்கிறது; அதுவே ஆக்சிஜன்

உற்பத்திக்கும் அடிப்படை ஆகிறது. இந்தச் செயல் பாட்டிற்கு “ஒளிச்சேர்க்கை” என்று பெயர்.

ஒளிச்சேர்க்கை உலகின் தலையாய வேதியல் செயலாகும். விலங்கும் மனிதனும் உயிர்வாழ வேண்டிய உணவும் ஆக்சிஜனும் இதன் மூலமே தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஆற்றல் சூரிய ஒளியிலிருந்து வருகின்றது, ஹைட்ரஜன் தண்ணீரிலிருந்து வருகின்றது, ஆனால் கார்பன் எதிலிருந்து வருகிறது? இந்த புதிர் இன்னும் விடுபடவில்லை.

1782-ல் சுவிட்சர்லாந்து விஞ்ஞானி ஜீன் காற்றின் கரியமிலத்திடமிருந்து வரலாம் என்று கருத்துரைத்தார். 1804ல் இன்னொரு விஞ்ஞானி நிகோலஸ், ஹெல்மான்ட் பரிசோதனையை மீண்டு முயற்சித்தார். இம்முறை, தண்ணீருடன் சேர்த்து கரியமிலமும் செடிக்கு வழங்கினார். அவற்றின் அளவு எவ்வளவு குறைகிறது என்பதையும், செடியின் எடை எவ்வளவு உயருகிறது என்பதையும் ஒத்துப் பார்த்தார். உண்மையாகவே செடியின் சாரம், தண்ணீர்திடமிருந்தும், கரியமிலத்திடமிருந்துமே வருவதைக் கண்கூடாகப் பார்த்தார்.

மொத்தமாகக் கூற வேண்டுமானால்,

தாவரங்களில்,

கரியமிலம் + நீர் + ஒளி ஆற்றல் → உணவு + ஆக்சிஜன் (ஒளிச்சேர்க்கை)

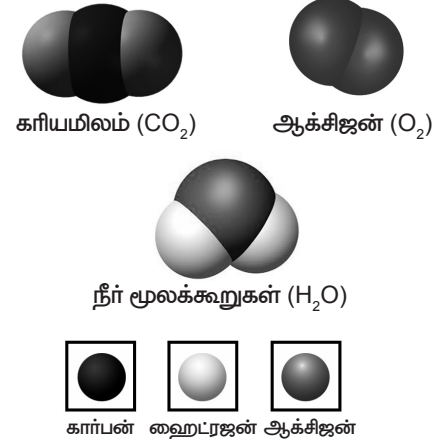
விலங்குகளில்,

உணவு + ஆக்சிஜன் → கரியமிலம் + நீர் + வேதியல் ஆற்றல் (சுவாசம்)

ஒளிச்சேர்க்கையும் சுவாசமும் எதிரெதிரானவை. மொத்தத்தில், ஒளி ஆற்றல், வேதியல் ஆற்றலாக

மாற்றப்படுகிறது. ஒளி ஆற்றல், சூரியனிடமிருந்து காலங்காலமாக வந்து கொண்டிருக்கின்றது.

ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் சுவாசத்தில் பங்கெடுக்கும் ஆக்சிஜன், நீர், கரியமிலம் மூன்றுமே மிக எளிய மூலக்கூறுகளாகும். இரண்டோ, மூன்றோ அணுக்கள் மட்டும் சேர்ந்துருவாக்கிய மூலக்கூறுகளாகும்.



ஆனால், உணவைக் கட்டி நிறுத்தியுள்ள மூலக்கூறுகளோ, மிகவும் சிக்கலானவை. 1815-ல் ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி வில்லியம் ப்ரெளட் உணவு பொருட்களை மூன்று வகையாகப் பிரித்தார். அவை கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்பு, புரதம். முதல் இரண்டு வகையும், ஆக்சிஜன், கார்பன், ஹைட்ரஜன் அணுக்களாலான பெரிய மூலக்கூறுகளைக் கொண்டிருக்கும். புரதமோ கூடுதலாக நைட்ரஜன், சல்பர் அணுக்களை கொண்டிருக்கும்.

இம்மூன்று வகைகளில், மிகவும் பரவலாகத் தாவரங்களில் தென்படுவது கார்போஹைட்ரேட்கள். குறிப்பாக, செல்லுலோஸ் என்னும் கார்போஹைட்ரேட்

எல்லாத் தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது. வலுவாகவும் உறுதியாகவும் இருக்கும் செல்லுலோஸ், தாவரங்களைத் தாங்கி நிறுத்துகிறது. ஸ்டார்ச் எனப்படும் இன்னொரு கார்போஹைட்ரேட்டும் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. மென்மையாக இருக்கும் இது எளிதில் செரிக்கக்கூடியது. தலையான உணவாக தாவரங்களில் சேமிக்கப்படுகிறது.

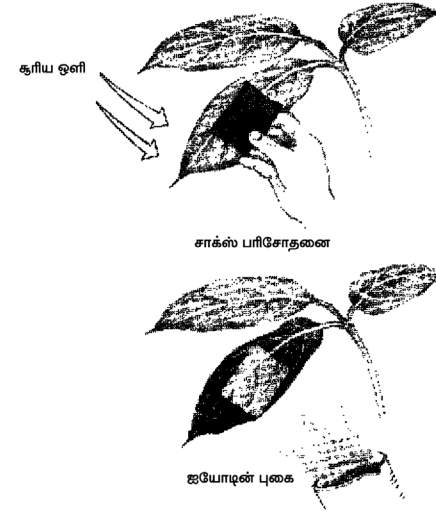
ஒரு விதத்தில் பார்த்தால், ஒளிச்சேர்க்கை கார்போஹைட்ரேட்களை உருவாக்குகிறது என்றே சுருக்கமாகக் கூறி விடலாம். ஏனெனில் இன்று கொழுப்பையும் புரத்தையும் கார்போஹைட்ரேட்டிலிருந்து ஒளியாற்றல் தயாரிக்க முடியும்.

ஜெர்மன் விஞ்ஞானி ஜூலியஸ் சாக்ஸ் 1868-ல் கண்டதாவது, வெளிச்சத்தில் உணவையும் ஆக்சிஜனையும் தயாரிக்கும் தாவரங்கள் இருளில் நேர்மாறாக செயல்படுகிறது. விலங்குகளைப் போன்றே அவையும் ஆக்சிஜனைத் தன்னுள் எடுத்துக்கொண்டு கரியமிலத்தையும் தண்ணீரையும் வெளியிட்டு, விளைவாக தன்னுடலிற்குத் தேவையான ஆற்றலை வேதியல் உருவில் பெறுகிறது. எனினும், தன் தேவைக்கும் மீறி ஏராளமான அளவில் உணவையும் ஆக்சிஜனையும் வெளிச்சத்தில் உற்பத்தி செய்து விடுவதால், உபரியை விலங்குகளும் தம் தேவைக்கு உண்டு சுவாசித்தும் பயன் பெறுகின்றன.

