அலகு V
தாவர செயலியல்

பாடம் 14

சுவாசித்தல்

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினை கற்போர்

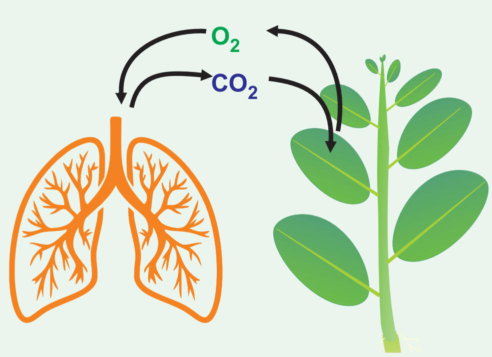
- குளுக்கோஸ் உடைதலின் படிநிலைகள் மற்றும் அதன் ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகளைக் கண்டுணர்தல்.
- காற்று சுவாசத்தைக் காற்றில்லாச் சுவாசத்திலிருந்து வேறுபடுத்துதல்.
- சுவாசித்தல் நடைபெறும் சூழல்களை விவரித்தல்
- சுவாசித்தலின் போது மைட்டோகாண்ட்ரியா செல்லின் ஆற்றல் நிலையமாகச் செயல்படுவதை உணர்ந்து கொள்ளுதல்.
- சுவாசித்தலின்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

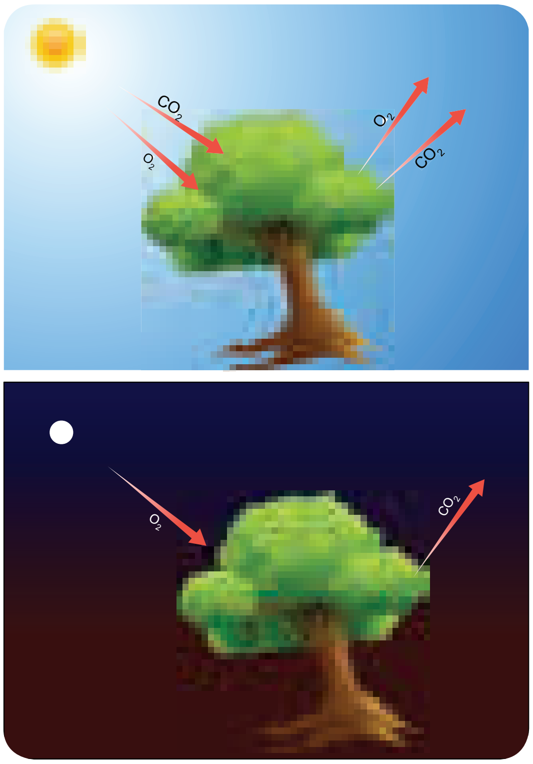
தாவரம் மற்றும் விலங்குகள் ஒன்றோடொன்று சார்ந்திருக்கும் விதம்

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 150 05-07-2018 12:37:52

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)

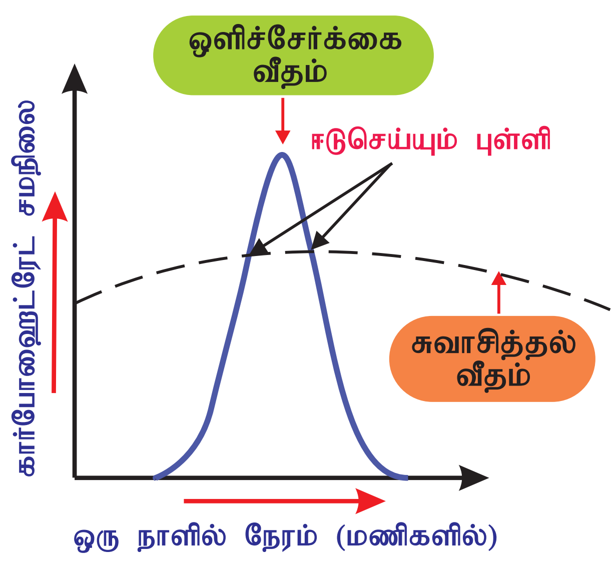
சுவாசத் தளப்பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்துப் **பிளாக்மேன்** (Blackman) சுவாசித்தலை இவ்வாறு பிரிக்கிறார்.

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.

14.1.2 ஈடுசெய்யும் புள்ளி (Compensation point)

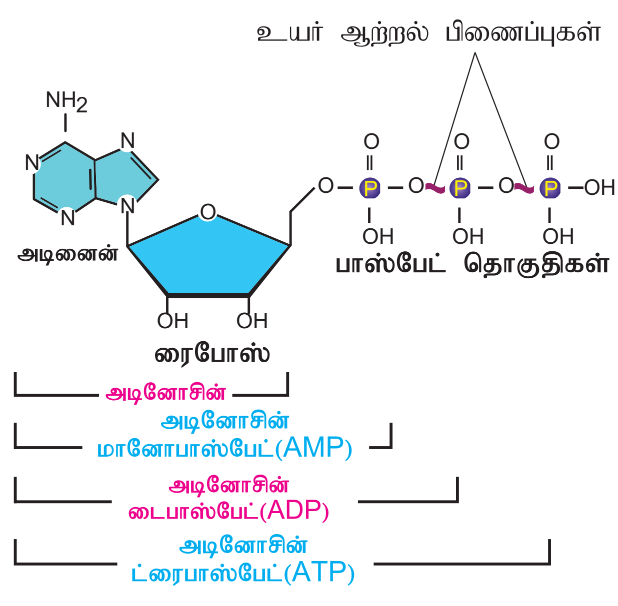
அதிகாலை மற்றும் அந்திப் பொழுதில் ஒளியின் செறிவு குறைவாக இருக்கும். சுவாசித்தலின் போது வெளியிடப்படும் CO_2 ஒளிச் சேர்க்கையின் போது பயன்படுத்தப்படும் CO_2 வை எந்தப் புள்ளியில் ஈடுசெய்கிறதோ அதாவது நிகர வளி பரிமாற்றம் நிகழாமல் இருந்தால் இதுவே **ஈடுசெய்யும் புள்ளி** எனப்படும். அந்தச் சமயத்தில் ஒளிச்சேர்க்கையின் 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).

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 152 05-07-2018 12:37:53

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)

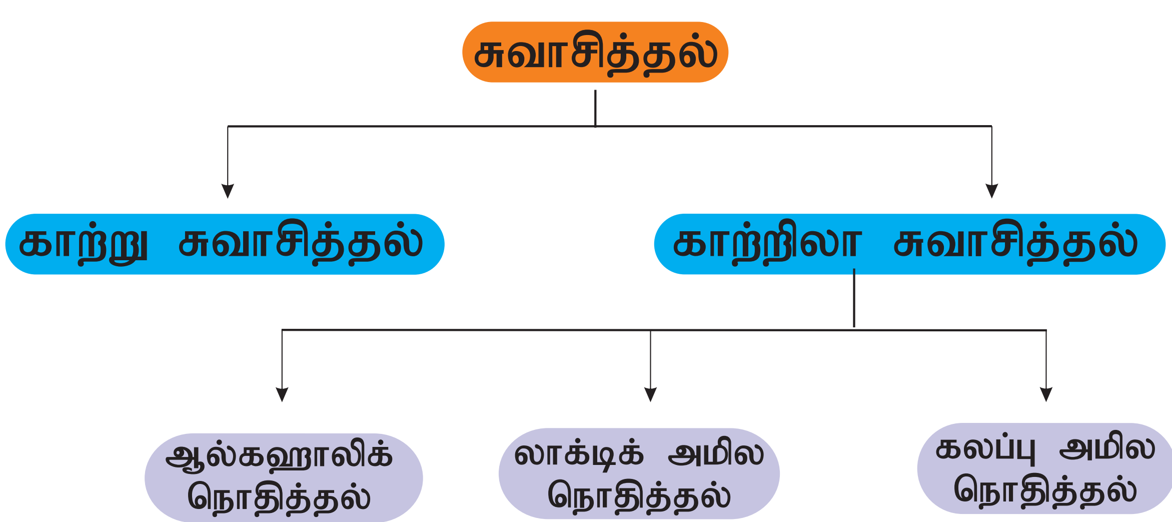
14.4 சுவாசித்தலின் வகைகள் (Types of Respiration)

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 153 05-07-2018 12:37:53

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)

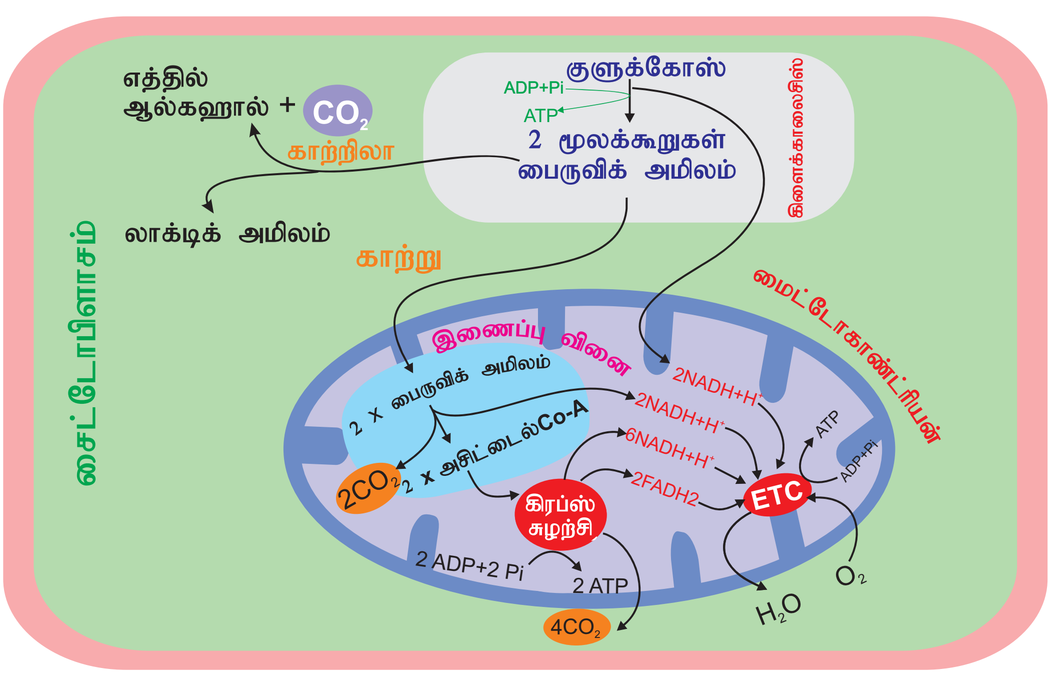
ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு இல்லாத போது குளுக்கோஸ் முழுமையற்றுச் சிதைந்து எத்தில் ஆல்கஹாலாகவோ அல்லது லாக்டிக் அமிலமாகவோ மாறுகிறது (அட்டவணை14.1). இதில் இரண்டு படிநிலைகள் உள்ளது

