(எண்டாஸ்மாஸிஸ்) ஏற்படுத்தும் அதாவது அது ஹைப்போடானிக் கரைசலில் இருந்து நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளும். இதனால் **ரென்னர்** (1935) இதனை **உறிஞ்சு அழுத்தம்** என்று அழைத்தார். உறிஞ்சு அழுத்தம் ஒரு செல்லில் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்திற்கும் மற்றும் விறைப்பழுத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டிற்கு சமமாக இருக்கும். கீழ்க்கண்ட மூன்று சூழ்நிலைகள் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.

- **இயல்பான செல்லில் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை:**

பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை = சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் – விறைப்பு அழுத்தம்.

- **ஒரு முழுமையான விறைப்புத் தன்மை பெற்ற செல்லில் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை:**

முழுமையான விறைப்புத் தன்மை கொண்ட செல்லில் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தமானது எப்போதும் விறைப்பு அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் = விறைப்பு அழுத்தம் அல்லது சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் - விறைப்பு அழுத்தம் = 0. இதன் காரணமாக ஒரு முழுமையான விறைப்புத் தன்மை பெற்ற செல்லில் பரவுதல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை எப்பொழுதும் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும்.

- **நெகிழ்வான செல்லில் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை:**

நெகிழ்வான செல்லில் விறைப்பழுத்தம் காணப்படாததால் விறைப்பழுத்தம் பூஜ்ஜியம். எனவே பரவுதல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை = சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம்.

11.3.6. சவ்வூடுபரவல் (ஆஸ்மாஸிஸ்)

ஆஸ்மாஸிஸ் (லத்தீன்: ஆஸ்மாஸ் = உந்துவிசை) அல்லது சவ்வூடு பரவல் என்பது ஒரு சிறப்பு வகையான பரவல் ஆகும். ஒரு தேர்வு செலுத்து சவ்வின் வழியாக நீர் அல்லது கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் அதன் அடர்வு அதிகமான (அதிகமான நீரியல் திறன்) பகுதியிலிருந்து அடர்வு குறைவான (குறைந்த நீரியல் திறன்) பகுதிக்கு செல்வது ஆஸ்மாஸிஸ் அல்லது சவ்வூடு பரவல் எனப்படும்.

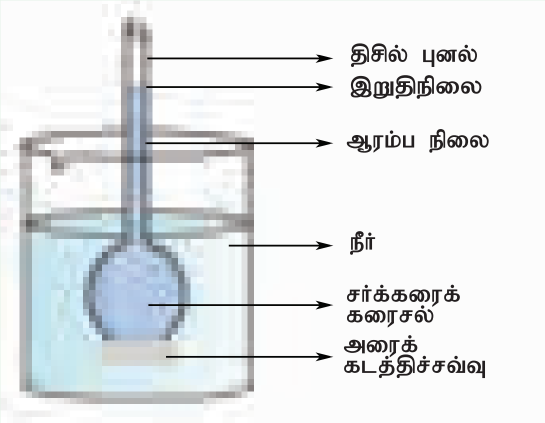
செறிவின் அடிப்படையில் கரைசலின் வகைகள்

அ. ஹைப்பர்டானிக் (ஹைப்பர் = அதிகம்; டானிக் = கரைபொருள்) : இது செறிவு மிகுந்த கரைசல் (குறைவான கரைப்பான் / குறைவான Ψ). பிற கரைசலிடமிருந்து நீரை ஈர்த்துக் கொள்ளும் தன்மை கொண்டது.

ஆ. ஹைப்போடானிக் (ஹைப்போ = குறைவு; டானிக் = கரைபொருள்) : இது செறிவு குறைந்த கரைசல் (அதிகமான கரைப்பான் / அதிகமான Ψ). பிற கரைசல்களுக்கு நீரை வழங்கும் தன்மை கொண்டது (படம் 11.7).

இ. ஐசோடானிக் (ஐசோ = சமமான ; டானிக் = கரைபொருள்) : இது ஒத்த அடர்வுள்ள இரு கரைசல்களை குறிப்பதாகும். இந்நிலையில் இருபுறமும் கரைபொருள் சம அளவில் இருப்பதால் நீர் மூலக்கூறின் நிகர ஓட்டம் பூஜ்ஜியமாக இருக்கும்.

சவ்வூடுபரவல்–செயல்முறை விளக்கம்

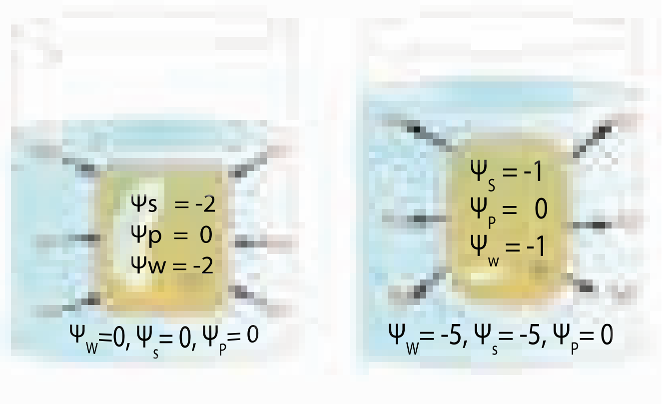


படம் 11.6: திசில் புனல் பரிசோதனை

ஒரு திசில் புனலின் வாயினை ஆட்டுச் சவ்வினால் கட்ட வேண்டும். இது அரை கடத்திச் சவ்வாக செயல்படும். இதில் அடர்வு மிக்க சர்க்கரைக் கரைசலினை ஊற்றி அதன் ஆரம்ப அளவினை குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். பின் இவ்வமைப்பினை ஒரு நீர் நிறைந்த பீக்கருள் வைக்க வேண்டும். சிறிது நேரம் கழித்து திசில் புனலில் நீர்மட்டம் உயர்ந்திருப்பதைக் காணலாம். இதற்குக் காரணம் நீர் முலக்கூறுகள் அரைக் கடத்திச் சவ்வு வழியாக பரவல் மூலம் உள் நுழைவதே (படம் 11.6).

இதே போல பீக்கரில், நீருக்கு பதிலாக சர்க்கரை கரைசலும் திசில் புனலில் சர்க்கரைக் கரைசலுக்கு பதிலாக நீரையும் நிரப்பினால் என்ன நிகழும்?

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 75 06-07-2018 14:21:43



ஹைப்போடானிக் கரைசல் **ஹைப்பர்டானிக் கரைசல்**

படம் 11.7: செறிவின் அடிப்படையில் கரைசலின் வகைகள்

ஹைப்பர், ஹைப்போ மற்றும் ஐசோடானிக் ஆகிய தொடர்புடைய சொற்கள் பிற கரைசல்களுடன் ஒப்பிடுவதற்காகவே பயன்படுகிறது

சவ்வூடுபரவலின் வகைகள்

ஒரு சவ்வூடு பரவல் அமைப்பிற்குள் நீர்மூலக்கூறுகள் அல்லது கரைப்பான் செல்லும் திசையின் அடிப்படையில் இரு வகையான சவ்வூடு பரவல் நடைபெறுகிறது. அவை **உட்சவ்வூடு பரவல்** (எண்டாஸ்மாசிஸ்) மற்றும் **வெளிச்சவ்வூடு பரவல்** (எக்ஸாஸ்மாஸிஸ்).

1) ***உட்சவ்வூடு பரவல் அல்லது எண்டாஸ்மாசிஸ்:*** தூய நீரில் அல்லது ஹைப்போடானிக் கரைசலில் வைக்கப்பட்ட செல் அல்லது ஒரு ஆஸ்மாட்டிக் அமைப்பிற்குள் கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் உட்செல்வது எண்டாஸ்மாசிஸ் அல்லது உட்சவ்வூடு பரவல் எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக உலர்ந்த திராட்சைகளை (அதிக கரைபொருள் மற்றும் குறைந்த கரைப்பான்) நீரில் வைக்கும்போது அவை பெருக்கமடைந்து விறைப்பு அழுத்தம் அடைவது.

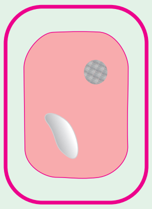
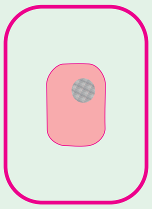
2) ***வெளிச்சவ்வூடு பரவல் அல்லது எக்ஸாஸ்மாசிஸ்:*** ஹைப்பர்டானிக் கரைசலில் வைக்கப்பட்ட செல் அல்லது ஆஸ்மாட்டிக் அமைப்பிலிருந்து நீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேறுவது எக்ஸாஸ்மாசிஸ் அல்லது வெளிச்சவ்வூடு பரவல் எனப்படும். தாவர செல்லில் ஏற்படும் எக்ஸாஸ்மாசிஸ் உயிர்மச் சுருக்கத்தினை (பிளாஸ்மோலைசிஸ்) ஏற்படுத்தும்.

பிளாஸ்மா சிதைவு (பிளாஸ்மோலைசிஸ் – பிளாஸ்மா = சைட்டோபிளாசம்; லைசிஸ் = அழிதல்)

ஒரு தாவர செல்லினை ஹைப்பர்டானிக் கரைசலில் வைக்கும்போது, நீர் மூலக்கூறுகள் செல்லில் இருந்து வெளிச்சவ்வூடு பரவல் காரணமாக வெளியேறுகிறது. நீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேறுவதால் செல்லின் புரோட்டோபிளாசம் சுருங்கி செல் சவ்வானது செல் சுவரிலிருந்து விடுபட்டு செல்லானது நெகிழ்ச்சி நிலையினை (flaccid) அடைகிறது. இதுவே **பிளாஸ்மா சிதைவு** எனப்படுகிறது.

தாவரங்களுக்கு நீர் பற்றாக்குறையினால் வாடல் ஏற்படுவது பிளாஸ்மா சிதைவின் அறிகுறியாகும். மூன்று விதமான பிளாஸ்மா சிதைவுகள் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. அவை **அ) ஆரம்ப நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு ஆ) உறுதி நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு இ) இறுதி நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு.** இவற்றுக்கிடையேயான வேறுபாடுகள் கீழ்க்கண்டவாறு அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 11.2:

ஆரம்ப நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு	உறுதி நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு	இறுதி நிலை பிளாஸ்மா சிதைவு
தாவரங்களின் புறத்தோற்றத்தில் எவ்வித மாறுபாடும் தெரிவதில்லை	இலைகளில் வாடல் தோன்றுகிறது	தீவிரமான வாடலும் அதைத் தொடர்ந்து இலைகள் தொங்கு நிலை ஏற்படும்
செல்லில் செல் சுவரின் முனைப் பகுதிகளில் மட்டும் பிளாஸ்மா சவ்வு விடுபடுகிறது	பிளாஸ்மா சவ்வு முழுமையாக செல் சுவரில் இருந்து பிரிகிறது	பிளாஸ்மா சவ்வு முழுமையாக செல் சுவரில் இருந்து பிரிவதோடு மட்டுமின்றி அதிகபட்ச சுருக்கத்தினை அடைகிறது
மீள் தன்மை உடையது	மீள் தன்மை உடையது	மீள் தன்மை அற்றது
		

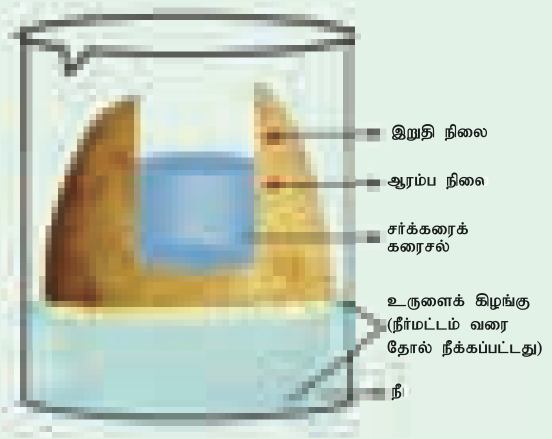
TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 76 06-07-2018 14:21:46

முக்கியத்துவம்: பிளாஸ்மா சிதைவு உயிருள்ள செல்களுக்கு மட்டுமேயான பண்பாவதால் இதன் மூலம், செல் உயிருள்ளதா அல்லது உயிரற்றதா? என்பதை அறியலாம்.

பிளாஸ்மா சிதைவு மீட்சி (Deplasmolysis)

உயிர்மச் சுருக்கத்தினால் பாதிப்படைந்த செல்லினை நீர் அல்லது ஹைப்போடானிக் கரைசலில் வைக்கும்போது மீள் நிலை அடைந்து செல் விறைப்புத் தன்மை அடைகிறது. உட் சவ்வூடு பரவல் காரணமாக செல் அதன் இயல்பான வடிவம் மற்றும் அளவினை மீண்டும் பெறுகிறது. உயிர்மச் சுருக்கம் அடைந்த செல் மீளவும் அதன் பழைய நிலையினை அடையும் இந்நிகழ்வே பிளாஸ்மா சிதைவு மீட்சி என்றழைக்கப்படுகிறது.

உருளைக் கிழங்கு ஆஸ்மாஸ்கோப்



படம் 11.8: உட்சவ்வூடுபரவலை விளக்கும் உருளைக்கிழங்கு ஆஸ்மாஸ்கோப் சோதனை

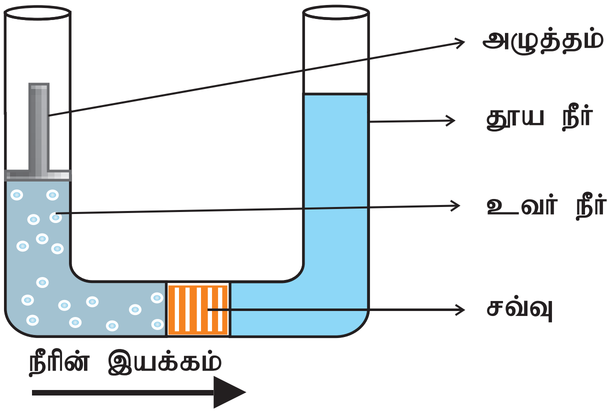
1. உருளைக்கிழங்கில் கத்தியின் உதவியால் ஒரு குழியினை உண்டாக்க வேண்டும்
2. இக் குழியில் அடர் சர்க்கரை கரைசலை நிரப்பி அதன் ஆரம்ப அளவினை குறிக்க வேண்டும்
3. இந்த அமைப்பினை ஒரு தூய நீர் நிரம்பிய பீக்கரில் வைக்க வேண்டும்
4. 10 நிமிடங்கள் கழித்து சர்க்கரை கரைசலின் அளவினை உற்று நோக்கி அதன் அளவினை மீண்டும் குறிக்க வேண்டும் (படம் 11.8).
5. சோதனை முடிவுகளை ஆசிரியரிடம் கலந்தாய்வு செய்ய வேண்டும்

மேற்கண்ட சோதனையினை உருளைக் கிழங்கிற்கு பதிலாக பீட்ரூட் அல்லது சுரைக்காயினை வைத்து செய்து பார்த்து அதன் முடிவுகளை ஒப்பிட்டு விவாதிக்கவும்.

எடுத்துக்காட்டு: உலர் திராட்சியினை நீரில் வைக்கும்போது பெருக்கமடைவது.

பின்னோக்கு சவ்வூடு பரவல் (Reverse osmosis)

பின்னோக்கு சவ்வூடு பரவலின் செயல்முறை சவ்வூடு பரவலைப் போன்றதே ஆனால் இது எதிர் திசையில் நடைபெறும். இதன்படி கரைசலில் ஓர் அழுத்தத்தினை ஏற்படுத்துவதன் மூலமாக நீரானது எதிர் திசையில் செறிவு சரிவு வாட்டத்திற்கு எதிராக செல்கிறது. வழக்கமான சவ்வூடுபரவலில், நீரானது அதிக அடர்வுள்ள இடத்திலிருந்து (தூய நீர் - ஹைப்போடானிக்) குறைவான அடர்வுள்ள இடத்திற்கு (உப்பு நீர் – ஹைப்பர்டானிக்) செல்லும். ஆனால் பின்னோக்கிய சவ்வூடு பரவலில் நீர் மூலக்கூறுகள் குறைவான அடர்வுள்ள இடத்திலிருந்து (உப்பு நீர்–ஹைப்பர்டானிக்) அதிக அடர்வுள்ள இடத்திலிருந்து (தூய நீர் - ஹைப்போடானிக்) தேர்வு கடத்து சவ்வின் வழியாக செல்லும் (படம் 11.9).



படம் 11.9: பின்னோக்கு சவ்வூடு பரவல்

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

புறணி செல்களில் உள்ள பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை 5 வளி என்ற அளவிலும் அதைச் சூழ்ந்துள்ள புறத்தோல் அடித்தோல் செல்களில் உள்ள பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை 2 வளி என்ற அளவிலும் இருப்பின் நீர் செல்லும் திசை யாது?

தீர்வு: நீர் மூலக்கூறானது குறைந்த பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறையிலிருந்து அதிக பரவல் அழுத்தப் பற்றாக் குறையுள்ள இடம் நோக்கிச் செல்லும் எனவே நீர் புறத்தோல் அடித்தோல் செல்களிலிருந்து (2 வளி) புறணி செல்லுக்கு (5 வளி) செல்லும்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 77 06-07-2018 14:21:47

பயன்கள்: குடிநீர் சுத்திகரிப்பிற்கும் கடல் நீரை குடிநீராக்குவதற்கும் பின்னோக்கிய சவ்வூடுபரவல் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

11.4 நீரின் உள்ளெடுப்பு

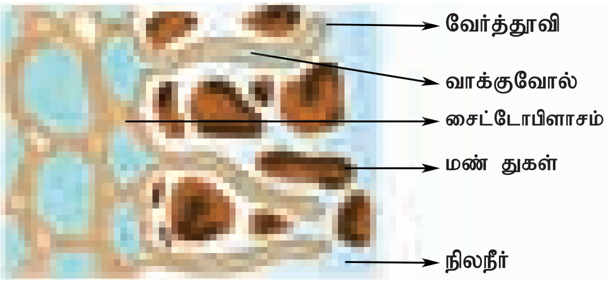
நில வாழ் தாவரங்கள் தங்களின் உறுதித் தன்மைக்காகவும், வளர் சிதை மாற்ற செயல்பாடுகளுக்காகவும் வளர்ச்சிக்காகவும் மண்ணிலிருந்து நீரை உறிஞ்சுகின்றன. மண்ணிலிருந்து நீரின் உள்ளெடுப்பு இரண்டு படிகளில் நடைபெறுகிறது.

1) மண்ணிலிருந்து வேர் தூவிக்கு ஆற்றல்சார் அல்லது ஆற்றல்சாரா தன்மையுடன் உறிஞ்சுதல்.

2) வேர் தூவியில் உறிஞ்சப்பட்ட நீர் பக்கவாட்டு திசையில் இடம்பெயர்ந்து, நீர் செல்லும் பெருவழிச்சாலையான சைலத்தினை அடைதல்.

11.4.1 நீரை உள்ளெடுக்கும் உறுப்புகள்:

வழக்கமாக தாவரங்களில் நீரானது இளம் வேர்களால் உறிஞ்சப்படுகிறது. இவற்றில் உள்ள வேர்த்தூவி மண்டலமே விரைவாக நீரை உறிஞ்சும் பகுதியாகும். வேர் தூவிகள் மென்மையானவை, புதிய வேர்தூவிகளால் மறு உருவாக்கம் செய்யப்படுபவை. புறத்தோல் செல்களின் நீட்சிகளான வேர்தூவிகள் கியூட்டிகள் அற்ற ஒற்றை செல் அமைப்புகளாகும். மிக நுண்ணிய வேர்தூவிகள் எண்ணற்று அமைந்து வேரின் உறிஞ்சு பரப்பினை அதிகரிக்கின்றன (படம் 11.10).



படம் 11.10: வேர்தூவியின் அமைப்பு

11.4.2 வேர் செல்களில் நீர் செல்லும் பாதை

நீரானது முதலில் வேர்தூவி மற்றும் பிற புறத்தோல் செல்சுவரில் நிகழும் உள்ளீர்த்தல் மூலமாக மண்ணிலிருந்து உறிஞ்சப்பட்டு பின்பு சவ்வூடு பரவல் மூலமாக ஆரப்போக்கிலும் மையம் நோக்கியும் புறணி, அகத்தோல், பெரிசைக்கிள் வழியாக சென்று இறுதியாக சைலத்தினை அடைகின்றன.

நீர் மூன்று விதமான வழிகளில் வேருக்குள் செல்கிறது (படம் 11.11). அவை 1) அப்போபிளாஸ்ட் (Apoplast) 2) சிம்பிளாஸ்ட் (Symplast) 3) சவ்விடை வழி (Trans membrane route) .

1) புற புரோட்டோபிளாச வழிப்பாதை அல்லது அப்போபிளாஸ்ட் (Apoplast)

அப்போபிளாஸ்ட் (கிரேக்கம்: *அப்போ*= வெளியே; *பிளாஸ்ட்* = செல்) என்பது ஒரு உயிருள்ள செல்லின் பிளாஸ்மா சவ்விற்கு வெளியில் அமைந்த அனைத்தையும் உள்ளடக்கியதாகும். இதில் செல் சுவர், செல்லிடைவெளி மற்றும் சைலக் குழாய்கள் மற்றும் ட்ரக்கீடுகள் போன்ற இறந்த பகுதிகள் ஆகியவை அடங்கும். அப்போபிளாஸ்டில் நீரானது முழுக்க முழுக்க செல் சுவர் அல்லது தாவரத்தின் உயிரற்ற பகுதி வழியாக எவ்வித சவ்வினையும் கடக்காமல் செல்லும் ஒரு தொடர்ச்சியான அமைப்பாகும்.

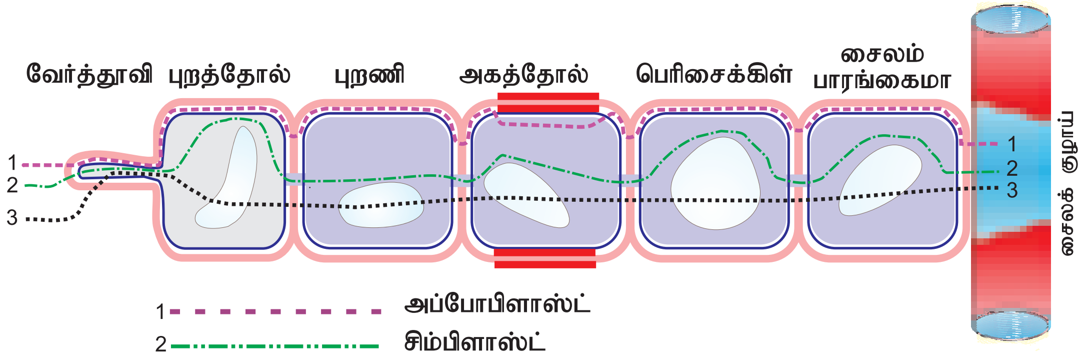
2) புரோட்டோபிளாச வழிப்பாதை அல்லது சிம்பிளாஸ்ட் (Symplast)

சிம்பிளாஸ்ட் (கிரேக்கம்: *சிம்*= உள்ளே; *பிளாஸ்ட்* = செல்) என்பது ஒரு தாவரத்தின் அனைத்து உயிருள்ள செல்களில் உள்ள செல்சாறு மற்றும் அச்செல்களை இணைக்கும் சைட்டோபிளாச கால்வாயான பிளாஸ்மாடெஸ்மேட்டா ஆகியவற்றினை உள்ளடக்கியது.

சிம்பிளாஸ்ட் வழியில் நீரானது வெளிப்புறம் அமைந்த வேர் செல்லின் பிளாஸ்மா சவ்வு வழியாக சைட்டோபிளாசத்தினை அடைந்து அங்கிருந்து பிளாஸ்மாடெஸ்மேட்டா வழியாக அருகமைந்த செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தினை அடைகிறது. சைட்டோபிளாசத்தில் செல்லும்போது நீர் வாக்குவோலுக்குள் செல்லாமல் அதைச் சுற்றியே செல்கிறது. இதன் மூலம் அதிகப்படியான செல்சவ்வினை கடக்காமல் நீர் இறுதியாக சைலத்தினை அடைகிறது.

3) சவ்வு வழிப்பாதை (Transmembrane route)

சவ்விடை வழியில் நீரானது படிப்படியாக செல்லில் ஒரு புறம் நுழைந்து மறுபுறம் வெளிவருகிறது. இவ்வழியில் குறைந்தது ஒரு செல்லில் இரண்டு சவ்வுகளை தாண்டியே நீர்



படம் 11.11: வேர் செல்களில் நீர் செல்லும் பாதை

செல்கிறது. மேலும் நீர் டோனோபிளாஸ்டுக்குள்ளும் செல்லும்.

11.4.3 நீர் உள்ளெடுப்பின் செயல்முறைகள் (Mechanism of Water Absorption)

க்ராமர் (1949) தன்னிச்சையாக இயங்கும் இரு வகையான நீர் உறிஞ்சும் செயல்முறைகளை வகைப்படுத்தியுள்ளார். அவை 1) ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு மற்றும் 2) ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு

1) ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு

இவ்வகை நீர் உள்ளெடுப்பில் விசையானது வேர்களின் மூலம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு சவ்வூடு பரவல் முறையிலோ அல்லது சவ்வூடு பரவலற்ற முறையிலோ நடைபெறலாம்.

அ) சவ்வூடு பரவல் மூலம் ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு

அட்கின்ஸ் (1916) மற்றும் **பிரிஸ்ட்லீ** (1923) ஆகியோரால் சவ்வூடு பரவல் மூலம் ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு கொள்கை முன்மொழியப்பட்டது. இதன்படி, நீர் உறிஞ்சுதலில் முதல்கட்டமாக நில நீரானது வேர்தூவிகளின் செல்சுவரால் உள்ளீர்க்கப்பட்டு பின் சவ்வூடு பரவல் முறையில் உட் செல்கிறது. நில நீரானது ஹைப்போடானிக் நிலையிலும் செல் சாறானது ஹைப்பர்டானிக் நிலையிலும் இருப்பதால் நில நீரானது செறிவு சரிவுவாட்டம் காரணமாக வேர்தூவிக்குள் ஊடுறுவுகிறது (எண்டாஸ்மாஸிஸ்). இதனால் வேர் தூவி செல் விறைப்பழுத்த நிலையினையும் ஹைப்போடானிக் நிலையினையும் அடைவதால் நீரானது வெளிப்புற புறணி செல்களுக்கு சவ்வூடுபரவல் முறையில் செல்கிறது. இதே முறையில் நீரானது உட்புற புறணி, அகத்தோல், பெரிசைக்கிள் வழியாக சென்று இறுதியாக புரோட்டோசைலத்தினை அடைகிறது. இவ்வாறு புரோட்டோசைலத்தை நீர் அடைந்து அங்கு ஓர் அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இதுவே **வேர் அழுத்தம்** எனப்படும். இக்கொள்கையின்படி நீரானது சிம்பிளாஸ்ட் முறையில் இடம்பெயர்கிறது.

சவ்வூடு பரவல் கொள்கைக்கான எதிர்ப்புகள்:

1. சைலத்தில் உள்ள செல் சாறின் அடர்த்தி எப்பொழுதும் அதிகமாக இருப்பதில்லை.

2. வேர் அழுத்தம் அனைத்து தாவரங்களிலும். குறிப்பாக மரங்களில் காணப்படுவதில்லை

ஆ) சவ்வூடு பரவலற்ற முறையில் ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு

பென்னட்-கிளார்க் (1936), **திமான்** (1951) மற்றும் **கிராமர்** (1959) ஆகியோர் வேர்தூவியில் உள்ள செல்சாறின் செறிவு நில நீரின் செறிவினைவிட குறைவாக இருந்தபோதும் நீர் உறுஞ்சுதல் நடைபெறுவதைக் கண்டறிந்தனர். இதற்கு சுவாசித்தல் மூலம் வெளிப்படும் ஆற்றல் (ATP) தேவைப்படுகிறது. எனவே, சுவாசித்தலுக்கும் நீர் உறிஞ்சுதலுக்கும் நேரிடையான தொடர்பு உள்ளது. சுவாசித்தலை தடைசெய்யும் பொருட்களான பொட்டாசியம் சயனைடு(KCN), குளோரோபார்ம் ஆகியவை சுவாசித்தலின் வீதத்தினையும் நீர் உறிஞ்சுதலையும் ஒரு சேர குறைப்பதன் காரணமாக இது புலனாகிறது.

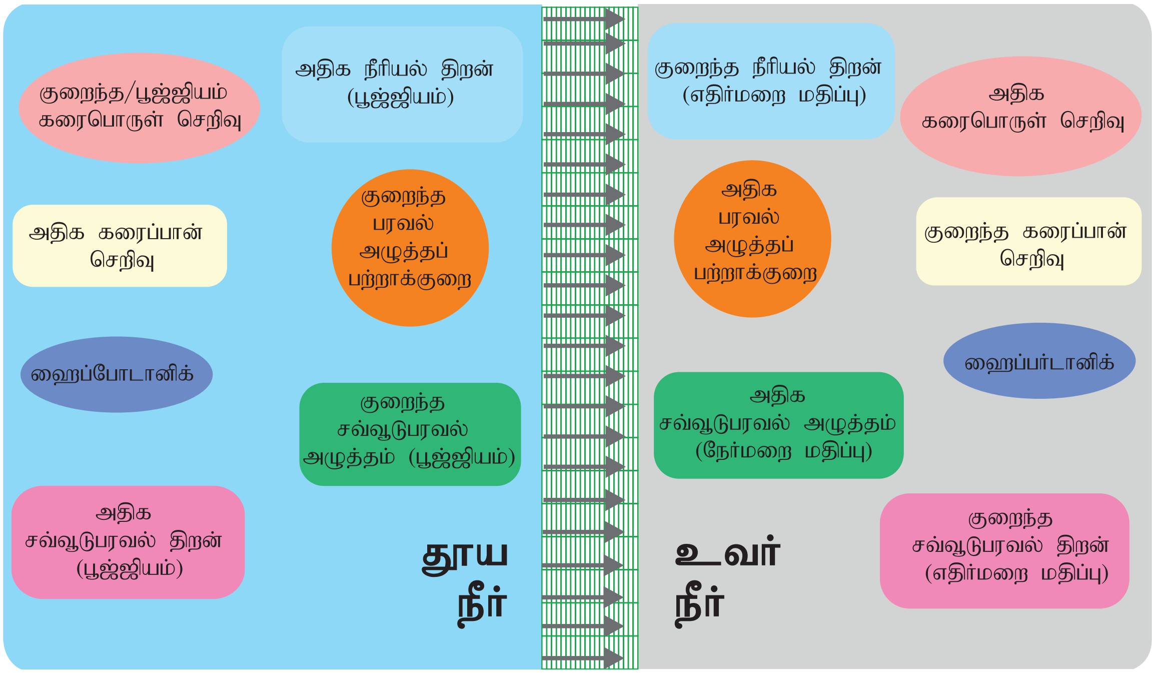
2 ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு

ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பில் வேர்கள் நேரடியாக பங்கு பெறுவதில்லை. மாறாக நீராவிப்போக்கின் செயல்பாட்டினால் வேர் நீரை உறிஞ்சுகிறது. நீராவிப்போக்கின் காரணமாக இலை செல்களில் நீர் வெளியேறுவதால் அங்கு விறைப்பழுத்தக் குறைபாடு ஏற்படுகிறது. இதனால், இலை செல்களில் ஏற்படும் பரவல்

அழுத்தப் பற்றாக்குறையினை ஈடுகட்ட அருகமைந்த சைலம் செல்களில் இருந்து நீர் பெறப்படுகிறது.

மேலும் சைலம் செல்களில் ஏற்படும் இழுவிசை தண்டிலிருந்து வேருக்கு கடத்தப்படுவதால் நீரானது மண்ணிலிருந்து உறிஞ்சப்படுகிறது.

கருத்து வரைபடம்: பல்வேறு காரணிகளின் அடிப்படையில் சவ்வூடு பரவல் அமைப்பில் நடைபெறும் நீரின் இயக்கம்



அட்டவணை 11.3: ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு மற்றும் ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு–வேறுபாடுகள்

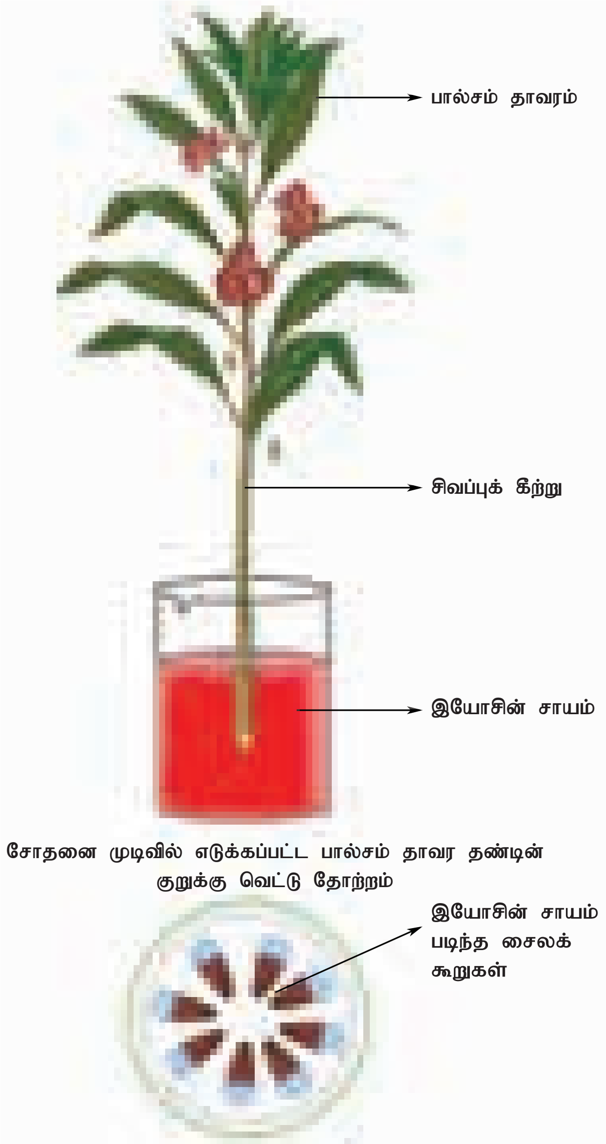
ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு	ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு
வேர்கள் மற்றும் வேர்த்தூவியில் தோன்றும் விசையின் காரணமாக ஆற்றல்சார் உறிஞ்சுதல் நடைபெறுகிறது.	இம்முறையில் வேர்களில் நீரை உறுஞ்சுவதற்காக எவ்வித அழுத்தமும் ஏற்படுவதில்லை. எனவே வேர்களுக்கு நீரை உறிஞ்சுவதில் முக்கிய பங்கு இல்லை.
நீராவிப்போக்கு எவ்வித விளைவினையும் ஏற்படுத்துவதில்லை.	நீராவிப்போக்கினால் நீர் உறிஞ்சுதல் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.
நில நீர்க்கரைசலினை விட அதிக பரவல் அழுத்த பற்றாக்குறை வேர்தூவிகளில் இருப்பதால் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது.	நீராவிப்போக்கின் இழுவிசை காரணமாக சைலம் சாறில் அழுத்தம் ஏற்பட்டு நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது.
சுவாசித்தல் மூலம் பெறப்படும் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது.	சுவாசித்தல் மூலம் பெறப்படும் ஆற்றல் தேவைப்படுவதில்லை.
சிம்பிளாஸ்ட் முறையில் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது	சிம்பிளாஸ்ட் மற்றும் அபோபிளாஸ்ட் ஆகிய இரு முறைகளிலும் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது.

ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பில், (அட்டவணை 11.3) நீர் அப்போபிளாஸ்ட் அல்லது சிம்பிளாஸ்ட் முறையில் செல்கிறது. தாவரங்களில் 98% நீரானது இம்முறை மூலமே உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

11.5 சாறேற்றம் (Ascent of Sap)

முந்தைய பாடத்தில் நீரானது வேர்கள் வழியாக சைலத்திற்குள் பக்கவாட்டு வழியில் செல்வதை கற்றோம். இப்பாடத்தில் தாவரத்திற்குள் நீர் பகிர்ந்தளிக்கும் இயங்கு முறையினை கற்க உள்ளோம். கிளை நதிகள் அனைத்தும் ஒன்று சேர்ந்து ஓர் ஆற்றை உருவாக்குவது போல, இலட்சக்கணக்கிலான வேர்தூவிகள் துளித்துளியாக நீரை உறிஞ்சி நீர் கடத்தும் பெருவழிச் சாலையான சைலத்தில் ஒன்று சேர்க்கின்றன. அதிகப்படியான நீரினைக் கையாள்வதற்காகவே கட்டமைக்கப்பட்ட சைலமானது நீரினை மேல் நோக்கிய திசையில் தாவரங்களின் அனைத்து பகுதிகளுக்கும் அனுப்புகிறது. இந்த சைலத்திலுள்ள நீரானது வேரின் கரைபொருட்களுடன் சேரும்போது அது **சாறு (Sap)** என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதன் மேல் மேலும் அதன்மேல் நோக்கிய கடத்தல் **சாறேற்றம்** என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 80 06-07-2018 14:21:49



படம் 11.12 பால்சம் தாவரத்தில் இயோசின் சாய பரிசோதனை

15.1.1 சாறேற்றத்தின் பாதை

வாஸ்குலக் கற்றைகள் வழியாகவே நீர் செல்கிறது என்பதில் எவ்வித ஐயமும் இல்லை. ஆனால் வாஸ்குலக் கற்றைகளின் இரு முக்கிய கூறுகளான சைலம் மற்றும் ஃபுளோயத்தில், எதன் வழியாக நீர் செல்கிறது என்பதே வினா. கீழ்வரும் சோதனை மூலம் சைலம் வழியாகவே நீர் செல்கிறது என்பதை அறியலாம்.

ஒரு பால்சம் (காசித்தும்பை) தாவரத் தண்டினை இயோசின் எனும் சிவப்பு நிற சாயம் கரைக்கப்பட்ட பீக்கரில் வைக்க வேண்டும். சிறிது நேரம் கழித்து தாவர தண்டில் சிவப்பு நிற சாயம் மேலேறி இருப்பதைக் காணலாம். நீரிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட தாவர தண்டின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தினை நுண்ணோக்கி வழியாக காணும்போது சைலம் செல்கள் மட்டும் சாயத்தினைப் பெற்றிருப்பதை காணலாம். இது சைலம் வழியாக மட்டுமே நீர் கடத்தப்படுவதை உணர்த்துகிறது. மேலும் ஃபுளோயம் செல்கள் சாயமற்று இருப்பதால் அது சாறேற்றத்தில் ஈடுபடுவதில்லை என்பதும் அறியப்படுகிறது. (படம் 11.12).

சாறேற்றத்தின் இயங்கு முறை

மிக உயரமான மரங்களின் மேல் பகுதிவரை நீர் செல்வதற்கு தேவையான ஆற்றல் எவ்வாறு பெறப்படுகிறது என்பதே சாறேற்றத்தின் மிகப்பெரிய சவாலாக உள்ளது.. சாறேற்றத்தின் செயல்முறை தொடர்பாக பல்வேறு கோட்பாடுகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன. அவை: அ) உயிர்ப்பு விசைக் கோட்பாடுகள் ஆ) வேர் அழுத்தக் கோட்பாடுகள் இ) இயற்பு விசைக் கோட்பாடுகள் ஆகியவை.

11.5.2 உயிர்ப்பு விசைக் கோட்பாடுகள் (Vital Force Theories)

உயிர்ப்பு விசைக் கோட்பாட்டின்படி சாறேற்றத்திற்கு உயிருள்ள செல்கள் கட்டாயமாக தேவை. இதன்படி இரு கொள்கைகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன

1. காட்லெவிஸ்கியின் ரிலே-பம்ப் கோட்பாடு (1884)

சைலம் பாரங்கைமா மற்றும் மெடுல்லரிக் கதிர் போன்ற உயிருள்ள செல்களில் தொடர்ச்சியாக ஏற்படும் சவ்வூடு பரவல் அழுத்த மாறுபாடு காரணமாக அவை உந்து சக்தியாக செயல்பட்டு நீரை கடத்துகின்றன.

2. ஜே.சி.போஸின் உயிர்த் துடிப்பு கோட்பாடு (1923)

போஸ், **கிரஸ்கோகிராப்** எனும் கருவியினை கண்டுப்பிடித்தார். இது கால்வனாமீட்டரில் இணைக்கப்பட்ட ஒரு மின் உணரியை உள்ளடக்கியது (படம் 11.13). இந்த மின் உணரியினை தண்டின் புறணியில் நுழைக்கும்போது, கால்வனாமீட்டரில் அதிகப்படியான மின்னூட்டம் ஏற்படுவதை எடுத்துக்காட்டினார். இதன்படி தண்டின் உட்புறணி ஒரு உந்து சக்தியாக செயல்பட்டு ஒரு சீரான அலை இயக்கத்தினை ஏற்படுத்தி (இதயம் துடிப்பதை போன்று) சாறேற்றம் நடைபெறுவதாக போஸ் கருதினார். மேலும் சைலத்துடன் இணைந்த செல்கள் இவ்வாறு துடிப்பதன்

படம் 11.13: ஜே.சி. போஸ்

காரணமாக பக்கவாட்டில் சாறானது சைலத்திற்குள் செல்வதை அவர் விளக்கினார்.

உயிர்ப்பு விசைக் கோட்பாட்டின் குறைகள்:

1) **ஸ்ட்ராஸ்பர்கர்** (1889) மற்றும் **ஓவர்டன்** (1911) ஆகியோர் சாறேற்றத்திற்கு உயிருள்ள செல்கள் அவசியமில்லை என நிரூபித்தனர். இதற்காக முதிர்ந்த ஓக் மரத்தினை **பிக்ரிக் அமிலத்தில்** மூழ்கச் செய்தும் அதிகப்படியான வெப்பநிலைக்கு உட்படுத்தியும் மரத்திலுள்ள உயிருள்ள செல்களை மடியச் செய்தனர். பின்பு இம் மரத்துண்டினை நீரில் வைத்தபோது சாறேற்றம் தடையின்றி நடைபெற்றது.

2) உயிருள்ள செல்களில் அழுத்து விசையானது இரு சைலக்கூறுகளின் இடையே (நீள் வாக்கில்) நடைபெற வேண்டும் ஆனால் இக்கோட்பாடு பக்கவாட்டில் நடப்பதாக கூறுகின்றது.

11.5.3 வேர் அழுத்தக் கோட்பாடு (Root Pressure Theory)

நன்கு நீர் ஊற்றி வளர்க்கப்பட்ட தாவரத்தினை தரைமட்டத்திலிருந்து சில அங்குல உயரத்தில் துண்டிக்கும்போது, துண்டிக்கப்பட்ட பகுதியிலிருந்து சிறிது விசையுடன் நீர் வருவதைக் காணலாம். இது **நீர்வடிதல் (Bleeding)** எனப்படும். தாவர செயலியலின் தந்தையான **ஸ்டீபன் ஹேல்ஸ்** இதனைக் கண்டறிந்து **"வேர் அழுத்தம்"** என்ற சொல்லை பயன்படுத்தினார். வேர் அழுத்தத்தினை **ஸ்டாக்கிங்** (1956) பின்வருமாறு வரையறை செய்தார் "வேர்களில் நடைபெறும் வளர்சிதை மாற்ற செயல்பாடுகளின் காரணமாக சைலக் கூறுகளில் உருவாகும் அழுத்தமே வேர் அழுத்தம் எனப்படும்". ஆனால் பின்வரும் கருத்துக்கள் வேர் அழுத்தக் கோட்பாட்டிற்கு எதிராக எழுப்பப்பட்டன.

1) மிக உயர்ந்த தாவரங்களைக் கொண்ட ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களில் வேர் அழுத்தம் என்பது அறவே இல்லை.

2) வேர் அழுத்தத்திற்கும் சாறேற்றத்திற்கும் எவ்விதத் தொடர்பும் இல்லை. எடுத்துக்காட்டாகக் கோடைகாலத்தில் நீராவிப்போக்கின் காரணமாகச் சாறேற்றம் அதிகமாக இருக்கும். ஆனால் வேர் அழுத்தம் குறைவாக இருக்கும். இதேபோன்று குளிர்காலத்தில் சாறேற்றத்தின் அளவு குறைவாகவும் வேர் அழுத்தம் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

3) வேர்கள் இல்லாத நிலையிலும் சாறேற்றம் நடைபெறும்.

4) வேர் அழுத்தத்தின் உயர்ந்தபட்ச அளவீடு 2 வளி. இதனைக் கொண்டு நீரைச் சில அடிதூரம் மட்டுமே மேலேற்றமுடியும். ஆனால் 100 மீட்டருக்கும் அதிகமான உயர்ந்த மரங்கள் உள்ளன.

11.5.4 இயற்பு விசைக் கோட்பாடு (Physical Force Theory)

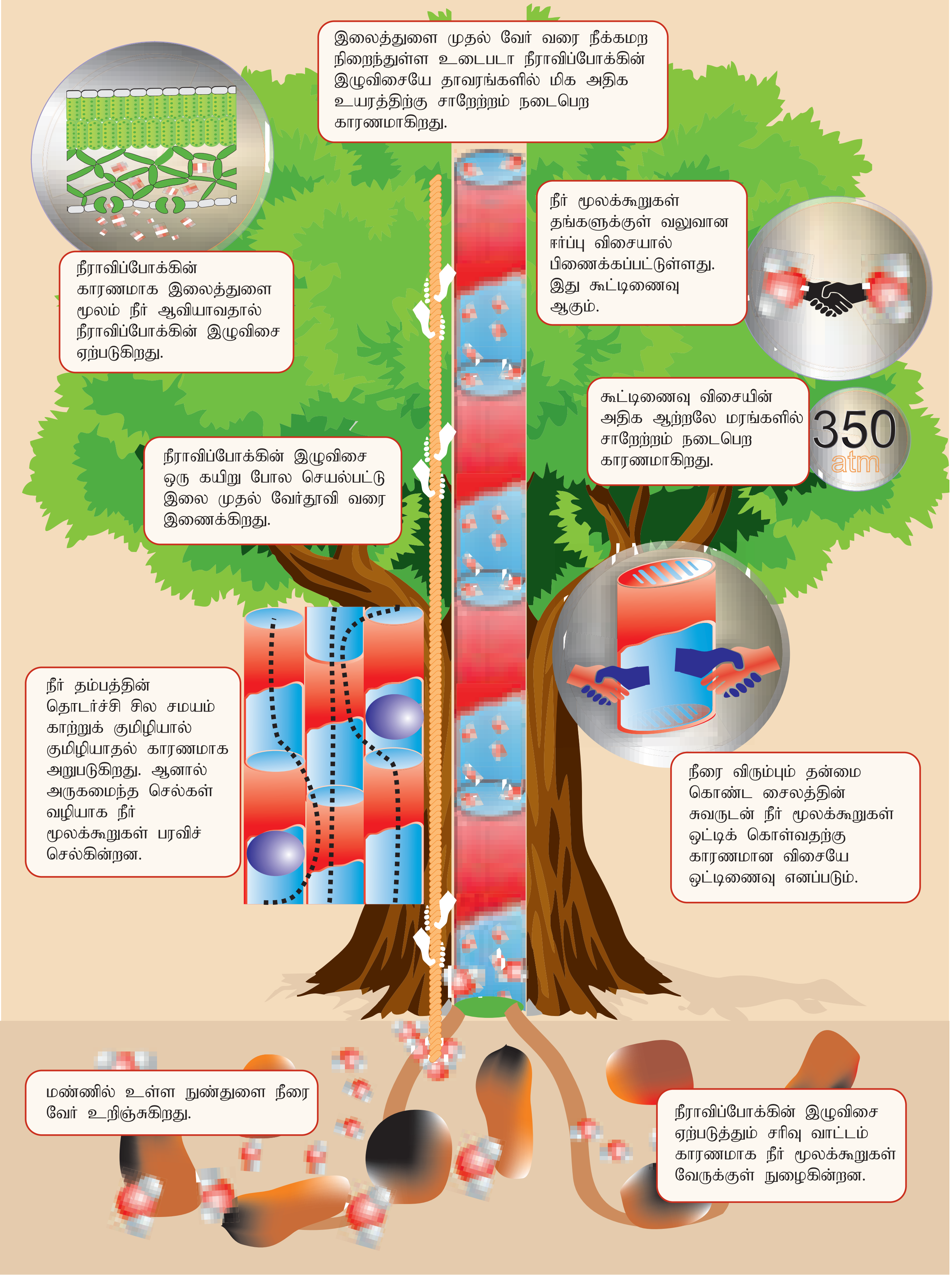
இயற்பு விசைக்கோட்பாட்டின்படி சாறேற்றமானது இறந்த சைலக் குழாய்கள் வழியாக இயற்பிய தன்மையில் நடைபெறுவதாகும். இதில் உயிருள்ள செல்கள் எவ்விதத்திலும் பங்கேற்பதில்லை.

1. தந்துகிக் குழாய் கோட்பாடு

போயம் (1809) என்பார் சைலக்குழாய்கள் தந்துகிக் குழாய்கள் போன்று செயல்படுகின்றன என முன்மொழிந்தார். இயல்பான வளிமண்டல அழுத்தத்தில் சைலக்குழாய்களில் ஏற்படும் தந்துகித் தன்மை காரணமாகச் சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது. ஆனால் இத்தந்துகி விசையினால் அதிகபட்சமாகக் குறிப்பிட்ட உயரம் மட்டுமே நீரைச் செலுத்த முடியும் என்பதால் இக்கோட்பாடு ஏற்றுக்கொள்ளப்படவில்லை. மேலும் தந்துகிக் கொள்கைக்கு எதிராகக் குறைந்த அகலம் கொண்ட ட்ரக்கீடுகளைவிட, அதிக அகலம் கொண்ட சைலக் குழாய்களே நீரை அதிகம் கடத்துகின்றன.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 82 06-07-2018 14:21:54

தாவரங்களில் நீர் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுகிறது?



2. உள்ளீர்ப்பு கோட்பாடு

உங்கர் (1876) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்ட இக்கோட்பாட்டினைச் **சாக்ஸ்** (1878) என்பவர் ஆதரித்தார். இதன்படி நீரானது செல்லின் உட்பகுதியின் தொடர்பின்றிச் செல்சுவரால் மட்டுமே உள்ளீர்க்கப்படுகிறது. ஆனால் வளையச் சோதனையின் முடிவின்படி நீரானது செல்லின் உட்பகுதி வழியாகவே செல்வதும் இதில் செல்சுவருக்கு எவ்விதத் தொடர்பும் இல்லாததும் நிரூபணமானதால் இக்கொள்கை நிராகரிக்கப்பட்டது.

3. கூட்டிணைவு இழுவிசை அல்லது கூட்டிணைவு நீராவிப்போக்கு இழுவிசைக் கோட்பாடு

கூட்டிணைவு இழுவிசைக் கோட்பாட்டினை **டிக்ஸன்** மற்றும் **ஜாலி** (1894) ஆகியோரால் முன்மொழியப்பட்டு மீளவும் டிக்ஸனால் (1914, 1924) பரிந்துரைக்கப்பட்டது. இக்கோட்பாடு கீழ்க்கண்ட அம்சங்களின் அடிப்படையில் அமைந்தது .

அ) நீரின் அதிகபட்சக் கூட்டிணைவு விசை அல்லது இழுவிசைத் திறன்

நீர் மூலக்கூறுகள் தங்களுக்குள் வலிமையான ஈர்ப்பு விசையினால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதற்குக் **கூட்டிணைவு** என்று பெயர். இதன் காரணமாக நீர் மூலக்கூறுகள் எளிதில் பிரிவதில்லை. மேலும் நீர் மூலக்கூறுகள் சைலக்கூறுகளின் சுவருடன் ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக ஒட்டிக்கொண்டுள்ளன. இதற்கு **ஒட்டிணைவு** என்று பெயர். மேற்கண்ட கூட்டிணைவு மற்றும் ஒட்டிணைவு விசைகளின் ஒருங்கிணைந்த செயல்பாடு காரணமாக உடைபடாத தொடர்ச்சியான நீர் தம்பமானது சைலத்தினுள் உருவாகிறது. கூட்டிணைவின் அதிகப்படியான ஆற்றல் (350 வளி) தேவைக்கும் அதிகமாக இருப்பதால் நீரானது மிக உயர்ந்த மரங்களிலும் மேலேறுகிறது.

ஆ) நீர் தம்பத்தின் தொடர்ச்சி

காற்றுக் குமிழிகள் சைலத்தினுள் செல்லும்போது அது நீர் செல்வதை அடைத்து நீர் தம்பத்தின் தொடர்ச்சியினை உடைத்துவிடும். இதுபோன்ற வாயுக்குமிழிகள் சைலக்கூறுகளுக்குள் பெரிதாகி நீர் செல்வதைத் தடுப்பதற்கு **"குமிழாதல்" (Cavitation)** அல்லது **"எம்பாலிசம் (Embolism)"** என்று பெயர். ஆனால் நீரானது அருகமைந்த சைலக்கூறுகளுக்கு பரவி நீர்த் தம்பத்தின் தொடர்ச்சியினைப் பராமரிப்பதால் எவ்விதப் பாதிப்பின்றிச் சாறேற்றம் நடைபெறுகிறது.

இ) நீராவிப்போக்கின் இழுவிசை அல்லது உடைபடா நீர்தம்பத்தில் ஏற்படும் அழுத்தம்

வேர் முதல் இலை வரை உள்ள உடைபடா நீர்த் தம்பம் ஒரு கயிறு போலச் செயல்படுகிறது. மேலிருந்து கயிறினை இழுத்தால் மொத்தக் கயிறும் மேலேறும். தாவரங்களில் இதுபோன்ற இழுவிசை நீராவிப் போக்கினால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இது **நீராவிப்போக்கின் இழுவிசை (Transpiration Pull)** என்றழைக்கப்படும்.

நீராவிப்போக்கின் விளைவாக இலையிடைச் செல்களிலிருந்து நீர் மூலக்கூறுகள் ஆவியாகி இலைத்துளைக்கு அருகில் உள்ள செல்லிடைவெளிக்கு பரவுகின்றன. பின் இங்கிருந்து நீராவியானது இலைத்துளை வழியாக வெளிச்செல்கிறது. இலையிடைச் செல்களில் ஏற்படும் நீரிழப்பு காரணமாக நீரியல் திறன் குறைகிறது. இந்த நீரியல் திறன் சரிவு வாட்டத்தினையொட்டி ஒரு செல்லிலிருந்து மற்றொரு செல்லுக்கு நீர் இழுக்கப்படுகிறது. ஒரு உடைபடா நீர்தம்பத்தின் உச்சியில் (இலை) ஏற்படும் இந்த இழுவிசை, இலைக்காம்பு, தண்டு வழியாகப் பரவி வேரினை அடைகிறது. இக்கூட்டிணைவு கோட்பாடே இன்றைய தாவரச் செயலியல் நிபுணர்களால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ள கோட்பாடாகும்.

11.6 நீராவிப்போக்கு

வேர்களால் உறிஞ்சப்பட்ட நீர் இறுதியில் இலைகளை அடைந்து அங்கிருந்து நீராவியாக வளி மண்டலத்தினை அடைகிறது. உறிஞ்சப்பட்டதில் மிகச்சிறிய அளவிலான (5% ஐ விடக் குறைவு) நீரே தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்கும் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தாவரங்களின் பல்வேறு தரைமேல் பகுதிகளிலிருந்து அதிகப்படியான நீர், ஆவியாக வெளியேறுவதே **நீராவிப்போக்கு** எனப்படும். நீராவிப்போக்கு ஒருவகையான ஆவியாதல் என்றாலும் நீராவிப்போக்கு தாவரங்களுடன் தொடர்புடையது. நீராவிப்போக்கின் அளவு வியக்கத்தக்கது (அட்டவனை 11.4). நீராவிப்போக்கிற்காக சைலத்தின் வழியாக ஒரு

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 84 06-07-2018 14:21:55

நிமிடத்திற்கு 75 செ.மீ. என்ற வேகத்தில் நீரானது மேலேறிச் செல்கிறது.

11.6.1 நீராவிப்போக்கின் வகைகள் (Types of Transpiration)

அட்டவணை 11.4 சில தாவரங்களில் நடைபெறும் நீராவிப்போக்கின் வீதம்

தாவரம்	நீராவிப்போக்கு / நாள் ஒன்றுக்கு
மக்காச்சோளம்	2 லிட்டர்
சூரியகாந்தி	5 லிட்டர்
மேப்பிள் மரம்	200 லிட்டர்
பேரிச்சை மரம்	450 லிட்டர்

கீழ்க்கண்ட மூன்று வகைகளில் நீராவிப்போக்கு நடைபெறுகிறது,

1 இலைத்துளை நீராவிப்போக்கு

இலையின் கீழ்ப்புறத் தோலில் அதிக அளவில் காணப்படும் நுண்ணிய துளைகளே இலைத்துளைகளாகும். தாவரங்களில் இலைத்துளை வழியாகவே மிக அதிக அளவில் (90–95%) நீராவிப்போக்கு நடைபெறுகிறது.

2 பட்டைத் துளை நீராவிப்போக்கு

தாவரங்களில் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி நடைபெறுவதன் காரணமாகப் புறத்தோலுக்கு பதிலாக பெரிடெர்ம் உருவாகிறது. தண்டின் உள்ளமைந்த உயிருள்ள செல்களுக்கும் வெளிப்புற வளிமண்டலத்திற்கும் வாயுப்பரிமாற்றம் நடைபெறுவதற்கு ஏதுவாகச் சிறிய லென்ஸ் வடிவத் துளைகள் தண்டின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்றன. இவையே **லென்டிசெல்** (Lenticels) அல்லது **பட்டைத் துளைகள்** எனப்படும். மொத்த நீராவிப் போக்கின் அளவில் 0.1% மட்டுமே பட்டைத்துளை வழியாக நடைபெறுவதால் இது முக்கியத்துவமற்றதாகும்.

3 கியூட்டிகிள் நீராவிப்போக்கு

தாவரங்களின் இலைகள் மற்றும் தண்டின் புறத்தோலில் காணப்படும் **கியூட்டின்** எனும் கொழுப்பு பொருளால் ஆன மெழுகு அல்லது ரெசின் அடுக்கே **கியூட்டிகிள்** எனப்படும். கியூட்டிகிள் வழியாக மொத்த நீராவிப்போக்கில் மிகச்சிறிய அளவான 5 முதல் 10 சதவீதம் அளவிற்கே நீரிழப்பு நடைபெறுகிறது. வறண்ட நிலத் தாவரங்களில் கியூட்டிகிளின் தடிமன் அதிகரித்துக் காணப்படுவதால் நீராவிப்போக்கின் அளவு குறைந்தோ அல்லது அறவே இல்லாமலோ காணப்படுகிறது.

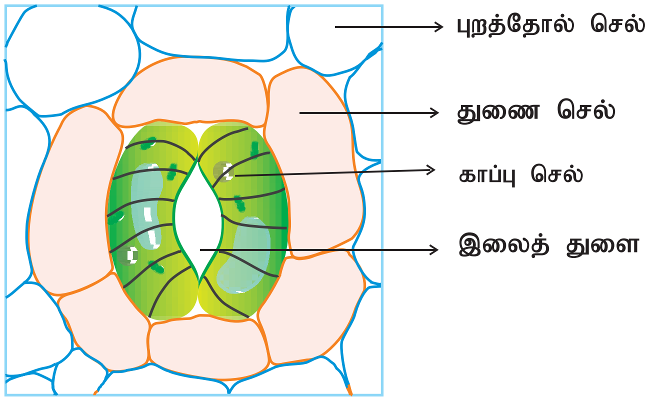
செயல்பாடு

பள்ளி வளாகத்தில் இலைகளுடன் கூடிய கிளை உள்ள தாவரத்தினைத் தேர்வு செய்து அக்கிளையினை ஒளிபுகும் பாலித்தின் பையால் மூடி கிளையின் அடிப்புறத்தில் கட்ட வேண்டும். இரண்டு மணி நேரம் கழிந்த பின் நடைபெறும் மாற்றங்களை உற்று நோக்கி ஆசிரியரிடம் விவாதிக்கவும்

11.6.2 இலைத் துளையின் அமைப்பு.

இலைகளின் புறத்தோல் மற்றும் பசுமையான தண்டில் காணப்படும் எண்ணற்ற சிறிய துளைகள் **இலைத்துளைகள்** (Stomata) எனப்படும். இலைத்துளையின் நீளம் மற்றும் அகலம் முறையே 10–40 மைக்ரான் மற்றும் 3–10 மைக்ரான் ஆகும். முதிர்ந்த இலைகளில் ஒரு சதுர மில்லி மீட்டருக்கு 50 முதல் 500 என்ற எண்ணிக்கையில் இவை காணப்படும். இலைத்துளை இரண்டு காப்பு செல்களால் ஆனது. இவை பிறை நிலா அல்லது சிறுநீரக வடிவத்தில் அமைந்த உயிருள்ள புறத்தோல் செல்களாகும். காப்பு செல்களைச் சுற்றிக் காணப்படும் புறத்தோல் செல்களுக்குத் **துணை செல்கள்** (Subsidiary cells) என்று பெயர். காப்புசெல்களின் இரு முனைகள் இணைந்தும் முனைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதி இணையாமலும் இருப்பதால் துளை வடிவம் உருவாகிறது. காப்பு செல்லின் உட்புறச் சுவர் வெளிப்புறச் சுவரை விட தடித்தது (படம் 11.14). இலைத்துளையின் உட்புறம் காணப்படும் குழி **இலைத்துளை அறை** எனப்படும். இது செல்லிடைவெளிகளுடன் தொடர்பு கொண்டது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 85 06-07-2018 14:21:56



படம் 11.14: இலைத்துளையின் அமைப்பு

11.6.3 இலைத்துளை இயக்கத்தின் செயல்முறைகள்:

காப்பு செல்களில் ஏற்படும் விறைப்பழுத்தமே இலைத்துளை இயக்கத்தினைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. காப்பு செல்களுக்குள் நீர் செல்லும்போது சீரற்ற சுவர் தடிப்பு காரணமாக விரிவடைந்து இலைத்துளை திறக்கிறது. காப்பு செல்லின் வெளிச்சுவர் குவித்தும் இழுபடும் தன்மை கொண்டு இருப்பதால் அது இழுபடு தன்மையற்ற உட்புறச் சுவரினை வெளி நோக்கி இழுப்பதன் மூலம் இலைத் துளை திறக்கிறது.

பல்வேறு வகையான கோட்பாடுகள் இலைத்துளை திறந்து மூடுதலை விவரிக்கின்றன. அவற்றுள் முக்கியமான கோட்பாடுகள் பின்வருமாறு,

1. காப்பு செல்லின் ஒளிச்சேர்க்கை கோட்பாடு
2. தரச- சர்க்கரை இடைமாற்ற கோட்பாடு
3. பொட்டாசியம் அயனியின் செயலூக்கக் கடத்தல் கோட்பாடு

1. காப்பு செல்லின் ஒளிச்சேர்க்கை கோட்பாடு

இலைத்துளைகள் பகலில் திறந்திருப்பதையும் இரவில் மூடுவதையும் **ஃபான் மோல்** (1856) கண்டறிந்தார். இவரின் கூற்றுப்படி காப்புசெல்லில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் பகலில் ஒளிச்சேர்க்கை செய்வதால் சர்க்கரை உற்பத்தி செய்கின்றது. இது காப்பு செல்லின் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்தினை அதிகரித்து அருகமைந்த செல்களில் இருந்து நீர் உட்புகுந்து இலைத் துளையினைத் திறக்கிறது. இரவில் இதற்கு எதிரான செயல் நடைபெறுவதால் இலைத்துளை மூடுகிறது.

குறைகள்:

அ) காப்பு செல்லில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் முழுமையான வளர்ச்சி அடையாததால் இவற்றால் ஒளிச்சேர்க்கை செய்ய இயலாது.

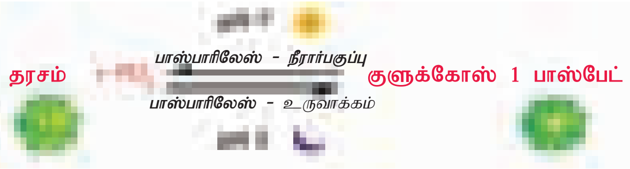
ஆ) காப்பு செல்லில் இயல்பாகவே சர்க்கரை அதிக அளவு காணப்படும்

2. தரச- சர்க்கரை இடைமாற்ற கோட்பாடு

அ) **லாயிட்** (1908) என்பாரின் கூற்றுப்படி, காப்பு செல்லின் விறைப்புத் தன்மை என்பது தரச – சர்க்கரை இடைமாற்றத்தினை சார்ந்தது. இக்கருத்தினை ஆதரித்த **லாப்ட்ஃபீல்ட்** (1921) காப்பு செல்கள் பகலில் திறந்திருக்கும்போது சர்க்கரையும் இரவில் மூடியிருக்கும்போது தரசம் கொண்டிருப்பதையும் கண்டார்.

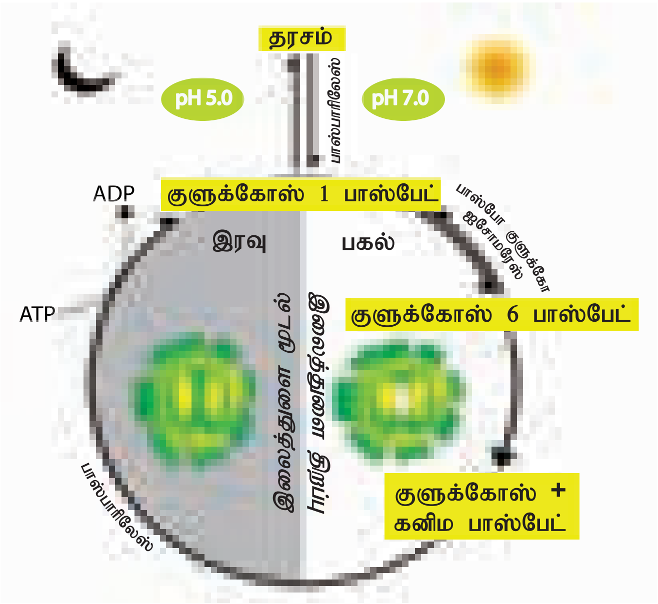
ஆ) **ஸேயேர்** (1920), இலைத்துளைகள் திறந்து மூடுவதற்கு காப்பு செல்களில் ஏற்படும் அமில-கார (pH) வேறுபாடே காரணம் எனக் கண்டறிந்தார். இவரின் கூற்றுப்படி பகலில் அதிக pH இருப்பதால் இலைத்துளை திறந்தும் இரவில் குறைந்த pH இருப்பதால் இலைத்துளை மூடியும் காணப்படுகிறது. பகலில் கார்பன் டை ஆக்சைடானது ஒளிச்சேர்க்கையில் பயன்படுத்தப்படுவதால் pH அளவு உயர்ந்து தரசம் சர்க்கரையாக மாறுகிறது. இச்சர்க்கரையின் அதிகரிப்பு உட்சவ்வூடுபரவலை ஊக்குவித்து விறைப்பழுத்தத்தினை அதிகரிப்பதால் இலைத்துளை திறக்கிறது. இதேபோன்று இரவில் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு செல்களில் அதிகரிப்பதால் pH அளவு குறைந்து சர்க்கரை தரசமாக மாற்றமடைகிறது. தரசம் காப்பு செல்லின் விறைப்பழுத்தத்தினைக் குறைப்பதால் இலைத்துளை மூடுகிறது.

இ) தரச-சர்க்கரை கோட்பாட்டிற்கு வலு சேர்க்கும் வகையில் **ஹேன்ஸ்** (1940) என்பவரால் காப்பு செல்லில் **பாஸ்பாரிலேஸ் (Phosphorylase)** நொதி கண்டறியப்பட்டது. பகலில் பாஸ்பாரிலேஸ் நொதி தரசத்தினை நீராற்பகுத்து சர்க்கரையாக மாற்றி pH-அளவை உயர்த்துவதால் உட்சவ்வூடுபரவல் நடைபெற்று இலைத்துளை திறக்கிறது. இரவில் இதற்கு எதிரான செயல் நடைபெறுகிறது.



TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 86 06-07-2018 14:21:58

ஈ) **ஸ்டீவார்ட்** (1964) சற்று மாற்றியமைக்கப்பட்ட தரச-சர்க்கரை இடைமாற்ற கோட்பாட்டினை முன்மொழிந்தார். இதன்படி குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்பேட் சவ்வூடுபரவல் தன்மையற்றது. குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்பேட்டில் உள்ள பாஸ்பேட்டை நீக்குவதால் அது குளுக்கோஸாக மாறுகிறது. குளுக்கோஸின் சவ்வூடுபரவல் திறன் தன்மையால் காப்பு செல்லினுள் இதன் செறிவு அதிகரித்து இலைத்துளை திறக்கிறது (படம் 11.15).



படம் 11.15: ஸ்டீவார்ட் கோட்பாடு

தரச- சர்க்கரை இடைமாற்ற கோட்பாட்டிற்கான எதிர்ப்புகள்:

1) ஒரு வித்திலைத் தாவரத்தின் காப்புசெல்லில் தரசம் இல்லை.

2) இலைத்துளை திறக்கும்போது சர்க்கரை அதிகரித்துத் தரசம் குறைவதற்கான ஆதாரம் இல்லை.

3) pH-ன் அளவானது 5-லிருந்து 7 ஆக மாறுவதற்குக் காரணம் கார்பன் டை ஆக்ஸைடில் ஏற்படும் மாற்றங்களால்தான் என்பதை இக்கோட்பாட்டால் விளக்க இயலவில்லை.

3. பொட்டாசியம் அயனியின் கடத்தல் கோட்பாடு

லெவிட் (1974) என்பவரால் வெளியிடப்பட்ட இக்கொள்கையினை **ராஷ்க்** (1975) விளக்கினார். இதன்படி இலைத் துளை திறத்தல் கீழ்க்கண்ட படி நிலைகளை உள்ளடக்கியது.

பகலில்:

அ) காப்பு செல்லில் தரசம் கரிம அமிலமாக (மாலிக் அமிலம்) மாற்றமடைகிறது.

ஆ) காப்பு செல்லில் உள்ள மாலிக் அமிலம் மாலேட் எதிர்மின் அயனியாகவும் புரோட்டானாகவும் (H^+) பிரிகிறது.

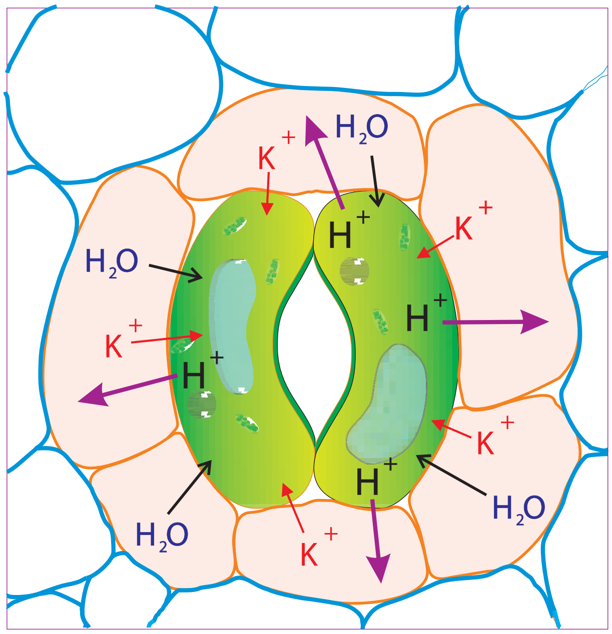
இ) புரோட்டான்கள் சவ்வின் வழியாக அருகமைந்த துணை செல்களுக்கும், துணை செல்களிலிருந்து பொட்டாசியம் அயனிகள் (K^+) காப்பு செல்களுக்கும் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கின்றன. இது மின் சரிவு வாட்டத்தின் வழியாக (Electrical Gradient) நடைபெறுவதால் இது **அயனிப்பரிமாற்றம் (Ion Exchange)** எனப்படுகிறது.

ஈ) அயனிப்பரிமாற்றம் ஆற்றல் தேவைப்படும் செயலாதலால்இதற்கு ATPபயன்படுத்தப்படுகிறது.

உ) காப்புசெல்லில் பொட்டாசியம் அயனி மிகுவதால் அதனைச் சமன்படுத்தக் குளோரைடு (Cl^-) அயனி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் காப்புசெல்லில் கரைபொருள் அடர்த்தி அதிகரித்து நீரியல் திறன் குறைகிறது.

ஊ) இதன் விளைவாகக் காப்பு செல் ஹைப்பர்டானிக் நிலையினை அடைந்து அருகில் அமைந்த செல்களில் இருந்து நீர் உள்ளே நுழைகிறது..

எ) நீர் உட்புகுவதால் விறைப்பழுத்தம் அதிகரித்து இலைத்துளை திறக்கிறது (படம் 11.16).



படம் 11.16: பொட்டாசியம் அயனியின் கடத்தல் கோட்பாடு– இலைத் துளை திறப்பு

இரவில்:

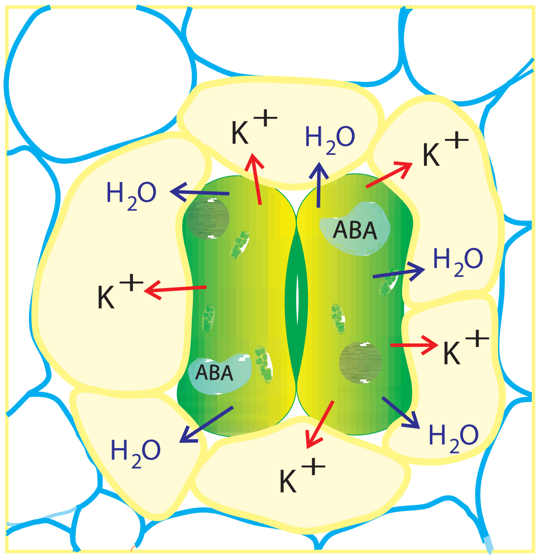
அ) இரவில் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை என்றாலும் சுவாசித்தல் தொடர்ந்து நடைபெறுவதால் இலைத்துளை அறையில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு சேகரமாகிறது.

ஆ) இவ்வாறு சேகரமான கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு செல்லுக்குள் pH அளவினைக் குறைக்கிறது.

இ) காப்பு செல்லில் ஏற்படும் குறைவான pH-ம் நீர் பற்றாக்குறையும் நெருக்கடி நிலை ஹார்மோனான **அப்சிசிக் அமிலத்தினை** (ABA) தூண்டுகிறது.

ஈ) அப்சிசிக் அமிலம் துணை செல்களிலிருந்து உள்வரும் பொட்டாசியம் அயனியினைத் தடுத்தும் முன்பே காப்பு செல்களில் உள்ள பொட்டாசியம் அயனியினை வெளியேற்றவும் செய்கிறது.

உ) இதனால் காப்பு செல்களில் நீரிழப்பு ஏற்பட்டு அதன் விறைப்பழுத்தத்தினை குறைப்பதால் இலைத்துளை மூடுகிறது (படம் 11.17).



படம் 11.17: பொட்டாசியம் அயனியின் கடத்தல் கோட்பாடு– இலைத் துளை மூடல்

11.6.4 நீராவிப்போக்கின் வீதத்தை பாதிக்கும் காரணிகள்

நீராவிப்போக்கின் வீதத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை 1) வெளிப்புறக் காரணிகள் அல்லது சுற்றுச் சூழல் காரணிகள் 2) உட்புறக் காரணிகள் அல்லது தாவரக் காரணிகள்

1) வெளிப்புறக் காரணிகள் அல்லது சுற்றுச் சூழல் காரணிகள்

அ) வளிமண்டல ஈரப்பதம்: வளிமண்டத்தில் மிகுந்த ஈரப்பதம் இருக்கும்போது நீராவிப்போக்கின் வீதம் வெகுவாகக் குறைகிறது. உலர்ந்த காற்று நீராவிப்போக்கின் வீதத்தை நேர்தகவில் அதிகரிக்கிறது.

ஆ) வெப்பநிலை: வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது நீராவிப்போக்கின் வீதமும் அதிகரிக்கிறது. ஆனால் அதிகப்படியான வெப்பநிலையில் இலைத்துளையின் விறைப்பழுத்தம் குறைவதால் இலைத்துளை மூடப்படுகிறது.

இ) ஒளி: ஒளியின் செறிவு வெப்பநிலையை அதிகரிக்கிறது. வெப்பநிலையினைப் போலவே அதிக ஒளிச் செறிவில் நீராவிப்போக்கு அதிகரித்தும் குறைந்த ஒளிச்செறிவில் நீராவிப்போக்கு குறைந்தும் காணப்படுகிறது. அதிகப்படியான ஒளி செல்சவ்வின் கடத்துத் தன்மையினை அதிகரித்து நீர் மூலக்கூறுகள் செல்லைவிட்டு வெளியேறுவதை எளிதாக்குகிறது.

ஈ) காற்றின் திசைவேகம்: காற்று வீசாத நிலையில்இலைத்துளைப் பரப்பிற்கு மேல் நீர் மூலக்கூறுகள் பூரிதத் தன்மையினை அடைந்துள்ளதால் அதிகப்படியான நீர் ஆவியாவதில்லை. காற்று வீசும்போது, இலைப்பரப்பிற்கு மேலுள்ள நீராவிப்படலம் அகற்றப்படுவதால் பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை ஏற்பட்டு இலையின் செல்களில் இருந்து நீர் ஆவியாகி நீராவிப்போக்கு அதிகரிக்கிறது. ஆனால் அதிக திசைவேகம் கொண்ட காற்று அதிகப்படியான நீரிழப்பினை ஏற்படுத்தி இலைத்துளை மூடப்படுகிறது. இதனால் நீராவிப்போக்கின் வீதம் குறைகிறது.

செயல்பாடு

ஒரு தாவரத்தினை மின் விசிறியின் கீழும் மற்றும் குளிர்சாதன அறையிலும் வைத்தால் என்ன நிகழும்?

உ) வளிமண்டல அழுத்தம்: குறைந்த வளி மண்டல அழுத்தத்தில் நீராவிப்போக்கின் வீதம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 88 06-07-2018 14:22:06

அதிகரிக்கிறது. மலைப்பகுதியில் குறைந்த வளி மண்டல அழுத்தம் நிலவுவதால் அங்கு நீராவிப்போக்கின் வீதம் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் அங்கு நிலவும் குறைந்த வெப்பநிலை இதனை ஈடுசெய்வதால் நீராவிப்போக்கின் வீதம் கட்டுக்குள் வைக்கப்படுகிறது.

ஊ) நீர்: தாவரத்தின் இயல்பான வளர்ச்சிக்கு மண்ணில் போதிய அளவு நீர் இருக்க வேண்டும். நீராவிப்போக்கின் காரணமாக ஏற்படும் அதிகப்படியான நீரிழப்பு தாவரங்களுக்கு வாடலை (Wilting) ஏற்படுத்துகிறது. பொதுவாக வாடல் மூன்று வகைப்படும் அவை,

(1) தொடக்க நிலை வாடல்: தாவரச் செல்லில் நீரின் அளவு குறைகிறது. இவ்வகையில் அறிகுறிகள் வெளிப்படையாகத் தெரிவதில்லை

(2) தற்காலிக வாடல்: கடும் கோடையின் பகல்பொழுதில் இளந்தாவரங்களில் ஏற்படும் நீரிழப்பு வாடலை ஏற்படுத்தினாலும் இரவுப் பொழுதில் அவை மீள் நிலையினை அடைகின்றன.

(3) நிரந்தர வாடல்: நீர் உறிஞ்சப்படுதல் நிறுத்தப்படுவதால் தாவரச் செல்களுக்கு நீர் கிடைக்காமல் நிரந்தர வாடல் நிலைக்கு இட்டுசெல்கிறது.

2) உட்புறக் காரணிகள் அல்லது தாவரக் காரணிகள்

அ) இலைப் பரப்பு: இலைப்பரப்பின் அதிகரிப்பு நீராவிப்போக்கினையும் அதிகரிக்கும். எனவே வறண்ட நிலத்தாவரங்களில் இலைப்பரப்பு குறைந்து காணப்படுகிறது.

ஆ) இலையின் அமைப்பு: நீராவிப்போக்கினைக் குறைப்பதற்காக இலையில் புதையுண்ட இலைத்துளைகள், தூவிகள், கியூட்டிகிள், நீர்விரும்பும் பொருட்களான பசை, மியூசிலேஜ் ஆகிய உள்ளமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய மாற்றங்கள் வறண்ட நிலத் தாவரங்களில் குறிப்பிடத் தகுந்த அளவில் காணப்படுகின்றன. ஒபன்ஷியாவில் நீராவிப்போக்கை குறைப்பதற்காக இலைபோன்று அமைந்த தண்டு காணப்படுகிறது. இதற்குப் **பில்லோகிளாடு** என்று பெயர். ஆஸ்பராகஸ் தாவரத்தில் வரம்புடைய வளர்ச்சியுடைய தண்டு இலைகள் போன்ற அமைப்புகளில் காணப்படுகிறது. இது **கிளாடோடு** அல்லது **கிளாடோபில்** எனப்படும். மேலும் சில தாவரங்களில் இலைக்காம்பு தட்டையாகி அகன்று காணப்படும் இது **பில்லோடு** எனப்படும். எடுத்துக்காட்டு: அகேஷியா மெலனோசைலான்.

11.6.5 தாவர நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள் (Plant Antitranspirants)

தாவரத்தில் நீராவிப்போக்கினைத் தடுக்கப் பயன்படும் எந்தப் பொருளும் **நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள்** எனப்படும். ஒரு சிறந்த நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான் தாவரத்தின் வாயுப்பரிமாற்றத்திற்கு எவ்வித ஊறும் விளைவிக்காமல் நீராவிப்போக்கினை தடுக்க வேண்டும். தாவர நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள் இரு வகைப்படும்

1) இலைத்துளைக்கு மேல் இயல்சார் தடுப்பான்களாகச் செயல்படுபவை

நிறமற்ற பிளாஸ்டிக், சிலிக்கோன் எண்ணெய் மற்றும் குறைந்த பாகுத்தன்மை மெழுகுகள் (Low viscosity waxes) ஆகியவற்றை மெல்லிய படலமாக இலையின் மேல் தெளிப்பதால் நீராவிப்போக்கு தடைபடுகிறது. ஆனால் இப்படலம் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றின் ஊடுருவலை தடைசெய்வதில்லை. இயல்சார் தடுப்பான்களின் வெற்றி மிகவும் குறைவான சதவீதமேயாகும்.

2) இலைத்துளை மூடுவதை தூண்டுபவை

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு இலைத்துளை மூடலைத் தூண்டுவதால் இது ஒரு இயற்கையான நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான் ஆகும். மேலும் இதனைப் பயன்படுத்துவதால் ஒளிச்சுவாசமும் தடைபடுவது கூடுதலான நன்மையாகும். பினைல் மெர்குரி அசிடேட்டினை (Phenyl mercuric acetate -PMA) இலையில் தெளிக்கும்போது அது இரண்டு வார காலம் அல்லது கூடுதல் காலத்திற்கு எவ்வித நச்சு பின்விளைவின்றி இலைத்துளையினைப் பகுதி அளவில் மூட வைக்கிறது. அப்சிசிக் அமிலம் இலைத்துளை மூடுதலைப் பெருமளவில் தூண்டுகிறது. டோடிசினில் சக்சினிக் அமிலமும் (Dodecenyl succinic acid) இலைத் துளை மூடுதலில் பங்கு வகிக்கிறது.

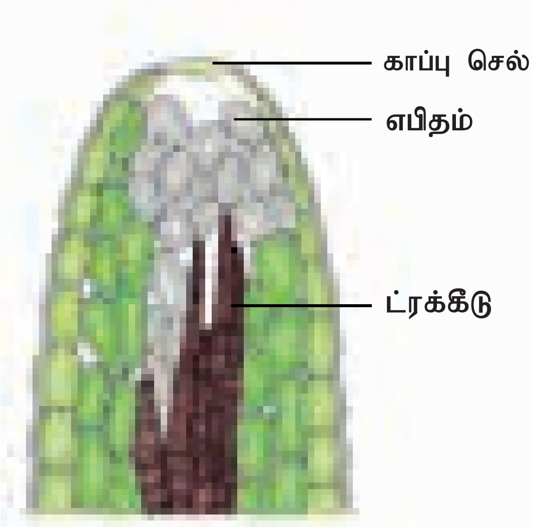
பயன்கள்:

- நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள் பயிர் தாவரங்களில் ஏற்படும் பெருமளவு நீர் இழப்பினைத் தடுக்கிறது.

• நாற்றுப்பண்ணைகளில் மறுநடவு செய்யப் பயன்படுகின்றன.

11.6.6 நீர் வடிதல் (Guttation)

காற்றில் ஈரப்பதம் அதிகமாக இருக்கும்போது நீராவிப்போக்கின் வீதம் வெகுவாகக் குறைகிறது. இந்நிலையில் நீர் உறிஞ்சப்படும்போது தாவரத்தினுள் அதிகப்படியான நீர் சேர்ந்து வேர் அழுத்தத்தினை உருவாக்குகிறது. இந்த அதிகப்படியான நீர் தாவர இலைகளின் விளிம்புகளில் நீராக வடிகிறது. இதுவே **நீர் வடிதல்** எனப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: புற்கள், தக்காளி, உருளைக்கிழங்கு, கத்திரி மற்றும் அலோகேஷியா. ஈரப்பதமுள்ள நிழற்பாங்கான பகுதியில் வளரும் தாவரங்களில் காணப்படும் இவ்வகை நீர்வடிதலில் இலைத்துளை போன்ற ஒரு துளை வழியாகவே நீர் வெளியேறுகிறது. இத்துளை **நீர்கசிவுத் துளை** அல்லது **ஹைடதோடு (Hydathode)** எனப்படும். இத்துளையினுள் அதிகச் செல்லிடைவெளி கொண்டு பரவலாக அமைந்த செல்கள் காணப்படுகின்றன. இவை **எபிதம் (Epithem)** எனப்படும் (படம் 11.18). எபிதம், நரம்புகளின் சைலம் மற்றும் ஃபுளோயம் முடிவில் காணப்படும். ஹைடதோடுகள் வழியாக வரும் நீர் தூய்மையானதல்ல. இது பல்வேறு கரைபொருட்களைப் பெற்ற கரைசலாகும்.



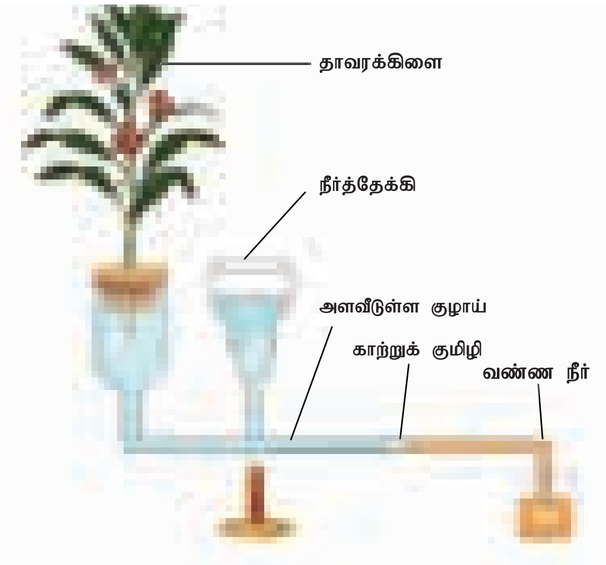
படம் 11.18: ஹைடதோடின் அமைப்பு

11.6.7 நீராவிப்போக்கினை அளவிடுதல்

1) கேனாங்கின் போட்டோமீட்டர்

கேனாங்கின் போட்டோமீட்டர் நீராவிப்போக்கினை மறைமுகமாக அளவீடு செய்யப் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் உறிஞ்சப்படும் நீரின் அளவினை அளப்பதன் மூலமாக ஆவியாகும் நீராவிப்போக்கின் அளவு அனுமானிக்கப்படுகிறது.

ஒரு கிடைமட்டமான குறுகிய குழாயின் இரு முனைகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிராக வளைந்ததாக இக்கருவி அமைந்துள்ளது. ஒருபுறம் உள்ள வளைந்த முனை அகன்றதாகவும் மறுபுறம் உள்ள வளைந்த முனை குறுகியதாகவும் உள்ளது. இத்துடன் திருகு மறையுடன் கூடிய நீர்தேக்கியானது அகலமான முனைக்கு அருகில் உள்ளது. அகலமான முனையில் ஒரு தாவரக் கிளை அல்லது சிறு தாவரத்தினை பிளவுற்ற ரப்பர் அடைப்பானின் உதவியால் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கிடைமட்டக் குழாயின் மறுமுனை வண்ண நீர் நிரம்பிய பீக்கருள் மூழ்கியவாறு உள்ளது (படம் 11.19). இக்குறுகிய முனையினுள் காற்றுக்குமிழிதோற்றுவிக்கப்பட்டு இந்த அமைப்பை சூரிய ஒளியில் வைத்து உற்று நோக்க வேண்டும் நீராவிப்போக்கு நடைபெறுவதால் காற்றுக்குமிழ் அகலமான முனையினை நோக்கிச் செல்கிறது. நீராவிப் போக்கினால் ஏற்படும் நீர் இழப்பை ஈடுகட்ட தாவரக் கிளையின் சைலம் மூலம் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது. எனவே நீராவிப்போக்கின் வீதமும் நீர் உறிஞ்சுதல் வீதமும் சமமானது என அறியப்படுகிறது.



படம் 11.19: கேனாங்கின் போட்டோமீட்டர்

2. கோபால்ட் குளோரைடு ($CoCl_2$) தாள் முறை

பசுமையான மேல்கீழ் வேறுபாடுடைய இலை ஒன்றினைத் தேர்வு செய்து அதன் இரு

புறத்தினையும் உலர்ந்த பஞ்சியினைக் கொண்டு சுத்தம் செய்ய வேண்டும். இலையின் இரு புறத்தையும் உலர்ந்த கோபால்ட் குளோரைடு காகிதத் துண்டினால் மூடி அதன் மேல் கண்ணாடித் துண்டுகளை அசையாதவாறு பொருத்த வேண்டும். இந்த அமைப்பினை சிறிது நேரம் இடையூறின்றி வைக்கும்போது இலையின் அடிப்புறத்தோலில் உள்ள கோபால்ட் குளோரைடு தாள் இளஞ்சிவப்பு நிறமாக மாறியுள்ளதைக் காணலாம். இதற்குக் காரணம் இலைத்துளை வழியாக வரும் நீராவியினால் கோபால்ட் குளோரைடு தாள் நீரேற்றம் ($CoCl_2.2H_2O$ or $CoCl_2.4H_2O$) பெறுவதேயாகும். மேலும் இவ்வாறான மேல்கீழ் வேறுபாடடைந்த இலையில் நீராவிப்போக்கின் வீதம் மேற்புறத்தோலை விட அடி புறத்தோலில் அதிகம் இருப்பதையும் அறியலாம்.

11.6.8 நீராவிப்போக்கின் முக்கியத்துவம்

நீராவிப்போக்கு நீரிழப்பிற்கு வழிகோலுகிறது. இப்பாடத்தின் முன்பகுதியில் குறிப்பிட்டதுபோல உள்ளெடுக்கப்பட்ட நீரில் 95 விழுக்காடு நீராவிப்போக்கினால் இழக்கப்படுகிறது. பொதுவாக இது தாவரத்திற்குக் கேடு தரும் செயல்பாடு எனக் கருதக்கூடும். ஆனால் நீரின் உள்ளெடுப்பு, சாறேற்றம், கனிம உள்ளெடுப்பு ஆகியவை நேரடியாக நீராவிப்போக்கினை சார்ந்துள்ளன. இன்னும் கூறப்போனால் தாவரங்கள் சுட்டெரிக்கும் சூரிய ஒளியில் பசுமையுடன் இருப்பதற்குக் காரணம் நீராவிப்போக்கே. எனவே **கர்டிஸ்** கூற்றுப்படி நீராவிபோக்கு என்பது ஒரு "தேவையான தீமை" ஆகும்.

11.7 கரிமக் கரைபொருட்களின் இடப்பெயர்ச்சி (Translocation of Organic Solutes)

இலைகள் ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் உணவை தயாரித்து அதனைத் தரசத் துகள்களாகச் சேமித்து வைக்கின்றன. தேவைப்படும்போது தரசமானது எளிய சர்க்கரைகளாக மாற்றமடைகின்றன. இவ்வாறு மாற்றமடைந்த எளிய சர்க்கரை தாவரத்தின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கு அவற்றின் தேவைக்காக இடம்பெயர வேண்டும். ஆனால் உணவு உருவாக்கப்படும் இடமும் (இலைகள்) அது பயன்படுத்தப்படும் இடமும் ஒன்றுக்கொன்று தொலைவில் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே இந்த கரிம உணவுப் பொருளானது இடம்பெயர்வது முக்கியத் தேவையாகிறது.

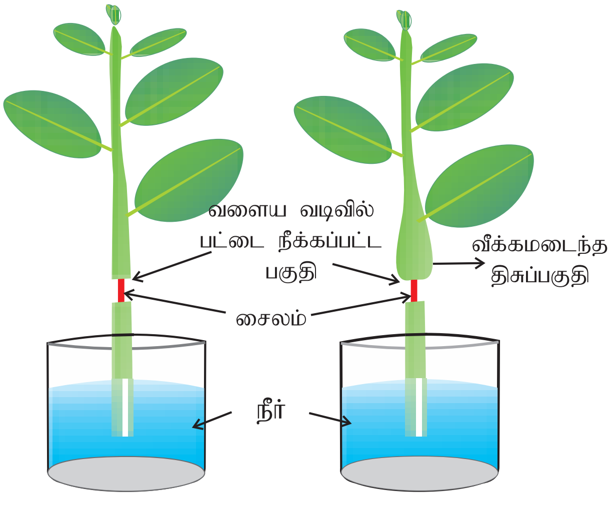
உற்பத்தி செய்யப்படும் இடத்திலிருந்து உணவுபொருளானது அது பயன்படுத்தப்படும் இடத்திற்கு இடம்பெயர்வது **கரிமக் கரைபொருட்களின் இடப்பெயர்ச்சி** எனப்படும். இங்குக் கரைபொருட்கள் என்பது கரைசலில் இடம்பெயரும் உணவுப்பொருட்களைக் குறிக்கும்.

11.7.1 இடப்பெயர்ச்சியின் வழி

கரைபொருட்கள் ஃபுளோயம் வழியாகவே இடம்பெயர்கிறது என்பது தற்காலத்தில் நன்கு நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. வளைய அல்லது பட்டை இடை நீக்க சோதனை மூலம் ஃபுளோயம் வழியாகக் கரைப்பொருட்களை இடம்பெயர்வதை நிரூபிக்கலாம்.

11.7.2 வளையச் சோதனை அல்லது பட்டை இடைநீக்க சோதனை

ஒரு கட்டைத் தன்மை கொண்ட தாவரத்தில் சைலத்தினை தவிர்த்து வாஸ்குலக் கேம்பியத்தின் வெளியமைந்த அனைத்துத் திசுக்களையும் (பட்டை, புறணி மற்றும் ஃபுளோயம்) நீக்கவேண்டும். தற்போது சைலம் மட்டுமே வளையத்திற்கு இருபுறம் உள்ள மேல் கிழ் தாவரப் பகுதிகளை இணைக்கிறது. இந்த அமைப்பினை நீர் நிரம்பிய பீக்கருக்குள் வைக்க வேண்டும். சிறிது நேரம் கழித்து வளையத்தின் மேற்புறம் உணவுபொருட்கள் சேகரமாவதால் அப்பகுதி வீங்கியிருப்பதைக் காணலாம் (படம் 11.20).