1872-ல் சாக்ஸ் ஒரு செடியின் இலைகளில் பாதியை கறுப்புத் தாளால் மூடியும், மறுபாதியை திறவையாகவும் வெயிலில் வைத்தார்.

பொதுவாக, ஸ்டார்ச் அயோடினுடன் வேதிவினை புரிந்தால் ஒரு கருப்பு வண்ண கூட்டுப்பொருள் உருவாகும். இதை மனதிற்கொண்டு, சிறிது நேரத்திற்கு பின், அனைத்து

இலைகளிலும் அயோடின் தூமத்தைக் காட்டினார்? வெயில் பட்ட இலைகள் மட்டும் உடனடியாக கருப்பாக மாறின. மூடப்பட்டிருந்த இலைகளிடம் எந்த மாற்றமும் இல்லை. ஆதலால் வெயில் பட்ட இலைகளில் மட்டுமே ஒளிச்சேர்க்கை மூலமாக ஸ்டார்ச் உண்டாகி இருந்தது.



ஒளிச்சேர்க்கையில் எடுத்த எடுப்பிலேயே நேரடியாக ஸ்டார்ச் உருவாகாமல் படிப்படியாக நடக்க வாய்ப்பு உள்ளது. ஏனெனில், ஸ்டார்ச் மூலக்கூறுகள் மிகமிகப் பெரியவை. நூற்றுக்கணக்கான சிறு மூலக்கூறுகளால் சங்கிலி போன்று பின்னப்பட்டவை. ஒரு மொத்த ஸ்டார்ச் மூலக்கூற்றை தனித்தனி சிறுகூறுகளாக எளிதில் உடைத்து விடலாம்.

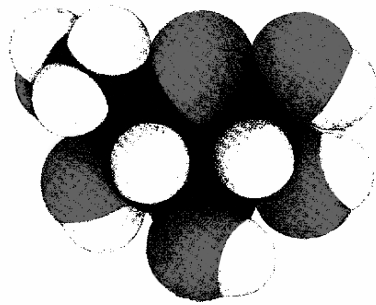
இந்த சிறு கூறுகளுக்கு “சர்க்கரை” என்று பெயர். பற்பல எண்ணிக்கைகளில் இச்சர்க்கரையை சங்கிலியாகப் பின்னி, ஒரு மொத்த ஸ்டார்ச் மூலக்கூற்றை உருவாக்குகிறது. சர்க்கரைகள் பல உண்டு. ஸ்டார்ச்சில் காணப்படும் சர்க்கரைக்கு குளுக்கோஸ் என்று பெயர்.

செல்லுலோஸ் மூலக்கூற்றிலும், குளுக்கோஸ் சர்க்கரையே நீளச் சங்கிலியாகப் பின்னப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால் பின்னப்பட்டுள்ள விதம் வேறு. ஸ்டார்ச்சில்

உள்ள பிணைப்புகள் எளிதில் உடைந்து போகும்படி இருக்கின்றன. நாம் அதை உண்டு செரிக்கும்போதும் அதுதான் நடைபெறுகிறது.

செல்லுலோசில் உள்ள பிணைப்புகள் மிக வலுவாக இருக்கிறது. அவற்றை குளுக்கோஸ் கூறுகளாக உடைப்பது கடினம். செல்லுலோசை ஒரு செல் விலங்குகளால் மட்டுமே உடைத்துச் செரிக்க முடியும். (இந்த ஒரு செல் விலங்குகள் கரையான்களின் குடல்களில் வாழ்கின்றன. அதனால் தான் கரையான்களால் மரத்தை உண்டு வாழ முடிகிறது).

விலங்குகளால் கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்பு, புரதம் என எந்த வகையான உணவிலிருந்தும் வேதியல் ஆற்றல் பெற முடியும். அனைத்திலுமே, ஆற்றல் பெறுவதற்கு முன்பாக அவற்றை உடைத்து குளுக்கோஸாக உருமாற்ற வேண்டும். வேதியல் ஆற்றல் பெறத் தேவைப்படும் வேதிப்பொருள் குளுக்கோஸே. இந்த குளுக்கோஸ் இரத்த ஓட்டத்தில் சேர்ந்து அனைத்து உறுப்புகளையும் சென்றடைகிறது.



குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு



கொழுப்பாகவோ, கனிமங்கள் சேர்க்கும்போது புரதமாகவோ உருவெடுக்கிறது.

குளுக்கோஸ் மூலக்கூற்றில் ஆறு கார்பன் அணுக்களும், பன்னிரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும், ஆறு ஆக்சிஜன் அணுக்களும் உள்ளன. இத்தனை அணுக்கள் இருப்பதை பார்க்கும்போது, ஒருவேளை இதுவும் நேரடியாக உருவாகாமல், படிப்படியாக வேறு மூலக்கூறுகளில் இருந்து தோன்றுகிறதோ என்ற எண்ணம் எழுகிறது.

ஒன்று கூட்டிப் பார்த்தால், ஒளிச்சேர்க்கையிலிருந்து உருவாவது குளுக்கோஸே என்று கொள்ளலாம். குளுக்கோஸ் கூறுகள் ஒன்றிணையும்போது ஸ்டார்ச்சாகவோ, செல்லுலோசாகவோ, அல்லது செறிவூட்டும்போது

3. பச்சையம்

இப்போது வேறு சில கேள்விகளும் நமக்கு எழுகின்றன.

ஏன் தாவரங்கள் மட்டும் ஒளிச்சேர்க்கை செய்கின்றன? விலங்குகள் ஏன் செய்வதில்லை? விலங்குகளில் இல்லாத ஏதோ ஒன்று தாவரங்களில் உள்ளது.

தாவரங்கள் பச்சையாகவே இருப்பது ஏன்? விலங்குகளில் பச்சை எதுவும் இல்லையே (சில பறவைகள் பச்சை சிறகுகளோடு உள்ளன. ஆனால் அந்த பச்சைக்கும் தாவர பச்சைக்கும் காரணமான வேதிபொருட்கள் வெவ்வேறு.)

தாவரங்கள் பச்சையாகவே தான் இருக்க வேண்டுமா? கண்டிப்பாக. தாவரங்களைப் போன்றே வடிவம், வேதிப்பொருள், எனப் பல விதத்தில் ஒத்திருக்கும் வேறு உயிரினங்களும் உள்ளன. ஆனால் அவை பச்சை அல்லாத நிறத்தில் உள்ளன. உதாரணம்-காளான். இந்த பச்சை-அல்லாத தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கை செய்வதில்லை.

ஏன் ஒரு மரமே பச்சையாக உள்ள இடத்தில் மட்டுமே ஒளிச்சேர்க்கை செய்ய முடியும். அதன் வேர்களோ, பட்டைகளோ, கிளைகளோ, குச்சிகளோ ஒளிச்சேர்க்கை செய்ய முடியாது.

1817-ல் இரு பிரெஞ்சு விஞ்ஞானிகள் பெல்ட்யாய் மற்றும் கவான்டு இந்த பச்சைப் பொருளைத் தாவரத்திடமிருந்து பிரித்தெடுத்தனர். அதற்கு “பச்சையம்” எனப் பெயரிட்டனர்.