1 கிளைக்காலைசிஸ்

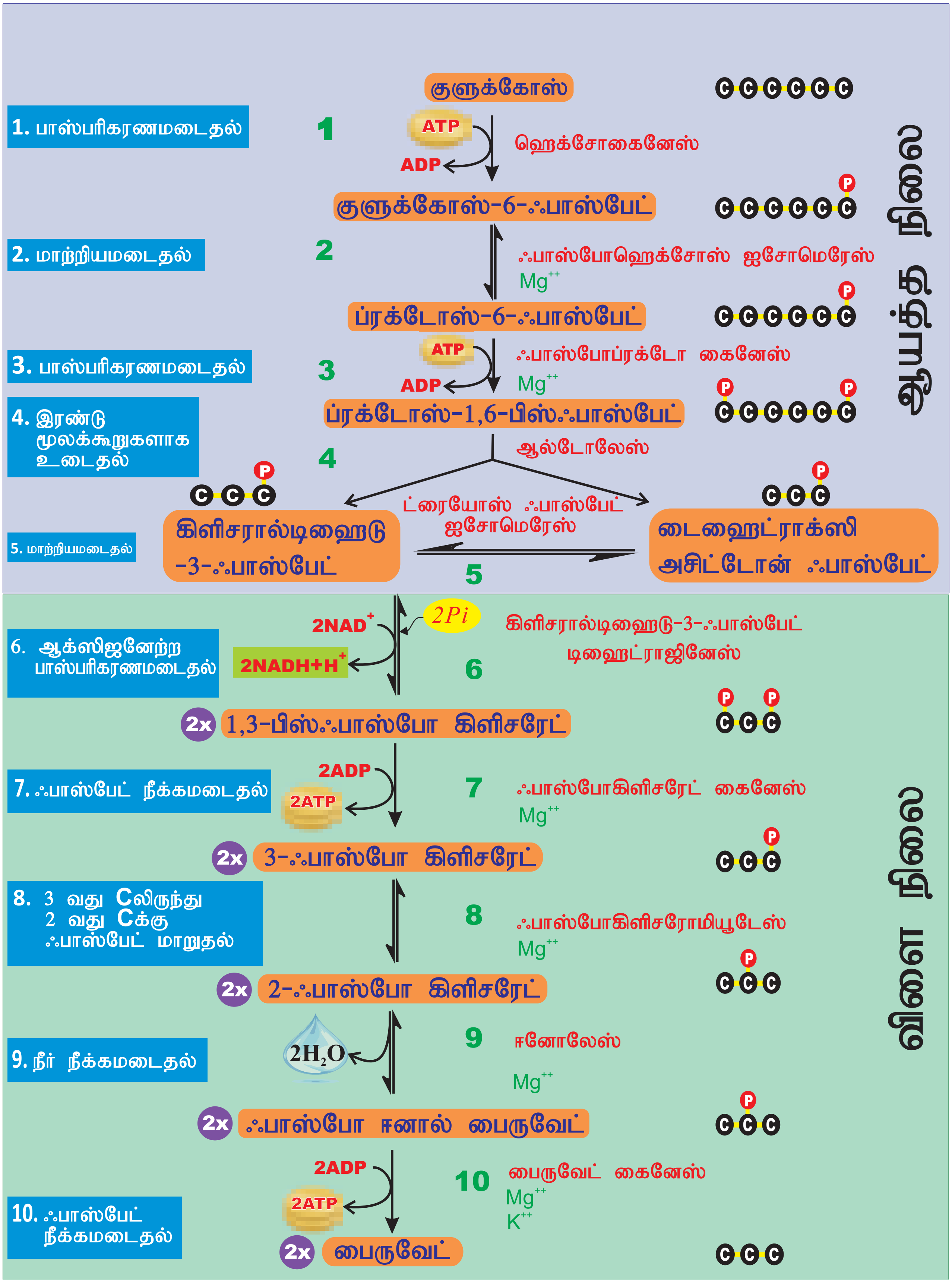
2. நொதித்தல்

14.5 சுவாசித்தல் படிநிலைகள் (Stages of Respiration)

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



படம் 14. 5 சுவாசித்தலின் ஒட்டுமொத்தச் சுருக்கம்



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 மாற்றமடைந்து 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 156 05-07-2018 12:37:53

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.

$$2x\ CH_3COCOOH + 2NAD^+ + 2CoA$$
$$\downarrow \text{ பைருவேட் டிஹைட்ராஜினேஸ் கூட்டமைப்பு } / Mg^{++}$$
$$2xCH_3CO.CoA + 2NADH + 2H^+ + 2CO_2\uparrow$$

பைருவேட் டிஹைட்ராஜினேஸ் கூட்டமைப்பில் மூன்று தனிப்பட்ட நொதிகள் உள்ளது. அவை,

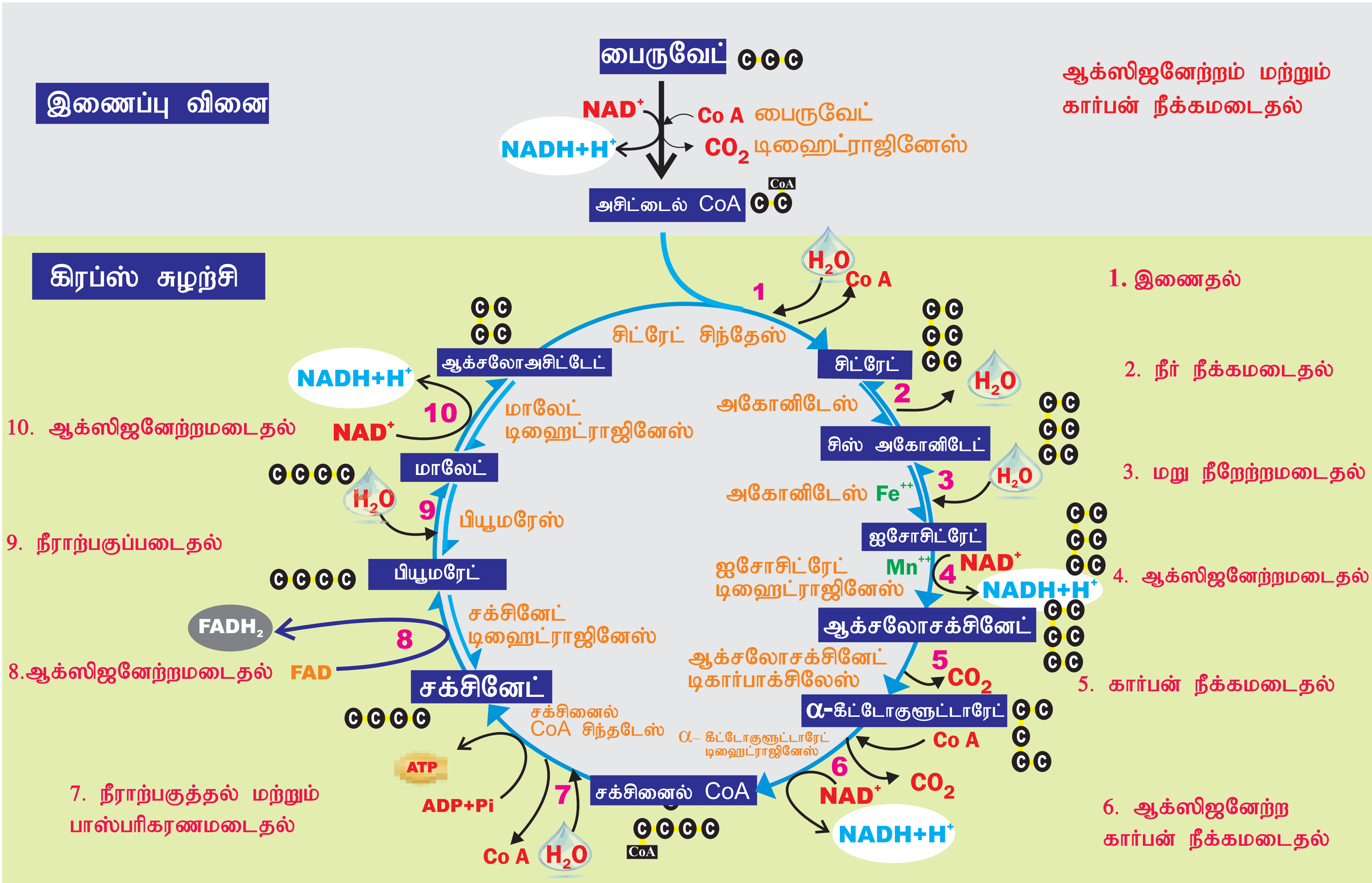
1. பைருவேட் டிஹைட்ராஜினேஸ்
2. டைஹைட்ரோலிப்பாயில் டிரான்ஸ் அசிட்டிலேஸ்
3. டைஹைட்ரோலிப்பாயில் டிஹைட்ராஜினேஸ் மற்றும் ஐந்து வேறுபட்ட இணை நொதிகளான, TPP (தைமின் பைரோ ஃபாஸ்பேட்), NAD^+, FAD, Co A மற்றும் லிப்போயேட் ஆகியவை உள்ளன.

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

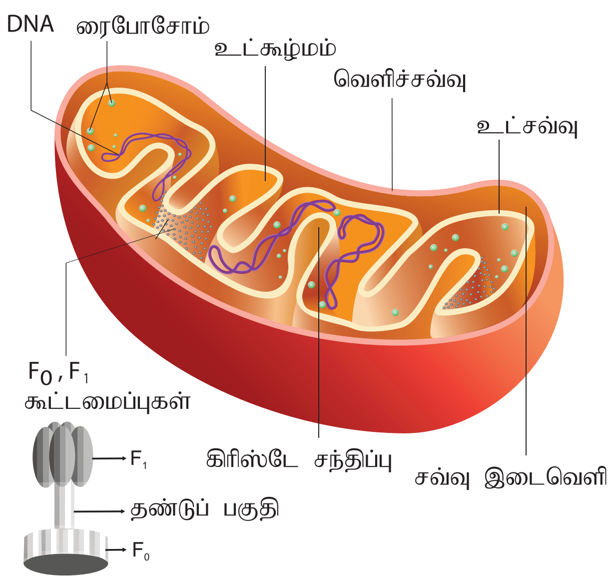
TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 157 05-07-2018 12:37:54



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.