படம் 11.20: வளையச் சோதனை

இச்சோதனை சிலநாட்கள் தொடர்ந்து நடைபெற்றால் முதலில் வேர்கள் இறக்கும். இதற்குக் காரணம் ஃபுளோயம் அகற்றப்படுவதால் வேருக்குச் உணவு தடைபடுகிறது மேலும் வேர்களினால் உணவைத் தயாரிக்க இயலாததாலும் வேர் இறக்கிறது. தண்டுப் பகுதி சாறேற்றத்திற்காக வேரை நம்பி இருப்பதால் வேர் இறந்த உடன் தண்டும் இறுதியாக இறக்கிறது.

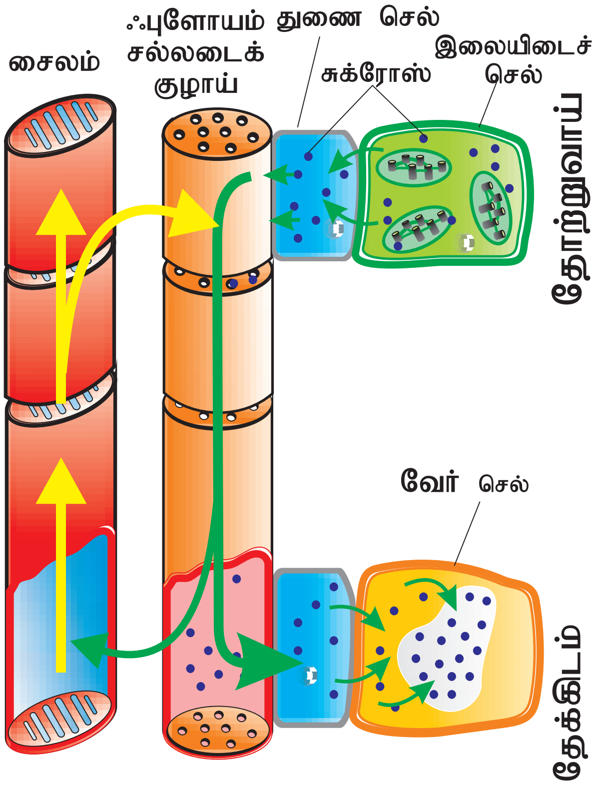
11.7.3 இடப்பெயர்ச்சியின் திசை

ஒளிச்சேர்க்கையில் உருவான பொருட்களை இலையில் இருந்து வளர்ச்சி மற்றும் சேமிப்பு பகுதிகளுக்கு ஃபுளோயம் கீழ்காணும் திசைகளில் இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது.

கீழ்நோக்கிய திசை: இலைகளிலிருந்து தண்டு மற்றும் வேர்களுக்குச் செல்லுதல்.

மேல் நோக்கிய திசை: இலைகளிலிருந்து மொட்டுகள், பூக்கள், பழங்கள் ஆகியவற்றிற்கு வளர்ச்சிக்காகவும் சேமிப்பிற்காகவும் செல்லுதல். விதை முளைத்தல் மேல் நோக்கிய இடப்பெயர்சிக்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

ஆரப்போக்கு திசை: பித் பகுதியிலிருந்து புறணிக்கும் புறத்தோலுக்கும் உணவுப் பொருள் ஆரப்போக்கு திசையில் செல்லுதல் .



படம் 11.21: தோற்றுவாய் மற்றும் தேக்கிடம்

11.7.4 தோற்றுவாய் மற்றும் தேக்கிடம் (Source and Sink)

தோற்றுவாய் என்பது வளர்சிதை மாற்றம் நடைபெறும் இடத்திற்கோ அல்லது சேமிக்கப்படும் இடத்திற்கோ உணவினை ஏற்றுமதி செய்யும் தாவர உறுப்பு ஆகும். எடுத்துக்காட்டு: வளர்ச்சியடைந்த இலைகள் மற்றும் முளைக்கும் விதைகள்.

உணவைப் பெறும் எந்த ஒரு தாவர உறுப்பும் தேக்கிடம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: வேர்கள், கிழங்குகள், வளர்ச்சியடையும் பழங்கள் மற்றும் முதிர்ச்சியடையாத இலைகள் (படம் 11.21).

11.7.5 ஃபுளோயத்தில் உணவேற்றம் (Phloem Loading)

முதிர்ந்த இலைகளின் இலையிடைத்திசு செல்களிலிருந்து ஃபுளோயம் சல்லடை கூறுகளுக்கு ஒளிச்சேர்க்கை விளைபொருட்கள் இடம்பெயர்வதே **ஃபுளோய உணவேற்றம்** ஆகும். இது மூன்று படிகளைக் கொண்டுள்ளது.

1. சல்லடைக் கூறுகள் சுக்ரோஸினை மட்டுமே கடத்த வல்லன. ஆனால் பசுங்கணிகத்தில் உள்ள ஒளிச்சேர்க்கை விளைபொருட்கள் தரசமாகவோ அல்லது ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட்டாகவோ காணப்படும். இவை சைட்டோபிளாசத்திற்கு கடத்தப்பட்டு அங்கு சுக்ரோஸாக மாற்றமடைந்த பின்னரே அடுத்த நிலை இடப்பெயர்ச்சிக்குத் தயாராகின்றன.

2. சுக்ரோஸ் இலையிடைத் திசுவிலிருந்து அருகமைந்த சல்லடைக்கூறுகளுக்கு குறைந்த தூர இடப்பெயர்ச்சி முறையில் செல்கின்றன.

3. சல்லடைக் குழாய்களில் இருந்து தேக்கிடத்திற்கு நீண்ட தூர இடப்பெயர்ச்சி மூலம் செல்கின்றன.

11.7.6 ஃபுளோயத்திலிருந்து உணவு வெளியேற்றம் (Phloem Unloading)

சுக்ரோஸ் சல்லடைக் கூறுகளிலிருந்து தேக்கிட உறுப்புகளான வேர்கள், கிழங்குகள், பூக்கள் மற்றும் பழங்கள் ஆகிய இடங்களுக்கு இடம்பெயர்தலே **ஃபுளோயத்திலிருந்து உணவு வெளியேற்றம்** எனப்படும். இது மூன்று படிகளைக் கொண்டுள்ளது.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

தாவரங்கள் ஸ்டார்ச், குளுக்கோஸ் அல்லது ப்ரக்டோஸ் சர்க்கரைகளை தவிர்த்து சுக்ரோஸை மட்டும் ஏன் இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன?

குளுக்கோஸ், ப்ரக்டோஸ் ஆகியவை எளிய மோனோசாக்ரைடுகள். ஆனால் சுக்ரோஸ் என்பது குளுக்கோஸ் மற்றும் ப்ரக்டோஸால் ஆன டைசாக்ரைடு ஆகும். ஸ்டார்ச் என்பது குளுக்கோஸின் பாலிசாக்ரைடு. குளுக்கோஸ் மற்றும் ப்ரக்டோஸை விடச் சுக்ரோஸும் ஸ்டார்ச்சும் ஆற்றலை திறம்பட சேமிக்க வல்லன. ஸ்டார்ச் நீரில் கரையாது. எனவே இதனால் ஃபுளோயத்தின் வழியாக செல்ல இயலாது. எனவே அடுத்த தேர்வு சுக்ரோஸ். இது நீரில் கரைவதோடு மட்டுமின்றி ஆற்றலையும் சேமிக்க வல்லது. இதுவே இலையிலிருந்து ஆற்றலைத் தாவரத்தின் பல பகுதிகளுக்கும் எடுத்துச் செல்கிறது. சுக்ரோஸானது அதிக அடர்விலும் குறைந்த பாகுத்தன்மை கொண்டும் ஒடுக்கும் முனைகள் இருப்பதால் இது குளுக்கோஸ் மற்றும் ப்ரக்டோஸை விட மந்தத் தன்மை வாய்ந்தது. ஒளிச்சேர்க்கையின்போது பசுங்கணிகத்தின் ஸ்ட்ரோமாவில் ஸ்டார்சானது உருவாக்கப்பட்டுச் சேமிக்கப்படுகிறது. சுக்ரோஸ் சைட்டோபிளாசத்தில் உருவாக்கப்பட்டுத் தாவரத்தின் பிற பகுதிகளுக்கு இடம்பெயர்கிறது.

1) **சல்லடைக் கூறுகளிலிருந்து வெளியேற்றம்:** சுக்ரோஸ் சல்லடைக் கூறுகளிலிருந்து வெளியேறுகிறது.

2) **குறைந்த தூர இடப்பெயர்ச்சி:** தேக்கிடச் செல்களுக்குச் சுக்ரோஸ் செல்லுதல்.

3) **சேமித்தலும் வளர்ச்சிதை மாற்றமும்:** இறுதியாக சுக்ரோஸ் தேக்கிடச் செல்களில் சேமிக்கப்படுவதோடு வளர்ச்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்படுகிறது.

11.7.7 இடப்பெயர்ச்சியின் இயங்குமுறை (Mechanism of Translocation)

இடப்பெயர்ச்சியின் இயங்குமுறை தொடர்பாக பல கோட்பாடுகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் சில இங்கே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1 பரவல் கோட்பாடு (Diffusion hypothesis)

இக்கோட்பாட்டின்படி உணவு இடப்பெயர்ச்சியானது அதிக அடர்வுள்ள இடத்திலிருந்து (உற்பத்தியாகும் இடம்) குறைந்த அடர்வுள்ள இடத்திற்கு (பயன்படுத்தப்படும் பகுதி) எளிய இயற்பியல்முறை மூலம் பரவுகிறது. ஆனால், உணவு இடப்பெயர்ச்சியின் வேகம் எளிய பரவல் வேகத்தினை விட அதிகமாக இருப்பதாலும் நச்சுப்பொருட்களால் பாதிப்படையும் உயிரியல் செயல்பாடாக உணவு இடப்பெயர்ச்சி இருப்பதாலும் இக்கோட்பாடு நிராகரிக்கப்பட்டது.

2 செயலூக்கப் பரவல் கோட்பாடு (Activated diffusion theory)

மேசன் மற்றும் மாஸ்கல் (1936) ஆகியோரால் இக்கொள்கை உருவாக்கப்பட்டது. இக்கொள்கையின்படி பரவும் மூலக்கூறுகள் சல்லடைக் கூறுகளுக்குச் சென்று அங்குச் செயலூக்கப்பட்டோ அல்லது புரோட்டோபிளாசத்தில் ஏற்படும் தடையினைக் குறைத்தோ இடப்பெயர்ச்சி அடைகிறது.

3. மின் – சவ்வூடு பரவல் கொள்கை (Electro-Osmotic theory)

பெ:ன்சன் (1957) மற்றும் **ஸ்பானர்** (1958) ஆகியோர் இக்கொள்கையினை முன்மொழிந்தனர். இக்கொள்கையின்படி சல்லடைத் தட்டில் ஏற்படும் மின் திறனே கரைபொருளுடன் நீரைக் கடத்த உதவுகிறது. இக்கொள்கை கரைபொருள் இடப்பெயர்ச்சியினை முழுமையாக விளக்காததினால் நிராகரிக்கப்பட்டது.

4 முன்ச் – மொத்த ஓட்டக் கோட்பாடு (Munch Mass Flow hypothesis)

முன்ச் (1930) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்ட மொத்த ஓட்டக் கோட்பாட்டினைக் **க்ராப்ட்ஸ்** (1938)விரிவாக்கம்செய்தார்.இக்கொள்கையின்படி கரிமப் பொருட்கள் அல்லது கரைபொருட்கள் அதிகச் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் உடைய இடத்திலிருந்து (இலையிடைத் திசு) குறைந்த சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் உடைய இடத்திற்கு விறைப்பழுத்தசரிவுவாட்டத்திற்குஏற்றாற்போலச் செல்கிறது. படம் 11.22ல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு எளிய பரிசோதனை அமைப்பின் மூலம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 93 06-07-2018 14:22:10

இக்கருதுகோள் விளக்கப்படுகிறது.

அரைகடத்தி சவ்வினால் ஆன "A" மற்றும் "B" எனப்படும் இரு அறைகள் ஒரு நீர்த்தொட்டியில் மூழ்கியுள்ளன. இந்த இரு அறைகளும் "T" எனும் குழாய் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. "A" அறையில் செறிவு அதிகம் உடைய சர்க்கரைக் கரைசலும் "B" எனும் அறையில் செறிவு குறைந்த சர்க்கரைக் கரைசலும் உள்ளது. கீழ்காணும் மாற்றங்கள் இவ்வமைப்பில் ஏற்படுவதை உற்றுநோக்கலாம்.

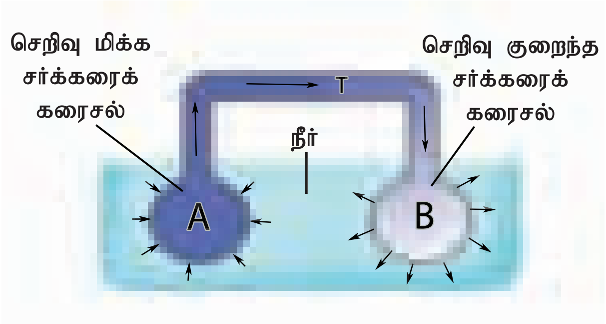
1. அறை "A"-ல் அதிகச் செறிவுள்ள சர்க்கரை கரைசல் ஹைப்பர்டானிக் நிலையில் இருப்பதால் அது நீர்த்தொட்டியிலிருந்து எண்டாஸ்மாஸிஸ் முறையில் நீரை உறிஞ்சுகிறது.

2. அறை "A"விற்கு தொடர்ச்சியாக நீர் செல்வதால் அங்கு விறைப்பழுத்தம் அதிகரிக்கிறது.

3. அறை "A"ல் விறைப்பழுத்தம் அதிகரிப்பின் காரணமாக அதிலுள்ள சர்க்கரைக் கரைசல் குழாய் "T" வழியாக ஒட்டுமொத்தமாக அறை "B" க்கு விறைப்பழுத்தச் சரிவுவாட்டம் காரணமாகச் செல்கிறது.

4. இரு அறைகளிலும் உள்ள கரைசல்கள் ஐசோடானிக் நிலையினை எட்டும் வரை கரைபொருளின் இடப்பெயர்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. ஐசோடானிக் நிலையினை எட்டிய உடன் இந்தச் சோதனை அமைப்பு செயலற்றதாக ஆகிவிடுகிறது.

5. இந்நிலையில் அறை "A"ல் புதிதாகச் சர்க்கரை கரைசலைச் சேர்க்கும்போது சோதனை அமைப்பு மீண்டும் இயங்கத் தொடங்குகிறது.



படம் 11.22: மொத்த ஓட்டக் கோட்பாட்டினை விளக்கும் மாதிரி

மேற்கண்ட சோதனை அமைப்பினைப் போன்ற ஒத்த அமைப்பு தாவரத்திலும் உள்ளது.

அறை "A" என்பது தாவரத்தில் இலைகளில் உள்ள இலையிடைச் செல்களைக் குறிக்கும். இங்கு உணவுப்பொருள் அதிக அடர்வில் கரைநிலையில் காணப்படும். சுருங்கக் கூறின் அறை "A" உணவு தயாரிக்கும் "தோற்றுவாய்".

அறை "B" என்பது தண்டு மற்றும் வேர் செல்களுக்குஒப்பானது.இது உணவுப்பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படும் இடம். சுருங்கக் கூறின் அறை "B" உணவு பயன்படுத்தப்படும் "தேக்கிடம்".

குழாய் "T" என்பது ஃபுளோயத்தின் சல்லடைக் குழாய்களுக்கு ஒப்பானது.

இலையில் உள்ள சைலத்திலிருந்து (சோதனை அமைப்பில் உள்ள நீர்தொட்டி) நீரானது எண்டாஸ்மாஸிஸ் முறையில் இலையிடைத் திசுவிலுள்ள செல்களுக்குச் செல்வதால் அங்கு விறைப்பழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. தண்டு மற்றும் வேர் செல்களில் உள்ள விறைப்பழுத்தமானது ஒப்பீடளவில் குறைவாக இருப்பதால், விறைப்பழுத்தச் சரிவுவாட்டம் காரணமாக இலையிடைதிசுவிலுள்ள செல்களிலிருந்து கரைநிலையிலுள்ள கரிமப்பொருட்கள் கூட்டாகப் ஃபுளோயம் வழியாகத் தண்டு மற்றும் வேர் செல்களை அடைகின்றன.

தண்டு மற்றும் வேர் செல்களில் கரிமக் கரைபொருட்கள் பயன்படுத்தப்பட்டோ அல்லது கரையாத வடிவமாக மாற்றப்பட்டோ சேமிக்கப்படுகின்றன. அதிகப்படியான நீரானது கேம்பியம்வழியாகச் சைலத்திற்கு(விறைப்பழுத்த சரிவுவாட்டம் வழியாக) செல்கிறது.

ஆதாரங்கள்:

1. கட்டைத் தன்மை கொண்ட அல்லது இளந்தாவரங்களில் மேற்கொள்ளப்படும் வளையச் சோதனையில் துண்டிக்கப்பட்ட முனையிலிருந்து அதிகச் செறிவுள்ள சர்க்கரைக் கரைசல் வடிதல்.

2. தாவரத்தில் இலைகளை நீக்கும்போது நேர்மறை செறிவடர்த்திச் சரிவும் மறைகிறது.

எதிர்ப்புகள்:

1. இக்கருத்து கரைபொருட்களின் ஒரு திசை இடப்பெயர்ச்சியினை மட்டுமே விளக்குகிறது. ஆனால் தாவரங்களில் பொதுவாக இருதிசை இடப்பெயர்ச்சி நடைபெறுகிறது.

2. இலையிடைதிசுவிலுள்ள செல்களிலும்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 94 06-07-2018 14:22:13

வேர்தூவிகளிலும் உள்ள சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் கோட்பாட்டிற்கு ஏற்ற வகையில் இருப்பதில்லை.

3. இக்கருத்தின்படி சல்லடைக்கூறுகளும் புரோட்டோபிளாசமும் செயலற்ற கடத்தலை மேற்கொள்ள வேண்டும். ஆனால் ஆய்வாளர்கள் ATP பயன்படுத்தப்படுவதைக்கண்டறிந்துள்ளனர்.

11.8 கனிமங்களின் உள்ளெடுப்பு (Mineral Absorption)

கனிமங்கள் நிலக்கரைசலில் கரைநிலை அல்லது மண்ணின் கூழ்மத் துகளுடன் இணைந்த நிலை என இரு வகையான அமைப்பில் காணப்படுகின்றன. கனிமங்களின் உள்ளெடுப்பு நீரின் உள்ளெடுப்புடன் சேர்ந்தே நடைபெறுகிறது என முற்காலத்தில் தவறுதலாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால் கனிமங்களின் உள்ளெடுப்பும் நீரின் உள்ளெடுப்பும் ஒன்றையொன்று சாராத இரு தனித்தனிச் செயல்களாக உள்ளன. கனிமங்கள் வேர்தூவிகளால் மட்டும் உறிஞ்சப்படுவதில்லை, வேரின் புறத்தோல் அடுக்காலும் (எபிபிளம்மா) உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

வேர் செல்லின் பிளாஸ்மா சவ்வு தன்னைக் கடந்து செல்ல அனைத்து அயனிகளையும் அனுமதிப்பதில்லை. அதேபோல, ஒரே கனிம உப்பில் உள்ள அனைத்து அயனிகளும் ஒரே சமமான அளவில் உள்ளெடுக்கப்படுவது இல்லை.

உயிருள்ள செல்களுக்குள் அல்லது திசுக்களுக்குள் அவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள ஊடகத்திலிருந்து செல்சவ்வினைத் தாண்டி அயனிகள் ஊடுருவுதலும், சேகரமாதலும் கனிம உள்ளெடுப்பு எனப்படும். செல் அல்லது திசுவிற்கு உள்ளேயும் வெளியேயும் நடைபெறும் அயனிகளின் இடப்பெயர்விற்கு அயனிகடத்தல் அல்லது **அயனிபுகல்** (*Flux*) என்று அழைக்கப்படுகிறது. அயனிகள் செல்லுக்குள் செல்வதை அயனி **உட்புகல்** (*Influx*) என்றும் செல்லிலிருந்து வெளியேறுதல் அயனி **வெளிப்புகல்** (*Efflux*) என்றும் அழைக்கப்படும். கனிம உள்ளெடுப்பின் செயல்முறைகளை விளக்குவதற்கு எண்ணற்ற கோட்பாடுகள் உள்ளன. இக்கோட்பாடுகளை ஆற்றல்சாரா செயல்முறை (வளர்சிதை மாற்றச் சக்தி தேவைப்படாதது) மற்றும் ஆற்றல்சார் செயல்முறை (வளர்சிதை மாற்றச் சக்தி தேவைப்படுவது) என வகைப்படுத்தலாம்.

11.8.1 ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு

1. அயனிப் பரிமாற்றம் (Ion-Exchange)

வேர் செல்களுக்குள் இருக்கும் அயனியும் நிலக்கரைசலில் அதே மின்சுமையுடன் உள்ள அயனியும் பரிமாறிக்கொள்ளப்படுவது அயனிப் பரிமாற்றமாகும். இதனை இரு கோட்பாடுகள் மூலம் விளக்கலாம். அவை i. தொடர்பு பரிமாற்றக் கோட்பாடு மற்றும் ii. கார்பானிக் அமில பரிமாற்றக் கோட்பாடு.

அ. தொடர்பு பரிமாற்றக் கோட்பாடு (Contact Exchange Theory)

இக்கொள்கையின்படி வேர்செல்களின் மேற்பரப்பில் உள்ள அயனிகளும் மண் துகளில் ஒட்டியுள்ள அயனிகளும் உறுதியாகப் பிணையாமல் ஒரு குறுகிய வட்டப்பரப்பில் ஊசலாடிக் கொண்டுள்ளன. இப்பரப்பு **ஊசலாடும் பரப்பு** (Oscillation volume) எனப்படும். இக்குறுகிய பரப்பு காரணமாக அயனிகள்

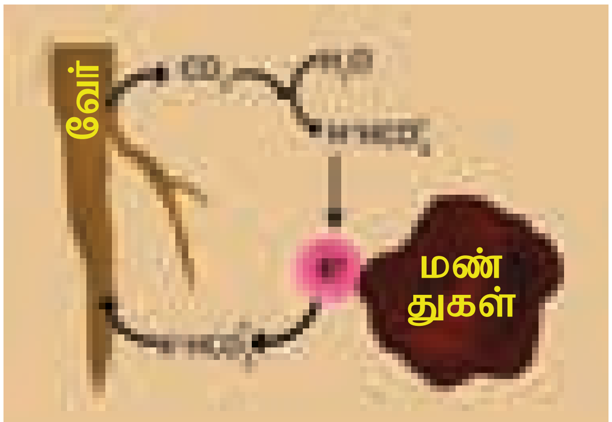
படம் 11.23: தொடர்பு பரிமாற்றக் கோட்பாடு

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 95 06-07-2018 14:22:15

ஒன்றுடன் ஒன்று மோதுவதால் தங்களுக்குள் எளிதாகப் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கின்றன. (படம் 11.23)

ஆ. கார்பானிக் அமிலப் பரிமாற்றக் கோட்பாடு (Carbonic Acid Exchange Theory)

இக்கொள்கையின்படி, அயனிப்பரிமாற்றத்திற்கு மிக முக்கியபங்கு வகிப்பது நிலக் கரைசலாகும். இதுவே அயனிப்பரிமாற்றத்திற்கு ஊடகமாகவும் செயல்படுகிறது. வேர் செல்களில் நடைபெறும் சுவாசித்தல் காரணமாக வெளிப்படும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடானது நீருடன் சேர்ந்து கார்பானிக் அமிலமாக (H_2CO_3) மாறுகிறது. இவ்வமிலம் மண் கரைசலில், புரோட்டானாகவும் (H^+) பைகார்பனேட்டாகவும் (HCO_3^-) பிரிகிறது. இதில் புரோட்டான்கள் மண் துகளில் பிணைந்துள்ள நேர்மின் அயனியுடன் பரிமாறிக் கொள்ளப்படுவதால் நேர்மின் அயனியானது மண் துகளிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டு மண் கரைசலில் சேர்கிறது. பின் அது எளிதில் வேர்செல்களால் உள்ளெடுக்கப்படுகிறது (படம் 11.24).



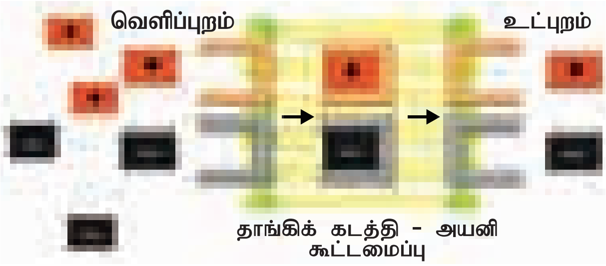
படம் 11.24: கார்பானிக் அமிலப் பரிமாற்றக் கோட்பாடு

11.8.2 ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு

செறிவு சரிவு வாட்டத்திற்கு எதிராக வளர்சிதைமாற்ற ஆற்றலினைப் பயன்படுத்தி நடைபெறும் அயனிகளின் உள்ளெடுப்பு ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு எனப்படும். தாவரங்களில் உள்ள வாக்குவோல்களில் நேர்மின் அயனிகளும் எதிர்மின் அயனிகளும் செறிவு சரிவு வாட்டத்திற்கு எதிராகச் சேகரமாவதை ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பால் விளக்கமுடியவில்லை. தாங்கிக் கடத்திக் கருத்துரு வழியாகக் கனிமங்களின் ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பினை விளக்கலாம்.

தாங்கிக் கடத்திக் கருத்துரு (The Carrier Concept)

வான் டென் ஹானெர்ட் என்பவரால் 1937ஆம் ஆண்டு இக்கருத்துரு முன்மொழியப்பட்டது. இதன்படி செல்சவ்வானது அயனிகளைத் தாமாக உள் ஊடுருவுவதை அனுமதிப்பதில்லை. எனவே செல் சவ்வில் அமைந்துள்ள கடத்தி மூலக்கூறுகள் ஒரு ஊர்தி போலச் செயல்பட்டு அயனிகளை சுமந்து கொண்டு கடத்தி-அயனி கூட்டமைவாக உருமாறிச் செல்சவ்வினைக் கடக்கின்றன. இந்த கடத்தி-அயனி கூட்டமைவானது செல்லின் உட்பரப்பில் பிரிந்து அயனிகளை விடுவித்தபிறகு கடத்தியானது மீளவும் புதிய அயனிகளுடன் இணைவதற்காகச் செல்சவ்வின் வெளிப்பரப்பிற்குச் செல்கிறது (படம் 11.25).



படம் 11.25: தாங்கிக் கடத்திக் கருத்துரு

இக்கொள்கை இரு கோட்பாடுகள் வழியாக விளக்கப்படுகிறது.

அ) லூண்டிகார்த் சைட்டோ குரோம் உந்து செயல் கோட்பாடு – (Lundegardh's Cytochrome Pump Theory)

லூண்டிகார்த் மற்றும் **பர்ஸ்ட்ரோம்** (1933) ஆகியோர் சுவாசித்தலுக்கும் எதிர்மின் அயனி உள்ளெடுப்பதற்குமான தொடர்பினைக் கண்டறிந்தனர். இதன்படி, ஒரு தாவரத்தினை நீரிலிருந்து உப்பு கரைசலுக்கு மாற்றும்போது சுவாசித்தல் வீதம் அதிகரிக்கிறது. இதற்கு எதிர்மின் **அயனி சுவாசித்தல் (Anion Respiration)** அல்லது **உப்பு சுவாசித்தல் (Salt Respiration)** என்று பெயர். இதனை அடிப்படையாக வைத்துச் சைட்டோகுரோம் உந்துசெயல் கொள்கையினை லூண்டிகார்த் (1950, 1954) கீழ்காணும் அனுமானங்களின் அடிப்படையில் முன்மொழிந்தார்.

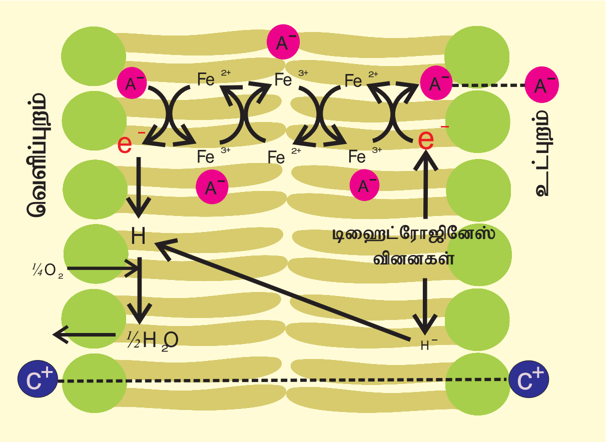
1) நேர்மின் அயனியின் உள்ளெடுப்பும் எதிர்மின் அயனியின் உள்ளெடுப்பு முறையும் வெவ்வேறானவை.

2) எதிர்மின் அயனியானது சைட்டோகுரோம் சங்கிலி வழியாக ஆற்றல்சார் உள்ளெடுப்பு மூலமாகவும் நேர்மின் அயனியானது ஆற்றல்சாரா உள்ளெடுப்பு மூலமாகவும் உறிஞ்சப்படுகிறது.

3) செல்சவ்வின் வெளிப்பரப்பில் ஆக்ஸிகரணமும் உட்பரப்பில் ஒடுக்கமும் நடைபெறுவதால் ஆக்ஸிஜன் சரிவு ஏற்படுகிறது.

இக்கோட்பாட்டின்படி, சவ்வின் உட்பரப்பில் **டிஹைட்ரோஜினேஸ்** நொதியின் செயல்பாடு காரணமாகப் புரோட்டான்களும் (H^+) எலெக்ட்ரான்களும் (e^-) உருவாகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் எலெக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி வழியாக வெளிச்செல்லும்போது அதே மின்சுமையினைச் சார்ந்த எதிர்மின் அயனிகள் உள்நுழைகின்றன. இவ்வாறு உள்நுழையும் எதிர்மின் அயனிகளை ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்த **சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ்** நொதி ஏற்றுக்கொண்டு சைட்டோகுரோம் சங்கிலியின் அடுத்தடுத்த நிலைக்குக் கடத்துகின்றன (படம் 11.26).

மேலும் இக்கோட்ப்பாட்டின்படி சவ்வின் உட்பரப்பில் எதிர்மின் அயனிகள் (A^+) சேகரமாவதான் காரணமாக ஏற்படும் மின்சரிவு வாட்டத்தினை ஈடுசெய்ய நேர்மின் அயனிகள் (C^+) ஆற்றல்சாரா முறையில் உள் நுழைகின்றன.



படம் 11.26: சைட்டோ குரோம் உந்து செயல் கோட்பாடு

இக்கோட்பாட்டின் குறைகள் பின்வருமாறு,

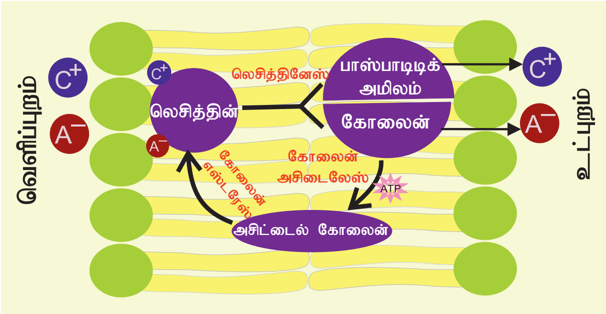
1) இக்கோட்பாட்டிற்கு மாறாக நேர்மின் அயனிகளும் சுவாசித்தலைத் தூண்டுகின்றன.

2) அயனிகளைத் தேர்வு செய்து உள்ளெடுப்பதை இக்கொள்கையால் விளக்க இயலவில்லை.

3) இது எதிர்மின் அயனிகளின் உள்ளெடுப்பினை மட்டுமே விளக்குகிறது.

ஆ) பென்னட் கிளார்க்கின் புரத – லெசித்தின் கோட்பாடு:

பென்னட் கிளார்க் 1956ல் முன்மொழியப்பட்ட இக்கோட்பாட்டின்படி கடத்தியானது ஒரு புரதமாகும். இது **லெசித்தின் (Lecithin)** எனப்படும் **பாஸ்பாடைடுடன் (Phosphatide)** இணைந்து காணப்படுகிறது. இக்கடத்தியானது **ஆம்போடெரிக்** (அமிலமாகவும் காரமாகவும் செயல்லாற்ற வல்லது) இயல்பு கொண்டதால் நேர் மின் அயனி மற்றும் எதிர்மின் அயனி ஆகிய இரண்டுடனும் சேர்ந்து **லெசித்தின் – அயனி** கூட்டமைவாக மாறுகிறது. இக்கூட்டமைவு செல்சவ்வின் உட்புறத்தில் பிரிந்து பாஸ்பாடிடிக் அமிலம் மற்றும் கோலைன் ஆகியவற்றுடன் அயனிகளையும் விடுவிக்கிறது. பிரிந்த பாஸ்பாடிக் அமிலம் (Phosphatidic acid) மற்றும் கோலைன் (Choline) ஆகியவை கோலைன் அசிட்டைலேஸ் மற்றும் **கோலைன் எஸ்டரேஸ்** எனும் நொதியினால் மீளவும் ஒன்றிணைந்து லெசித்தின் புரதத்தினை உருவாக்குகின்றன (படம் 11.27). இவ்வகை லெசித்தின் உருவாக்கத்திற்கு ATP தேவைப்படுகிறது.



படம் 11.27: புரத – லெசித்தின் கோட்பாடு

11.8.3 டோனன் சமநிலை

சில அயனிகளால் செல்சவ்வின் வழியாக ஒருபோதும் ஊடுருவி வெளியேற முடிவதில்லை. இவை பொறியில் அகப்பட்டது போலச் செல்லுக்குள் உள்ளன. இவற்றுக்கு **நிலைத்த அயனிகள்** (Fixed Ions) என்று பெயர். இவ்வகை அயனிகள் அதன் மாற்று மின்சுமை கொண்ட அயனிகளால் சமன்படுத்தப்பட வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாகச் செல்லினுள் நிலைத்த எதிர் மின் அயனிகள் இருப்பதாகக் கருதினால், இதனைச் சமன்படுத்த நேர்மின் அயனிகள் அதிக

அளவில் வழக்கமான அயனிப் பரிமாற்றத்துடன் கூடுதலாக உள்ளெடுக்கப்பட வேண்டும். எனவே செல்லுக்குள் நேர்மின் அயனிகளின் செறிவானது செல்லுக்கு வெளியில் உள்ளதை விட அதிகமாக இருக்க நேரிடுகிறது. மின்னாற்றல் சமன் மற்றும் பரவல் நிகழ்வு ஆகிய இரண்டையும் மின் அயனிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுவதால் இது **டோனன் சமநிலை** என அழைக்கப்படுகிறது.

பாடச்சுருக்கம்

தாவரங்களில் நீண்ட தூரம் மற்றும் குறுகிய தூரம் என இருவகையான கடத்து முறைகள் காணப்படுகின்றன. ஆற்றல் பயன்பாட்டிற்கேற்ப ஆற்றல்சார் அல்லது ஆற்றல்சாரா முறையில் கடத்துதல் நடைபெறுகிறது. ஆற்றலற்ற கடத்தலான பரவல், செயலூக்கப் பரவல், உள்ளீர்த்தல் மற்றும் சவ்வூடுபரவல் ஆகியவை செறிவு சரிவு வாட்டத்திற்கு ஏற்றார்போல எவ்வித ஆற்றல் செலவின்றி மலையிலிருந்து பந்து உருண்டு இறங்குவது போல நடைபெறுகிறது. அடர்த்தியில் வேறுபட்ட இரு வகைக் கரைசல்கள் ஒரு சவ்வின் வழியாகப் பிரிக்கப்படும்போது அங்குச் சவ்வூடுபரவல் அமைப்பு உருவாகிறது. நீரின் ஒட்டுமொத்தப் பரவல் என்பது கரைசலின் அடர்த்தி, கரைபொருளின் அடர்த்தி, அழுத்தம், வெப்பநிலை போன்றவற்றினைச் சார்ந்தது. ஒரு சவ்வூடுபரவல் அமைப்பிலிருந்து நீர் இழக்கப்படுவது வெளிச்சவ்வூடுபரவல் எனவும் இதற்கு எதிரான நிலை உட்சவ்வூடுபரவல் எனவும் அழைக்கப்படும். தாவரச் செல்களில் ஏற்படும் வெளிச்சவ்வூடு பரவல் பிளாஸ்மா சிதைவு எனப்படும். இது வாடலின்போது ஏற்பட்டுச் செல்லைத் தளர்வுடையதாக்குகிறது. மாறாக, உட்சவ்வூடுபரவல் செல்லை விரைப்புத்தன்மை உடையதாக்குகிறது. மண்ணிலிருந்து வேர்த்தூவி வழியாக உறிஞ்சப்பட்ட நீரானது (ஆற்றல்சார் அல்லது ஆற்றல்சாரா முறையில்) தாவரங்களில் பலபகுதிகளுக்குச் செல்ல முதலில் சைலத்தினை சென்றடைய வேண்டும். மூன்று வகையான வழிகளில் வேர்த்தூவியிலிருந்து நீரானது சைலத்தினை சென்றடைகின்றன. அவை 1) அப்போபிளாஸ்ட் 2) சிம்பிளாஸ்ட் 3) சவ்விடை வழி ஆகும். சைலத்தில் நிகழும் சாறேற்றத்தினை விளக்கப் பல்வகைக் கோட்பாடுகள் இருந்தாலும் டிக்ஸனின் கூட்டிணைவுக் கோட்பாடே அனைவராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இக்கொள்கையின்படி வேர்கள் நீரை மேல்நோக்கித் தள்ளுவதில்லை அதற்குபதிலாக மேலிருந்து இயங்கும் நீராவிப்போக்கின் சக்தியால் நீர் இழுக்கப்படுகிறது. மேலும் நீரின் ஒட்டிணைவு மற்றும் கூட்டிணைவு காரணமாக நீர்தம்பமானது உடைபடாமல் வலுவுள்ளதாகச் சாறேற்றம் செய்கிறது.

மேல் திசை நோக்கியே நடைபெறும் சாறேற்றத்திற்கு மாறாக, ஒளிச்சேர்க்கை விளைபொருள் அடங்கிய கரைபொருட்களின் இடப்பெயர்ச்சி பலதிசைகளிலும் நடைபெறுகிறது. இவ்விடப்பெயர்ச்சியின் தோற்றுவாய் ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் இலைகளாகும். உணவுப் பொருளினைத் தோற்றுவாயானது தேவையான இடத்திற்கு ஏற்றுமதி செய்கிறது. இதேபோல உணவு பயன்படுத்தப்படும் இடம் தேக்கிடம் எனப்படும். முன்சின் மொத்த ஓட்டக் கோட்பாட்டின்படி, கரைபொருட்கள் செறிவடர் சரிவின் வழியாக ஒட்டுமொத்தமாகச் செல்கின்றன.

கனிமங்கள் நில நீரில் கரைந்திருந்தாலும் நீரின் உள்ளெடுப்பின்போது அவை நீருடன் சேர்ந்து வேருக்குள் செல்வதில்லை. எனவே கனிமங்களின் உள்ளெடுப்பு நீரின் உள்ளெடுப்பிலிருந்து தனித்தது. இவை ஆற்றல்சார் அல்லது ஆற்றலற்ற முறையில் உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

மதிப்பீடு

L9I25T

1. விறைப்பழுத்தம் உடைய செல்லில்,

   அ) DPD =10 வளி; OP=5 வளி; TP=10 வளி

   ஆ) DPD =0 வளி; OP=10 வளி; TP=10 வளி

   இ) DPD =0 வளி; OP=5 வளி; TP=10 வளி

   ஈ) DPD =20 வளி; OP=20 வளி; TP=10 வளி

2. கீழ்க்கண்டவற்றுள் சரியான கூற்றினைக் கண்டறிக.

   1) அப்போபிளாஸ்ட் என்பது வேகமானது, உயிரற்ற பகுதிகளில் நடைபெறுவது

   2) சவ்வு வழிப்பாதை வாக்குவோலை உள்ளடக்கியது

   3) சிம்பிளாஸ்ட் அருகமைந்த செல்களின்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 98 06-07-2018 14:22:16

பிளாஸ்மாடெஸ்மேட்டாக்களை இணைக்கிறது

4) சிம்பிளாஸ்ட் மற்றும் சவ்விடை வழி ஆகியவை செல்லின் உயிருள்ள பகுதிகளில் நடைபெறுபவை

அ) 1 மற்றும் 2 ஆ) 2 மற்றும் 3

இ) 3 மற்றும் 4 ஈ) 1,2,3,4

3. வறண்ட நிலத் தாவரமான ஒபன்ஷியாவில் எவ்வகை நீராவிப் போக்கு சாத்தியம்?

அ) இலைத் துளை நீராவிப்போக்கு

ஆ) லெண்டிசெல் நீராவிப்போகு

இ) க்யூட்டிகிள் நீராவிப்போக்கு

ஈ) மேற்கூறிய அனைத்தும்

4. இலைத்துளைத் திறப்பு எதைச் சார்ந்தது?

அ) பொட்டாசியம் அயனியின் உள்நுழைவு

ஆ) பொட்டாசியம் அயனியின் வெளியேற்றம்

இ) குளோரைடு அயனியின் உள்நுழைவு

ஈ) ஹைட்ராக்ஸில் அயனியின் உள்நுழைவு

5. முன்ச்சின் கருத்தாக்கம் எதை அடிப்படையாகக் கொண்டது?

அ) விறைப்பழுத்தச் சரிவு மற்றும் உள்ளீர்த்தல் விசை காரணமாக உணவு இடப்பெயர்ச்சி அடைதல்

ஆ) விறைப்பழுத்தம் காரணமாக உணவு இடம்பெயர்தல்

இ) உள்ளீர்த்தல் விசை காரணமாக உணவு இடம்பெயர்தல்

ஈ) மேற்கூறியவற்றுள் ஏதுமில்லை

6. நன்கு நீரூற்றினாலும், மண்ணில் உள்ள அதிகப்படியான உப்பு அடர்வினால் தாவரம் வாடுகிறது. விளக்கு

7. தரச சர்க்கரை இடைமாற்றக் கொள்கையில் பாஸ்பாரிலேஸ் நொதி எவ்வாறு இலைத்துளையினைத் திறக்கிறது?

8. தாவரத்தில் சுக்ரோஸினை பெறும் ஒளிச்சேர்க்கை செய்யவியலா பகுதிகளைப் பட்டியலிடுக.

9. நீரியல் திறனைக் கட்டுப்படுத்தும் கூறுகள் யாவை?

10. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு தேர்வு செலுத்து சவ்வாலான ஒரு செயற்கையான செல் பீக்கரில் உள்ள நீரில் மூழ்கியுள்ளது. இதன் அளவீடுகளைப் பார்த்துக் கீழ்காணும் வினாக்களுக்கு விடை தருக.

அ) நீர் செல்லும் பாதையினை அம்புக் குறியிட்டுக் காட்டுக

ஆ) செல்லுக்கு வெளியமைந்த கரைசலின்

நிலை ஐசோடானிக், ஹைப்போடானிக் அல்லது ஹைப்பர்டானிக்?

இ) செல்லின் நிலை ஐசோடானிக், ஹைப்போடானிக் அல்லது ஹைப்பர்டானிக்?

ஈ) சோதனை முடிவில் செல்லானது அதிகத் தளர்வு நிலை, அதிக விறைப்பு நிலை அல்லது அதே நிலையில் நீடிக்குமா?

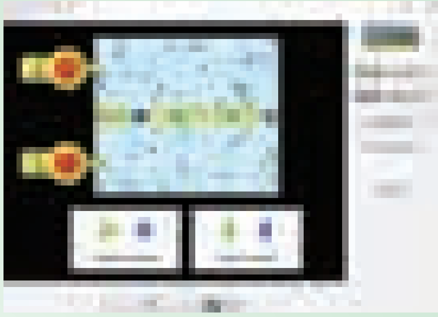
உ) இச்செயற்கை செல்லில் நடைபெறுவது உட்சவ்வூடுபரவலா அல்லது வெளிச்சவ்வூடுபரவலா? காரணம் கூறு.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 99 06-07-2018 14:22:16

இணையச்செயல்பாடு

சவ்வின் வழியாகக் கடத்தப்படுதல்

சவ்வின் வழியாக் நடைபெறும் கடத்துதல் பற்றி அறிவோமா !



படிகள்:

- QR குறியீட்டைப் ஸ்கேன் செய்யவும் அல்லது கூகுளில் PhET என தட்டச்சு செய்யவும்.
- Play with simulation –னைத் தேர்வு செய்து உள் நுழையவும்.
- Biology–யைச் சொடுக்கி membrane channel –லைத் தேர்வு செய்க.
- PhET–இல் membrane channel –லைத் தேர்வு செய்க.
- Round molecule–ஐத் தேர்வு செய்து, சிவப்பு பொத்தானை அழுத்திப் பயன்படுத்தவும்.
- Square molecule –லைத் தேர்வு செய்து அதே போன்று பயன்படுத்தவும்.
- சவ்வு முழுவதும் காணப்படும் மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தை உற்றுநோக்கவும்.

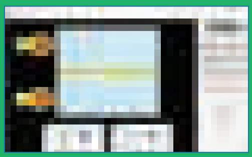
உற்றுநோக்கல்:

- Leakage channel –லைத் தேர்வு செய்து இயக்கத்தை உற்றுநோக்கவும்.
- திறந்த மற்றும் மூடிய நிலைகளில் gated channel –ஐப் பயன்படுத்தி மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தை உற்றுநோக்கவும்.
- உற்றுநோக்கலின் முடிவுகளைக் குறிப்பெடுக்கவும்.

படி1

படி2

படி3



படி4

உரலி:

https://phet.colorado.edu/

B129_11_BOT_TM

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH11_TAMIL.indd 100 06-07-2018 14:22:17

அலகு V
தாவர செயலியல்

பாடம் 12

கனிம ஊட்டம்

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினை கற்போர்

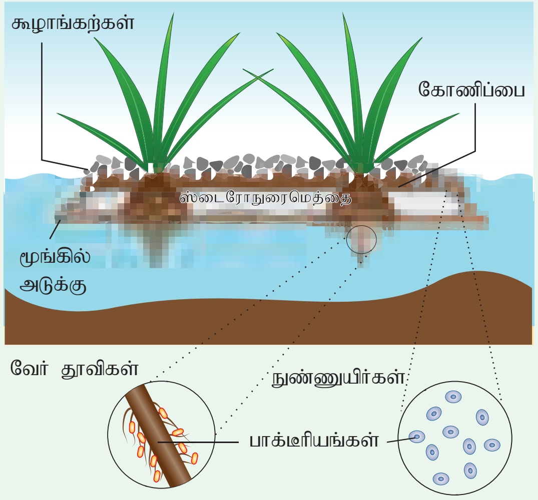
- *கனிம ஊட்டச்சத்துக்களின் தேவையை உணர்தல்*
- *இன்றியமையாக் கனிமங்களின் வகைப்பாடு மற்றும் தேவையான அளவுகோல்களை அறிதல்*
- *நீர்ஊடக மற்றும் காற்றூடக வளர்ப்பு நுட்பங்களைக் கற்றல்*
- *பல்வேறு சிறப்பு வகை ஊட்டமுறைகளை ஒப்பிடுதல்*
- *நைட்ரஜன் நிலை நிறுத்துதலை நினைவு கூறுதல் மற்றும் பகுத்தறிய இயலும்*

பாடஉள்ளடக்கம்

12.1 *கனிமங்களின் வகைப்பாடு.*
12.2 *பெருமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்பபடும் முறைகள் மற்றும் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்.*
12.3 *நுண் ஊட்டமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள், பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்:*
12.4 *பற்றாக்குறை நோய்கள் மற்றும் அறிகுறிகள்.*
12.5 *தனிமங்களின் தீர்வுக்கட்ட செறிவு மற்றும் நச்சுத்தன்மை.*
12.6 *நீர்ஊடக வளர்ப்பு மற்றும் காற்றூடக வளர்ப்பு*
12.7 *நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.*
12.8 *நைட்ரஜன் சுழற்சி மற்றும் நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்.*
12.9 *சிறப்பு வகை உணவூட்டம்.*

L9RX7G

மாசுநீக்கத்திற்கோர் தீர்வு (A solution to pollution)



இப்புவியின் நீர்நிலை பரப்புகளில் ஊட்டச்சத்து மாசுகளால் ஏற்படும் ***மிகை ஊட்ட நிலையை (Eutrophication)*** *நீக்க ஓர் தீர்வு கிடைத்துள்ளது.* ***சதுப்புநில மிதவை சுத்திகரிப்பு முறை(Floating Treatment Wetlands)*** *இதற்குக் குறிப்பிட்ட தீர்வை அளிக்கிறது. இது 3000 சதுர அடி பரப்பளவில் நான்கு அடுக்குகளாக முறையே மிதக்கும் மூங்கில் அடுக்கினை அடிப்பாகமாகவும், அதன்மீது ஸ்டைரோநுரை கணசதுரங்களையும், மூன்றாவது அடுக்காகக் கோணிப்பை கூழாங்கற்களையும் கொண்டவை. கடைசி அடுக்காகச் சுத்திகரிப்பு தாவரங்களாக வெட்டிவேர், சிட்ரொனெல்லா துளசி மற்றும் வைத்தானியா போன்றவை வளர்க்கப்படுகிறது. இம்முறையானது இப்பாடத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ள நீர் ஊடக வளர்ப்பு முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இத்தாவர வேர்களில் செயற்கையாக வளர்க்கப்படும் நுண்ணுயிரிகளானது நீரில் உள்ள கரிம ஊட்டபொருட்கள் மீது செயல்புரிந்து அவற்றைச் சிதைப்பதன் மூலம் மாசினைக் குறைக்கிறது.*

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 101 06-07-2018 14:33:06

ஒரு பயணியாக நீங்கள் செல்லும்போது தாவரங்களை உற்றுநோக்க வாய்ப்பு கிடைத்திருக்கும். அனைத்துத் தாவரங்களும் ஒன்றுபோல் இருப்பதில்லை என்ற உண்மையை உணர்ந்திருப்பீர்கள். இயற்கைக்குச் செவிசாய்ப்பதற்குச் சிறிதுநேரம் செலவிடுங்கள். தாவரங்களின் அழகிய இலைகள், மலர்கள் மற்றும் கனிகளை உற்றுநோக்குங்கள்.

அனைத்துத் தாவரங்களும் சீரான மற்றும் ஆரோக்கியமான வளர்ச்சி கொண்டவை எனக் கூறமுடியுமா? சில தாவரங்கள் ஆரோக்கியமின்றி, அமைப்பு மாற்றங்கள், குன்றிய வளர்ச்சி, பச்சையசோகை, நைவுப் புண் போன்ற குறைபாடுகளைக் காட்டுகிறது. இத்தகைய நோய் அறிகுறிகளுக்கான கரணங்களைக் கூறமுடியுமா? இதற்கான காரணங்கள், நோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிர் தாக்கமாகவோ, காலநிலை காரணியாகவோ அல்லது கனிமங்களின் குறைபாடாகவோ இருக்கலாம்.

இப்பாடத்தில் நாம் கனிமங்களின் வகைப்பாடு, அவற்றின் செயல்பாடுகள், பற்றாக்குறை நோய்கள் மற்றும் அறிகுறிகள், நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம் மற்றும் சிறப்பு வகை உணவூட்டம் பற்றி அறியலாம்.

தாவரங்கள் இயற்கையாகவே வளி மண்டலம், நீர் மற்றும் மண்ணிலிருந்து ஊட்டச்சத்துக்களைப் பெறுகின்றன. கார்பன், நைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவை அமைப்புச் சட்டத் தனிமங்கள் எனப்படுகின்றன. இவை மட்டுமே தாவரத்தின் உலர் எடையில் 94% உள்ளது. மேலும் கார்போஹைட்ரேட்டுகள், லிப்பிடுகள் மற்றும் புரதங்கள் போன்ற கரிமசேர்மங்களை உருவாக்குவதில் இத்தனிமங்கள் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. கனிமம் அல்லாத (Non minerals) இந்தக் கூறுகள் காற்று மற்றும் நீரிலிருந்து பெறப்படுகிறது.

இன்றியமையாத் தன்மையின் அடிப்படையில் கனிமங்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஆர்னான் மற்றும் ஸ்டவுட் (Arnon&Stout)(1939) இன்றியமையாக் கனிமங்களைத் தீர்மானிப்பதற்கான அளவுகோல்களை அளித்தனர், அவை பின்வருமாறு

1) தாவரங்களின் வளர்ச்சி மற்றும் மேம்பாட்டிற்கு அவசியமான கூறுகளாக இருத்தல் வேண்டும்.

2) தாவரங்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் நேரடியாகப் பங்காற்ற வேண்டும்.

3) ஒரு தனிமத்தின் பற்றாக்குறையை மற்றொன்று பதிலீடு செய்வதாக இருத்தல் கூடாது.

கனிம ஊட்டத்தின் வரலாற்று நிகழ்வுகள்

ஃவன் ஹெல்மாண்ட் (*Van Helmont – 1648*) – கனிம ஊட்டச்சத்துக்கள் பற்றிய முதல் உற்று நோக்கல் கருத்துக்களை வழங்கினார். ஒரு வில்லோ தாவரத்தை 5 வருடங்கள் வளர்க்கும் போது 56 கிராம் மண் மட்டுமே குறைந்தது. இதன் மூலம் தாவரத்தின் உலர் எடை அதிகரிப்பிற்குக் காரணம் நீரே என்பது அவர் கூற்று.

வுட் வேர்டு (*Wood Word – 1699*) – மண்ணிலிருந்தே தாவரங்கள் தன் வளர்ச்சிக்கான கனிம ஊட்டச்சத்துக்களைப் பெறுகிறது.

டி சாசர் (*De Saussure – 1804*) – தாவர வளர்ச்சிக்குக் காரணம் மண்ணிலிருந்து வேர்கள் மூலம் பெறப்படும் நைட்ரஜன் மற்றும் பிற கனிமங்கள்.

லீபிக் (*Liebig – 1840*) – குறைந்தபட்சத் தேவை விதியை வழங்கினார் இதன்படி மண்ணின் உற்பத்தி திறனானது மண்ணில் காணப்படும் அத்தியாவசியத் தனிமங்களின் குறைந்தபட்ச அளவுடன் தொடர்புடையது.

ஜீலியஸ் வான் சாக்ஸ் (*Julius Von Sachs – 1860*) – தாவரங்களை வரையறுக்கப்பட்ட ஊட்டச்சத்து கரைசலில் வளர்க்கும் முறையை உருவாக்கினார்.

வில்லியம் ஃபிரட்ரிக் கோயெரிக் (*William Frederick Goerick – 1940*) – ஹைட்ரோபோனிக்ஸ் (Hydroponics) என்ற சொல்லை உருவாக்கினார். மேலும் இம்முறையில் தாவரங்களை வளர்ப்பதற்கான வணிக ரீதியான தொழில்நுட்பங்களைக் கூறினார்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 102 06-07-2018 14:33:06

4) இதன் குறைபாடு தாவரத்தின் உடல மற்றும் இனப்பெருக்க நிலை முழுமை பெறுவதைப் பாதிக்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும்.

12.1 கனிமங்களின் வகைப்பாடு

12.1.1 அளவின் அடிப்படையில் கனிமங்களின் வகைப்பாடு

இன்றியமையாத் தனிமங்கள் தேவையின் அடிப்படையில் பெரும ஊட்டமூலங்கள், நுண் ஊட்டமூலங்கள் மற்றும் வகைப்படுத்தப்படாத கனிமங்கள் எனப் பிரிக்கப்படுகின்றது. அதிக அளவில் தேவைப்படும் இன்றியமையாத் தனிமங்கள் பெரும ஊட்டமூலங்கள் (Macro nutrients) என அழைக்கப்படுகிறது. குறைவான செறிவில் தேவைப்படும் அத்தியாவசியத் தனிமங்கள் நுண் ஊட்டமூலங்கள் (Micro nutrients) எனப்படும்.

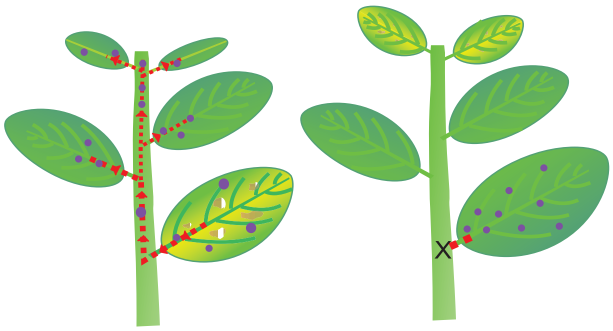
சோடியம், சிலிக்கான், கோபால்ட் மற்றும் செலினியம் போன்ற தனிமங்கள் அத்தியாவசிய ஊட்டச்சத்துக்களின் பட்டியலில் சேர்க்கப்படவில்லை. ஆனால் சில தாவரங்களின் செயல்பாட்டிற்கு இவை தேவைப்படுகின்றன. இந்தத் தனிமங்கள் வகைப்படுத்தப்படாத கனிமங்களின் பட்டியலில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தனிமங்கள் சில குறிப்பிட்ட பணிகளுக்குத் தேவைப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகச் சிலிக்கான் பூச்சி எதிர்ப்பு, நீரோட்டத்தால் சாய்தலைத் தடுக்க மற்றும் செல்சுவர் உருவாக்கத்திற்கு ஈக்யுஸிட்டேசி (ஈக்யுஸிட்டம்) சைப்பரேசி, கிராமினே ஆகிய குடும்பங்களின் தாவரங்களுக்கு தேவைப்படுகிறது.

12.1.2 இடப்பெயர்வு சார்ந்த கனிமங்களின் வகைப்பாடு

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதலில் தோன்றுமிடத்தை வைத்து முதிர்ந்த மற்றும் இளம் இலைகளின் வேறுபாட்டை உணரலாம். இதற்கு முக்கிய காரணம் கனிமங்களின் இடப்பெயர்வாகும். இதன் அடிப்படையில்

அ) விரைவாக இடம் பெயரும் தனிமங்கள்

ஆ) ஒப்பீட்டளவில் இடம்பெயராத தனிமங்கள் என வகைப்படுத்தபடுகிறது. (படம் 12.1)



படம் 12.1 கனிமங்களின் இடப் பெயர்ச்சி

அ. விரைவாக இடம் பெயரும் கனிமங்கள் நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், பொட்டாசியம், மெக்னீசியம், குளோரின், சோடியம், துத்தநாகம் மற்றும் மாலிப்டினம் விரைவாக இடம்பெயரும் தனிமங்கள். இளம் இலைகளை நோக்கி தனிமங்கள் விரைவாக இடம்பெயர்வதால் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதிர்சியடைந்த, உதிரும் நிலையில் உள்ள இலைகளில் தோன்றுகிறது.

கனிமங்களின் வகைகள்		
பெரும ஊட்ட மூலங்கள்	நுண் ஊட்ட மூலங்கள்	வகைப்படுத்தப்படாத தனிமங்கள்
திசு செறிவில் 10 மி.மோல் kg^{-1} க்கு அதிகமாகவோ அல்லது ஒரு கிராம் உலர் எடையில் 0.1 முதல் 10 மி.கிராம் அளவில் தேவைப்படுதல். எடுத்துக்காட்டுகள்: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg மற்றும் S	திசு செறிவில் 10 மி.மோல் kg^{-1} க்கு குறைவாகவும் அல்லது ஒரு கிராம் உலர்எடையில் 0.1மி. கிராமிற்குக் குறைவான அளவில் தேவைப்படுதல். எடுத்துக்காட்டுகள்: Fe, Mn, Cu, Mo, Zn, B, Cl மற்றும் Ni	சில குறிப்பிட்ட தாவரங்களில் முக்கியச் செயல்பாட்டிற்கு மிகக் குறைந்த அளவு தேவைப்படுபவை. எடுத்துக்காட்டுகள்: சோடியம், கோபால்ட், சிலிக்கான் மற்றும் செலினியம்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 103 06-07-2018 14:33:07

ஆ. ஒப்பீட்டளவில் இடம் பெயராத கனிமங்கள் கால்சியம், கந்தகம், இரும்பு, போரான் மற்றும் தாமிரம் போன்ற தனிமங்கள் எளிதில் இடம்பெயர்வதில்லை. எனவே, பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதலில் இளம் இலைகளில் தோன்றுகிறது.

12.1.3 செயல்பாட்டின் அடிப்படையில் கனிமங்களின் வகைப்பாடு

அ. அமைப்புச் சட்டத் தனிமங்கள் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் மற்றும் நைட்ரஜன் போன்ற தனிமங்கள் அடிப்படை அமைப்பிற்கு அவசியமானவை.

ஆ. நொதிகளின் செயல்பாட்டிற்கான தனிமங்கள் வளிமண்டல நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக ஒடுக்கம் அடையசெய்யும் வினையைச் செயல்படுத்தும் நைட்ரோஜினேஸ் நொதிக்கு மாலிப்டினம்(Mo) அவசியம். ஆல்கஹால் டிஹைட்ரோஜினேஸ் மற்றும் கார்பனிக் அன்ஹைட்ரேஸ் நொதிகளின் செயல்பாட்டிற்குத் துத்தநாகம் (Zn) ஊக்கியாகச் செயல்படுகிறது.

RUBP கார்பாக்சிலேஸ் – ஆக்ஸிஜினேஸ் மற்றும் PEP கார்பாக்சிலேஸ் போன்ற நொதிகளின் ஊக்கியாக மெக்னீசியம்(Mg) செயல்படுகிறது. யூரியேஸ் மற்றும் ஹைட்ரோஜினேஸ் நொதியின் பகுதி கூறாக நிக்கல்(Ni) உள்ளது.

இ. சவ்வூடுபரவல் திறனுக்கான தனிமங்கள் சவ்வூடுபரவல்திறனைக்கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பொட்டாசியம்(K) முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. சவ்வூடுபரவல் திறனே நீர்உறிஞ்சுதல், இலைத்துளை இயக்கம் மற்றும் விரைப்பழுத்தத்திற்கு காரணமாக உள்ளது.

ஈ. ஆற்றலுக்கான தனிமங்கள் பச்சையத்தில் காணப்படும் மெக்னீசியம், ATP யில் உள்ள பாஸ்பரஸ் ஆகியவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

12.2 பெருமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள் மற்றும் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்

இப்பகுதியில் பெருமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள் மற்றும் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. **நைட்ரஜன் (N):** மிக அதிக அளவில் தாவரங்களுக்குத் தேவைப்படும் தனிமம், புரதங்கள், நியுக்ளிக் அமிலங்கள், அமினோ அமிலங்கள், வைட்டமின்கள், ஹார்மோன்கள், ஆல்கலாய்டுகள், பச்சையம் மற்றும் சைட்டோகுரோம் ஆகிய அனைத்தின் ஆக்கத்திற்கும் தேவைப்படுகிறது. இது நைட்ரேட்(NO_3)வடிவில் உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

குறைபாடு: பச்சையசோகை(Chlorosis), குன்றிய வளர்ச்சி, ஆந்தோசயனின் நிறமி தோற்றம்.

2. **பாஸ்பரஸ் (P):** செல்சவ்வு, புரதங்கள், நியுக்ளிக் அமிலங்கள், ATP, NADP, பைட்டின் மற்றும் பாஸ்பேட் பெற்ற சர்க்கரை ஆகியவற்றில் காணப்படுகிறது. $H_2PO_4^+$ மற்றும் HPO_4^- அயனிகளாக உள்ளெடுக்ககப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: வளர்ச்சி குன்றுதல், ஆந்தோசயனின் நிறமிகள் தோன்றுதல், நைவுப் புண்கள் (Necrosis) உருவாதல், கேம்பிய செயல்பாட்டின் ஒடுக்கம், வேர் வளர்ச்சி குன்றுதல், கனி முதிர்வடைவதில் பாதிப்பு.

3. **பொட்டாசியம் (K):** செல்லின் சவ்வூடுபரவல் திறன் மற்றும் விறைப்பழுத்தத்தை கட்டுப்படுத்தி இலைத்துளை மூடி, திறக்க உதவுதல், புளோயத்தில் நடைபெறும் கடத்தல் செயல், நொதிகளின் செயல்பாடு மற்றும் அயனி பரிமாற்றம் மூலம் அயனி சமநிலையை உண்டாக்குதல் ஆகியவை இதன் பணிகளாகும். K^+ அயனிகளாக உள்ளெடுக்ககப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: விளிம்பு பச்சைய சோகை, நைவுப் புண்கள்(Necrosis), கேம்பிய செயல்பாடு குறைதல், முனை ஆதிக்கப் பாதிப்பு, தானியங்களில் நீரோட்ட தலைசாய்வு மற்றும் இலைவிளிம்பு சுருள்தல்.

4. **கால்சியம் (Ca):** செல்லின் இடையடுக்கில் உருவாகும் கால்சியம் பெக்டேட் உற்பத்திக்கு இது உதவுகிறது. மைட்டாடிக் பகுப்பின் போது கதிர்கோல் இழை உருவாகவும், மைட்டாடிக்

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
>
> **NPK உரங்கள்: நைட்ரஜன்** பாஸ்பேட் மற்றும் பொட்டாசியம் பல விகிதங்களில் கலந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. பையின் மீது காணப்படும் 15–15–15 என்பது அதன் விகிதத்தைக் குறிப்பிடுகிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 104 06-07-2018 14:33:07

செல்பிரிவு, செல் சவ்வின் ஊடுறுவு திறனை மேம்படுத்தவும், லிப்பிடு வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும் இது மிக அவசியம். பாஸ்போலிப்பேஸ், எடிபியேஸ், அமைலேஸ் மற்றும் அடினைல் கைனேஸ் நொதிகளின் ஊக்குவிப்பானாக இது செயல்படுகிறது. Ca^{2+} அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: பச்சையச் சோகை, நைவுப் புண்கள், குன்றிய வளர்ச்சி, இலை மற்றும் மலர்கள் உதிர்தல், விதை உருவாவதை தடை செய்தல், செலரியில் மையக் கருக்கல் நோய் தோன்றுதல், சர்க்கரை வள்ளி கிழங்கு, வாழை மற்றும் தக்காளியின் இலை நுனி கொக்கி போல் வளைதல்.

5. **மெக்னீசியம்(Mg):** பச்சையம் நிறமியின் பகுதிக்கூறாக இது உள்ளது.கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்ற நொதிகளின்(RUBP கார்பாக்சிலேஸ் மற்றும் PEP கார்பாக்சிலேஸ்) ஊக்குவிப்பானாக உள்ளது. DNA மற்றும் RNA உருவாக்கத்தில் பயன்படுகிறது. ரைபோசோம் துணை அலகுகள் இணைப்பிற்குத் தேவைப்படுகிறது. Mg^{2+} அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பிணைப்பு காரணிகள் (Chelating agents)

EDTA (வேதி பிணைப்பு காரணிகள்)

கார மண்ணில் வளரும் தாவரங்களுக்கு அனைத்து ஊட்டச்சத்துக்களை இரும்புசத்துடன் சேர்த்து அளித்தாலும் இரும்புசத்து குறைபாட்டினைக் கொண்டிருக்கும். இதனைச் சரி செய்வதற்கு இரும்பு சத்தினைக் கரையக் கூடிய பொருளாக மாற்றச் EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic acid) சேர்க்கப்பட்டுப் பின்னர் Fe-EDTA ஆக மாற்றம் அடைந்து இரும்பு கனிமத்தை உள்ளெடுக்க உதவுகிறது.

சிட்ரோஃபோர்கள் (Siderophores) (உயிரியல் பிணைப்பு காரணிகள்)

சிட்ரோஃபோர்கள் மண்ணில் வாழும் பாக்டீரியாங்களினால் உருவாக்கப்படும் இரும்பு தனிமத் தாங்கிகள். இவைகள் பெர்ரிக் அயனிகளைச் (Fe^{3+}) சுற்றுச்சூழல் மற்றும் ஓம்புயிரிகளிலிருந்து பெற்றுப் பிணைக்க உதவுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை, நைவுப் புண்கள் ஆந்தோசயனின் நிறமிகளின் உருவாக்கம், புகையிலையில் மண் மிகைநீர் ஓட்டநோய் (Sand drown of tobacco).

6. **சல்பர் (S):** சிஸ்டைன், சிஸ்டீன் மற்றும் மெத்தியோனின் அமினோ அமிலங்களின் அமைப்புக் கூறாகச் சல்பர் உள்ளது. துணைநொதி A, வைட்டமின்கள் பயோடின், தையமின், புரதம் மற்றும் பெரடாக்சின் ஆகியவற்றின் பகுதிக் கூறாக இது உள்ளது. தாவரங்கள் சல்ஃபரை,சல்பேட் (SO_4^-) அயனியாக உள்ளெடுக்கின்றன.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: பச்சையசோகை, ஆந்தோசயனின் நிறமி உருவாக்கம், குன்றிய வளர்ச்சி, இலைநுனி சுருளுதல் மற்றும் லெகூம் தாவரங்களில் குறைவான வேர்முடிச்சுகள் உருவாதல்.

12.3 நுண் ஊட்டமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள், பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்:

நுண்மூலங்கள் குறைவான அளவில் தேவைப்பட்டாலும் தாவரங்களின் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு இவை மிக அவசியம். இவை பல்வேறு தாவரங்களின் முக்கிய செயல்களில் பங்காற்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: போரான் கார்போஹைட்ரேட் கடத்தலுக்கு உதவுகிறது. மாலிப்டினம் நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்திலும், துத்தநாகம் ஆக்ஸின் உருவாக்கத்திற்கும் உதவுகின்றன.

தாவர ஊட்டத்தில் சில முக்கிய நுண் ஊட்டமூலங்களின் செயல்பாடுகள், உள்ளெடுக்கப்படும் முறைகள், பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் மற்றும் பற்றாக்குறை நோய்கள்பற்றி காண்போம்.

1. **இரும்பு (Fe):** பெருமூலங்களை விடக் குறைவாகவும் பிற நுண்மூலங்களை விட அதிகமாகவும் இது தேவைப்படுகிறது. எனவே இவை இரண்டில் ஏதேனும் ஒரு பிரிவில் வைத்து வகைப்படுத்தப்படுகிறது. பச்சையம் மற்றும் கரோடினாய்டு நிறமிகள் உருவாக்கத்தில் பயன்படுகிறது. சைட்டோகுரோம், பெரடாக்ஸின், பிளேவோபுரதம், பச்சையம் உருவாதல் மற்றும்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 105 06-07-2018 14:33:07

பார்ஃபைரின் ஆகியவற்றின் பகுதி பொருளாக உள்ளது.

பெராக்ஸிடேஸ், கேட்டலேஸ் நொதிகளின் ஊக்குவிப்பானாக உள்ளது. பெரஸ் (Fe^{2+}) மற்றும் பெர்ரிக்(Fe^{3+}) அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது. பெரும்பாலும் கனி தரும் மரங்களே இரும்புசத்து குறைபாட்டினால் அதிகம் பாதிப்படைகின்றன.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை, குட்டையான மெலிந்த தண்டு தோன்றுதல் மற்றும் பச்சையம் உருவாதலை தடைசெய்தல்.

2. மாங்கனீசு (Mn): கார்பாக்சலேஸ், ஆக்ஸிடேஸ், டீஹைட்ரோஜினேஸ் மற்றும் கைனேஸ் நொதிகளின் ஊக்கியாக உள்ளது. ஒளிச்சேர்க்கை செயலின்போது நீரின் ஒளிபிளப்பு நிகழ்விற்கு(Photolysis) இது தேவைப்படுகிறது. Mn^{2+} அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை, ஓட்ஸ் தாவரத்தில் சாம்பல் புள்ளி நோய், குன்றிய வேர்த் தொகுப்பு.

3. தாமிரம் (Cu): பிளாஸ்டோசயனின் புரதத்தினை அமைக்க உதவுகிறது. ஃபீனாலேஸ் மற்றும் டைரோசினேஸ் நொதிகளின் அமைப்பு கூறாக உள்ளது. ஆக்ஸிகரன-ஒடுக்க வினைகளில் ஈடுபடும் நொதிகள், ஆக்ஸிடேஸ், சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ் ஆகியவற்றின் பகுதிக்கூறாக உள்ளது. அஸ்கார்பிக் அமில உற்பத்தி கார்போஹைட்ரேட்-ஹைட்ரஜன் சமநிலைக்கு உதவுகிறது. குப்ரிக் (Cu^{2+}) அயனியாக இது உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: சிட்ரஸ் தாவரத்தில் தண்டு நுனியடி இறப்பு(Die back) பின்பக்க இறப்பு, தானியங்கள் மற்றும் லெகூம் தாவரங்களில் ஏற்படும் நுனி உதிர்தல் நோய் (Reclamation disease), பச்சையசோகை, திசு இறப்பு மற்றும் சிட்ரஸ் தாவரத்தில் எக்சாந்திமா நோய் (Exanthema).

4. துத்தநாகம் (Zn): இண்டோல் அசிட்டிக் அமிலம் (IAA) உற்பத்திக்கு அவசியம், கார்பாக்ஸிலேஸ், ஆல்கஹால் டிஹைட்ரோஜினேஸ், கார்பாக்ஸிபெப்டிடேஸ் மற்றும் டிரிப்டோபேன் சிந்தட்டேஸ் நொதிகளின் ஊக்கிவிப்பானாக செயல்படுகிறது. Zn^{2+} அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: ஆக்ஸின் குறைபாடு காரணமாக இலைகள் சிறுத்து மற்றும் பல்வண்ணமடைதல், நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை, குன்றிய வளர்ச்சி, நைவுப் புண்கள் மற்றும் நெல்லின் கெய்ரா நோய் (Khaira disease of rice).

5. போரான் (B): கார்போஹைட்ரேட் கடத்தல், Ca^{++} அயனி உள்ளெடுப்பு மற்றும் பயன்பாட்டில் பங்குபெறுதல், மகரந்ததாள் வளர்ச்சி, நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம், கொழுப்பு வளர்சிதை மாற்றம், செல் நீட்சியடைதல் மற்றும் வேறுபாடடைதல் போன்றவற்றிற்கு இது உதவுகிறது. இவை Bo^{3-} அயனிகளாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: வேர், தண்டு நுனி இறப்பு, இலைகள், கனிகள் முதிரும் முன்னரே உதிர்தல். பீட்ரூட்டின் பழுப்பு மையக் கருக்கல் நோய், ஆப்பிளின் கனி உள்திசு தக்கை நோய் மற்றும் கனிகளின் பிளவு நோய்.

6. மாலிப்டினம் (Mo): நைட்ரோஜினேஸ் மற்றும் நைட்ரேட் ரிடக்டேஸ் நொதிகளின் பகுதிக்கூறாக உள்ளது. நைட்ரஜன் வளர்சிதைமாற்றம் மற்றும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தத்தில் பங்குபெறுகிறது. மாலிப்டேட் (Mo^{2+}) அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: பச்சையசோகை, திசு இறப்பு, மலர் உருவாதல் தாமதமடைதல், குன்றிய வளர்ச்சி, காலிஃபிளவரில் சாட்டை வால் நோய் (Whiptail disease of Cauliflower).

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

கால்மோடுலின் (Calmodulin)

கால்மோடுலின் என்பது கால்சியத்தின் அளவை மாற்றியமைக்கும் புரதம். இது யுகேரியோட்டிக் செல்களில் கால்சியத்தை இணைக்க உதவுகிறது. இது வெப்பத்தைத் தாங்கும் மற்றும் நுண்ணிய வளர்சிதைமாற்ற ஒழுங்கமைவில் பங்குபெறும் புரதம்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 106 06-07-2018 14:33:07

7. **குளோரின்(Cl):** அயனி சமநிலைக்கு உதவுகிறது. செல்பகுப்பு மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கையின் போது நீரின் ஒளி பிளத்தலில் பயன்படுகிறது. Cl^- அயனியாக உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: இலை நுனி வாடல் நோய் தோன்றுதல்

8. **நிக்கல் (Ni):** யுரியேஸ் மற்றும் ஹைட்ரோஜினேஸ் நொதிகளின் துணை காரணியாகப் பங்குபெறுகிறது.

பற்றாக்குறை அறிகுறிகள்: இலைகளின் நுனி இறப்பு.

12.4 பற்றாக்குறை நோய்கள் மற்றும் அறிகுறிகள்

கீழ்க்கண்ட அட்டவணை கனிமங்களின் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் பற்றிய குறிப்பினைத் தருகிறது.

செயல்பாடு

கனிம ஊட்டச்சத்து பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் பெற்ற இலைகளைச் சேகரித்து, விளிம்பு பச்சையசோகை, நைவுப் புண்கள், நரம்பிடைப் பச்சையசோகை, சிற்றிலை மற்றும் கொக்கி இலை நோய்களில் ஆந்தோசயனின் பெற்ற இலைகள் ஆகியவற்றை அட்டவணைப்படுத்தி ஆசிரியரிடம் மேலும் விளக்கங்களைக் கேட்டறிக.

12.2 பற்றாக்குறை நோய்கள் மற்றும் அறிகுறிகள்

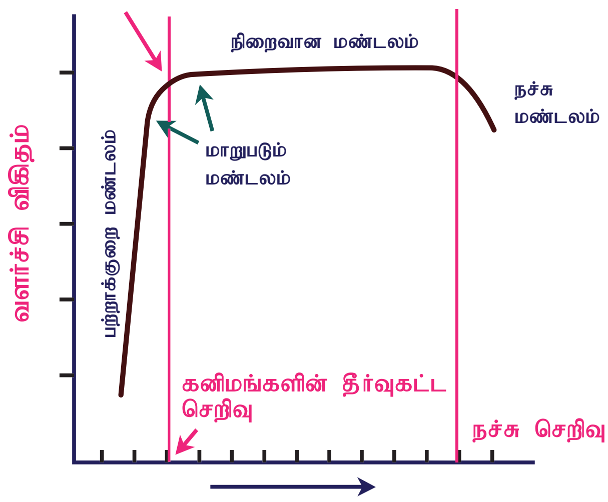
	பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் / நோய்கள்	குறைப்பாட்டு கனிமங்கள்
1.	பச்சையச் சேர்க்கை (Chlorosis)	ஹைட்ரஜன், பொட்டாசியம், மெக்னீசியம், சல்பர், இரும்பு, மாங்கனீசு, துத்தநாகம் மற்றும் மாலிப்டினம்
	அ. நரம்பிடைப் பச்சையச் சோகை	மெக்னீசியம், இரும்பு, மாங்கனீசு மற்றும் துத்தநாகம்
	ஆ. விளிம்பு பச்சையச் சோகை	பொட்டாசியம்
2.	நைவுப் புண்கள் (Necrosis) திசு இறப்பு	மெக்னீசியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், துத்தநாகம், மாலிப்டினம் மற்றும் தாமிரம்
3.	குன்றிய வளர்ச்சி	நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், கால்சியம், பொட்டாசியம் மற்றும் சல்பர்
4.	ஆந்தோசயனின் உருவாக்கம்	நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், மெக்னீசியம் மற்றும் சல்பர்
5.	மலர்தல் தாமதப்படுதல்	நைட்ரஜன், சல்பர் மற்றும் மாலிப்டினம்
6.	தண்டின் அடிநுனி இறப்பு, நுனி உதிர்தல் நோய், சிட்ரஸ் தாவரத்தில் எக்சாந்தீமா (பட்டையில் வெண்நிற கோந்து கசிதல்)	தாமிரம்
7.	கொக்கி போன்ற இலை நுனி	கால்சியம்
8.	சிற்றிலை நோய்	துத்தநாகம்
9.	டர்னிப், பீட்ரூட்டில் பழுப்பு மையக் கருக்கல் நோய் மற்றும் ஆப்பிளின் உள்திசு தக்கை நோய்	போரான்
10.	காலிப்ளவர் மற்றும் முட்டைகோஸின் சாட்டை வால் நோய்	மாலிப்டினம்
11.	இலைநுனி சுருண்டு வளைதல்	பொட்டாசியம்

12.5 தனிமங்களின் தீர்வுக்கட்ட செறிவு மற்றும் நச்சுத்தன்மை

12.5.1 தீர்வுக்கட்ட செறிவு (Critical Concentration)

உற்பத்தித் திறனை அதிகரிக்கவும், நச்சுத்தன்மையை தவிர்க்கவும் தனிமங்களின் தீர்வுக்கட்ட செறிவைப் பற்றி அறிவது அவசியம்.

தீர்வுக்கட்ட செறிவைவிடக் குறைவான அளவு கனிமங்களின் செறிவு உள்ளபோது பற்றாக்குறை அறிகுறிகளையும், இதைவிடச் செறிவு அதிகரிக்கும்போது நச்சுதன்மையையும் ஏற்படுத்துகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமச் செறிவின் போது, தாவரத்தின் உலர் எடையில் 10% திசு இழப்பு ஏற்பட்டால், அது நச்சுதன்மை அளவு எனக் கருதப்படுகிறது. படம் 12.2, தீர்வுகட்ட செறிவினைப் பற்றி விளக்குகிறது.



படம் 12.2 தீர்வுகட்ட செறிவு(Critical Concentration)

12.5.2 கனிமங்களின் நச்சுத்தன்மை:

அ. மாங்கனீசு நச்சுத்தன்மை

மாங்கனீசு செறிவு அதிகரிக்கும்போது இரும்பு மற்றும் மெக்னீசியத்தை எடுத்துக்கொள்ளும் திறனைத் தடுக்கிறது. மேலும் கால்சியம் தண்டின் நுனிப்பகுதிக்குக் கடத்தப்படுவதையும் தடுக்கிறது. இதன்மூலம் Fe, Mg மற்றும் Ca பற்றாக்குறை நோயை ஏற்படுத்துகிறது. மாங்கனீசு நச்சுதன்மையின் அறிகுறிகள் பழுப்பு புள்ளிகள் சூழ்ந்து பச்சையச் சோகையுடைய நரம்புகள் தோன்றுவதாகும்.

ஆ. அலுமினியம் நச்சுத்தன்மை

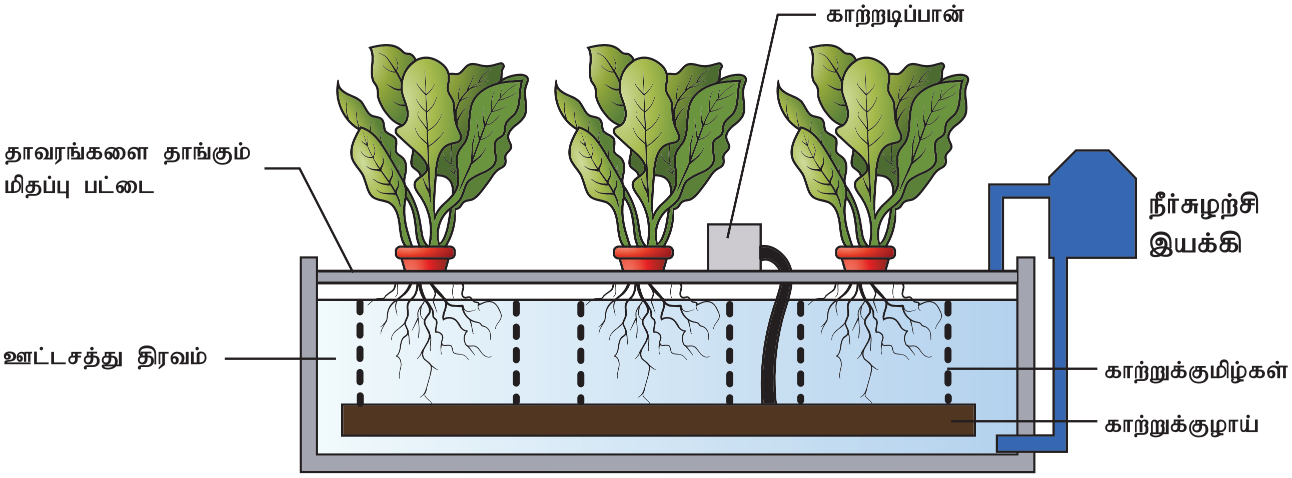
அலுமினியத்தின் நச்சுதன்மை காரணமாக நியுக்ளிக் அமிலமானது வீழ்படிகிறது, ATPயேஸ் நொதியின் செயல்பாடு தடைபடுகிறது. செல் பகுப்பை தடை செய்தல் மற்றும் பிளாஸ்மா சவ்வுடன் கால்மோடுலின் பிணைவதைத் தடுக்கிறது.

கனிமங்களின் இடப்பெயர்ச்சி. மற்றும் கோட்பாடுகளுக்கு பாடம்–13 யைப் பார்க்கவும்.

12.6 நீர் ஊடக வளர்ப்பு மற்றும் காற்றூடக வளர்ப்பு

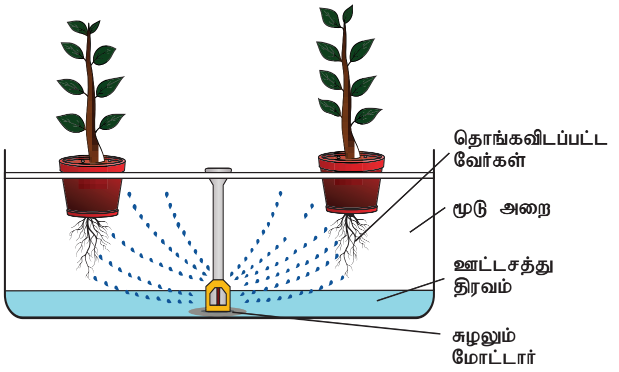
12.6.1 நீர் ஊடக வளர்ப்பு(Hydroponics): இது ஒரு மண்ணில்லா வளர்ப்பு முறையாகும்.

கனிம ஊட்டகரைசலில் தாவரங்களை வளர்க்கும் இம்முறையினை வான் சாக்ஸ் (Von Sachs) உருவாக்கினார். இதற்குறிய கனிம ஊட்டச் சத்து கரைசல்கள் முறையே நாப்ஸ் கரைசல் (Knop solution) (1865), ஆர்னான் மற்றும் ஹாக்லேண்டு கரைசல் (Arnon & Hogland solution) ஆகியவை ஆகும்.



படம் 12.3 நீர்ஊடக வளர்ப்பு (Hydroponics)

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 108 06-07-2018 14:33:07



படம் 12.4 – மாறுபடும் சிக்கலான செறிவு

கோயெரிக் (Goerick–1940) என்பவர் ஹைட்ரோபோனிக்ஸ் (Hydroponics) என்ற சொல்லை அறிமுகப்படுத்தினார். வணிக ரீதியான ஹைட்ரோபோனிக்ஸ் தொழில்நுட்பங்களை உருவாக்கியவரும் இவரே. ஹைட்ரோபோனிக்ஸ் முறையில், தாவரத்தின் வேர்களைக் கனிமங்கள் கரைந்துள்ள ஊட்டச்சத்து திரவத்தில் முழுவதும் மூழ்கிய நிலையில் வைத்து வளர்க்கப்படுகிறது. தேவையான காற்று குழாயின் மூலம் செலுத்தப்படுகிறது. (படம் 12.3)

12.6.2 காற்றூடக வளர்ப்பு(Aeroponics)

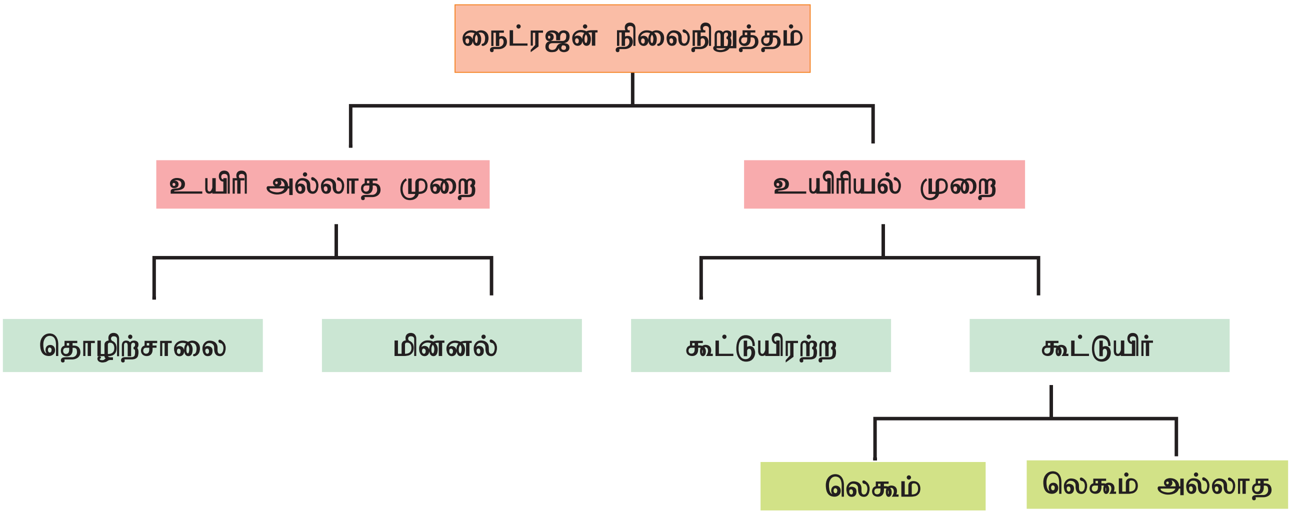
இந்தத் தொழில்நுட்பத்தை உருவாக்கியவர்கள் சோஃபர் ஹில்லல் (Soifer Hillel) மற்றும் டேவிட் டர்ஜர் (David Durger) ஆவர். இம்முறையில் வேரானது ஊட்டச்சத்து திரவத்திற்கு மேலே காற்றில் மிதந்தபடி இருக்குமாறு தாவரங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அத்துடன் ஊட்டச்சத்து திரவம் சுழலும் மோட்டாரின் உதவியோடு வேர்கள் மீது தெளிக்கப்படுகிறது. (படம் 12.4)

12.7 நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

இயற்கையின் வியத்தகு செயல் என்பது தன்னைத்தானே ஒழுங்குபடுத்துதல் ஆகும். அனைத்து உயிரினங்களும் உயிர்வேதிய சுழற்சிகளின் பங்காற்றும் கருவிகளாகச் செயல்படுகின்றன. நைட்ரஜன் சுழற்சி சிறப்பாக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட ஒரு சுழற்சியாகும். இப்புவியின் உயிரினங்கள் நைட்ரஜன் சுழற்சியைப் பெரிதும் சார்ந்துள்ளன. வளிமண்டலத்தில் நைட்ரஜனானது டைநைட்ரஜன் (N_2) என்ற தனி நைட்ரஜனாக உள்ளது. இரு நைட்ரஜன் அணுக்கள் உறுதியான மூன்று சகபிணைப்புகளால் ($N \equiv N$) பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. வளிமண்டல நைட்ரஜனை (N_2) அம்மோனியாவாக மாற்றும் செயல்முறைக்கு நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் என்று பெயர். நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் இரு முறைகளில் நடைபெறுகிறது. 1. உயிரிய நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் 2. உயிரி அல்லாத நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம். (படம் 12.5)

12.7.1 உயிரி அல்லாத (அல்லது) பௌதிக நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.

- தொழிற்சாலைகளில் இரசாயன முறையின் மூலம் நடைபெறும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.
- மின்னல் உருவாகும் போது வெளியேற்றப்படும் மின்னாற்றலினால் வளிமண்டலத்தில் நடைபெறும் இயற்கையான நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.



படம் 12.5 நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்(Nitrogen Fixation)

செயல்பாடு

திரவ ஊடக வளர்ப்பு முறையில் கனிமங்களின் குறைபாட்டைக் கண்டறிதல்.

1. ஒரு கண்ணாடி சீசாவை அல்லது பிளாஸ்டிக் சீசாவினை எடுத்துக்கொண்டு அதன் மீது கருப்பு காகிதத்தினை சுற்றவும் (ஆல்காக்களின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கவும், வேர்கள் ஒளியுடன் வினைபுரிவதைத் தடுக்கவும் இது உதவுகிறது.)
2. ஊட்டச்சத்து திரவத்தைச் சீசாவில் எடுத்துக்கொள்ளவும்.
3. பிளவுபட்ட தக்கையின் உதவியால் தாவரத்தைப் பொருத்தவும்.
4. காற்றோட்டத்திற்காக ஒரு குழாயினைப் பொருத்தவும்.
5. குறிப்பிட்ட கனிமம் சேர்க்கப்பட்ட வெவ்வேறு ஊட்டக் கரைசல்களைப் பயன்படுத்தித் தாவரத்தின் வளர்ச்சியை உற்று நோக்கவும்.

படம் 12.6 வேர்முடிச்சுகளில் காணப்படும் ரைசோபியம்

12.7.2 உயிரியல் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

- *ரைசோபியம்* போன்ற கூட்டுறவு வாழ்க்கையில் ஈடுபடும் பாக்டீரியங்களின் மூலம் நிகழும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்.
- *லைக்கன்கள், ஆந்தோசெராஸ், அசோல்லா* மற்றும் *சைக்கஸ்* பவளவேர் ஆகியவற்றில் காணப்படும் சயனோ பாக்டீரியங்கள் மூலமும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் நடைபெறுகிறது.
- மேலும், கூட்டுயிர் வாழ்க்கையில்லாமல் தனித்து வாழும் *கிளாஸ்டிரீடியம்* போன்ற பாக்டீரியங்கள் மூலம் இச்செயல் நிகழ்கிறது.

அ. கூட்டுயிர் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

i) வேர் முடிச்சு மூலம் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

லெகூம் தாவரங்களின் வேர் முடிச்சுகளில் வாழும் *ரைசோபியம்* பாக்டீரியம் வளிமண்டல நைட்ரஜனை நிலைநிறுத்த உதவுகிறது. இந்த வகையான கூட்டுயிர் வாழ்க்கையில் பாக்டீரியம் மற்றும் தாவரம் இரண்டுமே பயனடைகின்றன. வேர்முடிச்சுகள் ரைசோபிய பாக்டீரிய தொற்றின் மூலம் ஏற்படுகிறது. ரைசோபியம் ஓம்புயிர் செல்லினுள் நுழைந்து பெருக்கம் அடைகிறது. அவை, ஓம்பியிர் சைட்டோபிளாசத்துடன் சேராமல், உறையால் சூழப்பட்ட தனி அமைப்புகளில் காணப்படுகின்றன. (படம் 12.6)

வேர்முடிச்சு தோன்றுதலின் வெவ்வேறு நிலைகள்

1. லெகூம் தாவரங்களின் வேர்கள் பினாலிக் வேதிப்பொட்களை சுரந்து *ரைசோபியம்* பாக்டீரியாக்களை வேர் நோக்கிக் கவர்தல்.
2. *ரைசோபியம்* வேர் அருகு மண்டலத்தை(Rhizosphere) அடைந்து, வேர்தூவி வழியாக நுழைந்து, வேர் தூவியை பாதித்துச் சுருளச் செய்கிறது.
3. தொற்று இழை உள்நோக்கி வளர்ந்து பாதிப்படைந்துள்ள திசுப்பகுதியை மற்ற திசுப்பகுதியிலிருந்து பிரிக்கிறது.
4. உறையால் சூழப்பட்ட பாக்டீரியத் தொகுப்புகள் வேர்முடிச்சின் உள்பகுதியில் உருவாகிறது இவற்றிற்குப் பாக்டீராய்டுகள் என்று பெயர்.
5. பாக்டீரியங்கள் உருவாக்கும் சைட்டோகைனின் மற்றும் தாவரங்கள் உருவாக்கும் ஆக்ஸின்கள்

செயல்பாடு

1. லெகூம் தாவர வேர் முடிச்சுகளை சேகரிக்கவும்.
2. வேர் முடிச்சுகளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் எடுக்கவும்.
3. நுண்ணோக்கி மூலம் உற்று நோக்கி, ஆசிரியரிடம் கலந்தாலோசிக்கவும்.