இந்த பச்சையம் மூலக்கூறு சிக்கலான ஒன்றாக இருந்தது. கிட்டத்தட்ட ஒரு முழு நூற்றாண்டிற்குப் பின்னும் மிகச்சிறிதே அதைப் பற்றி அறிய முடிந்தது. இருப்பினும்

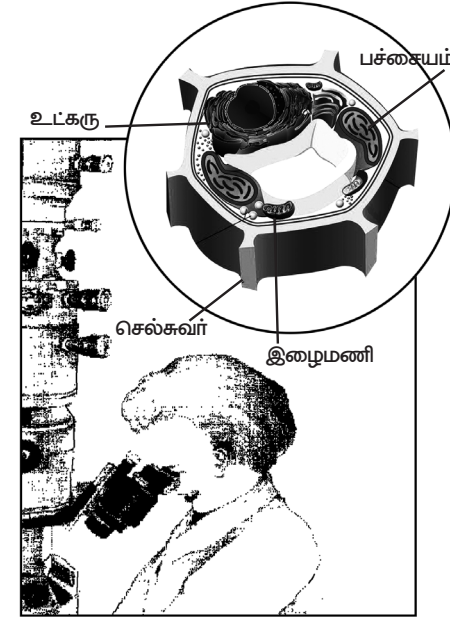
மனம் தளராது அவர்கள் அதில் ஈடுபட்டிருந்தனர். ஏனெனில், இந்தப் பொருளே ஒளிச்சேர்க்கைக்கு காரணம் என்று உறுதியாக நம்பினர்.

இறுதியாக, 1906-ல் விடைகள் வந்தன. ஜெர்மன் விஞ்ஞானி வில்ஸ்டேடர் பச்சையத்தைப் பிரித்து அதை விரிவாகக் கற்றார்.

பச்சையம் ஒற்றைப் பொருளன்று. அதில் இருவகைப் பொருட்கள் உள்ளன. “பச்சையம் அ” முக்கால் பங்கும் “பச்சையம் ஆ” கால் பங்கும் உள்ளன.

பொதுவாகவே எந்தவகை உயிரினத்தின் மூலக்கூறுகளிலும் காணப்படும் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் ஆகிய அணுக்களே இதிலும் காணப்பட்டன. ஆனால், கூடுதலாக, மக்னீசியம் இருந்தது. வில்ஸ்டேட்டருக்கு இது மிகுந்த வியப்பளித்தது. முதன் முதலாக ஒரு உயிரினத்தின் மூலக்கூற்றில் மக்னீசியம் இருப்பது இப்பொழுது தான்.

பச்சையம் அ-வில் ஐம்பத்தைந்து கார்பன் அணுக்களும், எழுபத்து இரண்டு ஹைட்ரஜன்



நுண்ணோக்கியின் கீழ் தாவர செல்

அணுக்களும், நான்கு நைட்ரஜன் அணுக்களும், ஐந்து ஆக்சிஜன் அணுக்களும், ஒரேயொரு மக்னீசியம் அணுவும் உள்ளன. பச்சையம் ஆ-வில் ஏறத்தாழ இவையே இருந்தாலும், ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் எழுபதாகவும், ஆக்சிஜன் அணுக்கள் ஆறாகவும் இருந்தன.

வில்ஸ்டேட்டரால் இந்த அணுக்களின் வரிசைகளை துல்லியமாக அறிந்துகொள்ள முடியவில்லை. ஆனாலும் அணுக்கள் வளையங்களாக அமைந்திருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். ஒவ்வொரு வளையத்திலும் ஒரு நைட்ரஜனும் நான்கு கார்பனும் இருப்பதையும் கண்டார். இதைப் பிரோல் வளையம் என்றழைப்பர். இந்தப் பணிக்காக அவருக்கு வேதியியலில் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

மற்றொரு ஜெர்மன் விஞ்ஞானி ஹான்ஸ் பிஷர் இப்பணியைத் தொடர்ந்தார். நான்கு பிரோல் வளையம் சேர்ந்து ஒரு பெரிய பார்பிரின் வளையத்தை உருவாக்கலாம் என்று அவர் கூறினார். இந்த வளையத்தின் நடுவில் ஒரு இரும்பு அணுவை வைத்து, வேறுசில சிறிய அணுச்சங்கிலிகளை வளையத்தின் விளிம்பில் பிணைத்தால் “ஹீம்” என்னும் கூட்டுப்பொருளின் அமைப்பு கிடைக்கும். இந்தக் கூட்டுப்பொருளே இரத்தத்திற்கு செந்நிறத்தைக் கொடுக்கிறது. இப்பணிக்காக இவருக்கு 1930-ல் வேதியியலில் நோபல் பரிசு கிடைத்தது.

பச்சையம் ஹீம் வடிவத்தை ஒத்திருக்கிறது. ஆனால் பார்பிரின் வளையத்தின் நடுவில், இரும்பு அணுவிற்குப் பதிலாக, மக்னீசியம் அணு உள்ளது. விளிம்பில் பிணைத்திருக்கும் இதர அணுச்சங்கிலிகள் அதிக சிக்கலானவையாக இருக்கின்றன.

1960-ல் அமெரிக்க விஞ்ஞானி உட்வார்ட், பிஷர் கூறியவாறே பச்சையத்தின் அனைத்து அணுக்களையும் ஒன்று கூட்டியமைத்து, முறையாக அடுக்கினார். இறுதியாக அவர் கையில் வடிவம் பெற்ற அந்த மூலக்கூறு பச்சையம் போன்றே அச்சு அசலாக வேலை செய்தது.

உட்வார்டும் இப்பணிக்காக வேதியியலில் நோபல் பரிசு பெற்றார்.

அப்படியானால், பச்சைத் தாவரங்களிடம் இருந்து பச்சையத்தைப் பிரித்து தனியாக ஒளிச்சேர்க்கை நடத்திக் கொள்ளலாம் என்ற எண்ணம் எழக்கூடும். உதாரணமாக, பச்சையத்தை ஒரு குடுவை நீரில் கரைத்து அதில் கரியமிலவாயுவை புகுத்தினால், அதில் குளுக்கோஸ் உருவாகுமா?

இல்லை, அது நடக்காது. பச்சையம் செடிக்கு உள்ளே வேலை செய்யும், வெளியே எடுத்தபின் வேலை செய்வதில்லை.

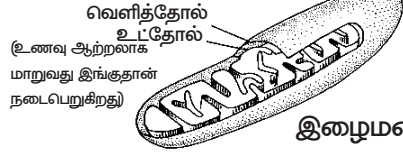
ஏன்?

ஏனெனில், பச்சையம் என்பது சிக்கலான ஒரு பெரும் கட்டமைப்பின் சிறு அங்கமாகும். இந்த மொத்த கட்டமைப்பும் சேர்ந்து தான் வேலை செய்கிறதேயொழிய தனி பச்சைய மூலக்கூறு அன்று.