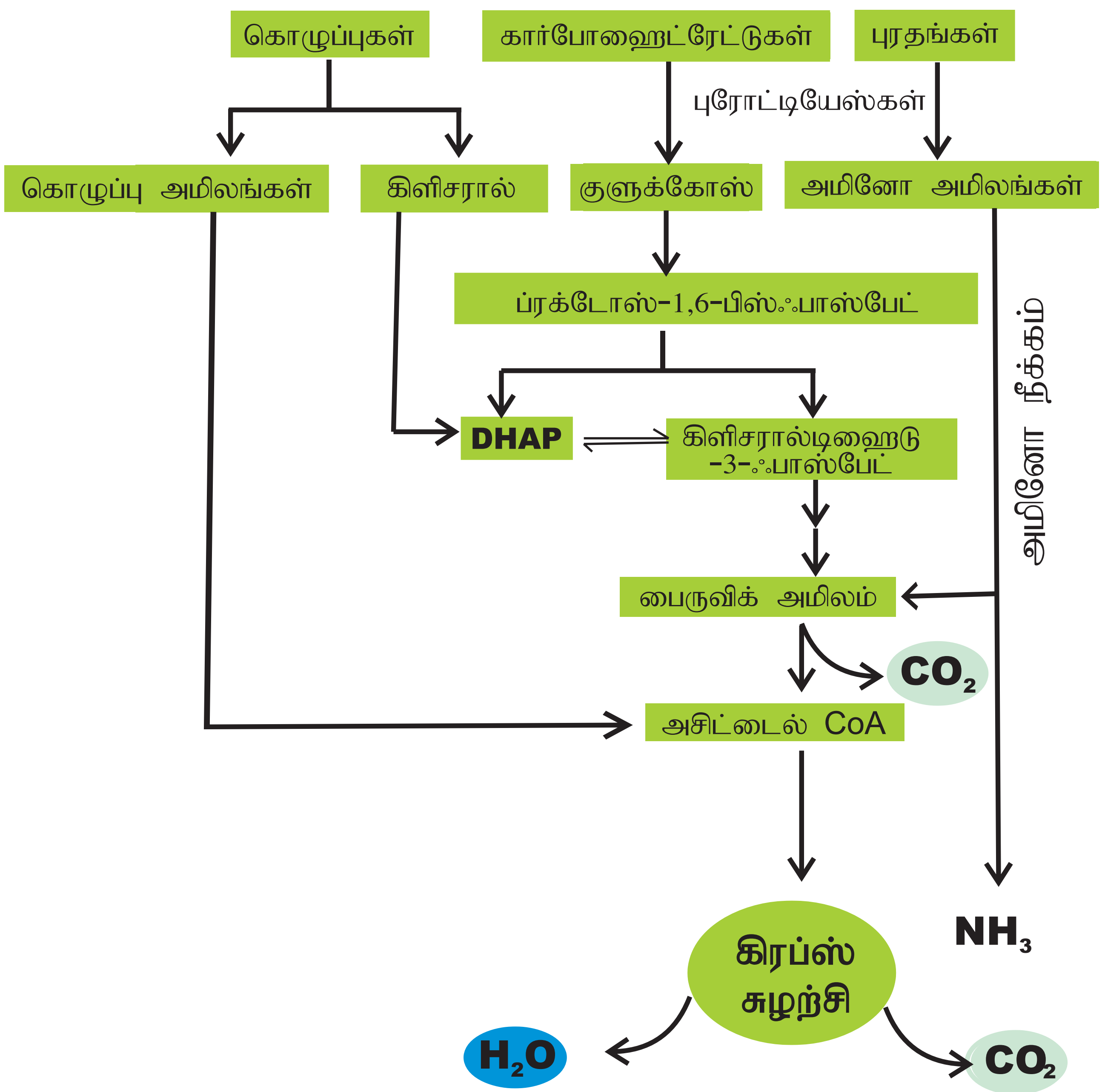
அ. கிரப்ஸ் சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்:

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 159 05-07-2018 12:37:54

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 160 05-07-2018 12:37:54

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 டிஹைட்ராஜினேஸ்). 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 161 05-07-2018 12:37:54

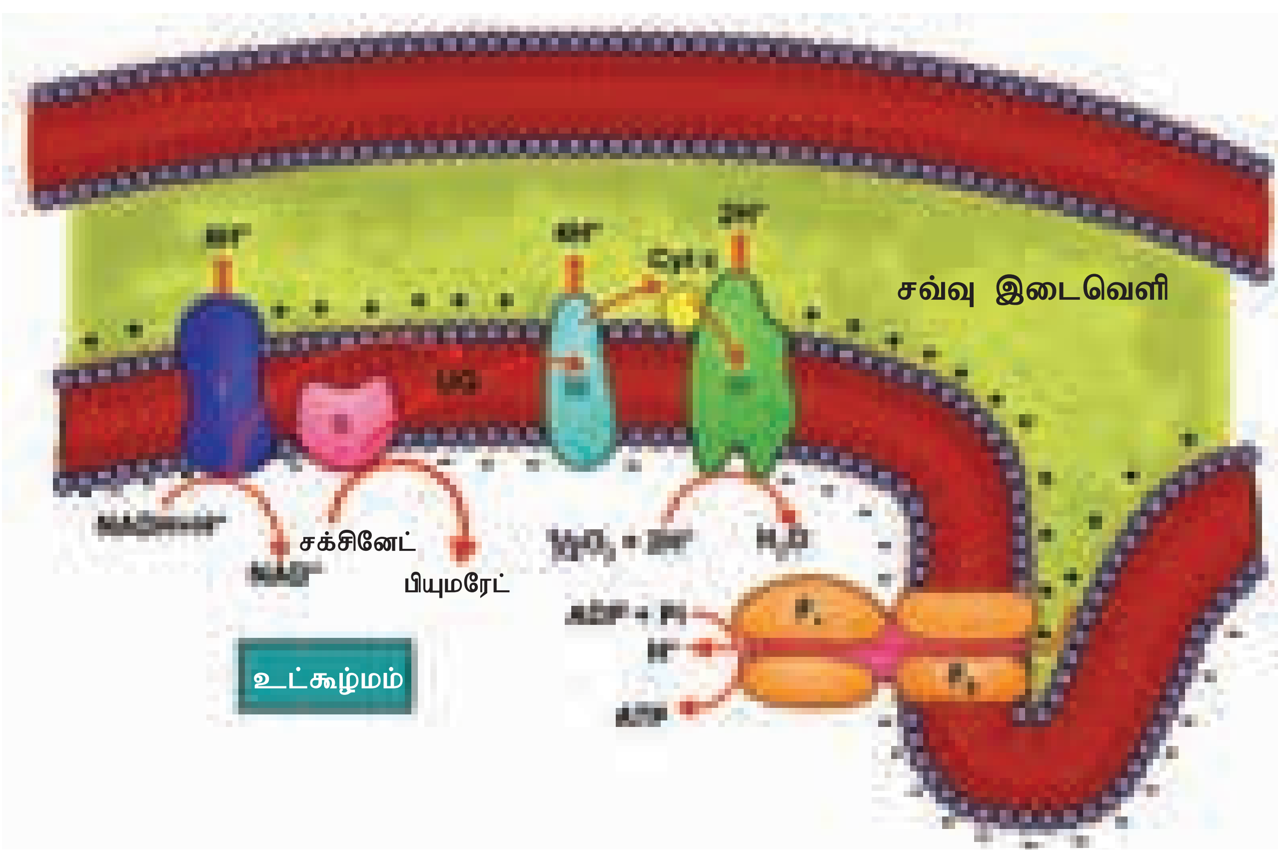
3 **கூட்டமைப்பு – *III* (சைட்டோகுரோம் bc_1 கூட்டமைப்பு).** இந்தக் கூட்டமைப்பு ஒடுக்க நிலையிலுள்ள யுபிகுயினோனை (யுபிகுயினால்) ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச் செய்து பின்னர் எலட்ரான்களை சைட்டோகுரோம் bc_1 கூட்டமைப்பிலிருந்து (இரும்பு சல்பர் மைய bc_1 கூட்டமைப்பு) சைட்டோகுரோம் c க்கு கடத்துகிறது. சைட்டோகுரோம் c ஒரு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

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

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.)

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

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

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 162 05-07-2018 12:37:55

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:

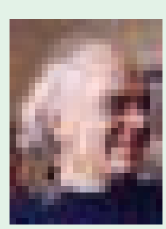
மைட்டோகாண்ட்ரியத்தில் உருவான ATP க்கள் சைட்டோபிளாசத்தை அடைந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு கடத்தப்படும் போது நிகழும் ஆற்றல் இழப்பைக் கணக்கில் கொண்டால், ஒரு NADH + H^+ லிருந்து 2.5 ATP யாகவும். ஒவ்வொரு $FADH_2$ லிருந்து 1.5 ATP யாகவும் கருத வேண்டும் என்பதே அண்மைக்கால ஆய்வாகும். எனவே தாவரச் செல்களில் 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

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. **ரொட்டினோன்–** 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.

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

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.

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

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

$$= 0 \text{ (சுழி)}$$

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

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

ட்ரைபால்மிடின்(கொழுப்பு)

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

= 0.7 (ஒன்றை விடக் குறைவு)

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

$$C_4H_6O_5 + 3O_2 \longrightarrow 4CO_2\uparrow + 3H_2O + \text{ஆற்றல்}$$

மாலிக் அமிலம்

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

= 1.33 (ஒன்றை விட அதிகம்)

சுவாச ஈவின் முக்கியத்துவம்

1. உயிருள்ளசெல்களில்காற்று அல்லதுகாற்றிலாச் சுவாசித்தல் எந்த வகையான சுவாசித்தல் நடைபெறுகிறது என்பதைக் குறிக்கிறது.

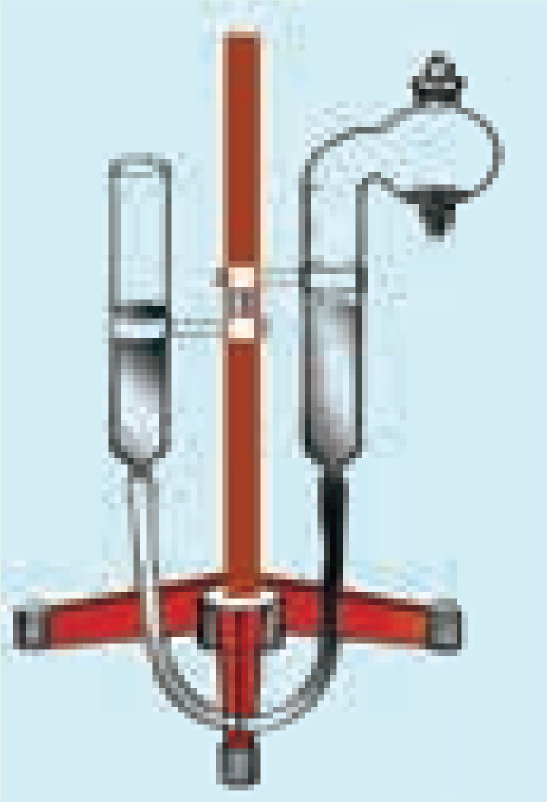
2. எந்த வகையான சுவாசத் தளப்பொருள் பயன்படுகிறது என்பதை அறிந்து கொள்ள முடிகிறது.