வேர் செல்களில் செல்பகுப்பை தூண்டி வேர் முடிச்சுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது.

லெகூம் அல்லாத நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

அல்னஸ், சவுக்கு (*Casuarina*) போன்ற தாவரங்களில் காணப்படும் பாக்டீரியா *ஃபிரான்க்கியா, சைகோட்ரியா*வில் காணப்படும் *கிளப்ஸியெல்லா* பாக்டீரியங்கள் லெகூம் அல்லாத தாவரங்களில் வேர்முடிச்சுகள் மூலம் நைட்ரஜன் நிலை நிறுத்தம் செய்வதற்கு உதவுகின்றன.

(ii) வேர் முடிச்சு உருவாகா நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்

இதில் கீழ்க்கண்ட தாவரங்களும், புரோகாரியோட்டுகளும் வேர்முடிச்சுகளை உருவாக்காமல், கூட்டுயிர் வாழ்க்கை முறையில் நைட்ரஜனை நிலைநிறுத்தம் செய்கிறது.

லைக்கன்கள்	–	*அனபீனா மற்றும் நாஸ்டாக்*
ஆந்தோசிராஸ்	–	*நாஸ்டாக்*
அசோல்லா	–	*அனபீனா அசோலே*
சைக்கஸ்	–	*அனபீனா மற்றும் நாஸ்டாக்*

ஆ. கூட்டுயிர் அற்ற நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம்:

கூட்டுயிர் முறை அல்லாது தனித்து வாழும் பாக்டீரிங்கள் மற்றும் பூஞ்சைகளின் உதவியோடும் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் நிகழ்கிறது.

காற்று சுவாசமுறை செய்பவை	–	*அசடோபாக்டர், பெய்ஜரிங்கியா மற்றும் டெர்க்ஸியா*
காற்றில்லாச் சுவாச முறை செய்பவை	–	*கிளாஸ்டிரிடியம்*
ஒளிச்சேர்க்கை செய்பவை	–	*குளோரோபியம் மற்றும் ரோடோஸ்பைரில்லம்*
வேதி சேர்க்கை செய்பவை	–	*டைசல்ஃபோவிப்ரியோ*
தனித்துவாழும் பூஞ்சைகள்	–	*ஈஸ்டுகள், புல்லுலேரியா*
சயனோ பாக்டீரியங்கள்	–	*நாஸ்டாக், அனபீனா மற்றும் ஆசில்லட்டோரியா*

12.8 நைட்ரஜன் சுழற்சி மற்றும் நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்

12.8.1 நைட்ரஜன் சுழற்சி (Nitrogen cycle)

இந்தச் சுழற்சி கீழ்க்கண்ட நிலைகள் உள்ளடக்கியதாகும்.

1. வளி மண்டல நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் (Atmospheric nitrogen fixation):

LA1T94

இது வளிமண்டத்திலுள்ள டை நைட்ரஜன் படிப்படியாக ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் சேர்க்கையால் ஒடுக்கம் அடையும் நிகழ்வு. இரு நைட்ரஜன் அணுக்கள் (N≡N) மூன்று சகபிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை பிளக்கப்பட்டு அம்மோனியாவாக மாறுகிறது. (படம் 12.7)

நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தும் இச்செயல்முறைக்கு நைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதி கூட்டமைப்பு, மாலிப்டினம், இரும்பு, சல்ஃபர் (Mo, Fe, S) ஆகிய தனிமங்கள், காற்றில்லா நிலை, ATP, e–(எலக்ட்ரான்) மற்றும் H^+(புரோட்டான்கள்) வழங்கும் குளுக்கோஸ் 6 பாஸ்பேட் ஆகியவை தேவைபடுகின்றன. நைட்ரோஜினேஸ் நொதியானது காற்றில்லா நிலையின்போது மட்டுமே செயல்படக் கூடியது. காற்றில்லா நிலையை ஏற்படுத்த வேர்முடிச்சுகளில் உருவாகும் **லெக்ஹீமோகுளோபின்** (leghaemoglobin) உதவுகிறது. இந்த லெக்ஹீமோகுளோபின் ஆக்ஸிஜன் நீக்கியாக (Oxygen Scavenger) செயல்பட்டு ஆக்ஸிஜன் இல்லாச் சூழலை ஏற்படுத்துகிறது. நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தும் பாக்டீரியாக்கள் வேர்முடிச்சுகளில் இளஞ்சிவப்பு நிறத்துடன் காணப்படுவதற்கு லெக்ஹீமோகுளோபின் நிறமியே காரணமாக உள்ளது.

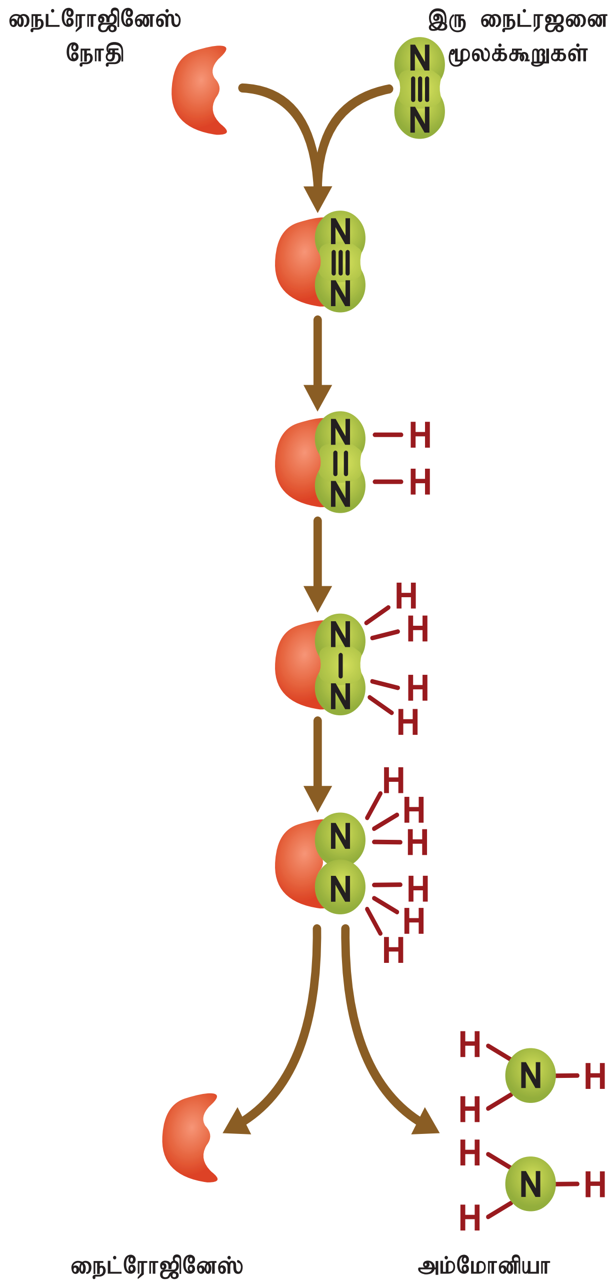
ஒட்டுமொத்த வினை

$$N_2 + 8e^- + 8H^+ + 16ATP \longrightarrow 2NH_3^+ + H_2 + 16ADP + 16\ Pi$$

2. நைட்ரேட்டாதல் (Nitrification)

அம்மோனியாவானது (NH_3) முதலில் நைட்ரோசோமோனாஸ் பாக்டீரியத்தின்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 111 06-07-2018 14:33:08



படம் 12.7 நைட்ரோஜினேஸ் நொதியின் செயல்முறை

உதவியால் நைட்ரைட்டாக (NO_2^-) மாற்றம் அடைகிறது. பின்னர் இது நைட்ரேட்டாக (NO_3^-) நைட்ரோபாக்டர் என்ற பாக்டீரியத்தினால் மாற்றம் அடைகிறது.

உயர் தாவரங்கள் அம்மோனியா அயனிகளை விட நைட்ரேட்டுகளாக (NO_3^-) உள்ளெடுத்துக் கொள்ளும் தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளன.

$$2\,NH_3^+ + 3\,O_2 \xrightarrow{\text{நைட்ரோசோமோனாஸ்}} 2\,NO_2^- + 2\,H^+ + 2H_2O$$

$$2\,NO_2^- + O_2 \xrightarrow{\text{நைட்ரோபாக்டர்}} 2\,NO_3^-$$

3. நைட்ரேட் தன்மயமாதல் (Nitrate Assimilation)

நைட்ரேட்டானது ஒடுக்கம் அடைந்து அம்மோனியாவாக மாறிப் பின்னர்ச் செல்புரதங்களுக்குள் சேர்க்கப்படும் நிகழ்விற்கு நைட்ரேட் தன்மயமாதல் என்று பெயர்

$$NO_3^- \xrightarrow[\text{Mo}]{\text{நைட்ரேட்ரிடக்டேஸ்}} NO_2^-$$

$$NO_2^- \xrightarrow[\text{Cu, Fe}]{\text{நைட்ரைட்ரிடக்டேஸ்}} NH_3^+$$

4. அம்மோனியாவாதல் (Ammonification)

இறந்த தாவர மற்றும் விலங்குகளின் எச்சங்களிலிருந்து பெறப்படும் கரிம நைட்ரஜன் (புரதங்கள் மற்றும் அமினோ அமிலங்கள்) பாக்டீரியக்களால் அம்மோனியாவாக மாற்றப்படும் நிகழ்வு அம்மோனியாவாதல் எனப்படும். இச்செயலில் பங்கேற்கும் பாக்டிரியங்கள் *பாசில்லஸ் ரமோசஸ்* மற்றும் *பாசில்லஸ் வல்காரிஸ்.*

5. நைட்ரஜன் நீக்கம் (Denitrification)

மண்ணில் காணப்படும் நைட்ரேட் வளிமண்டல நைட்ரஜனாக மாற்றப்படும் நிகழ்வு நைட்ரஜன் நீக்கம் எனப்படும். இதில் பங்கேற்கும் பாக்டீரியங்கள் *சூடோமோனாஸ், தையோபாசில்லஸ், பாசில்லஸ் சப்டிலிஸ்,* மற்றும் பிற.

$$\underset{(NO_3^-)}{\text{நைட்ரேட்}} \xrightarrow{\text{சூடோமோனாஸ்}} \underset{(N_2)}{\text{மூலக்கூறு நைட்ரஜன்}}$$

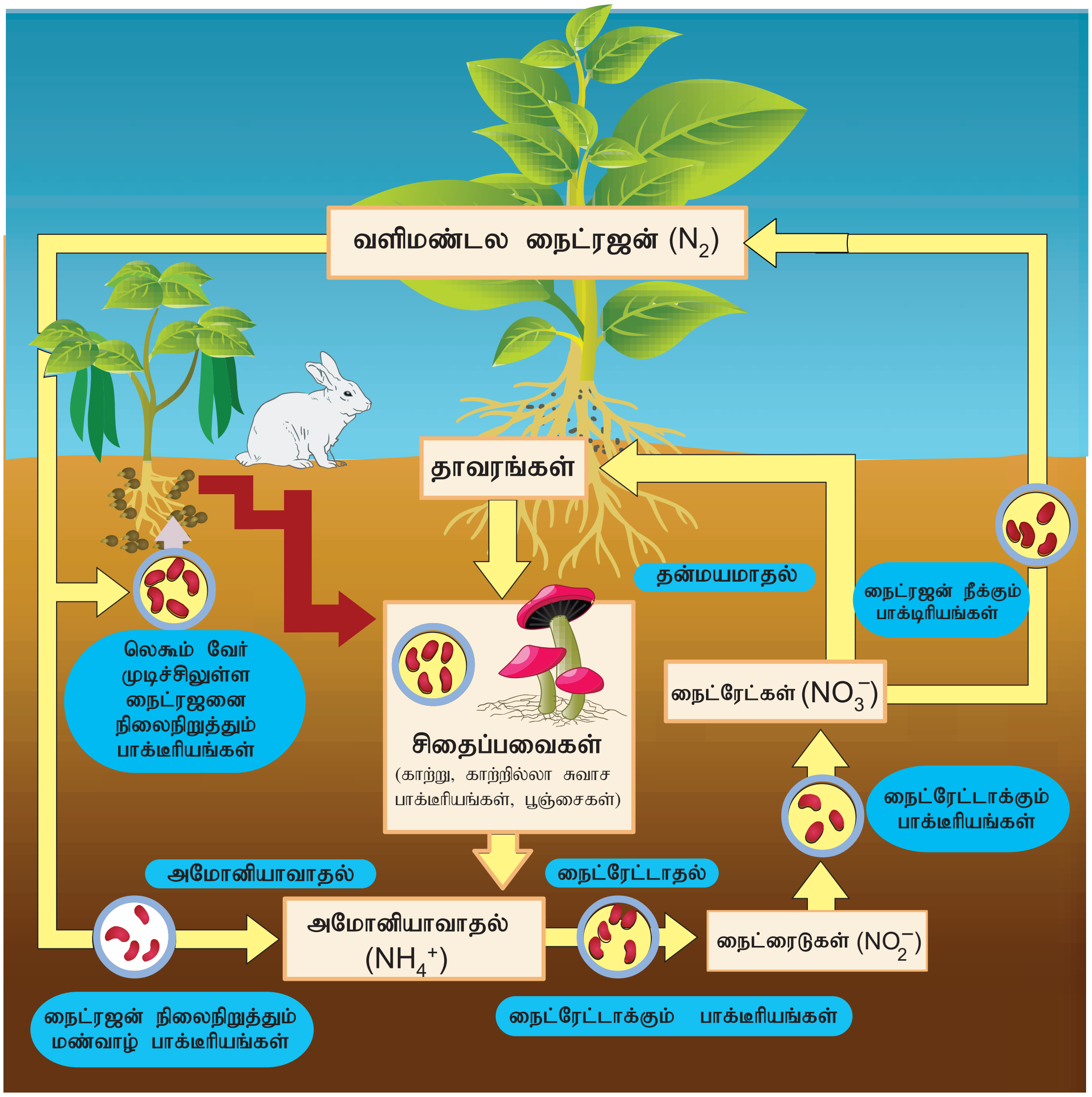
நைட்ரஜன் சுழற்சியின் மொத்த செயல்கள் படம் 12.8 ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

12.8.2 நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம் (Nitrogen Metabolism):

அம்மோனியா தன்மயமாதல் (*Ammonium Assimilation / Fate of Ammonia*)

கீழ்க்கண்ட செயல்முறைகள் மூலம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 112 06-07-2018 14:33:08

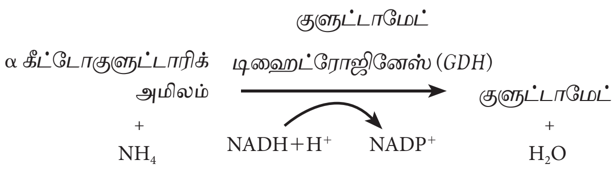


படம் 12.8 நைட்ரஜன் சுழற்சி (Nitrogen Cycle)

அம்மோனியாவானது அமினோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகிறது. இது மூன்று நிலைகளில் நடைபெறுகிறது அவை முறையே 1. அமைனோ ஒடுக்கம், 2. அமைனோ மாற்றம் 3. வினையூக்க அமினோவாக்கம்

1. அமைனோ ஒடுக்கம் (Reductive amination)

அம்மோனியாவானது α- கீட்டோகுளுட்டாரிக் அமிலத்துடன் வினை புரிந்து குளுடாமிக் அமிலம் (குளுடாமேட்) உருவாக்கும் வினை.

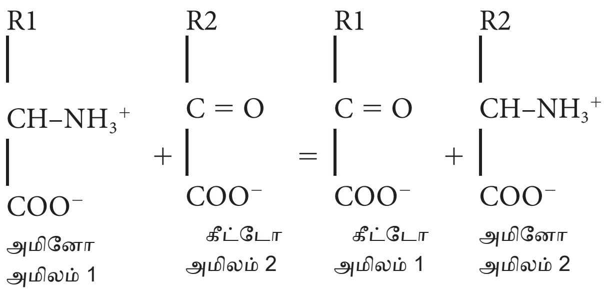


2. அமைனோ மாற்றம் (Transamination):

குளுட்டாமிக் அமிலத்திலுள்ள அமினோ தொகுதியானது பிற கீட்டோ அமிலத்தின் கீட்டோ தொகுதிக்கு மாற்றப்படும் நிகழ்ச்சி அமினோ மாற்றம் எனப்படும்.

குளுட்டாமிக் அமிலமானது முதன்மையான அமினோ அமிலமாகச் செயல்பட்டுப் பிற கீட்டோ அமிலங்களை அமினோ அமிலங்களாக அமைனோ மாற்றம் மூலம் மாற்றுகிறது. இந்நிகழ்விற்கு டிரான்ஸ் அமினேஸ் நொதி மற்றும் பைரிடாக்ஸல் பாஸ்பேட் என்ற துணை நொதி (வைட்டமின் B6 பைரிடாக்ஸின் வழித்தோன்றல்)ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 113 06-07-2018 14:33:09



3. வினையூக்க அமினோவாக்கம் (GS / GOGAT வழித்தடம்):

குளுட்டாமேட் அமினோ அமிலமானது அம்மோனியாவுடன் வினைபுரிந்து குளுட்டாமைன் எனும் அமைடினை உருவாக்குகிறது.

குளுட்டாமேட் + NH_4^+ —(குளுட்டாமேட் சிந்தட்டேஸ் (GS); ATP → ADP + Pi)→ குளுட்டாமைன்

குளுட்டாமைன் α - கீட்டோகுளுட்டாரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து இரண்டு மூலக்கூறு குளுட்டாமேட்டை உருவாக்குகிறது.

குளுட்டாமைன் + α கீட்டோகுளுட்டாரிக் அமிலம் (2 – ஆக்ஸோகுளுட்டாரேட்) —((GOGAT-நொதி); $NADH+H^+$ → NAD^+)→ 2 குளுட்டாமேட்

12.9 சிறப்பு வகை உணவூட்டம் (Special modes of nutrition)

உணவூட்டம் என்பது உயிரினங்கள் உணவை எடுத்துக் கொள்வது மற்றும் அதனைப் பயன்படுத்தும் முறையாகும். இரண்டு வகை உணவூட்டங்கள் முதன்மையானவை அவை முறையே தற்சார்பு உணவூட்டம் (Autotrophic) மற்றும் பிற சார்பு உணவூட்டம் (Heterotrophic) ஆகும்.

தற்சார்பு உணவூட்டமானது, ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthetic) மற்றும் வேதிச்சேர்க்கை உணவூட்டம் (Chemosynthetic) என இருவகைப்படும். பிறசார்பு உணவூட்டமானது, சாறுண்ணி, ஒட்டுண்ணி, கூட்டுயிர் வாழ்க்கை, மற்றும் பூச்சியுண்ணி வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. இப்பாடப் பிரிவில் சிறப்பு வகை உணவூட்டம் பற்றி நீங்கள் கற்க உள்ளீர்கள்.

12.9.1 ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் சாறுண்ணி உணவூட்டம் (Saprophytic mode of nutrition in Angiosperms)

இறந்த மற்றும் மக்கிய உடல்களிலிருந்து உணவைப் பெறுவது சாறுண்ணி (Saprophytic) அல்லது மட்குண்ணி உணவூட்டம் எனப்படுகிறது. பூஞ்சைகளும், பாக்டீரியாக்களும் சாறுண்ணி உணவூட்டத்திற்கான முதன்மை உயிரினங்களாகும்.

சில ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களும் சாறுண்ணி வகை உணவூட்டத்தை மேற்கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டு. *நியோட்டியா* (பறவைக்கூடு ஆர்க்கிடு). *நியோட்டியாவின்* வேர்களானது வேரி பூஞ்சைகளுடன் இணைந்து ஊட்டச்சத்துக்களை சாறுண்ணி போன்று எடுத்துக்கொள்கிறது.

மோனோட்ரோபா (இண்டியன் பைப்) அடர்ந்த காட்டில் மட்கிய உடலங்கள் மீது வளர்கிறது. இவை வேரி பூஞ்சைகளின் உதவியுடன் உணவை உள்ளெடுக்கின்றன (படம் 12.9).

நியோட்டியா (பறவைக்கூடு ஆர்க்கிடு) **மோனோட்ரோபா** (இண்டியன் பைப்)

படம் 12.9 சாறுண்ணி உணவூட்டம்

12.9.2 ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் ஒட்டுண்ணி உணவூட்டம்:

ஓம்புயிர் தாவரங்களிலிருந்து உணவைப் பெற்று அவற்றிற்கு நோயை உண்டாக்கும் உணவூட்ட முறை ஒட்டுண்ணி உணவூட்டம் எனப்படும்.

அ. கட்டாய அல்லது முழு ஒட்டுண்ணி (Obligate or Total parasite):

இவ்வகை உணவூட்டத்தில் ஓம்புயிர் தாவரத்தை முழுமையாக தன் வாழ்க்கைக்காக ஒட்டுண்ணி சார்ந்திருக்கும். அத்துடன் **ஹாஸ்டோரியம்** எனும் உறிஞ்சு உறுப்பை உருவாக்குகிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 114 06-07-2018 14:33:09

படம் 12.10 ஒட்டுண்ணி உணவூட்டம்

(*i*) முழு தண்டு ஒட்டுண்ணி (Obligate stem parasite): *கஸ்குட்டா* (டோடர்) வேர் இல்லாத ஒரு இலைகளற்ற தாவரம். இதன் முழுத் தண்டும் ஓம்புயிரி (இலந்தை, *சிட்ரஸ்* மற்றும் பிற)தாவரங்கள் மேல் படர்ந்து ஹாஸ்டோரியங்களை உருவாக்குகிறது.

(*ii*) முழு வேர் ஒட்டுண்ணி (Obligate root parasite): தண்டு அச்சைப் பெற்றிறாது பிற ஓம்புயிரி தாவரங்களின் வேர்களில் இருந்து நீரையும் உணவையும் பெற்று ஒட்டுண்ணியாக வாழ்ந்து ஹாஸ்டோரியங்களை உருவாக்கும் தாவரங்கள். எடுத்துக்காட்டு: *ரா:ஃப்ளெஸியா, ஒரபாங்கே* மற்றும் *பெலனோ:ஃபோரா.*

ஆ. பகுதி ஒட்டுண்ணிகள் (Partial Parasite) – இவ்வகை தாவரங்கள் பச்சையம் பெற்றிருப்பதால், கார்போஹைட்ரேட்டை தயாரிக்கக் கூடியவை, நீர் மற்றும் கனிமங்களுக்காக மட்டுமே இவை ஓம்புயிர் தாவரங்களைச் சார்ந்துள்ளன.

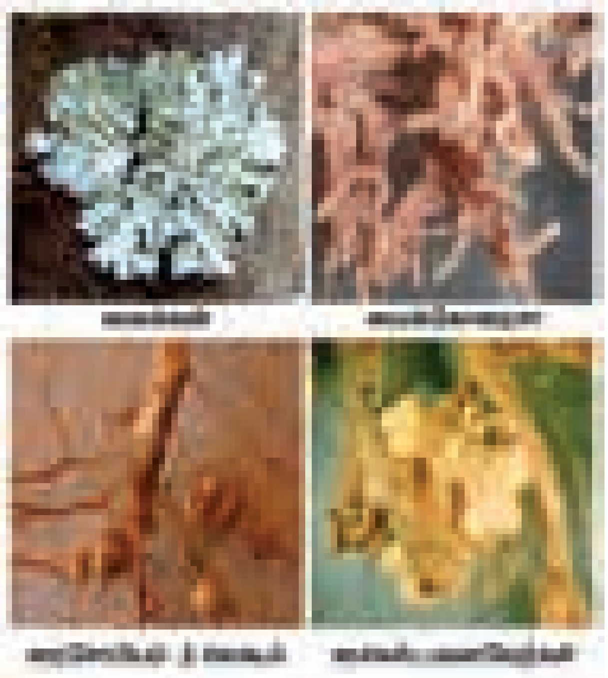
(*i*) பகுதி தண்டு ஒட்டுண்ணி: *லொரான்தஸ்* தாவரம் அத்தி மற்றும் மாமரத்தின் சைலத்திசுவிலிருந்து நீர் மற்றும் கனிம உப்புகளை ஹாஸ்டோரியத்தின் உதவியினால் உறிஞ்சுக் கொள்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: *லொரான்தஸ், விஸ்கம்* (*மிஸ்ஸில்டோ*).

(*ii*) பகுதி வேர் ஒட்டுண்ணி: நாற்று நிலையில் இதன் வேர்கள் பிற தாவரவேர்களின் மீது வளர்ந்து ஹாஸ்டோரியங்கள் உதவியுடன் நீரை உறிஞ்சுக்கொள்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: *சாண்டலம் ஆல்பம்* (சந்தன மரம்) (படம் 12.10).

12.9.3 கூட்டுயிர் வாழ்க்கை உணவூட்டம்:

அ. லைக்கன்கள் (Lichens): ஆல்காக்களும் பூஞ்சைகளும் இணைந்த கூட்டுயிர் வாழ்க்கையாக இது உள்ளது. ஆல்காக்கள் உணவை தயாரிப்பதற்கும் பூஞ்சைகள் நீரை உறிஞ்சுவதற்கும் மற்றும் உடல அமைப்பை ஏற்படுத்துவதற்கும் உதவுகிறது.

ஆ. மைக்கோரைசா (Mycorrhizae) (வேரி பூஞ்சைகள்): பூஞ்சைகளும் உயர்தாவர வேர்களும் இணைந்த கூட்டுயிர் வாழ்க்கையாக இது உள்ளது. எடுத்துக்காட்டு. *பைனஸ்* என்ற ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரம்.



படம் 12.11 கூட்டுயிர் வாழ்க்கை உணவூட்டம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 115 06-07-2018 14:33:10

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

லைக்கன்கள்:

சல்பர்டைஆக்ஸைடு (SO_2) காற்று மாசுபடுதலை காட்டும் மாசு காட்டியாக உள்ளது. வறள் தாவரபடிநிலை வளர்ச்சியில் முதல் தோன்றும் முன்னோடி தாவரமாக லைக்கன்கள் உள்ளன.

இ. **ரைசோபியம் மற்றும் லெகூம் கூட்டுயிர் வாழ்க்கை (Rhizobium and Legumes):** இந்த கூட்டுயிர் வாழ்க்கை நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தத்திற்கு உதவுகிறது (கூட்டுயிர் நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் தலைப்பைக் காண்க).

ஈ **சயனோ பாக்டீரியா மற்றும் பவள வேர்கள் (Cyanobacteria and Coralloid roots):** இந்த கூட்டுயிர் வாழ்க்கைசைகஸ் தாவரத்தில் காணப்படுகிறது. இதன் பவள வேர்களில் சையனோபாக்டிரியங்கள் (நாஸ்டாக்) கூட்டுயிர் வாழ்க்கை செய்கின்றன (படம் 12.11).

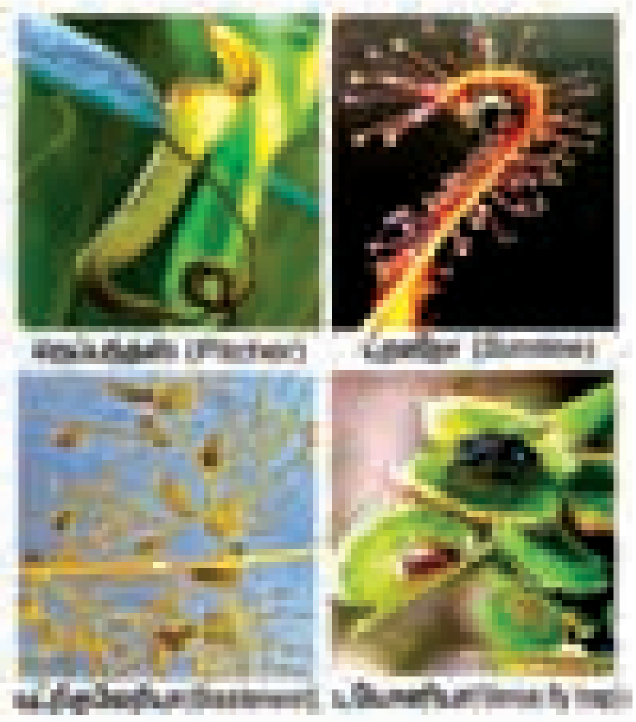
12.9.4. பூச்சியூண்ணும் உணவூட்டம் (Insectivorous mode of Nutrition)

நைட்ரஜன் பற்றாக்குறை உள்ள இடங்களில் இவ்வகைதாவரங்கள் நைட்ரஜன் பற்றாக்குறையை சரிசெய்ய பூச்சிகளின் உடலில் இருந்து நைட்ரஜன் சத்துக்களைப் பெறுகின்றன.

அ) **நெப்பந்தஸ் (Pitcher plant):** குடுவை என்பது இலையின் மாற்றுரு. இக்குடுவையினுள் செரிமான நொதிகளை உருவாக்கும் வளரிகள் உள்ளன. குடுவையின் வாய் விளிம்பில் தேன் சுரப்பிகள் காணப்படுவதோடு, குடுவையின் மூடி பகுதி பூச்சிகளைக் கவரும் வண்ணங்களும் காணப்படுகிறது. பூச்சிகள் குடுவையினுள் விழுந்தவுடன் புரத செரிமான நொதிகள் பூச்சிகளின் உடலை செரிக்க உதவுகிறது.

ஆ) **ட்ரஸீரா (Drosera–Sundew plant):** இவை நீண்ட தடித்த உணர் நீட்சிகளை கரண்டி வடிவ இலைகளில் பெற்றவை. இவை ஒட்டக்கூடிய செரிமான திரவத்தை சுரந்து, பூச்சிகளை ஈர்க்கிறது. இது பார்ப்பதற்கு சூரிய பனித்துளி போன்று உள்ளது.

இ) **யுட்ரிகுலேரியா (Bladderwort):** இது ஒரு நீரில் மூழ்கி காணப்படும் தாவரம். இவற்றின் இலைகள் பை போன்று மாற்றுரு அடைந்து பூச்சிகளை சேகரித்து செரிக்க செய்கிறது.



படம் 12.12 பூச்சியுண்ணும் உணவூட்டம்

ஈ) **டயோனியா (Venus fly trap):** இவற்றின் இலைகள் வண்ணமயமான பொறியாக மாற்றமடைந்துள்ளது. இரண்டு மடல்களுடைய இலைகளின் உள்ளே உணர் இழைகள் காணப்படும். பூச்சிகள் உணர் இழைகளை தொட்டவுடன் இலைகள் மூடி அவை சிறைப்படுகின்றன (படம் 12.12).

பாடச்சுருக்கம் (Summary)

தாவரங்களுக்கான கனிமங்களின் மூலங்களாகக் காற்று, நீர் மற்றும் மண் உள்ளது. கனிமங்கள் அவற்றின் அளவு, இயக்கம் மற்றும் செயல்பாட்டின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகிறது. அதிக அளவில் தேவைப்படும் கனிமங்கள் பெரும ஊட்ட மூலங்கள் (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg மற்றும் S) குறைவான அளவில் தேவைப்படும் கனிமங்கள் நுண் ஊட்ட மூலங்கள் (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl, Ni) எனப்படுகின்றன. சோடியம், கோபால்ட், சிலிக்கான் மற்றும் செலினியம் போன்ற கனிமங்கள் சில தாவரங்களில் சில குறிப்பிட்ட பணிகளுக்கு மட்டும் பயன்படுபவை எனவே வரையறுக்கப்படாத கனிமங்கள் எனப்படுகின்றன. விரைவாக இடம் பெறும் கனிமங்கள்களாக N, P,

K, Mg, Cl, Na, Zn மற்றும் Mo உள்ளன. இவற்றின் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதலில் முதிர்ச்சியடைந்த வயதான இலைகளில் தோன்றுகிறது. இதற்குக் காரணம் கனிமங்கள் வேகமாக இளம் இலைகளுக்குக் கடத்தப்படுவதேயாகும். ஒப்பீட்டளவில் இடம்பெயராக் கனிமங்களான Ca, S , Fe, B மற்றும் Cu ஆகியவற்றின் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முதலில் இளம் இலைகளில் தோன்றுகின்றன கனிமங்களின் இடம் பெயராத்தன்மையே இதற்குக் காரணமாகும்.

தனிமப் பற்றாக்குறை அறிகுறிகளான பச்சையச் சோகை (பச்சைய நிறமி இழப்பு), நைவுப் புண் (திசு இறப்பு), ஆந்தோசயனின் நிறமி உருவாக்கம், தண்டின் அடிநுனி இறப்பு, எக்சாந்திமா, இலைநுனி கொக்கியாதல், சாட்டை வால் நோய் போன்றவை முக்கிய அறிகுறிகளாகும். கனிமங்களின் எந்த செறிவின் போது உலர் எடையில் 10% இழப்பு ஏற்படுகிறதோ அதுவே அதன் தீர்வுக்கட்ட செறிவாகும். இச்செறிவைவிட மிக அதிகமாகும் போது நச்சுத்தன்மையாக மாறுகிறது. மண்ணில்லா வேளாண்மை. கனிமங்களின் பற்றாக்குறை சிக்கல்களைத் தீர்க்க உதவுகிறது. இம்முறைக்கு நீர்ஊடக வளர்ப்பு மற்றும் காற்றூடக வளர்ப்பு எடுத்தக்காட்டுகளாகும். நீர்ஊடக வளர்ப்பு முறையில் தாவரங்களை ஊட்டக் கரைசலில் வைத்து வளர்க்கும் முறையாகும். காற்றூடக வளர்ப்பு தொழில்நுட்பத்தில் வேர்கள் ஊட்டச்சத்து திரவத்தின் மேல் காற்றில் பொருத்தப்பட்டு மோட்டார் மூலம் உந்தப்பட்டு ஊட்டச்சத்து திரவம் வேர்கள் மீது தெளிக்கப்படுகிறது.

நைட்ரஜன் தாவரங்களின் வளர்ச்சி மற்றும் செயல்பாட்டிற்கு இன்றியமையாத ஒன்று. நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தும் உயிரினங்கள் அதை வளி மண்டலத்திலிருந்து இயற்கையாகக் கூட்டுயிர் மற்றும் கூட்டுயிர் அல்லாத வாழ்க்கை முறைகளில் நிலைநிறுத்தம் செய்கிறது.

சிறப்பு ஊட்டமுறையில் ஈடுபடும் உயிரினங்கள் ஊட்டச்சத்து குறைபாடுடைய நிலங்களில் வளர்ந்து பின்னர் அப்பண்பே அத்தாவரங்களில் நிலைத்துவிடுகிறது.

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

நைட்ரோஜினேஸ் நொதியினை ஊக்குவிப்பதற்கு X என்ற கனிமம் தேவைப்படுகிறது. சர்க்கரை இடப்பெயர்ச்சியில் Y என்ற கனிமம் பங்குபெருகிறது. மேலும் Z என்ற கனிமம் ரைபோசோம்அமைப்பைநிலைநிறுத்துகிறது. X,Y,Z கனிமங்களை கண்டறிக.

மதிப்பீடு

1. பொருத்தமான இணையைத் தேர்ந்தெடு:

1. சிட்டரஸ் அடிநுனி இறப்பு	–	(i) Mo
2. சாட்டை வால் நோய்	–	(ii) Zn
3. பழுப்பு மையக் கருக்கல் நோய்	–	(iii) Cu
4. சிற்றிலை நோய்	–	(iv) B

(அ)	1 (iii)	2 (ii)	3 (iv)	4 (i)
(ஆ)	1 (iii)	2 (i)	3 (iv)	4 (ii)
(இ)	1 (i)	2 (iii)	3 (ii)	4 (iv)
(ஈ)	1 (iii)	2 (iv)	3 (ii)	4 (i)

2. ஒரு தாவரத்திற்கு அனைத்துக் கனிமங்களும் வழங்கப்பட்டு Mn செறிவு மட்டும் அதிகமாக இருந்தால் ஏற்படும் குறைபாடு யாது?

(அ) Fe, Mg உட்கொள்திறனை தடுக்கும் ஆனால் Ca தவிர

(ஆ) Fe, Mg மற்றும் Ca உட்கொள்திறனை அதிகரிக்கும்.

(இ) Ca உட்கொள்திறனை மட்டும் அதிகரிக்கும்.

(ஈ) Fe, Mg மற்றும் Ca உட்கொள் திறனைத் தடுக்கும்.

3. மீண்டும் இடம்பெயராத தனிமம் எது?

(அ) பாஸ்பரஸ் (ஆ) பொட்டாசியம்
(இ) கால்சியம் (ஈ) நைட்ரஜன்

4. சரியானவற்றைப் பொருத்துக.

	தனிமங்கள்		பணிகள்
A	மாலிப்டினம்	1	பச்சையம்
B	துத்தநாகம்	2	மெத்தியோனின்
C	மெக்னீசியம்	3	ஆக்சின்
D	சல்ஃபர்	4	நைட்ரோஜினேஸ்

அ. A – 1 B – 3 C – 4 D – 2
ஆ. A – 2 B – 1 C – 3 D – 4
இ. A – 4 B – 3 C – 1 D – 2
ஈ. A – 4 B – 2 C – 1 D – 3

5. சரியான கூற்றைக் கண்டறிக

I. சிஸ்டைன், மெத்தியோனின் அமினோ அமிலத்திற்குச் சல்ஃபர் அவசியம்.

II. N, K, S மற்றும் MO குறைபாடு செல்பிரிவை பாதிக்கிறது.

III. லெகூம் அல்லாத தாவரத்தில் பிரான்க்கியா பாக்டீரியம் காணப்படுகிறது.

IV. நைட்ரஜன் வெளியேற்றம் செயல்படுத்தும் பாக்டீயாக்கள் நைட்ரோசோமோனாஸ் மற்றும் நைட்போபாக்டர்

(அ) I, II சரி (ஆ) I, II, III சரி

(இ) I மட்டும் சரி (ஈ) அனைத்தும் சரி

6. நைட்ரஜன் வளிமண்டலத்தில் அதிகம் இருந்தாலும் தாவரங்கள் அதனைப் பயன்படுத்த முடிவதில்லை, ஏன்?

7. ஏன் சில தாவரங்களில் பற்றாக்குறை அறிகுறிகள் முடிவில் இளம் இலைகளில் தோன்றுகிறது பிறதாவரங்களில் முதிர்ந்த பாகங்களில் தோன்றுகிறது?

8. தாவரம் A சாட்டைவால் நோய், தாவரம் B சிற்றிலை நோய் அறிகுறிகள் கொண்டுள்ளது. ABயின் கனிமக் குறைபாட்டினைக் கண்டறிக.

9. நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தத்தில் நைட்ரோஜினேஸ் நொதியின் பங்கினை விவரி?

10. ஆஞ்சியோஸ் பெர்ம்களின் பூச்சியுண்ணும் உணவூட்ட முறையினை விவரி?

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 118 06-07-2018 14:33:10

இணையச்செயல்பாடு

தாவர வளர்ச்சியில் தாதுக்களின் பங்கு

தாவர வளர்ச்சியில் தாதுக்களின் பங்கை அறிவோமா !

படிகள்:

- QR குறியீட்டை ஸ்கேன் செய்யவும்.
- ஒரு புதிய செயல்பாட்டைத் தொடங்கவும்.
- Lime –ஐச் சொடுக்கி அதை சேர்க்கவும்.
- Take soil sample–ஐ அழுத்தி, மண்மாதிரியைச் சோதித்து மண்ணின் pH அளவைப் பரிசோதித்து, பின் grow என்பதைத்தேர்வு செய்யவும்.
- பல்வேறு கனிமக் கலவைகளுக்கும் pH பரிசோதனை செய்து பார்க்கவும்.

செயல்பாடு :

- கனிம அளவுகளை மாற்றி பல்வேறு மண் மாதிரிகளைப் பரிசோதிக்கவும்.
- வேதிப்பொருட்களின் சரியான விகிதத்தையும், மலர்வதற்கேற்ற சரியான pH அளவையும் கண்டறியவும்.
- செயல்பாடுகளின் முடிவுகளைப் பதிவு செய்யவும்.

படி1

படி2

படி3

படி4

உரலி:

http://www.glencoe.com/sites/common_assets/science/virtual_labs/BL04/BL04.html

B129_11_BOT_TM

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH12_TAMIL.indd 119 06-07-2018 14:33:11

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

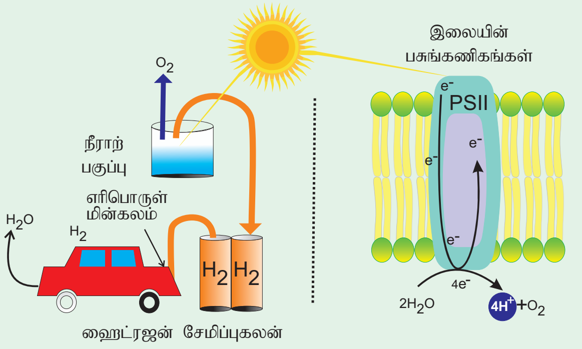
13.1 ஒளிச்சேர்க்கையின் வரலாற்று நிகழ்வுகள்
13.2 வரையறை, முக்கியத்துவம் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்
13.3 ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள்
13.4 மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை
13.5 ஒளிச்சேர்க்கை அலகு
13.6 ஒளி ஈர்ப்பு நிறமாலை மற்றும் ஒளிசெயல் திறன் நிறமாலை
13.7 எமர்சன் ஆய்வுகள் மற்றும் ஹில்வினை
13.8 ஒளிச்சேர்க்கையின் நவீன கோட்பாடுகள்
13.9 ஒளிவினையின் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை
13.10 ஒளிவினையின் ஒளிவேதி நிலை
13.11 ஒளி பாஸ்பரிகரணம்
13.12 வேதி சவ்வூடு பரவல் கோட்பாடு
13.13 இருள் வினை (அ) C3 சுழற்சி
13.14 ஹாட்ச் மற்றும் ஸ்லாக் (அ) C4 சுழற்சி
13.15 CAM சுழற்சி (அ) கிராசுலேசியன் அமில வளர்சிதை மாற்றம்
13.16 ஒளிச்சுவாசம் (அ) C2 சுழற்சி
13.17 ஒளிச்சேர்க்கையைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
13.18 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

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 (*Hydrogen fuel cells*) உருவாக்கவும் பயன்படுத்தலாம். ஹைட்ரஜன் அதிகம் பொதிந்த சேர்மங்களான நீர் மற்றும் உயிர்திரளிலிருந்து ஆற்றல் உற்பத்தியானது தொடர் பயன்தரும் ஆற்றலை அளிக்க கூடியதாக உள்ளது. ஒளியால் நீரை பிளந்து ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜனாக மாற்றக்கூடிய **ஒளியின் நீராற்பகுப்பு** (*Photolysis*) தாவரங்களில் இயல்பாக நடைபெறும் நிகழ்வு. நீர் பிளப்பு என்பது செயல்முறையில் எளிதான செயலன்று, ஆனால் துவக்க வெற்றிகளை நாம் இதுவரைபெற்றுள்ளோம்இளம்தளிர்களாகிய நீங்கள் இதனை ஆராய்ச்சி நோக்கமாக கொண்டால் பசுமை ஆற்றல் உற்பத்தியில் உங்களால் ஒரு புரட்சியை உருவாக்கமுடியும்.



வளர்சிதை மாற்றத்தின் மூலம் உருவாக்கும் ஆற்றல் ஆதாரங்களையும், எண்ணற்ற உயிர்ம மூலக்கூறுகளையும் (*Biomolecules*) 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 75×10^{12} Kg கார்பனை நிலைப்படுத்தி வருடத்திற்கு 1700 மில்லியன் டன் உலர் கரிம பொருட்களை உற்பத்திசெய்கிறது. இதற்கு 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 (*Endergonic reaction*) செயலாகத்திகழ்கிறது. இப்பாடப்பகுதியில் ஒளிச்சேர்க்கையின் ஆற்றல் உருவாக்க செயல்முறைகளையும் (*Light reaction*) மற்றும் ஆற்றல் பயன்பாட்டு செயல்முறைகளையும் (*Dark reaction*) தெரிந்து கொள்வோம்.

13.1 ஒளிச்சேர்க்கையின் வரலாற்று நிகழ்வுகள்

- **வான் ஹெல்மான்ட்** (*Van Helmont–1648*) கரிம பொருட்களின் உலர் எடை அதிகரிப்பு நீரின் மூலமே என்பதனை ஒரு வில்லோ மரத்தை வளர்பதன் மூலம் செய்து காட்டினார். வில்லோ மரத்தை வளர்க்கும் போது எடை அதிகரித்தது. ஆனால் மண் உண்மையான எடையில் இரண்டு அவுன்ஸ் மட்டுமே இழந்தது.
- **ஸ்டீஃபன் ஹேல்ஸ்** (*Stephen Hales–1727*) தாவர செயலியல் தந்தை இவர், தாவரங்கள் ஊட்டசத்துக்களை ஒளி மற்றும் காற்றின் மூலம் பெறுகிறது எனக்கண்டறிந்தார்.
- **ஜோசப் ப்ரெஸ்ட்லி** (*Joseph Priestley–1772*) தாவரங்கள் காற்றை சுத்தப்படுத்துகிறது என்பதனை மெழுகுவர்த்தி, எலிகள் மற்றும் புதினா தாவர சோதனை மூலம் நிரூபித்தார்.
- **ஜான் இங்கன்ஹீஸ்;** (*Jan-Ingen-Housz–1779*) ப்ரெஸ்ட்லி சோதனையை உறுதி செய்தார். தாவரங்கள் காற்றை வெளியேற்றுவது ஒளி இருக்கும்போது மட்டுமே என்பதனை நிரூபித்தார்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 121 06-07-2018 14:37:17

- **லவாய்சியர் (*Lavoisier-1783*)** காற்றை தூய்மைப்படுத்தும் வாயுவான ஆக்ஸிஜன் (பிளோஜிஸ்ட்டான்) தாவரங்களால் உருவாகிறது, மெழுகுவர்த்தி எரிவதால் உருவாகும் தூய்மையற்ற காற்று கார்பன்டை ஆக்ஸைடு (டிபிளோஜிஸ்டான்) என்றும் நிரூபித்தார்.
- **டிஸாசியர் (*De Saussure-1804*)** ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்விற்கு நீரின் முக்கியத்துவத்தை விளக்கினார்.
- **டிடுரோச்செட் (*Dutrochet-1837*)** ஒளிச்சேர்க்கைக்கு பச்சையத்தின் முக்கியத்துவத்தை விளக்கினார்.
- **வான்மேயர் (*Von Mayer-1845*)** பசுந்தாவரங்கள் சூரிய ஆற்றலை வேதி ஆற்றலான கரிம பொருட்களாக மாற்றுகிறது என்பதனை விளக்கினார்.

  $CO_2 + H_2O \longrightarrow$ கரிம பொருட்கள் $+ O_2$

- **லீபிக் (*Liebig-1845*)** தாவரங்களின் கரிமப்பொருளானது கார்பன்டை ஆக்ஸைடிலிருந்து பெறப்படுகிறது எனக்கண்டறிந்தார்.
- **ஜீலியஸ் வான் சாக்ஸ் (*Julius Von Sachs-1854*)** ஒளிச்சேர்கையின் விளைபொருள் ஸ்டார்ச் என கண்டறிந்தார் மேலும் பச்சையமானது ஒரு தனித்துவமான அமைப்பில்(பசுங்கணிகம்) காணப்படுகிறது என விளக்கினார்.
- **T.W. என்ஜெல்மேன் (*T.W. Engelmann-1888*)** ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒளி செயல்திறன் நிறமாலையை விவரித்தார் (*Action spectrum*).
- **பிளாக்மேன் (*Blackman-1905*)** கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள் விதியை உருவாக்கினார்.
- **வார்பர்க் (*Warburg-1920*)** ஒளிச்சேர்க்கை ஆய்விற்கு ஒரு செல் ஆல்காவான குளோரெல்லாவைப் பயன்டுத்தினார்.
- **வான் நீல் (*Van Neil 1931*)** ஒளிச்சேர்க்கையின் போது வெளியிடப்படும் ஆக்ஸிஜன், கார்பன்டை ஆக்சைடிலிருந்து வருவதில்லை மாறாக நீரிலிருந்து வருகிறது என நிரூபித்தார். ஊதாபச்சை பாக்டீரியங்களை பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை ஆய்வுகளை செய்து காட்டினார்.

$$2H_2A + CO_2 \xrightarrow[\text{பச்சையம்}]{\text{ஒளி}} (CH_2O)_n + H_2O + 2A$$

பசுங்கந்தக பாக்டீரியாவில் H_2S ஆனது ஹைட்ரஜன் கொடையாளியாக செயல்பட்டு ஆக்ஸிஜனுக்கு பதிலாக சல்ஃபரை வெளியேற்றியது.

- **எமர்சன் மற்றும் அர்னால்ட் (*Emerson and Arnold 1932*)** ஒளி மற்றும் இருள்வினைகள் நடைபெறுகிறது என்பதனை ஒளிச்சிதறல் ஆய்வின் மூலம் நிரூபித்தார்.
- **R. ஹில் (*R. Hill-1937*)** பசுங்கணிகங்களை பிரித்தெடுத்து ஒளியின் முன்னிலையில் எலக்ட்ரான் ஏற்பியை பயன்படுத்தி நீரின் ஒளிபிளத்தல் நிகழ்வை நிரூபித்தார்.
- **ரூபன் மற்றும் கேமென் (*Ruben & Kamen-1941*)** கதிரியக்க ஆக்ஸிஜன் $^{18}O_2$ பயன்படுத்தி ஆக்ஸிஜன் நீரிலிருந்து உருவாவதை நிரூபித்தார்.
- **ஆர்னான், ஆலன் மற்றும் வாட்லே (*Arnon, Allen & Whatley-1954*)** கதிரியக்க $^{14}CO_2$ பயன்படுத்தி, பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பசுங்கணிகங்களில் CO_2 நிலைநிறுத்தம் நடைபெறுவதை நிரூபித்தார்.
- **மெல்வின் கால்வின் (*Melvin Calbin-1954*)** கதிரியக்க $^{14}CO_2$ பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கையின் கார்பன் வழித்தடத்தை கண்டறிந்து இருள்வினையை (அ) C3 சுழற்சி விவரித்தார். 1960ஆம் ஆண்டு இதற்காக நோபல் பரிசினைப் பெற்றார்.
- **ஹாட்ச் மற்றும் ஸ்லாக் (*Hatch & Slack-1965*)** C4 தாவரங்களில் நடைபெறும் கார்பன் நிலைநிறுத்தத்தினைக் (C4 சுழற்சி) கண்டறிந்தார்.
- **ஹீயுபர், மைக்கேல் மற்றும் டிஸென்ஹாப்பர்(*Huber, Michael & Dissenhofer-1985*)** ரோடோபாக்டர் பாக்டீரியத்தின் ஒளிச்சேர்க்கை வினை மையத்தை படிகமாக்கினார்கள். 1988ஆம் ஆண்டு இதற்காக நோபல் பரிசினைப் பெற்றார்கள்.

13.2 வரையறை, முக்கியத்துவம் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்

13.2.1 ஒளிச்சேர்க்கையின் வரையறை

ஒளியாற்றலை வேதியாற்றலாக மாற்ற

ஒளியின் உதவியுடன் நிகழ்த்தப்படும் ஒளிவேதிய ஆக்ஸிஜனேற்றம் மற்றும் ஒடுக்க வினைகள் அடங்கிய செயலே ஒளிச்சேர்க்கையாகும். இது ஒரு முக்கிய வளர் உருவினை (Anabolic) வினையாகும்.தாவரங்கள் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை பாக்டீரியாக்கள் கார்பன் டைஆக்ஸைடு, நீர் ஆகிய எளிய பொருட்களை பயன்படுத்தி ஒளியின் உதவியால்கார்போஹைட்ரேட்டுகளை 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 (Ruben & Kamen–1941) ஆறு மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜனை உருவாக்க 6 மூலக்கூறு நீர் போதுமானதாக இருப்பதில்லை என நிரூபித்து இவ்வினையின் சமன்பாட்டை கீழ்கண்டவாறு மாற்றினார்.

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

ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஒட்டுமொத்த ஆக்ஸிஜனேற்ற 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.

13.2.2 ஒளிச்சேர்க்கையின் முக்கியத்துவம்

1. ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் உயிரினங்கள் இவ்வுலக உயிரினங்களுக்கு நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ உணவளிக்கிறது.
2. இந்த ஒரு இயற்கை நிகழ்வினால் மட்டுமே ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றப்பட்டு வளிமண்டலத்தின் ஆக்ஸிஜன் சமநிலை ஏற்படுகிறது.
3. ஒளிச்சேர்க்கை இயற்கையின் ஆக்ஸிஜன், கார்பன் சுழற்சியைச் சமபடுத்துகிறது.
4. ஒளிச்சேர்க்கை தாவரங்கள் மூலமே புதைபடிம எரிபொருட்களான நிலக்கரி, பெட்ரோல் போன்றவை பெறப்படுகிறது.
5. ஒளிச்சேர்க்கை உயிரினங்களே முக்கிய உற்பத்தியாளர்களாக செயல்பட்டு ஆற்றலை உருவாக்குகிறது. பிற உயிரினங்கள் ஆற்றலுக்காகஒளிச்சேர்க்கைஉயிரினங்களை சார்ந்துள்ளன.
6. ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்ச்சியின் மூலமே கால்நடை தீவனங்கள், நார் இழைகள், மரக்கட்டைகள், எரிபொருட்கள், மருந்து பொருட்கள் போன்றவை பெறப்படுகின்றன.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

உயிரொளிர்தல் (Bioluminescence): குறிப்பிட்ட சில உயினங்கள் ஒளியை உற்பத்தி செய்து உமிழும் தன்மை பெற்றவை. தாவரங்களில் இது ஒரு அரிதான நிகழ்வு. MITபொறியியல் வல்லுனர்கள் குழு உயிர்ரொளிர்தல் விளக்குகளை (Bioluminescent lamps) நீர் சோர்வு (Water cress) தாவரங்களிலிருந்து உருவாக்கியுள்ளனர். இதன் நோக்கம் எதிர்காலத்தில் வழக்கமாக நாம் பயன்படுத்தும் மின் விளக்குகளுக்கு பதிலாக ஒளி உமிழும் பசுந்தாவரங்கள் ஒரு மாற்றாக அமையும்.

13.2.3. ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்

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

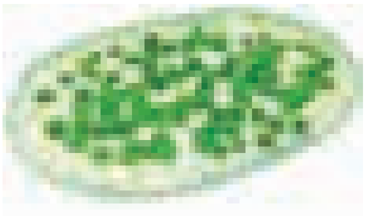
TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 123 06-07-2018 14:37:17

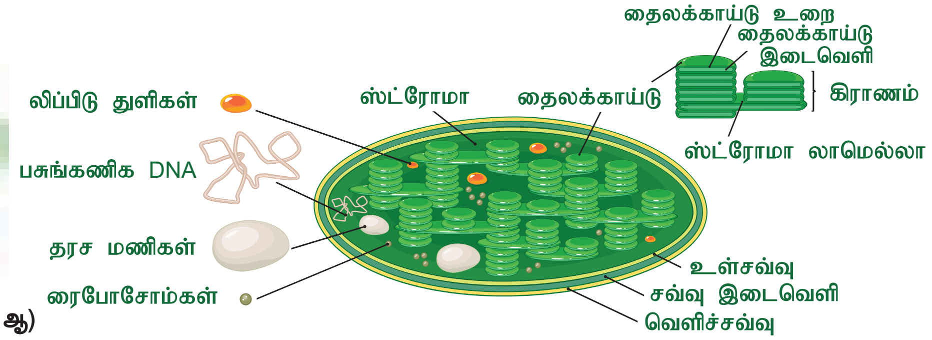
கூல்போன்ற, புரத தன்மையுடைய திரவத்திற்கு **ஸ்ரோமா** என்று பெயர்.

ஸ்ரோமாவில் டையபோன்ற, தட்டுவடிவ படல அமைப்புகள் காணப்படுகிறது இதற்கு **தைலகாய்டு வட்டில்கள்** அல்லது **லாமெல்லே** என்று பெயர். லாமெல்லாக்கள் ஒன்றின் மீது ஒன்றாக அடுக்கி வைக்கப்பட்ட நாணயங்கள் போன்று காணப்படும் அமைப்பிற்கு **கிரானம்** (Granum) 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** (Fret membrane) என்று பெயர். நிறமி அமைப்பு I (PS I) வெளிப்புற தைலக்காய்டு சவ்வில் ஸ்ட்ரோமா நோக்கிய நிலையில் காணப்படும். நிறமி அமைப்பு II (PS II) தைலகாய்டின் உட்புற சவ்வில் தைலகாய்டு இடைவெளியை (Thylakoid lumen) நோக்கி உள்ளது. கிரானம் லாமெல்லாக்களில் PS I மற்றும் PS II இரண்டும் காணப்படுகிறது. அனால் ஸ்ட்ரோமா லாமெல்லாக்களில் PS I மட்டுமே காணப்படுகிறது. பசுங்கனிகத்தில் 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 (Quantasomes)** என்று பெயர்.

பசுங்கணிகத்தில் 70S ரைபோசோம் மற்றும் DNA காணப்படுதல் அதற்கு பாதிசுயசார்பு தன்மையை அளிப்பதுடன் அககூட்டுயர் கோட்பாட்டை நிரூபிப்பதாகவும் உள்ளது **அககூட்டுயிர் கோட்பாட்டின்படி (Endosymbiotic theory)** 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 டைஆக்ஸைடை கார்போஹைட்ரேட்டாக மாற்றுகிறது. சயனோபாக்டீரியக்களில் காணப்படும் தைலகாய்டுகள் உறையற்று பசுங்கணிகம் என்ற அமைப்பு இல்லாமல் சைட்டோபிளாசத்தில் தனித்து காணப்படுகின்றன.





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

13.3 ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள்

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

13.3.1 பச்சையம் அமைப்பு

பச்சையம் 'a' ஒரு முதன்மை நிறமி. இது வினை மையமாக செயல்படுகிறது. மற்ற நிறமிகள் துணை நிறமிகளாக செயல்பட்டு சூரிய ஆற்றலை பெற்று அதனை முதன்மை நிறமிக்கு கடத்துக்கின்றன.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 124 06-07-2018 14:37:18

அட்டவணை 13.1 ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகளின் வகைகள்		
பச்சையம் (Chlorophyll)	கரோட்டினாய்டுகள் (Carotenoids)	பைகோ:பிலின்கள் (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. சாந்தோ:பில் (C40H56O2) மஞ்சள்நிறமி– வயோலாசாந்தின், :புயுகோசாந்தின் (பழுப்பு ஆல்காக்கள்) மற்றும் லியூட்டின்.	2. :பைகோஎரித்ரின்–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' – சாந்தோ:பைசியன் ஆல்காக்கள்		
6. பாக்டீரிய பச்சையம் 'a'		
7. பாக்டீரிய பச்சையம் 'b'		
8. குளோரோபியம் பச்சையம் 650		
9. குளோரோபியம் பச்சையம் 666		

குளோரோ:பில் ஒரு தலைபிரட்டை வடிவத்தை பெற்றிருக்கிறது. இதில் Mg - பார்:பைரின் தலைப்பகுதியும் (நிர்விரும்பும் தலைபகுதி) :பைட்டால் வால் (லிப்பிடு விரும்பும் வால் பகுதி) பகுதியும் உள்ளன. பார்:பைரின் தலைப்பகுதியில் நான்கு பைரால் வளையங்கள் C-H பிணைப்பினால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பைரால் வளையமும் நான்கு கார்பன் மற்றும் ஒரு நைட்ரஜனால் ஆனது. Mg- பார்:பைரின் வளையத்தில் காணப்படும் பக்க தொகுதிகள் நிறமியின் பண்பை மாற்றியமைக்கிறது. பல்வேறு வகையான பக்க தொகுதிகள் பல்வேறு வகை குளோரோ:பில்களை உருவாக்குகின்றன.

:பைட்டால் வால் பகுதி 20 கார்பன்களால் ஆனது. இது நான்காவது பைரால் வளையத்தின் ஏழாவது கார்பனுடன் இணைந்துள்ளது. :பைட்டால் வால்பகுதி நீண்ட புரோப்பியோனிக் எஸ்டர் பிணைப்பை கொண்டுள்ளது. நீண்ட லிப்பிடு விரும்பும் இந்த வால் பகுதி குளோரோ:பில்லை தைலகாய்டுகளுடன் பொருத்த உதவுகிறது. (படம் 13.2)

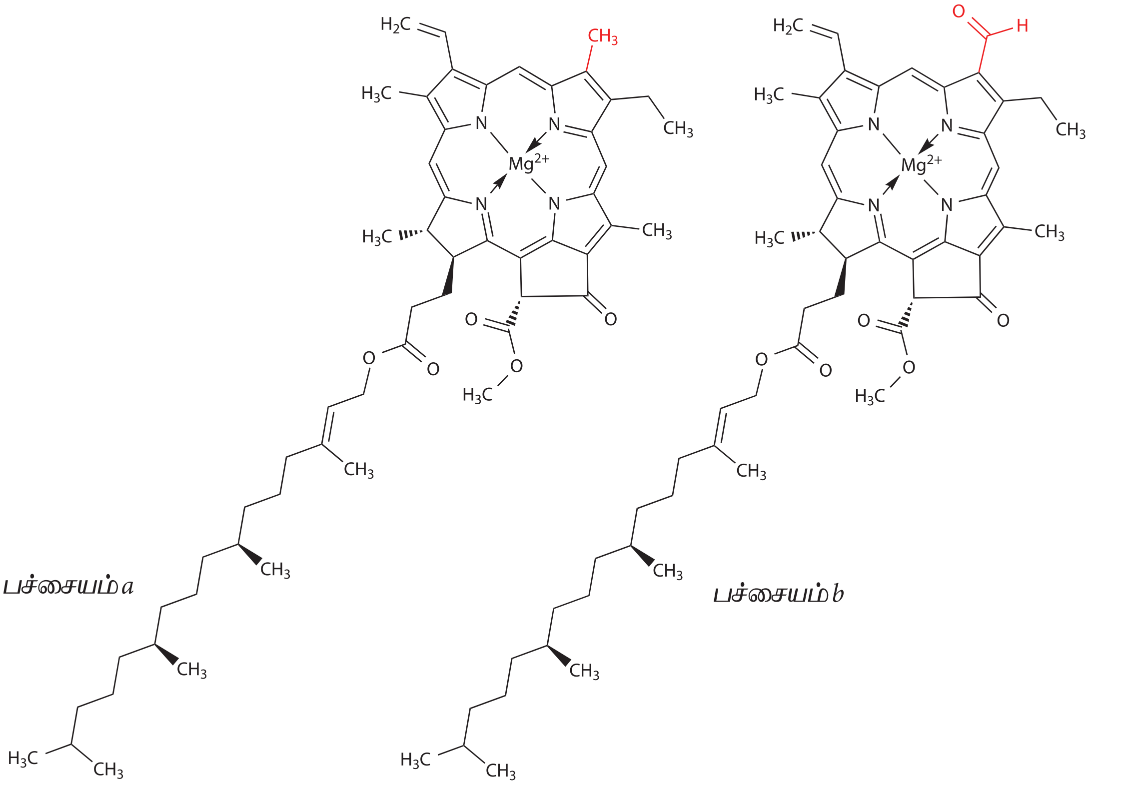
அ. குளோரோ:பிலின் உயிர்ம உற்பத்தி:

சுவாசித்தல் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை செயல்களில் உருவாகும். இடைப் பொருளிலிருந்து குளோரோ:பில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. சக்சினிக் அமிலம் கிரப் சுழற்சியின் ஒரு இடைப்பொருள் ஆகும். இது துணைநொதியினால் ஊக்குவிக்கப்பட்டு எளிய அமினோ அமிலமான கிளைசினுடன் வினைபுரிகிறது. இவ்வினையின் தொடர்ச்சியாக பல்வேறு பொருட்கள் உருவாகி இறுதியில் குளோரோபில் 'a' உருவாகிறது. குளோரோ:பில்லின் உயிர்ம உற்பத்திக்கு Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, K மற்றும் நைட்ரஜன் அவசியம். இந்த தனிமங்கள் ஏதேனும் ஒன்றின் குறைபாடு பச்சையசோகையை (Chlorosis) ஏற்படுத்துகிறது. (கனிம ஊட்டம் பாடத்தினை நினைவு கூர்க)

ஆ. குளோரோ:பில் a மற்ற நிறமிகளுடன் ஒப்பிடு:

குளோரோ:பில் 'b' யின் இரண்டாவது பைரால் வளையத்தின் 3வது கார்பனில் CHO (ஆல்டிஹைடு) தொகுதியை பெற்று 3 வது கார்பனில் CH_3 (மீதைல்) பெற்றிருக்கும்

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 125 06-07-2018 14:37:18



படம் 13.2 பச்சையம் a மற்றும் b அமைப்பு

குளோரோஃபில் 'a' வில் இருந்து வேறுபடுகிறது.

குளோரோஃபில் 'c' குளோரோஃபில் 'a' ஃபைட்டால் வால் பகுதி இல்லாதிருப்பதால் வேறுபடுகிறது.

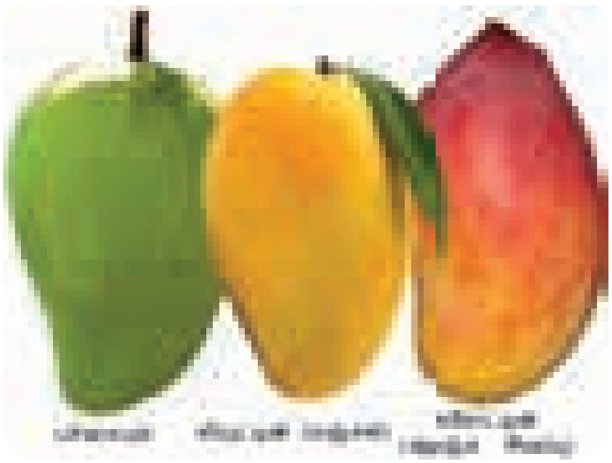
குளோரோஃபில் 'd' யில் பைரால் வளையத்தின் இரண்டாவது கார்பனுடன் O-CHO தொகுதி உள்ளது . ஆனால் குளோரோபில் 'a' யில் CH-CH2 தொகுதி முதல் பைரால் வளையத்தின் இரண்டாவது கார்பனில் காணப்படுகின்றது.

பியோஃபைட்டினானது குளோரோபில் 'a' போன்றே உள்ளது. ஆனால் Mg அணுவிற்கு பதிலாகஇரண்டு H அணுக்கள் காணப்படுகின்றன.

ஃபைக்கோபிலின்கள் திறந்த பைரால் வளையத்தை கொண்டுள்ளது. இதில் Mg, இல்லை பைட்டால் வால்பகுதியும் இல்லை.

13.3.2. கரோட்டீனாய்டுகள்:

கரோட்டீனாய்டுகள் 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 (Shield pigments) என்று பெயர். இவைகள் சூரிய ஒளியை ஈர்த்து குளோரோஃபில் நிறமிக்கு கடத்துகின்றன. பெரும்பாலும் அனைத்து கரோட்டீனாய்டு நிறமிகளும் 40 கார்பன் அணுக்களைப் பெற்றவை. கனிகள் பழுத்தல், மலரின் நிறங்கள் மற்றும் இலையுதிர்கால இலைகளின் நிறமாற்றம் ஆகியவைகளுக்கு கரோட்டீனாய்டுகளே (கரோடின் மற்றும் சாந்தோஃபில்) காரணமாக உள்ளன.(படம் 13.3)



படம் 13.3 நிறமிகளின் வேறுபாடுகளினால் கனிகளின் நிறமாற்றம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 126 06-07-2018 14:37:19

i) கரோடின்கள்

ஆரஞ்சு,சிவப்பு,மஞ்சள் மற்றும்பழுப்பு நிறம் கொண்ட நிறமிகளான இவை ஹைட்ரோகார்பன்களாகத் (லிப்பிடுகள்) திகழ்கின்றன. பெரும்பாலானவை டெட்ராடெர்பீன்கள் ($C_{40}H_{56}$) 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 காரணமாக உளள சாந்தோஃபில் நிறமி.

13.3.3. 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. ஃபைக்கோஎரித்திரின்-சிவப்புஆல்காக்களில் (Rhodophycean algae) சிவப்பு நிறத்திற்கு காரணமாக உள்ளது.

13.4 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(13.5) மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை மற்றும் ஒளியின் புலனாகும் ஒளிக்கதிர்களடங்கிய பகுதிகள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. 300 முதல் 2600nm அலைநீளமுள்ள சூரிய கதிர்வீச்சு பூமியை

பசுங்கணிக நிறமிகளைப் பிரித்தெடுக்கும் வண்ணபிரிகைதாள் சோதனை முறை

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

படி 2 – ஆவியாதல் மூலம் அடர்வு படுத்துதல்.

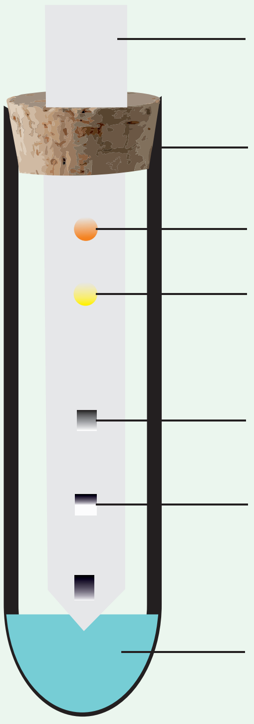
படி 3 – வண்ண பிரிகை தாளின் ஒரு முனையில் 2 செ.மீ-க்கு மேலாக சில துளிகளைச் சேர்த்தல்.

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

படி 5 – வண்ணபிரிகை தாள் கரைப்பானினை தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி வைத்தல்.

உற்று நோக்கல்:

ஒரு மணி நேரம் கழித்து வண்ண பிரிகை தாளை உற்று நோக்கும்போது நிறமிகள் நான்கு வேறுபட்ட தனித்த புள்ளிகளாக பிரிந்து இருப்பதை நீங்கள் காணலாம். (படம் 13.4)



படம் 13.4 வண்ணபிரிகைதாள் சோதனை

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

ஒளியானது மிக அதிகப்படியான வேறுபாடுடையது, ஒரு வேளை கதிர்வீச்சானது சமமாக இப்பூமியில் பரவியிருந்தால் அதுவே 35m தடிமன் உடைய பனிக்கட்டியை உருக்க கூடியதாக இருந்திருக்கும்.

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 8 வகையான கதிர்வீச்சை பெற்றுள்ளது. இவை முறையே காஸ்மிக் கதிர்கள், காமா கதிர்கள், X-கதிர்கள், U-V கதிர்கள், புலனாகும் நிறமாலை, அகச்சிவப்பு கதிர்கள் (Infra red), மின்னியக் கதிர்கள் மற்றும் ரேடியோ கதிர்வீச்சு (படம் – 13.5).

ஒளியின் பண்புகள்

1 ஒளியானது கிடைத்தளமாக செல்லும் மின்காந்த அலைகளாகப் பயனிக்கிறது.

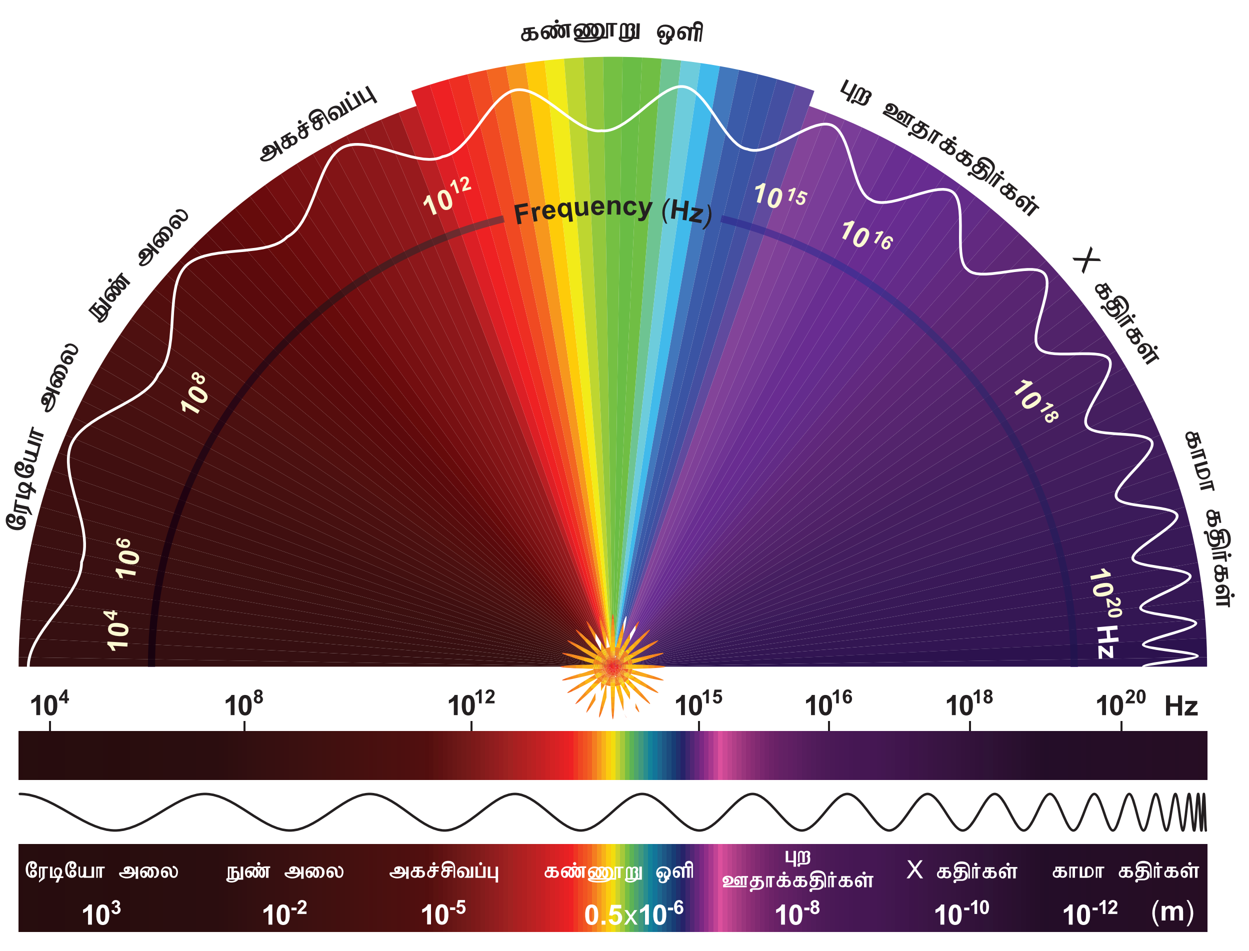
2 இதில் ஒளி செல்லும் திசைக்கு செங்குத்தாகவும் மற்றும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகவும் ஊசலாடும் மின் மற்றும் காந்த புலங்கள் காணப்படுகின்றன.

3 ஒளியானது 3×10^8 ms^{-1} வேகத்தில் செல்கிறது.

4 அலைநீளம் என்பது அடுத்தடுத்த இரு அலை முகடுகளுக்கு இடைப்பட்ட தூரம்.

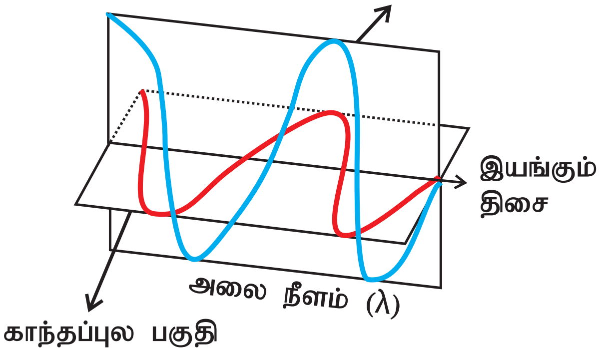
5 ஒளியின் மிகச்சிறிய துகள் போட்டான் (Photon) எனப்படுகிறது. ஒவ்வொரு போட்டான் பெற்றிருக்கும் ஆற்றலுக்கு குவாண்டம் (Quantum) என்று பெயர்.

6 போட்டானின் ஆற்றலானது ஒளியின் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்தது. (படம் 13.6)



படம் 13.5 மின்காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாலை

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 128 06-07-2018 14:37:20



படம் 13.6 ஒளியின் மின்காந்த அலை இயக்கம்

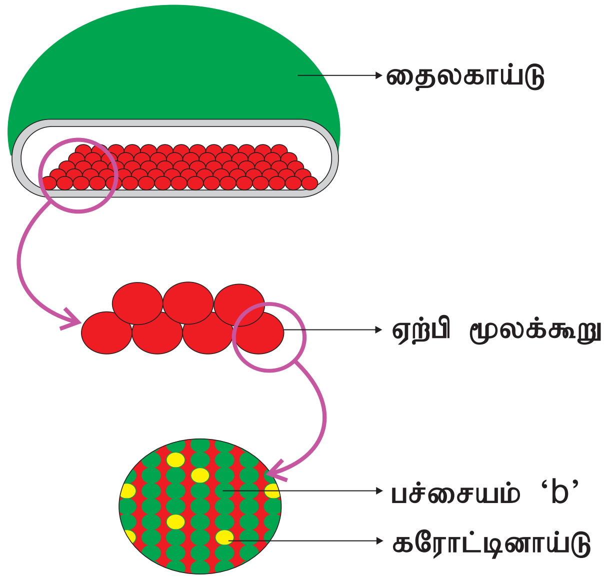
13.5 ஒளிச்சேர்க்கை அலகு (குவாண்டோசோம்)

குவாண்டோசோம்கள் என்பவை ஒளிச்சேர்க்கை செயல்பாட்டிற்கான உருவதோற்ற வெளிப்பாடு அலகுகளாகும். இவை தைலகாய்டு லாமெல்லாக்களின் உட்புறச்சவ்வில் பொதிந்துள்ளது. 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 உள்ளது 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 13.7).

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

ஒரு கார்பன் டைஆக்ஸைடை 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 வெளியேற்றஅல்லது ஒரு கார்பன் டைஆக்ஸைடை ஒடுக்க *8* குவாண்டா ஒளி தேவைப்படுகிறது எனில் குவாண்டம் விளைச்சல் *1/8 or 12%* ஆகும்.



படம் 13.7 குவாண்டோசோம்கள்

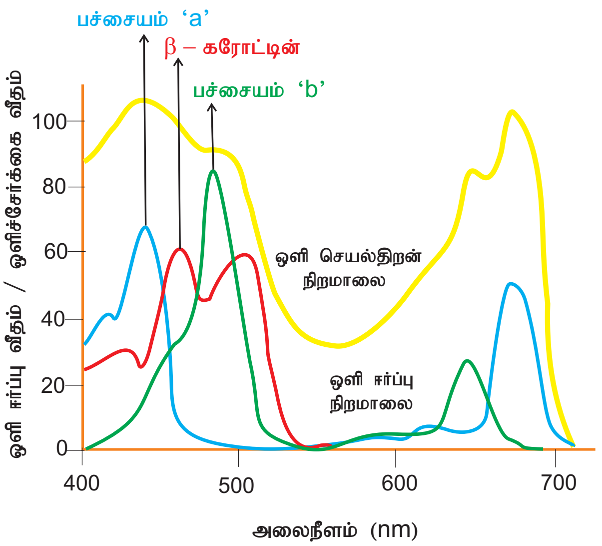
13.6 ஒளிஈர்ப்பு நிறமாலை மற்றும் ஒளிசெயல்திறன் நிறமாலை

13.6.1. 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.
- 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.



படம் 13.8 ஒளிஈர்ப்பு மற்றும் ஒளி செயல்திறன் நிறமாலை

13.6.2. 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 13.8).

13.7 எமர்சன் ஆய்வுகள் மற்றும் ஹில் வினை

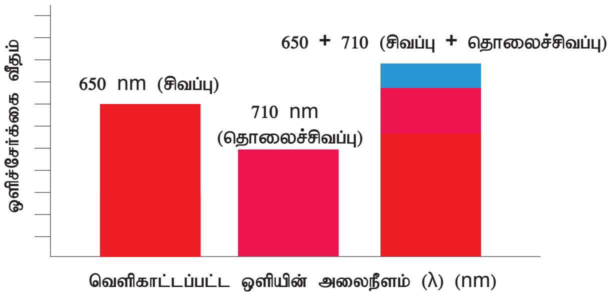
13.7.1. சிவப்பு வீழ்ச்சி அல்லது எமர்சன் முதல் விளைவு

எமர்சன் குளோரேல்லா ஆல்காவின் மீது ஒரு நேரத்தில் ஒரு ஒற்றை அலை நீள ஒளியை (monochromatic light) 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.

LATGE2

13.7.2. 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 13.9)



படம் 13.9 எமர்சன் மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 130 06-07-2018 14:37:20

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)

13.7.3. 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 டைஆக்ஸைடை ஒடுக்க தேவையான ஹைட்ரஜன் மற்றும் எலக்ட்ரான்கள் நீரிலிருந்து பெறப்படுகிறது.
3. இதைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் ஒடுக்கும் காரணி (A) பின்னர் கார்பன் டைஆக்ஸைடை ஒடுக்குகிறது.

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

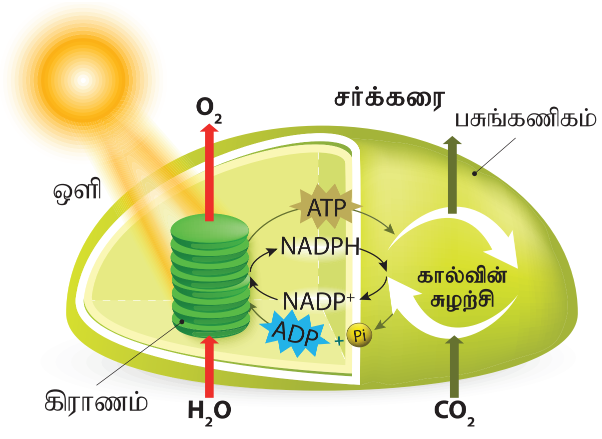
A என்பது ஹைட்ரஜன் ஏற்பியாகும். பொதுவாக ஆய்வகங்களில் பயன்படும் ஹைட்ரஜன் ஏற்பிகள் பெர்ரிக்சயனைடு, பென்சோகுயினோன் மற்றும் டைகுளோரோபீனால் இண்டோல் பீனால் (DCPIP) இவைகளில் ஒன்றாகும்.

13.8 ஒளிச்சேர்க்கையின் நவீன கோட்பாடு

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

LB3CFP

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



படம் 13.10 ஒளி மற்றும் இருவினை

ஒடுக்கம் அடைகிறது. இவ்வினை இருள்வினை என அழைக்கப்படுகிறது .(படம் 13.10).

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

13.9 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 நிலயை அடைகிறது. இந்நிலைக்கு **தளநிலை** (Ground state) என்று பெயர்.

மூலக்கூறுகள் எப்பொழுதெல்லாம் ஒளியை ஈர்க்கவும் அல்லது வெளியேற்றவும் செய்கிறதோ 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.

13.9.1. உடன் மிளிர்தலும் தாமத மிளிர்தலும் (Flourescence and Phosphorescence)

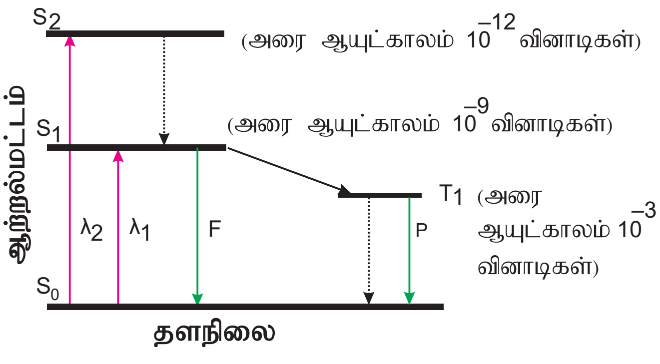
ஓர் அணு அல்லது மூலக்கூறின் இயல்பான நிலைக்கு **தளநிலை** என்று பெயர். எப்பொழுது ஒளியின் ஃபோட்டான் பச்சைய மூலக்கூறுகளுடன் மோதுகிறதோ அப்பொழுது வெளி ஆற்ற மட்டத்திலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் உயர் ஆற்றமட்ட நிலையை அடைந்து குளோரோஃபில் மூலக்கூறுகளைக் கிளர்வடைய செய்கிறது. இந்நிலைக்கு **கிளர்வடைந்த நிலை** என்று பெயர். மூன்று வகையான கிளர்வடைந்த நிலை காணப்படுவது. அவை முறையே.

1. முதல் சிங்லெட் நிலை ($S1$)
2. இரண்டாவது சிங்லெட் நிலை ($S2$)
3. முதல் டிரிப்லெட் நிலை ($T1$)

குளோரோஃபில் மூலக்கூறுகளை சிவப்பு ஒளியின் மூலம் கிளர்வுறச் செய்யும் போது ஒரு எலக்ட்ரானானது தளநிலையிலிருந்து ($S0$) முதல் சிங்லெட் நிலைக்கு ($S1$) மாறுகிறது இந்த நிரந்தரமற்ற நிலையில் இதன் அரை ஆயுட்காலம் 10^{-9} விநாடிகள் ஆகும். குளோரோபில் மூலக்கூறுகள் நீல ஒளியைக்கொண்டு கிளர்வுற செய்யும் போது ஒரு எலக்ட்ரானானது தளநிலையிருந்து ($S0$) இரண்டாவது சிங்லெட் நிலைக்கு ($S2$) மாறுகிறது. இதற்கு காரணம் சிவப்பு ஒளியை காட்டிலும் நீல ஒளியானது குறை அலை நீளமும், அதிக ஆற்றலும் பெற்றிருப்பதேயாகும். இந்த நிரந்தமற்ற நிலையில் அரை ஆயுட்காலம் 10^{-12} விநாடிகளை விட குறைவாக உள்ளது. $S1$ மற்றும் $S2$ இரண்டும் உறுதியற்ற நிலைகளாக உள்ளதால் விரைவாக பல்வேறு வகைகளில் ஆற்றலை வெளியேற்றி தளநிலையை ($S0$) அடைகிறது.

(i) உடன் மிளிர்தல் (Fluorescence):

எலக்ட்ரான்களானது முதல் சிங்லெட் நிலையிலிருந்து ($S1$) தளநிலைக்கு ($S0$) திரும்பும் போது ஆற்றலை கதிர்வீச்சு ஆற்றலாக சிவப்பு நிற பகுதியில் தோற்றுவிக்கிறது. இதற்கு **உடன் மிளிர்தல்** (Fluorescence) என்று பெயர். ஈர்க்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு ஆற்றலானது விரைந்து ஒளியாக உமிழும் நிகழ்விற்கு **உடன் மிளிர்தல்** என்று பெயர் (படம் 13.11).



படம் 13.11 உடன் மிளிர்தல், (F) தாமத மிளிர்தல் (P)

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 132
06-07-2018 14:37:21

உடன் மிளிர்தலின் எலக்ட்ரான் பாதை $S1 \rightarrow S0$

ii. தாமத மிளிர்தல் (Phosphorescence):

எலக்ட்ரான்கள் இரண்டாவது சிங்லெட் நிலையிலிருந்து அதிகப்படியான ஆற்றலை வெப்ப ஆற்றலாக இழந்து முதல் சிங்லெட் நிலையை அடைகிறது. பின்னர் முதல் சிங்லெட் நிலையிலிருந்து முதல் டிரிப்லெட் நிலையை (T1) அடைகிறது. இந்த உறுதியற்ற டிரிப்லெட் நிலையின் அரை ஆயுட்காலம் 10^{-3} விநாடிகளாக உள்ளது. டிரிப்லெட்(T1) நிலையிலிருந்து தளநிலையை (S0) அடையும்போது சிவப்பு பகுதியில் ஒளியை உமிழ்கிறது. இதற்கு தாமத மிளிர்தல் என்று பெயர். ஈர்க்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு ஆற்றலானது தாமதமாக ஒளியாக உமிழும் நிகழ்விற்கு **தாமத மிளிர்தல்** என்று பெயர்.

தாமத மிளிர்தலின் எலக்ட்ரான் பாதை

$$S2 \rightarrow S1 \rightarrow T1 \rightarrow S0$$

13.9.2. நிறமி அமைப்பு மற்றும் வினை மையம்:

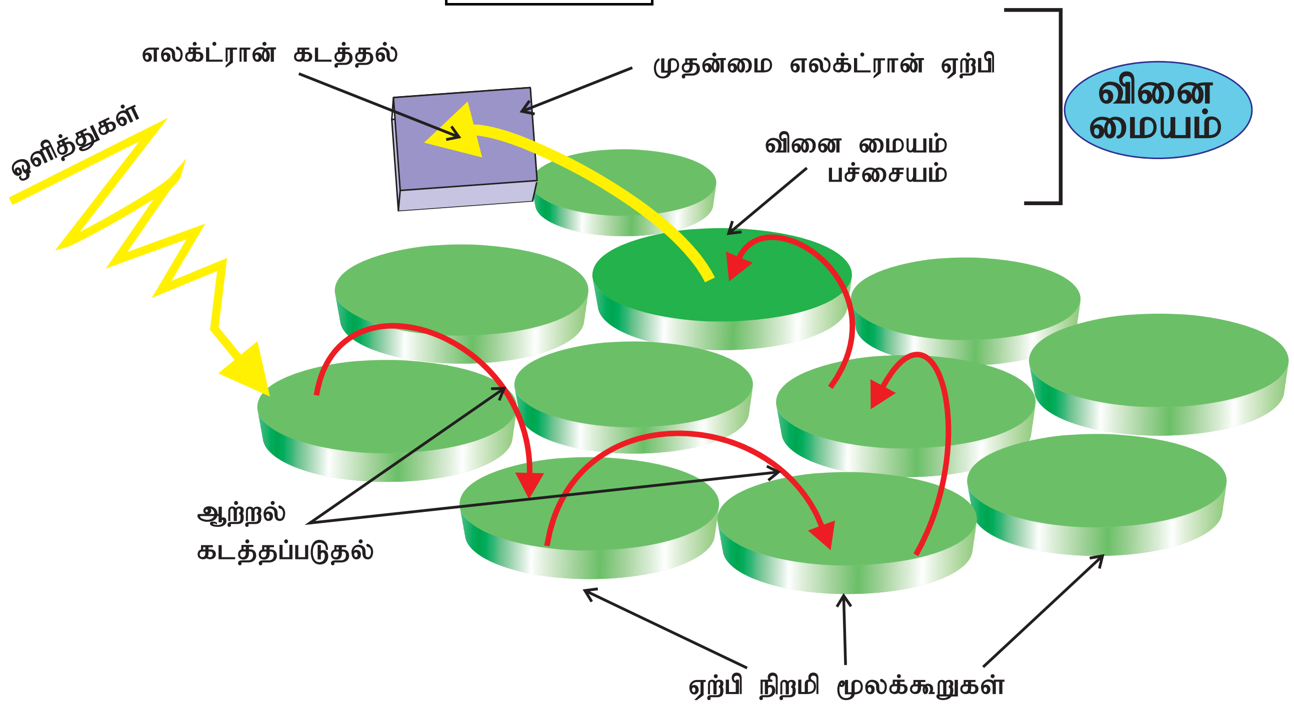
- தைலகாய்டு உறையில் நிறமி அமைப்பு I (PSI) மற்றும் நிறமி அமைப்பு அமைப்பு II(PSII) ஆகியவை காணப்படுகின்றன.
- PS I ஆனது அடுக்கற்ற கிராணத்தின், ஸ்ட்ரோமவை நோக்கிய பகுதியில் காணப்படுகிறது.

LBC8HC

- 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 13.12).
- 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.

13.10 ஒளி வினையின் ஒளி வேதி நிலை

இந்த நிலையின் போது எலக்ட்ரான் ஏற்பி மூலக்கூறுகள் வழியாக செல்லும் எலக்ட்ரான்கள் தன்மயமாக்கும் ஆற்றல் கூறுகளான ATP மற்றும்



படம் 13.12 நிறமி அமைப்பு

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 133 06-07-2018 14:37:21

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. நீரின் ஒளிபிளத்தல், ஆக்ஸிஜன் விடுவித்தல் நடைபெறுவதில்லை.	3. நீரின் ஒளிபிளத்தல் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் விடுவித்தல் நடைபெறுகிறது.
4. சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின் போது எலக்ட்ரான்களை PS II வில் இருந்து பெறுகிறது.	4. நீரின் ஒளிபிளத்தல் மூலம் எலக்ட்ரான்களை பெறுகிறது.
5. அடுக்காக அமையாத தைலகாய்டு உறையின் மீது ஸ்ட்ரோமாவை நோக்கி அமைந்துள்ளது.	5. கிராணத்தின் 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

NADPH + H^+ ஆகியவற்றை உற்பத்தி செய்கிறது. நீரைப்பிளப்பதினால் உருவாகும் எலக்ட்ரான்கள் நிறமி அமைப்பு II இல் இழந்த எலக்ட்ரான்களை ஈடு செய்கிறது.

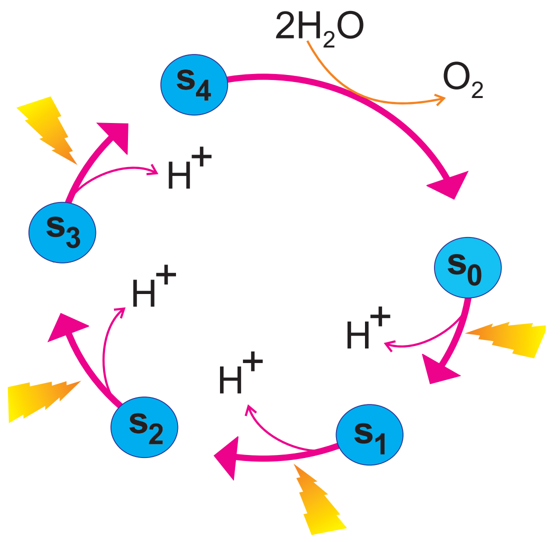
13.10.1. ஒளியின் நீராற்பகுப்பு (Photolysis of water)

ஒளியின் நீராற்பகுப்பு **ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் கூட்டமைப்புடன் (OEC– Oxygen 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.