தாவரங்களும் விலங்குகளும் கணக்கிலடங்கா செல்களால் ஆனவை. ஒரு செல் என்பது ஏதோ சாதாரணமான ஒரு துணுக்கு அன்று. அதில் ஏகப்பட்ட சிறு உறுப்புகள் உள்ளன.

இதில் இழை மணிதான் சுவாசத்திற்கான பொறுப்புடையது. ஆக்சிஜனையும் குளுக்கோசையும்

கொண்டு வேதியியல் ஆற்றலை உருவாக்கும் வேலை இழைமணியில் தான் நடக்கிறது.



இது தாவரங்கள், விலங்குகள் இரண்டிலுமே காணப்படுகின்றது. தாவர செல்களில் மட்டும் காணப்படும் ஒளிச்சேர்க்கைக்குப் பொறுப்பேற்கும் செல் உறுப்பு ஏதேனும் உள்ளதா?

ஆமாம்.

1883-ல், சாக்ஸ் கண்டறிந்தது யாதெனில், பச்சையம் செல்களின் எல்லா இடங்களிலும் நிறைந்திருப்பதில்லை. பச்சையமணி என்று அழைக்கப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பில் மட்டுமே காணப்படுகின்றது.

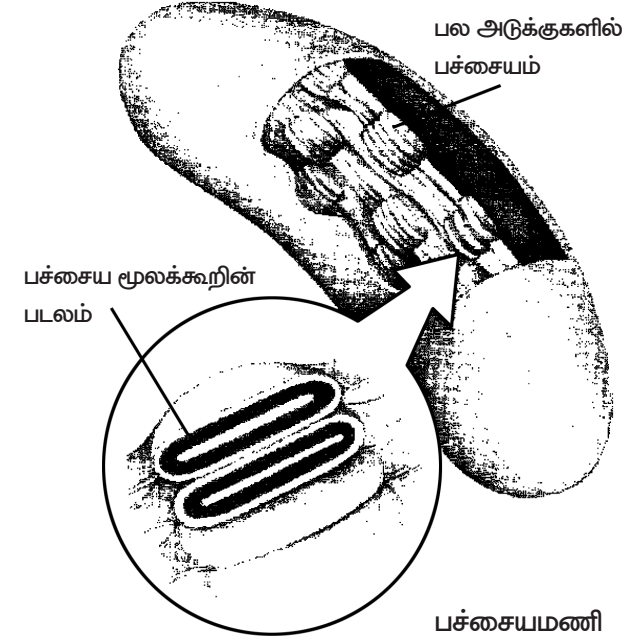
பச்சையமணி 250 - 300 பச்சையம் மூலக்கூறுகளால் வடிவமைக்கப்பட்டது. மேலும் பல நொதியங்கள் உள்ளடக்கியது.

இக்காரணங்களால் தான், பச்சையம் தனித்து வேலை செய்ய முடியாது. அது குழுக்களாக சேர்ந்து மட்டுமே வேலை செய்ய முடியும். நொதியமும் உடனிருக்க வேண்டும்.

ஒரு தாவர செல்லை உடைத்து, இழைமணியை எளிதில் பிரித்து விடலாம். ஆனால், பச்சையமணி மிக நளிமையாக இருப்பதால், தாவர செல்லை உடைக்கும்போதே, அதுவும் உடைந்து போனது. உடைந்து போன பச்சையமணித் துண்டுகள் ஒளிச்சேர்க்கை பண்ணுவதில்லை.

1954-ல் தான் டேனியல் அர்னான் என்னும் விஞ்ஞானி, தாவர செல்களை மிக மென்மையாக உடைத்து முழு

பச்சையமணிகளை பிரித்து எடுப்பதில் வெற்றி கண்டார். முழு பச்சையமணி ஒளிச்சேர்க்கை புரியவல்லது.



4. இடைநிலைகள்

பச்சையமணியையும் இழைமணியையும் இவ்வளவு சிக்கலாக அமைப்பதின் லாபம் என்ன? குளுக்கோசையும் ஆக்சிஜனையும் நேரடியாக படிபெற ஒன்று சேர்த்து கரியமில வாயுவும் நீரும் உருவாக்கினால் தவறென்ன? அதே போன்று கரியமில வாயுவையும் நீரையும் அதிரடியாக வினை புரிய வைத்து குளுக்கோசையும் ஆக்சிஜனையும் ஒரே படியில் உருவாக்கினால் குற்றமென்ன? வேலை எளிதாக முடியுமே!

இதற்குக் காரணம் உள்ளது. நேரடியாக குளுக்கோசும் ஆக்சிஜனும் இணைந்தால், ஏராளமான ஆற்றல் வெளிவரும். அதைத் தாங்க செல்களால் முடியாது. அதே போல், கரியமிலமும் நீரும் நேரடியாக இணைந்தால், அதற்கு ஏராளமான ஆற்றல் உள்ளிழுக்கப்படும். செல்களால் அதைக் கொடுக்க முடியாது.

அதனால், இந்த வினை படிப்படியாக நடக்கிறது. ஒவ்வொரு மாற்றமாக வரிசையாக நடந்து சிறு சிறு அளவுகளில் ஆற்றல் கையாளப்படுகிறது. அதுவே செல்களுக்கு சவுகரியமானது.

இத்தனை சிறு மாற்றங்களும் துல்லியமாகக் கட்டுப்பாட்டில் இருக்க வேண்டும். ஒரு மாற்றம் வேகமாகவும் மற்றொன்று மெதுவாகவும் சென்று கொண்டிருந்தால் வேலையாகாது. அந்தந்த மாற்றம் அந்தந்த வரிசைக்கிரமத்தில் நடக்காவிடில் வேலையாகாது. எனவே ஒவ்வொரு மாற்றமும் கவனமாக ஒருங்கிணைக்கப்பட்டு, அனைத்தும் சுமுகமாக நடத்தப்பட வேண்டும்.

ஒவ்வொரு மாற்றத்திற்கும் இடையில் பல்வேறு படிநிலைகளில் பல்வேறு மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன.

இந்த மூலக்கூறுகள் “இடைநிலைகள்” எனப்படும். இவை தோன்றிய உடனுக்குடனே அடுத்தடுத்த நிலைக்கு சென்று மறைந்து விடுவன.

முதன்முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட “இடைநிலை” ப்ரூக்டோஸ் இரு பாஸ்பேட். 1905-ல் ஒரு ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி, ஆர்தர் ஹார்டன் இதைக் கண்டறிந்து அதற்காக நோபல் பரிசும் பெற்றார். அவர் நீரில் செல்களும் குளுக்கோசும் கலந்தார். செல்களில் குளுக்கோஸ் உடைந்து போய் அதிலிருந்து கரியமிலவாயு குமிழிகளாக வெளியேறிக் கொண்டிருந்ததை கண்காணித்துக் கொண்டிருந்தார். சிறிது நேரத்தில் குமிழிகள் வெளியேறுவது நின்று விட்டது. அதாவது வேதிவினை நின்று விட்டது. குளுக்கோஸ் இன்னமும் மிச்சம் இருந்தது; செல்களும் உயிரோடு தான் இருந்தன; ஆனாலும் வேதிவினை நின்று போனதன் பொருளென்ன?