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 165 05-07-2018 12:37:55

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*

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.

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

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

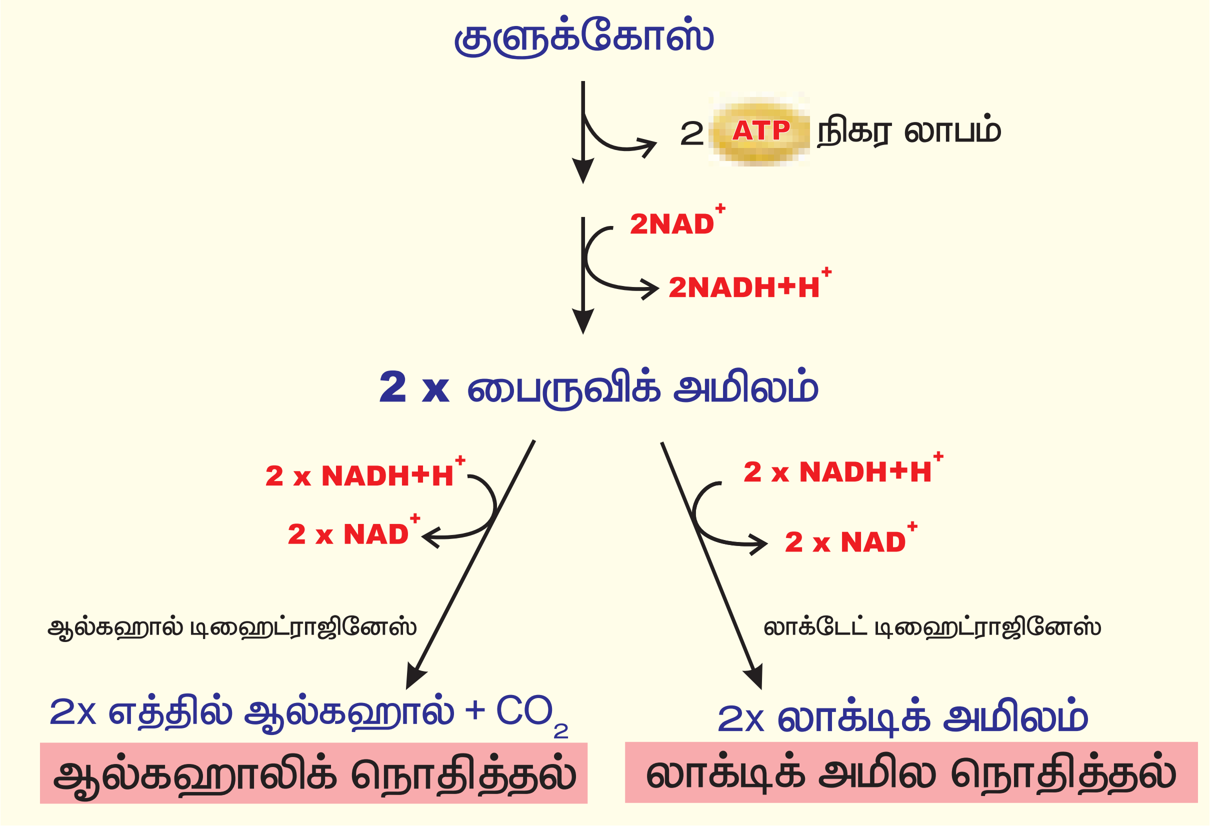
TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 166 05-07-2018 12:37:55

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

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 167 05-07-2018 12:37:56

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

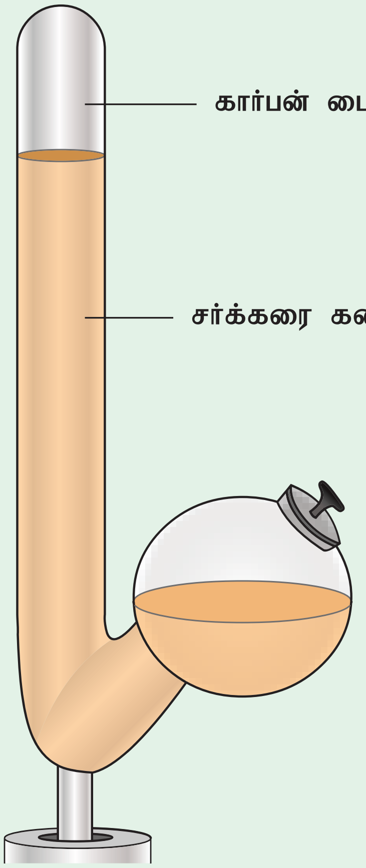
நிலைகள்	தளப்பொருள் ATP உருவாக்கம்	ஒடுக்க NAD^+	மொத்தம் ATP
கிளைக்காலைசிஸ்	2	2*	8
காற்றிலா சுவாசித்தல்	2	2 ஒடுக்க NAD^+ மீண்டும் ஆக்ஸிஜனேற்றம்	2

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

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 168 05-07-2018 12:37:56

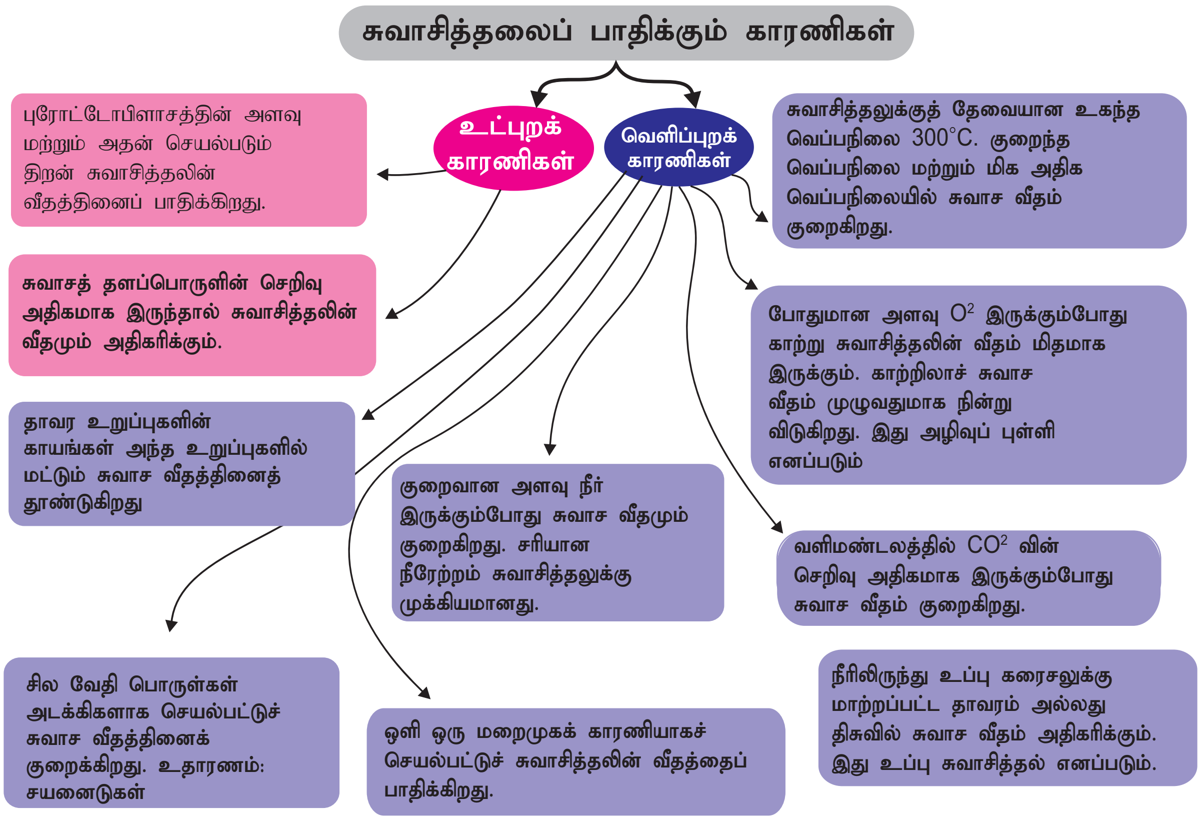
ஆல்கஹாலிக் நொதித்தலை நிரூபித்தல்

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

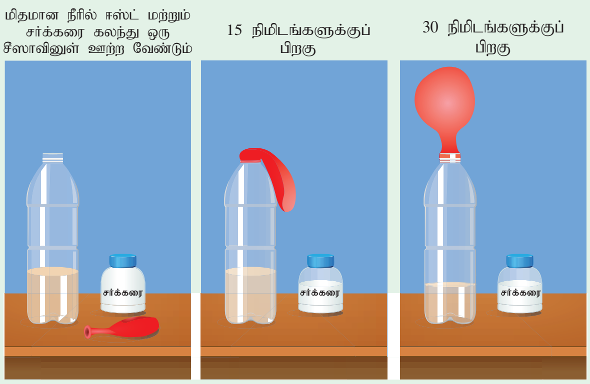
14.8 சுவாசித்தலைப் பாதிக்கும் காரணிகள்



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

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

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.