இவ்வாறு தோன்றிய இரு OH^- அயனிகள் இணைந்து மீண்டும் நீர் மூலக்கூறு, O2 மற்றும் எலக்ட்ரான் ஆகியவற்றை உருவாக்குகிறது. ஒளியின் நீராற்பகுப்புக்கு காரணமாக இருப்பது ஒரு வலிமையான ஆக்ஸிஜனேற்றியாகும். ஆனால் அது இதுவரை கண்டறியப்படவில்லை. இது Z அல்லது Yz என குறிப்பிடப்படுகிறது. பெரும்பாலானவர்களால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட நீரின் ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்றத்தை விளக்கும் கோட்பாட்டினை **காக்** மற்றும் அவரது சகாக்கள் உருவாக்கினர். இதற்கு **நீர் ஆக்ஸிஜனேற்ற கடிகாரம்** (Water oxidizing clock) அல்லது **S நிலை இயந்திரநுட்பம்** என்று பெயர். இதில் வரிசையாக 5 நிலைகள் காணப்படுகின்றன. அவை S0, S1, S2, S3 மற்றும் S4 என பெயரிடப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு நிலையும் ஃபோட்டான்கள் (hν) மூலம் நேர் அயனியை (H^+) பெறுகிறது. S4 நிலையின் கடைசியில் 4 நேர் அயனி 4 எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் தோன்றுகின்றன. இரு நீர் மூலக்கூறுகள் மீண்டும் S0 நிலையை அடைகிறது. இவ்வாறு ஒளியின் நீராற்பகுப்பின் முடிவில் $4H^+$, $4e^-$ மற்றும் O2 ஆகியவை நீரிலிருந்து கிடைக்கின்றன. (படம் 13.13).

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



படம் 13.13 ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் கூட்டமைப்பு (OEC)

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 134 06-07-2018 14:37:21

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

ஒவ்வொரு நிறமி அமைப்பின் எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியும் நான்கு கூட்டமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளது.

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

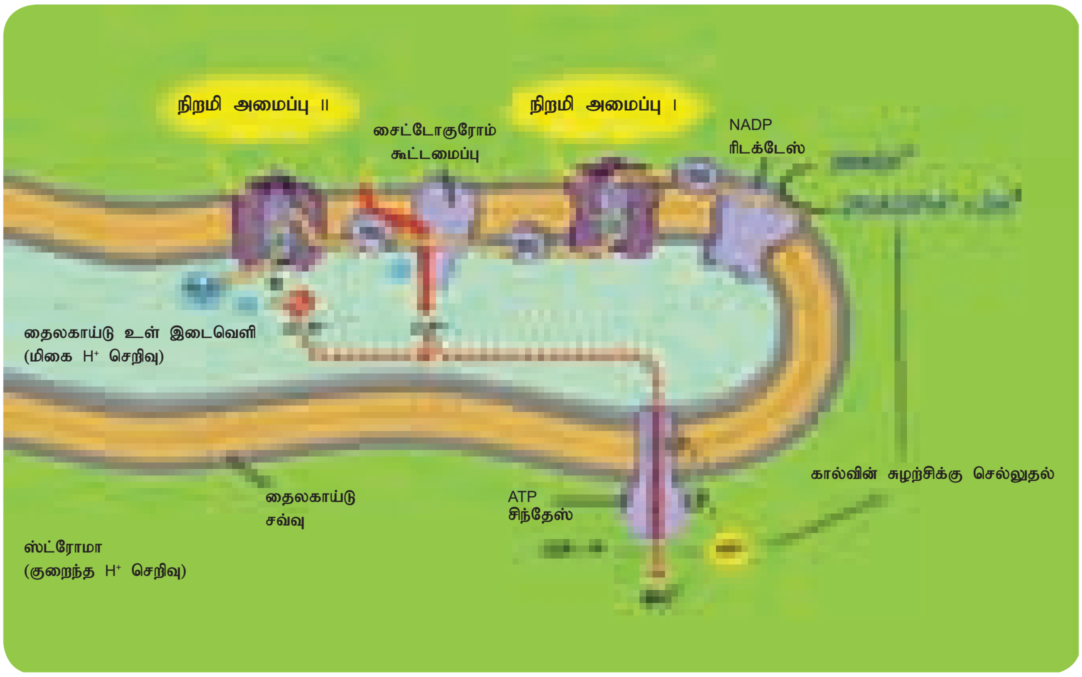
2. ஒளியை அறுவடை செய்யும் கூட்டமைப்பு அல்லது ஏற்பி கூட்டமைப்பு (LHC): நிறமி அமைப்பு I-இல் LHC I மற்றும் நிறமி அமைப்பு II-இல் LHC IIவும் காணப்படுகிறது.

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 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 13.14).

13.11 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



படம் 13.14 பசுங்கணிகத்தின் எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலி

(அ) பாஸ்பரஸ் சேர்க்கை என்பது அடினோசின் டைபாஸ்பேட்டுடன் (ADP) கனிமப் பாஸ்பேட்(Pi) இணைந்து ATP யை உருவாக்கும் வினையாகும். பாஸ்பேட்டை இணைக்க ஒளியின் மூலம் உருவான எலக்ட்ரான்கள் பயன்படுத்தப்படுவதால் இது இதற்கு **ஒளி பாஸ்பரிகரணம்** என அழைக்கப்படுகிறது.

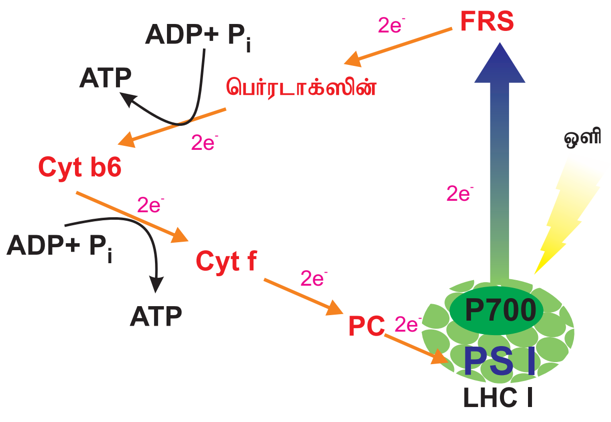
$$ADP + Pi \xrightarrow[e-]{\text{ஒளி}} ATP$$

இந்த நிகழ்வானது சுழல் மற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் இரண்டிலும் நடைபெறுகிறது.

13.11.1. 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.



படம் 13.15 சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

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 13.15).

13.11.2. 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 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 (நீரின் ஒளிப்பிளவின்போது உருவான ஹைட்ரஜன்கள் இதற்குப் பயன்படுகின்றன). நிறமி அமைப்பு II (PS II)-லிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் திரும்ப நிறமி அமைப்பு II-யை வந்தடைவதில்லை. இவை

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 136 06-07-2018 14:37:22

$NADP^+$ 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. ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் சேர்க்கை மூன்று நிலைகளில் நடைபெறுகிறது (படம் 13.16).

i.நீரிலிருந்து P680 க்கு எலக்ட்ரான் கடத்தல்:

ஒளியால் நீர் பிளவுறும்போது எலக்ட்ரான்கள், புரோட்டான்கள் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் ஆகியவை உருவாகின்றன. PS II (P680) வினால் இழக்கப்படும் எலக்ட்ரான்கள், நீரைப் பிளப்பதினால் உருவாகும் எலக்ட்ரான்களால் பதிலீடு செய்யப்படுகிறது.

ii. P680 – இல் இருந்து P700 க்கு எலக்ட்ரான் கடத்தல்:

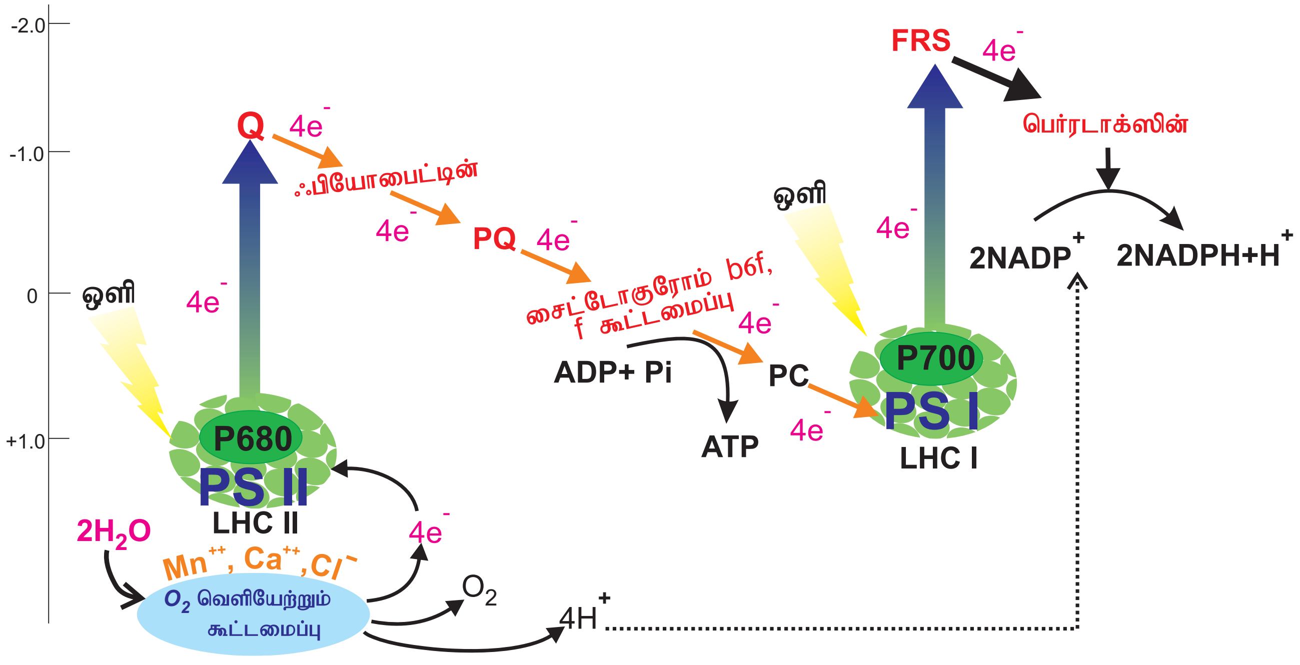
எலக்ட்ரான் கடத்தல் P680 யில் துவங்கிப் பல்வேறு எலக்ட்ரான் கடத்தி மூலக்கூறுகளான பியோஃபைட்டின், பிளாஸ்டோகுயினோன் (PQ) சைட்டோகுரோம் b6-F கூட்டமைப்பு, பிளாஸ்டோசயின் (PC) வழியாக எலக்ட்ரான் கடைசியில் P700 (நிறமி அமைப்பு I) யை வந்தடைகிறது.

iii. P700 முதல் NADP வரையிலான எலக்ட்ரான் கடத்தல்:

PS I (P700) கிளர்ச்சியடையும் போது எலக்ட்ரான்கள் உயர் ஆற்றல் மட்டத்தை அடைகிறது. எலக்ட்ரான்களின் கீழ்நோக்கிய கடத்தலானது பெர்ரடாக்ஸின் வழியாகச் சென்று இறுதியில் NADP+ யை NADPH + H^+ ஆக ஒடுக்கம் அடையச் செய்கிறது.

13.11.3 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 தேவைப்படுகிற்து.
- ஒரு NADPH + H^+ உற்பத்திக்கு இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் தேவைப்படுகின்றன.



படம் 13.16 சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம்

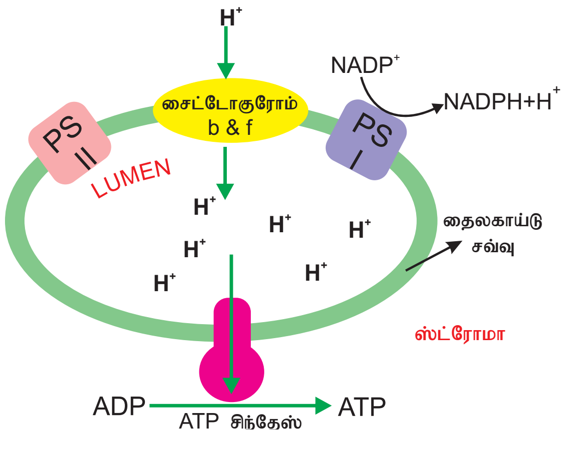
அட்டவணை 13.3 சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம் மற்றும் சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம் வேறுபாடுகள்.

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. நீரின் ஒளிபிளத்ததல் நடைபெறுவதில்லை	4. நீரின் ஒளிபிளத்தல் 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 (DCMI) பாதிக்கப்படுவதில்லை	8. இது DCMI யால் எலக்ட்ரான் ஓட்டம் பாதிக்கப்படுகிறது.

- சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின்போது உருவாகும் இரண்டு NADPH + H^+ க்கு 4 எலக்ட்ரான்கள் அவசியமாகிறது.
- 4 எலக்ட்ரான்களை கடத்துவதற்கு 8 குவாண்டம் ஒளி ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

13.12 வேதிசவ்வூடுபரவல் 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 சவ்விற்கு வெளியே ஸ்ட்ரோமாவில் காணப்படுகின்றன. ஸ்ட்ரோமாவில் புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை 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 13.17).



படம் 13.17 வேதிசவ்வூடு பரவல் கோட்பாடு

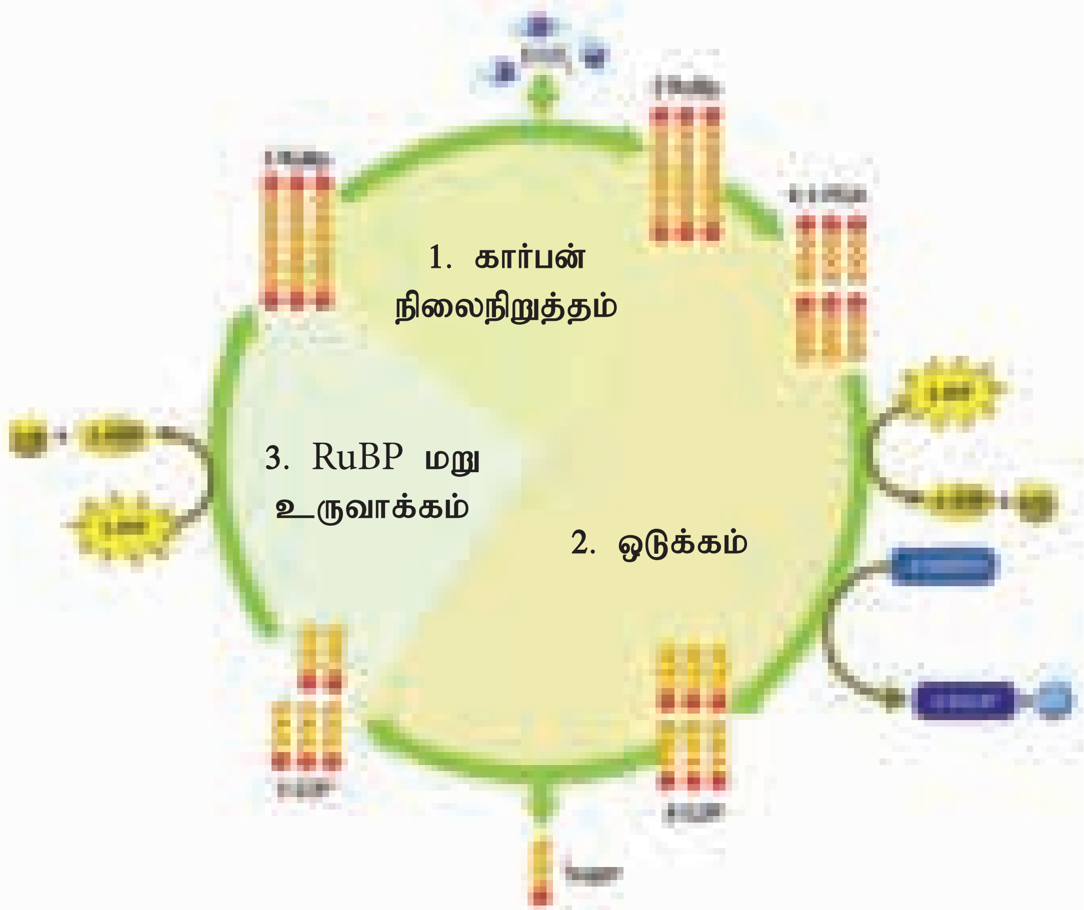
ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு தோற்றத்திற்கு (4 எலக்ட்ரான்) 8 குவாண்டம் ஒளி தேவைப்படுகிறது. C_3 தாவரங்கள் 3 ATPகள் மற்றும் 2 NADPH + H^+ பயன்படுத்தி ஒரு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறினைத் தோற்றுவிக்கிறது. 6 ஆக்ஸிஜன் தோற்றத்திற்கு 18 ATP கள் 12 NADPH + H^+ பயன்படுத்தபடுகிறது. C_4 தாவரங்கள் ஒரு ஆக்ஸிஜன் தோற்றத்திற்கு 5 ATP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

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

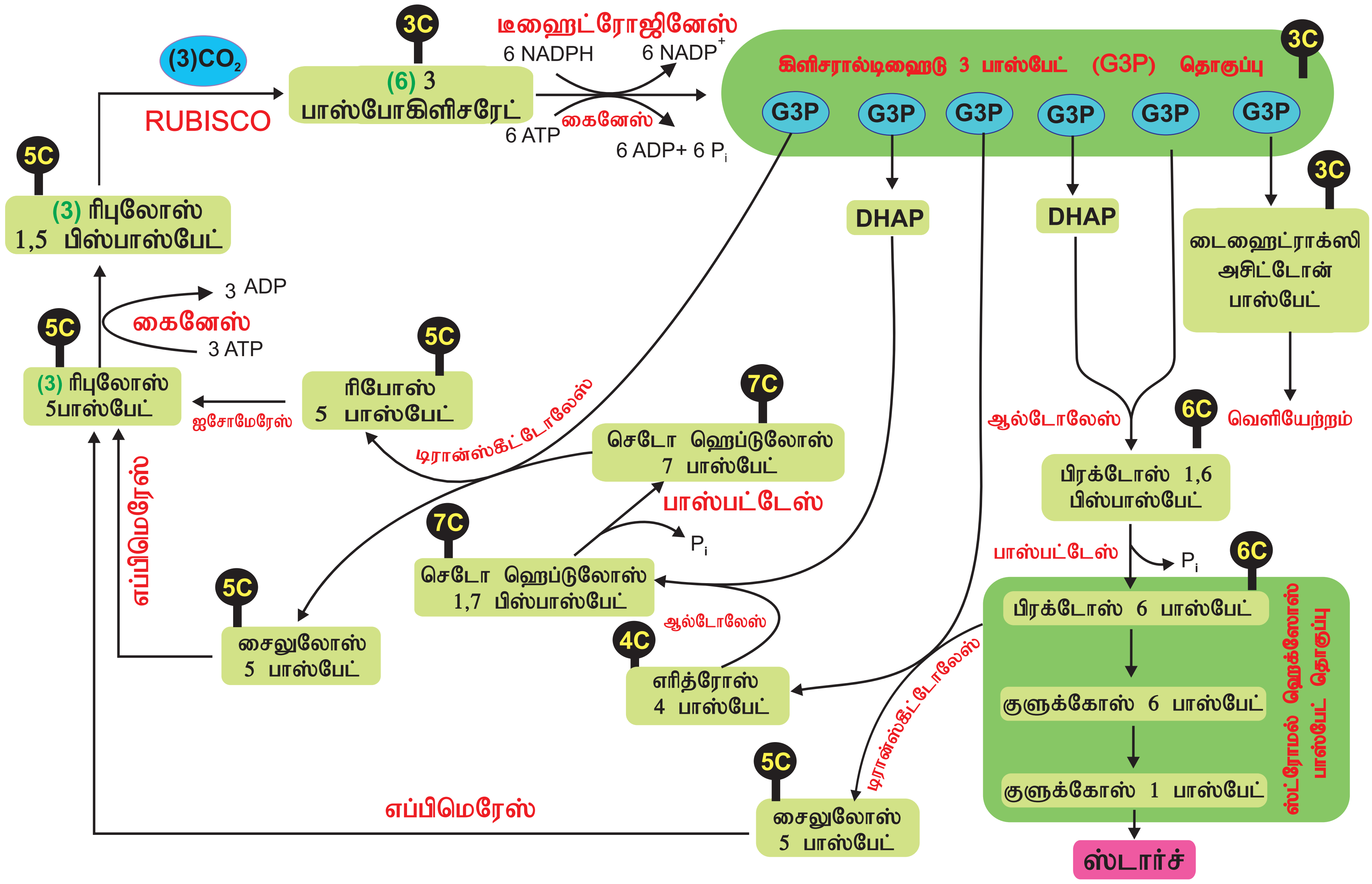
- சுழலா ஒளி பாஸ்பரிகரணத்தின்போது உருவாகும் பொருட்களைக் குறிப்பிடுக.
- ஏன் நிறமி அமைப்பு II எலக்ட்ரான்களை நீரிலிருந்து பெறுகிறது?
- நிறமி அமைப்பு I (PS I) மற்றும் நிறமி அமைப்பு II(PSII) இவை இரண்டிற்கிடையே உள்ள எலக்ட்ரான் பாதை வேறுபாடுகளைக் கண்டறிய முடியுமா?

13.13 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^+) பயன்படுத்து கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை கார்போ ஹைட்ரேட்களாக நிலைப்படுத்தும் வினையாகும். இவ்வினைக்கு ஒளி அவசியம் இல்லை. எனவே இது **இருள் வினை** என அழைக்கப்படுகிறது. ரிபுலோஸ் 1, 5 பிஸ்பாஸ்பேட் (RUBP) கார்பன்-டை-ஆக்ஸைட் ஏற்பியாக செயல்பட்டு RUBISCO நொதியின் மூலம் CO2 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



படம் 13.18 கால்வின் சுழற்சி நிலைகள்



படம் 13.19 கால்வின் சுழற்சி

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 140
06-07-2018 14:37:24

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.

வழிதடமானது 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 13.18).

1. கார்பன் நிலைநிறுத்தம் (Carboxylation / fixation)
2. கார்பன் ஒடுக்க வினை (Reduction / Glcolytic Reversal)
3. மறுஉருவாக்கம் (Regeneration)

நிலை 1: கார்பன் நிலைநிறுத்தம்

ஏற்பி மூலக்கூறான ரிப்லோஸ்1, 5 பிஸ் பாஸ்பேட் (RUBP) ஒரு கார்பன் கூட்டுப்பொருள். இது RUBP கார்பாக்ஸிலேஸ் ஆக்ஸிஜினேஸ் (RUBISCO) நொதியின் உதவியால் ஒரு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைட் மூலக்கூறுடன் இணைந்து இரு மூலக்கூறு 3 – கார்பன் கூட்டுப் பொருளான பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலத்தை (PGA) உற்பத்தி செய்கிறது. (படம் 13.19)

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

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).

$$PGA \xrightarrow[ATP \quad ADP]{PGA \text{ கைனேஸ்}} 1,3 \text{ பிஸ்பாஸ்போரகிளிசரிக் அமிலம்}$$

$$1,3 \text{ பிஸ்பாஸ்போரகிளிசரிக் அமிலம்} \xrightarrow{NADPH + H^+ \quad NADP^+} \text{கிளிசரால்டிஹைட்-3-பாஸ்பேட்}$$

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.

$$RU5P \xrightarrow{ATP \quad ADP} RUBP$$

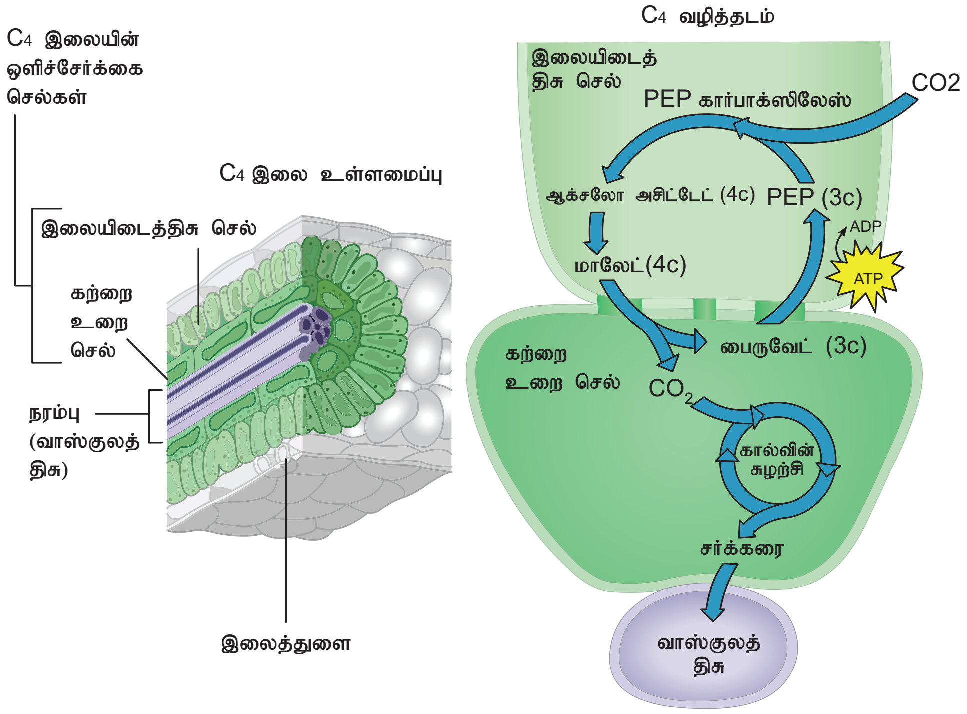
இருள்வினையின் ஒட்டுமொத்த வினை

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

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

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

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 141 06-07-2018 14:37:24



படம் 13.20 C_4 சுழற்சி

13.14 ஹாட்ச் மற்றும் ஸ்லாக் வழித்தடம் அல்லது C4 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 (Kortschak, Hart and Burr)** ஆகியோரின் முயற்சியால் கரும்பில் நடைபெறும் C4 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 இருவிதையிலை தாவரங்களின் C02 நிலைநிறுத்தத்தில் கண்டறியப்பட்டது. C4 சுழற்சியானது 1000-க்கும் மேற்பட்ட சிற்றினங்களில் இதுவரை கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அவற்றில் 300 சிற்றினங்கள் இருவிதையிலை தாவரங்களாகவும் மற்றவை ஒருவிதையிலை தாவரங்களாகவும் உள்ளது. இவ்வுலகின் உயிர்திரளில் 5% C4 தாவரங்ளாகளாக உள்ளன. இதில் 1% தெரிந்த தாவரங்களாக உள்ளன. இவ்வாறு குறைந்த அளவே இவை இருந்தாலும் நிலத்தில் நடைபெறும் கார்பன் நிலைநிறுத்தத்தில் 30% பங்கு வகிக்கின்றன. C4 தாவரங்களின் அளவு அதிகரிப்பு, C02 வின் உயிர்சமநிலைக்கு உதவியாகவும், பருவகால மாற்றத்தைத் தடுக்க உதவும் வழிமுறையாகவும் உள்ளது.

C4 சுழற்சி இருநிலைகளில் நிறைவடைகிறது. முதல்நிலை இலை இடைத்திசு செல்களின் ஸ்ட்ரோமாவில் நடைபெறுகிறது. இங்கு C02 ஏற்பியாக 3 கார்பன் பொருளான பாஸ்போஈனால் பைருவேட் உள்ளது. இது C02 வுடன் இணைந்து 4 கார்பன் பொருளான ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலம் (OAA) உருவாகிறது. முதலில் உருவாகும் பொருள் ஒரு 4 கார்பன் என்பதால் இச்சுழற்சி C4 சுழற்சி எனப் பெயரிடப்பட்டது.

ஆக்சிலோ அசிட்டிக் அமிலமானது ஒரு டைகார்பாக்சிலிக் அமிலம் ஆகும் எனவே இச்சுழற்சி **டைகார்பாக்சிலிக் அமிலசுழற்சி** எனவும் அழைக்கப்படுகிறது (படம் 13.20).

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

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 142 06-07-2018 14:37:24

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

C4 தாவரங்களில் ஒளிச்சுவாசம் நிகழாததால் குறைவான இழப்புடன் CO2 நிலைப்படுதல் நடைபெறுவதன் காரணமாகத் தாவரங்கள் ஒரு கார்பன்டைஆக்சைடை நிலைநிறுத்தம் செய்ய 5 ATP மற்றும் 2NADPH+H^+ தேவைப்படுகிறது.

13.14.1 நிலை 1: இலையிடைத் திசுக்கள்

இலைஇடைத்திசுசெல்களின்ஸ்ட்ரோமாவில் CO2, PEP – யால் நிலைப்படுத்தப்பட்டு ஆக்சலோஅசிட்டிக் அமிலம் உருவாகிறது.

$$\text{பாஸ்போஈனால் பைருவேட் (PEP) (3C)} + CO_2 \xrightarrow{\text{PEP கார்பாக்சிலேஸ்}} \text{ஆக்சலோஅசிட்டிக் அமிலம் (OAA) (4C)}$$

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

13.14.2 நிலை II கற்றை உறைசெல்கள்

மாலிக் அமிலமானது கார்பன் நீக்க வினையின்மூலம் 3 கார்பன் பொருளான

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)

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 மற்றும் ஸ்டார்ச் அற்ற செல்கள்.

பைருவிக் அமிலம் மற்றும் CO_2 வை உருவாக்குகிறது. இதில் வெளியேற்றப்பட்ட CO_2 வானது RUBP வுடன் இணைந்து கால்வின் சுழற்சியைத் தொடர்கிறது. இது இரண்டாம்நிலை CO_2 நிலைநிறுத்தமாகும். இதன் முடிவில் உருவாக்கப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டானது ஃபுளோயத்திற்கு கடத்தப்படுகிறது.

பைருவிக் அமிலம் இலையிடத் திசு விற்கு கடத்தப்படுகிறது

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

13.14.3 C4 சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்:

1. கார்பன்டை ஆக்ஸைடு செறிவு குறைந்த வெப்பமண்டலத் துணைவெப்ப மண்டலச் சுழிலில் வாழும்திறன் பெற்றிருத்தல்.
2. வறண்ட சூழலில் வாழும் தகவமைப்பைப் பெற்றவை.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 143 06-07-2018 14:37:25

அட்டவணை 13.4 – C3 மற்றும் C4 தாவரங்கள் வேறுபாடுகள்	
C3 தாவரங்கள்	**C4 தாவரங்கள்**
CO_2 நிலைநிறுத்தம் இலையிடைத் திசுக்களில் மட்டும் நடைபெறுகிறது	CO_2 நிலைநிறுத்தம் கற்றை உறை மற்றும் இலையிடைத்திசு ஆகியவைகளில் நடைபெறுகிறது
CO_2-வை நிலைநிறுத்தும் பொருள் RUBP மட்டும்	PEP இலையிடைத் திசுவிலும் கற்றை உறையில் RUBP-யும் நிலைநிறுத்தம் பொருள்களாக உள்ளன.
தோன்றும் முதல் விளைபொருள் 3C - PGA	தோன்றும் முதல் விளை பொருள் 4C – OAA
கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு காணப்படுவதில்லை	கிரான்ஸ் உள்ளமைப்பு காணப்படுகிறது
இலையிடைத் திசு செல்களின் பசுங்கணிகங்கள் கிரானம் பெற்றவை	கிரானம் இலையிடைத் திசு செல்களின் பசுங்கணிகங்களில் காணப்படுகிறது. கற்றை உறை செல்களின் பசுங்கணிகங்களில் கிரானம் காணப்படுவதில்லை
திசு ஒரே வகை வடிவுடைய பசுங்கணிகங்கள்	இரு வகை வடிவுடைய பசுங்கணிகங்கள்
உகந்த வெப்பநிலை 20° முதல் 25° C	உகந்த வெப்பநிலை 30° முதல் 45° C
CO_2 நிலைநிறுத்தம் 50 ppm செறிவில் நடைபெறுகிறது.	CO_2 நிலைநிறுத்தம் 10 ppm செறிவிற்குக்குறைவான செறிவில் நடைபெறுகிறது.
அதிக ஒளிச்சுவாசத்தினால் குறைவான செயல்திறன் பெற்றது	குறைவான ஒளிச் சுவாசத்தினால் அதிகச் செயல்திறன் பெற்றது
RUBP கார்பாக்சிலேஸ்நொதி CO_2 நிலைநிறுத்ததிற்கு உதவுகிறது	PEP கார்பாக்சிலேஸ் மற்றும் RUBP கார்பாக்சிலேஸ் நொதிகள் CO_2 நிலைநிறுத்தத்திற்கு உதவுநின்றன.
ஒரு குளுக்கோஸ் உருவாக்கத்திற்கு 18 ATP-கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது	ஒரு குளுக்கோஸ் ஆக்கத்திற்கு 30 ATP-கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
குறைவான CO_2 செறிவில் செயல்திறன் மிக்கது	மிகையான CO_2 செறிவில் செயல்திறன் மிக்கது
எடுத்துக்காட்டு: நெல், கோதுமை, உருளை	எடுத்துக்காட்டு: கரும்பு, சோளம், மக்காசோளம், அமராந்தஸ்

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.*

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 144 06-07-2018 14:37:25

3. PEP கார்பாக்ஸிலேஸ் ஆக்ஸிஜனுடன் செயலற்ற தன்மை உடையது. எனவே C4 சுழற்சியில் ஆக்ஸிஜனால் எந்தத் தடை விளைவும் ஏற்படுத்துவதில்லை.

4. C4 தாவரங்களில் ஒளிச்சுவாசம் இல்லாத காரணத்தினால் CO2 ஈடுசெய்யும் புள்ளி C3 தாவரங்களை விடக் குறைவாக உள்ளது.

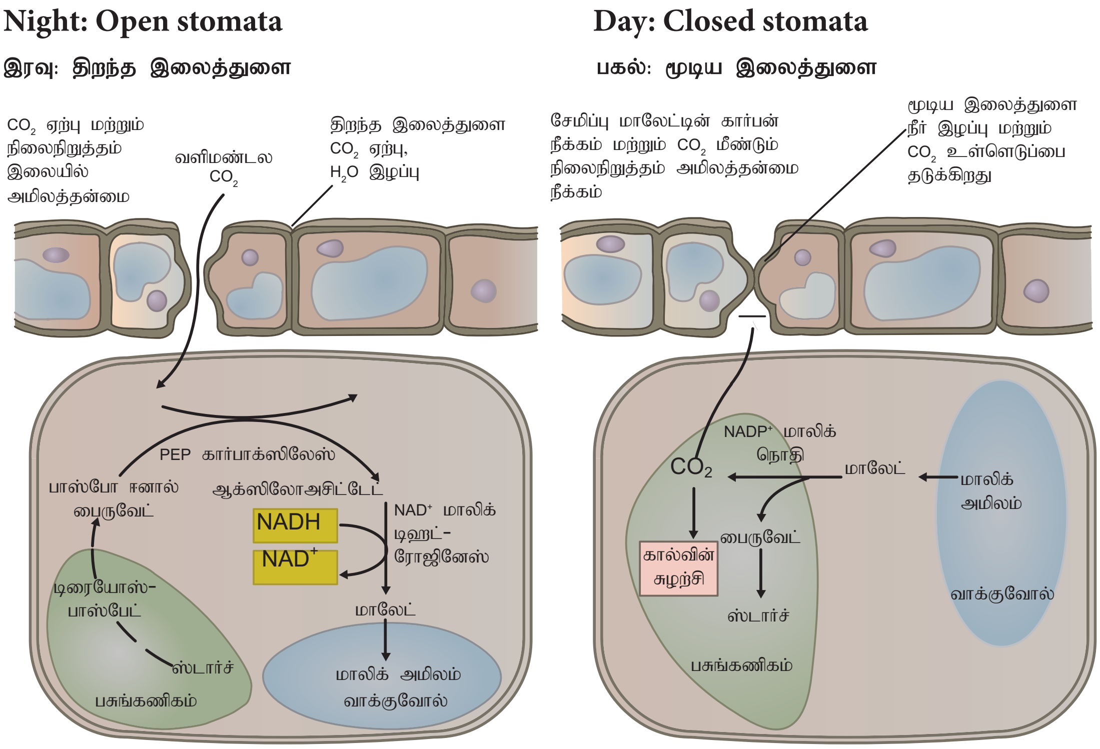
C3 தாவரங்கள் (C3 சுழற்சி) மற்றும் C4 தாவரங்கள் (C4 சுழற்சி) ஆகியவற்றிற் கிடையேயான வேறுபாடுகள் அட்டவணை 13.4 விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

13.15 CAM சுழற்சி அல்லது கிராசுலேசியன் அமில வளர்சிதைமாற்றம்

வறண்ட அல்லது பகுதி வறட்சி கொண்ட சூழலில் வளரும் சதைப்பற்றுடைய தாவரங்களில் கண்டறியப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட வகை கார்பன் வழித்தடம் இதுவாகும். இவ்வழித்தடம் கிராசுலேசியன் குடும்பத்தைச் சார்ந்த **பிரையோஃபில்லம், செடம், கலான்சோ** (Bryophyllum, Sedum and Kalanchoe) 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** (Scotoactive) 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 சுழற்சியை போன்றே OAA வானது மாலிக் அமிலமாக மாறுகிறது. மாலிக் அமிலமானது வாக்குவோல்களில் சேகரிக்கப்பட்டு அமிலத்தன்மையை அதிகரிக்கச்செய்கிறது.

அமிலத் தனைமையின் உயர்வு காரணமாகப் பகல் நேரத்தில் இலைத்துளையானது மூடுகிறது. இதற்கு மாறாக இரவுப்பொழுதில் மாலிக் அமிலமானது கார்பன்நீக்கமடைந்து பைருவிக் அமிலமாக மாறுவதால் அமிலத்தன்மை குறைகிறது. இவ்வினையில் உருவான CO2 கால்வின் சுழற்சியில் நுழைந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகளை உருவாக்குகிறது. அத்துடன் இலைத்துளைகள் திறக்கின்றன. (படம் 13.21).



படம் 13.21 CAM சுழற்சி

CAM சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்

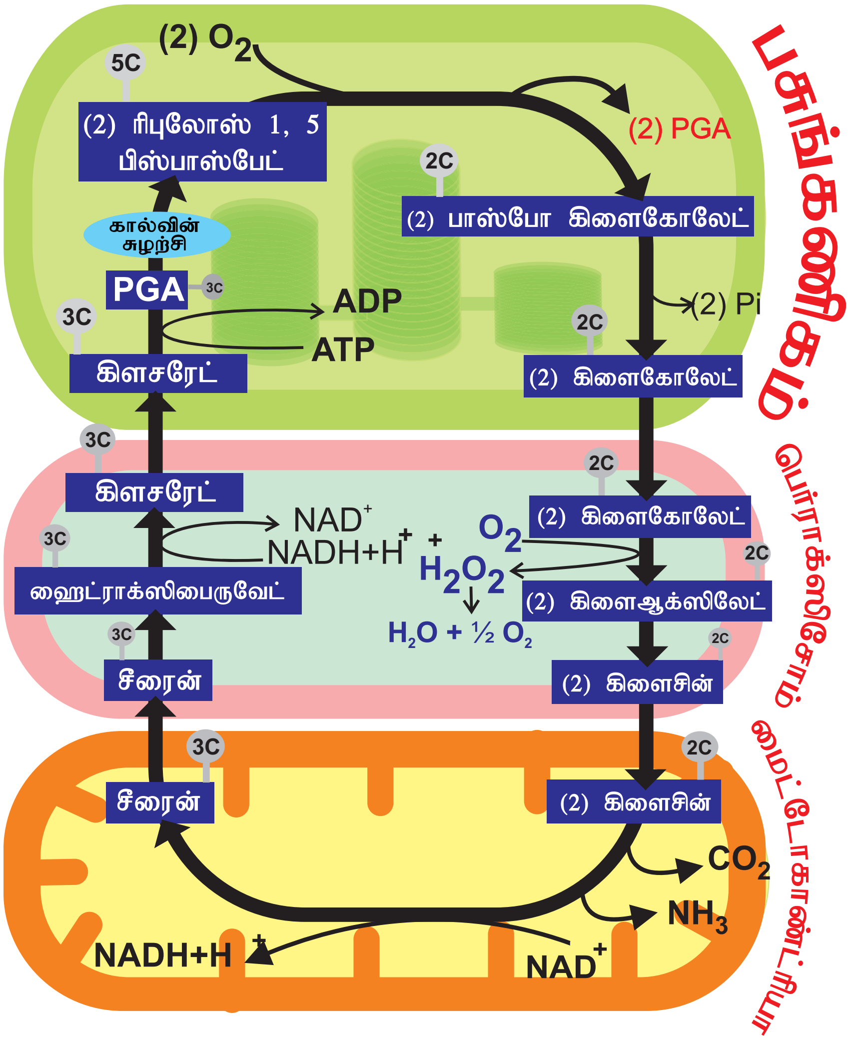
1. சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களில் இலைத்துளை மூடிஇருக்கும் போது மாலிக் அமிலத்திலிருந்து CO2 பெறுவது சாதகமானது.
2. பகல் நேரத்தில் இலைத்துளை மூடியுள்ளது. CO2 எடுத்துக்கொள்வதில்லை. ஆனாலும் தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையைத் தொடர்கிறது.
3. பகல் நேரத்தில் இலைத்துளை மூடியிருப்பதால் நீராவிபோக்கினால் ஏற்படும் நீர் இழப்பு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

13.16 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 நுண்றுப்புகளில் நடைபெறுகிறது. பசுங்கணிகத்தில் RUBP யானது 2C-பாஸ்போகிளைக்கோலேட் மற்றும் பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதற்கு **RUBISCO நொதி** பயன்படுகிறது. இவ்வினையில் முதலில் உருவாகும் பொருள் 2C பொருளாக இருப்பதால் இச்சுழற்சிக்கு **C_2 சுழற்சி** என்று பெயர் (படம் 13.22).

பாஸ்போ கிளைக்கோலேட் பாஸ்பேட்டை



படம் 13.22 ஒளிச் சுவாசம்

இழந்து கிளைக்கோலேட்டாகிறது. பசுங்கணிகத்தில் உருவான கிளைக்கோலேட்டானது பெர்ராக்ஸிசோமில் நுழைந்து H2O2 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.

13.16.1 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.

13.16.2. கார்பன் டைஆக்ஸைடு ஈடுசெய்யும் புள்ளி:

ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது எப்பொழுது சுவாச வீதத்தை சமநிலை செய்கிறதோ

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 இதில் பங்குபெறுகின்றன.	3. மைட்டோகாண்டீரியங்களில் மட்டுமே நடைபெறுகிறது.
4. கிளைக்கோலைசிஸ், கிரெப் சுழற்சி மற்றும் ETS நடைபெறுவது இல்லை.	4. கிளைக்கோலைசிஸ், கிரெப் சுழற்சி மற்றும் ETS நடைபெறுகிறது.
5. கிளைக்கோலிக் அமிலம் இதற்கான தளப்பொருளாக 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.

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 CO2 செறிவு 50 முதல் 100 ppm உள்ளபோது நிகர பரிமாற்றம் பூஜ்ஜியத்தை அடைகிறது.

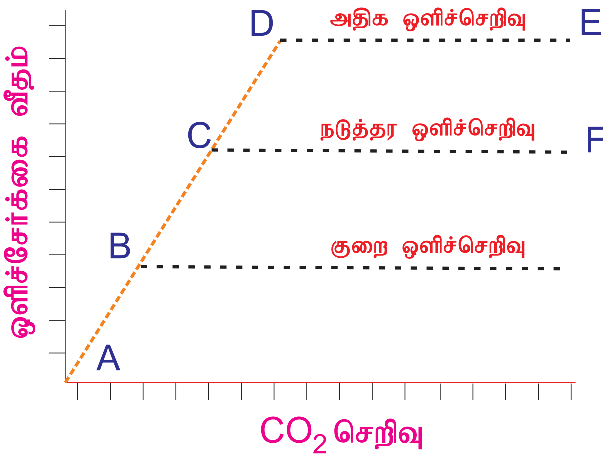
13.17 ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் காரணிகள்

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 **பிளாக்மன்** 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 13.23).

ஒளிச்சேர்க்கையை கட்டுப்படுத்தும்



படம் 13.23 பிளாக்மேன் வரம்பிடு காரணிகள் விதி

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, கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் குவிப்பு, இலையின் உள்ளமைப்பு மற்றும் ஹார்மோன்கள்.

13.17.1 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 விரும்பும்** (Sciophytes–ஆக்ஸாலிஸ்) தாவரங்களைவிட **ஒளிவிரும்பும்** (Heliophytes–அவரை) தாவரங்களுக்கு அதிக ஒளிச்செறிவு தேவைப்படுகிறது.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 148 06-07-2018 14:37:25

ஆ) ஒளியின் அளவு:

அதிக ஒளிக்காலம் தேவைப்படும் தாவரங்களில் (நீள் நாள் தாவரங்கள்) ஒளிச்சேர்க்கை வீதமானது அதிகமாக காணப்படுகிறது.

இ) ஒளியின் தரம்:

ஒளியின் பல்வேறு வகை அலைநீளங்கள் ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை பாதிக்கிறது. ஏனெனில் நிறமி அமைப்பானது அனைத்து ஒளி அலைகளையும் ஒரேபோல் ஈர்ப்பதில்லை. நீலம் மற்றும் சிவப்பு ஒளியில் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகமாககாணப்படுகிறது.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 (Inhibitory effect) தோன்றுகின்றன. (படம் 13.24).

3. ஆக்ஸிஜன்

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

4. வெப்பநிலை

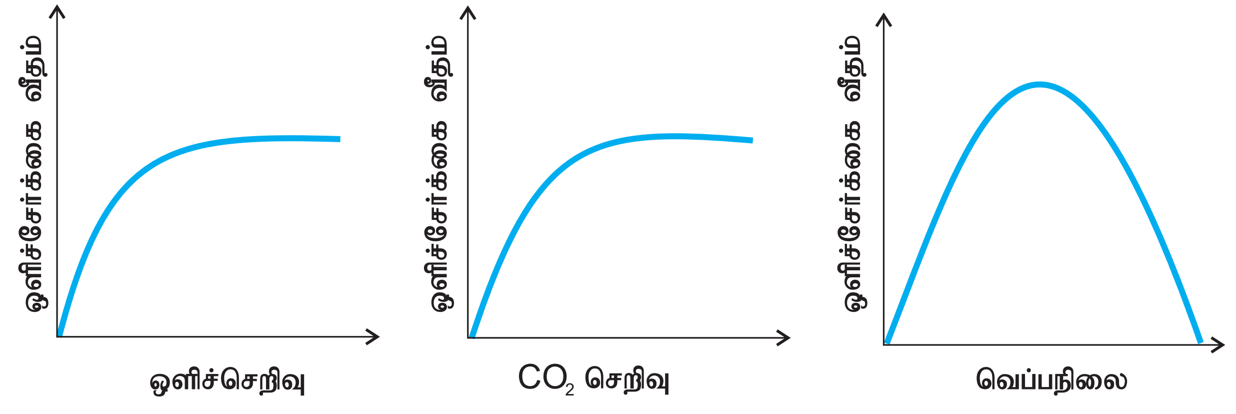
ஒளிச்சேர்க்கைக்கான உகந்த வெப்பநிலையானது ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் வேறுபடுகிறது. வெப்பநிலையானது எல்லா இடங்களிலும் எப்போதும் ஒரே அளவில் இருப்பதில்லை. பொதுவாக ஒளிச்சேர்க்கைக்கான உகந்த வெப்பநிலையாக 25° முதல் 35° C உள்ளது. இது அனைத்து தாவரங்களுக்கும் பொருந்துவதில்லை. சப்பாத்திகள்ளி (Opuntia) போன்ற தாவரங்களில் 55° C, லைக்கன்களில் 20° C, வெந்நீர் ஊற்றுகளில் வளரும் ஆல்காக்களில் 75° C வெப்பநிலை ஒளிச்சேர்க்கைக்கு உகந்த வெப்பநிலையாக உள்ளது. மிக அதிக வெப்பநிலை அல்லது குறைந்த வெப்பநிலை இலைத்துளையை மூடச்செயவதோடல்லாமல் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான நொதிகளின் செயல்பாட்டையும் தடுக்கிறது (படம் 13.24).

5. நீர்

ஒளியின் நீராற்பகுப்பு 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),



படம் 13.24 ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் காரணிகள்

பாஸ்பரிகரண வினைகள் (P), ஒளியின் நீராற்பகுப்பு (Mn மற்றும் Cl) பிளாஸ்டோசயனின் உற்பத்தி (Cu) மற்றும் பல.

7. காற்று மாசுபடுத்திகள்

மாசுபடுத்திகளான SO_2, NO_2, O_3 (Ozone) மற்றும் பனிப்புகை ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை பாதிக்கிறது.

13.17.2 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.

4. இலையின் உள்ளமைப்பு

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

5. ஹார்மோன்கள்

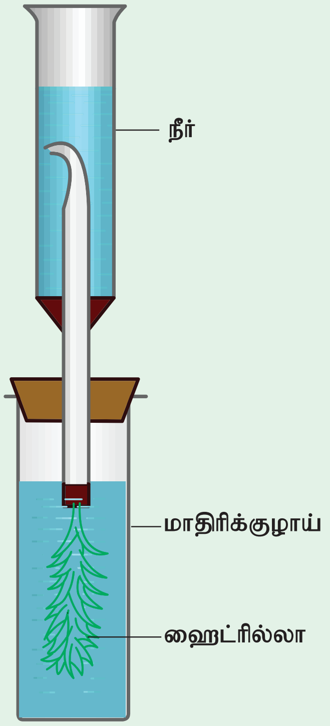
ஜிப்ரெலின் மற்றும் சைட்டோகைனின் ஹார்மோன்கள் ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை அதிகரிக்க செய்கின்றன.

13.18 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

வில்மாட்ஸ் குமிழியை பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை வீதத்தை கண்டறிதல்.

வில்மாட்டின் குமிழி உண்டாக்கும் குழல் கண்ணாடி சீசா ஒன்றின் அகன்ற வாய் பகுதியில் உள்ள ஒருதுளை அடைப்பானின் துளையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக்குழலில் அடிப்புறம் உள்ள கண்ணாடி குழாய் வழியே ஒரு ஹைட்ரில்லா தாவரம் பொருத்தப்படுகிறது. கண்ணாடி குழாயின் மேல் பக்கம் குமிழ் உண்டாக்கும் குறுகிய வளைந்த நுனி காணப்படுகிறது. இக்குழல் நீருடன் கூடிய முகவையுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. (படம் 13.25).



படம் 13.25 வில்மாட்ஸ் குமிழி

1. முகவையில் நீரை நிரப்பி கீழ் உள்ள குழலில் முனைப்பகுயியில் ஹைட்ரில்லா தாவரத்தை பொருத்துக.
2. ஹைட்ரில்லா தாவரத்தை சீசாவின் நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கமாறு பொருத்துக. இதன் மூலம் காற்றுகுமிழ்கள் உள்ளே செல்லாமல் தடுக்கப்படுகின்றது.
3. குமிழ் உண்டாக்கும் குழலினை நீர் கொள்கலனுடன் பொருத்தவும்.
4. இந்த அமைப்பினை சூரியஒளி படும்படி வைக்கவும்.
5. நீர்குமிழ்கள் சீரான அளவில் வெளிப்படும்போது அவற்றைக் கணக்கிடவும்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 150 06-07-2018 14:37:25

ஒளிச்சேர்க்கை அமைப்புகளாக **குளோரோசோம்கள்** மற்றும் **குரோமேட்டோ:ஃபோர்கள்** உள்ளன (அட்டவணை 13.6).

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

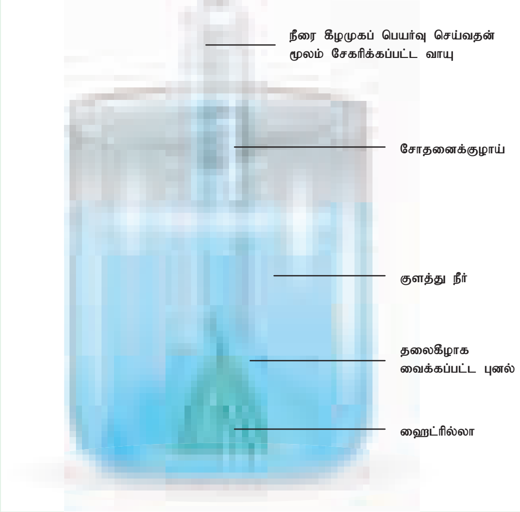
அட்டவணை 13.6 தாவர ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் பாக்டீரிய ஒளிச்சேர்க்கை வேறுபாடுகள்

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. குளோரோ:ஃபில், கரோட்டினாய்டு மற்றும் சாந்தோ:ஃபில் நிறமிகள்.	8. பாக்டீரிய குளோரோ:ஃபில் 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.

உற்றுநோக்கலை குறிப்பெடுத்துக் கொள்க (படம் 13.26)



படம் 13.26 ஆய்வு குழல் புனல் ஆய்வு

1. பசுங்கந்தக பாக்டீரியங்கள்

எடுத்துக்காட்டு: குளோரோபியம் மற்றும் குளோரோ பாக்டீரியம்.

2. ஊதா கந்தக பாக்டீரியங்கள்

எடுத்துக்காட்டு: தயோ ஸ்பைரில்லம் மற்றும் குரோமேஷியம்.

3. ஊதா கந்தகம் அல்லாத பாக்டீரியங்கள்

எடுத்துக்காட்டு: ரோடோ சூடோமோனாஸ் மற்றும் ரோடோ ஸ்பைரில்லம்.

பாடச்சுருக்கம்

ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஒரு ஆக்ஸிஜனேற்ற 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 (ஒளியின் நிராற்பகுப்பு) 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 டைஆக்ஸைடை 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 I, பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம், PS II, பெர்ரிடாக்ஸின்

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) ஒளியின் நீராற்பகுத்தல் 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 இழப்பின் 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–யை விட சிறந்த தகவமைப்பு பெற்றுள்ளதாக கூறுகிறார். இந்த முரண்பாட்டிற்கான காரணங்களை உன்னால் கூற முடியுமா?

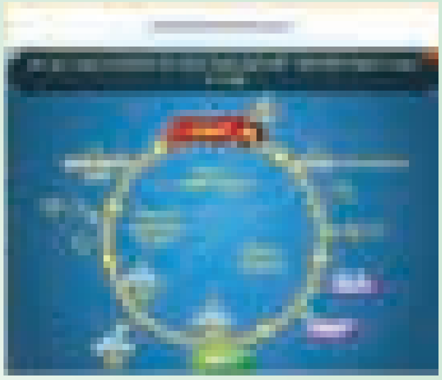
10. அதிகமான ஒளியும், அதிக ஆக்ஸிஜன் செறிவும் காணப்படும் போது எவ்வகை வழித்தடம் தாவரங்களில் நடைபெறும்? காரணங்களை ஆராய்க.

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 153 06-07-2018 14:37:26

இணையச்செயல்பாடு

ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthesis)

ஒளிச்சேர்க்கையைப் பற்றி
அறிவோமா!



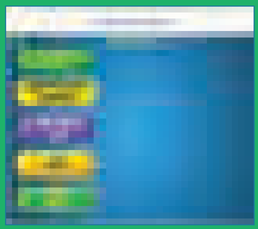
படிகள்:

- QR குறியீட்டை ஸ்கேன் செய்யவும்.
- Start a new game –ஐச் சொடுக்கி ஒரு புதிய செயல்பாட்டைத் தொடங்கவும்.
- Light dependent reaction –னைச் சொடுக்கி அடுத்தடுத்த படிகளைப் பின்பற்றவும்.
- முழுமையாக நிறைவு செய்தபின் மீண்டும் அதே பக்கத்திற்குச் சென்று Calvin cycle Reaction –ஐச் சொடுக்கி படிகளைப் பின்பற்றவும்.

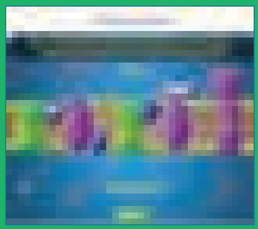
உற்றுநோக்கல்:

- சுழற்சியினை உற்றுநோக்கிக் குறிப்புகளைப் பதிவு செய்யவும்.
- Quiz tap–ஐச் சொடுக்கி குறிப்பெடுத்தவற்றைச் சோதித்துக் கொள்ளவும்.
- உற்று நோக்கிய விவரங்களின் முடிவுகளை இறுதியிடவும்.

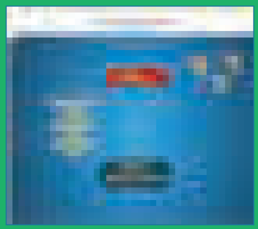
படி1



படி2



படி3



படி4

உரலி:

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

B129_11_BOT_TM

TN_GOVT_BOTANY_XI_VOL-2_ CH13_TAMIL.indd 154 06-07-2018 14:37:27

அலகு V
தாவர செயலியல்

பாடம் 14

சுவாசித்தல்

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினை கற்போர்

- குளுக்கோஸ் உடைதலின் படிநிலைகள் மற்றும் அதன் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகளைக் கண்டுணர்தல்.
- காற்று சுவாசத்தைக் காற்றில்லாச் சுவாசத்திலிருந்து வேறுபடுத்துதல்.
- சுவாசித்தல் நடைபெறும் சூழல்களை விவரித்தல்
- சுவாசித்தலின் போது மைட்டோகாண்ட்ரியா செல்லின் ஆற்றல் நிலையமாகச் செயல்படுவதை உணர்ந்து கொள்ளுதல்.
- சுவாசித்தலின் போது எவ்வாறு ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகிறது என்பதைப் புரிந்து கொள்ளுதல் இயலும்

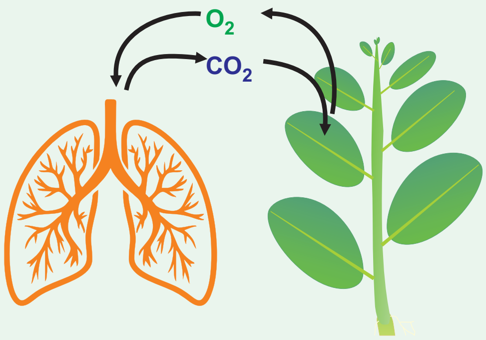
பாட உள்ளடக்கம்

14.1 வளி பரிமாற்றம்
14.2 ATP அமைப்பு
14.3 ஒடுக்க ஆக்ஸிஜனேற்ற வினைகள்
14.4 சுவாசித்தலின் வகைகள்
14.5 சுவாசித்தலின் படிநிலைகள்
14.6 சுவாச ஈவு
14.7 காற்றில்லா சுவாசித்தல்
14.8 சுவாசித்தலைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
14.9 பென்டோஸ் ஃபாஸ்பேட் வழித்தடம்.

LBRCHQ

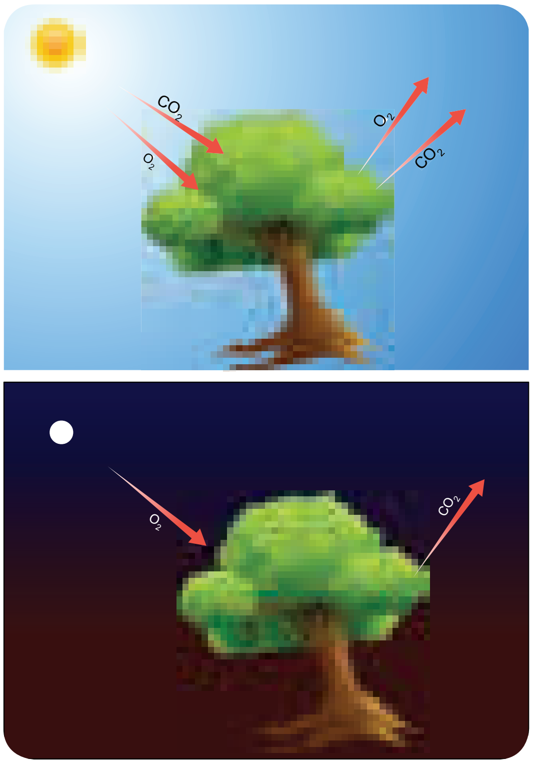
தாவரம் மற்றும் விலங்குகள் ஒன்றோடொன்று சார்ந்திருக்கும் விதம்

உயிர்க்கோளத்தில் தாவரங்களும் விலங்குகளும் இரு வேறுபட்ட அமைப்புகளாக இருப்பினும் ஒன்றோடொன்று இணைந்தே வாழ்க்கையை அமைத்துக் கொள்கின்றன. தாவரங்களில் ஆக்ஸிஜன் இலைத்துளை வழியாக நுழைந்து செல்களுக்குக் கடத்தப்பட்டு அங்கே ஆக்ஸிஜன் பயன்படுத்தப்பட்டு ஆற்றல் உருவாகிறது. தாவரங்கள் வாழ்வதற்கும் ஒளிச்சேர்க்கை வாயிலாகக் கார்போஹைட்ரேட்டுகளை தயாரிக்கவும் ஆக்ஸிஜனை வெளியிடுவதற்கும் போதுமான கார்பன்-டை- ஆக்ஸைடு தேவைப்படுகிறது. மனிதன் மூக்கின் வழியாக இந்த ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகள் உள்ளிழுத்துப் பின்பு இது நுரையீரலுக்குக் கடத்தப்பட்டு அங்கிருந்து செல்லிற்கு இரத்தத்தின் மூலமாக அனுப்பப்படுகிறது. செல் சுவாசித்தல் செல்லுக்குள் நடைபெறுகிறது. ஆக்ஸிஜனைச் செல்லினுள் செலுத்தும் சிறப்பு வாய்ந்த சுவாச அமைப்பு விலங்குகளில் உள்ளது. ஆனால் இது தாவரங்களில் இல்லை. ஆக்ஸிஜனைச் செல்லுக்குள் புகுத்தி நிகழ்த்தும் செல் சுவாசித்தலின் நிலைகள் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் இரண்டிலும் ஒரே மாதிரியாகவும் பரிணாம வேறுபாட்டை இது குறிப்பதாகவும் உள்ளது.



TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 155 06-07-2018 14:38:57

இரவு நேரத்தில் மரத்தின் அடியில் நீங்கள் உறங்கும் போது மூச்சு விடுவதற்குச் சிரமமாக இருப்பதை உணர்வீர்கள். இரவு நேரத்தின் போது தாவரங்கள் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக் கொண்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை வெளியிடுவதன் காரணமாக மரத்தைச் சுற்றிலும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு மிகுந்து காணப்படுகிறது. CO_2 வெளியிடும் இந்த நிகழ்ச்சி **சுவாசித்தல்** எனப்படும். இந்த நிகழ்ச்சியானது பகல் நேரங்களிலும் நடைபெறும் (படம் 14.1). இந்த நிகழ்ச்சியின் போது சுவாசத் தளப்பொருள்கள் சிதைந்து ஆற்றல் வெளியிடப்படுகிறது. இந்தப் பாடத்தில் தாவர செல்லுக்குள் நடைபெறும் சுவாசித்தல் நிகழ்வு பற்றி விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 14.1 தாவரங்களின் வளி பரிமாற்றம்

14.1 வளி பரிமாற்றம் (Gaseous exchange)

14.1.1 சுவாசித்தல் (Respiration)

சுவாசித்தல் என்ற வார்த்தை பெபிஸ் (Pepys) (1966) என்பவரால் முதன்முதலில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது. சுவாசித்தல் என்பது ஒரு உயிரியல் நிகழ்ச்சி, இதில் பலதரப்பட்ட உணவுப் பொருட்களான கார்போஹைட்ரேட்டுகள், புரதங்கள் மற்றும் கொழுப்புகள் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து இந்த நிகழ்ச்சியின் போது O_2 உள்ளெடுக்கப்பட்டு CO_2 வெளியிடப்படுகிறது. இதன் விளைவாக ஆற்றல் உருவாகிறது, சுவாசித்தலின் போது ஆக்ஸிஜனேற்றமடையும் கரிமப் பொருள்கள் சுவாசத் தளப்பொருள்கள் எனப்படும். இவற்றுள் குளுக்கோஸ் ஒரு பொதுவான சுவாசத் தளப்பொருள் ஆகும். C-C பிணைப்புகளைக் கொண்ட சிக்கலான கரிமச் சேர்மங்கள் ஆக்ஸிஜனேற்றத்தின் போது செல்லுக்குள் ஆற்றலாய் வெளியிடப்படுகிறது. சுவாசித்தலின் போது வெளியிடப்படும் இந்த ஆற்றல் ATP (அடினோசின் ட்ரை ஃபாஸ்பேட்) வடிவத்தில் சேமித்து வைக்கப்படுவதோடு வெப்பமாகவும் வெளியேற்றப்படுகிறது. சுவாசித்தல் உயிரினங்களின் அனைத்து உயிருள்ள செல்களிலும் நடைபெறும். சுவாசித்தலின் ஒட்டுமொத்த நிகழ்ச்சி ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்ச்சிக்குத் தலைகீழாக ஒத்து காணப்படும்.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ஆற்றல்}$$

(686 K cal or 2868 KJ)

சுவாசத் தளப்பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்துப் **பிளாக்மேன்** (Blackman) சுவாசித்தலை இவ்வாறு பிரிக்கிறார்.

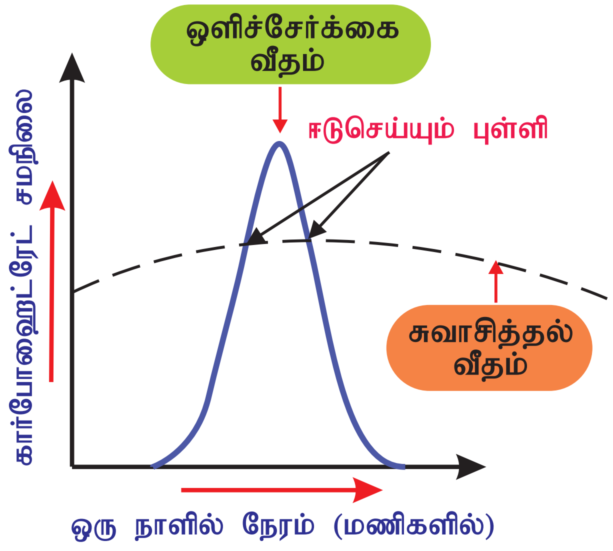
1. மிதவை சுவாசித்தல் (Floating respiration)
2. புரோட்டோபிளாஸ்ம சுவாசித்தல் (Protoplasmic respiration)

கார்போஹைட்ரேட் அல்லது கொழுப்பு அல்லது கரிம அமிலம் சுவாச தளப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படும் வினை **மிதவை சுவாசித்தல்** எனப்படும். இது ஒரு பொதுவான சுவாசித்தல் முறையோடு மட்டுமின்றி இம்முறையில் எந்தவொரு நச்சு பொருளும் உருவாவதில்லை. அதே சமயம் சுவாசத்தின் போது புரதம் சுவாசத் தளப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டால் அது **புரோட்டோபிளாஸ்ம சுவாசித்தல்** எனப்படும். புரோட்டோபிளாஸ்ம சுவாசித்தல் அரிதாக நடைபெறும் ஒரு முறையாகும். இம்முறையில் புரோட்டோபிளாசத்தில் உள்ள அமைவு மற்றும் செயல் புரதங்கள் சிதைவடைந்து நச்சுத்தன்மை கொண்ட அம்மோனியங்கள் வெளியிடப்படுகின்றன.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 156 06-07-2018 14:38:57

14.1.2 ஈடுசெய்யும் புள்ளி (Compensation point)

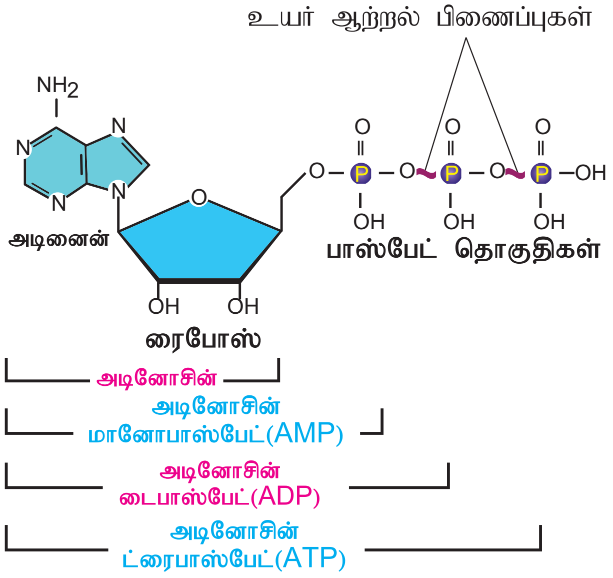
அதிகாலை மற்றும் அந்திப் பொழுதில் ஒளியின் செறிவு குறைவாக இருக்கும். சுவாசித்தலின் போது வெளியிடப்படும் CO_2 ஒளிச் சேர்க்கையின் போது பயன்படுத்தப்படும் CO_2 வை எந்தப் புள்ளியில் ஈடுசெய்கிறதோ அதாவது நிகர வளி பரிமாற்றம் நிகழாமல் இருந்தால் இதுவே **ஈடுசெய்யும் புள்ளி** எனப்படும். அந்தச் சமயத்தில் ஒளிச்சேர்க்கையின் போது வெளியிடப்படும் ஆக்ஸிஜன் சுவாசித்தலின் போது பயன்படுத்தப்படும் ஆக்ஸிஜனின் அளவிற்குச் சமமாக இருக்கும். இரண்டு பொதுவான காரணிகள் ஈடுசெய்யும் புள்ளியுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. அவை CO_2 மற்றும் ஒளி ஆகியவையாகும். (படம் 14.2). இதனை அடிப்படையாக வைத்து இரண்டு வகையான ஈடுசெய்யும் புள்ளிகள் அறியப்பட்டுள்ளது. அதாவது CO_2 ஈடுசெய்யும் புள்ளி மற்றும் ஒளி ஈடுசெய்யும் புள்ளி. C_3 தாவரங்களின் CO_2 ஈடுசெய்யும் புள்ளியின் மதிப்பு 40–60 ppm (parts per million) ஆகும். ஆனால் C_4 தாவரங்களில் இது 1–5 ppm ஆக உள்ளது.



படம் 14.2 ஈடுசெய்யும் புள்ளி

14.2 ATP அமைப்பு (Structure of ATP)

ATP உற்பத்திக்கு சுவாசித்தல் நிகழ்ச்சி காரணமாக உள்ளது. **கார்ல் லோமென்** (Karl Lohman) (1929) என்பவர் ATP யைக் கண்டறிந்தார். ATP (Adenosine Tri Phosphate) ஒரு நியுக்ளியோடைடு இதில் அடினைன் என்ற ஒரு காரம், ரைபோஸ் எனும் பெண்டோஸ் சர்க்கரை மற்றும் மூன்று ஃபாஸ்பேட் தொகுதிகள் காணப்படும். மூன்று ஃபாஸ்பேட் தொகுதிகளில் இறுதியில் உள்ள இரண்டு ஃபாஸ்பேட்டுகள் உயர் ஆற்றல் பிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 14.3). ஒரு ATP நீராற்பகுப்படையும் போது 7.3 கிலோ கலோரி அல்லது 30.6 கிலோ ஜூல் ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இது அனைத்து உயிர்செல்களிலும் காணப்படுகிறது. ஆகவே **இது செல்லின் உலகளாவிய ஆற்றல் நாணயம்** (Universal energy currency of the cell) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ATP செல்லுக்குள் உருவாகும் ஒரு உடனடி ஆற்றல் மூலமாகும். ATP யிலிருந்து பெறப்படும் ஆற்றல் கார்போஹைட்ரேட்டுகள், புரதங்கள் மற்றும் கொழுப்புகள் உருவாக்கத்திற்குப் பயன்படுகிறது. இதனடிப்படையில் **லிப்மேன்** (Lipman) (1941) என்பவர் ஆற்றல் மாற்றக் கருத்தாக்கத்தை உருவாக்கினார்.



படம் 14. 3 ATP யின் மூலக்கூறு அமைப்பு

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

செல்லுக்குள் ATP மட்டுமே அதிக ஆற்றல் கொண்ட சேர்மம் அல்ல. வேறுசில அதிக ஆற்றல் கொண்ட சேர்மங்களும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டு GTP (குவானோசின் ட்ரை ஃபாஸ்பேட்) மற்றும் UTP (யுரிடின் ட்ரை ஃபாஸ்பேட்).

14.3 ஒடுக்க ஆக்ஸிஜனேற்ற வினைகள் (Redox reactions)

$$NAD^+ + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow NADH + H^+$$
$$FAD + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow FADH_2$$

ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையில் உள்ள NAD^+ (நிகோட்டினமைடு அடினைன் டைநியுக்ளியோடைடு) மற்றும் FAD (ப்ளேவின் அடினைன் டைநியுக்ளியோடைடு) எலக்ட்ரான்கள் ஒன்று அல்லது இரண்டு ஹைட்ரஜன் அயனிகளை (புரோட்டான்கள்) ஏற்றுக் கொண்டு முறையே $NADH + H^+$ மற்றும் $FADH_2$ என்ற ஒடுக்க நிலைக்கு மாறுகின்றன. இவை எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் ஹைட்ரஜனை இழக்கும்போது மீண்டும் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைக்குத் திரும்புகின்றன. NAD^+ மற்றும் FAD எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக் கொண்டோ (ஒடுக்கம்) அல்லது இழந்தோ (ஆக்ஸிஜனேற்றம்) நடைபெறும் வினைகள் **ஒடுக்க ஆக்ஸிஜனேற்ற வினைகள்** (ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள்) எனப்படுகின்றன. செல் சுவாசித்தலில் இந்த வினைகளே முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன.

Handy mnemonic

LEO என்னும் சிங்கம் கர்ஜிக்கிறது. (LEO the lion says GER)

LEO- Loss Of Electrons - Oxidation

எலக்ட்ரான்கள் இழப்பு (ஆக்ஸிஜனேற்றம்)

GER- Gain Of Electrons - Reduction

எலக்ட்ரான்கள் ஏற்பு (ஒடுக்கம்)

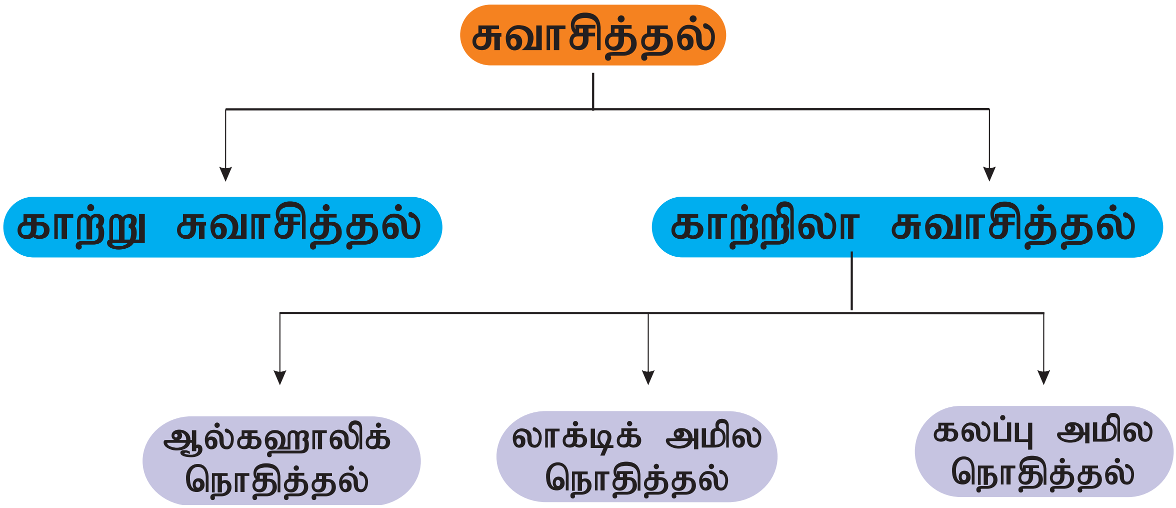
14.4 சுவாசித்தலின் வகைகள் (Types of Respiration)

காற்று சுவாசித்தல் மற்றும் காற்றில்லாச் சுவாசித்தல் என இரண்டு வகைகளாகச் சுவாசித்தல் பிரிக்கப்படுகிறது (படம் 14. 4).

14.4.1 காற்று சுவாசித்தல் (*Aerobic respiration*)

ஆக்ஸிஜன் உள்ள போது நடைபெறும் சுவாசித்தல் **காற்று சுவாசித்தல்** எனப்படும். காற்று சுவாசித்தலின் போது உணவுப் பொருட்களான கார்போஹைட்ரேட்டுகள், கொழுப்புகள் மற்றும் புரதங்கள் முழுவதும் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து CO_2, H_2O மற்றும் ஆற்றல் வெளியிடப்படுகிறது. காற்று சுவாசித்தல் மிகச் சிக்கலான ஒரு நிகழ்ச்சியாகும். இது நான்கு படிநிலைகளில் நடைபெறுகிறது

1. கிளைக்காலைசிஸ்
2. பைருவேட் ஆக்ஸிஜனேற்றம்(இணைப்புவினை)
3. கிரப்ஸ் சுழற்சி (TCA சுழற்சி)
4. எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி (இறுதி ஆக்ஸிஜனேற்றம்)



படம் 14.4 சுவாசித்தலின் வகைகள்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 158 06-07-2018 14:38:58

அட்டவணை 14.1 காற்று மற்றும் காற்றிலாச் சுவாசித்தலுக்கிடையே வேறுபாடுகள்

காற்று சுவாசித்தல்	காற்றிலாச் சுவாசித்தல்
1. இது உயர் நிலை உயிரினங்களின்அனைத்து உயிருள்ள செல்களிலும் நடைபெறுகிறது.	பூஞ்சை மற்றும் சில பாக்டீரியங்களில் இது நடைபெறுகிறது.
2. சுவாசத் தளப்பொருள் உடைவதற்கு ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படுகிறது.	சுவாசத் தளப்பொருள் உடைவதற்கு ஆக்ஸிஜன் தேவையில்லை.
3. CO_2 மற்றும் H_2O இறுதி விளைபொருள்கள் ஆகும்.	ஆல்கஹால் மற்றும் CO_2 அல்லது லாக்டிக் அமிலம் இறுதி விளைபொருள்கள் ஆகும்.
4. ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் ஆக்ஸிஜனேற்றமடையும் போது 36 ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகிறது.	2 ATP மூலக்கூறுகள் மட்டும் உருவாகிறது.
5. கிளைக்காலைசிஸ், இணைப்பு வினை, TCA சுழற்சி மற்றும் எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி போன்ற நான்கு நிலைகள் காணப்படும்.	கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் நொதித்தல் போன்ற இரண்டு நிலைகள் காணப்படும்.
6. சைட்டோபிளாசம் மற்றும் மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் இது நடைபெறுகிறது.	சைட்டோபிளாசத்தில் மட்டும் இது நடைபெறுகிறது.

14.4.2 காற்றிலாச் சுவாசித்தல் (Anaerobic respiration)

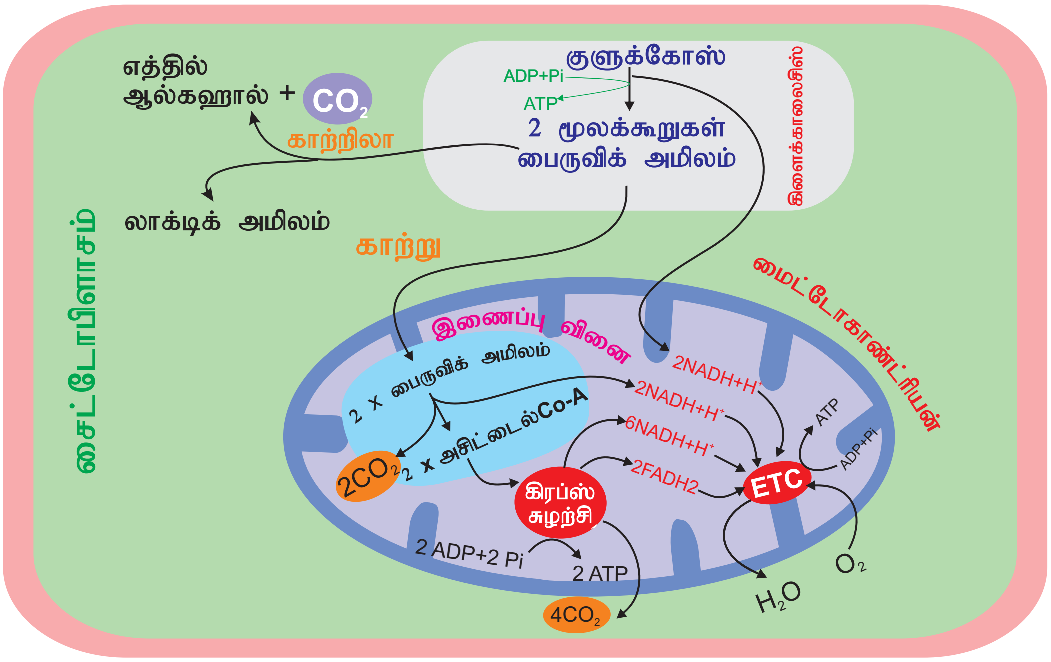
ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு இல்லாத போது குளுக்கோஸ் முழுமையற்றுச் சிதைந்து எத்தில் ஆல்கஹாலாகவோ அல்லது லாக்டிக் அமிலமாகவோ மாறுகிறது (அட்டவணை14.1). இதில் இரண்டு படிநிலைகள் உள்ளது

1 கிளைக்காலைசிஸ்

2. நொதித்தல்

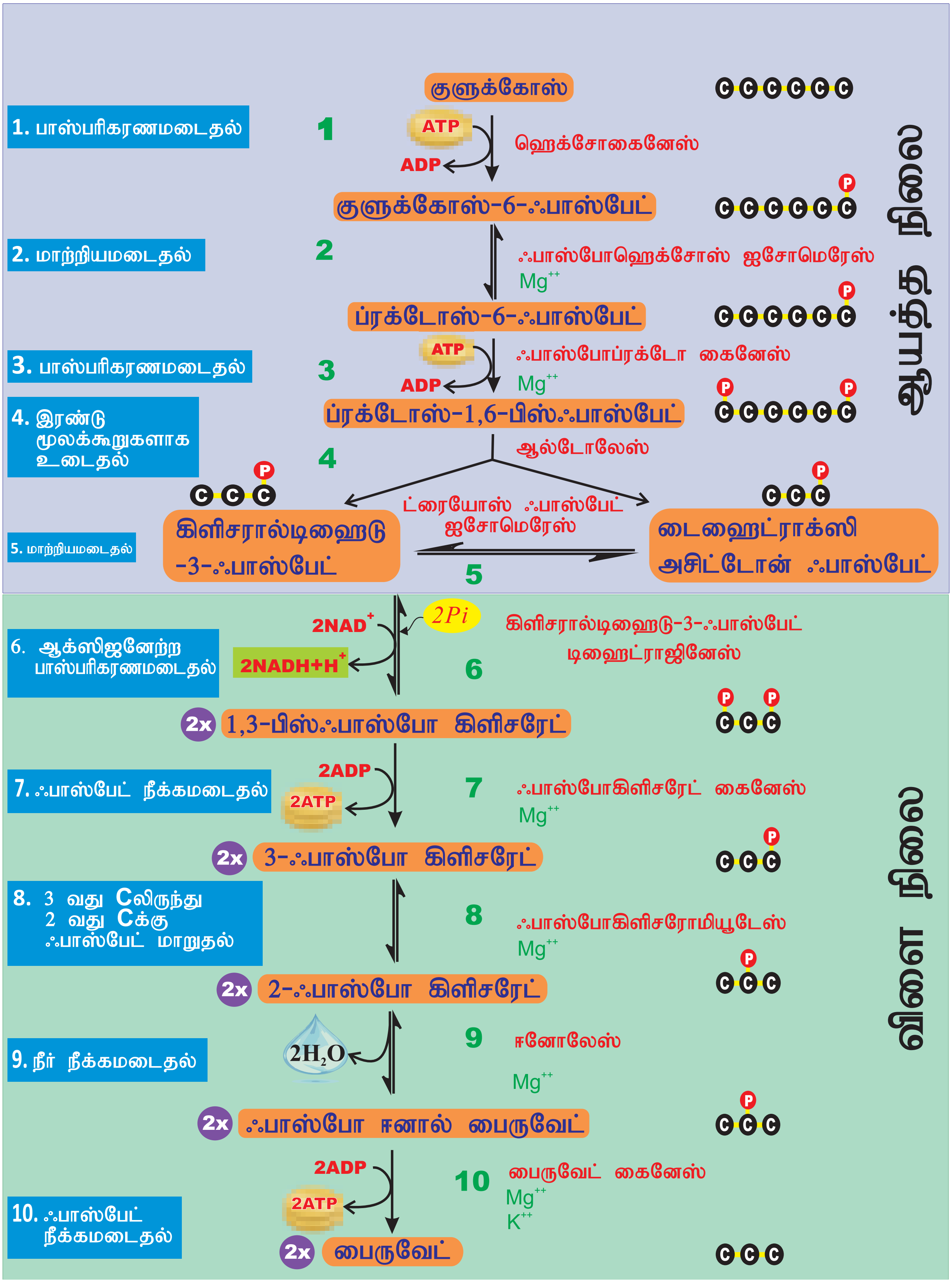
14.5 சுவாசித்தல் படிநிலைகள் (Stages of Respiration)

1. கிளைக்காலைசிஸ் – செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள குளுக்கோஸைப் பைருவிக் அமிலமாக மாற்றுகிறது.



படம் 14. 5 சுவாசித்தலின் ஒட்டுமொத்தச் சுருக்கம்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 159 06-07-2018 14:38:58



படம் 14. 6 கிளைக்காலைசிஸ் அல்லது EMP வழித்தடம்

2. இணைப்பு வினை - மைட்டோகாண்ட்ரிய உட்கூழ்மத்தில் (Matrix) பைருவிக் அமிலத்தை அசிட்டைல் Co A வாக மாற்றுகிறது.

3. கிரப்ஸ் சுழற்சி - மைட்டோகாண்ட்ரிய மேட்ரிக்ஸில் அசிட்டைல் Co A வை கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடாகவும் நீராகவும் மாற்றுகிறது

4. மைட்டோகாண்ட்ரிய உட்சவ்வில் எலக்ட்ரான் கடத்து சவ்வில் மற்றும் ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம் நிகழ்ச்சியின்போது கிளைக்காலைசிஸ், இணைப்பு வினை மற்றும் கிரப்ஸ் சுழற்ச்சியின் உற்பத்தி பொருளிலிருந்து ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் நீக்கப்படுவதோடு ATP வடிவில் ஆற்றலுடன் நீர்மூலக்கூறு வெளியிடப்படுகின்றன. (படம் 14.5) .

14.5.1 கிளைக்காலைசிஸ் (Glycolysis)

(Greek: Glykos = குளுக்கோஸ், Lysis = உடைதல்) கிளைக்காலைசிஸ் என்பது 6-கார்பன் கொண்ட குளுக்கோஸ் இரண்டு மூலக்கூறு 3-கார்பன் கொண்ட பைருவிக் அமிலமாக உடையும் நிகழ்வு தொடர்வினைகள் ஆகும். கிளைக்காலைசிஸ் நிகழ்ச்சிக்குத் தேவையான நொதிகள் அனைத்தும் சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படுகிறது. (படம் 14.6). மூன்று அறிவியல் அறிஞர்களான **கஸ்டவ் எம்டன்** (Gustav Embden) (ஜெர்மனி), **ஓட்டோ மேயர்ஹாப்** (Otto Meyerhoff) (ஜெர்மனி) மற்றும் **ஜே. பர்னாஸ்** (J Parnas) (போலந்து) ஆகியோர் கிளைக்காலைசிஸ் நிகழ்ச்சியின் வினைகளை ஈஸ்ட் செல்களில் நடைபெறுவதைக் கண்டறிந்தனர். எனவே இது **EMP வழித்தடம்** எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இது காற்று மற்றும் காற்றில்லாச் சுவாசித்தலின் முதல் மற்றும் பொதுவான நிலையாக இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இது இரு நிலைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. **ஆயத்த நிலை** அல்லது ஆற்றல் ஏற்கும் நிலை அல்லது ஹெக்சோஸ் நிலை (படிநிலை 1-5)
2. **விளை நிலை** அல்லது ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை அல்லது) ஆற்றல் உருவாகும் நிலை அல்லது டிரையோஸ் நிலை (படிநிலை 6-10)

1. ஆயத்த நிலை (Preparatory phase)

ஒளிச்சேர்க்கையின் இறுதிப் பொருளான சுக்ரோஸிலிருந்து உருவாகும் குளுக்கோஸ் கிளைக்காலைசிஸ் நிகழ்ச்சியில் நுழைகிறது. குளுக்கோஸ் ஹெக்சோகைனேஸ் நொதியின் உதவியினால் குளுக்கோஸ்-6-ஃபாஸ்பேட்டாக பாஸ்பரிகரணமடைகிறது. இதனையடுத்து நிகழும் வினைகள் பலவகைப்பட்ட நொதிகளின் உதவியால் நடைபெறுகின்றன (படம் 14.6). இந்நிலையின் இறுதி வினையின் போது உருவான ப்ரக்டோஸ்-1,6-பிஸ்ஃபாஸ்பேட், ஆல்டோலேஸ் என்ற நொதியின் உதவியுடன் கிளிசரால்டிஹைடு-3-ஃபாஸ்பேட் மற்றும், டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் ஃபாஸ்பேட்டாக உடைகிறது. இவை இரண்டும் மாற்றியங்களாகும் (isomers). டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் ஃபாஸ்பேட்டானது ட்ரையோஸ் ஃபாஸ்பேட் ஐசோமெரேஸ் நொதியின் உதவியால் மாற்றியமடைந்து கிளிசரால்டிஹைடு-3-ஃபாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது. இப்பொழுது இரண்டு மூலக்கூறு கிளிசரால்டிஹைடு-3-ஃபாஸ்பேட் விளை நிலைக்குள் நுழைகிறது. ஆயத்த நிலையின் போது படிநிலை 1-லும், படிநிலை 3-லும் 2 ATP மூலக்கூறுகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது (படம் 14.6).

> **நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.**
>
> ஒரு மூலக்கூறு சுக்ரோஸிலிருந்து எத்தனை ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகிறது?

2. விளை நிலை: (Pay off phase)

இரண்டு மூலக்கூறுகள் கிளிசரால்டிஹைடு 3-ஃபாஸ்பேட் ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணமடைந்து இரண்டு மூலக்கூறு 1,3 பிஸ்ஃபாஸ்போ கிளிசரேட்டாக மாறுகிறது. இந்நிலையின் 6-வது படிநிலையில் கிளிசரால்டிஹைடு-3-ஃபாஸ்பேட் டிஹைட்ராஜினேஸ் என்ற நொதியினால் இரண்டு மூலக்கூறு NAD^+ ஒடுக்கமடைந்து இரண்டு மூலக்கூறு NADH + H^+ ஆக மாறுகிறது. அடுத்து வரும் வினைகள் பல விதமான நொதிகளைப் பயன்படுத்தி நடைபெறுகின்றன. இறுதியில் இரண்டு பைருவேட் மூலக்கூறுகள் உருவாகிறது. இந்த நிலையில் படிநிலை 7ல் 2 ATP க்களும் படிநிலை 10ல் (படம் 14.6) 2 ATP க்களும் உருவாகின்றன. தளப்பொருள்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 161 06-07-2018 14:38:58

மூலக்கூறிலிலிருந்து கனிம ஃபாஸ்பேட் (Pi) ADP-க்கு நேரடியாக மாற்றப்பட்டு ATP உருவாவது **தளப்பொருள் பாஸ்பரிகரணம்** (Substrate phosphorylation) அல்லது **நேரடி பாஸ்பரிகரணம்** (Direct phosphorylation) அல்லது **மாற்று பாஸ்பரிகரணம்**(Transphosphorylation) எனப்படுகிறது. 9-வது படிநிலையின் போது 2-பாஸ்போ கிளிசரேட், ஒரு நீர் மூலக்கூறினை இழந்து ஈனோலேஸ் நொதியின் செயல்பாட்டினால் பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட்டாக மாறுகிறது. இந்த மூலக்கூறினுள் ஈனால் தொகுதி உருவாவதால் இந்நிகழ்ச்சி **ஈனோலேசன்** (Enolation) எனப்படுகிறது.

3. ஆற்றல் வரவு செலவு (Energy Budget)

விளை நிலையின் போது மொத்தமாக 4ATP மற்றும் 2NADH + H^+ மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன. ஆனால் ஏற்கனவே ஆயத்த நிலையில் 2ATP மூலக்கூறுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆகவே கிளைக்காலைசிஸ் நிகழ்ச்சியில் 2ATP களும் 2NADH + H^+ களும் நிகர லாபமாகக் கிடைக்கின்றன.

கிளைக்காலைசிஸ் நிகழ்ச்சியின் ஒட்டு மொத்த நிகர வினை:

$$C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2Pi + 2NAD^+ \downarrow 2x\ CH_3COCOOH + 2ATP + 2NADH + 2H^+$$

14.5.2 பைருவேட் ஆக்ஸிஜனேற்றம் (இணைப்பு வினை)

சைட்டோபிளாசத்தில் கிளைக்காலைசிஸ் நிகழ்ச்சியால் உருவான இரண்டு பைருவேட் மூலக்கூறுகள் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் மேட்ரிக்ஸ் பகுதியினுள் நுழைகிறது. காற்று சுவாசத்தின் போது பைருவேட், இணை நொதி A (CoA) மற்றும் பைருவேட் டிஹைட்ராஜினேஸ் நொதி கூட்டமைப்பு ஆகியவற்றால் அசிட்டைல் CoA வாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த மீளாவினையின் விளைவால் இரண்டு மூலக்கூறு NADH + H^+ மற்றும் $2CO_2$ ஆகியவை உருவாகின்றன. இது **உருமாறும் வினை** (transition reaction) அல்லது **இணைப்பு வினை** (link reaction) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. பைருவேட் ஆக்சிஜனேற்ற வினை பின்வருமாறு.

$$2x\ CH_3COCOOH + 2NAD^+ + 2CoA$$

↓ பைருவேட் டிஹைட்ராஜினேஸ் கூட்டமைப்பு / Mg^{++}

$$2xCH_3CO.CoA + 2NADH + 2H^+ + 2CO_2\uparrow$$

பைருவேட் டிஹைட்ராஜினேஸ் கூட்டமைப்பில் மூன்று தனிப்பட்ட நொதிகள் உள்ளது. அவை,

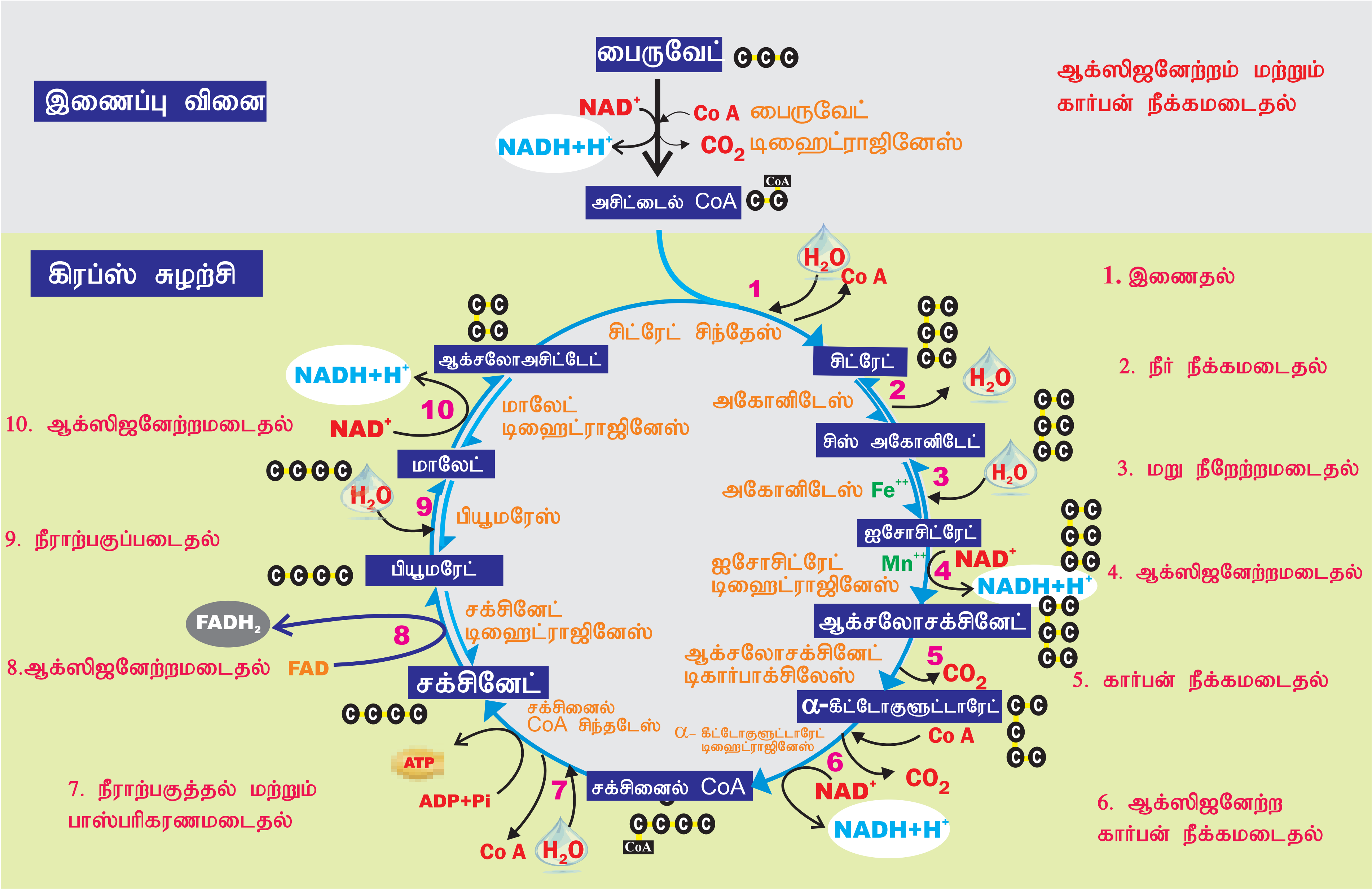
1. பைருவேட் டிஹைட்ராஜினேஸ்
2. டைஹைட்ரோலிப்பாயில் டிரான்ஸ் அசிட்டிலேஸ்
3. டைஹைட்ரோலிப்பாயில் டிஹைட்ராஜினேஸ் மற்றும் ஐந்து வேறுபட்ட இணை நொதிகளான, TPP (தைமின் பைரோ ஃபாஸ்பேட்), NAD^+, FAD, Co A மற்றும் லிப்போயேட் ஆகியவை உள்ளன.