குளுக்கோசை உடைப்பதற்குத் தேவையான ஏதோவொரு வேதிப்பொருள் தீர்ந்து விட்டது என ஹார்டன் நம்பினார். அதனால் வெவ்வேறு வேதிப்பொருளை ஒவ்வொன்றாக சேர்த்துப் பார்த்தார். வியப்புக்குரிய வகையில், பாஸ்பேட் சேர்த்தபோது கரியமிலவாயுவின் குமிழிகள் மீண்டும் வெளியேறத் தொடங்கியது. இப்பொழுது அவர் மிச்சமிருந்த கலவையை ஆராய்ந்தபோது அதில் குளுக்கோஸ், வேறொரு சர்க்கரையான ப்ரூக்டோஸாக மாறிக்கொண்டிருந்த ஒரு இடைநிலை பொருளைக் கண்டார். அதுவே ப்ரூக்டோஸ் இரு பாஸ்பேட்.

இதற்குப் பின் வந்த நாட்களில் பல்வேறு இடைநிலைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பல இடைநிலைகளில் பாஸ்பேட் கூட்டம் இடம் பெற்றிருந்தன. ஆற்றலை ஒரு மூலக்கூற்றிலிருந்து மற்றொரு மூலக்கூற்றுக்கு

கடத்துவதற்கு பாஸ்பேட்கள் நல்ல உபயோகமானவை. குறிப்பாக, அடினோசின் மூன்று பாஸ்பேட் என்றொரு இடைநிலை மிக உபயோகமானது.

ஒளிச்சேர்க்கையின் இடைநிலைகளை ஆராய்வதை விட சுவாசத்தின் இடைநிலைகளை ஆராய்வது எளிது. சுவாசத்தை பகுதி பகுதியாகப் பிரித்து நடத்திக் கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு பகுதியையும் தனித்தனியாக ஆராய்ந்து கொள்ளலாம். ஆனால் ஒளிச்சேர்க்கையில் இது சாத்தியம் இல்லை. அதற்கு எப்போதும் பச்சையமணி உடனிருக்க வேண்டும்.

ஆராய எளிதான போதும் கூட சுவாச இயக்கத்தை விஞ்ஞானிகள் முதலில் தவறாகவே கற்றனர்.

ஆக்சிஜனை நாம் உள்ளிழுக்கும்போது அது உடலில் உள்ள கார்பனுடன் இணைந்து கரியமிலமாக மாற்றுகிறது; ஹைட்ரஜனுடன் இணைந்து தண்ணீரையும் கொடுக்கிறது. ஆனால் நீருக்கு விஞ்ஞானிகள் முக்கியத்துவம் கொடுக்கவில்லை. அவர்கள் கரியமிலத்திற்கே அக்கறை காட்டினர். ஒளிச்சேர்க்கையில் இது நேர்மாறாக நடக்க வேண்டும். அதாவது கரியமிலம் கார்பனாகவும் இரு ஆக்ஸிஜனாகவும் பிளக்க வேண்டும். ஆக்சிஜன் காற்றில் கலந்து விடும்; கார்பன் நீருடன் இணைந்து குளுக்கோசாக தங்கிவிடும்.

1937-வரை இப்படித்தான் விஞ்ஞானிகள் நம்பியிருந்தனர்.

அந்த ஆண்டு ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி ராபர்ட் ஹில் பச்சையமணிகளை இலைகளில் இருந்து பிரித்தார். பிரிக்கும் முயற்சியில் அவை சேதாரமடைந்ததால், அவை ஒளிச்சேர்க்கை செய்யவில்லை. ஏதோ முக்கியமான

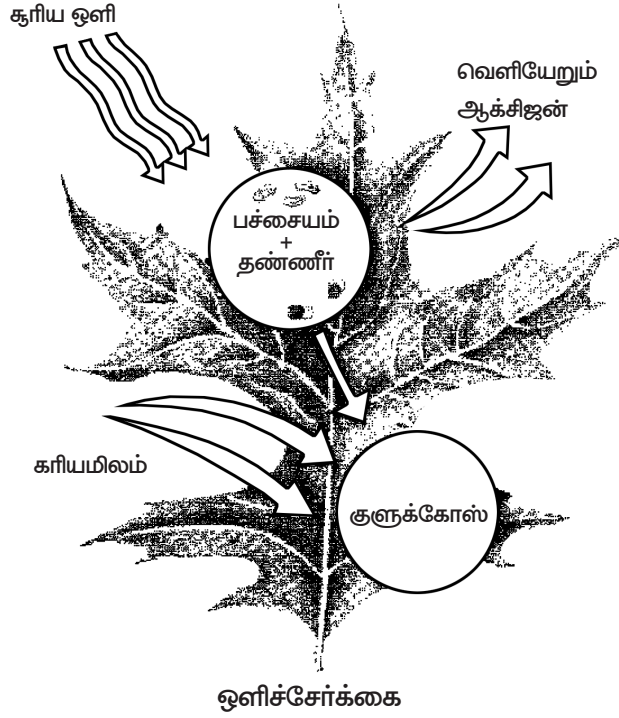
பொருளை அவை இழந்திருக்ககூடும் என்று ஊகித்து வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளை ஒவ்வொன்றாக சேர்த்துப் பார்த்தார். சில இரும்பு-சார் மூலக்கூறுகளை சேர்த்தபோது அவை ஒளிச்சேர்க்கையைத் தொடங்கியது. விஞ்ஞானிகளின் நம்பிக்கைக்கேற்ப அதில் ஆக்சிஜன் வெளியேறுவதோடு, குளுக்கோசும் உருவாக வேண்டும். ஆனால் நடந்ததோ வேறு. அதில் குளுக்கோஸ் உருவாகவில்லை, ஆக்சிஜன் மட்டுமே வெளியேறியது. குளுக்கோஸ் எங்கே?

ஒருவேளை கரியமிலதிற்குப் பதிலாக, தண்ணீர் மூலக்கூறு பிளந்ததால் ஆக்சிஜன் வெளியேறியதோ என்ற சந்தேகம் எழுந்தது. அப்படியானால் குளுக்கோஸ் உருவாகியிருக்க வாய்ப்பில்லை. ஆக்சிஜன் கரியமிலத்திடமிருந்து வருகிறதா அல்லது தண்ணீரிலிருந்து வருகிறதா என்று எப்படிக் காண்பது?

கேமன் என்ற விஞ்ஞானி இதற்கு ஒரு வழி செய்தார். செடிகளுக்கு, ஆக்சிஜன்-18 கொண்ட தண்ணீரையும், ஆக்சிஜன்-16 கொண்ட கரியமிலத்தையும் வழங்கினார். அவற்றிலிருந்து வெளியேறிய ஆக்சிஜனில் ஆக்சிஜன்-18 இருக்கக் கண்டார். ஆக, ஆக்சிஜன் தண்ணீர் மூலக்கூறு பிளப்பதால் வெளியேறுகிறது.