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-

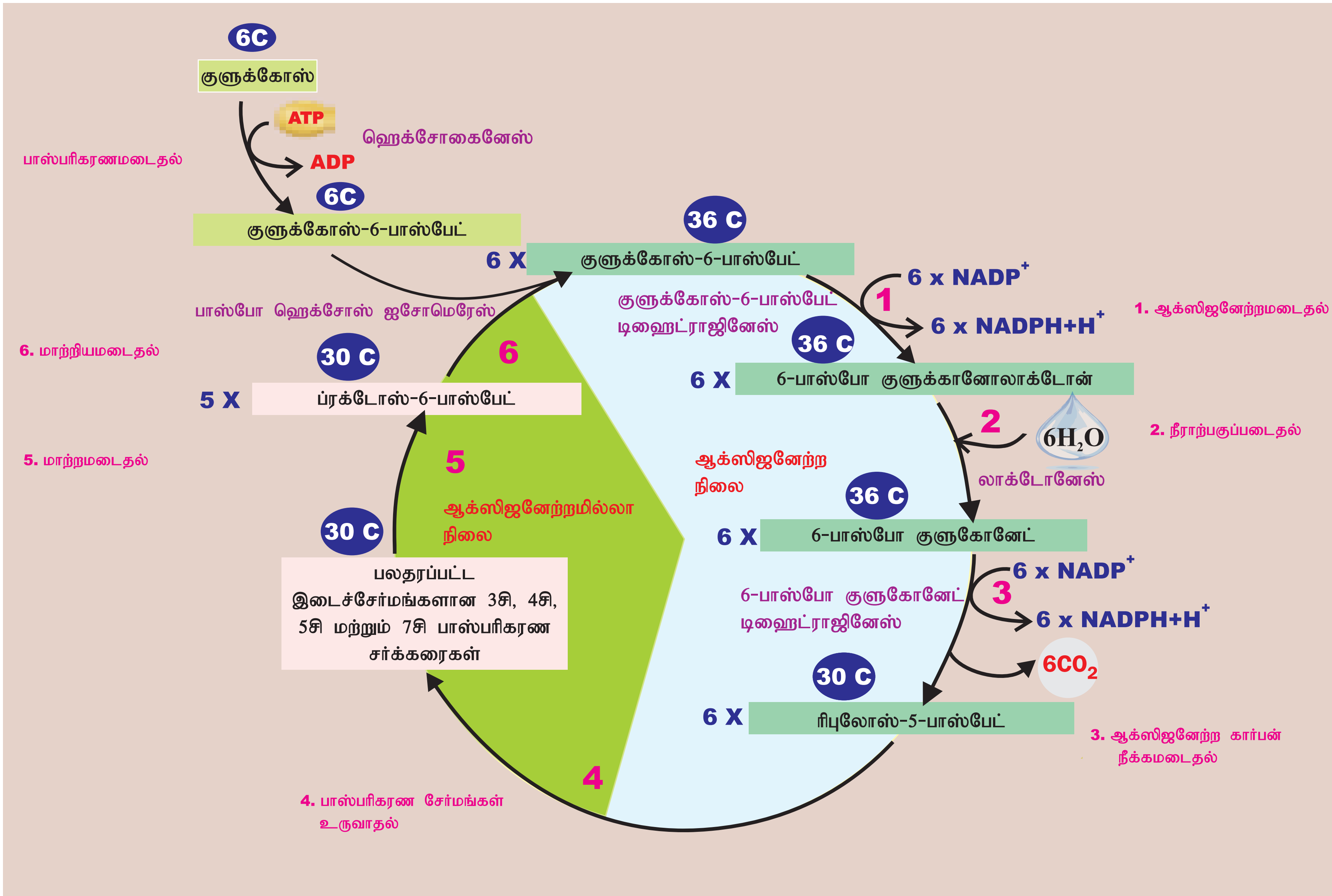
ஸ்டார்ச்
↓
குளுக்கோஸ்

பெண்டோஸ் ஃபஸ்பேட் வழித்தடம் வழியாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் → ரிபுலோஸ்-5- ஃபாஸ்பேட்

கிளைக்காலைஸிஸ் வழியாக ஆக்ஸிஜனேற்றம் → பைருவிக் அமிலம்

படம் 14.15 HMP ஷண்ட் மற்றும் கிளைக்காலைசிஸ் வழித்தடத்தில் குளுக்கோஸின் பாதை

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 170 05-07-2018 12:37:56



படம் 14.16 பெண்டோஸ் ஃபாஸ்பேட் வழித்தடம் அல்லது HMP ஷண்ட்

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

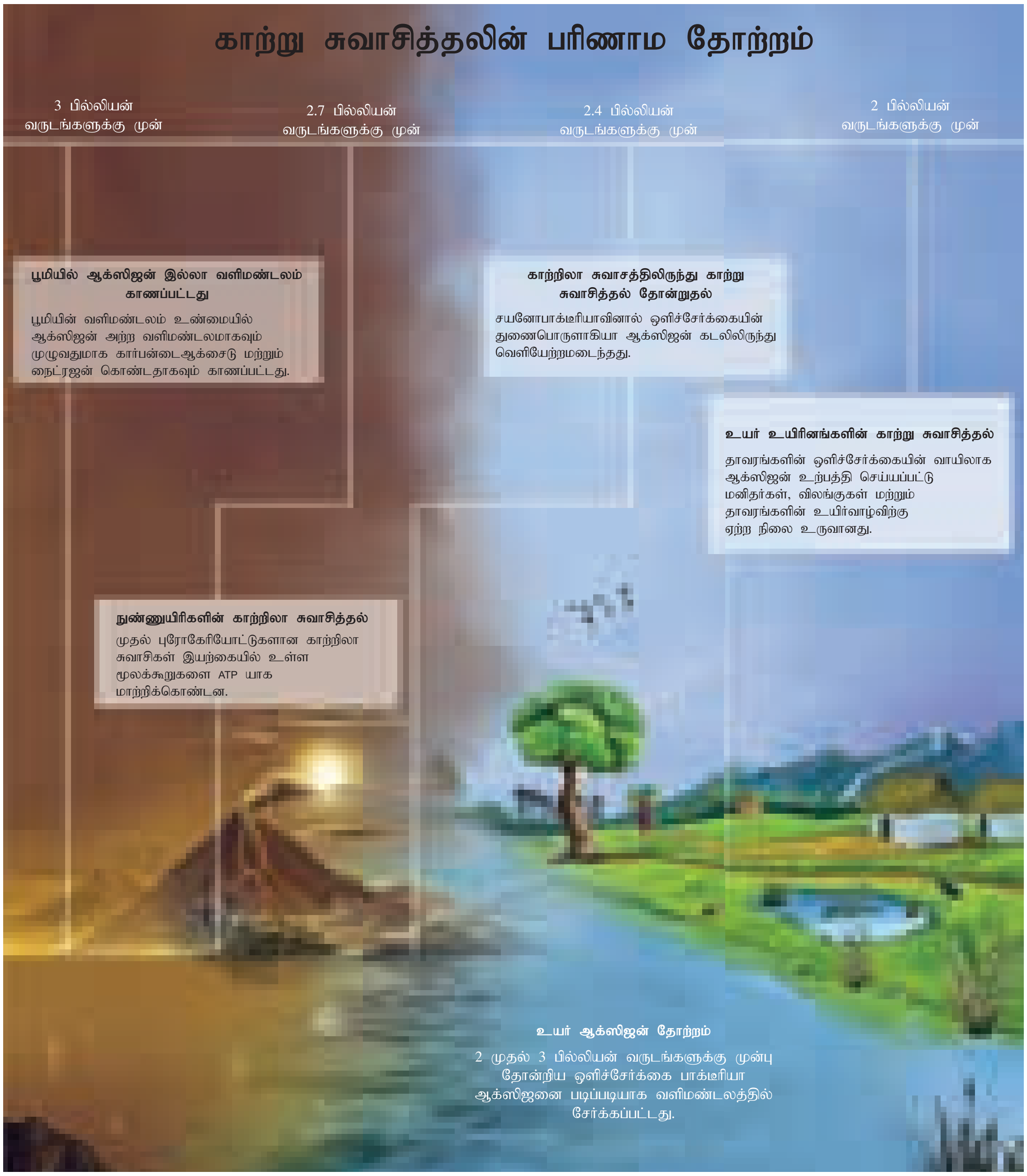
$$\downarrow$$

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



TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 172 05-07-2018 12:37:57

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 173 05-07-2018 12:37:57

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.

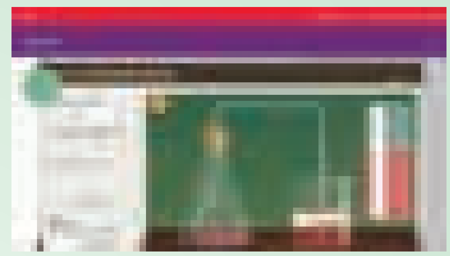
10. காற்று சுவாசித்தலின் போது ஒரு மூலக்கூறு சுக்ரோஸ் முழுவதுமாக ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து உருவாகும் நிகர விளைபொருள்களை தற்போதய பார்வையில் எவ்வாறு கணக்கிடுவாய்.

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 174 05-07-2018 12:37:57

இணையச்செயல்பாடு

சுவாசித்தலின் வீதம்

தாவரத்தின் சுவாசித்தலைப் பற்றி அறிவோமா!

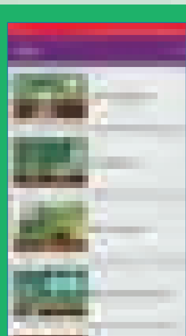


படிகள்:

- 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.

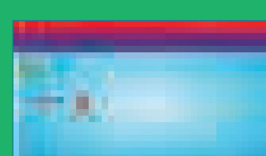
செயல்பாடு:

- 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

TN_GOVT_BOTANY_XI_vol-2_ CH14_TAMIL.indd 175 05-07-2018 12:37:59

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
- ஒளிக்காலத்துவம், தட்பப்பதனம் மற்றும் விதை உறக்கம் பற்றி புரிந்து கொள்ள இயலும்

பாட உள்ளடக்கம்

15.1 தாவர வளர்ச்சியின் பண்புகள்
15.2 தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள்
15.3 ஒளிக்காலத்துவம்
15.4 தட்பப்பதனம்
15.5 விதை முளைத்தல் மற்றும் விதை உறக்கம்.
15.6 மூப்படைதல்

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).

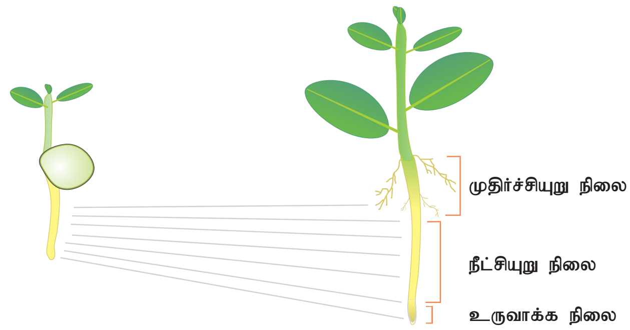
2. நீட்சியுறு நிலை

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 BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 177 05-07-2018 12:41:30



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.

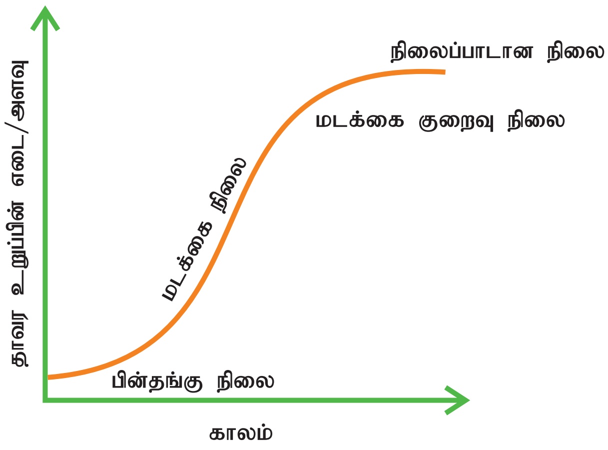
மற்றும் வேறுபாடு அடைதல் நடைபெறுகிறது. வேறுபாடு அடைதலுக்குப் பிறகு செல்கள் மேலும் வளர்வதில்லை.