14.5.3 கிரப்ஸ் சுழற்சி (அ) சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சி (அ) TCA சுழற்சி:

இணைப்பு வினையில் உருவான இரண்டு மூலக்கூறு அசிட்டைல் CoA வானது கிரப்ஸ் சுழற்சியில் நுழைகின்றன. இது ஜெர்மனி நாட்டின் உயிர் வேதியியலார் **சர் ஹான்ஸ் அடால்ப் கிரப்ஸ்** (Sir Hans Adolf Krebs) (1937) (படம்14.7). அவர்களால் கண்டறியப்பட்டதால் இப்பெயர் பெற்றது. TCA சுழற்சிக்கு தேவையான நொதிகளில் சக்சினேட் டிஹைட்ராஜினேஸ் என்ற நொதி மட்டும் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உட்சவ்வில் காணப்படுகிறது. பிற நொதிகள் அனைத்தும் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் மேட்ரிக்ஸில் காணப்படுகிறது.

TCA சுழற்சியின் தொடக்கத்தில் அசிட்டைல் CoA வானது ஒரு நீர் மூலக்கூறினைப் பயன்படுத்தி ஆக்ஸலோ அசிட்டேட்டுடன் இணைந்து சிட்ரேட் அல்லது சிட்ரிக் அமிலம் உருவாகிறது. ஆகவே கிரப்ஸ் சுழற்சியைச் சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சி (CAC) (அ) ட்ரை கார்பாக்ஸிலிக் அமில (TCA) சுழற்சி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இதனைத் தொடர்ந்து பலவிதமான நொதிகளின் உதவியால்

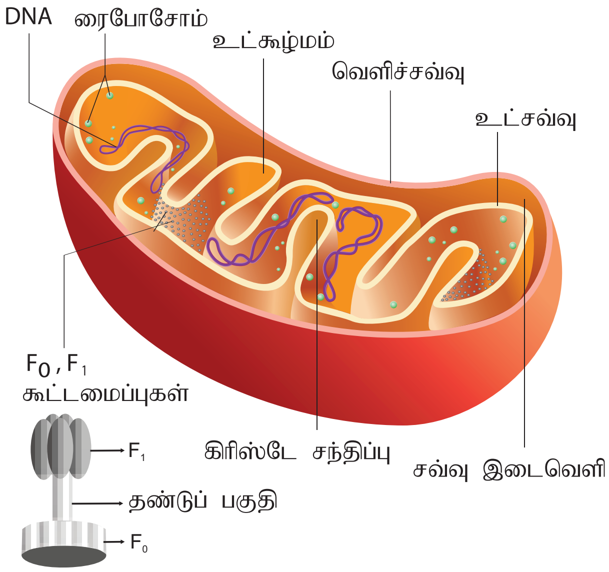
TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 162 06-07-2018 14:38:58



படம் 14.8 கிரப்ஸ் சுழற்சி அல்லது சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சி

சர் ஹான்ஸ் அடால்ப் கிரப்ஸ்

1900 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 25 ஆம் நாள் ஜெர்மனி நாட்டில் பிறந்தார். 1953 ஆம் ஆண்டு உடற்செயலியலில் சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சியைக் கண்டுபிடித்ததற்காக இவருக்கு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.



படம் 14.7 மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் அமைப்பு

சுழற்சியான முறையில் தொடர்கிறது. இதன் 7–ஆம் நிலையில் சக்சினைல் CoA, சக்சினைல் CoA சிந்தடேஸ் அல்லது சக்சினேட் தயோகைனேஸ் எனும் நொதியினால் சக்சினேட்டாக மாறும் போது எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியில் நுழையாமல் தளப்பொருளிலிருந்து ATP உருவக்கப்படும் இந்த நிகழ்ச்சி **தளப்பொருள் பாஸ்பரிகரணம்** *எனப்படும். விலங்கு செல்களில் இந்நிகழ்ச்சியின் போது GDP ஃபாஸ்பேட் ஏற்றமடைந்து GTP யாக உருவாகிறது. ஒருங்கிணைந்த வினையில், GTP ல் உள்ள ஃபாஸ்பேட் வெளியேறுவதால் GDP யாக மாற்றமடைவதுடன், வெளியேறிய கனிம ஃபாஸ்பேட்(Pi) ஆனது ADP யுடன் இணைந்து தொடர்ச்சியாக ATP உருவாக்கத்தைச் செய்கின்றன. இச்சுழற்சியில் 4, 5, 9 ஆகிய மூன்று படி நிலைகளில் NAD+ ஒடுக்கமடைந்து NADH + H+ ஆக மாறுகிறது, 7 வது படி நிலையில் (படம்14.8) FAD ஒடுக்கமடைந்து FADH2 வாக மாறுகிறது.*

மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் நிகழும் இணைப்பு வினை மற்றும் கிரப்ஸ் சுழற்சியின் ஒட்டுமொத்த நிகழ்வு பின்வருமாறு:

$$\text{பைருவிக் அமிலம்} + 4NAD^+ + FAD + 4H_2O + ADP + Pi \xrightarrow{\text{மைட்டோகாண்ட்ரிய மேட்ரிக்ஸ்}} 3CO_2 + 4NADH + 4H^+ + FADH_2 + H_2O + ATP.$$

கிளைக்காலைசிஸ் நிகழ்ச்சியின் இறுதியில் உருவான இரண்டு மூலக்கூறு பைருவிக் அமிலம் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் மேட்ரிக்ஸில் நுழைவதால் இவை இரண்டும் தனித்தனியே கிரப்ஸ் சுழற்சியை நிகழ்த்தி, மொத்தமாக ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸிலிருந்து ஆறு மூலக்கூறு CO_2 எட்டு மூலக்கூறு NADH + H^+, இரண்டு மூலக்கூறு $FADH_2$ மற்றும் இரண்டு மூலக்கூறு ATP ஆகியவை உருவாகின்றன.

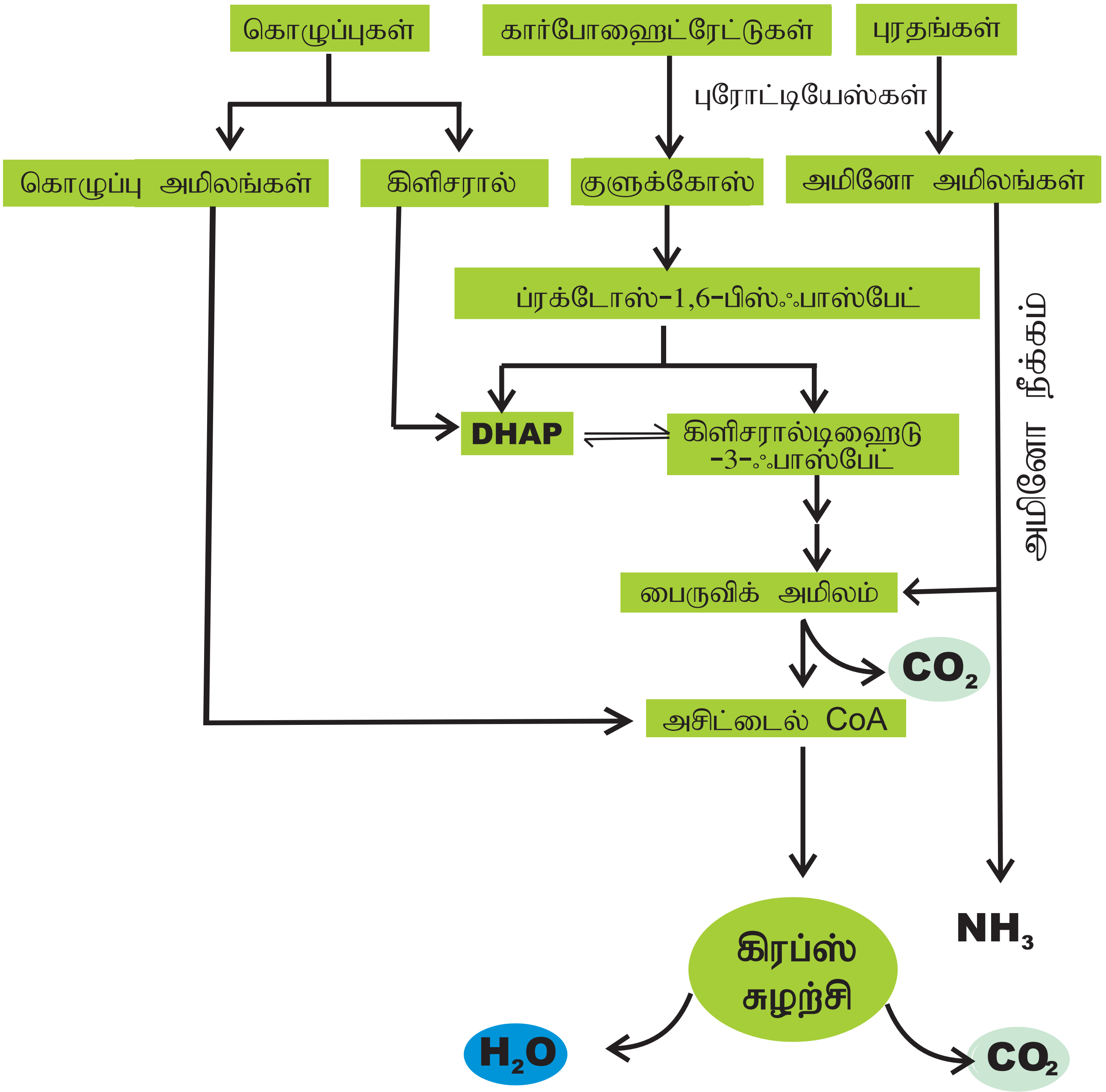
அ. கிரப்ஸ் சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்:

1. *TCA சுழற்சியானது ஆற்றலை ATP வடிவத்தில் தாவரங்களின் அனைத்து வளர்சிதை மாற்றங்களுக்கும் அளிக்கிறது.*
2. *பல்வேறு வளர்சேர்க்கை செயல்களை உருவாக்கும் கார்பன் சேர்மங்களின் மூலப் பொருளாகத் திகழ்கின்றன.*
3. *TCA சுழற்சியின் பல்வேறு இடைபொருள்கள் மீண்டும் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உட்பட்டு அமினோ அமிலங்கள், புரதங்கள் மற்றும் நியுக்ளிக் அமிலங்களை உருவாக்க உதவுகின்றன.*
4. *பச்சையங்கள், சைட்டோகுரோம், ஃபைட்டோகுரோம் மற்றும் பிற பிர்ரோல் பொருள்களுக்குத் தேவையான மூலப் பொருளாகச் சக்சினைல் CoA திகழ்கிறது.*
5. *α – கீட்டோகுளுட்டாரேட் மற்றும் ஆக்ஸாலோ அசிட்டேட் அமினோ ஒடுக்கமடைந்து அமினோ அமிலங்களாக உருவாகின்றன.*
6. *வளர்ச்சிதை மாற்ற இடை வினையின் மைய நிகழ்வாக இது திகழ்ந்து அதற்குரிய பொருள்களடங்கிய தேக்கிடமாகத் திகழ்கிறது.*

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 164 06-07-2018 14:38:59

ஆ. இரட்டை நிகழ்வுத் தன்மை (Amphibolic nature)

கிரப்ஸ் சுழற்சி என்பது ஒரு முதன்மையான சிதைவுச் செயல் ஆனால் இது பலவிதமான உயிர் சேர்மங்களின் உற்பத்தி வழித்தடத்திற்குத் தேவையான முன் மூலப் பொருள்களைத் தருவதுடன் சேர்க்கை வழித்தடத்திற்கு உதவும் விதத்தில் இருப்பதால் இந்நிகழ்வை இரட்டை நிகழ்வு என்றழைக்கப்படுகின்றன. இது கார்போஹைட்ரேட்டுகளை மட்டும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யாமல் கொழுப்பு மற்றும் புரதம் ஆகியவற்றையும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச் செய்யும். கொழுப்பு சுவாசத் தளப்பொருளாக இருந்தால் முதலில் கிளிசரால் மற்றும் கொழுப்பு அமிலமாக உடைகிறது. இந்தக் கிளிசரால் DHAP யாகவும் மற்றும் அசிட்டைல் CoA வாகவும் மாறுகிறது. இந்த அசிட்டைல் CoA கிரப்ஸ் சுழற்சியினுள் நுழைகிறது. புரதம் சுவாசத் தளப்பொருளாக இருந்தால் புரோட்டியேஸ் நொதியினால் அமினோ அமிலமாக உடைகிறது. இந்த அமினோ அமிலங்கள் அமினோ நீக்கத்திற்குப் பிறகு அதன் அமைப்பைப் பொருத்து பைருவிக் அமிலம் (அ) அசிட்டைல் CoA வழியாகக் கிரப்ஸ் சுழற்சியில் நுழைகிறது. இவ்வாறு



படம் 14.9 சுவாசித்தலின் மாற்று தளப்பொருள்கள்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 165 06-07-2018 14:38:59

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
>
> கார்போஹைட்ரேட் அல்லாத கார்பன் தளப்பொருளான புரதங்கள் மற்றும் லிப்பிடுகளிலிருந்து குளுக்கோஸ் உருவாக்கப்படும் நிகழ்ச்சி **குளுக்கோ நியோஜெனிசிஸ் (Gluconeogenesis)** எனப்படும்.

சுவாசத்தின் இடைப்பொருள்கள் உருவாக்கும் மற்றும் சிதைக்கும் வினைகளை இணையாக உள்ளது. எனவே அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள் மற்றும் கார்போஹைட்ரேட்டுகளை ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச்செய்ய உதவும் இறுதி பொது வழித்தடமாகச் சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சி திகழ்கிறது. எனவே சுவாச வழித்தடம் ஒரு இரட்டை நிகழ்வு வழித்தடமாக உள்ளது. (படம் 14. 9).

14.5.4 எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி (Electron Transport Chain (ETC)) (இறுதி ஆக்ஸிஜனேற்றம்)

LBUZKH

கிளைக்காலைசிஸ், இணைப்பு வினை மற்றும் கிரப்ஸ் சுழற்சி ஆகியவற்றின் சுவாசத் தளப்பொருட்கள் ஆக்சிஜனேற்றத்தின் போது பல படிநிலைகளில் இறுதியில் ஒடுக்க நிலையிலுள்ள இணை நொதிகளான NADH + H^+, $FADH_2$ ஆகியவை உருவாகின்றன. இந்த ஒடுக்க இணை நொதிகள் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உட்சவ்விற்கு கடத்தப்பட்டு மீண்டும் அங்கு ஆக்சிஜனேற்ற நிலையிலான இணை நொதிகளாக மாறி, எலக்ட்ரான்களையும், புரோட்டான்களையும் உண்டாக்குகின்றன. மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உட்சவ்வு விரல்கள் ஒத்த நீட்சிகளாக மேட்ரிக்ஸ் நோக்கி உட்புறமாக உள்ளன. இவை கிரிஸ்டே (cristae) என அழைக்கப்படுகின்றன. கிரிஸ்டே பகுதியில் ஆக்ஸிஸோம்கள் (F_1 துகள்கள்) நிறைய உள்ளன. அவை எலக்ட்ரான் கடத்தி கூறுகளைக் கொண்டுள்ளன. **பீட்டர் மிட்செல்லின்** (Peter Mitchell) **வேதி சவ்வூடு பரவல் கோட்பாட்டின்** (Chemiosmotic theory) படி ATP உருவாக்கம் எலக்ட்ரான் கடத்தல் வினையோடு இணைந்து நிகழ்கிறது. எலக்ட்ரான் மற்றும் ஹைட்ரஜன் (புரோட்டான்) கடத்தல் நான்கு வகையான பல்புரத கூட்டமைப்புகளின் (I–IV) மூலம் நடைபெறுகிறது. அவை பின்வருமாறு.

1. **கூட்டமைப்பு –I (NADH டிஹைட்ரஜினேஸ்).** இது ஹீம் அல்லாத இரும்பு சல்பர் புரதத்துடன் (Fe–S) இணைந்த ப்ளேவோபுரதம் **(FMN)** கொண்டது. மைடோகாண்ட்ரியத்தின் NADH + H^+ **(உட்புற)** லிருந்து யுபிகுயினோனுக்கு (UQ) எலக்ட்ரான்கள் புரோட்டான்கள் ஆகியவை இந்தக் கூட்டமைப்பின் உதவியால் நிகழ்கிறது.

$$NADH + H^+ + UQ \rightleftharpoons NAD^+ + UQH_2$$

இந்தக் கூட்டமைப்பைத் தவிர, **தாவரங்களின்** மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் உட்சவ்வின் வெளிப்புறப் பரப்பில் அமைந்த மற்றொரு NADH டிஹைட்ராஜினேஸ் **(வெளிப்புற)** கூட்டமைப்பு காணப்படுகிறது. இது சைட்டோபிளாசத்திலிருந்து வரும் NADH + H^+ களை ஆக்ஸிஜனேற்றமடையச் செய்யக் காரணமாக உள்ளது.

யுபிகுயினோன் (UQ) அல்லது இணை நொதி குயினோன் (Co Q) ஒரு சிறிய, லிப்பிடில் கரையும் எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் புரோட்டான் கடத்திகளாக மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உட்சவ்வினுள் அமைந்துள்ளது

2. **கூட்டமைப்பு II (சக்சினிக் டிஹைட்ராஜினேஸ்).** இது FAD ப்ளேவோ புரதம் ஹீம் அல்லாத இரும்பு சல்ஃபர் (Fe–S) புரதத்துடன் இணைந்த அமைப்பாகும். இந்தக் கூட்டமைப்பு, கிரப்ஸ் சுழற்சியில் உள்ள சக்சினேட்டிலிருந்து பியுமரேட்டாக மாறும் போது வெளியேறும் எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் புரோட்டான்களை எடுத்துகொண்டு யுபிகுயினோனுக்கு கடத்துகிறது.

$$\text{சக்சினேட்} + UQ \longrightarrow \text{பியுமரேட்} + UQH_2$$

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
>
> மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் யுபிகுயினோன் மற்றும் சைட்டோகுரோம் bc_1 கூட்டமைப்பும், பசுங்கணிகத்தின் ஒளிச்சேர்க்கை எலக்ட்ரான் கடத்தும் சங்கிலியில் உள்ள பிளாஸ்டோகுயினோன் மற்றும் சைட்டோகுரோம் b_6, f கூட்டமைப்பிற்கு முறையே அமைப்பிலும் மற்றும் செயலிலும் ஒத்து காணப்படுகின்றன.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 166 06-07-2018 14:38:59

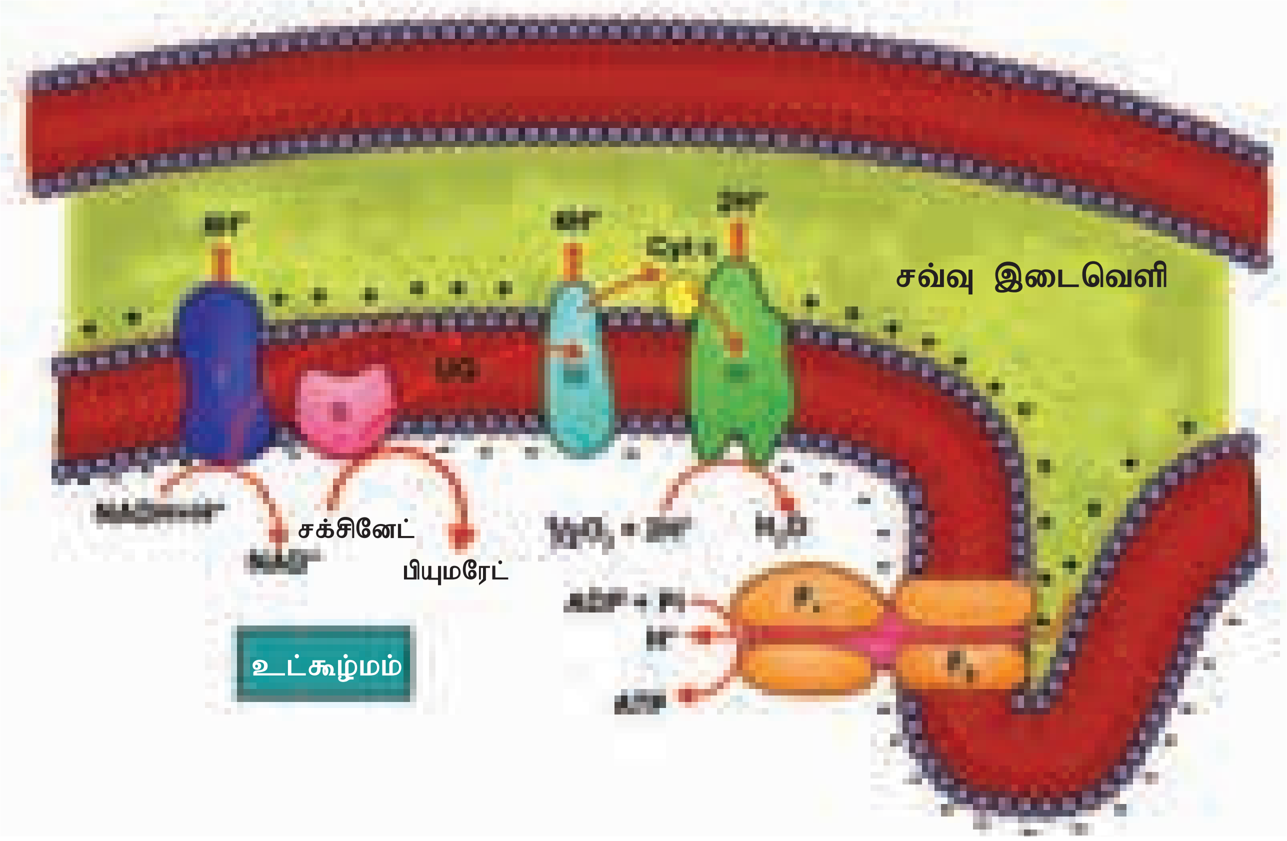
3 **கூட்டமைப்பு – *III* (சைட்டோகுரோம் bc_1 கூட்டமைப்பு).** இந்தக் கூட்டமைப்பு ஒடுக்க நிலையிலுள்ள யுபிகுயினோனை (யுபிகுயினால்) ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச் செய்து பின்னர் எலட்ரான்களை சைட்டோகுரோம் bc_1 கூட்டமைப்பிலிருந்து (இரும்பு சல்பர் மைய bc_1 கூட்டமைப்பு) சைட்டோகுரோம் c க்கு கடத்துகிறது. சைட்டோகுரோம் c ஒரு சிறிய புரதசேர்மமாகும். இது மைட்டோகாண்ட்ரிய உட்சவ்வின் வெளிப்பகுதியில் ஒட்டியுள்ளது அத்துடன் இது நகரும் கடத்தியாகத் திகழ்ந்து கூட்டமைப்பு *III* க்கும் கூட்டமைப்பு *IV* கிற்கும் இடையே எலக்ட்ரான்களை கடத்துகிறது.

$$UQH_2 + 2Cyt\ c_{\text{ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை}}$$
$$\Downarrow$$
$$UQ + 2Cyt\ c_{\text{ஒடுக்க நிலை}} + 2H^+$$

4. **கூட்டமைப்பு *IV* (சைட்டோகுரோம் c ஆக்ஸிடேஸ்)** இந்தக் கூட்டமைப்பு இரண்டு தாமிர மையங்கள் (*A* மற்றும் *B*) மற்றும் சைட்டோகுரோம்களான a மற்றும் a_3 ஆகியவற்றைக் கொண்டது. கூட்டமைப்பு IV என்பது இறுதி ஆக்ஸிடேஸ் ஆக இருப்பதுடன், இவை ½ O_2 மூலக்கூறுவை H_2O வாக ஒடுக்கமடையச் செய்பவை. இரண்டு புரோட்டான்கள் ஒரு மூலக்கூறுவான H_2O வை உருவாக்க தேவைப்படுகிறது (இறுதி ஆக்ஸிஜனேற்றம்.)

$$2Cyt\ c_{\text{ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை}} + 2H^+ + \tfrac{1}{2} O_2$$
$$\Downarrow$$
$$2Cyt\ c_{\text{ஒடுக்க நிலை}} + H_2O$$

ஒடுக்க நிலையிலுள்ள இணைநொதி NADH + H^+ லிருந்து ஆக்ஸிஜனுக்குக் கூட்டமைப்பு *I* முதல் IV வழியாக எலக்ட்ரான்கள் கடத்தப்படும்போது ADP யுடன் கனிம ஃபாஸ்பேட் (Pi) சேரும் போது ATP உருவாவதால் இந்த நிகழ்ச்சி **ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம்** எனப்படுகிறது. F_0F_1 – ATP சிந்தேஸ் (கூட்டமைப்பு V எனவும் கூறலாம்) நொதியில் F_0 மற்றும் F_1 என இரு துகள்கள் உள்ளன. மைட்டோகாண்ட்ரியா மாட்ரிக்ஸ்



படம் 14.10 எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி மற்றும் இறுதி ஆக்சிஜனேற்றம்

பகுதியில் உட்சவ்வில் உள்ள F_1 துகள் ADP மற்றும் Pi ஐ ATP யாக மாற்ற உதவுகிறது. F_0 துகள் உட்சவ்வில் பொதிந்த அமைப்பாக உள்ளது. இது புரோட்டான்களைச் சவ்வு இடைவெளி பகுதியிலிருந்து மேட்ரிக்ஸினுள் செலுத்த உதவும் கால்வாயாகச் செயல்புரிகிறது.

மைட்டோகாண்டிரியத்தினுள் ஒரு மூலக்கூறு NADH + H^+ ஆக்சிஜனேற்றமடையும் போது மூன்று ATP மூலக்கூறுகளும், ஒரு மூலக்கூறு $FADH_2$ ஆக்ஸிஜனேற்றமடையும் போது இரண்டு ATP மூலக்கூறுகளும் உருவாகின்றன. ஆனால் சைட்டோபிளாச வழியாக வரும் NADH + H^+ ஆக்ஸிஜனேற்றமடையும் போது வெளிப்புற NADH டிஹைட்ராஜினேஸ் மூலமாக 2 ATP மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன. ஆகையால், கிளைக்காலைசிஸ் நிகழ்விலிருந்து தோன்றும் இரண்டு ஒடுக்க இணை நொதிகளான NADH + H^+ மூலக்கூறுகள், வெளி மைட்டோகண்ட்ரிய பகுதியில் 6 ATP மூலக்கூறுகளுக்குப் பதிலாக 4 ATP மூலக்கூறுகள் உருவாக்குகிறது (படம் 14.10). வேதி சவ்வூடு பரவல் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் மைட்டோகாண்ட்ரிய ATP உற்பத்தி விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கோட்பாட்டின் படி மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உட்சவ்வில் உள்ள எலக்ட்ரான் கடத்திகள் புரோட்டான்களை (H^+) கடத்துவதற்கு அனுமதிக்கின்றன. ஒரு ATP உருவாக்கத்திற்கு 3 புரோட்டான்கள் தேவைப்படுகின்றன. சைட்டோபிளாச வழி வந்த NADH + H^+ இறுதி ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையில் முதல் பாஸ்பரிகரண இடத்தைத் தாண்டிப் புறவழி மூலம் மைட்டோகாண்ட்ரியம், எலக்ட்ரான் கடத்தி சங்கிலி மூலம் கடத்தும் போது இரண்டு ATP மூலக்கூறுகளை மட்டுமே உருவாக்க இயலும். ஆனால், விலங்கு செல்களில் மாலேட் திருப்புசெயல் (Malate shuttle system) என்ற அமைப்பு இருப்பதால் சைட்டோபிளாச வழிவந்த (கிளைக்காலைசிஸ்) NADH + H^+ ஆனது 3 ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகிறது.

தாவரங்களில் ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறானது காற்று சுவாசித்தலின் போது முழுவதுமாக ஆக்சிஜனேற்றமடையும் போது ***36 ATP மூலக்கூறுகள்*** உருவாதலை அட்டவனை 14.2 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு ஆற்றல் மிகுந்த ATPகளை அதிக அளவில் மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் உருவாக்குவதால் இவை **செல்லின் ஆற்றல் நிலையம்** (Power house of the cell) என அழைக்கப்படுகின்றன. காற்று சுவாசிகளாக உள்ள புரோகேரியோட்டுகளில் மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் இல்லாததால் ஒவ்வொரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறும் 38 ATP மூலக்கூறுகளை உருவாக்க இயலும்

தற்போதைய பார்வை:

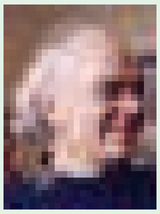
மைட்டோகாண்ட்ரியத்தில் உருவான ATP க்கள் சைட்டோபிளாசத்தை அடைந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு கடத்தப்படும் போது நிகழும் ஆற்றல் இழப்பைக் கணக்கில் கொண்டால், ஒரு NADH + H^+ லிருந்து 2.5 ATP யாகவும். ஒவ்வொரு $FADH_2$ லிருந்து 1.5 ATP யாகவும் கருத வேண்டும் என்பதே அண்மைக்கால ஆய்வாகும். எனவே தாவரச் செல்களில் ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் காற்று சுவாசத்தினால் முழுமையாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையும் போது நிகர லாபம் 30 ATP மூலக்கூறுகளாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். ஆனால் விலங்கு செல்லைப் பொருத்தமட்டில் மாலேட் ஷட்டில் அமைப்பு இருப்பதால். நிகர லாபம் 32 ATP மூலக்கூறுகளைத் தருகிறது.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

பழுக்கும் பழங்களின் அசாதாரணச் சுவாச வீத அதிகரிப்பு **வீரிய சுவாசம்** (climacteric) எனப்படும் எடுத்துக்காட்டு: ஆப்பிள், வாழை, மா, பப்பாளி, பேரி.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

சையனைடு எதிர்ப்பு சுவாசித்தலானது கனிகளில் வீரிய சுவாசித்தலுக்கு காரணமாக நம்பப்படுகிறது. சையனைடு எதிர்ப்பு சுவாசித்தல் வெப்பத்திசுக்களில் வெப்பத்தை உற்பத்தி செய்பவையாக அறியப்பட்டுள்ளன. வெப்பத்திசுக்களில் வெப்பத்தை உற்பத்தி செய்யும் அளவு 51°C க்கும் அதிகமாக இருக்ககலாம்.



மைட்டோகாண்ட்ரியத்தில் நிகழும் ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரண இணைவுச் செயலைக் கண்டறிந்தமைக்காக பீட்டர் மிட்செல் என்ற இங்கிலாந்து உயிர் வேதியலாலருக்கு 1978–ல் வேதியலுக்கான நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 168 06-07-2018 14:38:59

அட்டவணை 14.2 காற்று சுவாசத்தின் போது ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் உருவாக்கும் நிகர மூலக்கூறுகளின் அளவு

நிலைகள்	CO_2	ATP	ஒடுக்க நிலையிலுள்ள NAD^+	ஒடுக்க நிலையிலுள்ள FAD	மொத்த ATP உற்பத்தி
கிளைக்காலைசிஸ்	0	2	2 (2x2=4)	0	6
இணைப்பு வினை	2	0	2 (2x3=6)	0	6
கிரப்ஸ் சுழற்சி	4	2	6 (6x3=18)	2 (2x2=4)	24
மொத்தம்	**6**	**4ATP கள்**	**28ATP கள்**	**4ATP கள்**	**36ATP கள்**

எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி அடக்கிகள்:

1. *2, 4 DNP* **(டைநைட்ரோஃபீனால்)**- இது ADPயிலிருந்து ATP உருவாவதைத் தடைசெய்கிறது ஏனெனில் Co Q விலிருந்து வரும் எலக்ட்ரான்களை நேரடியாக O_2 விற்கு எடுத்துச் செல்கிறது.

2. **சயனைடு**- சைட்டோகுரோம் a_3 லிருந்து O_2 விற்கு கடத்தப்படும் எலக்ட்ரான்களை தடைசெய்கிறது.

3. **ரொடினோன்**- NADH + H^+/$FADH_2$ லிருந்து Co Q விற்கு செல்லும் எலக்ட்ரான்களை தடை செய்கிறது.

4. **ஒலிகோமைசின்** - ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணத்தை தடைசெய்கிறது.

14.6 சுவாச ஈவு (Respiratory Quotient)

சுவாசித்தலின் போது வெளியிடும் கார்பன் டை ஆக்சைடு அளவுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் ஆக்ஸிஜன் அளவுக்கும் உள்ள விகிதமே **சுவாச ஈவு** அல்லது **சுவாச விகிதம்** எனப்படும். சுவாச தளப்பொருள்களின் தன்மை மற்றும் அதன் ஆக்சிஜனேற்றத்தை பொருத்து சுவாச ஈவு மதிப்பு மாறுபடும்.

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

1. சுவாசத் தளப்பொருள் கார்போஹைட்ரேட் எனில் காற்று சுவாசித்தலின் போது முழுவதுமாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து சுவாச ஈவு மதிப்பு ஒன்றுக்குச் சமமாக உள்ளது

$$\underset{\text{குளுக்கோஸ்}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2\uparrow + 6H_2O + \text{ஆற்றல்}$$

$$\text{குளுக்கோஸ் சுவாச ஈவு} = \frac{6 \text{மூலக்கூறுகள் } CO_2}{6 \text{ மூலக்கூறுகள் } O_2}$$

$$= 1 \text{ (ஒன்று)}$$

2. காற்றிலாச் சுவாசித்தலின் போது கார்போஹைட்ரேட் சுவாசத் தளப்பொருள் எனில் முழுமையற்று ஆக்ஸிஜனேற்றமடையும் போது சுவாச ஈவு மதிப்பு முடிவிலியாக உள்ளது.

$$\underset{\text{குளுக்கோஸ்}}{C_6H_{12}O_6} \longrightarrow 2CO_2\uparrow + \underset{\text{எத்தில் ஆல்கஹால்}}{2C_2H_5OH} + \text{ஆற்றல்}$$

$$\left.\begin{matrix}\text{காற்றிலா நிலையில்}\\ \text{குளுக்கோஸ் சுவாச ஈவு}\end{matrix}\right\} = \frac{2 \text{ மூலக்கூறுகள் } CO_2}{\text{சுழி மூலக்கூறு } O_2}$$

$$= \infty \text{ (முடிவிலி)}$$

3. சில சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களான *ஒபன்ஷியா, பிரையோஃபில்லம்* ஆகியவற்றில் கார்போஹைட்ரேட் பகுதியாக ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து கரிம அமிலமாகக் குறிப்பாக மாலிக் அமிலமாக மாறுவதால் இச்சுவாசத்தில் CO_2 வெளியிடுவதில்லை ஆனால் O_2 பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் சுவாச ஈவு மதிப்பு சுழியாக உள்ளது.

$$\underset{\text{குளுக்கோஸ்}}{2C_6H_{12}O_6} + 3O_2 \longrightarrow \underset{\text{மாலிக் அமிலம்}}{3C_4H_6O_5} + 3H_2O + \text{ஆற்றல்}$$

$$\begin{matrix}\text{சதைப்பற்றுள்ள}\\ \text{தாவரங்களில் குளுக்கோஸ்}\\ \text{சுவாச ஈவு}\end{matrix} = \frac{\text{சுழி மூலக்கூறு } CO_2}{3 \text{ மூலக்கூறுகள் } O_2}$$

$$= 0 \text{ (சுழி)}$$

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 169 06-07-2018 14:39:00

4. சுவாசத் தளப்பொருள் புரதம் அல்லது கொழுப்பு எனில் சுவாச ஈவு மதிப்பு ஒன்றை விடக் குறைவு.

$2(C_{51}H_{98}O_6)+145O_2 \longrightarrow 102CO_2\uparrow+98H_2O+$ஆற்றல்
ட்ரைபால்மிடின்(கொழுப்பு)

ட்ரைபால்மிடின் சுவாச ஈவு $= \dfrac{102 \text{ மூலக்கூறுகள் } CO_2}{145 \text{ மூலக்கூறுகள் } O_2}$

= 0.7 (ஒன்றை விடக் குறைவு)

5. சுவாசத் தளப்பொருள் ஒரு கரிம அமிலமாக இருந்தால் சுவாச ஈவு மதிப்பு ஒன்றை விட அதிகமாக இருக்கும்.

$C_4H_6O_5+3O_2 \longrightarrow 4CO_2\uparrow+3H_2O+$ஆற்றல்
மாலிக் அமிலம்

மாலிக் அமிலம் சுவாச ஈவு $= \dfrac{4 \text{ மூலக்கூறுகள் } CO_2}{3 \text{ மூலக்கூறுகள் } O_2}$

= 1.33 (ஒன்றை விட அதிகம்)

சுவாச ஈவின் முக்கியத்துவம்

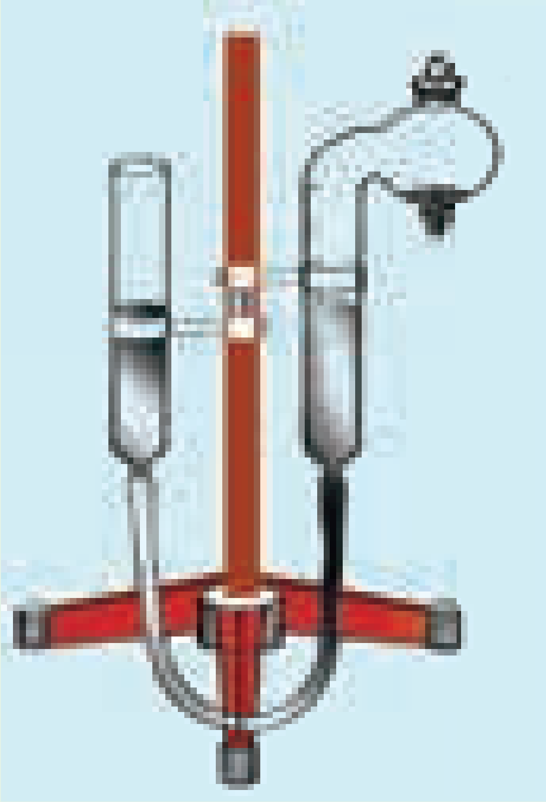
1. உயிருள்ள செல்களில் காற்று அல்லது காற்றிலாச் சுவாசித்தல் எந்த வகையான சுவாசித்தல் நடைபெறுகிறது என்பதைக் குறிக்கிறது.
2. எந்த வகையான சுவாசத் தளப்பொருள் பயன்படுகிறது என்பதை அறிந்து கொள்ள முடிகிறது.

சில மற்ற தளப்பொருள்களின் சுவாச ஈவு மதிப்புகள்

புரதங்கள்	:	0.8–0.9
ஒலியிக் அமிலம்(கொழுப்பு)	:	0.71
பால்மிடிக் அமிலம் (கொழுப்பு)	:	0.36
டார்டாரிக் அமிலம்	:	1.6
ஆக்ஸாலிக் அமிலம்	:	4.0

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

பல தாவரப் பகுதிகளில் சிவப்பு நிறம் இருக்கக் காரணம் ஆந்தோசயனின் இருப்பதால், இதனை உருவாக்க CO_2 வெளியேறுவதைக் காட்டிலும் அதிக அளவு O_2 வை பயன்படுத்திக் கொள்வதால் சுவாச ஈவு மதிப்பு ஒன்றை விடக் குறைவு.



சுவாசித்தல் மற்றும் சுவாச ஈவு ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் சாதனம் கேனாங்கின் சுவாசக் கணக்கீட்டு கருவி எனப்படுகிறது.

காற்று சுவாசத்தின் போது CO_2 வெளியிடுவதை நிரூபிக்கும் ஆய்வு

ஏதாவது விதையினை (நிலக்கடலை அல்லது மொச்சை விதைகள்) சிறிதளவு எடுத்து ஊறவைத்து முளைத்தலுக்கு உட்படுத்த வேண்டும். முளைத்தலுக்கு பின் கூம்புக்குடுவையினுள் வைக்க வேண்டும். புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட 4 ml பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு (KOH) கரைசலைச் சிறிய கண்ணாடி குடுவையில் எடுத்துக் கூம்புக் குடுவையினுள் நூலின் உதவியால் தொங்க விட்டு ஒரு துளை தக்கையினால் இறுக்கமாக மூட வேண்டும். வளைக்கப்பட்ட கண்ணாடி குழாயை எடுத்துச் சிறிய முனைப்பகுதியை தக்கையில் உள்ள துளை வழியாகக் கூம்புக்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 170 06-07-2018 14:39:00

குடுவையினுள்ளும், பெரிய முனைப்பகுதியை நீர் நிரப்பிய பீக்கரினுள்ளும் மூழ்கியிருக்குமாறு வைக்க வேண்டும். வளைக்கப்பட்ட கண்ணாடி குழாயின் ஆரம்ப நிலையின் நீரின் அளவினைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த அமைப்பினை இரண்டு மணி நேரத்திற்கு வைத்திருந்து விதைகளை முளைக்க விட வேண்டும். இரண்டு மணி நேரத்திற்கு பிறகு, கண்ணாடி குழாயில் நீரின் அளவு உயர்கிறது. ஏனெனில் காற்று சுவாசத்தின் போது முளைக்கப்பட்ட விதைகளால் CO_2 வெளியேறுவதால் KOH கரைசலால் உறிஞ்சப்படுவதால் நீரின் அளவு கண்ணாடி குடுவையினுள் உயர்கிறது.

$$CO_2 + 2KOH \longrightarrow K_2CO_3 + H_2O$$

படம் 14.11 காற்று சுவாசத்தின் போது CO_2 வெளியிடுவதை நிரூபித்தல்

நிலக்கடலை அல்லது மொச்சை விதைகளில் உயர்த்தப்படும் நீரானது குறைவாகக் காணப்படும் ஏனெனில் இந்த விதைகள் கொழுப்பு மற்றும் புரதத்தினைச் சுவாசத் தளப்பொருளாக பயன்படுத்துவதால் மிகச் சிறிய அளவு CO_2 வெளிப்படுகிறது. ஆனால் கோதுமை விதைகளில் உயர்த்தப்படும் நீரின் அளவு அதிகமாகக் காணப்படும் ஏனெனில் கார்போஹைட்ரேட்டை சுவாசத் தளப்பொருளாக பயன்படுத்துவதால். கார்போஹைட்ரேட்டுகளை தளப்பொருளாக பயன்படுத்துவதால் சமமான வீதத்தில் CO_2 வெளியேற்றமும் O_2 பயன்பாடும் நடைபெறும்.

செயல்பாடு

ஆய்வுக்குழலை எடுத்து அதில் சில முளைக்கும் விதைகள் நிரப்பி நீரினையும் சேர்க்க வேண்டும். இந்த ஆய்வுக் குழலினை CO_2 வெளியேற்றம் நடைபெறும் வரை சிறிது நேரம் வரை வைத்திருக்கவும். சுவாசித்தலின் போது வெளியேறும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு நீருடன் கலந்து கார்போனிக் அமிலமாக (H_2CO_3) மாறுகிறது. எனவே அதிகமான கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வெளியேறுவதால் கரைசல் அதிக அமிலத்தன்மையை உருவாக்குகிறது. நீங்கள் pH தாள் நிறம்காட்டியை பயன்படுத்தி நீல லிட்மஸ் சிவப்பாக மாறுவதைக் கண்டறியலாம்.

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

14.7 காற்றிலா சுவாசித்தல்

14.7.1 நொதித்தல்

சில உயிரினங்கள் ஆக்ஸிஜன் அற்ற நிலையில் சுவாசிக்கிறது. இந்த நிகழ்ச்சி **நொதித்தல்** அல்லது **காற்றிலா சுவாசித்தல்** எனப்படும் (படம் 14.12). மூன்று வகையான நொதித்தல் உள்ளது.

1. ஆல்கஹாலிக் நொதித்தல்
2. லாக்டிக் அமில நொதித்தல்
3. கலப்பு அமில நொதித்தல்

LC18YD

1. ஆல்கஹாலிக் நொதித்தல்

நீர் தேங்கிய மண்ணில் உள்ள வேர்களின் செல்களில் ஆல்கஹாலிக் நொதித்தல் முறையில் சுவாசிக்கிறது ஏனெனில் ஆக்சிஜன் அற்ற சூழலில் பைருவிக் அமிலம் எத்தில் ஆல்கஹால் மற்றும் CO_2 வாக மாறுகிறது. ஈஸ்ட்டின் (சக்காரோமைசிஸ்) பல சிற்றினங்களில் காற்றிலா முறையிலும் சுவாசித்தல் நடைபெருகிறது. இந்த வினை இரண்டு படி நிலைகளில் நடைபெருகிறது.

(i) $2CH_3COCOOH \xrightarrow[\text{TPP}]{\text{பைருவேட் டிகார்பாக்ஸிலேஸ்}} 2CH_3CHO + 2CO_2\uparrow$

பைருவிக் அமிலம் → அசிட்டால்டிஹைடு

(ii) $2CH_3CHO + 2NADH + 2H^+ \xrightarrow{\text{பைருவேட் டிஹைட்ராஜினேஸ்}} 2CH_3CH_2OH + 2NAD^+$

அசிட்டால்டிஹைடு → எத்தில் ஆல்கஹால்

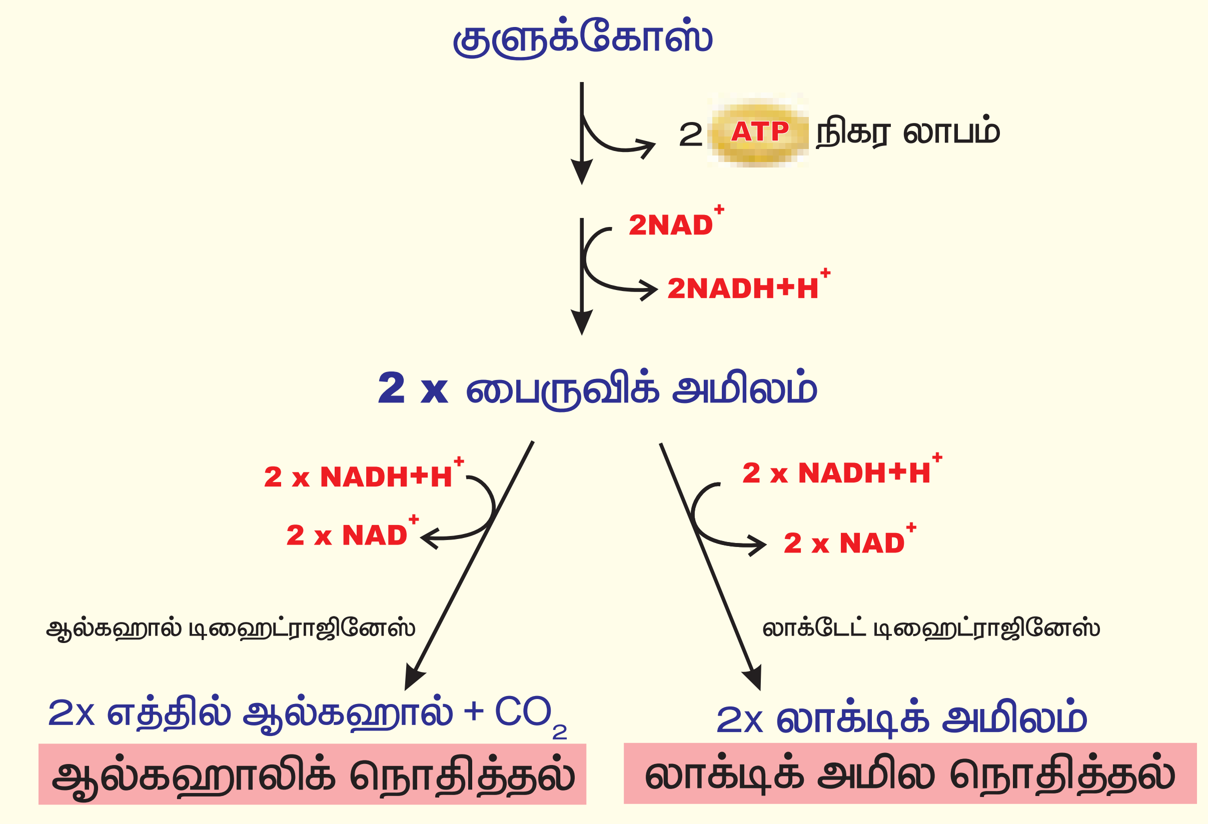
TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 171 06-07-2018 14:39:00

ஆல்கஹாலிக் நொதித்தலின் தொழிற்சாலைப் பயன்கள்

1. ரொட்டி, கேக், பிஸ்கட்டுகள் தயாரிப்பதற்குப் பேக்கரிகளில் பயன்படுகிறது.
2. ஒயின் மற்றும் ஆல்கஹாலிக் மதுபானங்கள் தயாரிக்க மதுபானத் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது
3. வினிகர், மற்றும் டானின்கள் தோல் தொழிற்சாலைகளிலும்பயன்படுத்தப்படுகிறது.
4. எத்தனாலிருந்து கேசோஹால் (பிரேசிலில் கார்களில் பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருள்) தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அட்டவணை 14.3 ஆல்கஹாலிக் நொதித்தல் மற்றும் லாக்டிக் அமில நொதித்தல் ஓர் ஒப்பீடு

ஆல்கஹாலிக் நொதித்தல்	லாக்டிக் அமில நொதித்தல்
1. பைருவிக் அமிலத்திலிருந்து ஆல்கஹால் மற்றும் CO_2 உருவாகிறது	பைருவிக் அமிலத்திலிருந்து லாக்டிக் அமிலம் உருவாகிறது. CO_2 உருவாவதில்லை
2. இது இரண்டு படி நிலைகளில் நடைபெறுகிறது	இது ஒரு படி நிலையில் நடைபெறுகிறது
3. பைருவேட் டிகார்பாக்ஸிலேஸ் நொதியுடன் இணைந்த Mg^{++} மற்றும் ஆல்கஹால் டிஹைட்ராஜினேஸ் இதில் இரண்டு நொதிகள் பங்குகொள்கிறது.	லாக்டேட் டிஹைட்ராஜினேஸ் நொதியுடன் இணைந்த Zn^{++} ஒரு நொதியை இது பயன்படுத்துகிறது
4. அசிட்டால்டிஹைடு ஒரு இடைநிலை சேர்மமாக உருவாகிறது	எவ்வித இடைநிலை சேர்மங்களும் உருவாவதில்லை
5. இது ஈஸ்ட்டில் பொதுவாக நடைபெறும்	பாக்டீரியா, சில பூஞ்சைகள் மற்றும் முதுகு நாணுள்ளவைகளின் தசைகளில் நடைபெறுகிறது.



படம் 14.12 காற்றிலா சுவாசித்தல்

2. லாக்டிக் அமில நொதித்தல்

சில பாக்டீரியங்கள் (பேசில்லஸ்), பூஞ்சை மற்றும் முதுகெலும்பிகளின் தசைகளில் பைருவிக் அமிலத்திலிருந்து லாக்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது (படம் 14. 3).

$$2CH_3COCOOH + 2NADH + 2H^+$$
பைருவிக் அமிலம்

↓ லாக்டேட் டிஹைட்ராஜினேஸ்

$$2CH_3CHOHCOOH + 2NAD^+$$
லாக்டிக் அமிலம்

3. கலப்பு அமில நொதித்தல்

இந்தவகைநொதித்தல்எண்டிரோபாக்டீரியேசியின் சிறப்பு பண்பு. நொதித்தலின் விளைவாக லாக்டிக் அமிலம், எத்தனால், ஃபார்மிக் அமிலம் வாயுக்களான CO_2 மற்றும் H_2 உருவாகின்றன.

காற்றிலா சுவாசித்தலின் பண்புகள்

1. காற்று சுவாசத்தை விடக் காற்றிலா சுவாசித்தல் குறைந்த திறனுடையவை (படம் 14.12) (அட்டவணை 14. 4).

2. ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸிலிருந்து குறைந்த எண்ணிக்கையுடைய ATP மூலக்கூறுகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது (அட்டவணை 14. 5).

3. CO_2 உருவாக்கம் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கையில் கார்பன் நிலைநிறுத்தப்படுதல் போன்றவற்றிற்கு இது பயன்படுகிறது.

அட்டவணை 14.4 கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் நொதித்தல் ஓர் ஒப்பீடு

கிளைக்காலைசிஸ்	நொதித்தல்
1. குளுக்கோஸ் பைருவிக் அமிலமாக மாறுகிறது.	பைருவிக் அமிலத்தில் தொடங்கி ஆல்கஹால் அல்லது லாக்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது.
2. ஆக்சிஜன் உள்ள அல்லது ஆக்சிஜன் அற்ற சூழல்களிலும் நடைபெறுகிறது.	ஆக்சிஜன் அல்லாத சூழலில் நடைபெறுகிறது.
3. நிகர லாபம் 2 ATP.	நிகர லாப ATP மூலக்கூறுகள் இல்லை.
4. 2 NADH + H^+ மூலக்கூறுகள் உருவாகிறது.	2 NADH + H^+ மூலக்கூறுகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

- நுண்ணுயிரிகள் காற்றிலா முறையில் சுவாசிப்பது ஏன்?
- உயர் தாவரங்களில் காற்றிலா முறையில் சுவாசித்தல் நடைபெறுமா?

அட்டவணை 14.5 கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் காற்றிலா சுவாசித்தலின் போது ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸிலிருந்து உருவாகும் நிகர மூலக்கூறுகள்

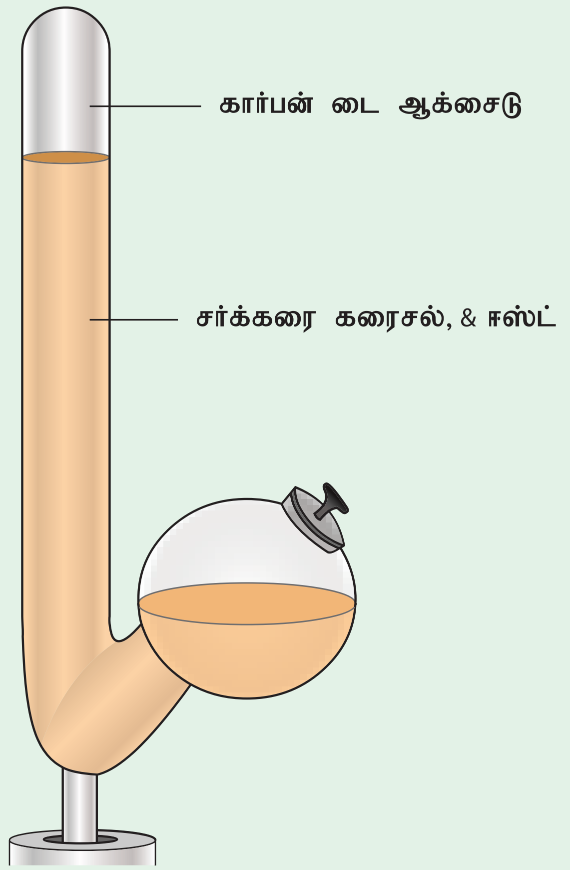
நிலைகள்	தளப்பொருள் ATP உருவாக்கம்	ஒடுக்க NAD^+	மொத்தம் ATP
கிளைக்காலைசிஸ்	2	2*	8
காற்றிலா சுவாசித்தல்	2	2 ஒடுக்க NAD^+ மீண்டும் ஆக்ஸிஜனேற்றம்	2

*** ஒரு ஒடுக்க NAD^+ மூன்று ATP மூலக்கூறுகளுக்குச் சமமானது**

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 173 06-07-2018 14:39:00

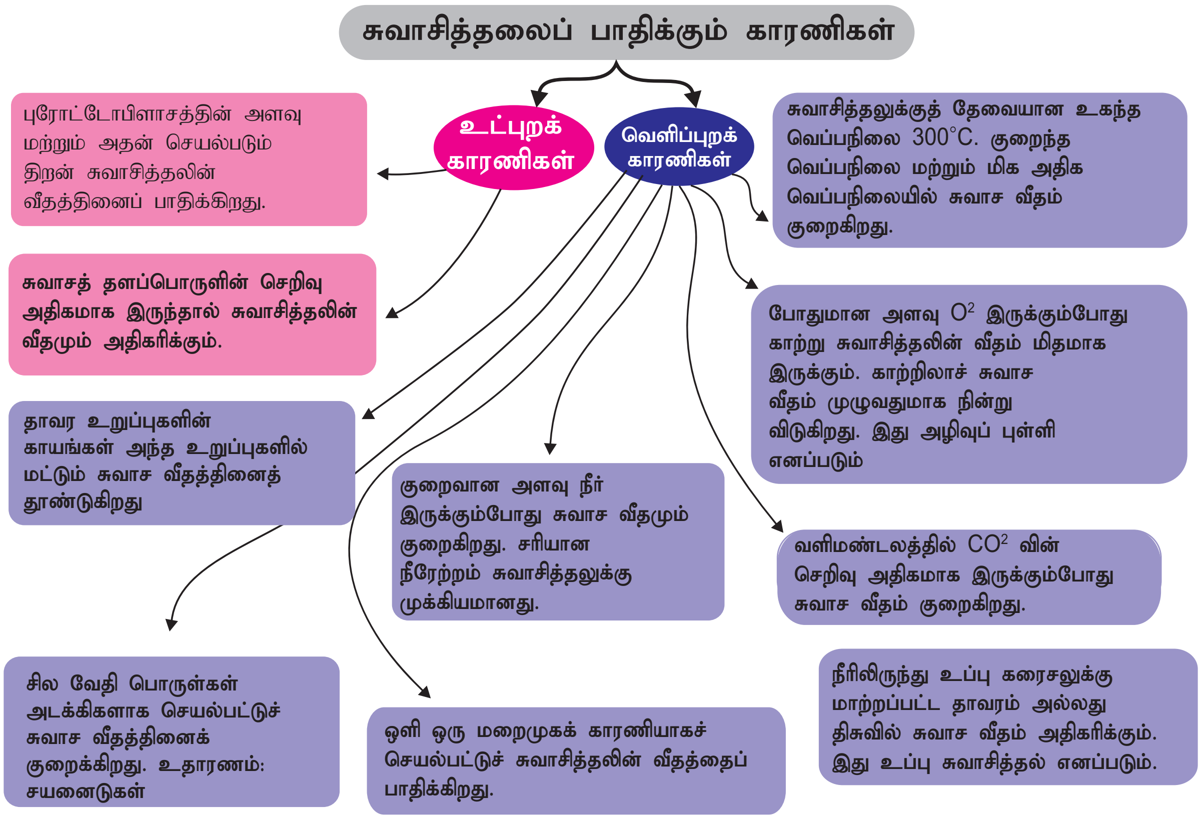
ஆல்கஹாலிக் நொதித்தலை நிரூபித்தல்

கூன் குடுவை நொதித்தல் குழாயை எடுத்துக் கொள். இதில் நேராக அமையப் பெற்ற கண்ணாடி குழாய் மற்றும் பக்கவாட்டுக் குழாய் கண்ணாடி குழியுடன் முடிவடைந்தது. 10% சர்க்கரை கரைசல் ரொட்டி ஈஸ்ட்டுடன் சேர்த்து நொதித்தல் குழாயுடன் நிரப்பிப் பஞ்சு அடைப்பானால் மூடிவிடவும். சில நிமிடத்திற்குப் பிறகு குளுக்கோஸ் கரைசல் நொதித்தலுக்கு உட்படுகிறது. கரைசலில் ஆல்கஹால் மணம் வெளிப்படுகிறது. கண்ணாடி தண்டில் உள்ள கரைசலின் மட்டம் குறைகிறது. CO_2 வாயு சேகரிக்கப்படுவதால். ஈஸ்டில் உள்ள சைமேஸ் நொதியானது குளுக்கோஸ் கரைசலை ஆல்கஹால் மற்றும் CO_2 ஆக மாற்ற உதவுகிறது. தற்போது KOH படிகத்தினைக் குழாய்க்குள் செலுத்தும்போது KOH, CO_2 ஐ உறிஞ்சி குழாயில் உள்ள கரைசலின் மட்டம் உயருகிறது (படம் 14.17).



படம் 14.13 கூன் குடுவை நொதித்தல் ஆய்வு

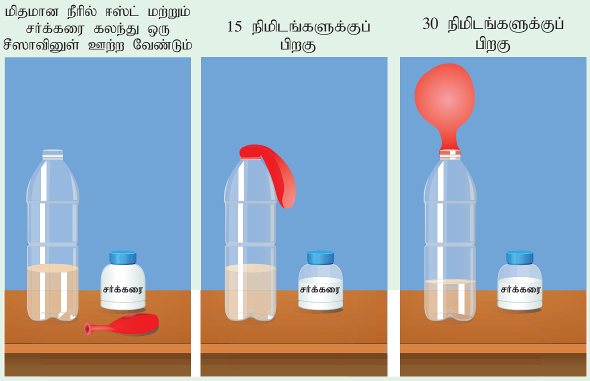
14.8 சுவாசித்தலைப் பாதிக்கும் காரணிகள்



செயல்பாடு

சீஸாவில் மிதமான சூடான தண்ணீரை நிரப்பி அதனுள் ரொட்டி ஈஸ்ட்டுடன் சர்க்கரையைக் கலந்து எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். சில மணி நேரத்திற்குப் பிறகு நீர்குமிழிகள் ஈஸ்ட் செயல்பாட்டினால் CO_2 வாக உருவாகிறது. பலூனை எடுத்துச் சீஸாவின் வாயில் பொருத்த வேண்டும். 30 நிமிடத்திற்குப் பிறகு பலூன் நேராக நிற்பதைக் காணமுடிகிறது. (படம் 14.14)

பலூன் ஏன் நேராக நிற்கிறது?



படம் 14.14 காற்று பலூன் செயல்பாடு

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

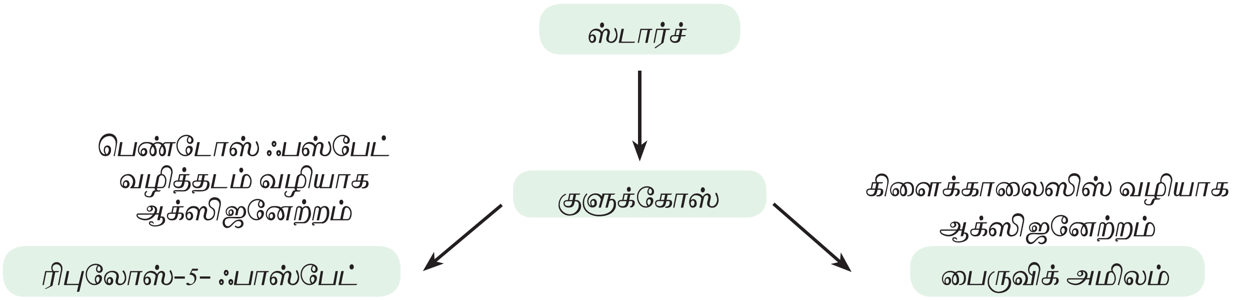
ஆல்கஹால் மதுபானங்களான பீர் மற்றும் ஒயின் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?

முளைக்க வைத்த பார்லி மற்றும் திராட்சை நொதித்தலின் வாயிலாக பைருவேட் எத்தனாலாக மாறுகிறது. ஈஸ்ட் காற்றிலாச் சூழலில் இந்த நிகழ்ச்சியின் கீழ் எத்தனாலின் செறிவினை அதிகரிக்கிறது. செறிவு அதிகரிக்கும் போது இதன் நச்சு விளைவு ஈஸ்ட் செல்களை அழித்து, மிஞ்சியவை முறையே பீர் மற்றும் ஒயின் எனப்படுகிறது.

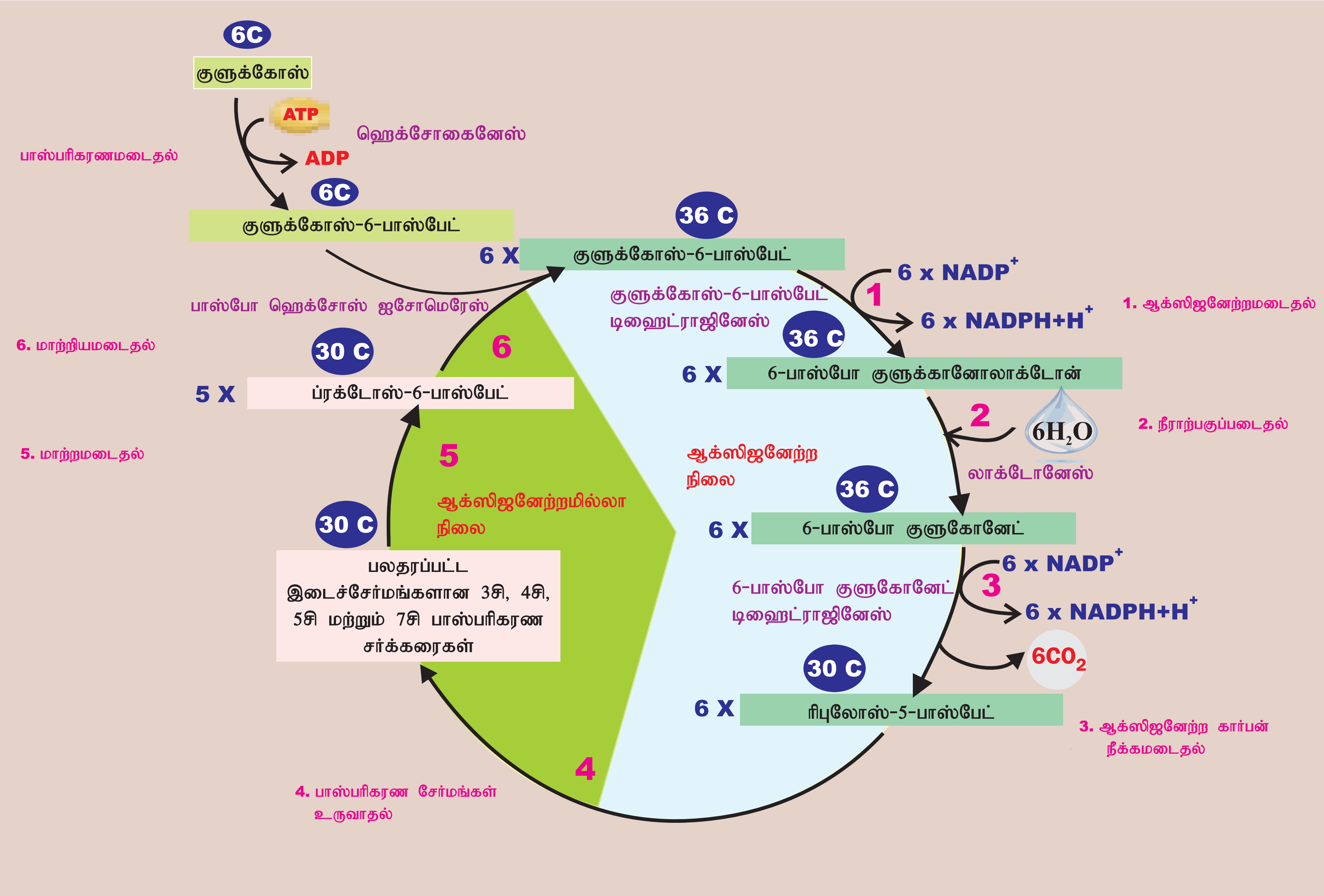
14.9 பென்டோஸ் ஃபாஸ்பேட் வழித்தடம் [பாஸ்போ குளுக்கோனேட் வழித்தடம்]

சுவாசித்தலின் போது சைட்டோசோலில் குளுக்கோஸ் உடைவது கிளைக்காலைசிஸ் (2/3 பகுதி) மற்றும் ஆக்ஸிஜனேற்ற பென்டோஸ் ஃபாஸ்பேட் வழித்தடம் (1/3 பகுதி) ஆகிய இரண்டிலும் நடைபெறுகிறது. பென்டோஸ் ஃபாஸ்பேட் வழித்தடம் **வார்பர்க், டிக்கன்ஸ், லிப்மேன்** (1938) என்பவர்களால் கண்டறியப்பட்டது. எனவே இது **வார்பர்க்-டிக்கன்ஸ்-லிப்மேன் வழித்தடம்** எனவும் அழைக்கப்படும். இது முதிர்ந்த தாவரச் செல்களின் சைட்டோபிளாசத்தில் நடைபெறுகிறது. இது குளுக்கோஸ் சிதைவடையும் மாற்று வழிப்பாதை (படம் 14.15).

ஹெக்சோஸ் மானோ ஃபாஸ்பேட் ஷண்ட் (Hexose Mono phosphate Shunt-(HMP Shunt)) அல்லது நேரடி ஆக்ஸிஜனேற்ற வழித்தடம் எனவும் அழைக்கப்படும். இதில் இரண்டு நிலைகள் காணப்படுகிறது. ஆக்சிஜனேற்ற நிலை மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றமில்லா நிலை. ஆக்சிஜனேற்ற நிகழ்ச்சியில் ஆறு மூலக்கூறுகளான ஆறு கார்பன் கொண்ட குளுக்கோஸ்-6-ஃபாஸ்பேட் ஆனது ரிபுலோஸ்-5-ஃபாஸ்பேட்டாக மாற்றமடையும் போது $6CO_2$ மூலக்கூறுகள் மற்றும் 12 NADPH + H^+ (NADH இல்லை) உருவாக்கப்படுகிறது. பின்பு நடைபெறும் வினைகள் ஆக்ஸிஜனேற்றமில்லா வினையாகும். இதில் ரிபுலோஸ்-5-ஃபாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் பலதரப்பட்ட இடைப்பொருள்களான ரைபோஸ்-



படம் 14.15 HMP ஷண்ட் மற்றும் கிளைக்காலைசிஸ் வழித்தடத்தில் குளுக்கோஸின் பாதை



படம் 14.16 பெண்டோஸ் ஃபாஸ்பேட் வழித்தடம் அல்லது HMP ஷண்ட்

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 176
06-07-2018 14:39:01

5-ஃபாஸ்பேட்(5C). சைலுலோஸ் 5-ஃபாஸ்பேட்(5C), கிளிசரால்டிஹைடு-3-ஃபாஸ்பேட்(3C), செடோஹெப்டுலோஸ்-7-ஃபாஸ்பேட்(7C) மற்றும் எரித்ரோஸ்-4-ஃபாஸ்பேட்(4C) உருவாகிறது. இறுதியாக ஐந்து மூலக்கூறுகளான குளுக்கோஸ்-6-ஃபாஸ்பேட் மீண்டும் இந்த வழித்தடத்தில் உருவாகிறது (படம் 14.16). இதன் ஒட்டுமொத்த வினை பின்வருமாறு:

6 x குளுக்கோஸ்-6-ஃபாஸ்பேட் + 12NADP^{+} + 6H$_2$O

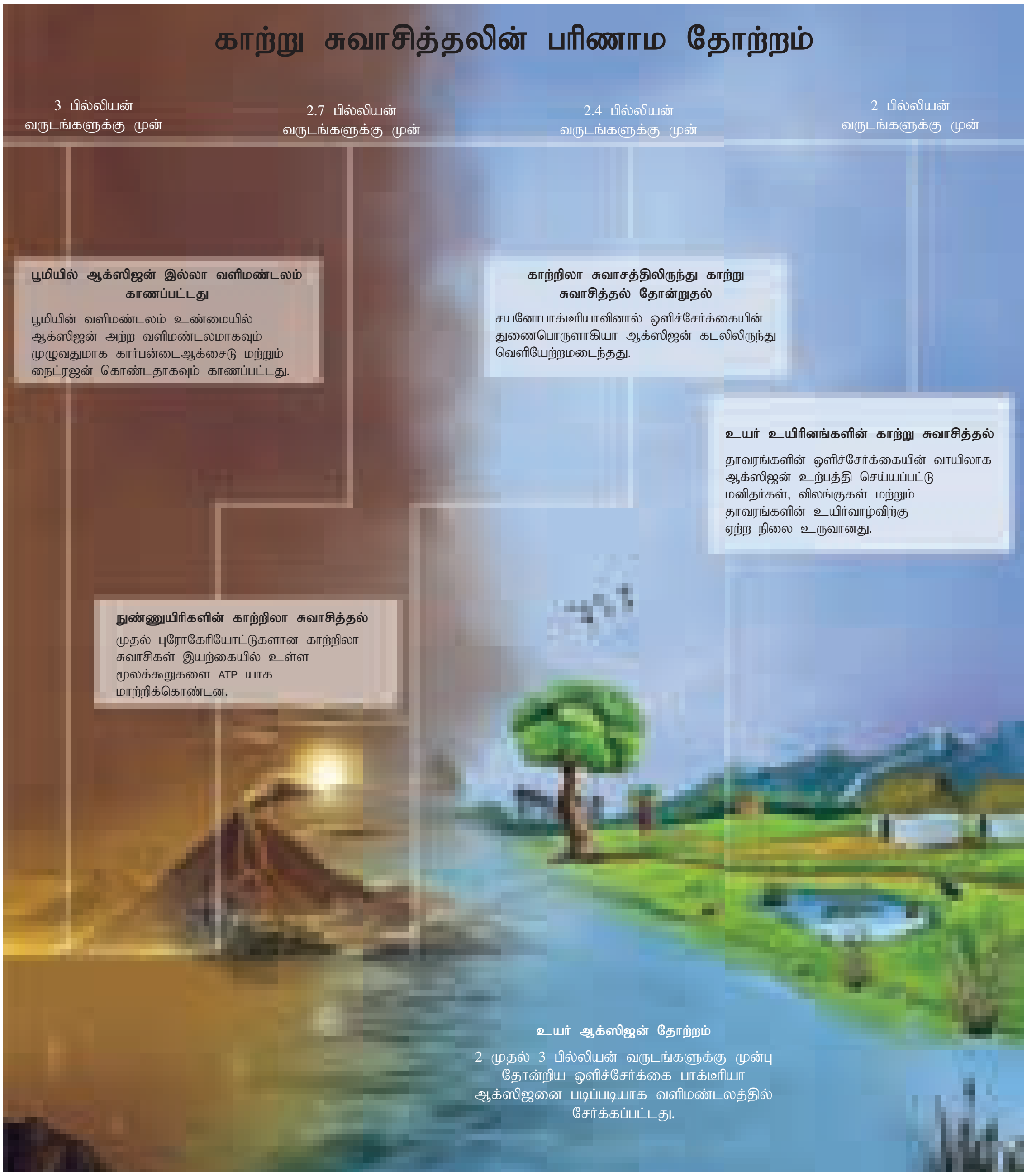
$$\downarrow$$

5 x குளுக்கோஸ்-6-ஃபாஸ்பேட் + 6CO$_2$ + Pi + 12NADPH + 12H^{+}

ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ்-6-ஃபாஸ்பேட் முழுவதுமாக ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து 6CO$_2$ மற்றும் 12 NADPH + H^{+} நிகர லாபமாக உருவாகிறது. ஆக்சிஜனேற்ற பெண்டோஸ் ஃபாஸ்பேட் வழித்தடம் குளுக்கோஸ்-6-ஃபாஸ்பேட் டிஹைட்ராஜினேஸ் என்ற நொதியினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது மற்றும் இதனைத் NADPH லிருந்து NADP^{+}க மாறும் அதிக விகிதம் இதனை தடை செய்கிறது.

பெண்டோஸ் ஃபாஸ்பேட் வழித்தடத்தின் முக்கியத்துவம்

1. HMP ஷண்ட் இரண்டு முக்கியமான விளைபொருள்களான NADPH மற்றும்



பெண்டோஸ் சர்க்கரைகள் உருவாக்கத்துடன் தொடர்புடையது, கட்டப்படும் வளர் வினைகளுக்கு இது முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

2. உருவாக்கப்பட்ட இணைநொதி NADPH ஒடுக்க உயிர் உற்பத்தி வினைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது மற்றும் ஆக்ஸிஜன் தனி மூலக்கூறுகளின் விளைவுகளிலிருந்து பாதுகாக்கிறது.

3. ரைபோஸ்-5-ஃபாஸ்பேட் மற்றும் அதன் வழிபொருள்கள் DNA, RNA, ATP, NAD^+, FAD மற்றும் இணைநொதி A ஆகிய உருவாக்கத்திற்குப் பயன்படுகிறது.

4 ஆந்தோசயனின், லிக்னின் மற்றும் பிற அரோமேடிக் சேர்மங்கள் உருவாக்கத்திற்கு எரித்ரோஸ் பயன்படுகிறது.

பாடச்சுருக்கம் (Summary)

சுவாசித்தல் என்பது ஓர் உயிரியல் நிகழ்ச்சி. இவற்றில் சிக்கலான கரிமப் பொருட்கள் எளிய சேர்மங்களாக உடைக்கப்பட்டு இதில் ஆற்றல் வெளியேற்றப்படுகிறது. சுவாசத்தளப்பொருள்கள் கார்போஹைட்ரேட்டாகவோ, புரதமாகவோ அல்லது கொழுப்பாகவோ இருக்கலாம். சுவாசித்தல் இரண்டு வகையாக உள்ளன, அவை காற்று சுவாசம் (O_2 உடன்) காற்றில்லாச் சுவாசம் (O_2 அற்ற). அனைத்துத் தாவரங்கள் விலங்குகள் மற்றும் பெரும்பாலான நுண்ணுயிரிகள் காற்று சுவாசத்தின் மூலம் ஆற்றலைப் பெறுகின்றன சில பாக்டீரியாக்கள் மற்றும் ஈஸ்ட் போன்ற பூஞ்சைகள் காற்றிலாச் சுவாசத்தை மேற்கொள்கின்றன.

காற்று சுவாசம் நான்கு படி நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது அவை, கிளைக்காலைசிஸ், இணைப்பு வினை, TCA சுழற்சி மற்றும் எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலி அமைப்பு. கிளைக்காலைசிஸ் சுவாசித்தலின் முதல் நிலை மற்றும் காற்று சுவாசித்தலுக்கும் காற்றிலாச் சுவாசித்தலுக்கும் பொதுவான வழித்தடமாகும். குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் உடைந்து இரண்டு மூலக்கூறு பைருவிக் அமிலமாக மாறுகிறது. பைருவிக் அமிலத்திலிருந்து உருவாகும் அசிடைல் CoA கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் கிரப்ஸ் சுழற்சிக்கு இடையே ஒரு இணைப்பாக உள்ளது. கிரப்ஸ் சுழற்சி மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் தளப்பொருளில் நடைபெறுகிறது மற்றும் இது சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சி எனப்படுகிறது இதில் CO_2 மற்றும் H_2O ஐ உற்பத்தி செய்கின்றன. தளப்பொருளிலிருந்து நீக்கப்பட்ட ஹைட்ரஜன் இணை நொதிகளால் ஏற்கப்பட்டு ஒடுக்கப்படுகிறது. இழக்கப்பட்ட ஹைட்ரஜன் மறுபடியும் ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. இந்த ஹைட்ரஜன் புரோட்டன்களாகவும் எலக்ரான்களாகவும் உடைகிறது. மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வில் உள்ள பல்வேறு எலக்ட்ரான் கடத்திக் கூறுகளால் எலக்ட்ரான்கள் கடத்தப்படுகின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்கள் ATP சிந்தேஸின் உதவியால் ATP உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சி **ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம்** என்றழைக்கப்படுகிறது.

காற்றிலாச் சுவாசித்தலில் தளப்பொருள் குளுக்கோஸானது முழுமையாக உடைக்கப்படாமல் எத்தில் ஆல்கஹால் அல்லது லாக்டிக் அமிலத்தைத் தருகிறது. ஆல்கஹாலிக் நொதித்தலில் எத்தில் ஆல்கஹால் மற்றும் CO_2 வை உருவாக்குகிறது. லாக்டிக் அமில நொதித்தலில் கார்பன் நீக்கம் நடைபெறாமல் லாக்டிக் அமிலம் மட்டும் உற்பத்தி ஆகும். இத்தகைய காற்றில்லாச் சுவாச முறைகள் ஆல்கஹால், உயிர் எதிர்பொருள்கள் மற்றும் வைட்டமின்கள் உற்பத்தி செய்யத் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தாவர மைட்டோகாண்ட்ரியா காற்று சுவாசத்தின்போது 36 ATP மூலக்கூறுகள் உற்பத்தியாகிறது ஆனால் விலங்குகளில் 38 ATP மூலக்கூறுகள் ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுக்கு உருவாகிறது. காற்றிலாச் சுவாசித்தலின்போது 2ATP மூலக்கூறுகள் மட்டுமே உற்பத்தியாகிறது. எனவே காற்றில்லாச் சுவாசித்தல் காற்று சுவாசித்தலைவிடக் குறைந்த திறன் வாய்ந்தவை. சுவாச ஈவு (RQ) என்பது கார்பன் டை ஆக்சைடு உற்பத்தி மற்றும் ஆக்ஸிஜன் பயன்பாடு ஆகியவற்றின் விகிதம் மற்றும் கொழுப்பு, கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் புரதம் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைவதை எதிரொளிப்பதாகும். பெண்டோஸ் ஃபாஸ்பேட் வழித்தடம் என்பது கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் TCA சுழற்சியின் ஆக்சிஜனேற்ற மாற்று வழியாகும். இது புரோகேரியோட் மற்றும் யூகேரியோட்டு இரண்டின் சைட்டோபிளாசத்தில் நடைபெறுகிறது. இந்த வழிதடத்தில் இரண்டு நிலைகள் காணப்படும் NADPH ஐ உருவாக்கும் ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை மற்றும் சர்க்கரை இடைமாற்றம செய்யும் ஆக்ஸிஜனேற்றமில்லா நிலை ஆகும்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 178 06-07-2018 14:39:02

மதிப்பீடு

1. ஒரு மூலக்கூறு பைருவிக் அமிலம் முழுவதுமாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து உருவாகும் ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை.

   அ) 12   ஆ) 13   இ) 14   ஈ) 15

2. இரண்டு மூலக்கூறு சைட்டோசோலிக் NADH + H^+ ஆக்சிஜனேற்றமடையும் போது தாவரங்களில் உருவாகும் ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

   அ) 3   ஆ) 4   இ) 6   ஈ) 8

3. கிளைக்காலைசிஸ் மற்றும் கிரப்ஸ் சுழற்சியினை இணைக்கும் இந்தச் சேர்மம்.

   அ) சக்சினிக் அமிலம்
   ஆ) பைருவிக் அமிலம்
   இ) அசிட்டைல் CoA
   ஈ) சிட்ரிக் அமிலம்4

4. **கூற்று:** ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம் மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் எலக்ட்ரான் கடத்துச் சங்கிலியில் நடைபெறுகிறது.

   காரணம்: சக்சினைல் CoA பாஸ்பரிகரணமடைந்து சக்சினிக் அமிலமாக தளப்பொருள் பாஸ்பரிகரணத்தால் நடைபெறுகிறது.

   அ) கூற்று மற்றும் காரணம் சரி. கூற்றுக்கான சரியான விளக்கம் காரணம்.
   ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் சரி ஆனால் கூற்றுக்கான சரியான விளக்கமல்ல காரணம்
   இ) கூற்று சரி ஆனால் காரணம் தவறு
   ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் தவறு

LC4VHA

5. கீழ்க்கண்டவற்றுள் கிரப்ஸ் சுழற்சியில் நடைபெறாத வினை யாது?

   அ) 3 C லிருந்து 2 C க்கு ஃபாஸ்பேட் மாறுதல்
   ஆ) ப்ரக்டோஸ் 1,6 பிஸ்ஃபாஸ்பேட் உடைந்து இரண்டு மூலக்கூறு 3C சேர்மங்களாக மாறுகிறது.
   இ) தளப்பொருளிலிருந்து ஃபாஸ்பேட் நீக்கம்
   ஈ) இவை அனைத்தும்.

6. EMP வழித்தடத்தில் பாஸ்பரிகரணம் மற்றும் ஃபாஸ்பேட் நீக்கம் ஆகிய வினைகளில் ஈடுபடும் நொதிகளை எழுதுக.

7. சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களில் சுவாச ஈவு மதிப்பு பூஜ்யம். ஏன்?

8. மைட்டோகாண்ட்ரியா உட்சவ்வில் நடைபெறும் வினைகளை விவரி.

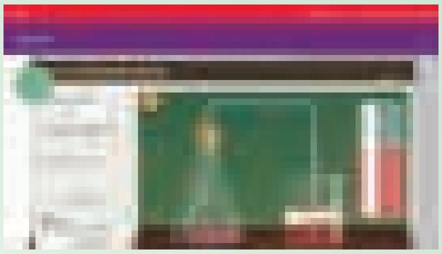
9. குளுக்கோஸ் உடையும் மாற்றுவழிப் பாதையின் பெயர் என்ன? அதில் நடைபெறும் வினைகளை விவரி.

10. காற்று சுவாசித்தலின் போது ஒரு மூலக்கூறு சுக்ரோஸ் முழுவதுமாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து உருவாகும் நிகர விளைபொருள்களை தற்போதய பார்வையில் எவ்வாறு கணக்கிடுவாய்.

இணையச்செயல்பாடு

சுவாசித்தலின் வீதம்

தாவரத்தின் சுவாசித்தலைப் பற்றி அறிவோமா!

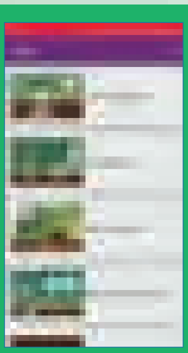


படிகள்:

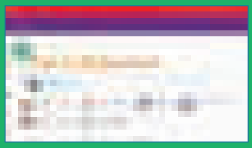
- விரைவுக் குறியீட்டை ஸ்கேன் செய்யவும் அல்லது google play store–க்குச் செல்லவும்.
- Online labs செயலியைப் பதிவிறக்கி நிறுவவும்.
- Biology–யைத் தெரிவு செய்து rate of respiration–னைத் தெரிவு செய்யவும்.
- Theory–யைச் சொடுக்குவதன் மூலம் தாவர சுவாசித்தலைப் பற்றி அறிய முடியும்.

செயல்பாடு:

- Simulation–னைச் சொடுக்கி சுவாசித்தலின் தரத்தை அறியும் செயல்பாட்டைச் செய்து பார்க்கவும்.
- உற்றுநோக்கிய முடிவுகளை இறுதிப்படுத்தவும்.



படி1



படி2

படி3

படி4

உரலி:

https://play.google.com/store/apps/details?id=in.edu.olabs.olabs&hl=en

மாற்று இணையதளம்:

http://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/cellularrespiration.html

B129_11_BOT_TM

*படங்கள் அடையாளத்திற்கு மட்டும்

அலகு V
தாவர செயலியல்

பாடம் 15

தாவர வளர்ச்சியும் படிம வளர்ச்சியும்

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினை கற்போர்

- வளர்ச்சியை வரையறை செய்தல்
- வளர்ச்சிநிலைகளை வகைப்படுத்துதல் மற்றும் வேறுபடுத்துதல்
- வளர்ச்சி சூழ்நிலைகளைக் கண்டறிதல்
- தாவர வளர்ச்சியை அளவிடும் முறைகளைப் புரிந்துகொள்ளுதல்
- தாவர ஹார்மோன்கள், அமைப்பு, முன்னோடிச் சேர்மம், உயிரிய ஆய்வறிதல், மற்றும் தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள் மற்றும் வாழ்வியல் விளைவுகளை விவரித்தல்
- தாவர அசைவுகள் தகுந்த எடுத்துக்காட்டுடன் விவரித்தல்
- ஒளிக்காலத்துவம், தட்பப்பதனம், விதை உறக்கம் மற்றும் இறுக்க வாழ்வியல் பற்றி புரிந்து கொள்ள இயலும்

பாட உள்ளடக்கம்

15.1 தாவர வளர்ச்சியின் பண்புகள்
15.2 தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள்
15.3 தாவர அசைவுகள்
15.4 ஒளிக்காலத்துவம்
15.5 தட்பப்பதனம்
15.6 விதை முளைத்தல் மற்றும் விதை உறக்கம்.
15.7 மூப்படைதல்
15.8 நெருக்கடிசார் வாழ்வியல்

LCA511

ஆலமரம் ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் தொடர்ந்து வளர்கிறது. மற்ற தாவரங்கள் குறிப்பாக ஓராண்டு தாவரங்கள் குறிப்பிட்ட பருவகாலத்தில் அல்லது ஓராண்டிற்குள் வளர்ச்சி நின்றுவிடுகிறது. நீங்கள் இதற்கான காரணத்தைப் புரிந்துகொள்ள முடிகிறதா? எவ்வாறு சைகோட்டிலிருந்து கரு வளர்ச்சி அடைந்து இளஞ்செடியாக வளர்கிறது? தாவரப் பாகங்கள் ஏற்கனவே உள்ள பாகங்களிலிருந்து எவ்வாறு உருவாகிறது? அளவு, வடிவம், எண்ணிக்கை, பருமன் மற்றும் உலர்எடையில் மாற்றமடையாத நிலையான அதிகரிப்பு வளர்ச்சி என வரையறுக்கப்படுகிறது. தாவர வளர்ச்சியில்

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

மூங்கில் பசுமைமாறாப் புல் வகையாகும். சில சிற்றினங்கள் நாள் ஒன்றுக்குச் 91 செ.மீ. வீதம் வளரும் தாவரங்களாகும். கள்ளித் தாவரங்கள் (காக்டஸ்கள்) மரம் போன்ற மற்றும் மிகவும் மெதுவாக வளரும் தாவரங்களாகும். எடுத்துக்காட்டாகச், சகுவாரோ (Saguaro) என்ற கள்ளித் தாவரத்தின் வளர்ச்சிவீதம் முதல் பத்து ஆண்டுகளுக்கு ஒரு அங்குலம் ஆகும். மேலும் இத்தாவரம் 60 ஆண்டுகள் வரை மலராதிருக்கிறது. இதனுடைய ஆயுட்காலம் 150 ஆண்டுகளுக்கு மேலாக உள்ளது. மேலும் இதன் பக்கக் கிளைகள் வளர 75 – 100 ஆண்டுகள் வரை எடுத்துக்கொள்கிறது.

செல்பகுப்பு, செல்நீட்சியடைதல், வேறுபாடு அடைதல் மற்றும் முதிர்ச்சியடைதல் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியுள்ளது.

15.1 தாவர வளர்ச்சியின் பண்புகள் (Characteristics of Growth)

- செல் அளவில் புரோட்டோபிளாசம் அதிகரிக்கிறது.
- தண்டு மற்றும் வேரில் தொடர்ந்து செல் பகுப்பு நடைபெறுவதால் உறுதி நிலையற்ற வளர்ச்சி அடைகிறது. இதற்குத் **திறந்த வகை வளர்ச்சி** (open form of growth) என அழைக்கப்படுகிறது.

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
>
> வளர்ச்சி அளவிடக்கூடியது. மக்காச்சோள வேரின் நுனி ஆக்குத்திசுவில் உள்ள ஒரு செல் பகுப்படைந்து ஒருமணி நேரத்தில் 17,500 புதிய செல்களும், தர்பூசணி தாவரத்தில் ஒரு செல் 3,50,000 முறை அளவில் பெரிதாதலும் வியப்பை அளிக்கிறது.

- நுனி ஆக்குத்திசு செயல்பாட்டினால் தாவரத்தின் முதல்நிலை வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. தண்டு நுனிப்பகுதியில் புதிய செல்கள் சேர்வதால் தாவரத்தின் நீள்வளர்ச்சிக்கு இது காரணமாகிறது.
- இரண்டாம் நிலை வாஸ்குலக் கேம்பியம் மற்றும் கார்க்கேம்பியம் செயல்பாட்டினால் புதிய செல்கள் சேர்வதால் குறுக்களவு அதிகரிக்கிறது.
- இலைகள், மலர்கள், மற்றும் கனிகள், வரம்புடைய வளர்ச்சி அல்லது நிர்ணயிக்கப்பட்ட வளர்ச்சி அல்லது **மூடிய வளர்ச்சி** (closed form of growth) உடையது.
- மானோகார்ப்பிக் ஒருபருவ தாவரங்கள் வாழ்நாளில் ஒருமுறை மட்டும் மலர்தலைச் செய்து, பின் இறந்து விடுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: நெல், அவரை.
- மானோகார்பிக் பலபருவ தாவரங்கள் பல ஆண்டுகள் வாழ்ந்து ஒரு முறை மட்டும் மலர்தலைச் செய்கிறது. எடுத்துக்ககாட்டு: மூங்கில்.
- பாலிகார்ப்பிக் பலபருவத் தாவரங்கள் வாழ்நாளில் ஒவ்வொரு வருடமும் மலர்தலைச் செய்து பல ஆண்டுகள் வாழ்கின்றன. எடுத்துக்ககாட்டு: தென்னை

15.1.1 வளர்ச்சி அளவறிதல் (Indication of growth)

தாவரங்களின் வளர்ச்சி கீழ்கண்டவாறு அளவிடப்படுகிறது.

i) நீள்வாக்கில் அல்லது குறுக்களவில் அதிகரித்தல் (வேர் மற்றும் தண்டு)

ii) உலர் எடை அல்லது ஈர எடை அதிகரித்தல்

iii) அளவு மற்றும் பருமன் அதிகரித்தல் (கனிகள் மற்றும் இலைகள்).

iv) செல்கள் எண்ணிக்கையில் அதிகரித்தல்

15.1.2 வளர்ச்சி நிலைகள்

வளர்ச்சி நிலைகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன

1. உருவாக்க நிலை (Formative phase)
2. நீட்சியுறு நிலை (Elongation phase)
3. முதிர்ச்சியுறு நிலை (Maturation phase)

1. உருவாக்க நிலை

வேர் மற்றும் தண்டுத் தொகுப்பின் நுனியில் ஆக்குத்திசு பகுதியில் உருவாதல் நிலை நடைபெறுகிறது. இதைச் செய்யும் செல்கள் அளவில் சிறிய, அடர்ந்த சைட்டோபிளாசம், பெரிய உட்கரு மற்றும் சிறிய வாக்குவோல்கள் பெற்றுள்ளன. மைட்டாடிக் செல் பகுப்பின் மூலம் செல்கள் தொடர்ந்து பகுப்படைகின்றன. சில செல்கள் செல்பகுப்படையும் திறனைத் தக்கவைத்துக் கொள்கின்றன. மற்ற செல்கள் அடுத்த வளர்ச்சி நிலையினுள் நுழைகின்றன. (படம் 15.1).