இத்துடன் கேள்வி முடிவிற்கு வந்தது. ஒளிச்சேர்க்கையில் ஒளி ஆற்றல் தண்ணீரை ஹைட்ரஜனாகவும் ஆக்ஸிஜனாகவும் பிளக்கின்றன. பச்சையமணியும் நொதியமும் உடனிருந்தால் இந்த ஹைட்ரஜன் கரியமிலத்துடன் சேர்ந்து குளுக்கோஸ் உருவாக்குகிறது. ஆக்சிஜன் காற்றில் கலக்கிறது.

தண்ணீர் பிளக்கப்பட்டவுடன் நடப்பதை விளக்கமாக அறிய விஞ்ஞானிகள் முற்பட்டனர். எரிகை தொடர்பான மூலக்கூறுகளின் தலையீடு இதில் இருக்க வேண்டும் என்று அவர்கள் ஊகித்தாலும் அதை உறுதிப்படுத்துவது எப்படி?



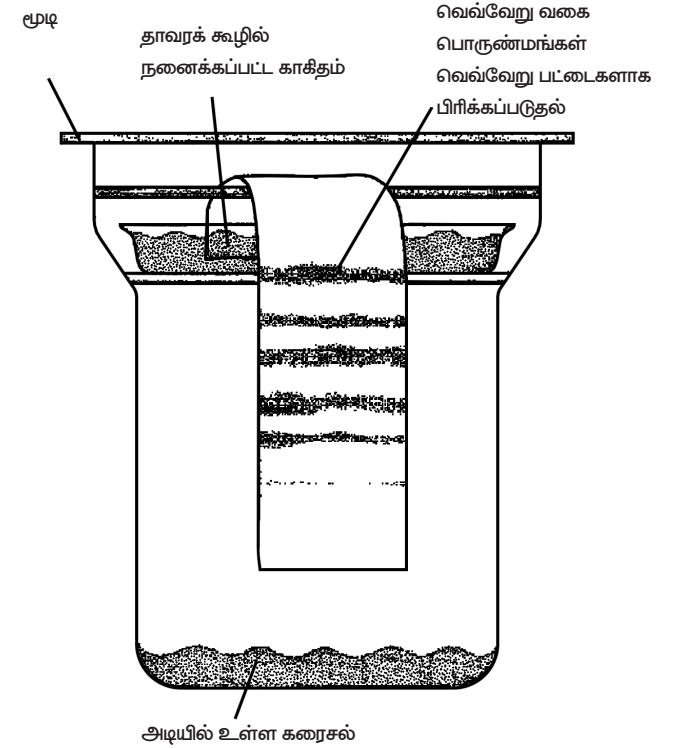
ஆக்சிஜன்-18-ஐ பயன்படுத்துவது மிகுந்த வேலையாய் இருந்தது. அதைப் பிரிப்பதும் அடையாளம் காணவும் மிகுந்த நேரம் எடுத்தது. ஆனால் இடைநிலைகளோ நொடியில் தோன்றி மறைவன. தவிர, குறைந்தபட்ச அளவாவது இடைநிலைகளைப் பிரித்தெடுத்து ஆராய்ந்தால் மட்டுமே அதிலிருந்து ஆக்சிஜன்-18 சேகரிக்கவே முடியும். ஆனால் அவை உருவாவதே மிகச் சொற்ப அளவில் தான்.

இரு பிரெஞ்சு விஞ்ஞானிகள் ஜோலியோ க்யூரியும் அவர் மனைவி ஐரினும் சில கதிரியக்க அணுக்களை கண்டறிந்தனர். அதன் கதிர்களை அடையாளம் காண்பது மிக எளிது; மிக விரைவாகவும் மிகக்குறைந்த அளவிலேயே காணத்தகுந்ததாகவும் இருந்தது. இப்பணிக்காக அவர்களுக்கு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

ஆக்சிஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜனின் கதிரியக்க வகைகள் நிமிடத்தில் தோன்றி சிதைவன. அவற்றை பயன்படுத்தினால், பரிசோதனையும், நிமிட காலங்களில் முடிக்க வேண்டும். கேமன் கார்பனின் கதிரியக்க வகையான கார்பன்-14ஐக் கண்டறிந்தார். அது சிதைந்து போக வருடக்கணக்காக தேவைப்படும்.

அதனால் கார்பன்-14ஐப் பயன்படுத்தி இடைநிலைகளின் சுவடு கண்டுபிடிக்கலாம். இதற்கு, விஞ்ஞானிகள் செடியை ஒளியிலும், கார்பன்-14 மிகுந்த கரியமிலத்திடமும் காட்டினர். பின்னர் அதனைக் கூழாக்கி எந்தெந்த

காகித நிறச்சாரல்

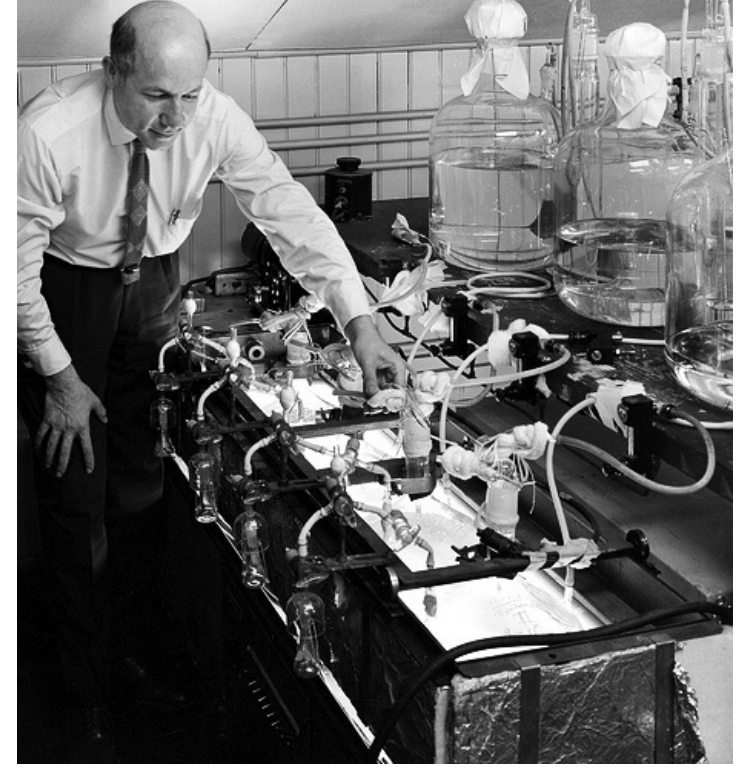


மூலக்கூறுகளில் கார்பன்-14 உள்ளதென்பதைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். அவையே ஒளிச்சேர்க்கையில் உருவான இடைநிலை மூலக்கூறுகளாகும்.