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 BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 178 05-07-2018 12:41:31

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..

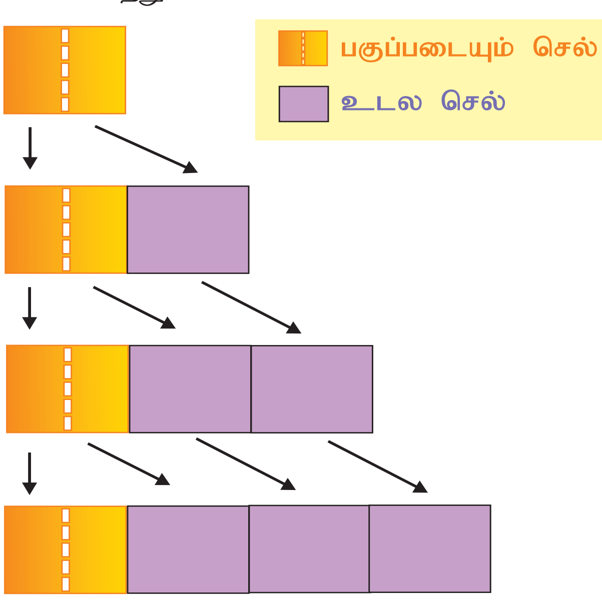
2. வளர்ச்சி வீதத்தின் வகைகள் (Types of growth rate)

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.

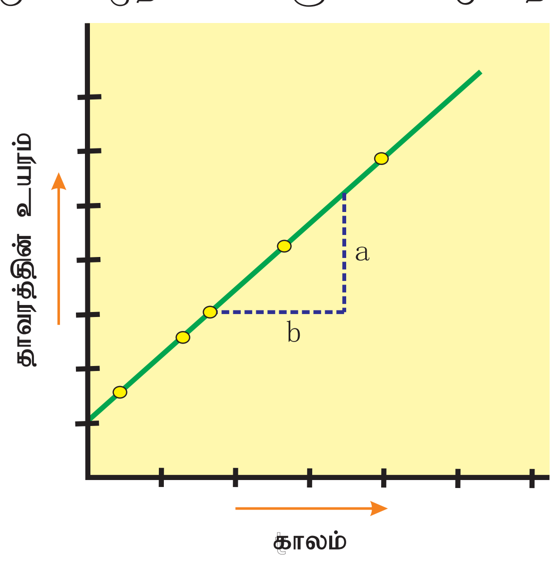


படம் 15.3 எண்கணித வளர்ச்சி வீதம்

- 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.

$W_1 = W_0 e^{rt}$

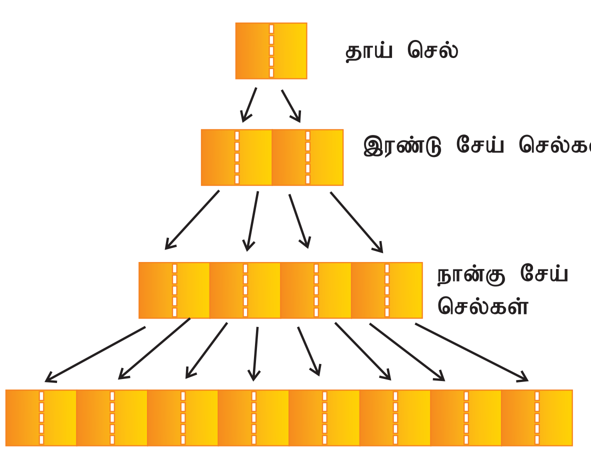
W_1 = இறுதி அளவு (எடை, உயரம் மற்றும் எண்ணிக்கை)

W_0 = தொடக்க வளர்ச்சியின் அளவு

r = வளர்ச்சி வீதம்

t = வளர்ச்சி காலம்

e = இயற்கை மடக்கைச் சார் அடி

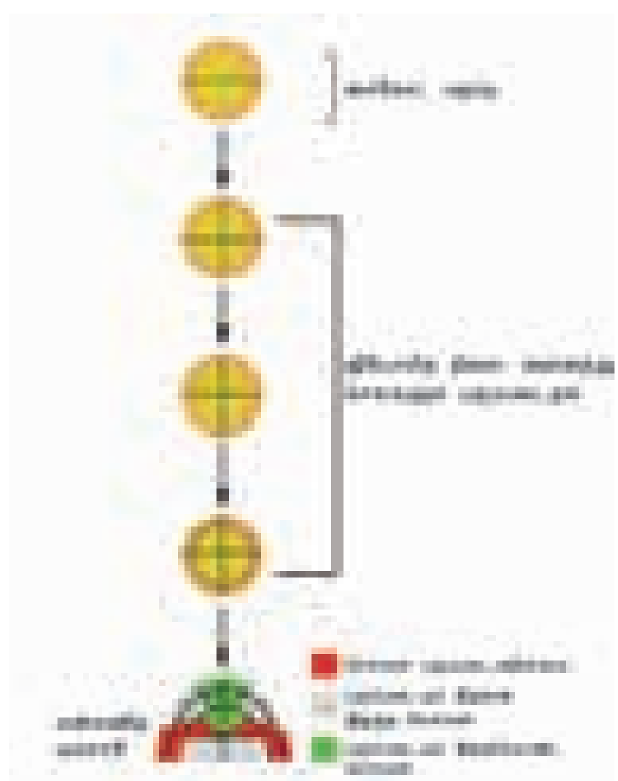


படம் 15.5 ஜியோமித வளர்ச்சி

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 சேதமடைவதோடு வளர்ச்சி தடைசெய்யப்படுகிறது.

ஈ. ஆக்சிஜன்

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

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.

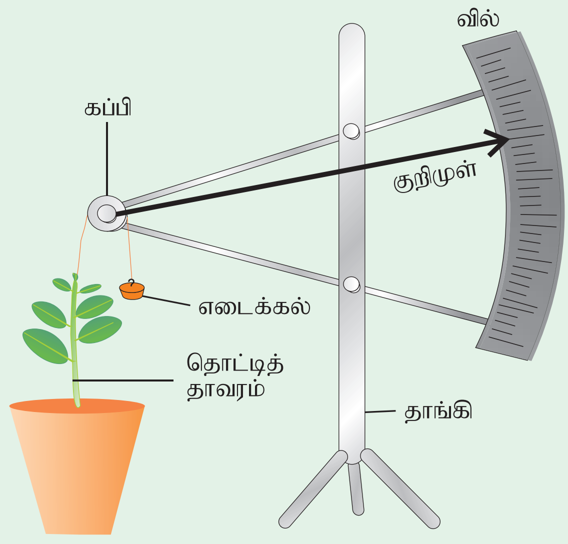
ஆ. தாவர வளர்ச்சியில் தாவர ஹார்மோன்கள் செல்களுக்கு இடையே உள்ள முக்கியக் காரணியாகும். எடுத்துக்காட்டு: ஆக்சின், ஜிப்ரலின்கள், சைட்டோகைனின்

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,

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

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

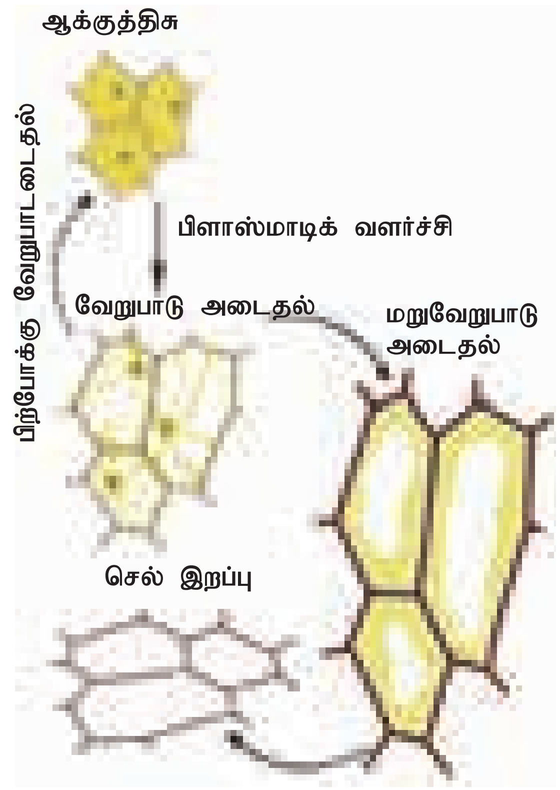
படிநிலை 3: குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் தாவரத்தின் வேர் மற்றும் தண்டின் நீள் வளர்ச்சி, குறுக்கு வளர்ச்சி இண்டியன் இங்க் (Indian Ink) பயன்படுத்திக் குறித்துக்கொண்டு அளவீடு செய்.

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)

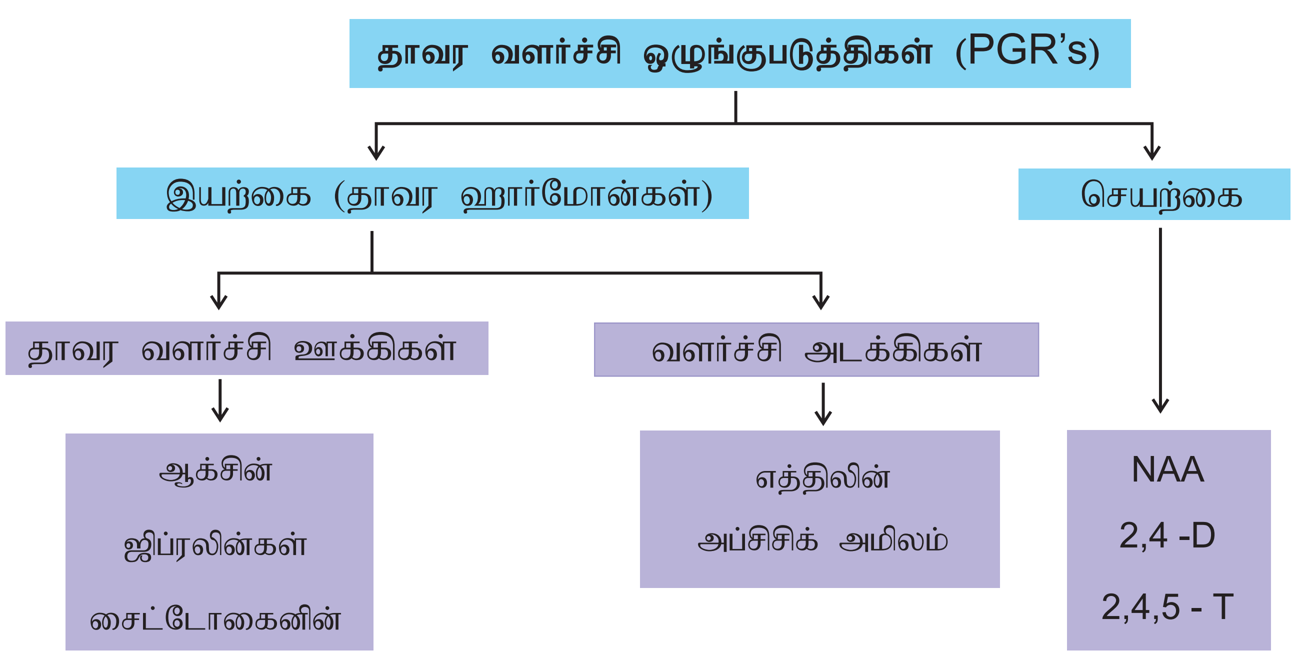
தாவரத்தின் ஒரு பகுதியில் மிகக் குறைந்த அளவு உருவாகும் கரிமச்சேர்மங்கள், குறிப்பிட்ட பணியை மேற்கொள்வதற்காகத் தாவரத்தின் மற்ற பாகங்களுக்குக் கடத்தப்படும் கரிமச்சேர்மங்களுக்கு **தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள்** அல்லது **வேதிய தூதுவர்கள்** என்று பெயர். ஐந்து முக்கிய ஹார்மோன்களாவன, **ஆக்சின், ஜிப்ரலின், 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