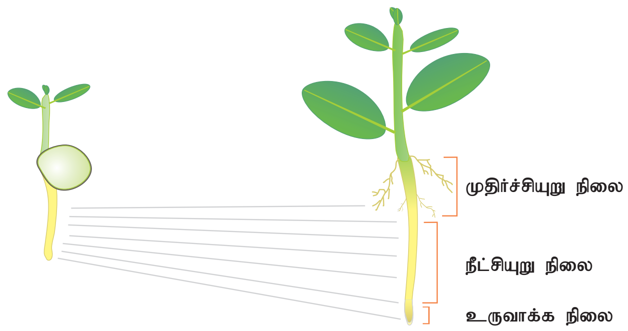
2. நீட்சியுறு நிலை

ஆக்குத்திசு பகுதியால் உருவாக்கப்பட்ட புதிய சேய் செல்கள் இப்பகுதிக்குத் தள்ளப்பட்டுப் பருமனில் அதிகரிக்கின்றன. ஆக்சின் மற்றும் ஊட்டச்சத்து தேவைப்படுதல், புதிய செல்சுவர் பொருட்கள் படிதல் (இடையீட்டு படிதல்), புரோட்டோபிளாசம் அதிகரிப்பு, மைய வாக்குவோல் உருவாதல், போன்ற, நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன.

3. முதிர்ச்சியுறு நிலை

இந்நிலையில் செல்கள் முதிர்ச்சியடைந்து குறிப்பிட்ட அளவை அடைகிறது. தடிப்புறுதல்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 182 06-07-2018 14:42:59



படம் 15.1 வேரின் வளர்ச்சி நிலைகள்

செயல்பாடு

வளர்ச்சி நிலைகளைச் செய்து கற்றல்

ஒரு பெட்ரி தட்டில் உள்ள நீரில் மூழ்கி இருக்குமாறு வட்ட வடிவ வடிதாளில் சில அவரை விதைகளை முளைக்க வைக்க வேண்டும். இரண்டு நாள் வளர்ச்சிக்குப் பிறகு, முளை வேர் 2 முதல் 3 செ.மீ. நீளமுள்ள நாற்றுகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இந்த நாற்றுகளின் முளைவேர் உறிஞ்சு தாளில் உலரவைத்துக் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் நுனி முதல் அடி வரை குறைந்தது 2 மில்லி மீட்டர் நீள இடைவெளிக்கு நீரில் கரையாத மை கொண்டு குறிக்க வேண்டும். மேலும் வளர்ச்சியை அளவிட மீண்டும் நாற்றுகளை வடிதாள் மீது வைக்க வேண்டும்.

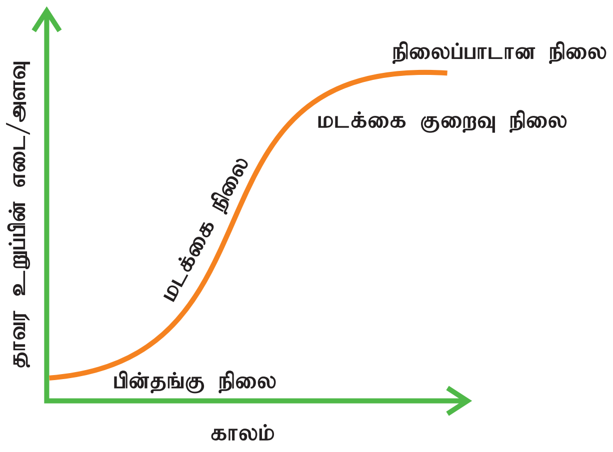
மற்றும் வேறுபாடு அடைதல் நடைபெறுகிறது. வேறுபாடு அடைதலுக்குப் பிறகு செல்கள் மேலும் வளர்வதில்லை.

15.1.3 வளர்ச்சியின் இயங்கியல் (Kinetics of growth)

இது செல்களின் இயக்கம் அல்லது விரிவாக்கம் பற்றிய ஆய்வைக் குறிக்கிறது..

1. வளர்ச்சி வீதத்தின் படிநிலைகள்

வளர்ச்சியின் முதல்நிலையிலிருந்து கடைசி நிலை வரை உள்ள வளர்ச்சி வீதம் மொத்த வளர்ச்சி காலம் (grand period of growth) எனப்படும். வளர்ச்சியையும், வளர் காலத்தையும் கொண்டு வரைபடம் ஒன்று வரைந்தால் அது ஆங்கில எழுத்து 'S' வடிவில் இருக்கும். இதற்குச் சிக்மாய்டு வளைவு (மொத்த வளர்ச்சி வளைவு) என்று பெயர்.



படம் 15.2 வளர்ச்சி வீதத்தின் படிநிலைகள்

இது நான்கு நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது (படம் 15.2). அவையாவன

(i) பின்தங்கு நிலை

(ii) மடக்கை நிலை

(iii) மடக்கை குறைவு நிலை

(iv) முதிர் அல்லது நிலைப்பாடான நிலை

i. பின்தங்கு நிலை (Lag phase)

புதிய செல்கள் ஏற்கனவே உள்ள செல்களிலிருந்து மெதுவாகத் தோன்றுகிறது. இவை தண்டு, வேர் மற்றும் கிளைகளின் நுனிகளில் காணப்படுகிறது. இது வளர்ச்சியின் முதல் நிலையாகும். அதாவது வளர்ச்சி தொடங்கும் நிலையாகும் (படம் 15.2).

ii. மடக்கை நிலை அல்லது விரைவான வளர்ச்சி நிலை (Log phase or exponential growth)

இங்குப் புதிய செல்சுவர்ப் பொருட்கள் படிவதால் புதிதாக உருவான செல்கள் அளவில் வேகமாக அதிகரிக்கிறது. செல்பகுப்பு மற்றும் செயலியல் நிகழ்ச்சிகள் மிக வேகமாக நடைபெறுவதால் வளர்ச்சி வீதம் உச்சநிலையை அடைகிறது. புரோட்டோபிளாச பருமன் அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவாக விரைவான வளர்ச்சியினால் தண்டில் கணுவிடைப்பகுதி நீட்சி நடைபெறுகிறது.

iii. மடக்கைக் குறைவு நிலை (Decelerating phase or Decline phase or slow growth phase)

வளர்சிதை மாற்றம் குறைவதாலும், செல்காரணிகள் அல்லது செல்வெளிக்காரணிகள் அல்லது இரண்டு காரணிகளும் கட்டுப்படுத்துவதாலும் வளர்ச்சி வீதம் குறைகிறது.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 183 06-07-2018 14:43:00

iv. முதிர் நிலை அல்லது நிலைப்பாடான நிலை (Maturation phase or Steady state period)

இந்த நிலையில் செல்சுவரின் உட்புறப் பக்கத்தில் புதிய செல்சுவரில் பொருட்கள் படிவதால் செல்சுவர் தடிமன் அதிகரிக்கிறது. எனவே இங்கு வளர்ச்சி வீதம் பூஜ்ஜியம் ஆகிறது..

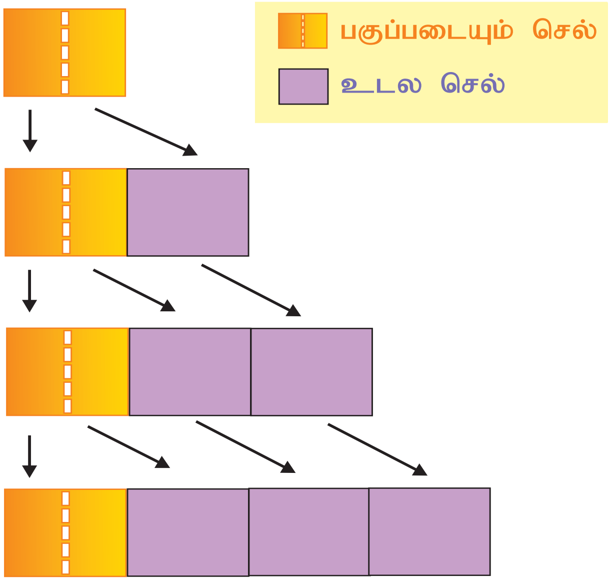
2. வளர்ச்சி வீதத்தின் வகைகள் (Types of growth rate)

குறிப்பிட்ட காலத்தில் நடைபெறும் வளர்ச்சி அதிகரிப்பு வளர்ச்சி வீதம் எனப்படும். ஓர் உயிரினம் அல்லது உயிரினத்தின் பாகம் சீரான வளர்ச்சி வீதத்திலோ அல்லது ஜியோமித வளர்ச்சி வீதத்திலோ அல்லது இரண்டையும் சார்ந்தோ செல்களை உருவாக்குகிறது.

i. எண்கணித வளர்ச்சி வீதம் (Arithmetic growth rate)

தாவரப் பாகங்களின் வளர்ச்சியை வளர்ச்சி காலத்திற்கு எதிராக வரைபடம் வரைந்தால் அது நேர்க்கோட்டில் இருக்கும். இத்தகைய வளர்ச்சி வீதம் **எண்கணித வளர்ச்சி வீதம்** எனப்படும்.

- வளர்ச்சி வீதம் நிலையானதாகவும், சீரான வேகத்திலும் நடைபெறுகிறது.
- இரண்டு சேய்களில் ஒன்று மட்டும் செல்பகுப்பில் ஈடுபடுகிறது.
- தொடர்ந்து ஒரு செல் மட்டும் செல்பகுப்பில் ஈடுபடும். மற்ற செல்கள் செல்சுழற்சியை நிறுத்தி வேறுபாடு அடைந்து முதிர்ச்சி அடைகிறது.

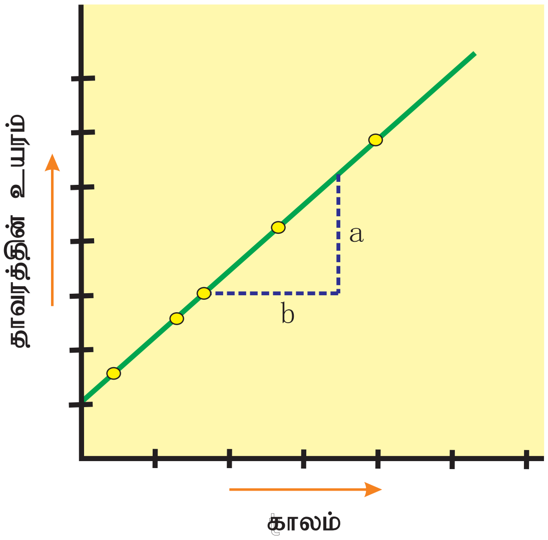


படம் 15.3 எண்கணித வளர்ச்சி வீதம்

- ஒவ்வொரு செல்பகுப்பு முடிவிலும் ஒரு செல் மட்டும் செல் பகுப்பில் ஈடுபடும். மற்றொரு செல் உடல் செல்லாக மாறுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு செல் பகுப்படைந்து, முதல் பகுப்பு முடிவில் ஒன்று தொடர்ந்து பகுப்படையும் செல்லாகவும், மற்றொன்று உடலச் செல்லாகவும் உள்ளன. இரண்டாவது பகுப்பு முடிவில் இரண்டு உடலச் செல்களும், மூன்றாவது பகுப்பு முடிவில் மூன்று உடலச் செல்களும் உருவாகின்றன. இதே நிகழ்வு அடுத்தடுத்த செல்பகுப்பிலும் ஏற்படுகிறது. (படம் 15.3)

தாவரங்களில் பகுப்படையும் ஒரு செல், ஒரு மில்லியன் முறை பகுப்பு நிகழ்வதாகவும், ஒவ்வொரு பகுப்பிற்கும் ஒருநாள் தேவைப்படுவதாகவும் கொண்டால் இந்த ஒரு மில்லியன் பகுப்பிற்கு ஒரு மில்லியன் நாட்கள் அல்லது 2739.7 ஆண்டுகள் ஆகிறது. எண்கணித வளர்ச்சி வீதத்தில் குறைந்த எண்ணிக்கையில் செல்களைப் பெற்ற சிறிய தாவரப்பாகங்களில் நிகழ்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, புறத்தோல் தூவிகளில் இவ்வகையான வளர்ச்சி வீதம் நிகழ்கிறது. இத்தூவிகளில் ஒரு அடிச்செல்லும், அதிலிருந்து உருவான 5 முதல் 10 செல்களும் காணப்படுகின்றன.



படம் 15.4 நிலையான நேர்கோட்டு வளர்ச்சி

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு காலத்திற்கு, எதிராகத் தாவரப் பாகங்களின் வளர்ச்சியை வரைபடம் வரைந்தால் நேர்க்கோட்டு வளைவு கிடைக்கிறது (படம் 15.4). இதைக் கீழ்க்கண்ட வாய்ப்பாடு மூலம் விளக்கலாம்.

$$L_t = L_o + rt$$

L_t = குறிப்பிட்ட காலத்தில் வளர்ச்சி 't'

L_0 = குறிப்பிட்ட காலத்தில் வளர்ச்சி 'பூஜ்யம்'

r = ஓரலகு காலத்தில் நீட்சியடைதலின் வீதம்

ii. ஜியோமித வளர்ச்சி வீதம் (Geometric growth rate)

பல்வேறு உயர் தாவரங்கள் மற்றும் தாவரப் பாகங்களில் இது காணப்படுகிறது. அளவு மற்றும் எடை அதிகரிப்பைக் கொண்டு இதை அளக்கலாம். தாவர வளர்ச்சியில் ஓர் உயிரினத்தின் அல்லது திசுவின் அனைத்துச் செல்களும், மைட்டாடிக் செல்பகுப்படைந்து இந்த ஜியோமித வளர்ச்சி நிகழ்கிறது. எடுத்துக்காட்டாகப் படம் **15.5**-ல் காட்டியுள்ளவாறு மூன்றாவது செல்பகுப்பு முடிவில் உருவாகும் எட்டுச் செல்களும் ($2^3 = 8$), 20-வது செல்பகுப்பு முடிவில் $2^{20} = 1,048,576$ செல்களும் உருவாகின்றன. உயர் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளில் இம்முறையில் வளர்ச்சி வீதம் உருவாகிறது. விலங்குகளில் அதிகளவில் காணப்படுகிறது. ஆனால் இளம் தாவரங்களைத் தவிர தாவரங்களில் அரிதாகக் காணப்படுகிறது.

ஜியோமித வளர்ச்சி வீதத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$W_1 = W_0 e^{rt}$

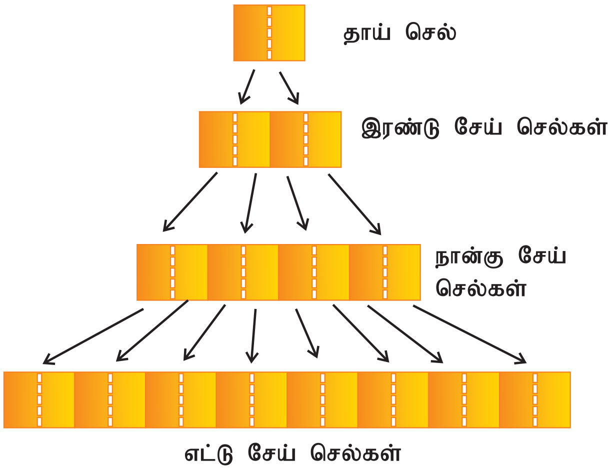
W_1 = இறுதி அளவு (எடை, உயரம் மற்றும் எண்ணிக்கை)

W_0 = தொடக்க வளர்ச்சியின் அளவு

r = வளர்ச்சி வீதம்

t = வளர்ச்சி காலம்

e = இயற்கை மடக்கைச் சார் அடி

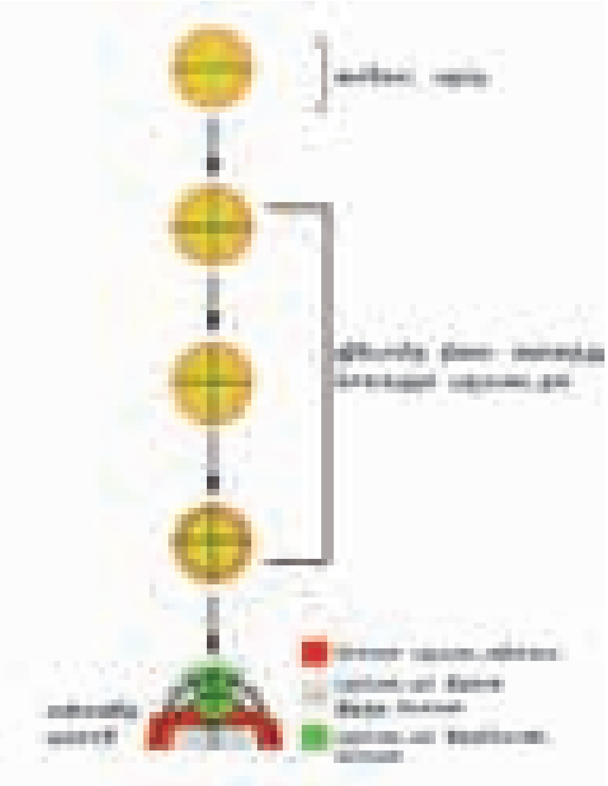


படம் 15.5 ஜியோமித வளர்ச்சி

இங்கு 'r' என்பது ஒப்பீட்டு வளர்ச்சி வீதம் மற்றும் தாவரங்களில் உருவாகும் புதிய தாவரப் பொருட்களைக் கணக்கிடும் முறைதிறன் குறியீடு (efficiency index) எனக் கூறலாம். ஆகையால் இறுதி அளவு w_1 தொடக்க அளவு w_0 சார்ந்து இருக்கும்.

iii. கருவாக்கத்தில் எண்கணித வளர்ச்சி மற்றும் ஜியோமித வளர்ச்சி (Arithmetic and Geometric Growth of Embryo)

தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் எண்கணித வளர்ச்சி வீதம் மற்றும் ஜியோமித வளர்ச்சி வீதம் ஆகிய இரண்டும் பங்காற்றுகின்றன. தாவரக் கருநிலை வளர்ச்சியில் ஜியோமித வளர்ச்சி வீதம் காணப்படுகிறது. கரு வளர்ந்து தாவரம் உருவானதும் அதன் வேர் மற்றும் தண்டு நுனிகளில் குறிப்பிட்ட இடங்களில் மட்டும் செல்பகுப்பு நடைபெறும். இங்கு எண் கணித வளர்ச்சி வீதத்தைக் காணலாம். ஆனால் பகுப்பிற்குப் பின் உருவான புதிய செல்கள் முதிர்ச்சி அடைந்து சிறப்பான வளர்சிதை மாற்றப் பணிகளை மேற்கொள்ளத் தொடங்குகின்றன (படம் **15.6**) மொத்தத்தில் தாவரங்களில் பகுப்படையும் புதிய செல்கள், முதிர்ந்த செல்கள், வயதான செல்கள் ஆகிய அனைத்தையும் காணலாம்.



படம் 15.6 கருவாக்கத்தில் எண்கணித வளர்ச்சி மற்றும் ஜியோமித வளர்ச்சி

உயிரித் தொகுப்பின் வளர்ச்சியின் அளவு சார்ந்த ஒப்பீடு இரண்டு முறைகளில் அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

அட்டவணை 1: முழு வளர்ச்சி மற்றும் ஒப்பீட்டு வளர்ச்சி வீதத்தின் அளவு சார்ந்த ஒப்பீடு

முழு வளர்ச்சி வீதம்	ஒப்பீட்டு வளர்ச்சி வீதம்
குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒரு தாவர உறுப்பு ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறும்போது ஏற்படும் வளர்ச்சி அதிகரிப்பை இது குறிக்கிறது.	குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒரு தாவரத்தில் இரு நிலைகளில் உள்ள ஓர் உறுப்பில் ஏற்படும் வளர்ச்சி அதிகரிப்பை ஒப்பிட்டு அளவிடுதலை இது குறிக்கிறது.

படம் **15.7**-இல் காட்டியுள்ளவாறு A மற்றும் B என இரண்டு இலைகள் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு வளர்ச்சி ஏற்பட்ட பிறகு இவ்விலைகளை A^1 மற்றும் B^1 எனக் குறிக்கப்படுகிறது. இவ்வளர்ச்சிக்கு பின் இவற்றின் பரப்பளவு (A^1 – A) மற்றும் (B^1 – B) எனக் கணக்கிடலாம். இதுவே குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சி அதிகரிப்பாகும். இலை 'A' 5 செ.மீ.^{2}-லிருந்து 10 செ.மீ.^{2}-ஆக அதிகரிக்கிறது. குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சி **5** செ.மீ.^{2} (10 செ.மீ.^{2} – 5 செ.மீ.^{2}) ஆகும். இலை B ஆனது 50 செ.மீ.^{2} -லிருந்து 55 செ.மீ.^{2} ஆகக் குறிப்பிட்ட காலத்தில் அதிகரித்துள்ளது. இதிலும் **5** செ.மீ.^{2} குறிப்பிட்ட காலத்தில் (55 செ.மீ.^{2} – 50 செ.மீ.^{2}) அதிகரித்துள்ளது. எனவே A மற்றும் B ஆகிய இரண்டு இலைகளிலும் **5** செ.மீ.^{2} அளவே குறிப்பிட்ட காலத்தில் அதிகரித்துள்ளது. இது முழுமையான வளர்ச்சி வீதம் எனப்படும். ஒப்பீட்டு அளவில் வளர்ச்சி வீதம் இலை A-ல் அதிகமாகவும், B-ல் குறைவாகவும் இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. ஏனெனில் A இலையின் ஆரம்ப அளவு மிகச் சிறியது. ஆனால் B இலையின் ஆரம்ப அளவு மிக அதிகமாகவும் இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும்.

படம் 15.7 முழு வளர்ச்சி வீதம் மற்றும் ஒப்பீட்டு வளர்ச்சி வீதத்தை ஒப்பீடு செய்தல்

3. வளர்ச்சியின் சூழ்நிலைகள் (Conditions of growth)

வெளிப்புற மற்றும் உட்புறக் காரணிகள் தாவர வளர்ச்சியில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. வளர்ச்சிக்காரணிகள் சுருக்கமாகக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

I. வெளிப்புறக் காரணிகள் (External factors)

அ. நீர்

தாவரச் செல்லின் அளவு அதிகரிப்பு மற்றும் செல்லின் நீட்சிக்கு நீர் மிகவும் அவசியம். செல்களின் விறைப்புத்தன்மை தாவரச் செல்லின் வளர்ச்சிக்கு மேலும் உதவுகிறது, வளர்ச்சிக்கு உதவும் நொதிகளின் செயல்பாட்டிற்கு நீர் தளமாக அமைகிறது.

ஆ. ஊட்டச்சத்து

புரோட்டோபிளாசம் உருவாக்கத்தில் ஊட்டச்சத்து முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. பெரு மற்றும் நுண் கனிம ஊட்டங்கள் ஆற்றலுக்கு ஆதாரமாக உள்ளது. உதாரணமாக ஒளிச்சேர்க்கையின் போது கார்பன் மற்றும் ஆக்சிஜன் கார்பன்டை ஆக்ஸைடிலிருந்தும் ஹைட்ரஜன் நீரிலிருந்து பெறப்படுகிறது.

இ. வெப்ப நிலை

தாவரத்தின் வளர்ச்சியில் வெப்பநிலை முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. **28**^{0}C முதல் **30**^{0}C வெப்பநிலையில் சரியான வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. மேலும் **45**^{0}C வெப்பநிலைக்கு மேல் புரோட்டோபிளாசம் சேதமடைவதோடுவளர்ச்சிதடைசெய்யப்படுகிறது.

ஈ. ஆக்சிஜன்

தாவர வளர்ச்சியில் ஆக்சிஜன் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. வளர்சிதை மாற்றத்தின் நிகழ்ச்சியில் ஆற்றல்வெளியேறுவதில்முக்கியப்பங்குவகிக்கிறது. இது சுவாசித்தலுக்கு மிக அவசியம் ஆகும்.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 186 06-07-2018 14:43:01

உ. ஒளி

தாவர வளர்ச்சியில் ஒளியின் பங்கு மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. வளர்ச்சி மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு ஒளி அவசியம் ஆகும். நல்ல வளர்ச்சியை ஒளி தூண்டுகிறது. ஒளி இல்லாத போது தாவரம் வெளிறிய மஞ்சள் நிறம் அடைகிறது. இதற்கு **இடியோலேஷன்** (etiolation) என்று பெயர்.

ii. உட்புறக் காரணிகள் (Internal factors)

அ. தாவர வளர்ச்சியில் ஜீன்கள் செல்லின் உட்புறக் காரணியாகும்.

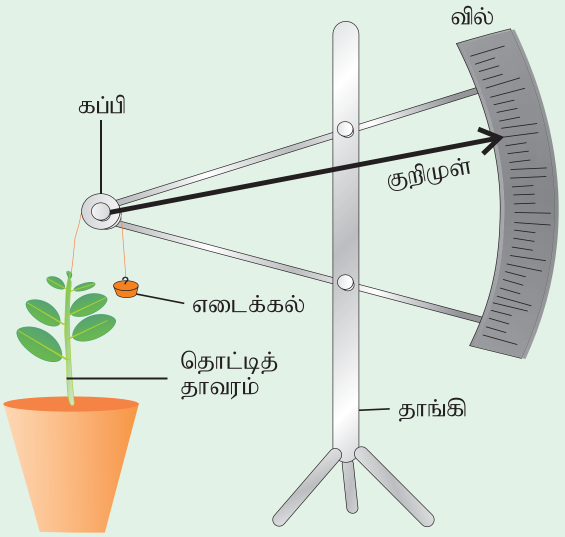
ஆ. தாவர வளர்ச்சியில் தாவர ஹார்மோன்கள் செல்களுக்கு இடையே உள்ள முக்கியக் காரணியாகும். எடுத்துக்காட்டு: ஆக்சின், ஜிப்ரலின்கள், சைட்டோகைனின்

இ. கார்போஹைட்ரேட் / நைட்ரஜன் (C/N விகிதம்)

கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருட்கள் விகிதம் தாவரங்களின் ஒழுங்கு வளர்ச்சிக்கு உதவுகிறது. உதாரணமாக, தாவரத்தில், கார்போஹைட்ரேட்டுகளை ஒப்பிடும்போது அதிக அளவு நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள் காணப்பட்டால் அதிக அளவு புரோட்டோபிளாசமும், குறைந்த

ஆய்வு: 1. வில் ஆக்ஸனோமீட்டர்:

தாவரத் தண்டின் நீள்வளர்ச்சியை எளிதாக வில் ஆக்ஸனோமீட்டர் மூலம் அளக்கலாம். சிறிய கப்பியின் மைய அச்சுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள நீண்ட குறிமுள் அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட வில் மீது நகருமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. நூலின் ஒரு முனை தண்டின் நுனியுடன் கட்டப்பட்டிருக்கும். மற்றொரு முனை எடைக்கல்லுடன் கட்டப்படுவதால் கப்பி மீது நூல் இறுக்கமாகச் செல்கிறது. தாவரத் தண்டின் நுனி உயரத்தில் அதிகரிக்கும் போது கப்பி நகர்வதால் குறிமுள் அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட வில்லில் கீழ்நோக்கி நகர்கிறது (படம் 15.8). அளவுகள் குறிக்கப்படுகிறது. கப்பியின் ஆரம் மற்றும் குறிமுள்ளின் நீளம் ஆகியவற்றின் அளவுகளைப் பயன்படுத்தித் தண்டின் உண்மையான நீள் வளர்ச்சியை அறியலாம். கப்பியின் ஆரம் 4 அங்குலம், குறி முள்ளின் நீளம் 20 அங்குலம் என இருந்தால் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.



படம் 15.8 வில் ஆக்ஸனோமீட்டர்

$$\text{தாவரத்தின் உண்மையான வளர்ச்சி} = \frac{\text{குறிமுள் நகர்ந்த தூரம் x கப்பியின் ஆரம்}}{\text{குறிமுள்ளின் நீளம்}}$$

எடுத்துக்காட்டாக,

$$\text{தாவரத்தின் உண்மையான வளர்ச்சி} = \frac{10 \times 4 \text{ அங்குலம்}}{20 \text{ அங்குலம்}} = 2 \text{ அங்குலம்}$$

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 187 06-07-2018 14:43:01

அளவு வலிமை தரும் திசுக்களும், மேலும் வேகமான உடல் வளர்ச்சியும் உண்டாகிறது. மற்றொரு வகையில், குறைந்த அளவு நைட்ரஜன் பொருட்களும் அதிக கார்போஹைட்ரேட்டுகளும் காணப்பட்டால் செல்சுவர் பொருட்கள் உற்பத்தியிலும்,குறைந்தஅளவுபுரோட்டோபிளாசம் மற்றும் அதிக அளவு வலிமை தரும் திசுக்களும் உருவாக வழிவகுக்கிறது.

4. வளர்ச்சியை அளவிடுதல்

காண்க. ஆய்வு- 1

செயல்பாடு:

நேரடியாக வளர்ச்சியை அளத்தல் – சாதாரண அளவுகோல் முறை

படிநிலை 1: சாதாரண அளவுகோல் எடுத்துக்கொள்.

படிநிலை 2: தாவரத்தின் தரைப்பகுதி தண்டு முதல் வளர்நுனி வரை அளவீடு செய்

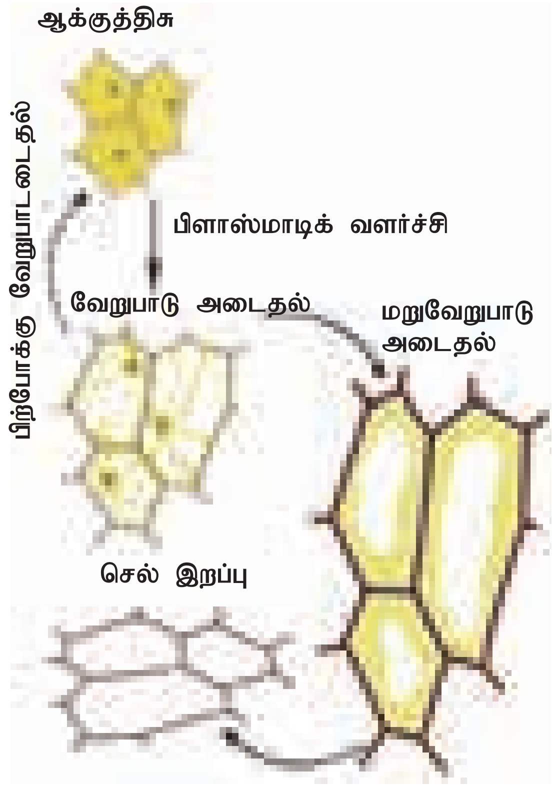
படிநிலை 3: குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் தாவரத்தின் வேர் மற்றும் தண்டின் நீள் வளர்ச்சி, குறுக்கு வளர்ச்சி இண்டியன் இங்க் (Indian Ink) பயன்படுத்திக் குறித்துக்கொண்டு அளவீடு செய்.

5. தாவரச் செல்லில் படிம வளர்ச்சியின் தொடர் வரிசைகள்

தாவரப் படிம வளர்ச்சி என்பது விதை முளைத்தல் நிகழ்ச்சியில் தொடங்கி மூப்படைதல் நிகழ்ச்சி வரை ஒரு தாவரத்தின் வாழ்க்கை சுழற்சியில் நிகழும் அனைத்து மாற்றங்களும் படிம வளர்ச்சி என அழைக்கப்படுகிறது. உயர்தாவரங்களின் செல் வளர்ச்சியில் நடைபெறும் தொடர் செயல்பாடுகள் படம் 15.9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. திசுக்கள் மற்றும் உறுப்புகள் வளர்ச்சிக்கும் இது பொருந்தும்.

1. வேறுபாடு அடைதல் (Differentiation)

ஆக்குத்திசு செல்கள் குறிப்பிட்ட பணியினை மேற்கொள்வதற்காகச் சிறப்பான செல்களாக மாறும் நிகழ்ச்சி **வேறுபாடு அடைதல்** எனப்படும்.



படம் 15.9 தாவரச் செல்லில் படிம வளர்ச்சியின் நிலைகள்

2. பிற்போக்கு வேறுபாடு அடைதல் (Dedifferentiation)

பகுப்படையும் திறனை இழந்த வேறுபாடு அடைந்த செல்கள், மீண்டும் செல்பகுப்பு அடையும் திறனைப் பெறுகிறது. இவ்வாறு வேறுபாடு அடைந்த செல்கள் மீண்டும் பகுப்படையும் திறனைப் பெறும் நிகழ்ச்சிக்குப் **பிற்போக்கு வேறுபாடு அடைதல்** அல்லது **வேறுபாடு திரிதல்** என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டு: கற்றை இடை கேம்பியம் மற்றும் வாஸ்குலக் கேம்பியம்.

3. மறுவேறுபாடு அடைதல் (Redifferentiation)

வேறுபாடு அடைந்த செல்கள் மீண்டும் பகுப்படையும் திறனை இழந்து விடுகிறது. மேலும் அவை முதிர்ச்சி அடைந்து குறிப்பிட்ட சில சிறப்பான பணிகளை மேற்கொள்கிறது. இதற்கு **மறுவேறுபாடு அடைதல்** என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டு: இரண்டாம் நிலை சைலம் மற்றும் இரண்டாம் நிலை புளோயம்.

4. உருமாறும்தன்மை (Plasticity)

தாவரங்களில் சூழ்நிலை அல்லது வளர்ச்சி நிலைகளுக்குத் தகுந்தவாறு பல்வேறு உருவ அமைப்புகள் தோன்றுகிறது. இத்தகைய

திறனுக்கு **உருமாறும்தன்மை** (Plasticity) என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டு: ஹெட்டிரோஃபிலி (ஈருவ இலை) காணப்படும் தாவரங்கள் பருத்தி மற்றும் கொத்துமல்லி இத்தகைய தாவரங்களில் இளந்தாவர இலையின் உருவ அமைப்பும், அதே தாவரத்தின் முதிர்ந்த தாவர இலையின் உருவ அமைப்பும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. மற்றொரு எடுத்துக்காட்டாக *ரனன்குலஸ்* (Buttercup) எனும் தாவரத்தில் சூழ்நிலைக்குத் தகுந்தவாறு இரு வேறுபட்ட உருவ அமைப்புடைய இலைகள் உருவாகிறது. இத்தாவரத்தில் நீரில் உள்ள இலைகளின் உருவ அமைப்பும், நீர் பரப்பிற்கு மேல் உள்ள இலைகளின் உருவ அமைப்பும் வேறுபடுகிறது. இத்தகைய ஹெட்டிரோஃபிலி உருமாறும் (Plasticity) தன்மைக்கு எடுத்துக்காட்டு ஆகும்.

15.2 தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள் (Plant Growth Regulators)

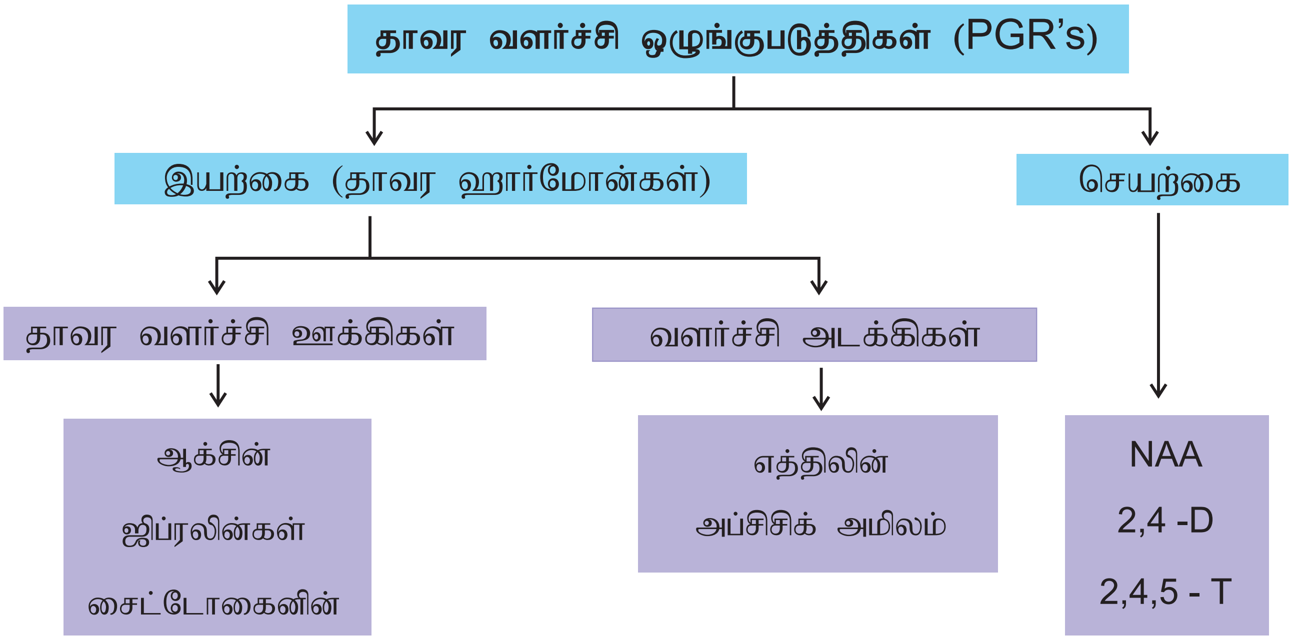
தாவரத்தின் ஒரு பகுதியில் மிகக் குறைந்த அளவு உருவாகும் கரிமச்சேர்மங்கள், குறிப்பிட்ட பணியை மேற்கொள்வதற்காகத் தாவரத்தின் மற்ற பாகங்களுக்குக் கடத்தப்படும் கரிமச்சேர்மங்களுக்கு **தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள்** அல்லது **வேதிய தூதுவர்கள்** என்று பெயர். ஐந்து முக்கிய ஹார்மோன்களாவன, **ஆக்சின், ஜிப்ரலின், சைட்டோகைனின், எத்திலின், அப்சிசிக் அமிலம்** ஆகிய ஹார்மோன்கள் தாவரப் வளர்ச்சியை ஒழுங்குபடுத்துவதிலும், தாவர படிம வளர்ச்சியிலும் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. தாவர வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் என்பது இயற்கையாகத் தாவரங்களில் உற்பத்தியாகும் வேதிப்பொருட்கள் ஆகும். மற்றொரு வகையில் ஆய்வகத்தில் தயாரிக்கப்படும் வேதிப்பொருட்களை இயற்கை ஹார்மோன்களைப் போல மூலக்கூறு அமைப்பிலும், செயல்பாட்டிலும் ஒத்து காணப்படுகிறது. அண்மையில், ஹார்மோன்களைப் போலச் செயல்படும் **பிராசினோஸ்டீராய்டுகள்** மற்றும் **பாலிஅமைன்கள்** இவற்றோடு சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

1. தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகளின் வகைப்பாடு (Plant Growth Regulators – Classification)

தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள் மூல வேதிப்பொருட்களின் அடிப்படையில் இயற்கை மற்றும் செயற்கை என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகளின் வகைப்பாடு படம் **15.10**-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

2. தாவர வளர்ச்சி ஹார்மோன்களின் பண்புகள் (Characteristics of Phytohormones)

i. பொதுவாக வேர்கள், தண்டுகள் மற்றும் இலைகளில் உற்பத்தியாகிறது.



படம் 15.10 தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகளின் வகைப்பாடு

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 189 06-07-2018 14:43:01

ii. தாவரத்தின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்குக் கடத்துத் திசுக்கள் மூலம் கடத்தப்படுகிறது.

iii. மிகக் குறைந்த அளவில் தேவைப்படுகிறது.

iv. அனைத்து ஹார்மோன்களும் கரிமச் சேர்மங்களாகும்.

v. ஹார்மோன் உற்பத்திக்குச் சிறப்பான செல்களோ அல்லது உறுப்புகளோ இல்லை.

vi. தாவர வளர்ச்சியைத் தூண்டுதல், தடைசெய்தல், வளர்ச்சி உருமாற்றம் போன்றவற்றில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது.

3. ஹார்மோன்களின் ஒருங்கிணைந்த செயல் பாடுகளும் மற்றும் முரண்பாடுடைய செயல் பாடுகளும் (Synergistic and Antagonistic effects)

i. **ஒருங்கிணைந்த செயல்பாடுகள் (Synergistic effects):** ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கரிமப் பொருட்கள் மற்றொரு கரிமப்பொருளின் செயல்பாட்டினை போலச் செயல்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: ஆக்சின், ஜிப்ரலின்கள் மற்றும் சைட்டோகைனின்

ii. **முரண்பாடுடைய செயல்பாடுகள் (Antagonistic effects):** இதில் பங்கு பெறும் இரண்டு கரிமச் சேர்மங்கள் தாவரத்தின் குறிப்பிட்ட பணி மேற்கொள்வதில் மாறுபட்ட விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. ஒன்று குறிப்பிட்ட பணியை ஊக்குவிக்கும், மற்றொன்று அப்பணியைத் தடை செய்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: *ABA* மொட்டு மற்றும் விதை உறக்கத்தைத் தூண்டுகிறது, ஜிப்ரலின்கள் அதைத் தடைசெய்கிறது.

15.2.1 ஆக்சின்கள் (Auxins)

1. கண்டுபிடிப்பு (Discovery)

1880–ஆம் ஆண்டு, **சார்லஸ் டார்வின்** என்பவர் கேனரி புல் தாவரத்தின் முளைக்குறுத்து உறை ஒளியை நோக்கிய வளர்ச்சி அல்லது கேனரி புல் வளைவைக் கண்டறிந்தார். ஆக்சின் (ஆக்சின் என்ற கிரேக்கச் சொல்லின் பொருள் வளர்ச்சி) என்ற வார்த்தை *1926*–ல் **F.W. வெண்ட்** என்பவரால் முதலில் பயன்படுத்தப்பட்டது. மேலும் ஓட்ஸ் (அவினா) தாவரத்தின் முளைக்குறுத்து உறையிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. மேலும் *1928*–ல் அகார் கூழ்மத்தில் ஆக்சின் சேகரிக்கப்பட்டது. **கால், ஹாஜன் ஸ்மித்** (*1931*) ஆகியோர் மனிதச் சிறுநீரிலிருந்து பிரித்தெடுத்த ஆக்சின்களுக்கு **ஆக்சின் *A*** எனப் பெயரிட்டனர். பிறகு ஆக்சின் போலச் செயல்படும் பொருட்கள், ***1934***ல் மக்காச்சோளத் தானிய எண்ணெயிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. இது **ஆக்சின் *B*** என அழைக்கப்படுகிறது. **கால்** மற்றும் குழுவினரால் ***1934***–ல்தாவரங்களில்கண்டறியப்பட்ட **ஹெட்டிரோ ஆக்சின்** வேதியல்ரீதியாக **இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் (Indole Acetic Acid – IAA)** என அழைக்கப்படுகிறது.

2. காணப்படும் இடங்கள் (Occurrence)

வேர்மற்றும்தண்டின்நுனிஆக்குத்திசுவிலிருந்து உற்பத்தியாகும் ஆக்சின் தாவரத்தின் மற்ற

ஆக்சின் வகைகள்

இயற்கை	செயற்கை
தாவரங்களில் காணப்படும் ஆக்சின்கள் இயற்கை ஆக்சின் என அழைக்கப்படுகிறது.	செயற்கை முறையில் உருவாக்கப்பட்ட இவை ஆக்சினின் பண்புகளை ஒத்து காணப்படுகிறது.
1) இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் (IAA)	1) 2,4 டைகுளோரோ பீனாக்சி அசிடிக் அமிலம் (2,4-D)
2) இண்டோல் புரோப்பியானிக் அமிலம் (IPA)	2) 2,4,5 ட்ரைகுளோரோ பீனாக்சி அசிடிக் அமிலம் (2,4,5-T)
3) இண்டோல் பியூட்டரிக் அமிலம் (ABA)	3) நா∴ப்தலின் அசிடிக் அமிலம் (NAA)
4) பினைல் அசிடிக் அமிலம் (PAA)	

படம் 15.11 ஆக்சின் வகைகள்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 190 06-07-2018 14:43:01

பாகங்களுக்குக் கடத்தப்படுகிறது. இது தவிர இளம் இலைகள், உருவாகிக் கொண்டிருக்கும் கனிகள் மற்றும் விதைகளில் அதிக அளவு உற்பத்தியாகிறது

3. ஆக்சின் வகைகள் (Types of Auxin)

ஆக்சின்கள் பொதுவாக இரண்டு வகைப்படும். அவை இயற்கை ஆக்சின் மற்றும் செயற்கை ஆக்சின். அவை கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது (படம் **15.11**).

(*i*) பரவும் ஆக்சின் (Free auxin)

தாவரத் திசுக்களிலிருந்து வெளியேறி எளிதில் பரவும் தன்மை கொண்டது. எடுத்துக்காட்டு: IAA

(*ii*) பரவலற்ற ஆக்சின் (Bound auxin)

இவை எளிதில் பரவும் தன்மை அற்றது. எடுத்துக்காட்டு: IAA – அஸ்பார்டிக் அமிலம்.

4. முன்னோடிச் சேர்மம் (Precursor)

IAA-வின் முன்னோடிச் சேர்மம் டிரிப்டோஃபன் என்ற அமினோஅமிலம் ஆகும். மேலும் துத்தநாகம் எனும் தனிமம் இதன் உற்பத்திக்குத் தேவைப்படுகிறது.

5. வேதி அமைப்பு (Chemcial structure)

இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் என்ற சேர்மத்தின் வேதி அமைப்பைப் பெற்றிருக்கிறது.

6. தாவரங்களில் இடப்பெயர்ச்சி (Transport in plants)

ஆக்சின் துருவம் சார்ந்த கடத்தல் வகையைச் சார்ந்தது. தண்டுத் தொகுப்பிலிருந்து வேருக்குப் புரோட்டோபுளோயத்தின் மூலம் கடத்துவது **அடி நோக்கிய கடத்தல்** என்றும், வேரிலிருந்து தண்டுத்தொகுப்பிற்கு சைலத்தின் மூலம் கடத்தப்படுவது **நுனிநோக்கிய கடத்தல்** என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

ஆக்சின் எதிர்பொருள் (Anti-auxin)

ஆக்சின் எதிர்பொருட்களைத் தாவரத்தின் மீது தெளிக்கும்போது ஆக்சின் விளைவுகளைத் தடைசெய்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: *2,4,5* ட்ரை அயோடின் பென்சாயிக் அமிலம் (TIBA) மற்றும் நாப்தைல்தலாமைன் (Napthalamine).

7. உயிரிய ஆய்வறிதல் (அவினா வளைவு சோதனை / வெண்ட் சோதனை) (Bioassay (Avena curvature Test / Went Experiment))

தாவரங்கள் அல்லது தாவரப்பாகங்களின் வளர்ச்சிக்குக் காரணமான வளர்ச்சி பொருட்களின் செயல்பாட்டினைக் கண்டறியும் முறைக்கு **உயிரிய ஆய்வறிதல்** என்று பெயர்.

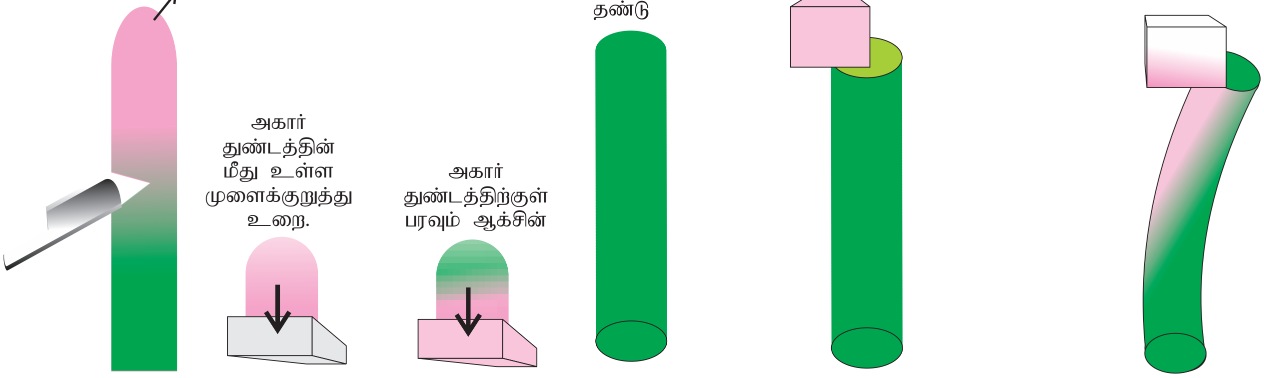
சோதனையின் செய்முறைகள்:

அவினா நாற்றுகள் 15 முதல் 30 மி.மீ உயரமுள்ள போது, 1 மி.மீ அளவுள்ள முளைக்குறுத்து உறை நீக்கப்படுகிறது. இது இயற்கை ஆக்சின் உள்ள பகுதியாகும். இந்த நுனிப்பகுதியைச் சிலமணி நேரம் அகார் துண்டத்தின் மீது வைக்கவேண்டும். இதன் காரணமாக நுனிப்பகுதியில் உள்ள ஆக்சின் அகார் துண்டத்திற்குப் பரவுகிறது. நுனி நீக்கப்பட்ட தண்டுநுனியின் ஒரு ஓரத்தில் ஆக்சின் பரவிய அகார் துண்டங்களை வைக்கவும்.

தாவரவியல் பூங்கா மற்றும் தேயிலை தோட்டங்களில் தோட்டக்காரரால் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் தாவரங்களின் நுனி துண்டிக்கப்பட்டபோதிலும் தாவரங்கள் அடர்ந்து காணப்படுகிறது. தாவரத்தின் வளர்ச்சியில் இம்முறை ஏதேனும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறதா?

ஆம். தாவரத்தின் நுனிமொட்டு நீக்கப்படுவதால், வளர்வடங்கிய நிலையில் உள்ள பக்க மொட்டு உடனடியாக வளர்ச்சியடைந்து தாவரத்தில் அடர்ந்த அமைப்பை உருவாக்குகிறது.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 191 06-07-2018 14:43:02



படம் 15.12 அவினா வளைவுச் சோதனை

இத்துண்டத்தை ஒரு பக்கமாக முளைக்குருத்து உறை பகுதியில் வைக்கும்பொழுது ஆக்சின் கீழிறங்குகிறது. மற்றொரு நுனிநீக்கப்பட்ட முளைக்குருத்து உறை மீது ஆக்சின் இல்லாத அகார் துண்டம் வைக்கப்படுகிறது. ஒரு மணி நேரத்திற்குள், ஆக்சின் கொண்ட அகார் துண்டம் வைக்கப்பட்ட நுனிப்பகுதி எதிர் பக்கத்தில் வளைவடையும். இந்த வளைவினைக் கணக்கிட முடியும் (படம் **15.12**).

10. ஆக்சின் வாழ்வியல் விளைவுகள் (Physiological effects of auxin)

- முளைக்குறுத்து மற்றும் தண்டில் செல்நீட்சி தூண்டப்படுகிறது.
- ஆக்சின் செறிவு அதிகமாக இருக்கும்போது வேரின் நீள்வளர்ச்சியை தடைசெய்கிறது. ஆனால் பக்க வேர்கள் தூண்டப்படுகிறது. மிகக் குறைந்த ஆக்சின் செறிவில் வேரின் வளர்ச்சி தூண்டப்படுகிறது.
- நுனிமொட்டு இருக்கும்போது பக்கமொட்டின் வளர்ச்சி நுனிமொட்டு உற்பத்தி செய்யும் ஆக்சினால் தடைசெய்யப்படுவதற்கு **நுனி ஆதிக்கம்** என்று பெயர்.
- ஆக்சின் 'உதிர்தலை' தடைசெய்கிறது.
- கேம்பியத்தில் செல்பகுப்பை துவக்கிச் செல் நீட்சியடையச் செய்யும் பண்பு உள்ளதால் இரண்டாம் நிலைவளர்ச்சி மற்றும் கட்டி தோன்றவும் காரணமாகிறது. செல்பகுப்பை துவக்கிக் காலஸ் வளர்ச்சியைத் தோற்றுவிப்பதிலும் ஆக்சின் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.
- ஆக்சின் சுவாசித்தலைத் தூண்டுகிறது.
- வாஸ்குலார் திசு வேறுபாடு அடைதலை ஆக்சின் தூண்டுகிறது.

11. விவசாயத்தில் பங்கு (Agricultural Role)

- களைகள் நீக்குவதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: **2, 4** – D மற்றும் **2, 4 5** – T.
- விதையிலாக் கனிகள் (பார்த்தினோகார்பிக் பழங்கள்) உருவாக்குவதில் செயற்கை ஆக்சின் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.
- விதை உறக்கத்தை நீக்குகிறது.
- NAA மற்றும் 2, 4 – D, பைன்ஆப்பிள் தாவரத்தில் பூத்தலைத் தூண்டுகிறது.
- குக்கர்பிட்டாவில் பெண் மலர் மற்றும் பழங்கள் உற்பத்தியை அதிகரிக்கிறது.

15.2.2 . ஜிப்ரலின்கள் (Gibberellins)

1. கண்டுபிடிப்பு

1800–ம் ஆண்டிற்கு முன்னரே ஜப்பானில் ஜிப்ரலின்களின் விளைவுகளை நெல் தாவரத்தில்

ஏஜென்ட் ஆரஞ்சு (Agent Orange)

- வியட்நாம் போரில், வனப்பகுதியில் இலைகளை நீக்க **2,4** D மற்றும் **2,4,5**–T பீனாக்ஸி களைக்கொல்லிகள் கலந்த கலவை USAவால் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதற்கு ஏஜென்ட் ஆரஞ்சு எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 192 06-07-2018 14:43:02

பக்கானே அல்லது **நெல்லின் கோமாளித்தன நோய்** எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இந்த நோய் **குருசோவா** (**1926**) என்பவரால் ஜிப்ரில்லா பியூஜிகுராய் எனும் பூஞ்சையில் கண்டறியப்பட்டது. **யபுதா** (**1935**) என்பவர் இப்பூஞ்சையிலிருந்து இச்செயல்தன்மை கொண்ட வேதி பொருளைப் பிரித்தெடுத்து **ஜிப்ரலின்** எனப் பெயரிட்டார். பூஞ்சைகள் மற்றும் உயர் தாவரங்களில் 100-க்கும் மேற்பட்ட ஜிப்ரலின்கள் இருப்பதாகக் கண்டறியப்பட்டுளது. அவை GA1, GA2, GA3 என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. GA3 என்பது முதன் முதலில் கண்டறியப்பட்ட ஜிப்ரலின் ஆகும். **1938**-ல் யபுதா மற்றும் சுமிகி ஜிப்ரலின்களை படிக வடிவில் பிரித்தெடுத்தனர். **1955**-ல் **பிரெய்ன்** மற்றும் குழுவினரால் **ஜிப்ரலிக் அமிலம்** (gibberellic acid) எனும் வார்த்தை அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. **1961**-ல் **கிராஸ்** மற்றும் குழுவினர் அதன் அமைப்பை நிறுவினர்.

2. காணப்படும் இடங்கள்

தாவரங்களில் ஜிப்ரலின்கள் உற்பத்தியாகும் முக்கிய இடங்கள் கரு, வேர்கள் மற்றும் நுனிக்கு அருகில் உள்ள இளம் இலைகளில் காணப்படுகிறது. முதிர்ச்சியடையாத விதைகளில் அதிக அளவு ஜிப்ரலின்கள் காணப்படுகிறது.

3. முன்னோடிச் சேர்மம்

ஜிப்ரலின்கள் வேதியல் ரீதியாக ஐசோபென்டனைல் பைரோபாஸ்பேட்(IPP) என அழைக்கப்படும் 5-C முன்னோடிச் சேர்மம் ஐசோ பிரினாய்டு அலகிலிருந்து உருவான டர்பினாய்டு (இயற்கை ரப்பர், கரோட்டினாய்டு, ஸ்டீராய்டு) வேதி அமைப்பை ஒத்திருக்கிறது. முதன்மை முன்னோடிச் சேர்மம் அசிட்டேட் ஆகும்.

4. வேதி அமைப்பு

அனைத்து ஜிப்ரலின்களும் ஜிப்பெரெல்லேன் என்ற வேதியமைப்பைப் பெற்றிருக்கிறது.

5. தாவரங்களில் இடப்பெயர்வு

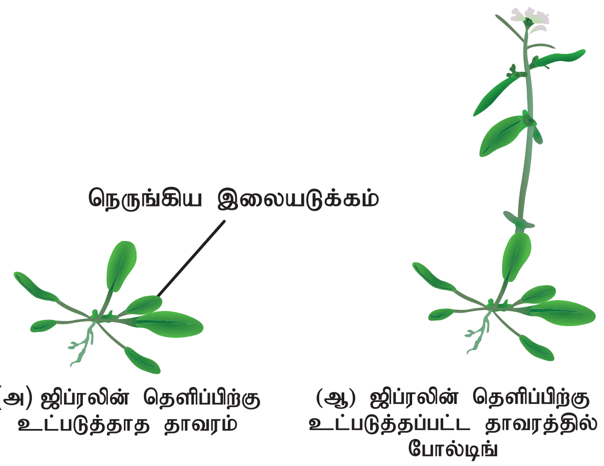
ஜிப்ரலின்கள் துருவம் சாராது கடத்தப்படும். ஜிப்ரலின்கள் புளோயம் வழியாகக் கடத்தப்படுகிறது அல்லது வாஸ்குலார் கற்றைகளுக்கு இடையே கிடைமட்டக் கடத்தல் சைலத்தில் நடைபெறுகிறது.

6. உயிரிய ஆய்வறிதல் (குட்டை பட்டாணி சோதனை (Dwarf Pea assay))

குட்டை பட்டாணி விதைகளை முளைக் குறுத்து உருவாகும் வரை வளர அனுமதிக்கப்படுகிறது. சில நாற்றுக்களின் மீது GA கரைசலை தெளிக்க வேண்டும். மற்ற நாற்றுக்கள் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நிலையில் வைக்கப்படுகிறது. விதையிலை மேல் தண்டின் வளர்ச்சி அளவிடப்படுகிறது. GA கரைசல் தெளித்த நாற்றுகளின் விதையிலை மேல்தண்டு நன்கு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளதை காண முடிகிறது.

7. வாழ்வியல் விளைவுகள்

- செல் பகுப்பு மற்றும் செல் நீட்சி காரணமாக அசாதாரண வளர்ச்சி ஜிப்ரலினால் உருவாகிறது.
- நெருங்கிய இலையடுக்கம் கொண்ட தாவரங்கள் (மரபியல் ரீதியாக குட்டைத் தாவரம்) மீது ஜிப்ரலின்கள் தெளிக்கும் போது அசாதாரண கணுவிடைப் பகுதி நீட்சியடைகிறது. திடீரென தண்டு நீட்சியடைவதும் அதனைத் தொடர்ந்து மலர்வதும் **போல்டிங் (bolting)** என அழைக்கப்படுகிறது (படம் 15.13).
- இவை உருளைக்கிழங்கில் மொட்டு உறக்கத்தை நீக்குகிறது.
- பொதுவாக ஈராண்டுத் தாவரங்களில் இரண்டாம் ஆண்டில் மலர்தல் நிகழ்கிறது. மலர்தல் உருவாதலுக்கு அத்தகைய தாவரங்களை தட்பப்பதனத்திற்கு உட்படுத்த வேண்டும். இத்தகைய தாவரங்களில் ஜிப்ரலின்களை தெளிக்கும்



படம் 15.13 போல்டிங்

போது தாவரங்களை தட்பப்பதனத்திற்கு உட்படுத்தாமல் முதல் ஆண்டிலேயே மலர்தல் உருவாக்கப்படுகிறது.

8. விவசாயத்தில் பங்கு

- ஜிப்ரலின்களைப் பயன்படுத்தி கருவுறுதல் நடைபெறாமல் **விதையிலாக் கனிகள்** (Parthenocarpic fruits) உருவாக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: விதையிலாத் தக்காளி, ஆப்பிள் மற்றும் வெள்ளரி.
- குக்கர்பிட்டேசி குடும்ப தாவரங்களில் ஆண் மலர்கள் உருவாதலை தூண்டுகிறது. இது பயிர் மேம்பாட்டிற்கு உதவும் பண்பாகும்.
- போல்டிங் நிகழ்தல் மற்றும் விதை உருவாக்கத்தை அதிகப்படுத்துகிறது.
- திராட்சையில் மலர்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் அளவை அதிகரிக்கிறது.
- சர்க்கரையின் அளவு குறையாமல் கரும்பில் கணுவிடைப்பகுதி நீட்சி தூண்டப்படுகிறது. இதனால் மகசூல் அதிகரிக்கிறது.
- நீள்பகல் தாரங்களாக இருந்தாலும் கூட குறும்பகல் நிலையிலேயே மலர்தல் தூண்டப்படுகிறது.
- விதை முளைத்தலை தூண்டுகிறது.

15.2.3 சைட்டோகைனின் (Cytokinin) (சைட்டோஸ் – செல், கைனசிஸ் – பகுப்பு) (Cytos – cell, Kinesis – divisions)

1. கண்டுபிடிப்பு

ஹேபர்லாண்ட் 1913-ல் இளநீரில் (தேங்காயின் திரவ கருவூண் திசு) செல் பகுப்பை தூண்டும் பொருட்கள் உள்ளதை கண்டறிந்தார். 1954-ல் **மில்லர்** மற்றும் **ஸ்கூக்** என்பவர் புகையிலை பித் செல்களில் ஹெர்ரிங் விந்து செல்களிலிருந்து பெறப்பட்ட வெப்பசிதைவுற்ற DNA செல்பகுப்பை தூண்டுகிறது என்பதை கண்டறிந்தனர். இந்த செல்பகுப்பு தூண்டும் பொருள் **கைனடின்** (வேதி அமைப்பு: 6 பர்பியூரல் அமினோ அமிலம்) என அவர்களால்அழைக்கப்பட்டது.இவைதாவரங்களில் காணப்படுவதில்லை. 1963-ல் சைட்டோகைனின் எனும் வார்த்தை **லெதம்** (Letham) என்பவரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. 1964-ல் **லெதம்** மற்றும் **மில்லர்** மக்காச்சோள இளம் தானியத்தில் கண்டறியப்பட்ட புதிய சைட்டோகைனின்களுக்கு **சியாடின்** என்று பெயர். தாவரங்களில் பெரும்பாலும் காணப்படும் சைட்டோகைனின் **ஐசோபென்டனைல் அடினைன்** (IPA) ஆகும்.

2. காணப்படும் இடங்கள்

வேர் நுனி, தண்டு நுனி, மொட்டு மற்றும் இளம் காய் போன்றவற்றில் உருவாகிறது.

3. முன்னோடிச் சேர்மம்

சைட்டோகைனினின் முன்னோடி சேர்மம் பியுரின் அடினைன் ஆகும்.

4. உயிரிய ஆய்வறிதல் (வேம்பு விதையிலை ஆய்வு (Neem Cotyledon assay))

வேம்பு விதையிலைகளை சைட்டோகைனின் கரைசல் மற்றும் சாதாரண நீரில் வைக்கப்படுகிறது. விதையிலைகளின் நீட்சி சைட்டோகைனின் செயல்பாட்டினைக் குறிக்கிறது.

5. தாவரங்களில் இடப்பெயர்ச்சி

ஆக்சின் மற்றும் ஜிப்ரலின்களைப் போல சைட்டோகைனின் தாவரங்களில் பரவி காணப்படுவதில்லை. ஆனால் அதிகமாக வேர்களில் காணப்படுகிறது. சைட்டோகைனின் சைலத்தின் மூலம் கடத்தப்படுகிறது.

6. சைட்டோகைனின் வாழ்வியல் விளைவுகள்

- ஆக்சின் (IAA) இருக்கும் போது செல் பகுப்பை தூண்டுகிறது.
- ஒளி உணரும் தன்மை பெற்ற விதைகளில் அதன் உறக்கத்தை நீக்கி முளைக்கும்படி செய்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: புகையிலைத் தாவரம்.
- ஆக்சின் இருக்கும் போது, பட்டாணி தாவரத்தில் பக்க மொட்டுகளின் வளர்ச்சி தூண்டப்படுகிறது.
- சைட்டோகைனின் கனிம ஊட்ட இடப்பெயர்ச்சி அடையச் செய்து தாவரங்கள் வயதாவதை தாமதப்படுத்துகிறது. இதற்கு **ரிச்மாண்ட் லாங்க் விளைவு (Richmond Lang effect)** என்று பெயர்.
- சைட்டோகைனின் புரத சேர்க்கை வீதத்தை அதிகப்படுத்துவும்,கற்றை இடைக்கேம்பியம்

உருவாதலைத் தூண்டவும், புதிய இலைகள், பசுங்கணிகம் மற்றும் பக்க கிளைகள் உருவாதலை தூண்டவும் உதவுகிறது.

- தாவரங்கள் மிகத் துரிதமாக கரைப் பொருட்களை சேகரமடையச் செய்ய உதவுதல்.

15.2.4 எத்திலின் (Ethylene) (வாயு நிலை தாவர ஹார்மோன்) (Gaseous Phytohormone)

மிகக் குறைந்த செறிவில் தாவரத்தின் திசுக்கள் எத்திலின் வாயுவை உருவாக்குகிறது.

1. கண்டுபிடிப்பு

1924-ல் டென்னி (Denny) எலுமிச்சையில் பழுத்தலை எத்திலின் தூண்டுகிறது என்பதை கண்டறிந்தார். 1934-ல் **R. காணி (R. Gani)** வாழைப்பழத்தில் எத்திலின் உள்ளதை கண்டறிந்தார். 1935-ல் **காக்கென் (Cocken)** எத்திலின் இயற்கை தாவர ஹார்மோன் என கண்டறிந்தார்.

2. காணப்படும் இடங்கள்

வீரிய சுவாசமுடைய கனி பழுத்தல் மற்றும் திசுக்கள் முதிர்ச்சியடையும் போது அதிக அளவு எத்திலின் உருவாகிறது. இது தாவரத்தின் வேர், தண்டு, இலை, மலர்கள், கனிகள் விதைகள் போன்ற அனைத்து பாகங்களிலும் காணப்படுகிறது.

3. தாவரங்களில் இடப்பெயர்ச்சி

தாவரத்தில் எத்திலின் எளிதில் செல் இடைவெளிகளில் பரவுகிறது.

4. முன்னோடிச் சேர்மம்

மிதியோனைன் என்பது முன்னோடிச் சேர்மமாகும். மேலும் லினோலனிக் அமிலம் மற்றும் பியூமரிக் அமிலத்திலிருந்தும் பெறப்படுகிறது.

5. உயிரிய ஆய்வறிதல் (வாயு குரோமட்டோகிரா∴பி (Gas Chromatography))

வாயு குரோமட்டோகிரா∴பி மூலம் எத்திலின் அளவிடப்படுகிறது. எலுமிச்சை மற்றும் ஆரஞ்சு போன்ற தாவர திசுக்களில் துல்லியமாக எத்திலின் அளவை கண்டறிய இம்முறை மிகவும் உதவுகிறது.

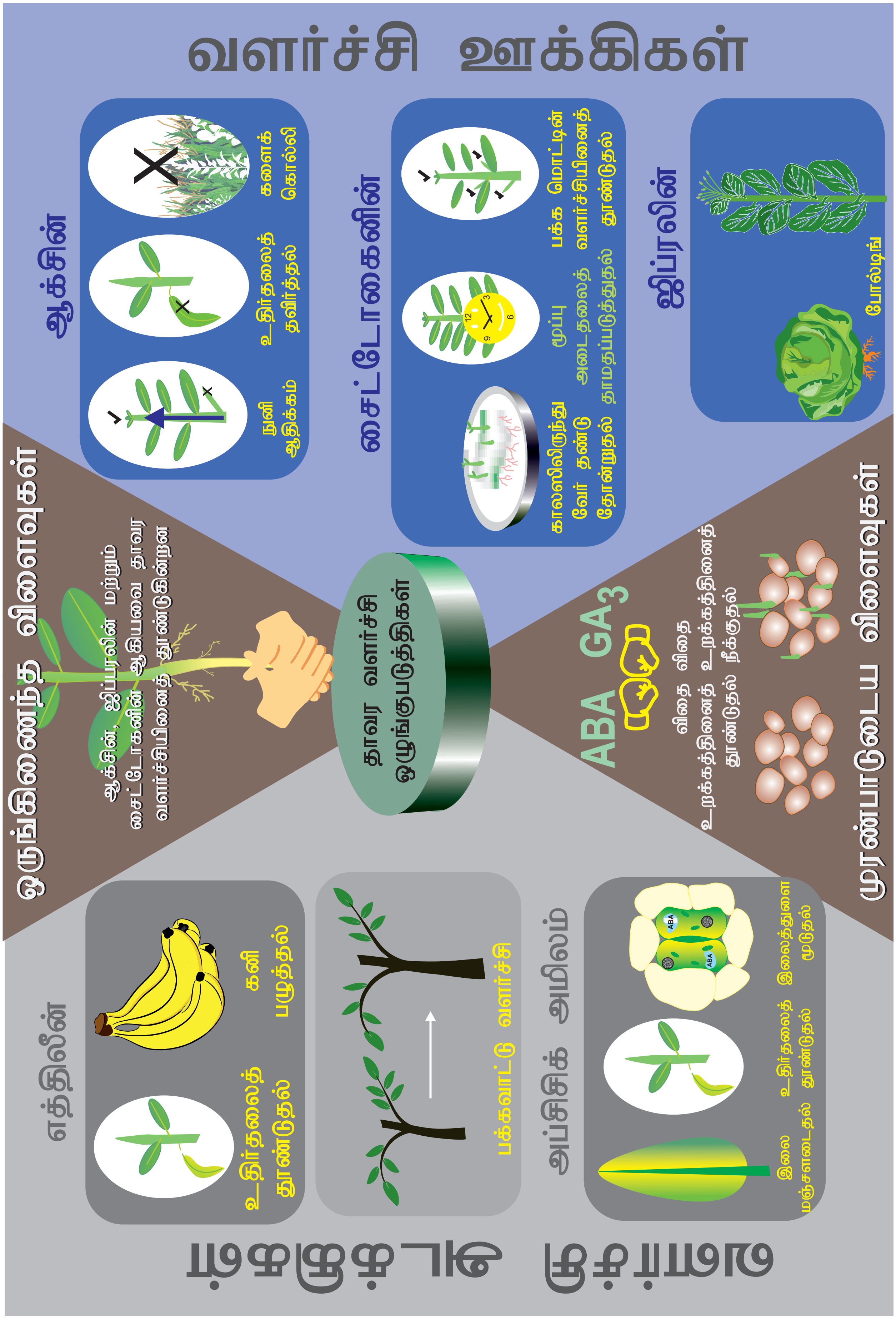
6. எத்திலின் வாழ்வியல் விளைவுகள்:

- எத்திலின் கனி பழுத்தல் மற்றும் சுவாசித்தல் நிகழ்ச்சியினை தூண்டுகிறது.
- வேர் மற்றும் தண்டில் பக்கவாட்டு வளர்ச்சி தூண்டப்படுகிறது மற்றும் நீள் வளர்ச்சி தடை செய்யப்படுகிறது.
- மொட்டுக்கள், விதைகள் மற்றும் சேமிப்பு உறுப்புகளின் உறக்கத்தை நீக்குகிறது.
- இலைகள், மலர்கள், கனிகளில் உதிர்தல் அடுக்கு தூண்டப்படுகிறது. இந்த அடுக்கு முதிர்சி அடையும் முன்னரே உதிர்தலை தூண்டுகிறது.
- தண்டு நீட்சியடைதலை தடுக்கிறது (கணுவிடைப் பகுதி குறைகிறது)
- குறைந்த செறிவில் எத்திலின் வேர் தோன்றலை தூண்டுகிறது.
- பக்கவேர்கள் பற்றும் வேர்தூவிகளை தோற்றுவிக்கிறது. தாவர வேரில் உறிஞ்சுதல் பரப்பை அதிகரிக்க உதவுகிறது.
- சில தாவரங்களில் கனி வளர்ச்சியை எத்திலின் தூண்டுகிறது. வீரிய சுவாசமுடைய கனி பழுத்தலில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது.
- எத்திலின் (மேல் முன்னிலை அசைவு) மலர்தலை (epinasty) தூண்டுகிறது.

வீரிய சுவாசம் உடைய கனிகள்: பெரும்பாலான தாவரங்களில் கனி உருவாதல் நிகழும்போது செல்சுவாச வீதம் அதிகரிக்கிறது. இந்நிகழ்ச்சிக்கு வீரிய சுவாச உயர்வு என்று பெயர். இவ்வகைக் கனிகள் வீரிய சுவாசமுடைய கனிகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. 1 PPM செறிவுள்ள எத்திலின் காற்றில் உள்ள போது இத்தகைய கனிகளில் பழுத்தல் நிகழ்ச்சி தூண்டப்படுகிறது. எத்தாப்ன் (ethaphan) எனும் திரவம் தொடர்ந்து எத்திலினை உற்பத்தி செய்வதால் கனி பழுத்தலில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: தக்காளி, ஆப்பிள், வாழை, மா.

வீரிய சுவாசம் பெற்றிராத கனிகள்: அனைத்து கனிகளும் எத்திலின் தெளிப்பதால் பழுப்பதில்லை. இவற்றில் வீரிய சுவாச உயர்வு காணப்படுவதில்லை. இத்தகைய கனிகளுக்கு வீரிய சுவாசம் பெற்றிராத கனிகள் என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டு: திராட்சை, தர்பூசணி, ஆரஞ்சு.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 195 06-07-2018 14:43:02


வளர்ச்சி ஊக்கிகள்
ஆக்சின்
நுனி ஆதிக்கம்
உதிர்தலைத் தவிர்த்தல்
களைக் கொல்லி
சைட்டோகைனின்
காலஸிலிருந்து வேர் தண்டு தோன்றுதல்
மூப்பு அடைதலைத் தாமதப்படுத்துதல்
பக்க மொட்டின் வளர்ச்சியினைத் தூண்டுதல்
ஜிப்ரலின்
போல்டிங்
ஒருங்கிணைந்த விளைவுகள்
ஆக்சின், ஜிப்ரலின் மற்றும் சைட்டோகைனின் ஆகியவை தாவர வளர்ச்சியினைத் தூண்டுகின்றன
தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள்
முரண்பாடுடைய விளைவுகள்
ABA GA3
விதை உறக்கத்தினைத் தூண்டுதல்
விதை உறக்கத்தினை நீக்குதல்
வளர்ச்சி அடக்கிகள்
எத்திலீன்
உதிர்தலைத் தூண்டுதல்
கனி பழுத்தல்
பக்கவாட்டு வளர்ச்சி
அப்சிசிக் அமிலம்
இலை மஞ்சளடைதல்
உதிர்தலைத் தூண்டுதல்
இலைத்துளை மூடுதல்

7. விவசாயத்தில் பங்கு

- மா, பைன்ஆப்பிள் தாவரங்களைத் தவிர மற்ற தாவரங்களில் மலர்கள் உருவாதலை தடை செய்கிறது.
- பெண் மலர்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்கிறது. ஆண் மலர்களின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்கிறது.
- வெள்ளரி தாவரத்தில் எத்திலின் தெளித்தால் பெண் மலர்கள் உருவாதலை தூண்டி விளைச்சலை அதிகரிக்கிறது.

15.2.5 அப்சிசிக் அமிலம் (Abscisic Acid – ABA) (நெருக்கடி கால தாவர ஹார்மோன்) (Stress Phytohormone)

1. கண்டுபிடிப்பு

1963-ம் ஆண்டு அடிகாட் (Addicot) மற்றும் குழுவினர்கள் இளம் பருத்தி காய்களிலிருந்து முதன்முதலில் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஹார்மோன்களுக்கு அப்சிசிக் அமிலம் II எனப் பெயரிட்டனர். 1963-64-ல் உறக்கத்தை தூண்டும் பொருட்கள் பீட்டுலா எனும் இலையிலிருந்து ஈகிள்ஸ் மற்றும் வாரிங் என்பவர்களால் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு டார்மின் (Dormin) என அழைக்கப்பட்டது. 1965-ல் கார்ன்ஸ்போர்த் மற்றும் குழுவினரால் டார்மின் மற்றும் அப்சிசின் II ஆகிய இரண்டும் ஒத்த அமைப்புடைய சேர்மம் என தெரிய வந்தது. இந்தச் சேர்மமே தற்பொழுது அப்சிசிக் அமிலம் என அழைக்கப்படுகிறது.

2. காணப்படும் இடங்கள்

பசுங்கணிகங்கள் கொண்ட அனைத்து தாவர செல்களிலும் அதிக அளவு இந்த ஹார்மோன் காணப்படுகிறது.

3. முன்னோடிச் சேர்மம்

மெவலோனிக் அமிலம் அல்லது சாந்தோஃபில் வழிப்பாதை மூலம் இந்த ஹார்மோன்கள் உற்பத்தியாகிறது. உயர் தாவரங்களில் டெர்பினாய்டு உற்பத்தி வழிப்பாதை மூலம் ABA உற்பத்தி நிகழ்கிறது

4. தாவரங்களில் இடப்பெயர்வு

சைலம், புளோயம் ஆகிய இரண்டின் வழியாகவும் அப்சிசிக் அமிலம் கடத்தப்படுகிறது. இது தண்டியிலிருந்து வேர்த் தொகுப்பை நோக்கி அதிக அளவில் புளோயம் திசு வழியாகவும், வேரிலிருந்து தண்டை நோக்கி குறைந்த அளவில் சைலத்தின் வழியாகவும் இடம்பெயர்கிறது.

5. வேதி அமைப்பு

கரோட்டினாய்டு மூலக்கூறு அமைப்பை உடைய வேதிச் சேர்மம் ஆகும்.

6. உயிரிய ஆய்வறிதல் (நெல் முளைக்குறுத்து உறை (Rice Coleoptile))

நெல்லில் முளைக்குறுத்து உறை நீட்சியடைதலை IAA வை தடை செய்வதால் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

7. வாழ்வியல் விளைவுகள்

- இலைத்துளைகள் மூடுவதின் மூலம் இது நீராவிபோக்கின் அளவை குறைக்கிறது. காப்புச் செல்களுக்கு K+ உட்செல்வதை தடைசெய்வதாலும் மாலிக்அமில கசிவைத் தூண்ட செய்வதாலும் இலைத்துளை மூடுகிறது.
- இது இலைகளில் உள்ள பச்சைய நிறமிகள், புரதங்கள் மற்றும் நியூக்ளிக் அமிலங்கள் போன்றவற்றை அழித்து மஞ்சள் நிறமாக மாற்றுகிறது.
- செல் பகுப்பு மற்றும் செல் நீட்சியடைதலைத் தடைச் செய்கிறது.
- ABA என்பது வீரியமிக்க வளர்ச்சி அடக்கி ஆகும். ஓட்ஸ் தாவர முளைக்குறுத்து உறையின் நீட்சியடைதலை 50% ஆக குறைக்கிறது.
- மொட்டு மற்றும் விதை உறக்கத்தை தூண்டுகிறது
- இலைகள், மலர்கள், கனிகள் ஆகியவற்றில் உதிர்தல் அடுக்கு உருவாக்கி உதிர்தலை தூண்டுகிறது.
- நீர் நெருக்கடி மற்றும் வளர்ச்சி காலங்களில் ABA தாவரங்களில் விறைப்பழுத்தத்தை குறைத்து இலைத்துளையை மூடச்செய்கிறது.
- எதிர் ஆக்சின் மற்றும் எதிர் ஜிப்ரலின் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது.
- அப்சிசிக் அமிலம் இலைகள் முதுமையடைவதை தூண்டுகிறது. ஏனெனில் பச்சைய நிறமி குறைவதால் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் குறைகிறது. மேலும் புரதம், நியூக்ளிக்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 197 06-07-2018 14:43:03

அமிலம் உற்பத்தியில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

8. விவசாயத்தில் பங்கு

- கன்னாபிஸ் சட்டைவாவின் பெண் தாவரத்தில் ஆண் மலர்களை தோற்றுவிக்கிறது.
- குறும்பகல் தாவரத்தில் மலர்தலை தூண்டுகிறது.
- உருளைக்கிழங்கு போன்ற சேமிப்பு உறுப்புகளில் முளைத்தலைத் தூண்டுகிறது.
- வறட்சி காலங்களில் நீர் நெருக்கடியிலிருந்து தாவரங்களை பாதுகாக்கிறது.
- இக்காலத்தில் தண்டுத்தொகுப்பு வளர்ச்சியைக் குறைத்து வேர்களின் வளர்ச்சியை அதிகரிக்க செய்கிறது. இப்பண்புகள் தாவரத்திற்கு பெரிதும் உதவுகிறது. எனவே ABA ஒரு சிறந்த **நெருக்கடிக்கால ஹார்மோன்** (Stress hormone) என அழைக்கப்படுகிறது.

15.3 தாவர அசைவுகள்

தாவரங்கள் உள், மற்றும் வெளி தூண்டல்களால், தன் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளும் திறன் கொண்டது. இவ்வாறு நிலையை மாற்றிக் கொள்வது தாவர அசைவுகள் எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. **தாவரங்களில் அசைவுகளை** இரண்டு வகைகளாக பிரிக்கலாம். அவையாவன I. உயிர் சார் அசைவுகள் (Vital movements), II. இயல்சார் அசைவுகள் (Physical movements (Hygroscopic) (படம் 15.14).

I. உயிர் சார் அசைவுகள்

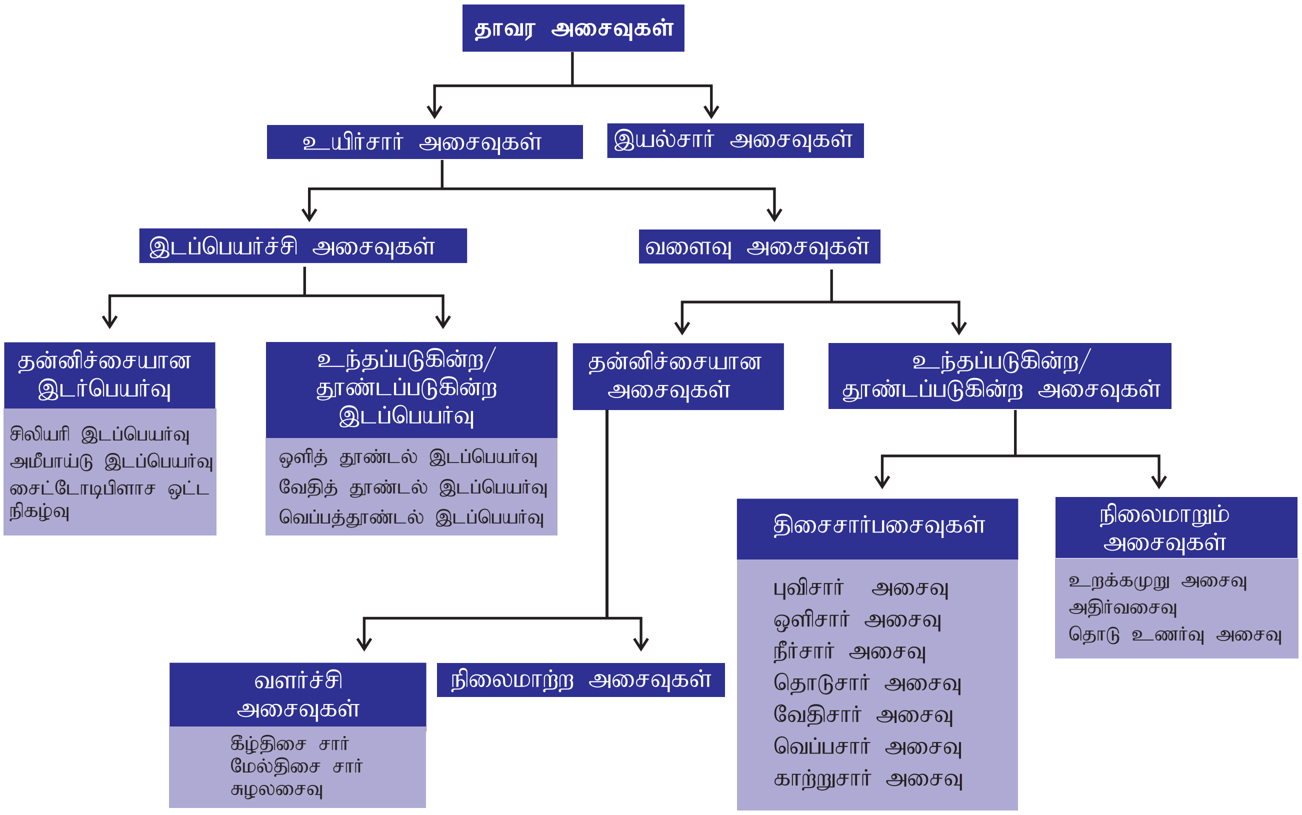
உயிருள்ள தாவர செல்களில் அல்லது தாவர உறுப்புகளில் உள்ள புரோட்டோபிளாசத்தில் ஏற்படும் தூண்டுதல்களால் நிகழும் அசைவுகள். **உயிர்சார்அசைவுகள்** எனப்படும் இவை மேலும் இரண்டு வகைப்படும்.

அ. இடப்பெயர்ச்சி அசைவுகள்

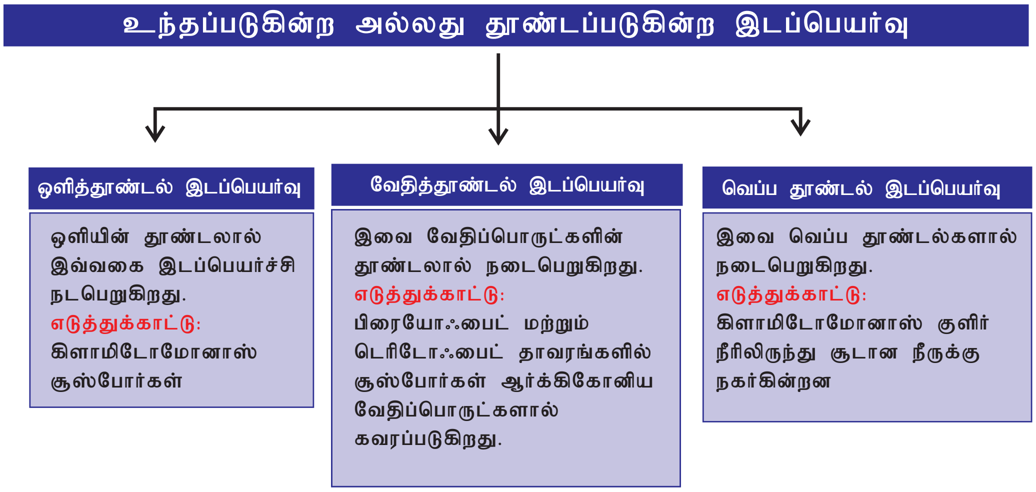
ஆ. வளைவு அசைவுகள்

அ. இடப்பெயர்ச்சி அசைவுகள் (Movements of locomotion)

இவ்வகை அசைவுகள் செல்லினுள் உள்ள



படம் 15.14 தாவர அசைவுகளின் வகைகள்



படம் 15.15 உந்தப்படுகின்ற அல்லது தூண்டப்படுகின்ற இடப்பெயர்ச்சி வகைகள்

புரோட்டோபிளாசம் அல்லது முழு ஒரு செல் உயிரி அல்லது பல செல் தாவர உடலம் ஆகியவற்றில் நடைபெறுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: கிளாமிடோமோனாஸ், கேமிட்டுகள் மற்றும் சூஸ்போர்களின் இடப்பெயர்வு.

i. தன்னிச்சையான இடப்பெயர்வு (*Autonomic movements of locomotion*)

இத்தகைய இடப்பெயர்வு தாவர உடலத்தில் உட்புற தூண்டல்கள் அல்லது உட்புற மாற்றங்களினால் நடைபெறுகிறது. இத்தகைய இடப்பெயர்வு சிலியா அல்லது கசையிழைகள் மற்றும் சைட்டோபிளாச ஓட்டநிகழ்வு **(சைக்ளோசிஸ்)** போன்றவற்றில் நடைபெறுகிறது.

ii. உந்தப்படுகின்ற அல்லது தூண்டப்படுகின்ற இடப்பெயர்வு (*Paratonic or Tactic (Induced) movement of locomotion*)

இத்தகைய இடப்பெயர்வு புறக்காரணிகள் அல்லது தூண்டல் காரணிகளான ஒளி, வெப்ப நிலை, வேதிப் பொருட்கள் ஆகியவற்றால் நடைபெறுகிறது (படம் 15.15)

ஆ. வளைவு அசைவுகள் (*Movement of curvature*)

உயர் தாவரங்களில் சில பாகங்களில் மட்டும் மடிதல் அல்லது வளைதல் நடைபெறுகிறது. இவை (*i*) தன்னிச்சையான வளர்ச்சி அசைவுகள் (*ii*) தூண்டப்பட்ட வளர்ச்சி அசைவுகள் என இரு வகைப்படும்.

i. தன்னிச்சையான வளர்ச்சி அசைவுகள் (*Autonomic movements of curvature*)

தாவரங்களில் உட்புற தூண்டல்கள் அல்லது உட்புற மாற்றங்களால் நிகழும் அசைவுகள் தன்னிச்சையான வளர்ச்சி அசைவுகள் எனப்படும். இதற்கு வெளிப்புற காரணிகள் தேவைப்படுவதில்லை. அவை இரண்டு வகைப்படும். அவையாவன:

அ) தன்னிசையான வளர்ச்சி அசைவுகள் (*Autonomic movement of growth*)

1. கீழ்திசைச்சார் (*Hyponasty*)

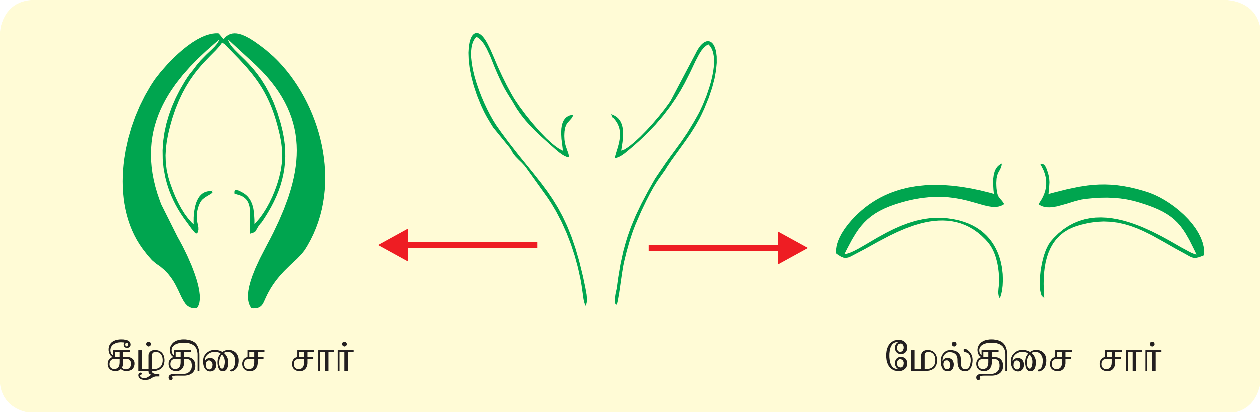
அல்லி இதழின் கீழ்புறப்பகுதியில் வேகமான வளர்ச்சியின்போது, மேல்புறத்தில் வளைவு ஏற்படுவதால் மலர்கள் மூடிக்கொள்கிறது. இவ்வகைக்கு **கீழ்திசைச்சார் அசைவு** என்று பெயர்.

2. மேல்திசைச்சார் (*Epinasty*)

அல்லி இதழின் மேற்புறப்பகுதியில் வேகமான வளர்ச்சியின்போது, கீழ்புறத்தில் வளைவு ஏற்படுவதால் மலர்தல் நிகழ்கிறது. இவ்வகைக்கு **மேல்திசைசார் அசைவு** என்று பெயர். பொதுவாக மலர்கள் அதிக வெப்பநிலையில் மலர்தலும், குறைந்த வெப்பநிலையில் மலர்கள் மூடுவதும் நிகழ்கிறது (படம் 15.16).

3. சுழலசைவு (*Nutation*)

வளர்கின்ற தண்டு நுனிப்பகுதி வலது, இடது என்று மாறி மாறி வளர்கிறது. இவ்வகை அசைவு **சுழலசைவு** அல்லது **பரிதி சுழற்சி அசைவு** என்று பெயர். சில தாவரங்களில் வளர்நுனி தண்டின் அசைவு சுழல்முறையில் மேல்நோக்கி வளர்கிறது. இவ்வகை வளர்ச்சிக்கு



படம் 15.16 கீழ்திசைச்சார் மற்றும் மேல்திசைச்சார்

சுற்றித் திருகுதல் வளர்ச்சி (Circumnutation) எனப்படும். பொதுவாக குக்கர்பிட்டேசி குடும்பத் தாவரங்களில் தண்டு பற்றுக் கம்பிகளில் காணப்படுகிறது (படம் 15.17).

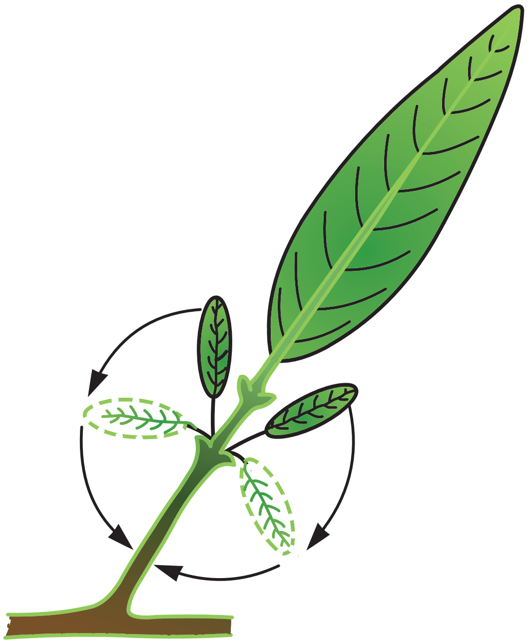
ஆ) தன்னிச்சையான நிலைமாற்ற அசைவுகள் (Autonomic movement of variation)

இத்தகைய அசைவுகளில் உட்புற மாற்றங்கள் அல்லது உட்புறத் தூண்டல்களினால் நடைபெறும் வளைவு அசைவுகள் **தன்னிச்சையான நிலைமாற்ற அசைவுகள்** எனப்படும். இது இந்திய தந்தி கம்பி தாவரத்தில் நடைபெறுகிறது. இத்தாவரத்தின் கூட்டிலையின் நுனியில் உள்ள ஒரு சிற்றிலை பெரியதாகவும் பக்கவாட்டில் உள்ள இரண்டு சிற்றிலைகள் சிறியதாகவும் உள்ளது. பகல் நேரங்களில் பக்கவாட்டு இரண்டு சிற்றிலைகள் 90° கோணத்தில் மேல்நோக்கி அசைந்து ராக்கிஸிற்கு இணையாக அமைகிறது. பிறகு 180° கோணத்தில் கீழ்நோக்கி அசைந்து ராக்கிஸிற்கு இணையாக அமைகிறது. அதன்பிறகு 90° கோணத்தில் அசைந்து மீண்டும் பழைய நிலையை அடைகிறது. அனைத்து அசைவுகளும் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் நடைபெறுகிறது ஒவ்வொரு அசைவுகளும் முடிவடைய இரண்டு நிமிடங்கள் ஆகிறது (படம் 15.18).

ii. உந்தப்படுகின்ற அல்லது தூண்டப்படுகின்ற வளைவு அசைவுகள் (Paratonic (induces) movements of curvature)

வெளிப்புறத் தூண்டல்களால் நடைபெறும் வளைவு வளர்ச்சிக்கு **உந்தப்படுகின்ற (தூண்டப்பட்ட) வளர்ச்சி வளைவுகள்** எனப்படும்.