வெவ்வேறு வித மூலக்கூறுகளை தனித்தனியாக சேகரிப்பது எளிதன்று. இதற்கு “காகித நிறச்சாரல் பிரிகை” என்னும் ஒரு நுட்பத்தை ஆங்கில விஞ்ஞானிகள் மார்டின் மற்றும் மில்லிங்டன் கண்டுபிடித்தனர். பலவித மூலக்கூறுகளின் கலவையை ஒரு புரையுள்ள காகிதத்தில் உறிஞ்சச் செய்தால், வெவ்வேறு வகை மூலக்கூறுகள் வெவ்வேறு வேகத்தில் மேலேறும். அதைக் கொண்டு அவைகளைப் பிரிக்கலாம். இந்த நுட்பத்திற்காக இவர்களுக்கும் நோபல் வழங்கப்பட்டது.

இந்த முறையைப் பயன்படுத்தி கலவையைப் பிரித்த பின் பல விதமான இடைநிலை மூலக்கூறுகள் கார்பன்-14ஐக் கொண்டிருப்பதைக் கண்டனர். எந்த இடைநிலை எந்த வரிசையில் உருவாயின என்று அவர்களுக்குப் புரியவில்லை.

அதனால், அமெரிக்க விஞ்ஞானி கால்வின் ஒளிச்சேர்க்கை தொடங்கிய, ஒருசில நொடிகளிலேயே செடியைக் கூழாக்கினார். இக்குறைந்த கால அவகாசத்தில் முதலில் தோன்றும் சில பொருண்மங்களே உருவாகியிருக்க முடியும். அவர் நீரில் வாழும் சில பாசிச் செடிகளைப் பயன்படுத்தினார். அவற்றை ஒளியிலும், சாதாரண கரியமிலத்திலும் காட்டினார். ஒளிச்சேர்க்கை தொடங்கியதும் அதை ஒரு நீண்ட கண்ணாடிக் குழாய் வழியாகச் செலுத்தி சூடான சாராயத்தில் போட்டு சாகடித்தார். குழாயைக் கடக்கும் ஐந்து நொடி நேரத்திற்கு மட்டும் அவை கார்பன்-14 கொண்ட கரியமிலத்தில் காண்பிக்கப்பட்டது.



கால்வின்

பாசியை மசித்துக் கூழாக்கி அதிலிருக்கும் மூலக்கூறுகளை காகித நிறச்சாரல் முறையில் பிரித்தார். இப்பொழுது தொண்ணூறு சதவீதம் ஒரே விதமான பொருண்மமாகவே இருந்தது. அது பாஸ்போ க்ளிசரிக் அமிலம் என்று காணப்பட்டது.

படிப்படியாகப் பல கால அவகாசங்களில் பரிசோதிக்கும்போது, ஒளிச்சேர்க்கையின் மிகச் சிக்கலான படி நிலைகள் விளக்கமாக புரிய ஆரம்பித்தது. கால்வினிற்கு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

தாவரங்கள் ஆக்சிஜனைத் தருகிறது என்று இரு நூற்றாண்டுகளுக்கு முன் ப்ரீஸ்ட்லி கூறியதை விட நாம் இன்று அதிகம் அறிந்திருந்தாலும் இன்னமும் பல விவரங்கள் நாம் அறியவில்லை.

பச்சையமணிகளில் நடக்கும் செயல்பாங்கை போன்று ஒரு நகல் இயக்கத்தை நம்மால் இன்னமும் நடத்த முடியவில்லை. அது முடிந்தால், வெறும் சூரியஒளி, நீர், கரியமிலம் கொண்டு நாம் சர்க்கரை, தரசம், மாவுச்சத்துப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்யலாம்.

அதைச் செய்வதற்கு இன்னும் ஏராளமாகக் கற்க வேண்டியுள்ளது.

5. ஒளிச்சேர்க்கையின் தொடக்கம்

பூமியில் ஒளிச்சேர்க்கை எப்பொழுது முதன்முதலாகத் தொடங்கியது? எதனால் தொடங்கியது? விஞ்ஞானிகளுக்குத் துல்லியமாகத் தெரிய வாய்ப்பில்லை. ஏனெனில் அப்போது அவர்கள் உயிரோடில்லை. ஆனால் கணிக்கலாம்.

பூமி முதன்முதலாக நான்கரை பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றியபோது, அதில் எந்த உயிரினமும் இல்லை. அதனால் காற்றில் எந்த ஆக்சிஜனும் இருந்திருக்க முடியாது. இருந்திருந்தாலும், அது மண்ணில் உள்ள விதவிதமான தனிமங்களுடன் வினைபுரிந்து மறைந்திருக்கும். இன்றும், ஒளிச்சேர்க்கை இடையறாது நடந்து கொண்டிருப்பதாலேயே ஆக்சிஜன் காற்றில் உலவிக் கொண்டே இருக்கிறது. ஒளிச்சேர்க்கை இல்லாத காலத்தில் ஆக்சிஜன் இருக்க வாய்ப்பில்லை.



உயிர்த் தோற்றத்திற்கு முன் பூமி

பூமிக்கு மிக அருகில் இருக்கும் இரு கோள்கள் செவ்வாயும் வெள்ளியும். இரண்டிலுமே காற்று உள்ளது; ஆனால் உயிர் இல்லை. அதனால் இரண்டிலுமே நைட்ரஜன், கரியமிலம் உள்ளன; ஆனால் ஆக்சிஜன் இல்லை.

தண்ணீர் இருக்கத் தேவையான வெப்பத்தைவிட வெள்ளியில் அதிக வெப்பம் இருக்கிறது. செவ்வாயில் அதை விட குறைவாக இருக்கிறது. பூமியிலோ, மிகச் சரியான அளவில் வெப்பம் உள்ளதால், பெருங்கடல்களாக தண்ணீர் பெருக்கெடுத்து ஓடுகிறது. இந்த நீர் ஆவியாகவும் காற்றில் கலந்திருக்கிறது.

மேலும் மீதேன், அம்மோனியா போன்ற வாயுக்களும் இருந்திருக்க வேண்டும். அவை நைட்ரஜன், கார்பன், ஹைட்ரஜன் அணுக்களால் ஆனவை.

இவையனைத்துமே சிறிய மூலக்கூறுகள் கொண்டவை. இவை ஆற்றல் செலுத்தப்பட்டால், பல வழிகளில் வினை புரிந்து பெரிய மூலக்கூறுகள் கொண்ட பொருண்மங்களை உருவாக்கவல்லவை. மின்னலில் இருந்தோ எரிமலை வெப்பதிலிருந்தோ சூரியனிலிருந்தோ இருந்தோ அவை ஆற்றல் பெற்றிருக்கக்கூடும்.

இதை ஒத்துப்பார்க்க, அமெரிக்க விஞ்ஞானி மில்லர் 1952-ல் இந்த எளிய வாயுக்களின் கலவையில் மின் அனுப்பினார். அதிலிருந்து ஆற்றல் எடுத்துக்கொண்டு வேறு பெரிய பொருண்மங்கள் உருவாகி இருந்தன.