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**–ல் தாவரங்களில் கண்டறியப்பட்ட **ஹெட்டிரோ ஆக்சின்** வேதியல்ரீதியாக **இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் (Indole Acetic Acid – IAA)** என அழைக்கப்படுகிறது.

2. காணப்படும் இடங்கள் (Occurrence)

வேர் மற்றும் தண்டின் நுனி ஆக்குத்திசுவிலிருந்து உற்பத்தியாகும் ஆக்சின் தாவரத்தின் மற்ற

ஆக்சின் வகைகள்

இயற்கை

தாவரங்களில் காணப்படும் ஆக்சின்கள் இயற்கை ஆக்சின் என அழைக்கப்படுகிறது.

1) இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் (IAA)
2) இண்டோல் புரோப்பியானிக் அமிலம் (IPA)
3) இண்டோல் பியூட்டரிக் அமிலம் (ABA)
4) பினைல் அசிடிக் அமிலம் (PAA)

செயற்கை

செயற்கை முறையில் உருவாக்கப்பட்ட இவை ஆக்சினின் பண்புகளை ஒத்து காணப்படுகிறது.

1) 2,4 டைகுளோரோ பீனாக்சி அசிடிக் அமிலம் (2,4-D)
2) 2,4,5 ட்ரைகுளோரோ பீனாக்சி அசிடிக் அமிலம் (2,4,5-T)
3) நாஃப்தலின் அசிடிக் அமிலம் (NAA)

படம் 15.11 ஆக்சின் வகைகள்

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))

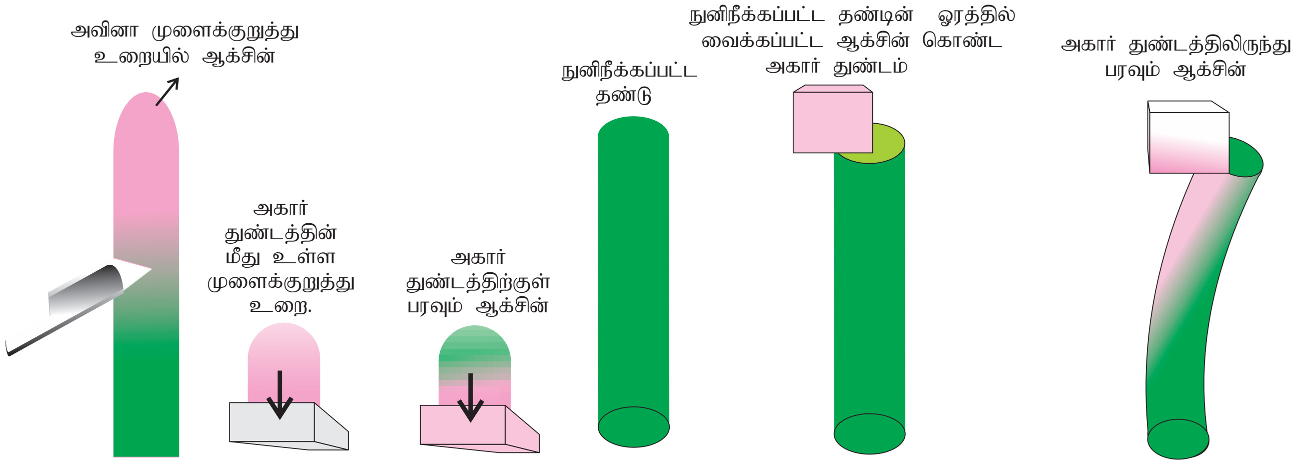
தாவரங்கள் அல்லது தாவரப்பாகங்களின் வளர்ச்சிக்குக் காரணமான வளர்ச்சி பொருட்களின் செயல்பாட்டினைக் கண்டறியும் முறைக்கு **உயிரிய ஆய்வறிதல்** என்று பெயர்.

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.



படம் 15.12 அவினா வளைவுச் சோதனை

இத்துண்டத்தை ஒரு பக்கமாக முளைக்குறுத்து உறை பகுதியில் வைக்கும்பொழுது ஆக்சின் கீழிறங்குகிறது. மற்றொரு நுனிநீக்கப்பட்ட முளைக்குறுத்து 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.

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

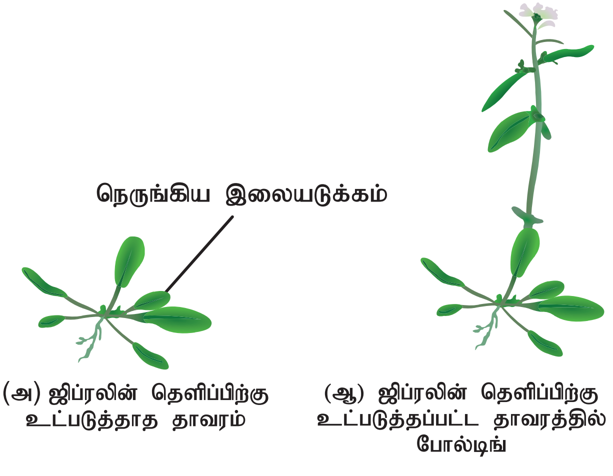
ஜிப்ரலின்கள் துருவம் சாராது கடத்தப்படும். ஜிப்ரலின்கள் புளோயம் வழியாகக் கடத்தப்படுகிறது அல்லது வாஸ்குலார் கற்றைகளுக்கு இடையே கிடைமட்டக் கடத்தல் சைலத்தில் நடைபெறுகிறது.

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

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 188 05-07-2018 12:41:33

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 பியூரின் 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 குரோமட்டோகிராஃபி (Gas Chromatography))

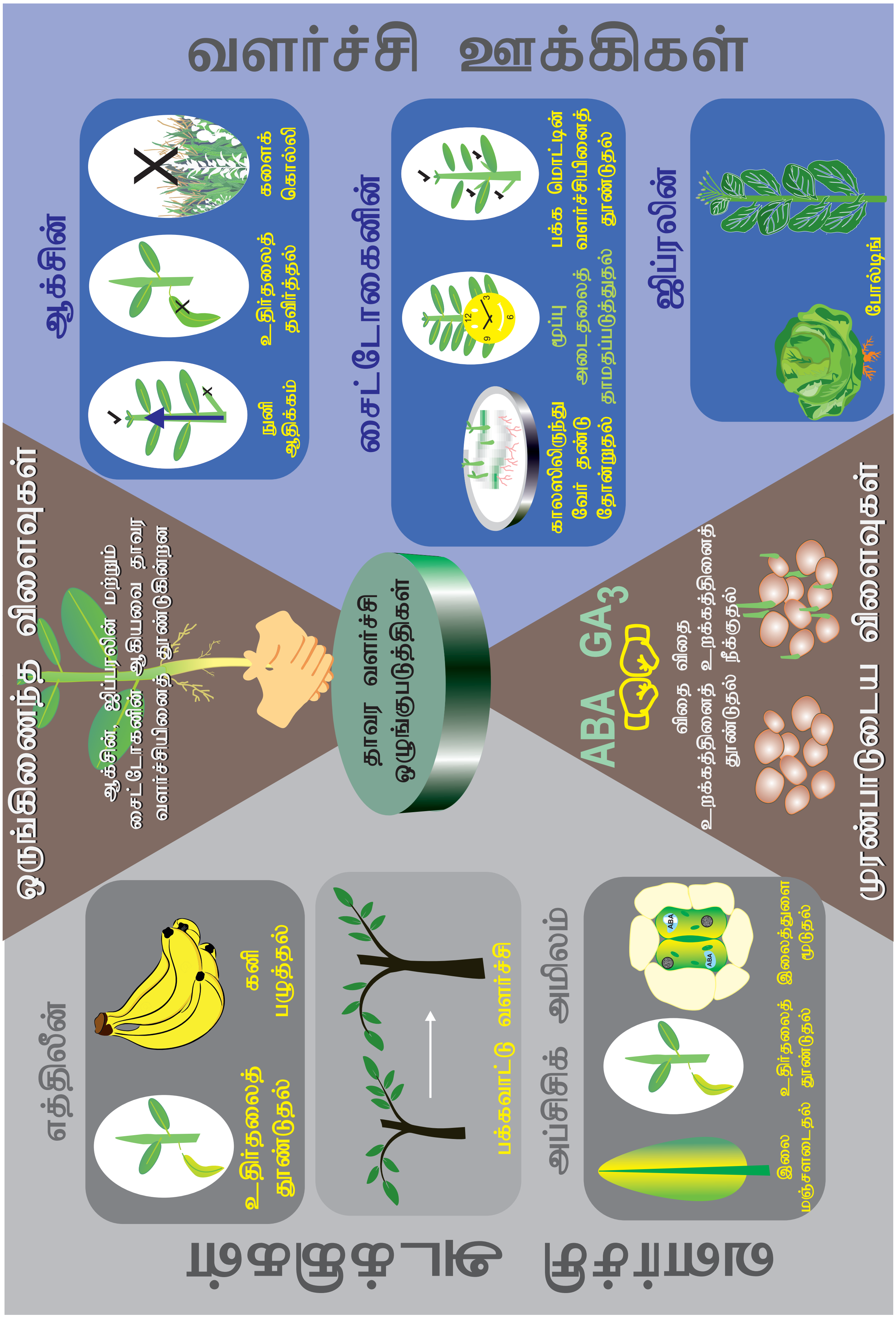
வாயு குரோமட்டோகிராஃபி மூலம் எத்திலின் அளவிடப்படுகிறது. எலுமிச்சை மற்றும் ஆரஞ்சு போன்ற தாவர திசுக்களில் துல்லியமாக எத்திலின் அளவை கண்டறிய இம்முறை மிகவும் உதவுகிறது.