படம் 15.17 சுழலசைவு



படம் 15.18 நிலைமாற்ற அசைவுகள் – இந்திய தந்திகம்பித் தாவரம்

இவை இரண்டு வகைப்படும். (அ) திசைசார்பசைவுகள் (Tropic movements) (ஆ) நிலைமாற்ற அசைவுகள் (Nastic movements) (அட்டவணை 2).

அ. திசைசார்பசைவுகள் (Tropic movements)

ஒரே திசையில் ஏற்படும் தூண்டல்களால் நடைபெறும் அசைவுகளுக்கு டிராபிக் அசைவுகள் அல்லது **திசைசார்பசைவுகள்** எனப்படும். இவை மேலும் ஏழு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(புவிசார் அசைவு, ஒளிசார் அசைவு, தொடுசார் அசைவு, நீர்சார் அசைவு, வேதிசார் அசைவு, வெப்பசார் அசைவு, காற்றுசார் அசைவு ஆகும்.

1. புவிச்சார் அசைவு (Geotropism)

ஒரு தாவரத்தின் உறுப்பு புவிஈர்ப்பு திசைக்கு ஏற்றவாறு தாவரத்தின் உறுப்பு அசைவது **புவிச்சார்பசைவு** எனப்படும். ஆணிவேர் புவிஈர்ப்பு விசைக்கு நேராக வளர்வது **நேர்புவிச்சார்பசைவு** எனப்படும். தாவரங்களின் தண்டுப்பகுதிகள் புவிஈர்ப்பு திசைக்கு எதிர்திசையில் மேல்நோக்கி வளர்வது **எதிர்புவிச்சார்பசைவு** எனப்படும். இரண்டாம் நிலை வேர்கள் புவிஈர்ப்பு விசைக்கு செங்கோணத்தில் வளர்வது புவிஈர்ப்பு **குறுக்கு சார்பசைவு** எனப்படும். இரண்டாம் நிலை வேர்கள் சாய்வாக கீழ்நோக்கி வளர்வது புவிஈர்ப்பு **கிடைமட்ட சார்பசைவு** எனப்படும். பக்க வேர்களும், கிளைகளும் புவிஈர்ப்பின் உந்துதலுக்கு துலங்குவதில்லை. இதற்கு **ஈர்ப்பு சார்பசைவின்மை** எனப்படும்.

2. ஒளிச்சார்பசைவு (Phototropism)

ஒளியின் தூண்டுதலுக்கு துலங்களாக நடைபெறும் அசைவு **ஒளிச்சார்பசைவு** எனப்படும். தாவரப் பாகங்களான தண்டுகள். கிளைகள், இலைகள், மலர் காம்புகள் போன்றவை ஒளியின் தூண்டுதலால் ஒளியின் திசையை நோக்கி வளருவதால் **நேர் ஒளிச்சார்பசைவு** எனப்படுகிறது. ஆனால் வேர்களும், வேரிகளும் ஒளியின் திசைக்கு எதிர்திசையில் வளரும். இவை **எதிர் ஒளிச்சார்ப்பசைவு** உடையவை என அழைக்கப்படுகின்றன.

ஆ) நிலைமாறும் (அ) உந்த அசைவுகள் (Nastic movement)

இவ்வகையான அசைவுகள் வெளிப்புறத் துண்டல்களால் நடைபெறும் இவை ஒரே திசையில் நடைபெறாமல் பரவலாக நடைபெறுகிறது. இத்தகை அசைவுகள் **நிலைமாறும்** அல்லது **உந்த அசைவுகள்** எனப்படும். இவை ஒளி, வெப்பம், வேதிப்பொருள் மற்றும் தொடு உணர்வு ஆகிய வெளிப்புற தூண்டல்களால் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன.

1. உறக்கமுறு அசைவு (Nyctinastic movement (or) sleep movement)

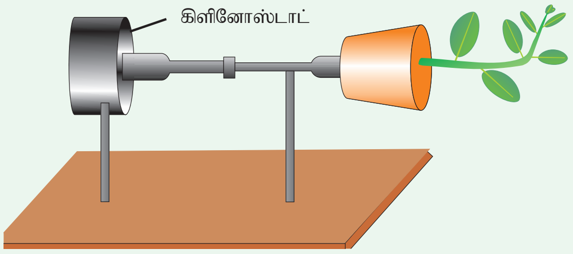
அட்டவணை 2: திசை சார்பசைவுக்கும் நிலைமாறும் அசைவுக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடுகள்

	திசை சார்பசைவு	நிலைமாறும் (அ) உந்த அசைவுகள்
1	இவ்வசைவுகள் ஒரே திசையிலான உந்துதலால் நிகழ்கின்றன.	இவ்வசைவுகள் ஒரு பரவலான உந்துதலால் நிகழ்கின்றன
2	இந்த உந்துதலானது புரோட்டோபிளாசத்தின் மீது ஒரு திசையில் செயல்படும்.	உந்துதலானது புரோட்டோபிளாசத்தின் அனைத்து நிலைகளிலும் செயல்படும்.
3	உந்துதலின் திசைக்கு சம்பந்தபட்ட திசையில் துலங்கல் நடைபெறும்.	உந்துதலின் திசைக்கும் அசையும் உறுப்புக்கும் தொடர்பு இல்லை.
4	ஒரு பக்க வளர்ச்சியால் ஏற்படும் வளைவு அசைவுகளாகும்.	இவை வளைவு அசைவுகளாக இருந்தாலும் மீளும் விறைப்பு மாற்றங்களாலுமும் நிகழும்.
5	ஒளிச்சார்பசைவு, புவிச்சார்பசைவு, நீர்சார்பசைவு, தொடுச்சார்படைவு, வேதிச்சார்பசைவு, வெப்பமுறு அசைவு, காற்றுசார் அசைவு ஆகியவை சார்பசைவுகளாகும்.	நடுக்கமுறு அசைவு, ஒளிச்சார்பசைவு, வெப்பமுறு அசைவு ஆகியவை உந்த அசைவுகளாகும்..

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 201 06-07-2018 14:43:04

தரைமேல் தண்டின் எதிர் புவிச்சார்பு விசையின் விளைவை விளக்கும் சோதனை/ கிளினோஸ்டாட்

கிளினோஸ்டாட் கருவியின் நுனிபகுதி தொட்டி போன்ற அமைப்பையும், மையத்தில் சுழலும் ஒர் அச்சையும் கொண்ட அமைப்பாகும். தொட்டி தாவரம் ஒன்றை அதன் நுனியில் கிடைமட்டமாக பொருத்தப்படவேண்டும். பின்னர் இந்த அமைப்பை மைய அச்சின் உதவியால் மெதுவாக சுழற்றப்படவேண்டும். இதனால் புவிஈர்ப்பு விசை முழுவதுமாக நீக்கப்பட்டு தாவரங்கள் அனைத்து பக்கங்களிலும் சமமான வளர்ச்சி தூண்டப்படுகிறது. பின்னர் கிளினோஸ்டாட்டின் சுழற்சியை ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் நிறுத்தும்போது தண்டின் நுனி வளைந்து மேல் நோக்கி வளருகிறது. இதன் மூலம் தண்டின் நுனி எதிர்ப்புவிச் சார்பசைவு கொண்டது என நிரூபிக்கப்படுகிறது.

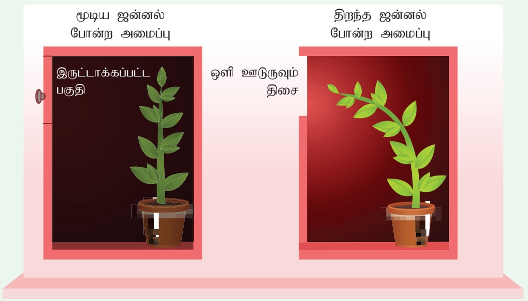


படம் 15.19 கிளினோஸ்டாட்

பகல் இரவு நேரங்களில் (*Diurnal – changes in day night*) ஏற்படும் மாறுபட்ட அசைவுகளால் சில சிற்றினங்களின் இலைகள் மற்றும் மலர்கள் இரவு நேரங்களில் உறக்க நிலைக்கு செல்கின்றன. இதற்கு **உறக்கமுறு அசைவு** (*Nyctinastic movement*) என்று பெயர். இலையடிப் பகுதியின் எதிர்ப்புறத்தில் உள்ள செல்களில் அளவு மற்றும் அதனுடன் தொடர்புடைய மாற்றத்தால் ஏற்படும் அமைப்பு '**பல்வைனஸ்**' எனப்படும். மேலும் ஆக்ஸின் மற்றும் K^+ அயனிகளின் இடப்பெயர்ச்சியினாலும் இத்தகைய அசைவுகள் ஏற்படுகின்றன. இலையின் அடிப்பகுதியில் நீர் உள்ளே செல்லும் போது இலைகள் விறைப்புத் தன்மையடைத்து நிமிர்ந்து நிற்கின்றன. அதேபோல் நீர் வெளியேறும் போது இலைகள் விறைப்புதன்மையை இழந்து தளர்ந்துவிடுகிறது.

தாவரத்தின் தண்டுநுனியானது ஒளிச்சார்பசைவை கொண்டது என்று விளக்கும் சோதனை

ஒளிபுகாத ஒரு சிறிய அட்டைப் பெட்டியை எடுத்துக் கொண்டு அதில் ஒரு சிறிய துவாரத்தினை ஏற்படுத்தி அதன் வழியே ஒளியானது அட்டைப் பெட்டியினுள் விழுமாறுச் செய்ய வேண்டும். பின்னர் நன்கு நீருற்றப்பட்ட தொட்டித் தாவரம் ஒன்றை அந்த அட்டைப் பெட்டியினுள் வைக்க வேண்டும். இத்தகைய அமைப்பிற்கு ஒளிச்சார்பசைவு அறை (*Phototropic chamber*) அல்லது ஒளி நோக்கிய சாய்வு அறை (*Heliotropic chamber*) என்று பெயர். இந்த அமைப்பில் உள்ள ஒளி ஊடுறுவும் துளையை *24* மணி நேரம் மூடி வைத்தால் தாவரமானது சாதாரண வளர்ச்சி நிலையை காட்டுகிறது. ஆனால் ஒளியானது அட்டைப் பெட்டியினுள் விழுமாறுச் செய்தால் தாவரமானது ஒளிவரும் திசையை நோக்கி வளைந்து வளர்ச்சியடைகிறது. இதன் மூலம் நாம் தாவரத்தின் தண்டு நுனியானது ஒளிச்சார்பசைவை உடையது என்பதை அறியலாம்..



படம் 15.20 ஒளிச்சார்பசைவு விளக்கும் சோதனை

இவை இரண்டு வகைப்படும்.

i. ஒளியுறு வளைதல் (Photonasty)

ஒளியின் துலங்களாக ஏற்படும் வளைதல் நிகழ்ச்சி **ஒளியுறு வளைதல்** அல்லது **ஒளியுறு அசைவு (Photonastic movement)** என அழைக்கப்படும். பகல் நேரங்களில் இலைகளின் விரிதலும், மலர்கள் மலர்தலும், இரவில் அவை மூடிக்கொள்ளுதலும் இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

ii. வெப்பமுறு வளைதல் (Thermonasty)

வெப்பநிலையின் துலங்களாக ஏற்படும்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 202 06-07-2018 14:43:04

படம் 15.21 நடுக்கமுறு அசைவு – மைமோசா புடிகா

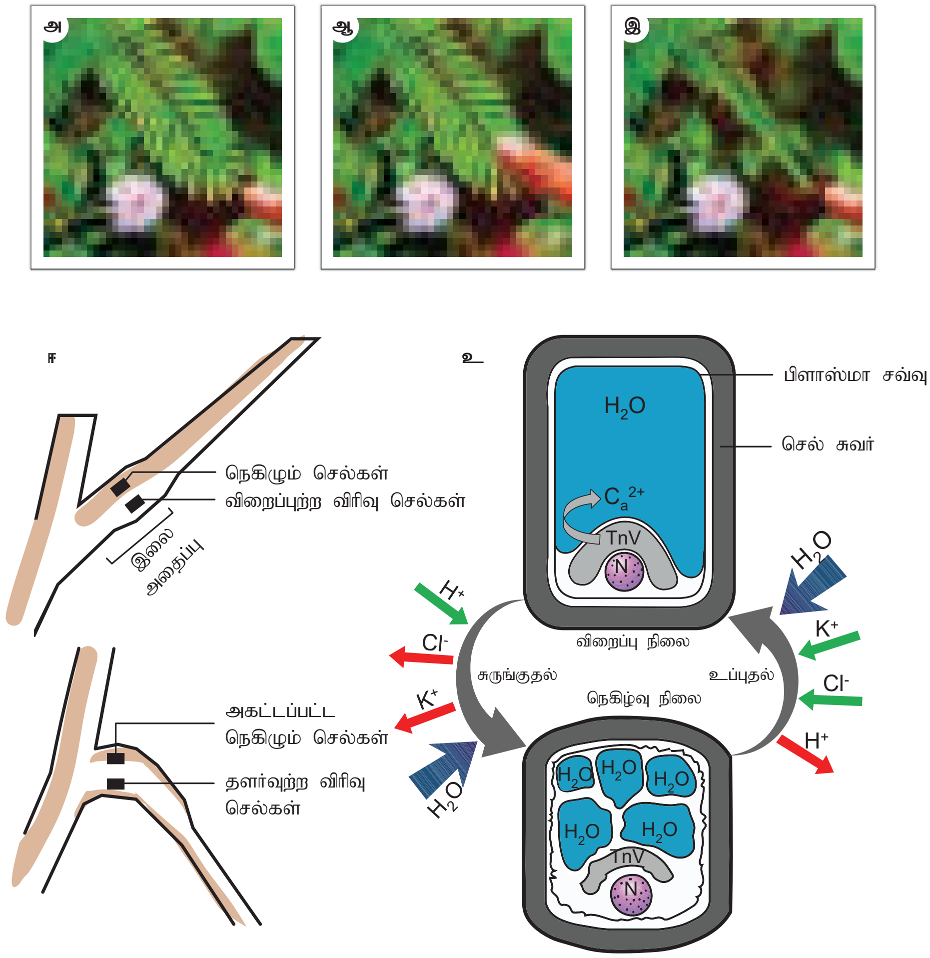
வளைதல் நிகழ்ச்சி **வெப்பமுறு வளைதல்** அல்லது **வெப்பமுறு அசைவு (Thermonastic movement)** எனப்படும். *கிராக்கஸ்* தாவரத்தின் மலர்கள் உயர் வெப்பநிலையில் மலரும், குறைந்த நிலையில் மூடிக்கொள்ளும்.

2. நடுக்கமுறு வளைதல் (Seismonastic movement)

இவ்வகை வளைதலானது அதிர்வுகளால் ஏற்படுகிறது. இதற்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு *மைமோசா புடிக்கா* எனப்படும் தொட்டாற்சிணுங்கி தாவரமாகும். இது தொடு உணர்ச்சிமிக்கத் தாவரமாகும் (படம் 15.21). இத்தாவரம் தொடுதல், மோதுதல் அல்லது உராய்வு போன்ற உந்துதல்களுக்கு சிற்றிலைகளை மூடிக் கொண்டு இலைகளை தாழ்த்திக் கொள்கிறது. இந்த தாவரத்தில் உள்ள பல்வைனஸ் அல்லது பருத்த இலை அடியின் பாரங்கைமா செல்களில் நீர் புகுந்து வெளியேறுவதால் சிற்றிலைகளில் ஏற்படும் விறைப்பு மாற்றத்தால் இந்த அசைவு ஏற்படுகிறது (படம் 15.22).

3. தொடுதலுறு வளைதல் (Thigmonastic movement)

டிரஸீரா மற்றும் டயோனியா (Venus fly trap) தாவரத்தில் இலைகள் பூச்சிகள் தொடுதல் தூண்டல்களால் அசைவுகள் ஏற்படுகின்றன. பூச்சிகள் இலைகளின் மீது உட்காரும்போது



படம் 15.22 மைமோசா புடிகா தாவரத்தில் நடுக்கமுறு அசைவு நடைபெறும் முறைகள்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 203 06-07-2018 14:43:06

படம் 15.23 டயோனியாவில் தொடுதலுறு அசைவு

உணர்நீட்சிகள் உள்நோக்கி வளைந்து பூச்சியை நெருக்குகிறது. இதே போல டையோனியாவில் இலைகள் இருபாதியாக மைய நரம்புடன் மையத்திலிருந்து மேல்நோக்கி வளைகிறது. பூச்சிகள் சீரணித்த பிறகு மீண்டும் பழைய நிலையை இலைகள் அடைகிறது (படம் 15.23).

II. இயல்சார் அசைவுகள் (அ) ஈரப்பசை அசைவுகள் (Physical movement or Hygroscopic movements)

இயல்சார் அசைவுகள் தாவரத்தின் முதிர்ச்சியடைந்த மற்றும் இறந்த பாகங்களில் நடைபெறுகிறது. ஆனால் இவை புரோட்டோபிளாச தூண்டல்களுடன் தொடர்புடையதல்ல. இத்தகைய அசைவுகள் இயல்சார் அசைவுகள் (அ) ஈரப்பசை அசைவுகள் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக தாவரத்தில் இருந்து விதைகள் மற்றும் ஸ்போர்கள் பரவுதல், ஸ்பொராஞ்சியம் வெளியேற்றம். விதைகள் வெடித்தல் மற்றும் இலேட்டர்களின் இடப்பெயர்ச்சி ஆகியவற்றை குறிப்பிடலாம்.

15.4 ஒளிக்காலத்துவம் (Photoperiodism)

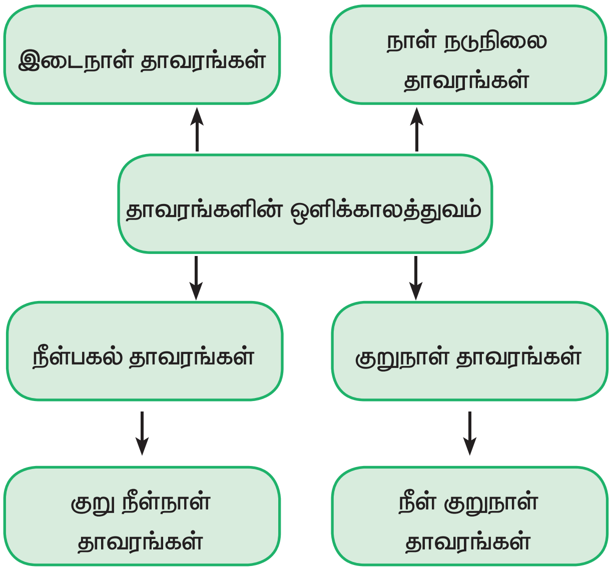
மரங்கள் மலர்தலை தோற்றுவிப்பதற்கு பல வருடங்கள் எடுத்துக் கொள்கிறது அதேசமயம் ஒரு பருவத் தாவரங்கள் ஒரு சில மாதங்களுக்குள் மலர்ந்து விடுகிறது. ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் தழை உடல் வளர்ச்சியை முடிப்பதற்கு குறிப்பிட்ட காலஅளவு தேவைப்படுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து வரும் இனப்பெருக்க வளர்ச்சி தாவரத்தின் உள் அமைந்த உயிரியல் கடிகாரத்தினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. மலர்தலை கட்டுப்படுத்துவதற்கு தேவையான வாழ்வியல் நுட்பங்கள் (*i*) ஒளி காலம் (ஒளிக்காலத்துவம்) மற்றும் (*ii*) வெப்பநிலை (தட்பப்பதனம்). ஒளி மற்றும் இருள் கால (ஒளி காலம்) அளவிற்கு ஏற்ப மலர்தலுக்கான செயலியல் மாறுபாடு **ஒளிக்காலத்துவம்** எனப்படுகிறது. ஒளிக்காலத்துவம் என்ற வார்த்தையை **கார்னர்** மற்றும் **அல்லார்டு** (1920) என்பவர்களால் சோயா மொச்சையின் (*கிளைசின் மேக்ஸ்*) பைலாக்ஸி ரகத்திலும், புகையிலையின் (*நிக்கோடியானா டொபாக்கம்*) மேரிலாண்ட் மாமூத் என்ற ரகத்திலும் இது கண்டறியப்பட்டது. மலர்தலை தூண்டும் ஒளிகாலம் **தீர்வுக்கட்ட காலம் (critical day length)** எனப்படுகிறது. மேரிலாண்ட் மாமூத் (புகையிலை தாவரத்தின் ரகம்) இது 12 மணி நேரமாகவும், காக்லிபர் (*சாந்தியம் பென்சில்வேனிகம்*) தாவரத்தில் 15.05 மணி நேரமாகவும் உள்ளது.

1. ஒளிக்காலத்தின் அடிப்படையில் அமைந்த தாவரங்களின் வகைப்பாடு (Classificatin of plants based on photoperiodism)

ஒளிக்காலத்துவ பதில்வினைக்கு ஏற்ப தாவரங்கள் படம் 15.24-ல் கொடுத்துள்ளபடி பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

i. நீள் பகல் தாவரங்கள் (Long day plants): தீர்வுக்கட்ட ஒளிக்கால அளவைவிட மலர்தலுக்கு அதிக ஒளிக்காலம் தேவைப்படும் தாவரங்கள் நீள் பகல் தாவரங்கள் அல்லது குறு இருள் தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: பட்டாணி, பார்லி, ஓட்ஸ்.

ii. குறு நீள்நாள் தாவரங்கள் (Short long day plants):



படம் 15.24 ஒளிக்காலத்துவ பதிலுக்கு ஏற்ப தாவரங்களின் வகைப்பாடு

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 204 06-07-2018 14:43:07

இவைகள் நீள் நாள் தாவரங்கள் ஆனால் மலர்தலுக்காக ஆரம்ப வளர்ச்சி காலத்தில் குறைந்த ஒளி காலத்திற்க்கு உட்படுத்த வேண்டியுள்ளது. எடுத்துக்காட்டு: கோதுமை, ரை.

iii. குறு நாள் தாவரங்கள் (Short day plants): மலர்தலுக்காக குறைவான தீர்வுக்கட்ட ஒளி காலம் தேவைப்படும் தாவரங்கள் குறு நாள் தாவரங்கள் அல்லது நீள் இருள் தாவரங்கள் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டு: புகையிலை, காக்லிபர், சோயாமொச்சை, நெல், *கிரைசாந்திமம்.*

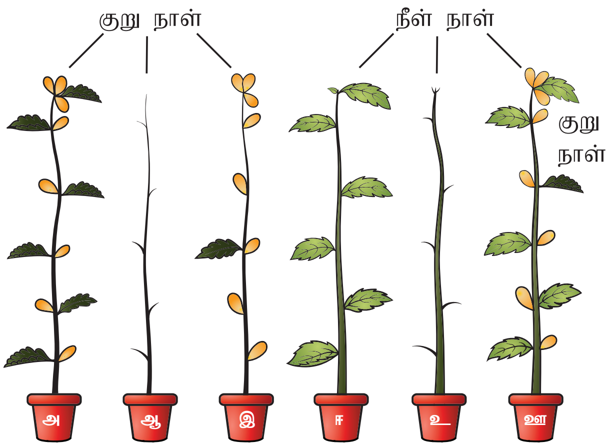
iv. நீள் குறுநாள் தாவரங்கள் (Long short-day plants): இவைகள் குறு நாள் தாவரங்கள் ஆனால் மலர்தலுக்காக ஆரம்ப வளர்ச்சி காலத்தில் அதிக ஒளி கால அளவிற்கு உட்படுத்த வேண்டும். எடுத்துக்காட்டு: பிரையோஃபில்லம் தாவரத்தின் சில சிற்றினங்கள், இரவு மல்லி ஆகியன.

v. இடை நாள் தாவரங்கள் (Intermediate day plants): மலர்தலுக்காக நீண்ட நாள் மற்றும் குறு நாள் இவற்றிற்கிடையேயான ஒளி அளவு தேவைப்படும் தாவரங்கள் எடுத்துக்காட்டு: கரும்பு, *கோலியஸ்.*

vi. நாள் நடுநிலை தாவரங்கள் (Day neutral plants): ஒரு சில தாவரங்கள் அனைத்து ஒளிக் கால அளவிலும் மலர்தலை உருவாக்குகின்றன. இவை **நாள் நடுநிலைத் தாவரங்கள்** அல்லது **வரம்பீடற்ற தாவரங்கள்** எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: உருளை, *ரோடோடெண்ட்ரான்,* தக்காளி, பருத்தி

2. ஒளிக்காலத் தூண்டல் (Photoperiodic induction)

24 மணி நேர சுழற்சியில் போதுமான ஒளிக் கால அளவு ஒரு தூண்டல் சுழற்சி என கருதப்படுகிறது. தாவரங்கள் மலர்தலுக்காக ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தூண்டல் சுழற்சி தேவைப்படலாம். தழை மொட்டு மலர் மொட்டாக மாற்றப்பட தேவைப்படும் தூண்டல் சுழற்சியே **ஒளிக்காலத் தூண்டல்** எனப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: *சாந்தியம்* (SDP) தாவரத்தில் ஒரு தூண்டல் சுழற்சியும் *பிளான்டேகோ* (LDP) தாவரத்தில் 25 தூண்டுதல் சுழற்சிகளும்



படம் 15.25 காக்லிபர் தாவரத்தில் ஒளித்தூண்டலை உணரும் பகுதியை அறிய உதவும் சோதனை

தேவைப்படுகிறது.

3. ஒளித்தூண்டல் உணரப்படும் இடம் (Site of Photoinductive perception)

இலைகளால் ஒளிக்காலத்துவ தூண்டுதல்கள் உணரப்படுகிறது. இலைகளில் மலர்தலுக்கான ஹார்மோன்கள் உருவாக்கப்பட்டு மலர்தல் நிகழ்வதற்காக நுனிப்பகுதிக்கு கடத்தப்படுகிறது. இந்த நிகழ்ச்சி எளிய ஆய்வின் மூலம் காக்லிபர் (*சாந்தியம் பென்சில்வேனிகம்*) என்ற குறு நாள் தாவரத்தில் விளக்கப்படுகிறது. வழக்கமாக சாந்தியம் குறுநாள் சூழலில் மட்டும் மலரும். இலை நீக்கப்பட்ட தாவரத்தை குறுநாள் சூழலில் வைத்திருந்தால் மலர்தல் நடைபெறுவதில்லை. ஒரு இலையைத் தவிர அனைத்து இலைகளையும் நீக்கிவிட்டாலும் மலர்தல் நடைபெறுகிறது. காக்லிபர் தாவரத்தின் இலைகளை நீக்கி நீள் நாள் சூழலில் வைக்கும்போது மலர்தல் நடைபெறுவதில்லை. இதில் ஒரு இலையை குறுநாள் சூழலிலும் மற்ற இலைகளை நீள் நாள் சூழலிலும் வைத்தால் மலர்தல் நடைபெறுகிறது (படம் 15.25).

4. ஒளிக்காலத்தின் முக்கியத்துவம் (Importance of Photoperiodism)

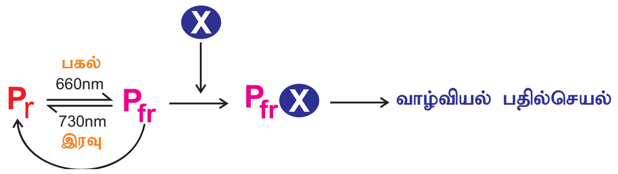
1. ஒளிக்காலத்துவம் பற்றிய அறிவு

மலர்தலை உருவாக்கும் தூண்டுதல் தன்மை இதுவரை கண்டறியப்படவில்லை. பல வாழ்வியலாளர்கள் இதற்கு காரணம் ப்ளோரிஜன் என்னும் ஹார்மோன் என்று நம்புகிறார்கள். **ப்ளோரிஜன்** என்னும் வார்த்தை **சைலக்கியான்** (1936) என்பவரால் கூறப்பட்டது,ஆனால் இதனை பிரித்தெடுத்தல் இயலாது.

கலப்பினமாக்கால் ஆய்வுகளில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது.

2. வாழ்வியல் முன் தயாரிப்புகளுக்கு ஒளிக்காலத்துவம் சிறந்த உதாரணம் எனவே தாவரங்களின் வாழ்வியலில் மாற்றத்தை தூண்டும் வெளிப்புற காரணியாகவும் இது கருதப்படுகிறது.

5. பைட்டோகுரோம் (Phytochrome) Image



பைட்டோகுரோம் என்பது ஒளியினை ஈர்க்கும் நீலநிற பித்தபுரத நிறமியாகும். **பட்லர்** மற்றும் அவர் குழுவினர் (1959) இந்த நிறமிக்கு இப்பெயரிட்டனர். இது ஒன்றிலிருந்து ஒன்றாக மாறும் இரண்டு வடிவங்களில் உள்ளது. (i) சிவப்பு ஒளியை உறிஞ்சும் நிறமியை Pr எனவும் (ii) தொலை சிவப்பு ஒளியை உறிஞ்சும் நிறமியை P_{fr} எனவும் குறிப்பிடலாம். Pr வடிவம் சிவப்பு ஒளியின் 660nm அலைநீள கதிர்களை ஈர்த்து P_{fr} வடிவமாக மாறுகிறது. P_{fr} வடிவம் தொலை சிவப்பு ஒளியின் 730nm அலைநீள கதிர்களை ஈர்த்து Pr வடிவமாக மாற்றுகிறது. Pr வடிவம் உயிரியல் ரீதியாக செயலற்ற நிலை மற்றும் நிலையானது. P_{fr} வடிவம் உயிரியல் ரீதியாக செயல்படும் நிலை மற்றும் நிலையற்றது. குறுநாள் தாவரங்களில் Pr மலர்தலை தூண்டுகிறது மற்றும் P_{fr} மலர்தலை தடை செய்கிறது. ஆனால் நீள் பகல் தாவரங்களில் மலர்தல் P_{fr} ஆல் தூண்டப்படுகிறது, Pr ஆல் தடைசெய்யப்படுகிறது. P_{fr} எப்போதும் சவ்வு அமைப்புகளின் நீர் வெறுக்கும் பகுதியுடன் பிணைந்துள்ளது. Pr வடிவம் சைட்டோபிளாசத்தின் கரையும் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. பைட்டோகுரோமின் இரண்டு மாற்று வடிவங்கள் மலர்தலை தோற்றுவிக்க முக்கிய பங்காற்றுகிறது, இருப்பினும் கூடுதலாக விதை முளைத்தல் மற்றும் செல் சவ்வு ஒருங்கிணைப்பு மாற்றத்திலும் பங்கு கொள்கிறது.

15.5 தட்டப்பதனம் (Vernal – Spring like)

ஒளிக் கால அளவை தவிர மலர்தலை உண்டாக்க சில தாவரங்களின் ஆரம்பகால வளர்நிலையின் போது குறைந்த அளவு வெப்பநிலை ஏற்பு ஒன்று தேவைப்படுகிறது. இரு பருவ மற்றும் பல பருவ தாவர சிற்றினங்களில் குறைந்த வெப்பநிலைக்கு (0°C முதல் 5°C) உட்படுத்தி மலர்தல் தூண்டப்படுகிறது. இந்த நிகழ்ச்சி **தட்டப்பதனம் (Vernalization)** எனப்படும். தட்டப்பதனம் என்ற வார்த்தையை முதன் முதலில் என்பவரால் பயன்படுத்தப்பட்டது **T.D. லைசென்கோ (1938).**

1. தட்டப்பதனத்தின் இயக்கமுறை (Mechanism of Vernalization)

தட்டப்பதனத்தினை விளக்க இரு முக்கிய கருத்துக்கள் நிலவுகின்றன.

i. ஆக்க வளர்ச்சியின் கட்டங்கள் சார்ந்த கொள்கை (Hypothesis of phasic development)

ii. ஹார்மோன் சார்ந்த கொள்கை (Hypothesis of hormonal involvement)

i. ஆக்க வளர்ச்சியின் கட்டங்கள் சார்ந்த கொள்கை

லைசென்கோ (Lysenko) வின் கூற்றுப்படி, ஒரு பருவ விதைத் தாவரங்களின் வளர்ச்சி இரு நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது. முதல் நிலை **வெப்பமான நிலை,** அதாவது உடல் வளர்ச்சி நிலையில் குறைவான வெப்பநிலை மற்றும் உகந்த ஈரப்பதம் தேவைப்படுகிறது. அடுத்த நிலை **ஒளி நிலை** இதில் அதிக வெப்பநிலை ஃப்ளோரிஜன் (மலர்தல் ஹார்மோன்) உற்பத்திக்கு தேவைப்படுகிறது.

ii. ஹார்மோன் சார்ந்த கொள்கை

பர்விஸ் (Purvis) ன் (1911) கூற்றுப்படி முன்னோடி பொருள் ஒன்றிலிருந்து A எனும் பொருள் உருவாகிறது பின்னர் குளிர் நிலைக்கு உட்படுத்தப்பட்டு அது B யாக மாறுகிறது. B எனும் பொருள் மிகவும் நிலையற்றது. உகந்த வெப்பநிலையில் B நிலையான சேர்மமாகிய D–ஆக மாறுகிறது இது **வெர்னலின் (vernalin)** எனப்படும். வெர்னலின் பின்னர் F (Florigen) ஆக மாறுகிறது. ஃப்ளோரிஜன் மலர் உருவாக்கத்தினை தூண்டுகிறது. ஆனால் அதிக வெப்பநிலையில் B பொருள் C ஆக மாறுகிறது மற்றும் தட்டப்பதன விளைவு நீக்கமும் நடைபெறுகிறது (படம் 15.26).

2. தட்டப்பதனத்தின் செயல்முறை

விதைகளை முதலில் நீரில் ஊற வைத்து

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 206 06-07-2018 14:43:08

ஒளிக்காலத்தின் அடிப்படையில் அமைந்த தாவரங்களின் வகைப்பாடு

ஒளிக்காலத்துவத்தின் முன்னோடிகள் கார்னர் மற்றும் அல்லார்டு (1920)

நீள் பகல் தாவரங்கள்

திர்வுக்கட்ட ஒளிக்கால அளவைவிட மலர்தலுக்கு அதிக ஒளிக்காலம் தேவைப்படும் தாவரங்கள் நீள் பகல் தாவரங்கள் அல்லது குறு இருள் தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன.

குறு நீள்நாள் தாவரங்கள்

இவைகள் நீள் நாள் தாவரங்கள் ஆனால் மலர்தலுக்காக ஆரம்ப வளர்ச்சி காலத்தில் குறைந்த ஒளி காலத்திற்கு உட்படுத்த வேண்டியுள்ளது. எடுத்துக்காட்டு: **கோதுமை, ரை**

ஒரு சில தாவரங்கள் அனைத்து ஒளிக் கால அளவிலும் மலர்தலை உருவாக்குகின்றன. இவை நாள் நடுநிலைத் தாவரங்கள் அல்லது வரம்பீடற்ற தாவரங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: **உருளை, ரோடோடெண்ட்ரான்**

நாள் நடுநிலை தாவரங்கள்

இடை நாள் தாவரங்கள்

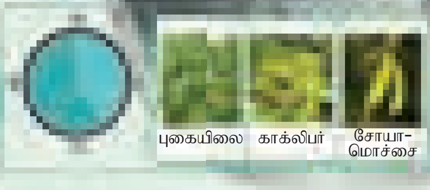
மலர்தலுக்காக நீண்ட நாள் மற்றும் குறு நாள் இவற்றிற்கிடையேயான ஒளி அளவு தேவைப்படும் தாவரங்கள்.

இவைகள் குறு நாள் தாவரங்கள் ஆனால் மலர்தலுக்காக ஆரம்ப வளர்ச்சி காலத்தில் அதிக ஒளி கால அளவிற்கு உட்படுத்த வேண்டும். எடுத்துக்காட்டு: பிரையோஃபில்லம் தாவரத்தின் சில சிற்றினங்கள், இரவு மல்லி ஆகியன.

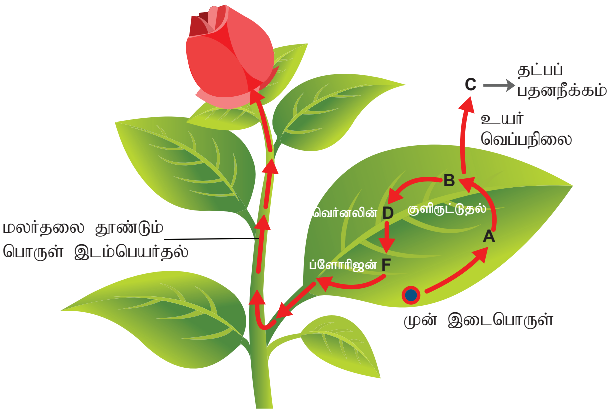
நீள் குறுநாள் தாவரங்கள்

மலர்தலுக்காக குறைவான திர்வுக்கட்ட ஒளி காலம் தேவைப்படும் தாவரங்கள் குறு நாள் தாவரங்கள் அல்லது நீள் இருள் தாவரங்கள் எனப்படும்

குறு நாள் தாவரங்கள்



XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 207 06-07-2018 14:43:08



படம் 15.26 தட்பப்பதனம் மற்றும் மலர்தல்

அவற்றை 10°C முதல் 12°C க்கு உட்படுத்தி முளைக்க வைக்க வேண்டும். பின்னர் விதைகளை குறைந்த வெப்பநிலைக்கு (3°C முதல் 5°C க்கு) சில நாட்களிலிருந்து 30 நாட்கள் வரை வைத்திருக்க வேண்டும். முளைக்கும் விதைகளை இந்த செயல்முறைக்கு பிறகு உலர வைத்து நிலத்தில் நட வேண்டும். இந்த தாவரங்கள் சோதனைக்கு உட்படாத தாவரங்களை காட்டிலும் விரைவாக மலர்தலை நிகழ்த்தும்.

3. தட்பப்பதன விளைவு நீக்கம் (Devernalization)

தட்பப்பதனத்தின் தலைகீழான விளைவு **தட்பப்பதன நீக்கம்** *எனப்படும்.*

4. செயல்முறை பயன்பாடுகள்

1. *தட்பப்பதனம் தழை உடல பகுதி கால அளவை குறைத்து விரைந்து மலர்கள் உருவாதலை தூண்டுகிறது.*
2. *தாவரங்களின் குளிர் எதிர்ப்புதன்மையை அதிகரிக்கிறது.*
3. *தாவரங்களின் பூஞ்சை நோய்களுக்கு எதிரான எதிர்ப்புத் தன்மையை இது தூண்டுகிறது.*
4. *தாவரப் பயிர்பெருக்கத்தை விரைவுபடுத்த உதவுகிறது.*

15.6 விதை முளைத்தல் மற்றும் விதை உறக்கம் (Seed germination and Seed dormancy)

I. விதை முளைத்தல்

சாதகமான சூழ்நிலையில் கரு தூண்டப்பட்டு வளர்ச்சியடைந்து விதையானது, நாற்றாகும் நிகழ்வு **விதை முளைத்தல்** *என்றழைக்கப்படுகிறது.*

1. விதை முளைத்தலின் வகைகள்

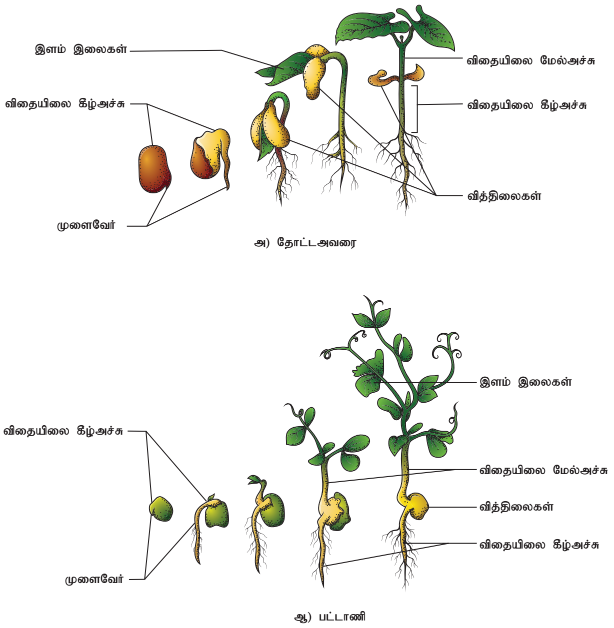
இரண்டு வகையான விதை முளைத்தல் காணப்படுகிறது. அவை தரை மேல் விதை முளைத்தல் மற்றும் தரைகீழ் விதை முளைத்தல்.

i. தரைமேல் விதை முளைத்தல் (Epigeal germination)

தரைமேல் விதை முளைத்தலின் போது மண்ணிலிருந்து விதையிலைகள் வெளித்தள்ளப்படுகிறது. விதையிலை அச்சு விரைவாக நீட்சி அடைவதால் இது நிகழ்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: ஆமணக்கு மற்றும் அவரை.

ii. தரைகீழ் விதை முளைத்தல் (Hypogeal germination)

தரை கீழ் விதை முளைத்தலின் போது விதையிலை மேல் அச்சு மண்ணிற்கு கீழ் விரைந்து நீட்சி அடைவதன் காரணமாக இது நிகழ்கிறது (படம் 15.27). எடுத்துக்காட்டு: மக்காச்சோளம்.



**படம் 15.27 (அ) தரைமேல் விதை முளைத்தல்
(ஆ) தரை கீழ் விதை முளைத்தல்**

2. விதை முளைத்தலைப் பாதிக்கும் காரணிகள் (Factors affecting germination)

விதை முளைத்தல் வெளிப்புற மற்றும் உட்புற காரணிகளால் நேரடியாக பாதிக்கப்படுகிறது.

i. வெளிப்புற காரணிகள்

அ. **நீர்:** *இது விதைகளில் உள்ள நொதிகளைத் தூண்டி சிக்கலான சேகரித்த உணவுப்*

பொருள்களை கரைக்கிறது. விதையின் நீர் அளவு மிகக் குறைவாக இருந்தாலும் விதை முளைத்தல் நிகழாது.

ஆ. **வெப்பநிலை:** விதைகள் மிகக் குறைந்த மற்றும் மிக அதிக வெப்பநிலையில் முளைத்தல் நடைபெறுவதில்லை. பெரும்பாலான வெப்ப மண்டல சிற்றினங்களில் உகந்த வெப்பநிலை 25°C முதல் 35°C.

இ. **ஆக்ஸிஜன்:** இது முளைத்தலுக்கு இன்றியமையாதது. ஏனெனில் முளைத்தலின்போது நிகழும் காற்று சுவாச செயலுக்கு 20% ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படுகிறது.

ஈ. **ஒளி:** பெரும்பான்மையான விதைகளில் முளைத்தலுக்கு ஒளி தேவைப்படுகிறது. இந்த விதைகள் ஒளிநாட்ட விதைகள் எனப்படுகின்றன.

உ. **நிலத்தின் தன்மை:** இயற்கை சூழலில் விதை முளைப்பதற்கு மண்ணின் நீர் தங்கும் தகுதி, தனிம அளவு, காற்று அளவு ஆகிய நிலக் காரணிகள் தேவைப்படுகின்றன.

ii. உட்புற காரணிகள்.

அ. **கருவின் முதிர்ச்சி (Maturity of embryo):** சில தாவரங்களின் விதைகள் முதிர்ச்சியடையாத கருக்களோடு தாவரத்தை பிரிகிறது. இந்த விதைகள் கரு முதிர்ச்சிக்கு பின் தான் முளைக்கிறது.

ஆ. **உயிரோட்ட தன்மை (Viability):** சில காலத்திற்கு மட்டும் விதைகள் உயிரோட்டமுடையதாக இருக்கிறது. விதைகளின் உயிரோட்ட தன்மை சில நாட்களிலிருந்து நூறு வருடங்களுக்கும் மேலாக வேறுபடுகிறது. தாமரை விதைகளின் அதிகபட்ச உயிர்தன்மை (1000 வருடங்கள்) பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளது. உயிரோட்ட காலத்திற்குள் மட்டும் தான் விதைகள் முளைக்கிறது.

இ. **விதை உறக்கம் (Dormancy):** பல தாவரங்களின் விதைகள் உதிரும் போது உறக்கதிலேயே இருக்கிறது. விதை உறக்கம் பற்றி கீழே விரிவாக கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

II. விதை உறக்கம்

பல தாவரங்களின் விதைகள் சாதகமான சுற்றுச்சூழலில் முளைக்கிறது. ஆனால் சில விதைகள் சரியான சூழல்களான நீர் ஆக்சிஜன் மற்றும் உகந்த வெப்பநிலை கிடைக்கவில்லை எனில் முளைப்பதில்லை. அந்த விதைகள் முளைப்பதற்கு நாட்கள், மாதங்கள் அல்லது வருடங்கள் ஆனாலும் தாமதிக்கிறது. இத்தகைய விதைகள் உகந்த சுற்றுச்சூழல் தன்மை இருந்தாலும் முளைக்காமல் இருக்கும் தன்மை விதை உறக்கம் எனப்படும்.

1. விதை உறக்கத்திற்கான காரணிகள்

i. கடினமான மற்றும் தடிமனான விதை உறை, நீர் வாயு, ஆகியவை உட்புகுதல் தடைப்படுவதாலும் கரு நீட்சிக்கு தடையாக இருப்பதாலும் விதை முளைத்தல் தடைப்படுகிறது.

ii. பல சிற்றினங்களின் விதைகள் முதிர்ச்சியடையாத கருக்களை உருவாக்குவதால் விதை உறக்கத்தை தூண்டுகிறது.

iii. குறிப்பிட்ட ஒளி தேவை இல்லாதிருப்பது விதை உறக்கத்தை உருவாக்குகிறது.

iv. அதிக அல்லது குறைந்த வெப்ப நிலைகளின் வீதம் விதை உறக்கத்திற்கு காரணமாக உள்ளது.

v. ஒடுக்கிகளான ஃபீனாலிக் சேர்மங்கள் விதை முளைப்பதை தடைசெய்து விதை உறக்கத்தை தூண்டுகிறது.

2. விதை உறக்கத்தை நீக்கும் வழிமுறைகள்:

விதை உறக்கத்தை நீக்குவதற்கு பல்வேறு வழிமுறைகள் உள்ளன. அவை பின்வருமாறு:

i. **விதையுறை செதுக்கீடு (Scarification):** இயந்திர மற்றும் வேதிய முறைகளான வெட்டுதல், அல்லது சுரண்டுதல், கரிம கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்தி விதை உறையின் மெழுகுத் தன்மையுள்ள பொருட்கள் அல்லது அவற்றின் கொழுப்பு சேர்மங்களை நீக்குவது விதையுறை செதுக்கீடு எனப்படுகிறது.

ii. **மோதல் நிகழ்த்துதல் (Impaction):** சில விதைகளில் சூல்துளை வழியாக நீர் மற்றும் ஆக்சிஜனை உட்செலுத்த முடிவதில்லை. இந்த விதைகளை அதி வேகத்தில்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 209 06-07-2018 14:43:09

குலுக்கும்போது ஒன்றோடொன்று மோதி அடைப்புகள் நீக்கப்படுவதை மோதல் நிகழ்த்துதல் என்றழைக்கிறோம்.

iii. **அடுக்கமைத்தல் (Stratification):** ரோஜா குடும்ப தாவர விதைகள் (ஆப்பிள், பிளம் பீச், செர்ரி) நன்கு காற்றோட்டம் உள்ள, ஈரப்பதமுள்ள சூழலில், குறைந்த வெப்பநிலையில் (0°C முதல் 10°C) சில வாரங்களிலிருந்து, மாதங்கள் வரை உட்படுத்தும் வரை முளைப்பதில்லை. இவற்றை கொண்ட மண் அடுக்கிற்கு இத்தாழ் வெப்பநிலையை உகந்த காலத்திற்கு அளிக்கும் போது அவை விரைந்து முளைக்கின்றன. இதற்கு **அடுக்கமைத்தல்** என்று பெயர்.

iv. **வெப்பநிலையில் மாற்றங்கள் ஏற்படுத்துதல் (Alternating temperature)** சில விதைகளை வெவ்வேறு வெப்பநிலைக்கு உட்படுத்துவதால் அவற்றின் முளைத்தல் திறனை தூண்டலாம். அதிக மற்றும் குறைந்த வெப்பநிலை மாற்றங்கள், விதை முளைத்தலைத் தூண்டுகிறது.

v. **ஒளி (Light):** ஒளி நாட்டமுடைய விதைகள் சிவப்பு ஒளிக்கு உட்படுத்தும் போது விதையுறக்கம் நீங்குகிறது.

15.7 மூப்படைதல் (Senescence)

தாவரங்களின் வாழ்க்கை சில தொடர் நிகழ்ச்சிகளைக் கொண்டது. அதாவது விதை முளைத்தல், இளம் நிலை, முதிர்ச்சியடைதல், மூப்பு நிலை மற்றும் இறப்பு. இதில் மூப்பு நிலை தாவரங்களின் **மூப்படைதல்** என்பது, உருஅமைதல், வாழ்வியல் செயல்கள் ஆகியவை படிப்படியாக குறைவதால் ஏற்படும் ஒட்டுமொத்த மூப்படைதலாகும். விலங்குகளை போல் இல்லாமல் தாவரங்களில் தொடர்ச்சியாக புதிய உறுப்புகளை உருவாக்குவதால் முதிர்ச்சியடைந்த உறுப்புகளில் அதிகமான சத்துக்களை வெளியேற்றுகிறது. எனவே இவ்வுறுப்புகள் விரைந்து மூபபடைகின்றன.

1. மூப்படைதலின் வகைகள் (Types of Senescence)

லியொபோல்டு (1961) நான்கு விதமான மூப்படைதலை விவரிக்கிறர்.

i. ஒட்டுமொத்த மூப்படைதல்

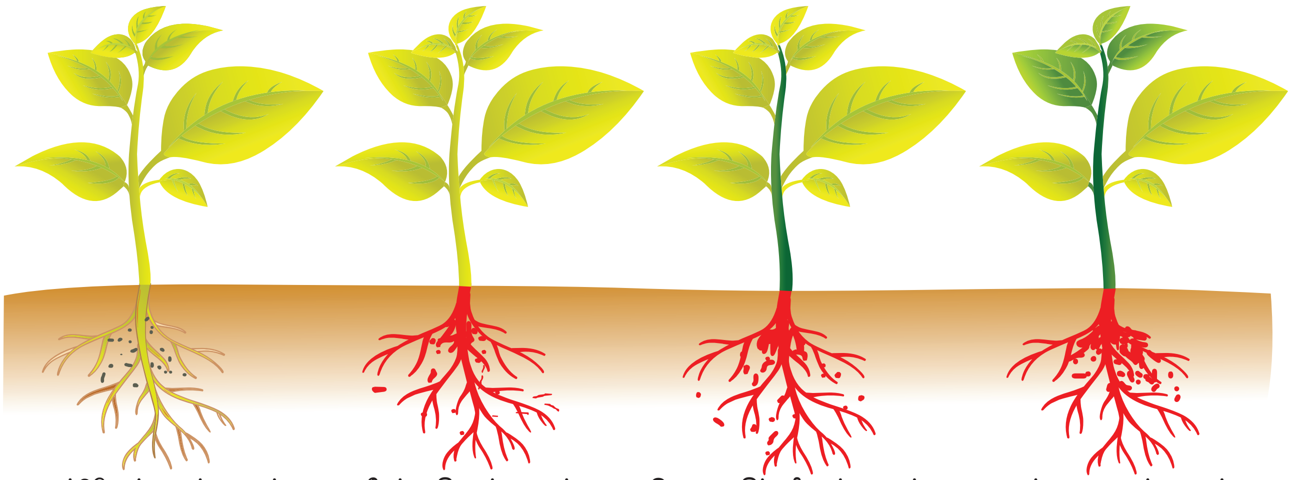
ii. மேற் பகுதி மூப்படைதல்

iii. இலை உதிர்வு வழி மூப்படைதல்

iv. படிப்படியாக மூப்படைதல்

> வயதாகுதல், உதிர்தல், மூப்படைதல் ஆகியவற்றை பற்றி படிக்கும் அறிவியல் பிரிவு ஃபைட்டொஜெரண்டாலஜி (Phytogerontology) எனப்படுகிறது

i. **ஒட்டுமொத்த மூப்படைதல் (Overall senescence).** **ஒரு பருவத்** தாவரங்களில் இந்த வகையான மூப்படைதல் நடைபெறுகிறது முழு தாவரமும் பாதிக்கப்பட்டு இறக்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: கோதுமை மற்றும் சோயமொச்சை. சில பல்பருவத் தாவரங்களிலும் கூட இது நடைபெறுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: அகேவ் மற்றும் மூங்கில்.



படம் 15.28 தாவரங்களின் பல வகையான மூப்படைதல்

ii. மேற்பகுதி மூப்படைதல் (Top senescence). தாவரங்களின் தரைமேல் பகுதிகளில் இது நடைபெறுகிறது. பொதுவாக பல்பருவத் தாவரங்களில் இது நிகழ்கிறது. தரை கீழ் தண்டு மற்றும் வேர் பகுதிகள் உயிரோடு கானப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: வாழை மற்றும் *கிளடியோலஸ்.*

iii. இலை உதிர்வழி மூப்படைதல் (Deciduous senescence). இலையுதிர் தாவரங்களில் இது பொதுவாக நிகழ்கிறது. இங்கு இலைகள் மட்டுமே மூப்படைந்து உதிர்கின்றன. தண்டு பகுதி மற்றும் வேர் பகுதி உயிருடன் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டு: எல்ம் மற்றும் மேப்பில்

iv. படிப்படியாக மூப்படைதல் (Progressive senescence). இந்த வகையான மூப்படைதல் மெதுவாக நடைபெறுகிறது. முதலில் முதிர்ந்த இலைகளிலும் பின்னர் அதனை தொடர்ந்து இளம் இலைகளிலும் பின்னர் தண்டு மற்றும் இறுதியாக வேர் தொகுப்புகளில் நடைபெறுகிறது. ஒரு பருவத் தாவரங்களில் இது பொதுவாக நிகழ்கிறது (படம் 15.28).

2. மூப்படைதலின் உடற்செயலியல் (Physiology of Senescence)

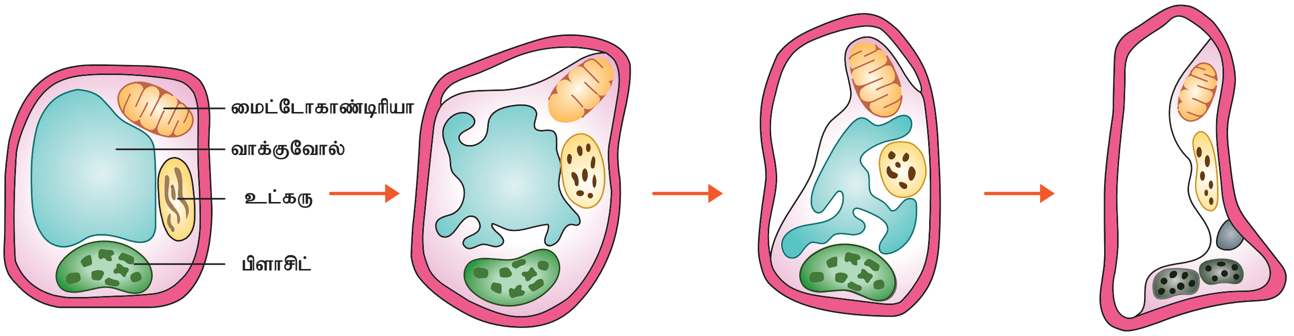
- செல் அமைப்புகளில் மாறுதல் நிகழ்கிறது.
- செல்லின் வாக்குவோல் லைசோசோம்களாக செயல்பட்டு நீரற்பகுப்பு நொதிகளை சுரக்கிறது.
- செல்லுக்குள் ஸ்டார்ச்சின் அளவு குறைகிறது.
- பச்சைய இழப்பினால் ஒளிச்சேர்க்கை குறைந்து அதனை தொடர்ந்து ஆந்தோசயனின் நிறமிகள் உற்பத்தி மற்றும் சேகரமடைவதால் இலைகள் சிவப்பாக மாறுகின்றன.
- மூப்படையும் உறுப்புகளில் குறிப்பிட்ட அளவு புரதம் குறைகிறது.
- இலைகளில் RNA–னேஸ் நொதியின் செயல்பாடு குறைவது குறிப்பிடத்தக்கது. அதிலும் முக்கியமாக rRNA உற்பத்திக்கான நொதிகள் குறைவாக உள்ளன.
- மூப்படைதல் இலைகளில் DNA மூலக்கூறுகள், DNA–னேஸ் நொதியின் செயல்பாட்டினால் சிதைகிறது.

3. மூப்படைதலுக்கான காரணிகள் (Factors affecting senescence)

- ABA மற்றும் எத்திலின் மூப்படைதலை தூண்டுகிறது மாறக ஆக்சின் மற்றும் சைட்டோகைனின் மூப்படைதலை குறைக்கிறது.
- நைட்ரஜன் குறைபாடு மூப்படைதலை அதிகரிக்கிறது ஆனால் நைட்ரஜன் அளிப்பு மூப்படைதலை குறைக்கிறது.
- தட்பப்பதன விதைகளில் அதிக வெப்ப நிலை மூப்படைதலை தூண்டுகிறது ஆனால் தாழ் வெப்ப நிலை மூப்படைதலை குறைக்கிறது.
- பகல் நேரத்தை விட இரவு நேரத்தில் மூப்படைதல் விரைவாக நடைபெறுகிறது.
- நீர் நெருக்கடியால் ABA சேகரமடைந்து தூண்டி மூப்படைதலை தூண்டுகிறது.

4. திட்டமிடப்பட்ட செல் இறப்பு (Programmed Cell Death)

தாவரங்களில், அதன் மரபியல் அமைப்பு மூப்படைதலை நிர்ணயிக்கக் கூடியதாக உள்ளது. முழுத்தாவரமோ அல்லது அதன் பகுதிகளோ தொடர்ச்சியாக மூப்படைதலின் மூலம் இறப்பதை **திட்டமிடப்பட்ட செல் இறப்பு** என்கிறோம். **தனி செல் இறப்பு** (programmed cell death–PCD) எனவும்



படம் 15.29 திட்டமிடப்பட்ட செல் இறப்பு

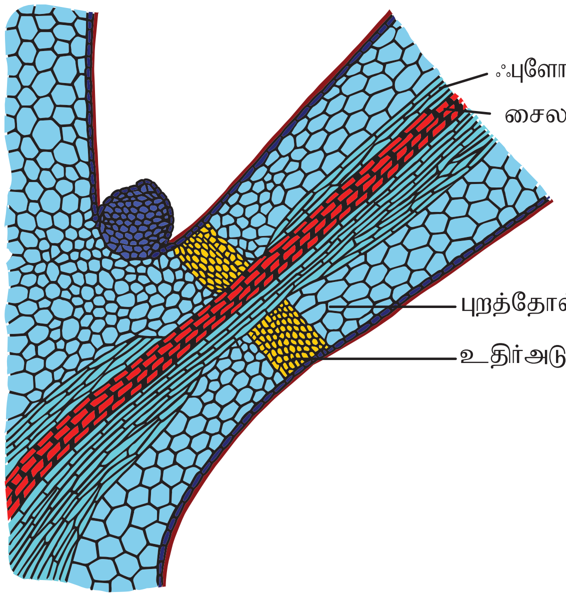
அழைக்கப்படுகிறது. தாவரங்களில் புரதத் சிதைவின் மூலம் மூப்பை ஏற்படுத்தும் நொதி **ஃபைட்டாப்சேஸ்கள்** என்றும் விலங்கினங்களில் இவை **காஸ்பேஸ்கள்** என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. சத்துக்கள் மற்றும் பிற தளப்பொருள்கள் மூப்படையும் செல்லிலிருந்து தாவரத்தின் உயிருள்ள பிற பகுதிகளுக்கு மறுஇடப்பெயர்தல் மற்றும் மறுஒதுக்கீடு மூலம் நிலைநிறுத்தப்படுகின்றன. வளர்ச்சி அடையும் சைலக் குழாய்கள் மற்றும் டிரக்கீடுகளின் புரோட்டோபிளாசம் சிதைவடைந்து, நீர் கடத்துதலை எளிதாக்குகிறது. நீர் வாழ் தாவரங்களில் வேர், தண்டு உட்பட பல்வேறு இடங்களில் உள்ள ஏரன்கைமா செல்களில் காணப்படும், பெரிய காற்று இடைவெளிகள், உருவாதற்கு அவ்விடங்களில் உள்ள செல்களில் PCD நிகழ்வதே காரணமாகும். ஒருபால் மலர் உருவாகும் போது ஆரம்பத்தில் ஆண் மற்றும் பெண் பால் பகுதிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவை இரண்டில் ஒன்று மட்டும் வளர்ச்சியடைந்து மற்றொன்று PCD வழியாக சிதைவதால் ஒருபால் மலர்கள் உருவாகின்றன. (படம் 15.29)

5. உதிர்தல் (Abscission)

தாய் தாவர பகுதியிலிருந்து இலைகள், மலர்கள், கனிகள் மற்றும் விதைகள் உதிரும் செயலியல் நிகழ்ச்சி உதிர்தல் எனப்படும். இந்த தாவர பகுதிகள் தாவரங்களிலிருந்து நீக்கப்படும் போது அந்த தாவரப்பகுதியின் வாஸ்குலா அமைப்புகள் அடைக்கப்படுவதால் நீர் மற்றும் சத்துக்களின் இழப்பு தடை செய்யப்படுகிறது. மூப்படைதலின் இறுதிநிலை உதிர்தல் ஆகும். குளிர் பிரதேசங்களில் உள்ள இலையுதிர் தாவரங்களின் அனைத்து இலைகளும் விழுந்து வெற்று தாவரங்களாக காட்சியளிக்கிறது, அடுத்து வரும் வசந்தகாலத்தில் பின்னர் புதிய இலைகள் உருவாகிறது. வசந்த கால தாவரங்களில் வருடம் முழுவதும் படிப்படியான உதிர்தலின் போது முதிர்ந்த இலைகள் உதிர்ந்து புதிய இலைகள் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

6. உதிர்தலின் போது ஏற்படும் புறத்தோற்ற மற்றும் உள்ளமைப்பியல் மாறுபாடுகள் (Morphological and Anatomical changes during abscission)

இலை உதிர்தல் செயல் இலைக்காம்பின் அடிப்பகுதியில் நிகழ்கிறது. இவ்விடத்தில்



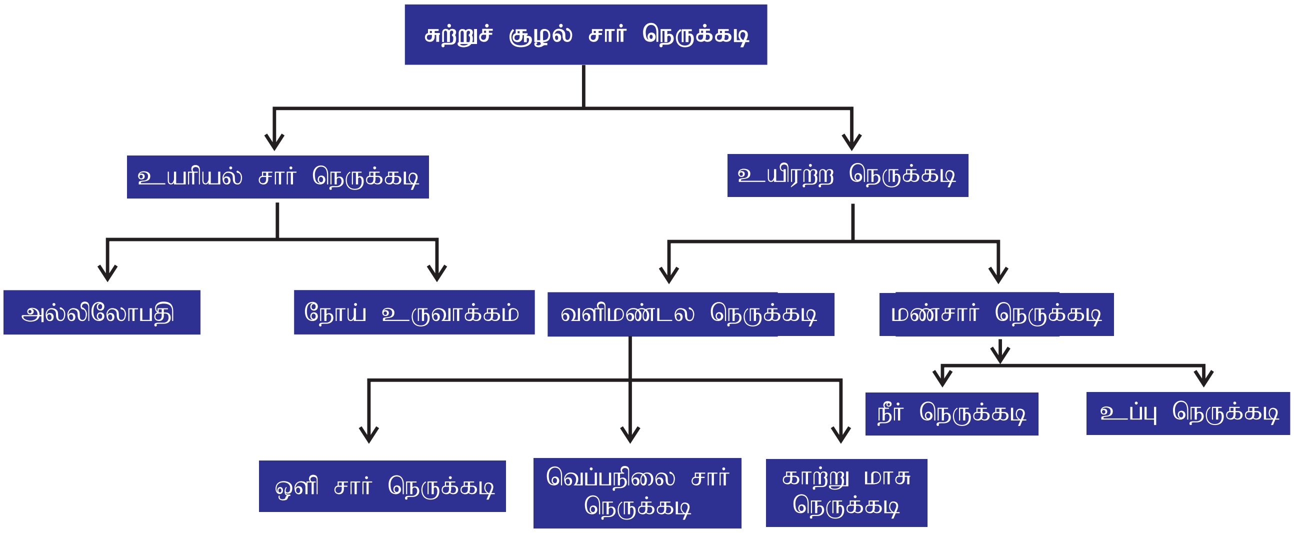
படம் 15.30 இலைக்காம்பின் அடியில் உள்ள உதிர் அடுக்கத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்

குறுக்குவாட்டத்தில் அமைந்த மெல்லிய சுவருடைய செல்களால் ஆன அடுக்கு தோன்றுபதே இதற்கு காரணமாகும். இந்த அடுக்கு **உதிரும் அடுக்கு** எனவும் இதைக் கொண்ட பகுதி **உதிரும் பகுதி** எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. உதிரும் அடுக்கு என்பது பசுமையான சாம்பல் நிற அடுக்காகும் இது 2 முதல் 15 வரிசைகளில் அமைந்த செல்களால் ஆனது. செல்லின் இடை அடுக்கு மற்றும் முதலாம் நிலை சுவர் **பெக்டினேஸ்** மற்றும் **செல்லுலேஸ்** நொதியின் செயல்பாட்டினால் கரைந்து விடுவதால் உதிரும் அடுக்கு உருவாகி செல்கள் தளர்வடைகிறது. கடத்தும் சைலக்குழாய்களில் டைலோசஸ்கள் அடைத்துக்கொள்கிறது.பச்சைய மூலக்கூறுகளில் இழப்பு ஏற்படும் போது இலை உதிர்தல் நிகழ்கிறது. சூபரின் உருவாக்கம் உதிர்தலுக்குபின் வெளிப்படும் பகுதியில் உள்ள செல்களில் சூபரின் படிந்து பெரிடெர்ம் உருவாகிறது (படம் 15.30).

7. உதிர்தலை தூண்டும் ஹார்மோன்கள் (Hormones influencing abscission)

உதிர்தல் எனும் நிகழ்ச்சியை இயற்கையாக உள்ள அனைத்து ஹார்மோன்களும் பாதிக்கிறது. ஆக்சின்கள் மற்றும் சைட்டொகைனின்கள் உதிர்தலை தடைசெய்கிறது ஆனால் அப்சிசிக் அமிலம் மற்றும் எத்திலின் இதனை தூண்டுகிறது.

8. உதிர்தலின் முக்கியத்துவம் (Significance of



படம் 15.31 சுற்றுச்சூழல் வகைப்பாடு

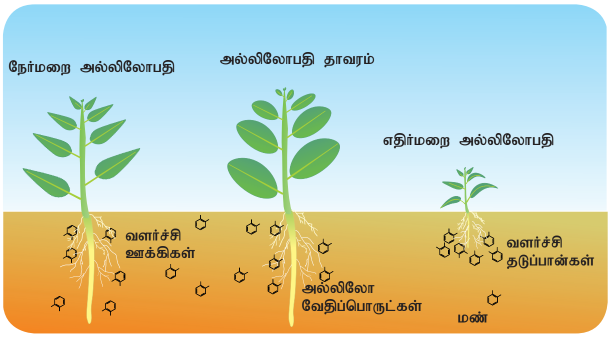
abscission)

1. தாவரத்தின் இறந்த பகுதிகளான முதிர்ந்த இலைகள் மற்றும் கனிகள் உதிர்தலினால் பிரிகிறது.
2. இது கனிகள் பரவுதலுக்கும் தாவர வாழ்க்கை சுழற்சியை தொடர்வதற்கும் உதவுகிறது.
3. கோடைக்காலத்தில் இலையுதிர் தாவரங்களின் இலைகள் உதிர்வதால் நீரை தக்க வைக்க இந்த நிகழ்ச்சி உதவுகிறது.
4. கீழ்நிலை தாவரங்களின் உடலப்பகுதிகளான ஜெம்மாக்கள் அல்லது விடுபடும் தாவர பகுதிகள் உதிர்வதால் உடல இனப்பெருக்கம் நிகழ்கிறது.

15.8 நெருக்கடி சார் வாழ்வியல் (Stress physiology)

மற்ற எல்லா உயிரினங்களையும் போலத் தாவரங்களும் பல்வேறு சுற்றுச்சூழல் நெருக்கடிகளுக்கு உள்ளாகின்றன அவை, நீர் பற்றாக்குறை, வறட்சி, குளிர், வெப்பம், உப்புத்தன்மை மற்றும் காற்று மாசுபாடு. அதீதச் சுற்றுச்சூழலில் வாழும் தாவரங்களின் செயல்பாடுகளைப் பற்றி அறியும் படிப்பிற்கு **நெருக்கடிசார் வாழ்வியல்** என்று பெயர். **ஜேகப் லெவிட்** (1972) முதன் முதலில் '**உயிரியல்சார் நெருக்கடி**' என்ற வார்த்தையைத் தாவரங்களுடன் தொடர்புபடுத்திப் பயன்படுத்தினார். இவரின் கூற்றுப்படி "சுற்றுச்சூழலில் ஏற்படும் எந்த மாற்றங்களும் தாவரங்களின் வளர்ச்சி மற்றும் வளர்ச்சி நிலைகளில் அதீத மாற்றங்களை ஏற்படுத்தலாம்" என்பதாகும்.

நெருக்கடியை சந்திக்கும் தாவரங்களின் எதிர் வினைகள் **சிரமம்** அல்லது **திரிபு (strain)** என்று அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: சாதகமான ஒளியில் வளரும் தாவரத்தைக் குறைந்த ஒளிச் செறிவிற்கு உட்படுத்தும் போது, அதன் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் குறைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறான, குறைந்த ஒளி செறிவு நெருக்கடி நிலை எனவும் அவற்றில் நிகழும் குறைந்த ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்வு, திரிபு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. உயிரியல் நெருக்கடி திரிபு இரண்டு வகைப்படும். (1) மீளும் உயிரியல் திரிபு (2) மீளா உயிரியல் திரிபு. தாவரச் செயல்பாடுகளில் ஏற்படும் எதிர்வினை தற்காலிகமானதாகவும் மீண்டும் பழைய நிலையை அடையக் கூடியதாக இருப்பதால் அது **மீளும் உயிரியல் திரிபு (elastic biological strain)** என்றழைக்கப்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டு: தற்காலிக வாடல். தாவரச் செயல்பாடுகளின் எதிர்வினை நிரந்தரமானதாக இருக்குமேயானால் மீண்டும் அது பழைய நிலையை அடையாமல் இருந்தால் அது மீளா உயிரியல் திரிபு (Plastic biological strain) என்றழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: நிரந்தர வாடல். சில தாவரங்கள் இத்தகைய நெருக்கடி வாழ்வு நிலைக்கு ஏற்றவாறு தகவமைத்துக் கொண்டு பெரிதும் தங்களைப் காத்துக் கொள்கின்றன. இத்தகைய தாவரங்கள் **நெருக்கடியை எதிர்ப்பவை (Stress resistant)** அல்லது **நெருக்கடி நிலையை தாங்கி வாழும் தாவரங்களாகும் (Stress tolerant plants).**



படம் 15.32 தாவரங்களில் அல்லிலோபதி.

எடுத்துக்காட்டு: சதுப்புநிலத் தாவரங்கள். சில தாவரங்கள் நெருக்கடியைத் தாங்காமல் அத்தகைய அதீதச் சூழலைச் செயலற்ற நிலையில் கடக்கின்றன. இவை நெருக்கடியைப் பொறுத்துக் **கொள்ளும் தாவரங்களாகும் (Stress enduring plants).** குறைநாள் தாவரங்களாக உள்ள பாலைநிலத் தாவரங்கள் வளர்ச்சி பருவங்கள் தொடங்குவதற்கு முன்பே அதாவது மழைக்கால பருவத்திலேயே தங்கள் வாழ்க்கை சுழற்சியை முடித்துக் கொள்கின்றன. இத்தகைய குறுநாள் தாவரங்கள் **நெருக்கடியை தவிர்த்துக் கொள்ளும் தாவரங்கள் (Stress escapers)** எனப்படுகின்றன. தாவரங்களில் நெருக்கடி நிலைகள் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன (படம் 15.31)

1. உயிரியல் சார் நெருக்கடிகள் (Biotic Stresses)

பிற உயிரினங்களான வைரஸ்கள், பாக்டீரியாக்கள், பூஞ்சைகள், ஒட்டுண்ணிகள், பூச்சிகள், களைகள், போட்டித் தாவரங்கள் போன்றவைகளால் தாவரங்களில் ஏற்படும் கடுமையான விளைவுகளே **உயிரியல் சார் நெருக்கடி** எனப்படுகிறது. கால்நடைகளின் தீவனத்திற்காகவும், எரிபொருள் தேவைக்காகவும், வேளாண்மை பயன்பாட்டிற்காகவும் மனிதர்களால் தாவரங்கள் வெட்டப்படுதலும் உயிரியல் சார் நெருக்கடிக்கு காரணமாக உள்ளன. சுற்றுச்சூழலில் எப்பொழுதும் காணப்படும் பாக்டீரியாக்கள், பூஞ்சைகள் மற்றும் புழுக்கள் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் உயிரியல் சார் நெருக்கடி **செயல்திறன் மிக்க நெருக்கடிகள்** என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

i) அல்லிலோபதி (Allelopathy)

ஓர் உயிரினம் உற்பத்தி செய்யும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உயிரி வேதிபொருள்கள் பிற உயிரினங்களின் முளைத்தல், வளர்ச்சி மற்றும் இனப்பெருக்கத்தில் பெரும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இது **அல்லிலோபதி** என்றழைக்கப்படும். இவை நன்மைத் தருபவை (நேர்மறை அல்லிலோபதி அல்லது தீங்களிப்பவை எதிர்மறை அல்லிலோபதி)-களாக உள்ளன. இத்தகைய **அல்லிலோ வேதிப்பொருட்கள் (allelochemicals)** இலையிலிருந்து கசியும் நீர் தரையை அடைந்த பிறகும் மற்றும் வேரிலிருந்தும் பெறப்படுகின்றன. அல்லிலோபதி என்ற கிரேக்க சொல் அல்லிலோன் – ஒருவருக்கொருவர் மற்றும் பாத்தோஸ் – பாதிக்க எனவும் முதன் முதல் **ஹன்ஸ் மோலிஸ்** என்பவரால் 1937-ல் பயன்படுத்தப்பட்டது. அல்லிலோபதி விளைவு களைத் தாவரங்கள் பயிர்களின் மீதும் பயிர்கள் களைத் தாவரக்ளின் மீதும் ஏற்படுத்தலாம் (படம் 15.32).

கருப்பு பாதாம் (*ஜக்லான் நைக்ரம்*) நன்கு அறியப்பட்ட அல்லிலோபதி தாவரங்களில் ஒன்றாகும். இக்கருப்பு பாதாமில் ஜக்லான் என்ற வேதிப்பொருள் உள்ளன இது ஒரு சுவாச தடுப்பான். சொலானேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களான தக்காளி, மிளகாய் மற்றும் கத்திரிக்காய் ஜக்லானுக்கு எளிதில் பாதிக்கப்படக்கூடியவை. இத்தகையத் தாவரங்கள் அல்லிலோ வேதிப்பொருள்களுடன் சேரும்போது வாடல், பச்சைய சோகை மற்றும் இறப்புபோன்றஅறிகுறிகளைவெளிப்படுத்துகிறது

நீங்கள் கற்றதை சோதித்தறிக.

அனைத்துத் தாவரங்களும் அல்லிலோபதி தன்மை கொண்டவையா? அல்லிலோபதி வேதிபொருள்கள் விலங்குகளையும் மனிதர்களையும் பாதிக்குமா?

தற்போது அல்லிலோபதி மரங்களின் பட்டியலில் பெருமரம் (*அய்லாந்தஸ் அல்டிசிமா*) சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. **அய்லான்தோன் (Ailanthone)** ஓர் அல்லிலோ வேதிப்பொருள். இது *அய்லான்தஸ்* வேரிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டன. இது ஒரு திறன்மிக்க களைக் கொல்லியாகவும் செயல்படுகிறது. சோளத்தில் காணப்படும் **சொர்கோலான்** என்ற அல்லிலோ வேதிப்பொருள் அல்லிலோபதி செயல்த்தன்மை கொண்டவை. இது பெரும்பாலும் சோளத்தின் சிற்றினங்களின் வேர்க்கசிவுகளில் காணப்படும். மக்காசோளத்தின் வேர்க் கசிவு

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 214 06-07-2018 14:43:09

சினோபோடியம் அல்பம் மற்றும் *அமரான்தஸ் ரெட்ரோப்ளக்ஸ்ஸஸ்* போன்ற சில களைத் தாவரங்களின் வளர்ச்சியை தடுக்கின்றன. ஓட்ஸ் (*அவினா ஃபடுவா*) தாவரத்தின் விதைக்கசிவு கோதுமை விதைமுளைத்தலை பாதிக்கின்றன.

ii) நோய் உருவாக்கம் (Pathogenecity)

நுண்ணுயிரிகளின் விளைவால் தாவரங்களில் நோய் உண்டாகின்றன. உதாரணமாக. *சாந்தோமோனாஸ் சிட்ரி*

2. உயிரற்ற நெருக்கடிகள் (Abiotic Stresses)

உயிரற்ற நெருக்கடி ஓர் வளிமண்டலம் சார்ந்தோ (வளிமண்டல நெருக்கடி) அல்லது மண் சார்ந்தோ (மண் சார்ந்த நெருக்கடி) இருக்கலாம். வளிமண்டல அழுத்தங்கள் அதிகடியான மற்றும் குறைந்த ஒளி, வெள்ளம் மற்றும் காற்று மாசுக்களால் ஏற்படலாம்.

i) ஒளிசார் நெருக்கடி (Light stress)

ஒளிசிற்றினத்தின் பரவலை கட்டுப்படுத்துகிறது. குறைந்த ஒளிச் செறிவில் நிழலை விரும்பும் தாவரங்களையும் (Sciophytes) அதிக ஒளிச் செறிவில் அதிக ஒளி விரும்பும் தாவரங்களையும் (Heliophytes) உருவாக்குகிறது. குறைந்த ஒளிச் செறிவில் இலைத்துளைகள் முழுவதுமாக திறப்பதில்லை. அதனால் குறைவான வாயுப் பரவல் நிகழ்கிறது. இதன் விளைவாக ஒளிச்சேர்க்கை குறைவாகவும் பச்சைய உற்பத்தியும் பாதிக்கப்படுகின்றன. மிக அதிக ஒளிச்செறிவும் ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கிறது. ஒளிக்கால மாற்றம் மலர்தலை தடை செய்கிறது.

ii) வெப்பநிலை சார் நெருக்கடி (Temperature)

ஒரு பகுதியில் தகவமைத்துக் கொண்ட தாவரங்கள் மற்றொரு பகுதியில் வெப்ப நிலை நெருக்கடியை சந்திக்கின்றன.

அ. உயர் வெப்ப நிலை (High temperature)

உயர் வெப்ப நிலை மண் மற்றும் வளிமண்டல வறட்சிக்கு காரணமாகின்றன. தாவரங்கள் மண் வறட்சியில் நிலைத்த வாடலையும் வளிமண்டல வறட்சியில் தற்காலிக வாடலையும் தோற்றுவிக்கிறது. பொதுவாக தாவரங்கள் 44° C வெப்ப நிலையில் இறக்கிறது. எனினும் சில உயிரினங்களில் அதாவது *மாஸ்டிகோகிளாடஸ்* (சயனோபாக்டீரியம்) 85°C லிருந்து 90°C அதிவெப்ப சூழல்களான பகுதியில் நன்கு வளர்கிறது. 42°C வெப்ப நிலையில் சாதாரண புரதங்கள் உற்பத்தி குறைகிறது. புதிய புரதமான **வெப்ப அதிர்ச்சி புரதங்கள் (Heat shock proteins)** உறுவாக்கப்படுகிறது. இந்தபுரதங்கள் பழப்பூச்சியில் (*டுரோசோஃபில்லா மெலனோகாஸ்டர்*) கண்டறியப்பட்டது. மேலும் விலங்குகள், தாவரங்கள் மற்றும் நுண்ணுயிர்களில் கண்டறியப்பட்டது. உயர் வெப்ப நிலையில் அனைத்து உடற்செயலியல் வினைகளும் நின்று விடுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கை குறைகிறது சுவாசித்தல் அதிகரிக்கிறது. எனவே தாவரங்கள் கரிமப் பொருட்கள் பற்றாக்குறையை எதிர்கொள்கின்றன.

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
>
> ஆப்பிள் போன்ற குளிர் பிரதேசத் தாவரத்தை வெப்பமண்டல சூழலில் வளர்க்கும் போது கனிகள் உற்பத்தியாவதில்லை மற்றும் அதன் வளர்ச்சியும் பாதிக்கப்படுகிறது.

ஆ. குறைந்த வெப்பநிலை (Low temperature)

குறைந்த வெப்பநிலை நெருக்கடி தாவரங்களுக்கு கேடு விளைவிக்கிறது. உறைய கூடிய வெப்பநிலை மீளா சேதத்தை ஏற்படுத்தும் ஆகவே மிகக் குறைந்த வெப்பநிலை தாவரங்களின் வாழ்திறனை குறைக்கிறது. சில தாவரங்கள் அல்பைன் மற்றும் ஆர்டிக் பகுதிகளில் மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலையில் வாழ்கின்றன இத்தகைய தாவரங்கள் **குளிர்ச்சியை எதிர்த்து வாழ்பவை (cold resistant)** எனப்படும். உறை வெப்பநிலையினால் உண்டான நெருக்கடி **உறைபனி நெருக்கடி (frost stress)** என்றழைக்கப்படுகின்றன. 10°C க்கும் குறைவான வெப்பநிலை வேரின் வளர்ச்சியை குறைக்கின்றன. அயனிகளின் கசிவும் எத்திலின் உற்பத்தியும் அதிகரிக்கின்றன.

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
>
> சில தாவர பகுதிகளான விதைகள், மகரந்தத்தூள்கள் மற்றும் கருக்கள் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைக்கு (−196°C) உட்படுத்தி சேமித்து வைத்திருக்க முடியும்.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 215 06-07-2018 14:43:09

iii) காற்று மாசுக்கள் (Air pollutants)

முக்கியமான காற்று மாசுக்களான CO_2, CO, SO_2, NO_2, O_3, ஃப்ளுரைடு மற்றும் H_2S ஆகியவை இந்திய துணைக்கண்டத்தில் முதன்மையாக காணப்படுகிறது. இத்தகைய மாசுக்கள் கண்களுக்கு புலப்படும்படியான காயங்களை உண்டாக்குவதில்லை ஆனால் மறைமுக காயங்களை உண்டாக்குகின்றன. இத்தகைய மாசுக்கள் அதிகமாக இருந்தால் இலைகளில் கண்களுக்கு புலப்படும்படியான காயங்களான பச்சைய சோகை மற்றும் இறப்பு புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன அதேபோல் ஒளிச்சேர்க்கை கார்பன் வளர்சிதைமாற்றம் மற்றும் உயிர்நிறை உருவாக்கத்தை தடைப்படுத்துகின்றன. சில மாசுக்காரணிகள் குறைந்த செறிவில் தாவரத்தின் வளர்ச்ச்சியை தூண்டுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு SO_2, NO_2 மற்றும் NO. சுவாசித்தல் மற்றும் ஒளிசுவாசித்தல் காற்று மாசுக்களால் மிக எளிதில் பாதிக்கப்படுத்துகின்றன. காற்று மாசுக்காரணிகளின் செறிவு அதிகமானால் சுவாசித்தலை தடைப்படுத்துகின்றன குறைந்த செறிவில் தாவரத்தின் சுவாசித்தலை தூண்டுகின்றன. நீண்ட கால நைட்ரஜன் மாசுக்களுக்கு உள்ளானால் பச்சைய உற்பத்தி அதிகரிக்கிறது அதேபோல குறுகிய கால NO_2 மாசுக்களுக்கு உள்ளானால் நிறமிகள் குறைக்கின்றன.

iv. மண் சார் நெருக்கடி (Edaphic stress)

இவை இரண்டு வகையாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. நீர் நெருக்கடி மற்றும் உப்பு நெருக்கடி.

அ) நீர் நெருக்கடி (Water stress)

நீர் இல்லாமலோ அல்லது அதிகபடியாக இருப்பதால் உண்டாகும் ஒரு பொதுவான நெருக்கடிக்கு **நீர் நெருக்கடி** எனப்படும். அதிகபடியான நீரினால் உண்டாகும் நெருக்கடியை **வெள்ள நெருக்கடி (Flood stress)** என்றும், நீர் பற்றாக்குறையினால் உண்டாகும் நெருக்கடியை **வறட்சி நெருக்கடி (drought stress)** என்றழைக்கப்படும்.

I. வெள்ள நெருக்கடி

வெள்ளத்தினால் தற்காலிகமாக தாவரங்கள் மற்றும் அதன் பகுதிகள் மூழ்கடிக்கப்பட்டால் இதன் காரணமாக வேர்கள் மற்றும் மண் வாழ் உயிரினங்களில் ஆக்ஸிஜன் பற்றாகுறை ஏற்ப்படுகிறது. வெள்ளத்தின் விளைவாக மண்ணில் நைட்ரஜன் சுழற்சியானது குறைகின்றது. அப்சிசிக் அமிலம், எத்திலின் மற்றும் எத்திலின் முன்னோடிகள் அதிகளவில் உண்டாகின்றன. பகுதி இலைத்துளை உண்டாகத் தூண்டுதல் எப்பினாஷ்டி மற்றும் இலைகள் உதிர்தல்; செல் சவ்வு அமைப்புகள் துண்டிக்கப்படுதல், மைட்டோகாண்ட்ரிய மற்றும் நுண்ணுடலங்கள் அழிதல் மற்றும் நொதிகளின் செயல்பாடுகள் பகுதியளவு தடுக்கப்படுதல். வெள்ளத்தை தாங்கி வாழும் தாவரங்கள் நிரந்தரமாக ஈர மண்ணில் வாழ்பவை. எடுத்துக்காட்டாக சதுப்பு நிலத் தாவரங்கள், கரையோரங்களிலும் வாழும் தாவரங்கள் மற்றும் நீர் வாழ்த் தாவரங்கள். வெள்ளம் ஏற்படும் பகுதியில் காணப்படும் தாவரங்களும் வெள்ளத்தை தாங்குபவையாகும். எடுத்துக்காட்டு: *டாக்சோடியம் டிஸ்டிகம்*, சதுப்பு நிலத் தாவரங்கள் மற்றும் பனை மரங்கள்.

II. வறட்சி நெருக்கடி

வறட்சி என்ற சொல் போதியளவு மழை இல்லாத காலங்களில் மண்ணில் நீரின் அளவு குறைந்து தாவரங்களும் நீர் பற்றாக்குறையின் காரணமாக பாதிக்கப்படுதலை குறிக்கும்.

வறட்சியின் விளைவுகள் பின்வருமாறு. செல்களின் வளர்ச்சி மற்றும் செல்சுவர் கூறுகளின் உற்பத்தி குறைவதால் செல்கள் அளவில் சிறிதாகின்றன. நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தம் மற்றும் அதன் ஒடுக்கம் ஆகியவை சில நொதிகளின் குறைவான செயல்பாடுகளால் குறைகின்றன. அப்சிசிக் அமிலம் உற்பத்தி அதிகரித்து இலைத்துளை சாதனங்கள் மூடுவதால் நீராவிப்போக்கு வீழ்ச்சியடைகின்றது. புரோட்டோகுளோரோஃபில் உற்பத்தி தடைபடுவதால் ஒளிச்சேர்க்கை வீழ்ச்சியடைகின்றன. புரோலின் அளவு அதிகரிக்கின்றன. சுவாசித்தல் மற்றும் உணவுப் பொருட்கள் இடப்பெயர்ச்சி குறைதல். நீர் இழப்பால் நொதிகளின் செயல்பாடுகள் அதிகரித்தல். இதைத் தொடர்ந்து RNA மற்றும் புரதங்கள் சிதைக்கப்படுகின்றன. கார்போஹைட்ரேட் இடப்பெயர்வு பாதிக்கப்படுவதால் முதிர்ந்த இலைகள் வாடுகின்றன. இதைத் தொடரந்து இலை மூப்படைதல் நிகழ்கிறது.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 216 06-07-2018 14:43:10

வறட்சியை எதிர்கொள்ளும் செயல்நுணுக்கங்கள் (Mechanism of drought resistance)

வறள்நில தாவரங்கள் (Xerophytes) வறட்சிக்கேற்ப நன்கு தகவமைத்துள்ளன. ஏனெனில்

இத்தாவரங்களின் புரோட்டோபிளாசம் அதிகப்படியான அல்லது வெகுநாட்கள் நீர் இழப்பை எதிர்கொள்ளும் போதும் இறப்பதில்லை. ஆகவேதான் இது போன்ற சூழலை தாங்கிக் கொள்கின்றன அல்லது பொறுத்துக் கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக பெரும்பாலான தாவரங்ளின் நீரின் அளவு 50% முதல் 70% வரை குறையும் போது அவை இறக்க நேரிடுகின்றன. ஆனால் *லாரியா ட்ரைடென்டேடா* வில் நீரின் அளவு 30% வீதம் வரை குறையும்போதும் உயிர் வாழ்கின்றன. இத்தாவரங்கள் நீர் இழப்பின் இறப்பு நிலையை தவிர்க்கவோ அல்லது தள்ளிப்போடவோ செய்ய இயலும். ஏனெனில் அவைகள் அதற்கேற்ற அமைப்பு அல்லது உடற்செயல் தகவமைப்புகளை உருவாக்குகின்றன. நீரிழிப்பை சந்திக்கும் இத்தாவரங்கள் அதனைத் தவிர்க்க அல்லது தள்ளிப்போட பின்வரும் செயல்நுட்பங்களை உருவாக்குவதால் மாற்று பாதையை தோற்றுவிக்கின்றன.

நீர் ஆதாரத்தின் ஆழத்திற்கு ஏற்ப வேர் ஊடுறுவதால் நீர் உள்ளெடுப்பு மேம்படுத்தப்படுகின்றன. கடத்துத் திசுக்கள் பெரிதாவதால் திறன் மிக்க நீர் உள்ளெடுக்கப்படும் திறன் அதிகரிக்கிறது. இதற்கு அதிக எண்ணிக்கை சைலக்கூறுகளும், அடர்ந்த இலைநரம்பமைவு மற்றும் இடப்பெயர்ச்சியின் தொலைவை குறைத்தல்(குறுகிய கணுவிடைப்பகுதி) ஆகியவை காரணமாகும். நீராவிபோக்கை தடைச்செய்ய இலைத்துளைகள் கீழ்புறத் தோலிலும் மற்றும் அடர்ந்த உரோமங்களிலும் மூடப்பட்டுள்ளன. இலை சுருளுவதாலும் நீர் உள்ளெடுப்பு குறைக்க உதவுகின்றன மற்றும் நீராவி போக்கு பரப்பை குறைக்கின்றன.

அகேவ் அமெரிக்கானா –வின் சதைப்பற்றுள்ள திசுவில் நீர் சேகரித்தல் மற்றும் கேம் (CAM) தாவரங்கள் நீரை எச்சரிக்கையுடன் பயன்படுத்துவதை கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

வறட்சி நெருக்கடியின் போது செல் அமைப்பை நிலைத்திருக்க ஓர் அத்தியாவசிய பாதுகாப்பு செயல்நுட்பங்களான **நெருக்கடி கால புரதம் (stress protein) (டிஹைட்ரின் மற்றும் ஆஸ்மோட்டின்) (dehydrin and osmotin)** உண்டாக்க தூண்டப்படுகின்றன. இந்த புரதம் உட்கரு மற்றும் சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள பெரும் மூலக்கூறுகளையும், செல் சட்டகத்தையும் (உயிர் சவ்வுகள்) அழிவதிலிருந்து காக்கின்றன. கடும் வறட்சியை தாக்குப்பிடித்தல் என குறிப்பிடுவது புரோட்டோபிளாசம் நீர் கிடைக்கும்போது மீண்டும் நீரை எடுத்துக் கொள்ளுதல். பாலைவனம் மற்றும் வறண்ட பகுதியில் வளரும் தாவரங்கள் வழக்கமாக வறட்சியை எதிர்த்து வாழ்பவை.

> **உங்களுக்குத் தெரியுமா?**
>
> உயிர்த்தெழும் தாவரங்கள் முழு உலர்தலும், நெருங்கும் தருவாயிலும் உயிர் வாழும் திறன் கொண்டவை. இத்தாவரங்கள் நீர் கிடைக்கும் போது தங்களை மீட்டுக் கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டு: செலாஜினெல்லா லெபிடோஃபில்லா.

ஆ) உப்பு நெருக்கடி

அதிக உப்பு செறிவுள்ள மண்ணில் தாவரங்களின் வளர்ச்சி மற்றும் வளர்ச்சி நிலைகளை தடுக்கின்றன. கடற்கரை, முகத்துவாரங்களின் அருகில் பொதுவாக காணப்படும் தாவரங்கள் உப்பு நெருக்கடிக்கு ஆளாகின்றன. ஓர் கணக்கெடுப்பின்படி புவியில் மூன்றில் ஒரு பங்கு நீர் பாசன நிலங்கள் உப்பு நெருக்கடியால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளன. Na^{+}, Cl^{-}, K^{-}, Ca^{2+}, Mg^{2+} அயனிகள் பெரும்பாலும் மண் உப்பு நெருக்கடியில் பங்குபெறுகின்றன. இப்பகுதியில் வாழும் தாவரங்கள் இரண்டு பிரச்சனைகளை எதிர்கொள்கின்றன. அவை:

1. மண்ணிலிருந்து உறிஞ்சப்பட்ட நீரானது எதிர்மறை நீரின் உள்ளார்ந்த திறனை பெறுகிறது.

2. அதிக செறிவு கொண்ட நச்சு தன்மையுள்ள சோடியம் கார்பனேட், குளோரைட் அயனிகளுடன் தொடர்பு கொள்ளுதல்.