அவற்றில் புரத மூலக்கூறுகளாக இணையக்கூடிய அமினோ அமிலம் இருந்தது; உட்கரு அமிலமாக இணையக்கூடிய மூலங்கள் இருந்தன. பார்பிரின் வளையங்களும் இம்மாதிரி உருவாகியிருக்க வாய்ப்புகள்

உள்ளன. இவையனைத்துமே மிக முக்கியமான சேர்மங்கள் ஆகும். உயிரினங்களின் வேதியல் வினைகளைக் கட்டுப்பாட்டில் வைத்திருக்கும் நொதியங்கள் அனைத்தும் புரதங்களே. உட்கரு அமிலங்கள் செல் பகுப்பைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. பார்பிரின் வளையங்களே மூச்சையும் ஒளிச்சேர்க்கையும் கட்டுப்படுத்தும் வேதிப்பொருளின் இன்றியமையாத ஒரு பகுதியாகும்.

சிட்னி பாக்ஸ் என்னும் அமெரிக்க விஞ்ஞானி இந்த அமினோ அமிலத்தை வெப்பமேற்றி ஆற்றல் செலுத்தியபோது செல் போன்றே வடிவமும் இயக்கமும் கொண்ட புரத துணுக்குகள் கிடைத்தன.

ஆதி பூமியிலும் இவ்வண்ணமே புற ஊதாக்கதிரினால் முதன்முதலில் புரத செல்கள் தோன்றி இருக்கலாம். மிக சில எளிய வடிவமைப்பும் வேறு சில சற்றே மேம்பட்டும் இருந்தன. உயர்ந்த வகை எளிய வகைகளை உணவாய்க் கொண்டிருந்திருக்கலாம்.

இந்த புரத செல்களில் வடிவமைப்பு எளியதாக இருந்ததால் செல் பகுப்போ பெருக்கமோ நடைபெறவில்லை. இது போன்றே தனியாக, உட்கரு அமிலங்களின் துணுக்குகளும் இருந்திருக்கலாம். அவற்றால் நன்கு பகுக்க முடியும்; ஆனால் நொதியங்கள் இல்லாததால் அதற்கு மேல் ஒன்றும் செய்ய இயலாது.

ஒரு காலகட்டத்தில் இந்த புரத செல்களும், உட்கரு அமில செல்களும் ஒருங்கிணைந்திருக்கலாம். இந்த புதிய செல்களால் பகுக்கவும் முடியும், இன்னும் பல செயல்பாடுகளையும் நடத்த முடியும். சுமார் மூன்றரை பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றியிருக்கக்கூடிய இந்த செல்களை நிலைக்கருவிலி என்றழைக்கப்படும். பாக்டீரியாவின் முன்னோடி இவையே.

காலம் மெல்ல மாறியது. சூரியனிடமிருந்து வந்த புற ஊதாக்கதிர்கள் நீராவியை ஹைட்ரஜனாவும் ஆக்ஸிஜனாகவும் பிளந்தது. மிகக் குறைவான எடை இருந்ததால் ஹைட்ரஜன் அண்டவெளிக்குள் வெளியேறிச் சென்றுவிட்டது. ஆக்சிஜன் அணுக்கள் இணைந்து ஓசோன் உருவானது. ஓசோன் வழியாக புற ஊதாக்கதிர்கள் நுழைய முடியாததால் எளியவகை செல்கள் உருவாவது குறைந்து வந்தது. எளிய வகை செல்களை உணவாய் உண்டு பிழைத்த உயர் வகை செல்கள் பட்டினியில் வீழத் தொடங்கின.

எனினும், பார்பிரின் வளையங்கள் சில சேர்மங்களை உருவாக்கி இருந்தன. நல்ல வடிவமைப்பு கொண்டிருந்த சில சேர்மத் துணுக்குகள் புற ஊதாக்கதிரைச் சாராமல் காண்புறு ஒளியைக்கொண்டே தன் உணவைத் தயாரிக்கத் தொடங்கின. காண்புறு ஒளியை ஓசோனால் தடுக்க முடியாது. மில்லியன் கணக்கான ஆண்டுகள் கழிந்த பின் இந்த ஒளி சார்ந்த உணவு தயாரிப்புக்கு மென்மேலும் திறன்பெருகியது. பச்சையம், பச்சையமணி போன்ற மூலக்கூறுகள் உருவாகத் தொடங்கி இருந்தது. இன்றும் கூட வெறும் பச்சையமணி மட்டுமே உடலாகக் கொண்ட செல்கள் உண்டு. அவை சையனோ பாக்டீரியா என்று அழைக்கப்படும்.

இந்த பச்சையமணிகள் நீரை உடைத்து ஹைட்ரஜன் அணுக்களைக் கொண்டு உணவு தயாரித்தன. ஆக்சிஜன் அணுக்கள் வெளியேறி அங்கேயே சுற்றிக்கொண்டிருக்கும். சில செல்கள் இந்த இயக்க அணுக்களால் மெல்ல நஞ்சேறி மாண்டன. சில பார்பிரின் செல்கள் இந்த ஆக்சிஜனையும் எடுத்து உபயோகமாக ஹைட்ரஜனுடனும் கார்பனுடனும் இணைத்து ஆற்றலை சம்பாதித்தது. இவையே இழைமணிகளின் முன்னோடியாகும்.

இரண்டு பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு இப்படியே நீடித்தது. மெதுமெதுவாக இவை பெரிய, மேலும் சிக்கலான வடிவமைப்பு கொண்ட செல்களை உருவாக்கத் தொடங்கின. உட்கரு அமிலங்களும், புரதங்களும் பச்சையமணி, இழைமணிகளுடன் இணைந்து தற்கால தாவர செல்களை ஒத்த உயிர்கள் உருவாயின. பச்சையமணி அல்லாமல் இழைமணிகளுடன் மட்டுமே இணைந்தபோது விலங்கு செல்கள் உருவாயின.

கடந்த எண்ணூறு மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பாகத்தான் அவை பல செல்லி தாவரங்களாகவும் விலங்குகளாகவும் உருவெடுக்கத் தொடங்கின. இன்றைய உலகில் நாம் காணும் அனைத்து உயிர்களும்- திமிங்கலம், ஓக் மரம், மனிதன், பட்டாம்பூச்சி, ரோஜா- என அனைத்துமே பல செல் உயிரினமே. ஒரு செல் தாவரங்களும் விலங்குகளும் கூட இருக்கின்றன. ஆக்சிஜன் இருக்கும்போது உயிர் வாழ முடியாத, இழைமணியில்லாத பாக்டீரியாக்களும் இருக்கின்றன.

இவை தவிர, உலகின் அனைத்து உயிரினங்களும் ஒளிச்சேர்க்கையை மட்டுமே சார்ந்திருக்கின்றன. ஒளிச்சேர்க்கை நின்றுவிட்டால் அவை மீண்டும் ஆதி கால நிலைமைக்கே சென்றுவிடும்.

இதனால்தான் இயற்கை ஆர்வலர்கள் வனங்கள் பாதுகாப்பிலும் மரம் நடுவதிலும் அக்கறை காட்டுகின்றனர். இதனால் தான் சுற்றுச்சூழல் ஆர்வலர்கள் மாசு கட்டுப்பாட்டிற்கு முக்கியத்துவம் தருகின்றனர்.