உப்பு தாங்குதன்மைக்கு ஏற்ப தாவரங்கள் இரண்டு வகைகளாக பிரிக்கப்படுகிறது.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 217 06-07-2018 14:43:10

1. உவர் நிலத்தாவரங்கள் (Halophytes)

2. உவர் நிலத்தாவரங்கள் அல்லாத அல்லது கிளைக்கோபைட்டுகள் (Non halophytes or glycophytes)

உவர் நிலத்தாவரங்கள் உப்பு மண்ணுக்கு சொந்தமானது. உப்பு செறிவின் அதிக வீதத்தை எதிர்க்க கூடிய உவர் நிலத் தாவரங்கள் **யூரிஹாலைன் (euryhaline)** என்றழைக்கப்படுகின்றன. குறுகிய வீதத்தை எதிர்க்கும் தன்மை கொண்டவை **ஸ்டெனோஹாலைன் (Stenohaline)** என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. உவர் நிலத் தாவரங்கள் அல்லாதவைகள் உவர் நிலத்தாவரங்களைப் போன்று உப்புத்தன்மையை எதிர்க்க இயலாது. *ஹீலியாந்தஸ் அனுவஸ்* அதிக Mn^+ அயனியை தாக்குப்பிடிப்பவை. உப்புதன்மையுள்ள இடங்களில் காணப்படும் தாவரங்கள் இரண்டு சிரமங்களை எதிர்கொள்கின்றன.

- அதிக உப்புத்தன்மையுள்ள மண்ணில் உள்ள நீரில், நீர் உள்ளார்ந்த திறன் குறைவதால் தாவரங்களின் வளர்ச்சி எதிர்திசையில் இருக்கும். எடுத்துக்காட்டு: *சாலிகோர்னியா*.
- சவ்வூடு பரவல் விளைவு மற்றும் குறிப்பிட்ட விளைவுகளின் காரணமாக உப்பினால் பாதிக்கப்பட்ட தாவரங்களில் காயங்கள் உண்டாகின்றன. குளோரைட் அயனிகள் செறிவு சேகரமடையும் பொழுது நீர் உள்ளெடுப்பும், நீராவிப் போக்கும் குறைகின்றன.

தாதுக்களின் குறைபாட்டினால் (K, P, S, Fe, Mo, Zn, Mg, Mn) உண்டாகும் உப்பு நெருக்கடி தாவர உடற்செயல்பாடுகளில் குறைபாடுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. தாவரங்களின் வளர்ச்சி மற்றும் மகசூலை குறைகின்றன.

1. உப்பு குவிப்பிகள் உப்பை உள்ளெடுத்து சேகரிப்பதால் சவ்வூடுப் பரவல் திறன் தொடர்ந்து எதிர்மறையாகவே காணப்படும்.

2. சில உப்பு கடினத் தாவரங்களில் அதிகப்படியான உப்புகள் இலையின் மேற்பரப்பில் தள்ளப்படுகின்றன. சில தாவரங்கள் உப்பு சுரப்பிகள் கொண்டிருப்பதால் அதன் மூலமாக உப்பை சுரக்கின்றன (பெரும்பாலும் NaCl). இவ்வாறு கசியும் உப்பு வளிமண்டல்லத்தின் நீரினால் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

3. சில தாவரங்கள் அதிகப்படியான உப்பை, மண்ணில் வெளியிடுவதால் (அல்லது) உப்பு நிறைந்த இலையை உதிர்ப்பதனால் இழக்கின்றன.

4. உப்பை தாங்கி வாழும் தாவரங்கள் (உண்மையான உவர் நிலத் தாவரங்கள்) அதிக அளவு அமினோ அமிலம் புரோலின், காலக்டோசைல் கிளிசரால், கரிம அமிலங்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இவைகள் சவ்வூடு பரவல் சீராக்கப் பயன்படுகின்றன.

உப்பு நெருக்கடியை தாங்கி வாழும் செயல்நுட்பங்கள் (Mechanism of salt tolerance)

உப்பு உள்ள வாழிடத்தில் வளரும் தாவரங்களான உவர்நிலத் தாவரங்கள் அதிகப்படியான உப்பு கரைந்துள்ள நீர் கரைசலை எதிர்கொள்கின்றன. அதிகப்படியான உப்பு எதிர்மறை சவ்வூடு பரவல் திறனை உண்டாக்குவதால். தாவரங்கள் தன்னைச் சுற்றியுள்ள ஊடகத்தில் நீரை இழக்கின்றன. தாவரங்களில் நீரின் உள்ளார்ந்த திறன் எதிர்மறையாவதால் தாவரங்கள் நீரை இழக்கின்றன தாவரங்கள் அதிகப்படியான உப்பை உறிஞ்சி செல்திரவத்தில் சேர்ப்பதனால் தாவரங்கள் அதன் சுற்றுப்புறச் சூழலுக்கு ஏற்ப இணையாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ வைத்திருப்பது சாத்தியமாகின்றன.

குறைபாடுகள்

1. வாக்குவோல்களில் உப்பு சேகரமடைதல்

2. தாவரங்கள் சதைப்பற்றுள்ளதாகின்றன

3. சேகரமடைந்தஉப்புசைட்டோபிளாசத்திலுள்ள நீரை இழக்கச் செய்கிறது

4. சோடியம் குளோரைடு கசிவதைச் சைட்டோபிளாசத்தினால் தாங்கிக் கொள்ள முடியாது. இது பல நொதிகளின் இயல்பை இழக்கச் செய்துவிடும்.

இவ்வாறாக உள்ளெடுக்கப்பட்ட, சேகரிக்கப்பட்ட கனிம உப்புகள் சிரமங்களைத் தீர்ப்பதில் தோல்வியுறுகின்றன. எனவே தாவரங்கள் இத்தகையை அதிக உப்பு நெருக்கடியைத் தாங்கிக்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 218 06-07-2018 14:43:10

கொள்ளக் கரிமச் சேர்மங்களை உற்பத்தி செய்யும் நொதிகளின் அழிவைக் காத்துக் கொள்கின்றன. இத்தகைய கரிமச் சேர்மங்கள், **நச்சுத் தன்மையற்ற சவ்வூடுபரவல் கனிமங்கள் (nontoxic organic osmotic)** என்றழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: புரோலின், பேடலின் (சவ்வூடுபரவல் ஒழுங்குபடுத்திகள்).

பாடச்சுருக்கம்

வளர்ச்சி என்பது அளவு, பரப்பு, நீளம், உயரம் மற்றும் பருமன் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் மாற்றமடையாத நிலையான அதிகரிப்பு ஆகும். உயர் தாவரங்களில் வளர்ச்சி வரம்பற்றது. இது செல்பகுப்பு, செல் நீட்சியடைதல், மற்றும் செல் முதிர்ச்சியடைதல் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது. முதல்நிலை (மெதுநிலை), இரண்டாவது நிலை (வேக நிலை) மற்றும் இறுதி நிலை (உறுதியான அல்லது நிலைப்பாடான நிலை). வேக நிலை, **விரைவு நிலை (exponential phase)** எனவும் அழைக்கப்படும். மூன்று வளர்ச்சி நிலைகளும் சேர்ந்து மொத்த வளர்ச்சி காலம் எனப்படும். இவை நேர்க்கோட்டு அல்லது 'S' வடிவ வளைவில் இருக்கும். குறிப்பிட்ட காலத்தில் வளர்ச்சி அதிகரிப்பே **வளர்ச்சி வீதம்** எனப்படும். எண் கணித வளர்ச்சி மற்றும் ஜீயோமித வளர்ச்சி என இருவகைப்படும். கரு வளர்ச்சி நிலையில் இரண்டும் காணப்படும். செல்கள் செல்பகுப்பை இழப்பதால் வேறுபாடு அடைகிறது. வேறுபாடு அடைந்த செல்கள் வேறுபாடு திரிதல் அடைந்து மறுவேறுபாடு அடைகிறது. படிம வளர்ச்சி என்பது வளர்ச்சி மற்றும் வேறுபாடு அடைதலின் கூட்டுத்தொகை ஆகும். தாவரங்களில் உருமாறும் தன்மை காணப்படுகிறது. தாவர வளர்ச்சி வெளிப்புற மற்றும் உட்புறக் காரணிகளை உள்ளடக்கியது. உட்புறக் காரணிகள் என்பது வேதி சேர்மங்கள் தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள் (PGRS) எனப்படும். இதை ஐந்து வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஆக்சின்கள், ஜிப்ரலின்கள், சைட்டோகைனின்கள், அப்சிசிக் அமிலம் மற்றும் எத்திலின். PGR என்பது தாவரத்தின் பல்வேறு பாகங்களில் உற்பத்தியாகிறது. PGR மேலும் ஒருங்கிணைக்கும் மற்றும் முரண்பட்ட ஹார்மோன்கள் என வகைப்படுத்தலாம்.

மலர்தலை கட்டுப்படுத்துவதற்கு தேவையான வாழ்வியல் வழிமுறைகள் (i) ஒளிகாலம் (ஒளிக்காலத்துவம்) மற்றும் (ii) வெப்பநிலை (தட்பப்பதனம்). ஒளி மற்றும் இருள்கால (ஒளிகாலம்) அளவிற்கு ஏற்ப மலர்தலுக்கான செயலியல் மாறுபாடு ஒளிக்காலத்துவம் எனப்படுகிறது. ஒளிச்செயலியல் நிகழ்வுகளில் (மலர்தல்தூண்டுதல் மற்றும் தடைசெய்தல்) ஒளியை ஈர்க்கும் நீல பித்தபுரதம் பைட்டோகுரோம் எனப்படும். ஒளிக்கால அளவை தவிர மலர்தலை உண்டாக்க சில தாவரங்களின் ஆரம்பகால வளர்நிலையின்போது குறைந்த அளவு வெப்பநிலை ஏற்பு ஒன்று தேவைப்படுகிறது. இருபருவ மற்றும் பல பருவ தாவர சிற்றினங்களில் குறைந்த வெப்பநிலைக்கு (0°C முதல் 5°C) உட்படுத்தி மலர்தல் தூண்டப்படுகிறது. இந்தநிகழ்ச்சி தட்பப்பதனம் எனப்படும். தட்பப்பதனத்தின் தலைகீழான விளைவு தட்பப்பதனநீக்கம் எனப்படும்.

விதைகள் உகந்த சுற்றுச்சூழல் தன்மை இருந்தாலும் முளைக்காமல் இருக்கும் தன்மை விதைஉறக்கம் எனப்படும். விதை உறக்கத்தை நீக்குவதற்கு பல்வேறு வழிமுறைகள் உள்ளன. அவை விதையுறை செதுக்கீடு, மோதல் நிகழ்த்துதல், அடுக்கமைத்தல், வெப்பநிலையில் மாற்றங்கள் ஏற்படுத்துதல், ஒளி. மூப்படைதல் என்பது. அனைத்து ஒருங்கமைந்த முன்னோக்கு மற்றும் சீரழிவு செயல்பாடுகளின் இறுதியில் அமைப்பு மற்றும் செயல்களின் ஒட்டு மொத்த இழப்பிற்கு வழிவகுப்பவையாகும். நான்குவிதமான மூப்படைதல்களான ஒட்டுமொத்த மூப்படைதல், மேற்பகுதி மூப்படைதல், இலை உதிர்வு வழி மூப்படைதல், படிப்படியாக மூப்படைதல். மூப்படைதல் தாவரங்கள் அதன் மரபிய அமைப்பினை கொண்டு கட்டுபடுத்தப்படுகின்றன. தாவரம் முழுவதுமாகவோ அல்லது அதன் பகுதிகளோ தொடர்ச்சியாக மூப்படைதலை திட்டமிடப்பட்ட செல் இறப்பு(PCD) என்கிறோம். முப்படைதலின் இறுதி நிலை உதிர்தல் ஆகும். தாய் தாவரபகுதியிலிருந்து இலைகள், மலர்கள், கனிகள் மற்றும் விதைகள் உதிரும் செயலியல் நிகழ்ச்சி உதிர்தல் எனப்படும்.

அதீதச் சுற்றுச் சூழலில் வாழும் தாவரங்களின் செயல்பாடுகளைப் பற்றி அறியும் படிப்பிற்கு நெருக்கடிசார் வாழ்வியல் என்று பெயர். தாவரங்களில் நெருக்கடி நிலையை கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

உயிரியல்சார் நெருக்கடிகள், மற்றும் உயிரற்ற நெருக்கடிகள். பிற உயிரினங்களான வைரஸ்கள், பாக்டீரியாக்கள், பூஞ்சைகள், ஒட்டுண்ணிகள், பூச்சிகள், களைகள், போட்டித்தாவரங்கள் போன்றவைகளால் தாவரங்களில் ஏற்படும் கடுமையான விளைவுகளே உயிரியல் சார் நெருக்கடி எனப்படுகிறது. உயிரற்ற நெருக்கடி ஓர் வளிமண்டலம்சார்ந்தோ(வளிமண்டலநெருக்கடி) அல்லது மண்சார்ந்தோ (மண்சார்ந்தநெருக்கடி) இருக்கலாம்.

மதிப்பீடு

LCHMQK

1. தவறான வாக்கியத்தைத் தேர்ந்தெடு:
   - அ) உருவாக்க நிலையில் செல்பகுப்பை தக்கவைத்துக் கொள்ளும்.
   - ஆ) நீட்சியுறு நிலையில் மைய வாக்குவோல் செல்லில் தோன்றுகிறது.
   - இ) முதிர்ச்சியுறு நிலையில் தடிப்படைதல் மற்றும் வேறுபாடு அடைதல் நடைபெறுகிறது.
   - ஈ) முதிர்ச்சியுறு நிலையில் செல்கள் மேலும் வளர்கிறது.

2. கப்பியின் விட்டம் 6 அங்குலம், குறிமுள்ளின் நீளம் 10 அங்குலம் மற்றும் குறிமுள் நகர்ந்த தூரம் 5 அங்குலமாக இருந்தால் தாவரத்தின் உண்மையான நீள் வளர்ச்சியைக் கண்டுபிடி.
   - (அ) 3 அங்குலம் (ஆ) 6 அங்குலம்
   - (இ) 12 அங்குலம் (ஈ) 30 அங்குலம்

3. ஒரு பால் மலர்கள் கொண்ட தாவரங்களில் இந்த ஹார்மோன்களால் இனமாற்றம் நிகழ்கிறது.
   - (அ) எத்தனால் (ஆ) சைட்டோகைனின்
   - (இ) ABA (ஈ) ஆக்சின்

4. சரியாகப் பொருந்தியுள்ளதைத் தேர்ந்தெடு
   - 1) மனிதச் சிறுநீர் – i) ஆக்சின் B
   - 2) மக்காச்சோள எண்ணெய் – ii) GA3
   - 3) பூஞ்சைகள் – iii) அப்சிசிக் அமிலம் II
   - 4) ஹெர்ரிங் மீன் விந்து – iv) கைனடின்
   - 5) இளம் மக்காச்சோளம் – v) ஆக்சின் A
   - 6) இளம் பருத்திக் காய் – vi) சியாடின்

   - அ) 1 – iii, 2 – iv, 3 – v, 4 – vi, 5 – i, 6 – ii
   - ஆ) 1 – v, 2 – i, 3 – ii, 4 – iv, 5 – vi, 6 – iii
   - இ) 1 – iii, 2 – v, 3 – vi, 4 – i, 5 – ii, 6 – iv
   - ஈ) 1 – ii, 2 – iii, 3 – v, 4 – vi, 5 – iv, 6 – i

5. தாவரங்களின் விதை உறக்கம்
   - அ) சாதகமற்ற பருவ மாற்றங்களைத் தாண்டி வருதல்
   - ஆ) வளமான விதைகளை உருவாக்குதல்
   - இ) வீரியத்தைக் குறைக்கிறது
   - ஈ) விதைச்சிதைவை தடுக்கிறது

6. பின்வருவனவற்றுள் எந்தமுறை விதை உறக்கத்தை நீக்க பயன்படுத்தப்படுகின்றன?
   - அ) விதையுறை செதுக்கீடு
   - ஆ) மோதல் நிகழ்த்துதல்
   - இ) அடுக்கமைத்தல்
   - ஈ) இவை அனைத்தும்

7. தாவரங்களின் வளர்ச்சியை அளவிடும் முறைகள் யாவை?

8. உருமாறும் தன்மை என்றால் என்ன?

9. சைட்டோகைனின் வாழ்வியல் விளைவுகள் யாவை?

10. மலர்கள் தோற்றுவித்தல் ஒளிக்காலத் துவக்கத்தின் செயல்பாடுகள் பற்றி விவரி.

11. திட்டமிடப்பட்ட செல் இறப்பு (PCD) பற்றி சிறுகுறிப்பு தருக.

12. வறட்சி நிலையில் தாவரங்கள் எதிர்கொள்ளும் செயலியல் விளைவுகள் யாவை?

13. உயிர்சார் நெருக்கடியின் செயல் நுட்பங்களை விளக்குக.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 220 06-07-2018 14:43:10

இணையச்செயல்பாடு

தாவரங்கள் வெவ்வேறு தூண்டல்களுக்கேற்ப எவ்வாறு துலங்குகின்றன?

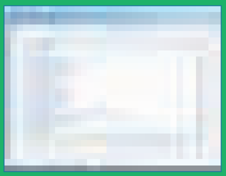
தாவரங்கள் வெளிப்படுத்தும் துலங்கலை அறிவோமா !

படிகள்:

- QR குறியீட்டை ஸ்கேன் செய்யவும்.
- Exploring plant Responses –ஐச் சொடுக்கவும்.
- வெளிப்படும் பொருள்கள் ஒவ்வொன்றையும் சொடுக்கி checklist–ஐ
- சரிபார்க்கவும்.
- Procedure–ஐ அழுத்தி படிகள் 1 –10 படிகளுக்கான ஒலிக்குறிப்புகளைக் கவனிக்கவும்.
- வலமேற் பகுதியிலுள்ள Lab note book –இல் நீங்கள் உற்றுநோக்கிய கணிப்புகளைப் பதிவு செய்யவும்.

உற்றுநோக்கல்:

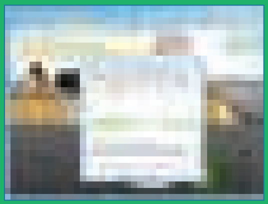
- தாவர பாகங்கள் மற்றும் விதைகளின் இயக்கங்களையும் உற்றுநோக்கவும்.
- உற்று நோக்கல் முடிவுகளை இறுதி செய்யவும்.



படி1

படி2

படி3



படி4

தூண்டல் – துலங்கல் பற்றிய உரலி:

https://www.classzone.com/books/hs/ca/sc/bio_07/virtual_labs/virtualLabs.html

B129_11_BOT_TM

*படங்கள் அடையாளத்திற்கு மட்டும்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 221 06-07-2018 14:43:11

பார்வை நூல்கள்

அலகு - 4 தாவர உள்ளமைப்பியல்

1. **Fahn.A,** (1990), *Plant Anatomy,* 3rd edition, Oxford; New York; Pergamon Press
2. **Gangulee,Das& Data**, (2011) *College Botany,*Vol-II, New Central Bool Agency
3. **Katherine Esau**, (2006), *Anatomy of Seed Plants,* 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc.
4. **PandeyB.P,** (2015), *A Textbook of Botany: Angiosperms,* New Delhi, S. Chand & Company Ltd.
5. **Pijush Roy**, (2012), *Plant Anatomy,* New Central Book Agency (P) Ltd.
6. **Ray.F.Evert**, (2007), *Esau's Plant Anatomy,* 3rd Edition. Wiley-Liss

அலகு - 5 தாவர செயலியல்

1. **Campbell and Reece** (2005) *Biology* Vol I, 7th Edition, Boston, Pearson,.
2. **Clegg C J** (2014) *Biology,* London, Hooder Education,.
3. **Data.S.C** (1990) *Plant Physiology,* New Delhi,Willey Eastern.
4. **Devlin, R. M.** (2017). *Outline of Plant Physiology.* Medtech Pubs.
5. **Dey P.M & Harborne J.B** (1997) *Plant Bio chemistry,* London, Academic press
6. **Dey, P. M. and Harborne, J. B.** (2013). *Plant Bio chemistry.* Elsevier.
7. **Helgiopik and Stephan Rolfe** (2005) *The Physiology of Flowering Plants,* 4th Edition, London, Cambridge University Press.
8. **Jain V.K.** (2017) F*undamentals of Plant Physiology,* 19th Edition, New Delhi, S.Chand & Co.
9. **Jain. J L., Sunjay Jain and Nitin Jain.** (2005). *Fundamentals of Biochemistry,* 6th Edition. New Delhi S. Chand and Co.,.
10. **Jane B Reece etal.** (2011) *Campbell Biology,* 10th Edition, Pearson.
11. **K.N.Rao, G. Sudhakara Rao, S. Bharatan** (1987) *The functioning plant,* S. Viswanathan Pvt.Ltd.
12. **Kumar.A & Purohit S.S** (2002) *Plant Physiology: Fundamentals and Applications*, 2nd Edition, Agro-Bios.
13. **Leninger, Nelson and Cox.** (2017). *Principles of Biochemistry,* 7th Edition. NewDelhi, Macmillan Learning.
14. **Maria Duca** (2015) *Plant Physiology*, Switzerland, Springer international publishing house.
15. **Mukherji, S. and Ghosh, A. K.** (2015). *Plant Physiology.* London, New Central Book Agency Pvt. Ltd.,
16. **Noggle, G. R. and Fritz, G. J.** (1983). *Introductory Plant Physiology*, Second edition. Prentice Hall India.
17. **R.K.Sinha** (2004) *Modern plant Physiology,* Alpha Publishing
18. **Salisbury, F. and Ross,** C. (1991). *Plant Physiology,* 4th Edition. India, Thomson Publications.
19. **Sinha, R. K.** (2003). *Modern Plant Physiology,* 2nd Ed. Kolkata,Narosa Publishing House.
20. **Srivastava H.N** (2004) *Plant Physiology,* Pradeep publication, Jalandhar.
21. **Stern, Jansky, Bidlack** (2003) *Introductory Plant Biology,* 9th Edition, New York, McGraw Hill,.
22. **SundaraRajan.S** (2000) *Plant Physiology,* New Delhi, Anmol Publication,.
23. **Taiz.L and Zeigar.E** (2010) *Plant Physiology,* 3rd Edition, Sunderland, Sinauer Associates,
24. **Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M. and Murphy, A.** (2014). *Plant Physiology and Development,* Sixth Edition. Ingram International Inc.
25. **Verma S.K and MohitVerma,** (2016) *A Text Book of Plant Physiology, Biochemistry and Biotechnology,* New Delhi, S.Chand& Co,.

26 **Walter Larcher,** (2003). *Physiological Plant Ecology,* 4th Edition. New York, Springer International Edition,.

தாவரவியல் கலைச்சொல் அகராதி

உதிரும் பகுதி (Abscission Zone)	இலைக்காம்பின் அடிப்பகுதியில் குறுக்குவாட்டத்தில் அமைந்த மெல்லிய சுவருடைய செல்களால் ஆன அடுக்கு
ஒளி ஈர்ப்பு நிறமலை (Absorption spectrum)	ஒளியின் பல்வேறு அலை நீளங்களையும் நிறமிகளின் ஒளி ஈர்ப்பையும் வரைபடத்தில் பொருத்தி பெறப்படும் வளைவுகள் கொண்ட வரைபடமாகும்.
ஒளிசெயல்திறன் நிறமாலை (Action spectrum)	ஒளி அலைகளின் செயல்திறனை அளவிட அவற்றின் குவாண்டம் விளைச்சலுடன் ஒப்பிட்டு வரையப்படும் வளைவுகள் கொண்ட வரைபடமாகும்.
காற்றூடக வளர்ப்பு (Aeroponics)	தாவரங்களை வளர்க்கும் தொழில் நுட்பம். ஊட்டசத்து கரைசல் கொண்ட கலனில் தாவர வேரிகள் காற்றில் தொங்கவிடப்பட்டு ஊட்ட சத்தானது வேர்களின் மீது மோட்டாரின் உதவியால் தெளிக்கப்படுகிறது.
அகார் (Agar)	சிவப்பு பாசியிலிருந்து பெறப்படும் கூழ்மம் போன்ற பொருள்
அல்லிலோபதி (Allelopathy)	ஓர் தாவரம் உற்பத்தி செய்யும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உயிரி வேதிபொருள்கள் பிற தாவரங்களின் முளைத்தல், வளர்ச்சி மற்றும் இனப்பெருக்கத்தில் பெரும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துவது.
ஃபுளோயம் சூழ் வாஸ்குலக்கற்றை / மையசைலம் (Amphicribral / Hadrocentric)	சைலத்தை சூழ்ந்து ஃபுளோயம் காணப்படுவது
சைலம் சூழ் வாஸ்குலக்கற்றை / மையஃபுளோயம் (Amphivasal vascular bundle / Leptocentric)	ஃபுளோயத்தை சூழ்ந்து சைலம் காணப்படுவது
கட்டப்படும் செயல் (Anabolic)	இது செல்லுக்குள் ஆற்றல் பயன்படுத்துகின்ற எளிய மூலக்கூறுகளிலிருந்து சிக்கலான மூலக்கூறுகளை உருவாக்கக்கூடிய நொதிகளால் ஊக்குவிக்கும் வினை.
நுனிசெல்கொள்கை (Apical cell theory)	தனி நுனிசெல் முழுதாவரமாக வளர்ச்சி அடைகிறது
அச்சுபாரங்கைமா (Axial parenchyma)	பாரங்கைமா செல்கள் நீள்போக்காக அச்சிற்கு இணையாக காணப்படுவது
காலோஸ் (Callose)	சல்லடை தட்டுகளில் உள்ள துளைகளில் அடைப்பட்டுள்ள பொருள்
கார்பானிக் அமிலம் (Carbonic acid)	கார்பன் டைஆக்ஸைடு நீரில் கரைவதால் உருவாகும் திறன் குறைந்த அமிலக்கரைசல்
சிதைக்கும் செயல்(Catabolic)	இது செல்லுக்குள் ஆற்றல் பயன்படுத்துகின்ற சிக்கலான மூலக்கூறுகளிலிருந்து எளிய மூலக்கூறுகளை உருவாக்கக்கூடிய நொதிகளால் ஊக்குவிக்கும் வினை.
இணைவு காரணிகள் (Chelating agents)	கரிம பிணைப்பு காரணிகளின் சில அணுக்கள் எலக்ட்ரான்களை எதிர்மின் அயனிகளுக்கு வழங்குவதால் உருவாகும், நீரில் கரையக்கூடிய இணைக்கும் பொருட்கள் .
பச்சையசோகை (Chlorosis)	பச்சையம் சிதைவடைதல் மற்றும் உற்பத்தி பாதிப்பினால் இலைகள் மஞ்சள் நிறமாதல்.

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 223 06-07-2018 14:43:11

மூடிய வாஸ்குலக் கற்றைகள் (Closed vascular bundles)	சைலத்திற்கும் ஃபுளோயத்திற்கும் இடையில் கேம்பியம் காணப்படுவது. எடுத்துகாட்டு: ஒரு விதையிலைத் தண்டு
இணை நொதி (Coenzyme)	நொதி ஊக்குவிக்கும் வினைகளில் பங்கேற்கும் ஒரு புரதமல்லாத மூலக்கூறு, பல்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே புரோட்டான்கள் அல்லது எலக்ட்ரான்களை பரிமாற உதவுகிறது.
கூழ்மம் (Colloidal)	இருவேறுபட்ட துகள்கள் தங்களது பண்புகளை இழக்காமல் ஒரு அமைப்பில் சரிவிகிதத்தில் விரவி காணப்படும் நிலை
அமினோ நீக்கம் (Deamination)	ஒரு அமினோ அமிலத்திலிருந்து நொதிகளின் மூலம் ஒரு அமினோ தொகுதி அதன் தொடர்புடைய கீட்டோ அமிலத்தை நீக்குவது.
நீர் நெருக்கடி தாங்குதல் (Dessiccation tolerance)	தாவரங்கள் நீர் நெருக்கடியில் தன்னைத்தானே அழித்துக்கொள்ளாமல் எதிர்கொள்ளும் விதம்.
வறட்சியை எதிர்கொள்ளுதல் (Drought resistance)	நீர் பற்றாக்குறையினால் உண்டாகும் நெருக்கடியை எதிர்கொள்ளுதல்
எத்திலின் டை அமீன் டெட்ரா அசிட்டிக்அமிலம். (EDTA)	எத்திலின் டை அமீன் டெட்ரா அசிட்டிக்அமிலம். காரத்தன்மையுடைய மண்ணில் இரும்பு சத்தினை நீரில் கரையக்கூடிய பொருளாக மாற்றும் இணைவுக்காரணி.
ஆற்றல் பயன்படுத்தும் வினை (Endergonic)	ஒரு வேதி வினையில் நேர்மறை தனி ஆற்றல் செலவு அல்லது ATP பயன்படுத்தும் வினை.
ஆற்றல் வெளியிடும் வினை (Exergonic)	ஒரு வேதி வினையில் எதிர்மறை தனி ஆற்றல் செலவு அல்லது ATP வெளியிடும் வினை.
நார்டிரக்கீடுகள் (Fibre –Trachieds)	டிரக்கீடு ஒத்த நார்கள்
உடன் ஒளிர்தல் / உடன் மிளிர்தல் (Fluorescence)	ஈர்க்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு ஆற்றலானது விரைந்து ஒளியாக உமிழும் நிகழ்வு.
ஜெலட்டின் (Gelatin)	விலங்குகளிடமிருந்து பெறப்படும் பசைத்தன்மை வாய்ந்த பொருள்
கிரானம் (Granum)	பசுங்கணிகத்தின் ஸ்ட்ரோமாவில் லாமெல்லக்கள் ஒன்றின் மீது ஒன்றாக அடுக்கி வைக்கப்பட்ட நாணயங்கள் போன்று காணப்படும் அமைப்பு.
ஹேட்ரோம் (Hadrome)	ஹேபர்லேண்ட் சைலத்தை ஹேட்ரோம் என பெயரிட்டார்
உவர் நிலத் தாவரங்கள் (Halophytes)	உவர் மண்ணில் வாழும் தாவரங்கள்
ஒளிநாட்டத் தாவரங்கள் (Heliophytes)	ஒளியை தகவமைத்துக் கொண்டு வாழும் தாவரங்கள்.
ஹிஸ்டோஜெனிசிஸ் (Histogenesis)	வேறுபாடடையாத ஆக்கு திசு வேறுபாடுடைய திசுக்களாக மாறுபாடு அடைவது
(Indeterminate growth)	வாழ்நாள் முழுதும் வளரும் தாவரங்களின் வளர்ச்சி.
மாற்றியமாதல் (Isomerisation)	அணுக்கள் எந்த இழப்பு அல்லது ஆதாயம் இல்லாமல் அதே மூலக்கூறுக்குள் அணு குழுக்களை மறு ஒழுங்கு செய்தல்.
லெப்டோம் (Leptome)	ஹேபர்லேண்ட் ஃபுளோயத்தை லெப்டோம் என பெயரிட்டார்
செல்அறை (Lumen)	டிரக்கீடு, சைலக்குழாய், நார்களில் காணப்படும் செல்அறை

மாலேட் ஷட்டில் வழிமுறை(Malate Shuttle mechanism)	கிளைக்காலைசிஸிலிருந்து வெளியேறும் எலக்ட்ரான்களை மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட்சவ்வு பகுதிக்கு ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரண நிகழ்ச்சிக்காக இடம்பெயரச் செய்யும் ஒரு உயிர்வேதிய தொகுப்பு ஆகும்.
பொருண்மை ஆக்குதிசு(Mass meristem)	ஆக்குத்திசு செல்கள் அனைத்து திசைகளிலும் பகுப்படைகிறது.
நைவுப்புண்கள் (Necrosis)	திசுக்களின் இறப்பு
ஹீம் அல்லாத இரும்பு(Non heme iron)	ஹீம் அல்லாத இரும்பு: தாவரங்களிலிருந்து உருவான ஹீம் புரதங்களில் உள்ள இரும்பு கொண்ட போர்பைரின் ப்ராஸ்தெடிக் தொகுதி.
சுழலசைவு (Nutation)	பின்னுகொடி மற்றும் பற்றுகம்பிகளின் வளரும் நுனிதண்டில் தானாக நிகழும் அசைவு.
திறந்த வாஸ்குலக்கற்றை (Open vascular bundle)	சைலத்திற்கும் ஃபுளோயத்திற்கும் இடையில் கேம்பியம் காணப்படுவது.
ஆக்ஸிஜனேற்றம் (Oxidation)	நீரானது ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து ஆக்ஸிஜனாக மாறுதல் (எலக்ட்ரான் இழப்பு)
PAR	ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான ஒளியின் அலை நீளம் (Photosynthetically Active Radiations) 400 முதல் 700 அலை நீளத்தில் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகமாக உள்ளது
தாமத மறு ஒளிர்தல் / தாமத மிளிர்தல் (Phosphorescence)	ஈர்க்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு ஆற்றலானது தாமதமாக ஒளியாக உமிழும் நிகழ்விற்கு தாமத மிளிர்தல் என்று பெயர்.
ஒளியின் நீராற்பகுப்பு (Photolysis)	ஒளியானது நீரை பிளந்து புரோட்டன்கள். எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் ஆக்ஸிஜனாக மாற்றும் வினை.
போட்டான் (Photon)	ஒளியானது ஒரு மின்காந்த கதிர்வீச்சு ஆற்றலாகும். மேலும் ஒளியானது மிக நுண்ணிய துகள்களாக பயணிக்கிறது. இதற்கு போட்டான்கள் என்று பெயர். இது ஒளியாற்றலின் தனித்த இயற்பியல் அலகு.
ஒளிக்காலத்துவம் (Photoperiodism)	ஒளி மற்றும் இருள் கால (ஒளி காலம்) அளவிற்கு ஏற்ப மலர்தலுக்கான செயலியல் மாறுபாடு ஒளி மற்றும் இருள் கால (ஒளி காலம்) அளவிற்கு ஏற்ப மலர்தலுக்கான செயலியல் மாறுபாடு.
ஃபைட்டோகுரோம் (Phytochrome)	குறைந்த செறிவில் ஒளியாக மாறக் கூடிய புரத தாவர நிறமி, சிவப்பு மற்றும் தொலைச் சிவப்பு ஒளியினால் மலர்தலை கட்டுபடுத்தும்.
குழிதடிப்புகள் (Pitted thickening)	குழியை சுற்றி சீரான தடிப்புகளைகொண்டது
ஆயத்த நிலை (Preparatory phase)	முதல் பாதி கிளைக்காலைசிஸ் நிகழ்ச்சியில் ஐந்து நொதிகளின் வினைகளால் ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் இரண்டு மூலக்கூறு ATP யை பயன்படுத்தி இரண்டு மூலக்கூறு கிளிசரால்டிஹைடு –3– பாஸ்பேடாக உடையக்கூடிய வினை.
குவாண்டோசோம் (Quantasome)	ஒளிச்சேர்க்கை செயல்பாட்டிற்கான உருவதோற்ற வெளிப்பாட்டின் அலகுகளாகும். இவை தைலகாய்டு லாமெல்லாக்களின் உட்புறச் சவ்வில் பொதிந்துள்ளன.

குவாண்டம் (Quantum)	ஒவ்வொரு போட்டான்கள் பெற்றிருக்கும் ஆற்றலுக்கு குவாண்டம் (Quantum) என்று பெயர்.
குவாண்டம் தேவை (Quantum requirement)	ஒளிச்சேர்க்கையின் போது ஒரு ஆக்ஸிஜனை வெளியேற்ற தேவையான போட்டான்கள் அல்லது குவாண்டாக்களின் எண்ணிக்கை
குவாண்டம் விளைச்சல் (Quantum yield)	ஒரு குவாண்டம் ஒளி பயன்படுத்தப்படும் போது உருவாகும் ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை
உறக்க மையக் கொள்கை (Quiescent centre concept)	வேர்ஆக்குத்திசு பகுதியிலுள்ள தெளிவான செயலூக்கமற்ற பகுதி
ஆரப்போக்கமைந்த வாஸ்குலக்கற்றைகள் (Radial vascular bundles)	சைலமும், ஃபுளோயமும் அடுத்தடுத்த வெவ்வேறு ஆரங்களில் அமைந்துள்ளது
கதிர் பாரங்கைமா (Ray parenchyma)	ஆரப்போக்காக அமைந்துள்ள பாரங்கைமா
ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகள் (Redox Reactions)	ஆக்ஸிஜனேற்ற (எலக்ட்ரான் இழப்பு) மற்றும் ஒடுக்க (எலக்ட்ரான் ஏற்பு) வினைகள்
ஒடுக்கம் (Reduction)	கார்ப்பன் டை ஆக்ஸைடு ஒடுக்கமடைந்து கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளாக மாறுதல் (எலக்ட்ரான் ஏற்பு)
தட்டுஆக்குத்திசு (Rib meristem)	ஆக்குதிசு பகுபடும் திசை பரிதிஇணைப்போக்கின் இருவழிவகைகளில் நடைபெறும்
ருபிஸ்கோ (Rubisco)	ரிபுலோஸ் பிஸ் பாஸ்பேட் கார்பாக்ஸிலேஸ் மற்றும் ஆக்ஸிஜினேஸ் நொதி, ஒளிச்சேர்க்கையின் போது கார்பன்டை ஆக்ஸைடினை நிலைநிறுத்தம் செய்கிறது. இதுவே இவ்வுலகில் அதிகமாக காணப்படும் புரதம் ஆகும்.
உப்புச்சார் நெருக்கடி (Salt Stress)	அதிகப்படியான தாது உப்புகள் தாவரங்களின் வளர்ச்சி மீது ஏற்படுத்தும் அதீத விளைவுகள்.
சாறு (Sap)	நீர் மற்றும் கரைநிலை கனிமங்கள் கொண்ட திரவம்
ஸ்லைம்உடலங்கள் (Slime body)	முதிர்ந்த சல்லடை குழாய்களில் காணப்படும் சிறப்பு வகை புரதம்
அடுக்கமைத்தல் (Stratification)	சில தாவர விதைகளை குளிர் நிலைக்கு உட்படுத்தி விதை உறக்கத்தை நீக்குதல்.
துணைச் செல்கள் (Subsidiary cells)	இலைத் துளையில் காப்பு செல்களைச் சூழ்ந்து காணப்படும் செல்கள்.
சுக்ரோஸ் (Sucrose)	குளுக்கோஸ் மற்றும் பிரக்டோஸால் ஆன குறைத்தலற்ற தன்மை கொண்ட இரட்டைச்சர்க்கரை
டிரைக்கோபிளாஸ்ட்கள் (Trichoblasts)	புறத்தோல் செல்களில் காணப்படும் குட்டையான செல்கள்
டிரைக்கோம்கள் (Trichomes)	ஒருசெல் அல்லது பலசெல் நொதிகள்
டூனிகாகார்பஸ்கொள்கை (Tunica–carpus theory)	டூனிகா – கார்பஸ் கோட்பாட்டின் படி தண்டு நுனி ஆக்குத்திசு டூனிகா மற்றும் கார்பஸ் என்ற இரண்டு திசுப்பகுதிகளை கொண்டது.
சைலோஸ் (Xylos)	கட்டை

சொற்களஞ்சியம்

உதிர்தல்	Abscission
உதிரும் அடுக்கு	Abscission zone
ஒளி ஈர்ப்பு நிறமாலை	Absorption spectrum
ஒளி செயல்திறன் நிறமாலை	Action spectrum
மேம்படுத்தப்பட்ட பரவல்	Activated diffusion
ஆற்றல்சார் கடத்தல்	Active transport
ஒட்டிணைவு	Adhesion
காற்றூடக வளர்ப்பு	Aeroponics
சேர்க்கைச் செயல்	Anabolic
ஆண்டு வளையங்கள்	Annual rings
ஏற்பி மூலக்கூறுகள்	Antenna molecules
நுனி செல் கொள்கை	Apical cell theory
எண் கணித வளர்ச்சி	Arithmetic growth
சாறேற்றம்	Ascent of sap
தன்மயமாக்கும் ஆற்றல்	Assimilatory power
தன்னிச்சையான அசைவுகள்	Autonomous movement
குளிர்க்காலக் கட்டை அல்லது பின்பருவக் கட்டை	Autumn wood or late wood
அச்சு பாரங்கைமா	Axial parenchyma
இருபக்க ஒருங்கமைந்த வாஸ்குலக் கற்றை	Bicollateral vascular bundle
உயிர்மதோற்ற நிலை	Biosynthetic phase
உயிர்வளி தனிமைப்படுத்துதல்	Biosequestration
மைய கருக்கல் நோய்	Brown heart disease
திசுத்திரள்	Callus
கார்பன் நிலைநிறுத்தம்	Carbon fixation
கார்பன்-டை-ஆக்ஸைட் ஈடு செய்யும் புள்ளி	Carbon di oxide compensation point
தாங்கிப் புரதம்/கொண்டு செல்லும் புரதம்	Carrier protein
சிதைக்கும் செயல்	Catabolic
வினையூக்க அமைனோவாக்கம்	Catalytic amination
குமிழாதல்	Cavitation
கால்வாய் புரதம்	Channel protein
பிணைக்கும் காரணி	Chelating agents
வேதி சவ்வூடு பரவல் கோட்பாடு	Chemiosmotic theory
பச்சையம்	Chlorophyll
பசுங்கணிகம்	Chloroplast
பச்சைய சோகை	Chlorosis
மூடிய ஒருங்கமைந்த வாஸ்குலக் கற்றைகள்	Closed collateral vascular bundles
கூட்டிணைவு	Cohesion
ஒருங்கமைந்த வாஸ்குலக் கற்றைகள்	Collateral vascular bundles
துணைச் செல்கள்	Companion cells
ஈடுசெய்யும் புள்ளி	Compensation point

செறிவு சரிவு வாட்டம்	Concentration gradient
சூழமைந்த வாஸ்குலக் கற்றைகள்	Concentric vascular bundles
மைய ஆதார கூட்டமைப்பு	Core complex
தீர்வுக் கட்ட செறிவு	Critical concentration
நாள் நடுநிலை தாவரங்கள்	Day neutral plants
அமினோ நீக்கம்	Deamination
மர வயதியல்	Dendrochronology
பிளாஸ்மா சிதைவு மீட்சி	Deplasmolysis
டைகார்பாக்சிலிக் அமில சுழற்சி	Dicarboxylic acid pathway
தண்டின் நுனி அடி இறப்பு	Die back of shoot
பரவல்	Diffusion
இருவடிவ பசுங்கணிகம்	Dimorphic chloroplast
வறட்சியை எதிர்ப்பவை	Drought resistance
அயனி வெளிப்புகல்	Efflux
மின்காந்த நிறமாலை	Electro magnetic spectrum
எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி	Electron transport chain
எமர்சனுடைய மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு	Emerson's enhancement effect
ஆற்றல் ஏற்கும் வினை	Endergonic
அக கூட்டுயிர் கோட்பாடு	Endosymbiotic hypothesis
மிகை ஊட்ட நிலை	Eutrophication
வெளிநோக்கு சைலம்	Exarch Xylem
ஆற்றல் வெளியிடும் வினை	Exergonic
அழிவுப் புள்ளி	Extinction point
நொதித்தல்	Fermentation
நார் டிரக்கீடுகள்	Fibre Tracheids
உடன் ஒளிர்தல்	Flourescence
அயனிபுகல்	Flux
ஜியோமித வளர்ச்சி	Geometric growth
மொத்த வளர்ச்சிக் காலம்	Grand period of growth
பெருும வளர்ச்சி வீதம்	Growth rate
உவர்நாட்டவுயிரிகள்	Halophiles
உவர்நிலை தாவரங்கள்	Halophytes
வைரக்கட்டை	Heart wood
ஒளியை விரும்பும் தாவரங்கள்	Heliophytes
ஹிஸ்டோஜன் கொள்கை	Histogen theory
ஹிஸ்டோஜெனிசிஸ்	Histogenesis
HMP மாற்றுவழிப் பாதை	HMP shunt
நீர்கசிவுத் துளை	Hydathode
நீர் ஊடக வளர்ப்பு	Hydroponics
உள்ளீர்த்தல்	Imbibition
அயனி உட்புகல்	Influx

நரம்பிடை பச்சைய சோகை	Interveinal chlorosis
மாற்றியமாதல்	Isomerisation
உருவாக்க நிலை	Lag phase
பட்டைத்துளை	Lenticel
ஒளி அறுவடை கூட்டமைப்பு	Light harvesting complex
இணைப்பு வினை	Link reaction
நீட்சியுறு நிலை	Log phase
பெரும ஊட்ட மூலங்கள்	Macro nutrients
மாலேட் திருப்பு செயல்	Malate Shuttle mechanism
பொருண்மை ஆக்குதிசு	Mass meristem
ஊடக உட்திறன்	Matric potential
நுண் ஊட்ட மூலங்கள்	Micro nutrients
கனிம ஊட்டம்	Mineral Nutrition
மைட்டோகாண்ட்ரிய உட்கூழ்மம்	Mitochondrial matrix
நைவுப் புண்கள்	Necrosis
நைட்ரேட் தன்மயமாதல்	Nitrate Assimilation
நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்	Nitrogen metabolism
துளைகளற்ற கட்டை	Non-porous wood
சுழலசைவு	Nutation
கட்டாய ஒட்டுண்ணி	Obligate parasite
திறந்த வாஸ்குலக் கற்றை	Open vascular bundle
ஆக்ஸிஜன் உருவாக்கும் கூட்டமைப்பு	Oxygen evolving complex (OEC)
வண்ண பிரிகைதாள் வரைப்படம்	Paper chromatography
தூண்டப்படும் அசைவுகள்	Paratonic movement
விதையிலாக் கனி	Parthenocarpy
ஆற்றல்சாரா கடத்தல்	Passive transport
விளை நிலை	Pay off phase
நின்றொளிர்தல் / தாமத மறு ஒளிர்தல்	Phosphorescence
ஒளி வேதிநிலை	Photo chemical phase
ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை	Photo oxidation phase
ஒளி சுவாசம்	Photo respiration
ஒளியின் நீராற் பகுப்பு	Photolysis
ஒளித்துகள்	Photon
ஒளிக் காலத்துவ தூண்டுதல்	Photoperiodic induction
ஒளிக்காலத்துவம்	Photoperiodism
ஒளி பாஸ்பரிகரணம் / ஒளி பாஸ்பரஸ் சேர்க்கை	Photophosphorylation
ஒளிச்சேர்கையின் கார்பன் ஒடுக்க சுழற்சி	Photosynthetic carbon reduction cycle
ஒளிச்சேர்க்கை அலகு (குவாண்டோசோம்)	Photosynthetic unit (Quantasome)
நிறமி அமைப்பு / ஒளி அமைப்பு	Photosystem
நீராவிப்போக்குத் தடுப்பான்கள்	Plant antitranspirants
பிளாஸ்மா சிதைவு	Plasmolysis

உருமாறும் தன்மை	Plasticity
துளைக்கட்டை	Porous woods
ஆயத்த நிலை	Preparatory phase
அழுத்தயியல் திறன்	Pressure potential
முதல்நிலை வளர்ச்சி	Primary growth
திட்டமிடப்பட்ட செல் இறப்பு	Programmed cell death
புரோட்டான் சரிவு	Proton gradient
உந்திகள்	Pumps
உறக்க மையக் கொள்கை	Quiescent centre concept
ஆரப்போக்கமைந்த வாஸ்குலக் கற்றைகள்	Radial vascular bundles
கதிர் பாரங்கைமா	Ray parenchyma
வினை மையம்	Reaction Centre
சிவப்பு வீழ்ச்சி	Red drop
ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்கவினை	Redox reaction
ஒடுக்கும் ஆற்றல்	Reducing power
சுவாச ஈவு	Respiratory quotient
பின்னோக்கிய சவ்வூடு பரவல்	Reverse osmosis
வரிசை ஆக்குத்திசு	Rib meristem
வளைய பட்டை	Ring Bark
சாற்றுக்கட்டை	Sap wood
செதில் பட்டை	Scale Bark
விதை உறக்கம்	Seed dormancy
பாதி சுயசார்புதன்மை	Semi autonomy
மூப்படைதல்	Senescence
தேங்கிடம்	Sink
ஸ்லைம் உடலங்கள்	Slime bodies
கரைபொருள் திறன்	Solute potential
தோற்றுவாய்	Source
வசந்தக்காலக் கட்டை அல்லது முன்பருவக் கட்டை	Spring wood or early wood
நெருக்கடியை தப்பித்துக் கொள்ளும் தாவரங்கள்	Stress escapers
நெருக்கடி சார் வாழ்வியல்	Stress physiology
தளப்பொருள் பாஸ்பரிகரணம்	Substrate phosphorylation
உட்குழிந்த இலைத்துளை	Sunken stomata
இறுதி ஆக்ஸிஜனேற்றம்	Terminal oxidation
வெப்ப தூண்டல்	Thermonastic
தொடு உணர்வு அசைவு	Thigmotactic
அமைனோ மாற்றம்	Transamination
டூனிகா கார்பஸ் கொள்கை	Tunica corpus theory
தட்பப்பதனம்	Vernalization
நீரியல் திறன்	Water potential
வறள் தாவர படிநிலை வளர்ச்சி	Xeric Succession

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 230 06-07-2018 14:43:12

போட்டித் தேர்வு வினாக்கள்

அலகு – 4 தாவர உள்ளமைப்பியல்

1. டைலோசஸ்களில் பலூன் போன்ற அமைப்பு (NEET –II –2016)

அ) சைலக் குழாய்களின் செல் உள் வெளிப்பகுதியிலிருந்து தோன்றுகிறது.

ஆ) சாற்றுக் கட்டையின் முக்கிய பண்பாகும்

இ) சைலக்குழாய்களின் உள்வெளிப்பகுதி அருகிலுள்ள பாரங்கைமா செல்களிலிருந்து தோன்றும் உள் வளரிகள்

ஈ) சைலக் குழாய்களின் சாறேற்றத்துடன் தொடர்புடையது.

2. புறணி இதன் நடுப்பகுதியில் காணப்படுகிறது. (NEET–II–2016)

அ) புறத்தோல் மற்றும் ஸ்டீல்

ஆ) பெரிசைகிள் மற்றும் அகத்தோல்

இ) அகத்தோல் மற்றும் பித்

ஈ) அகத்தோல் மற்றும் வாஸ்குலத்தொகுப்பு

3. கீழ்கண்ட I முதல் IV வரை உள்ள விடைகளை படித்து இருவிதையிலை கட்டையின் கூறுகளை வெளிப்பகுதியிலிருந்து உள்நோக்கி சரியான வரிசையில் கண்டறிக (AIPMT–2015)

I) இரண்டாம் நிலை புறணி

II) கட்டை III) இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம் IV) ஃபெல்லம்

அ) III, IV, II மற்றும் I ஆ) I ,II , IV, மற்றும் III

இ) IV, I, III மற்றும் II ஈ) IV ,III ,I மற்றும் II

4. உங்களிடன் முதிர்ந்த இருவிதையிலை தண்டு மற்றும் இருவிதையிலை வேர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. கீழ்கண்ட எந்த உள்ளமைப்பியல் பண்பின் அடிப்படையில் அவற்றை வேறுபடுத்தி அறிவாய்? (AIPMT–2014)

அ) இரண்டாம் நிலை சைலம்

ஆ) இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம்

இ) புரோட்டோ சைலம்

ஈ) புறணி செல்கள்

5. வைரக்கட்டையிலிருந்து சாற்றுக்கட்டை எவ்வாறு வேறுபடுகிறது? (AIPMT–2010)

அ) கதிர் மற்றும் நார்கள் காணப்படுகிறது

ஆ) சைலக்குழாய்கள் மற்றும் பாரங்கைமா காணப்படுவதில்லை

இ) இறந்த மற்றும் கடத்தும் கூறுகள் அற்றது.

ஈ) பூச்சிகள் மற்றும் நோய் கிருமிகளால் பாதிக்கபடுபவை

6. வேர் அல்லது தண்டில் கடத்தும் கூறுகளான புரோட்டோ சைலத்தில் வளைய மற்றும் சுருள் தடிப்புகள் உண்டாக்கப்படுவது இதற்காக.

அ) முதிர்ச்சியடைய ஆ) நீட்சியடைய

இ) அகலபடுத்த ஈ) வேறுபாடு அடைய

7. முதிர்ந்த இருவித்திலை வேரிலிருந்து இருவித்திலை தண்டினை எவ்வாறு வேறுபாடு அறிவாய்? (AIPMT– 2008)

அ) இரண்டாம் நிலை சைலம் காணப்படுவதில்லை

ஆ) இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம் காணப்படுவதில்லை

இ) புறணி காணப்படுகிறது

ஈ) புரோட்டோ சைலத்தின் அமைவிடம்

8. பார்லி தாவரத்தின் வாஸ்குலத் தொகுப்புகள் (AIPMT– 2009)

அ) திறந்தது மற்றும் சிதறியது

ஆ) மூடியது மற்றும் சிதறியது

இ) திறந்தது மற்றும் வளைய வடிவமானது

ஈ) மூடியது மற்றும் ஆரப்போக்கானது

9. பாலிசேடு பாரங்கைமா கீழ்கண்ட எந்த தாவர இலையில் காணப்டுவதில்லை (AIPMT– 2009)

அ) சோளம் ஆ) கடுகு இ) சோயா ஈ) பயிறு

10. கரும்பு தாவரம் கொண்டுள்ளது (AIIMS–2009)

அ) வலை பின்னல் நரம்பமைவு

ஆ) வெடிகனி

இ) ஐந்தங்க மலர்கள்

ஈ) சப்ளாக் கட்டை வடிவ காப்புச்செல்கள்

11. பூக்கும் தாவரங்களில் வாஸ்குலார் திசுக்கள்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 231 06-07-2018 14:43:12

இதிலிருந்து தோன்றுகிறது. (AIPMT–2008 மற்றும் JIPMER –2012)

அ) ஃபெல்லோஜென் **ஆ) பிளிரோம்**

இ) பெரிபுளம் ஈ) டெர்மடோஜென்

12. கரும்பு தண்டின் கணுவிடை நீள வேறுபாட்டின் காரணம் (AIPMT– 2008)

அ) தண்டின் நுனி ஆக்குத்திசு

ஆ) கணுவிடை மொட்டின் நிலை

இ) ஒவ்வொரு கணுவிடையின் கணுப்பகுதியில் காணப்படும் இலைப்பரப்பின் அளவு

ஈ) இடையாக்குத்திசு

13. மெல்லிய சுவருடைய வழிச்செல்கள் காணப்படுவது (AIPMT–2007)

அ) வேரின் அகத்தோலில் நீரானது புறணியிலிருந்து பெரிசைகிளுக்கு கடத்த உதவுகிறது

ஆ) சல்லடை கூறுகள் பொருட்களை மற்ற பகுதிகளுக்கு செல்லும் நுழைவு புள்ளிகளாக செயல்படுகிறது.

இ) விதை முளைத்தலின் போது கரு அச்சு வளர்ச்சியானது விதை வெளிஉறைலிருந்து வெளிவருகிறது.

ஈ) மகரந்த குழல் சூலக தன்டு மையப் பகுதி வழியாக சூலகத்தை அடைகிறது

14. கீழ் கண்டவற்றில் எது பக்க ஆக்குத்திசு இல்லை (AIPMT–2010)

அ) கற்றை இடை கேம்பியம்

ஆ) ஃபெல்லோஜென்

இ) இடையாக்கு திசு

ஈ) கற்றையினுள் அமை கேம்பியம்

15. சைலக்குழாய் மற்றும் சல்லடை குழாய்களில் காணப்படும் பொதுவான பண்பு (AIPMT–2007)

அ) நியூக்ளியஸ் அற்றது

ஆ) பு. புரதம் காணப்படுகிறது

இ) தடித்த இரண்டாம் நிலை சுவர

ஈ) பக்க நார்களில் துளைகள் காணப்படுகிறது.

16. வேரின் நீள்வெட்டுத்தோற்றத்தில் நுனியிலிருந்து மேல்நோக்கி காணப்பட்ும் பகுதிகள் வரிசைப்படுத்துக (AIPMT–2004)

அ) வேர்மூடி, செல்பிரிதல், செல் நீட்சியடைதல், செல் முதிர்ச்சியடைதல்

ஆ) வேர்மூடி, செல்பிரிதல், செல் முதிர்ச்சியடைதல், செல் பெரிதாகுதல்

இ) செல் பிரிதல், செல் பெரிதாகுதல், செல்முதிர்ச்சியடைதல் ,வேர்மூடி

ஈ) செல் பிரிதல் செல் முதிர்ச்சி அடைதல், செல்பெரிதாகுதல், வேர்மூடி

17. உறக்க மையத்தின் செல்களில் காணப்படும் பண்பு (AIPMT–20003)

அ) அடர்ந்த சைட்டோபிளாசம் மற்றும் சிறிய உட்கரு

ஆ) நீர்த்த சைட்டோபிளாசம் மற்றும் சிறிய உட்கரு

இ) வழக்கமாக பகுப்படைந்து கா்ரபஸ் உண்டாக்குவது

ஈ) வழக்கமாக பகுப்படைந்துடூனிகா உண்டாக்குவது

18. பு–புரோட்டின் இதி்ல் காணப்படுகிறது (AIPMT–2000)

அ) பாரங்கைமா ஆ) கோலங்கைமா

இ) சல்லடைகுழாய் ஈ) சைலம்

19. சிறப்பான பறத்தோல் செல்களில் காப்பு செல்களை சூழ்ந்து காணப்படும் செல்கள் (NEET I – 2016)

அ) குமிழுருச்செல்கள் ஆ) பட்டைத் துளைகள்

இ) நிரப்பிச்செல்கள் **ஈ) துணைச் செல்கள்**

வழிமுறைகள்:

கீழ்கண்ட வினாக்களில் இரு வாக்கியங்களில் ஒன்று கூற்று மற்றொன்று காரணம். இந்த வினாக்களுக்கு விடையளிக்கும் போது கீழ்கண்ட காரணங்களில் சரியானதை தேர்ந்தெடு

அ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி . காரணம் கூற்றுக்கு சரியான விளக்கம்

ஆ) கூற்று மற்றும் காரணம் இரண்டும் சரி . காரணம் கூற்றுக்கு சரியான விளக்கமல்ல

இ) கூற்று சரிஆனால் காரணம் தவறு

ஈ) கூற்று மற்றும் காரணம் தவறு

20. கூற்று: நீர்மூழ்கிய நீர் தாவரங்களில் கடத்து கூறுகளான சைலம் மிகவும் குறைந்த அளவே காணப்படுகிறது.

காரணம்: நீர் தாவரங்கள் நீரில் வாழ்கிறது . எனவே

திசுக்கள் தேவைப்படுவதில்லை. (AIIMS– 2010) **(விடை . இ)**

21. கூற்று : ஒளிச்சேர்க்கை போது தயாரிக்கும் உணவு பொருளானது தாவரங்களில் சல்லடை குழாய்களின் வழியே நீண்ட துரம் கடத்தப்படுகிறது.

காரணம்: முதிர்ந்த சல்லடை குழாய்கள் பகுதி சைட்டோபிளாசத்தையும் துளைகளையுடைய சல்லடை தட்டையும் கொண்டுள்ளது. (AIIMS– 2012) **(விடை . அ)**

22. வைரக்கட்டை இதில் காணப்படுகிறது. (JIPMER – 2016)

அ) இரண்டாம் நிலை கட்டையின் உள்பகுதியில்

ஆ) சாற்று கட்டையின் ஒரு பகுதி

இ) இரண்டாம் நிலை கட்டையின் வெளிப்பகுதியில்

ஈ) பெரிசைக்கிள்

23. சைலயிடைப் ஃபுளோயம் காணப்படும் தண்டு (JIPMER – 2016)

அ) குக்கர் பிட்டா ஆ) சால்வியா

இ) எருக்கு ஈ) மேற்கண்ட எதுவுமில்லை

24. காயங்களிலிருந்து சேதபடுத்தப்பட்ட திசுக்களை புதுபிப்பது (JIPMER – 2013)

அ) கீழ்புற ஆக்குத்திசு

ஆ) இரண்டாம் நிலை ஆக்குத்திசு

இ) முதலாம் நிலை ஆக்குத்திசு

ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

25. கீழ்கண்ட திசுக்களில் எது உயிருள்ள செல்களை கொண்டது (JIPMER – 2012)

அ) சைலக்குழாய்கள் ஆ) டிரக்கீடுகள்

இ) சல்லடைசெல்கள் ஈ) ஸ்கிலிரங்கைமா

26. வேர் ஆக்குத்திசுவில் உறக்கமைய பகுதியின் வேலை யாது (JIPMER – 2011)

அ) முதிர்ச்சி அடைவதற்கு தேவையான உணவினை சேமிக்கும் பகுதி

ஆ) தாவர வளர்ச்சிப்பொருட்களை சேமிக்கும் பகுதி

இ) ஆக்குத்திசுவில் சேதமுற்ற செல்களை புதுபிக்க தேவையான சேமிக்கும் பகுதி

ஈ) தண்ணீரை உறுஞ்சும் பகுதி

27. சல்லடை கூறுகளில் பு.புரதத்தின் மிக முக்கியமான வேலை (JIPMER – 2011)

அ) சல்லடை தட்டுக்களில் கேலோஸ் படிவதற்கு

ஆ) உணவு கடத்தலுக்கு தேவையான சக்தியை அளிப்பது

இ) தன்னை தானே அழிக்கும் நொதி

ஈ) சேதமுற்ற செல்களை சரி செய்வதற்கான செயலில் பங்கேற்பது.

28. கீழ்கண்டவற்றில் எது உயிரற்ற செல்களை கொண்டது (NEET – 2017)

அ) சைலம் பாரங்கைமா ஆ) கோலங்கைமா

இ) ஃபெல்லம் ஈ) ஃபுளோயம்

29. வாஸ்குலார்கேம்பியம் பொதுவாக உருவாக்குவது (NEET – 2017)

அ) ஃபெல்லோடெர்ம் ஆ) முதல்நிலை ஃபுளோயம்
இ) இரண்டாம் நிலை சைலம் ஈ) பெரிடெர்ம்

30. கீழ்கண்ட எந்த தாவரத்தில் பல அடுக்கு புறத்தோல் காணப்படுகிறது (MANIPAL 2012)

அ) குரோட்டன் ஆ) வெங்காயம்

இ) நீரியம் ஈ) குக்கர்பிட்டா

அலகு – 5 தாவர செயலியல்

1. தூய நீரின் நீரியல் திறன் (NEET 2017)

அ. பூச்சியத்தினை விட குறைவு

ஆ. பூச்சியத்தினை விட அதிகம், ஆனால் ஒன்றை விட குறைவு

இ. ஒன்றை விட அதிகம்

ஈ. பூச்சியம்

2. நீராவிப்போக்கு மற்றும் வேரழுத்தம் ஆகியவை தாவரத்தில் நீரினை, (NEET 2015)

அ. மேல் நோக்கி இழுக்கின்றன

ஆ . முறையே இழுத்தல் மற்றும் தள்ளுதல்

இ. மேல் நோக்கி தள்ளுதல்

ஈ. முறையே தள்ளுதல் மற்றும் இழுத்தல்

3. மின்– வேதி சரிவு வாட்டத்திற்கு எதிரான திசையில் அயனிகளும் மூலக்கூறுகளும் செல்வது (C.B.S.E. 2000)

அ. ஆற்றல்சார் கடத்தல் ஆ. பினோசைட்டோஸிஸ்

இ. பிரௌனியன் இயக்கம் ஈ. பரவல்

4. வாடல் ஏற்படும் நிகழ்வின் சரியான வரிசை, (P.M.T. Kerala 2001)

அ. வெளிச்சவ்வூடுபரவல் – பிளாஸ்மா சிதைவு மீட்சி – தற்காலிக மற்றும் நிரந்தர வாடல்

ஆ. வெளிச்சவ்வூடுபரவல் – பிளாஸ்மாசிதைவு – தற்காலிக மற்றும் நிரந்தர வாடல்

இ. உட்சவ்வூடுபரவல் – பிளாஸ்மா சிதைவு – தற்காலிக மற்றும் நிரந்தர வாடல்

ஈ. வெளிச்சவ்வூடுபரவல் – பிளாஸ்மா சிதைவு மீட்சி – பிளாஸ்மாசிதைவு – தற்காலிக மற்றும் நிரந்தர வாடல்

5. 'A' மற்றும் 'B' ஆகிய இரு சவ்வூடுபரவல் அமைப்பு ஒரு அரைக்கடத்தி சவ்வினால் பிரிக்கப்படுள்ளது. அறை 'A'வின் சவ்வூடுபரவல் திறன் –30 வளி மற்றும் விரைப்பழுத்தம் 5 வளி. அறை 'B'யின் சவ்வூடுபரவல் திறன் –10 வளி மற்றும் விரைப்பழுத்தம் 0 வளி. இந்நிலையில் நீரின் செல்லும் திசை யாது? (C.E.T. Karnataka 2002)

அ. இரு திசையிலும் சம அளவில் செல்லும்

ஆ. 'B' இருந்து 'A'விற்கு செல்லும்

இ. எவ்வித இயக்கமும் இருக்காது

ஈ. "A'விலிருந்து Bக்கு செல்லும்

6. பெருக்கமடைந்த வாக்குவோல்களால் செல்சுவர் மீது ஏற்படுத்தும் அழுத்தம் (C.M.C. Vellore 2002)

அ. சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம்

ஆ. சுவர் அழுத்தம்

இ. விறைப்பழுத்தம்

ஈ. பரவல் அழுத்தப் பற்றாக்குறை

7. நீராவிப்போக்கு ஒரு தேவையான தீமை என குறிப்பிட்டவர் (JIPMER–2006)

அ. கர்டிஸ் ஆ. ஸ்டீவார்ட்

இ. ஆண்டர்சன் ஈ. ஜே.சி.போஸ்

8. கீழ்கண்டவற்றுள் எது இலைத்துளை இயக்கத்தினைப் பற்றிய சரியான தற்கால விளக்கம்? (NEET 2015)

அ. நீராவிப்போக்கு

ஆ. பொட்டாசியத்தின் உட்புகல் மற்றும் வெளிப்புகல்

இ. தரசத்தின் நீரார்பகுத்தல்

ஈ. காப்பு செல்களின் ஒளிச்சேர்க்கை

9. தாங்கிப்புரதங்களுடன் தொடர்புடையது எது? (PMT–UP–1998)

அ. அயனிகளின் ஆற்றல்சார் கடத்தல்

ஆ. அயனிகளின் ஆற்றல்சாரா கடத்தல்

இ. நீர் கடத்தல் ஈ. நீர் ஆவியாதல்

10. செல்லில் ஆற்றல் சார் அயனிக் கடத்தலுக்கு தேவை (PMT MP 2002)

அ. அதிக வெப்பநிலை **ஆ. ஏ.டி.பி (ATP)**

இ. காரத்தன்மை கொண்ட pH ஈ. உப்பு

11. நீர்வடிதலின்போது உருவாகும் திரவம் (AFMC 2002)

அ. தூய நீர்

ஆ. நீர் மற்றும் கனிம உப்புகள் சேர்ந்தது

இ. நீர் மற்றும் நொதிகள் சேர்ந்தது

ஈ. மேற்கூறிய அனைத்தும்

12. தாவரங்களில் இலைத் துளைத் திறப்பிற்கு காரணமாவது (CBSE 2003)

அ. பொட்டாசியம் அயனியின் உட்புகல்

ஆ. பொட்டாசியம் அயனியின் வெளிப்புகல்

இ. ஹைட்ரஜன் அயனியின் உட்புகல்

ஈ. கால்சியம் அயனியின் உட்புகல்

13. போட்டோமீட்டர் எதன் அடிப்படையில் இயங்குகிறது? (CBSE 2000)

அ. சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம்

ஆ. நீர் உறிஞ்சப்படுவதன் சமமான அளவிற்கு நீராவிப்போக்கு நடைபெறும் காரணத்தால்

இ. குழாயின் முனைக்கும் தாவரத்திற்கும் இடையே உள்ள திறன் வேறுபாடு காரணமாக

ஈ. வேர் அழுத்தம்

14. சாற்றேற்றத்தினை விளக்கும் சரியான கோட்பாடு, (CBSE 1991, CPMT–UP 1995)

அ. நீராவிப்போக்கின் இழுவை மற்றும் டிக்ஸன் – ஜாலியின் ஒட்டிணைவு கொள்கை

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 234 06-07-2018 14:43:12

ஆ. ஜே.சி.போஸின் உயிர்துடிப்பு கொள்கை

இ. காட்லிவிஸ்கியின் ரிலே–பம்ப் கோட்பாடு

ஈ. மேற்கண்டவற்றுள் ஏதுமில்லை

15. ஒரு தாவரசெல்லினை கரைசலில் வைக்கும்போது பிளாஸ்மா சிதைவு மீட்சி நடைபெற்றால் அக்கரைசலின் செறிவு (CPMT–UP 1996)

அ. செறிவற்றது **ஆ. ஹைப்பர்டானிக்**

இ. ஐசோடானிக் ஈ. ஹைப்போடானிக்

16. வேர்நுனியின் வளர்ச்சிக்கு அவசியமான தனிமம் (NEET Phase II 2016)

அ. Zn ஆ. Fe **இ. Ca** ஈ. Mn

17. பச்சைய சோகை அறிகுறிகள் இலையில் தோன்றுவது நைட்ரஜன் குறைபாட்டினால் என்பதனை மாணவன் அறிந்தபின் அதனை உறுதிபடுத்தும்படி மஞ்சள் நிறம் முதலில் தோன்றுவது (AIIMS 2007)

அ. வயதான இலைகள் ஆ. இளம் இலைகள்

இ. இளம் இலைகள் முதலிலும் அதனை தொடர்ந்து முதிர்ந்த இலைகள்

ஈ. முதிர்ந்த இலைகளை தொடர்ந்து இளம் இலைகள்

18. சைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸில் காணப்படும் கனிமம் (UP CPMT 2006)

அ. இரும்பு ஆ. மெக்னீசியம்

இ. துத்தநாகம் **ஈ. தாமிரம்**

19. சாறுண்ணி ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் பற்றிய சரியான கூற்று (UP CPMT 2006)

அ. உடலுக்கு வெளியே நொதியை சுரந்து உறிஞ்சுகிறது.

ஆ. வேர் பூஞ்சையை கொண்டவை

இ. உணவை எடுத்துக்கொண்டு பின்னர் சொரிமானம் செய்கிறது

ஈ. ஒளிச்சேர்க்கை செய்பவை.

20. வீனஸ் பிளை ட்ரப் பூச்சிகளை பிடிப்பதற்கு காரணமாக இருப்பது (JIPMER 2008)

அ. பூச்சிகளின் வேதி தூண்டல்

ஆ. செயலற்ற முறை சிறப்பு அமைப்புகள் இல்லை

இ. தசைபோன்ற செல்கள்

ஈ. விரைவான விறைப்பழுத்த மாற்றம்

21. தாவரங்களில் போரானின் செயல்பாட்டு பங்களிப்பு

அ. ஒளிச்சேர்க்கை

ஆ. சர்க்கரை கடத்தல்

இ. நொதிகளின் செயல்பாட்டினை தூண்டுதல்

ஈ. துணை நொதியாக செயல்படுதல்.

22. Ca2+ உறிஞ்சுதல் மற்றும் பிளாஸ்மா சவ்வின் செயல்பாட்டிற்கு காரணமான கனிமம் (Kerala CEE 2007)

அ. பாஸ்பரஸ் ஆ. மாலிப்டினம்

இ. மாங்கனீசு **ஈ. போரான்**

23. கீழ்கண்டவற்றில் சல்பர்இல்லாதது (AMU 2011)

அ. சிஸ்டின் ஆ. மெதியோனின்

இ. பெர்ரடாக்ஸின் **ஈ. பைரிடாக்ஸின்**

24. நைட்ரஜன் மற்றும் பொட்டாசியத்தின் குறைபாட்டு அறிகுறிகள் முதலில் தோன்றுவது (AIPMT 2014)

அ. வயதான இலைகள் ஆ. இளம் இலைகள்

இ. வேர்கள் ஈ. மொட்டுகள்

25. லெகூம் தாவரங்களின் வளிமண்டல நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தத்தில் தோன்றும் முதல் நிலையான பொருள்........ (AIPMT 2013)

அ. NO–3 ஆ. குளுட்டாமேட்

இ. NO–2 **ஈ. அம்மோனியா**

26. C3 தாவரங்களைவிட C4 தாவரங்கள் அதிக ஒளிச்சேர்க்கைதிறன் பெற்றிருப்பதன் காரணம் (AIPMT 2010)

அ. மெல்லிய கியுடிக்கிள் பெற்றிருத்தல்

ஆ. குறைந்த ஒளிச்சுவாசம்

இ. அதிக இலைப்பரப்பு

ஈ. இலையின் அதிக எண்ணிக்கையிலான பசுங்கணிகங்கள்

27. பச்சையம் b மூலக்கூறு வாய்பாடு ... (JIPMER 1980)

அ. C54 H70 O5 N4 Mg **ஆ. C55 H70 O6 N4 Mg**

இ. C55 H72 O5 N4 Mg ஈ. C45 H72 O5 N4 Mg

28. பசுங்கணிக கிரானாவில் ADP + Pi ATP உருவாகும் நிகழ்வு (AIIMS 1993)

அ. பாஸ்பரிகரணம் **ஆ. ஒளி பாஸ்பரிகரணம்**

இ. ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம்

ஈ. நீரின் ஒளிபிளத்தல்

29. பசுங்கணிகத்தில் பச்சையம் காணப்படும் இடம் . (AIPMT 2004)

அ. ஸ்ட்ரோமா ஆ. வெளிச்சவ்வு

இ. உள்ச்சவ்வு **ஈ. தைலகாய்டுகள்**

30. நிறமி அமைப்பு II–இல் கிளர்வுற்ற பச்சைய மூலக்கூறிலிருந்து விடுபடும் எலக்ட்ரான்களை ஏற்கும் முதல் பொருள்... (AIPMT 2008)

அ. குயினோன் ஆ. பெர்ரடாக்சின்

இ. சைட்டோகுரோம் – b ஈ. சைட்டோகுரோம் – f

31. கீழ்க்கண்ட நான்கு கூற்றுகளில் எது சரியானது என கண்டறிக (AIPMT 2010)

அ. Z வழி ஒளிவினை நிகழ்வில் பங்கு பெறுவது PS I மட்டுமே

ஆ சுழல் ஒளிபாஸ்பரிகரணத்தில் PS I மட்டும் பங்கேற்கிறது

இ சுழல் ஒளிபாஸ்பரிகரணத்தில் ATP மற்றும் NADPH2 உருவாகிறது

ஈ ஸ்ட்ரோமா லாமெல்லாக்களில் PS II மற்றும் NADP காணப்படுவதில்லை

அ. அ மற்றும் ஆ ஆ. ஆ மற்றும் இ

இ. இமற்றும் ஈ **ஈ. ஆ மற்றும் ஈ**

32. ஒளிவினையின் ஒளியின் நீராற்பகுத்தலின் போது ஒரு நீர் மூலக்கூறிலிருந்து உருவாவது (Kerala CEE 2007)

அ. 2 எலக்ட்ரான் 4 புரோட்டான்

ஆ. 4 எலக்ட்ரான் 4 புரோட்டான்

இ. 4 எலக்ட்ரான் 3 புரோட்டான்

ஈ. 2 எலக்ட்ரான் 2 புரோட்டான்

33. ஒளிச்சேர்க்கையின் செயல்படு கதிர்வீச்சின் (PAR) அலைநீளத்தின் அளவு (AIPMT 2005)

அ. 400 – 700 nm ஆ. 450 – 920 nm

இ. 340 – 450 nm ஈ. 500 – 600 nm

34. பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட் (PEP) முதன்மை CO2 ஏற்பியாக செயல்படுவது. தாவரம் (NEET 2017)

அ. C3 **ஆ.C4** இ. C2 ஈ. C3 மற்றும் C4

35. ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் காரணிகளுக்கான கூற்றுகளில் எது தவறான கூற்று (NEET 2017)

அ. CO2 நிலைநிறுத்தத்திற்கான ஒளியின் செறிவூட்டல் 10% சூரிய ஒளியில் நிகழ்கிறது.

ஆ. கார்பன்டை ஆக்சைடு நிலைநிறுத்தம் வளிமண்டல CO2 அதிகரிப்பு 0.05% வரை அதிகரிக்கிறது.

இ. ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகரிப்பு C3 தாவரங்களில் அதிக வெப்பநிலையிலும் C4 தாவரங்களில் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் நிகழ்கிறது.

ஈ. தக்காளியானது ஒரு பசுமை இல்ல தாவரமாகும் CO2 செறிவு அதிகமான இடங்களில் விளைச்சல் அதிகரிக்கும்

36. உனது தோட்டத்தில் வளரும் ஒரு தாவரமானது ஒளிசுவாச இழப்பினை தவிர்க்கிறது, நீரை பயன்படுத்தும் திறன், அதிக வெப்பத்தில் அதிக ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் மற்றும் அதிக நைட்ரஜன் பயன்படுத்தும் திறன் பெற்றுள்ள இத்தாவரத்தினை கண்டறிக. (NEET Phase I 2016)

அ. C4 ஆ. CAM

இ. நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தி ஈ. C3

37. எமர்சன் மேம்படுத்தப்பட்ட விளைவு மற்றும் சிவப்பு வீழ்ச்சி இரண்டும் இதனை கண்டறிய தூண்டுகோலாய் இருந்தது. (NEET Phase I 2016)

அ. இரண்டு ஒளிஅமைப்புகள் ஒரே நேரத்தில் செயல்படுகிறது

ஆ. ஒளிபாஸ்பரிகரணம் மற்றும் சுழற்சி எலக்ட்ரான் கடத்தல்

இ. ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம்

ஈ. ஒளிபாஸ்பரிகரணம் மற்றும் சுழலா எலக்ட்ரான் கடத்தல்

38. C3 மற்றும் C4 தாவரங்களுக்கிடையே முக்கிய வேறுபாட்டினை உருவாக்கும் செயல்முறை (NEET Phase II 2016)

அ. கிளைக்காலிசிஸ் ஆ. கால்வின் சுழற்சி

இ. ஒளிச்சுவாசம் ஈ. சுவாசித்தல்

39. பசுங்கணிகத்தில் அதிக எண்ணிக்கையிலான புரோட்டான்கள் காணப்படுவது (NEET Phase I 2016)

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 236 06-07-2018 14:43:12

அ. தைலகாய்டு உள் இடைவெளி

ஆ. சவ்வுகளுக்கு இடைப்பட்ட இடைவெளி

இ. ஏற்பி கூட்டமைப்பு

ஈ. ஸ்ட்ரோமா

40. ஆக்ஸிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம் என்பது (NEET 2016)

அ. தளப்பொருளிலிருந்து பாஸ்பேட் தொகுதி ADP க்கு மாற்றப்பட்டு ATP உருவாகிறது

ஆ. ATPயில் பாஸ்பேட் தொகுதி ஆக்ஸிஜனேற்றமடைதல்

இ. ATPயில் பாஸ்பேட் தொகுதி சேர்க்கப்படுதல்

ஈ. தளப்பொருள் ஆக்ஸிஜனேற்றத்தின் போது எலக்ட்ரான்களில் வெளியேரும் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி ATP உருவாகிறது.

41. கொழுப்பு, கார்போஹைட்ரேட்கள் மற்றும் புரதங்களின் சுவாசித்தல் வழி உடைதலுக்கு எந்த உயிரி மூலக்கூறு பொதுவானது? (NEET 2013, 2016)

அ. குளுக்கோஸ்–6–பாஸ்பேட்

ஆ. ப்ரக்டோஸ்–1,6–பிஸ்பாஸ்பேட்

இ. பைருவிக்அமிலம் **ஈ. அசிட்டைல்CoA**

42. கிரப்ஸ் சுழற்சியைபொருத்தவரை தவறான கூற்று? (NEET 2017)

அ. இந்த சுழற்சியில் ஒரு புள்ளியில் FAD வானது FADH2க ஒடுக்கமடைகிறது.

ஆ. சக்சினைல் CoA சக்சினிக் அமிலமாக மாறும்போது GTP என்றமூலக்கூறு உருவாகிறது

இ. இந்தசுழற்சியில் அசிட்டைல் தொகுதியுடன் (அசிட்டைல் CoA) பைருவிக் அமிலத்துடன் இணைந்து சிட்ரிக்அமிலம் உருவாகிறது.

ஈ. இந்த சுழற்சியில் மூன்று இடங்களில் NAD+னது NADH+ H+ க ஒடுக்கமடைகிறது.

43. காற்று சுவாசித்தலின்போது இந்த வரைபடத்தில் உள்ள பெட்டியானது மூன்று முக்கிய உயிரிவழித்தடத்தினை குறிக்கிறது மற்றும்அ ம்புக்குறி நிகரவினை அல்லது விளைபொருளை குறிக்கிறது. (NEET 2013)[

படம்

அம்புக்குறி 4,8 மற்றும் 12 குறிப்பது

அ. ATP ஆ. H2O இ. FAD or FADH2 ஈ. NADH

44. வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது தளப்பொருள் ஆக்ஸிஜனேற்றத்தின் வெளியேறும் ஆற்றலை எலக்ட்ரான் ஏற்கும் நிகழ்விற்கு பெயர் (A I P M T 2010)

அ. கிளைக்காலைசிஸ் **ஆ. நொதித்தல்**

இ.காற்றுசுவாசித்தல் ஈ. ஒளிசுவாசித்தல்

45. கிரப்ஸ் சுழற்சி ஆறு கார்பன் கொண்ட சேர்மம் உருவாவதற்கு(CPMT 1980)

அ. மாலிக்அமிலம், அசிட்டைல் இணைநொதி

ஆ. ஆக்சலோ அசிட்டிக்அமிலம், அசிட்டைல் இணைநொதி

இ. சக்சினிக் அமிலம், பைருவிக் அமிலம்

ஈ. பியுமாரிக்அமிலம், பைருவிக்அமிலம்

46. சுவாசித்தல் என்ற வினையில்(CPMT 1980)

அ. ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படுகிறது

ஆ. ஆற்றல் ADP வடிவத்தில் சேமிக்கப்படுகிறது

இ. ஆற்றல் TPவடிவத்தில்வெளியிடப்படுகிறதுமற்று ம்சேமிக்கப்படுகிறது

ஈ. ஆற்றல் ஒரு போதும் வெளியிடப்படுவதில்லை

47. காற்று மற்றும் காற்றிலா சுவாசித்தலில் பொதுவான நிலை எனப்படுவது (CPMT 1984)

அ. கிளைக்காலைசிஸ்

ஆ. கிரப்ஸ்சுழற்சி

இ. ட்ரைகார்பாக்ஸிலிக்அமிலசுழற்சி

ஈ. ஆக்ஸிஜனேற்றபாஸ்பரிகரணம்

48. ATP உற்பத்திநடைபெறுவது (AIIMS 1984)

அ. உட்கூழ்மம்

ஆ.மைட்டோகாண்ட்ரியவெளிச்சவ்வு

இ. மைட்டோகாண்ட்ரியஉட்சவ்வு

ஈ.இவற்றில்எதுவுமில்லை

49. கிரப்ஸ் சுழற்சியில் உள்ள எந்த 5–கார்பன் கரிமசேர்மம் N2 வளர்சிதை மாற்றத்தில் முக்கிய சேர்மமாக உள்ளது. (AIIMS 1989)

அ. சிட்ரிக் அமிலம்

ஆ. பியூமாரிக் அமிலம்

இ. ஆக்சலோசக்சினிக் அமிலம்

ஈ. கீட்டோகுளூட்டாரிக்அமிலம்

50. கனி பழுத்தலில் பங்கு கொள்ளும் ஹார்மோன் எது? (CBSE PMT–2000)

அ. நாப்தலீன் அசிடிக் அமிலம் **ஆ. எத்திலின்**

இ. இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் ஈ. சியாடின்

51. இளநீரில் காணப்படும் ஹார்மோன் (PMT 2003)

அ. ஆக்சின் ஆ. ஜிப்ரலின்கள்

இ. அப்சசிக் அமிலம் **ஈ. சைட்டோகைனின்**

52. விதையில்லா வாழைக்கனி உருவாக காரணம் (JIPMER 2004)

அ. உடலமுறை உற்பத்தி வாழைக்கனி

ஆ. ஆக்சின் தெளித்தல்

இ. அ மற்றும் ஆ ஈ. மேற்கூரிய எதுவுமில்லை

53. தாவர நுனிகள் துண்டிக்கப்பட்டு சீரமைக்கும் போது, கோண மொட்டின் வளர்ச்சி தூண்டப்பட்டு, கிளைகள் தோன்ற காரணமான ஹார்மோன். (AIIMS 2004)

அ. எத்திலின் ஆ.ஜிப்ரானிகள்

இ. IAA ஈ. சைட்டோகைனின்

54. அவினா வளைவுச் சோதனை எனும் உயிரிய ஆய்வு (AIIMS 2006 NEET–2016)

அ. ஆக்சின் ஆ. எத்திலின்

இ. ஜிப்ரலின்கள் ஈ. சைட்டோகைனின்

55. செயற்கை ஆக்சின் என்பது எது? (AIPMT 2004)

அ. IBA **ஆ. NAA** இ. IAA ஈ. GA

56. கரோட்டினாய்டு எனும் நிறமியிலிருந்து பெறப்படும் ஹார்மோன். (AIIPMT 2009)

அ. அப்சசிக் அமிலம்

ஆ. இன்டோல் பியூட்டரிக் அமிலம்

இ. இன்டோல்– 3 அசிடிக் அமிலம்

ஈ. ஜிப்ரலிக் அமிலம்

57. ஒளிக்காலத்துவம் முதன் முதலில் கண்டறியப்பட்ட தாவரம் (AIPMT 2010)

அ. பருத்தி **ஆ. புகையிலை**

இ. உருளை ஈ. தக்காளி

58. தேயிலை பயிரிடும்போது பயன்படுத்தப்படும் (AIPMT 2010)

அ. அப்சசிக் அமிலம் ஆ. சியாடின்

இ. இன்டோல் –3 அசிடிக் அமிலம் ஈ. சியாடின்

59. வேர் வளர்ச்சியை தூண்டுவது.(AIPMT 2010)

அ. ஆக்சின் ஆ. ஜிப்ரலின்

இ.எத்திலின் ஈ.அப்சசிக் அமிலம்

60. தாவர வளர்ச்சியில் நடைபெறும் மூப்படைதல் எனும் நிகழ்ச்சியை தெரிவிப்பது. (AIPMT–2008)

அ. ஓராண்டுத் தாவரங்கள் ஆ. மலர்கள்

இ. சைலக்குழாய் மற்றும் டிரக்கிடு வேறுபாடு அடைதல்

ஈ. இலை உதிர்தல்

61. ஓர் செயற்கையான வளர்ப்பு முறையில் வேறுபாடு அடையச் செய்வதற்கு உங்களிடம் திசு கொடுக்கப்படுகிறது. கீழ்க்கண்ட எந்த இரண்டு ஹார்மோன்களை வளர்ப்பு ஊடகத்தில் நீங்கள் சேர்ப்பதால் திசுவிலிருந்து வேர் மற்றும் தண்டுத்தொகுப்பில் உருவாக்கப்படுகிறது. (NEET–2016)

அ. ஜிப்ரலின்கள் மற்றும் அப்சசிக் அமிலம்

ஆ. IAA மற்றும் ஜிப்ரலின்

இ. ஆக்சின் மற்றும் சைட்டோகைனின்

ஈ. ஆக்சின் மற்றும் ஜிப்ரலின்கள்

62. பைட்டோகுரோம் என்பது. (NEET–2016)

அ. குரோமோபுரோட்டீன் ஆ. பிளாவோபுரதம்

இ. கிளைக்கோ புரதம் ஈ. லிப்போபுரதம்

63. தாவரங்களில் வளர்ச்சி வளைவு (NEET –2016)

அ) நேரானது ஆ) படி வடிவம்

இ) பரவளைய **ஈ) சிக்மாய்டு**

மேல்நிலை முதலாம் ஆண்டு – தாவரவியல் தொகுதி–II
பாடநூல் ஆக்கம்

மேலாய்வாளர் குழு

முனைவர் கு.வி. கிருஷ்ணமூர்த்தி
துறைத்தலைவர் (ஓய்வு) தாவரவியல்,
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்.

முனைவர் சா. பழனியப்பன்
முதல்வர் –ஓய்வு, அரசினர் கலை கல்லூரி(ஆடவர்),
நந்தனம், சென்னை

பாட ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்

கா. மஞ்சுளா
விரிவுரையாளர் – தாவரவியல்
DIET, திருவல்லிக்கேணி, சென்னை.

ஜெ. ராதாமணி
விரிவுரையாளர் – தாவரவியல்
DIET – களியாம்பூண்டி, காஞ்சிபுரம்.

பாட வல்லுநர் குழு

முனைவர். செ. சி. இரத்தினகுமார்
முதல்வர் –ஓய்வு,
ஸ்ரீ சுப்ரமணிய சுவாமி அரசு கலைக்கல்லூரி
திருத்தணி, திருவள்ளூர் மாவட்டம்

முனைவர் து. நரசிம்மன்
இணை பேராசிரியர் (ஓய்வு), தாவரவியல் துறை,
சென்னை கிருத்துவ கல்லூரி தாம்பரம், காஞ்சிபுரம்

முனைவர் முஜீரா பாத்திமா
இணை பேராசிரியர், அரசினர் கலை கல்லூரி(ஆடவர்)
நந்தனம், சென்னை.

முனைவர். கோ.பு. கிரிவாசன்
இணை பேராசிரியர், அரசினர் கலை கல்லூரி(ஆடவர்),}
நந்தனம், சென்னை.

முனைவர். சி.வ. சிட்டிபாபு
இணை பேராசிரியர், மாநிலக் கல்லூரி, சென்னை.

முனைவர். ரேணு எட்வின்
இணை பேராசிரியர், மாநிலக் கல்லூரி, சென்னை

முனைவர் த. கந்தவேல்
இணை பேராசிரியர், பெரியார் ஈ.வே.ரா கல்லூரி,
திருச்சிராபள்ளி.

முனைவர் மு. குமார்
உதவிப் பேராசிரியர், சென்னை கிருத்துவக் கல்லூரி,
தாம்பரம், காஞ்சிபுரம்.

கலை மற்றும் வடிவமைப்புக் குழு

வரைபடம்

ஆ. ஜெயசீலன்
கலை ஆசிரியர்,
அ.ஆ.மே.நி. பள்ளி, ஊத்தங்கரை, கிருஷ்ணகிரி
சு. கோபு, கோபு ராசுவேல்,
சு.வெ. கோகுலகிருஷ்ணன்
கார்த்திக் கலைஅரசு
மகேஷ்குமார், அழகப்பன், சதீஷ்
சீனிவாசன்

வடிவமைப்பு

In-House

QC

கோபு ராசுவேல்
ராஜேஷ் தங்கப்பன்
ஜெரால்டு வில்சன்

அட்டை வடிவமைப்பு

கதிர் ஆறுமுகம்

ஒருங்கிணைப்பாளர்

ரமேஷ் முனிசாமி

பாடநூல் உருவாக்கம் மற்றும் தமிழாக்கக் குழு

பெ. செந்தில், முதுகலை ஆசிரியர் – தாவரவியல்
அ.ஆ.மே.நி.பள்ளி, ஊத்தங்கரை, கிருஷ்ணகிரி.

பு. சரவணகுமரன், முதுகலை ஆசிரியர்– தாவரவியல்
அ.மே.நி.பள்ளி, கொடுவிளார்பட்டி, தேனி.

முனைவர். ந. மகேஷ் குமார்
மாவட்ட ஒருங்கிணைப்பாளர் – தாவரவியல்
மாவட்ட முதன்மை கல்வி அலுவலகம், நாமக்கல்.

ப. ஆனந்திமாலா, முதுகலை ஆசிரியை – தாவரவியல்
அ.ம.மே.நி.பள்ளி, போச்சம்பள்ளி, கிருஷ்ணகிரி.

ஜ. மணி, முதுகலை ஆசிரியர் – தாவரவியல்
அ.மே.நி.பள்ளி, ரா. கோபிநாதம்பட்டி, தருமபுரி.

உ. காளிராஜன், முதுகலை ஆசிரியர் – தாவரவியல்
ஆ.தி.நி.மே.நி.பள்ளி, மீனம்பாக்கம், காஞ்சிபுரம்.

கோ. சத்தியமூர்த்தி, முதுகலை ஆசிரியர் – தாவரவியல்,
ஜெயபுரம், வேலூர்.

ச.பா. அமுதவல்லி, முதுகலை ஆசிரியை – தாவரவியல்
அ.மே.நி.பள்ளி, ஓட்டேரி விரிவு, வண்டலூர், காஞ்சிபுரம்.

மா. விஜயலட்சுமி, முதுகலை ஆசிரியை – தாவரவியல்
மாதிரி பள்ளி, அஸ்தினாபுரம், அரியலூர்.

செ. மலர் விழி, முதுகலை ஆசிரியை – தாவரவியல்
அ.மே.நி.பள்ளி, செண்பகராமன்புதூர், கன்னியாகுமரி.

கோ. பாக்கியலட்சுமி, முதுகலை ஆசிரியை – தாவரவியல்,
அ.ம.மே.நி.பள்ளி, ஜெலகண்டபுரம், சேலம்.

மா. செல்லதுரை, முதுகலை ஆசிரியர் – தாவரவியல்
அ.ம.மே.நி. பள்ளி, சமுத்திரம், சேலம்.

ச. கிஷோர் குமார், முதுகலை ஆசிரியர் – தாவரவியல்
அ.மே.நி.பள்ளி, தட்டப்பாறை, குடியாத்தம், வேலூர்

பாடப்பொருள் மீளாய்வு குழு

முனைவர். தி. ச. சுபா, இணைப்பேராசிரியர் – தாவரவியல்
பாரதி மகளிர் கல்லூரி (த), சென்னை

முனைவர்.கா. திரவியம், இணைப்பேராசிரியர்– தாவரவியல்
அரசினர் ஆடவர் கலைக்கல்லூரி, சென்னை

முனைவர் மா. பழனிசாமி
தாவரவியல் இணைப்பேராசிரியர்– தாவரவியல்
அரசினர் ஆடவர் கலைக்கல்லூரி, நந்தனம், சென்னை

முனைவர். கோ. இராசலட்சுமி, உதவிப்பேராசிரியர் – தாவரவியல்
பாரதி மகளிர் கல்லூரி (த), சென்னை

முனைவர் இரா. கவிதா, உதவிப்பேராசிரியர்– தாவரவியல்
பாரதி மகளிர் கல்லூரி (த), சென்னை

தகவல் தொழில்நுட்ப ஒருங்கிணைப்பாளர்

நா. ராஜேஷ் குமார், பட்டதாரி ஆசிரியர் – அறிவியல்
கோ.து.வ.ண. அ.ம.மே.நி.பள்ளி, கோயம்புத்தூர்

விரைவுக் குறியீடு மேலாண்மைக் குழு

இரா. ஜெகநாதன்
ஊ.ஒ.ந.நி பள்ளி கணேசபுரம்– போளூர், திருவண்ணாமலை மாவட்டம்.

ந. ஜெகன்
அ.ஆ.மே.நி.பள்ளி உத்திரமேரூர், காஞ்சிபுரம் மாவட்டம்.

ஜே.எப். பால் எட்வின் ராய்
ஊ.ஒ.ந.நி பள்ளி இராக்கிப்பட்டி, சேலம் மாவட்டம்.

இந்நூல் 80ஜி.எஸ்.எம். எலிகண்ட் மேப்லித்தோ தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.
ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்:

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 239 06-07-2018 14:43:12

குறிப்புகள்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 240 06-07-2018 14:43:12

குறிப்புகள்

குறிப்புகள்

XI BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 242 06-07-2018 14:43:12