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 முதிர்ச்சி அடையும் முன்னரே உதிர்தலை தூண்டுகிறது.
- தண்டு நீட்சியடைதலை தடுக்கிறது (கணுவிடைப் பகுதி குறைகிறது)
- குறைந்த செறிவில் எத்திலின் வேர் தோன்றலை தூண்டுகிறது.
- பக்கவேர்கள் மற்றும் 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 BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 191 05-07-2018 12:41:34

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 BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 192 05-07-2018 12:41:34

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 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.

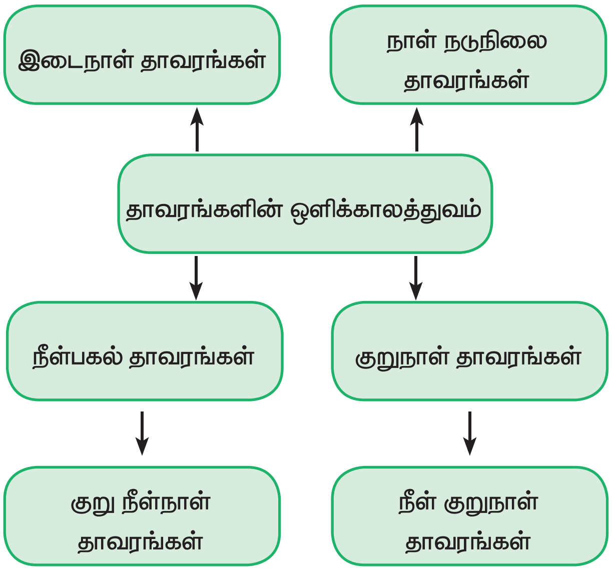
1. ஒளிக்காலத்தின் அடிப்படையில் அமைந்த தாவரங்களின் வகைப்பாடு (Classificatin of plants based on photoperiodism)

ஒளிக்காலத்துவ பதில்வினைக்கு ஏற்ப தாவரங்கள் படம் 15.14-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): 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*.



படம் 15.14 ஒளிக்காலத்துவ பதிலுக்கு ஏற்ப தாவரங்களின் வகைப்பாடு

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*.

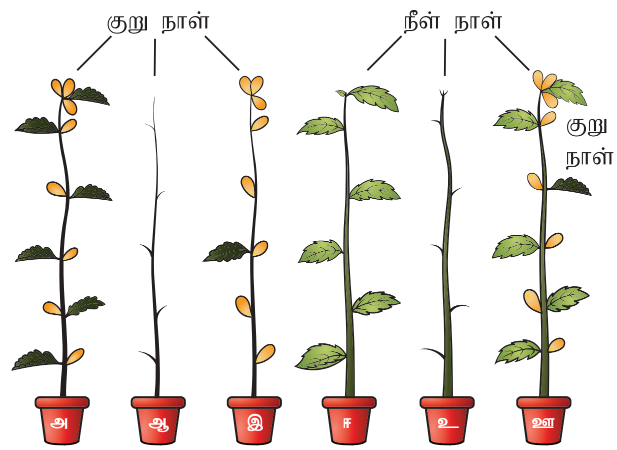
vi. நாள் நடுநிலை தாவரங்கள் (Day neutral plants): ஒரு சில தாவரங்கள் அனைத்து ஒளிக் கால அளவிலும் மலர்தலை உருவாக்குகின்றன. இவை **நாள் நடுநிலைத் தாவரங்கள்** அல்லது **வரம்பீடற்ற தாவரங்கள்** எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: உருளை, *ரோடோடெண்ட்ரான்*, தக்காளி, பருத்தி

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 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 15.15).



படம் 15.15 காக்லிபர் தாவரத்தில் ஒளித்தூண்டலை உணரும் பகுதியை அறிய உதவும் சோதனை

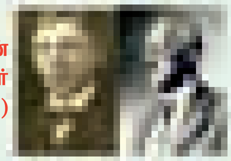
4. ஒளிக்காலத்தின் முக்கியத்துவம் (Importance of Photoperiodism)

1. ஒளிக்காலத்துவம் பற்றிய அறிவு கலப்பினமாக்கல் ஆய்வுகளில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது.
2. வாழ்வியல் முன் தயாரிப்புகளுக்கு ஒளிக்காலத்துவம் சிறந்த உதாரணம் எனவே தாவரங்களின் வாழ்வியலில் மாற்றத்தை தூண்டும் வெளிப்புற காரணியாகவும் இது கருதப்படுகிறது.

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.

ஒளிக்காலத்தின் அடிப்படையில் அமைந்த தாவரங்களின் வகைப்பாடு

ஒளிக்காலத்துவத்தின் முன்னோடிகள் கார்னர் மற்றும் அல்லார்டு (1920)



நீள் பகல் தாவரங்கள்

தீர்வுக்கட்ட 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

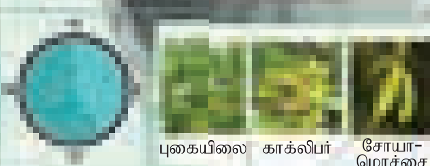
மலர்தலுக்காக நீண்ட நாள் மற்றும் குறு நாள் இவற்றிற்கிடையேயான ஒளி அளவு தேவைப்படும் தாவரங்கள்.

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

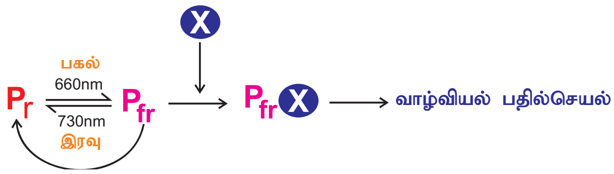
மலர்தலுக்காக குறைவான தீர்வுக்கட்ட ஒளி காலம் தேவைப்படும் தாவரங்கள் குறு நாள் தாவரங்கள் அல்லது நீள் இருள் தாவரங்கள் எனப்படும்

குறு நாள் தாவரங்கள்



XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 195 05-07-2018 12:41:35

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.

15.4 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)

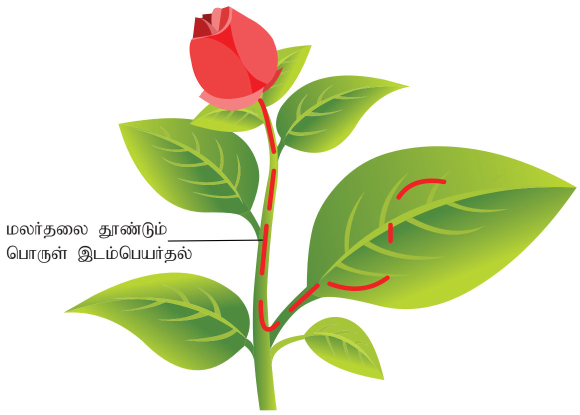
ii. ஹார்மோன் சார்ந்த கொள்கை (Hypothesis of hormonal involvement)

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



படம் 15.16 தட்டப்பதனம் மற்றும் மலர்தல்

வெப்பநிலையில் B பொருள் C ஆக மாறுகிறது மற்றும் தட்பப்பதன விளைவு நீக்கமும் நடைபெறுகிறது (படம் 15.16).

2. தட்பப்பதனத்தின் செயல்முறை

விதைகளை முதலில் நீரில் ஊற வைத்து 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.

15.5 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

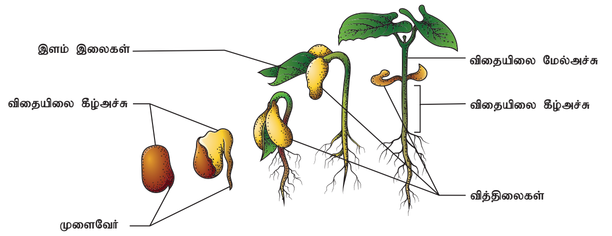
இரண்டு வகையான விதை முளைத்தல் காணப்படுகிறது. அவை தரை மேல் விதை முளைத்தல் மற்றும் தரைகீழ் விதை முளைத்தல்.

i. தரைமேல் விதை முளைத்தல் (Epigeal germination)

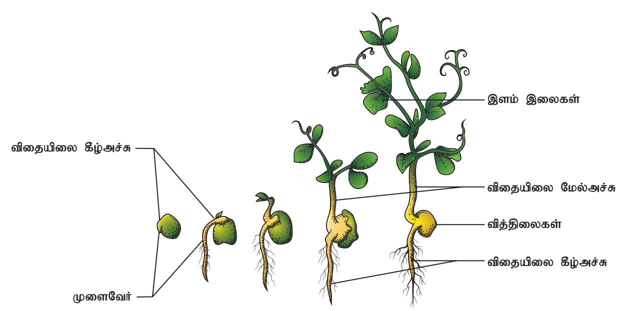
தரைமேல் விதை முளைத்தலின் போது மண்ணிலிருந்து விதையிலைகள் வெளித்தள்ளப்படுகிறது. விதையிலை அச்சு விரைவாக நீட்சி அடைவதால் இது நிகழ்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: ஆமணக்கு மற்றும் அவரை.

ii. தரைகீழ் விதை முளைத்தல் (Hypogeal germination)

தரை கீழ் விதை முளைத்தலின் போது விதையிலை மேல் அச்சு மண்ணிற்கு கீழ் விரைந்து நீட்சி அடைவதன் காரணமாக இது நிகழ்கிறது (படம் 15.17). எடுத்துக்காட்டு: மக்காச்சோளம்.



அ) தோட்டஅவரை



ஆ) பட்டாணி

படம் 15.17 (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

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 197 05-07-2018 12:41:35

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 குலுக்கும்போது ஒன்றோடொன்று மோதி அடைப்புகள் நீக்கப்படுவதை மோதல் நிகழ்த்துதல் என்றழைக்கிறோம்.

iii. அடுக்கமைத்தல் (Stratification): ரோஜா குடும்ப

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 198 05-07-2018 12:41:35

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.

15.6 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 மூப்படைகின்றன.

1. மூப்படைதலின் வகைகள் (Types of Senescence)

லியொபோல்டு (1961) நான்கு விதமான மூப்படைதலை விவரிக்கிறர்.

i. ஒட்டுமொத்த மூப்படைதல்

ii. மேற் பகுதி மூப்படைதல்

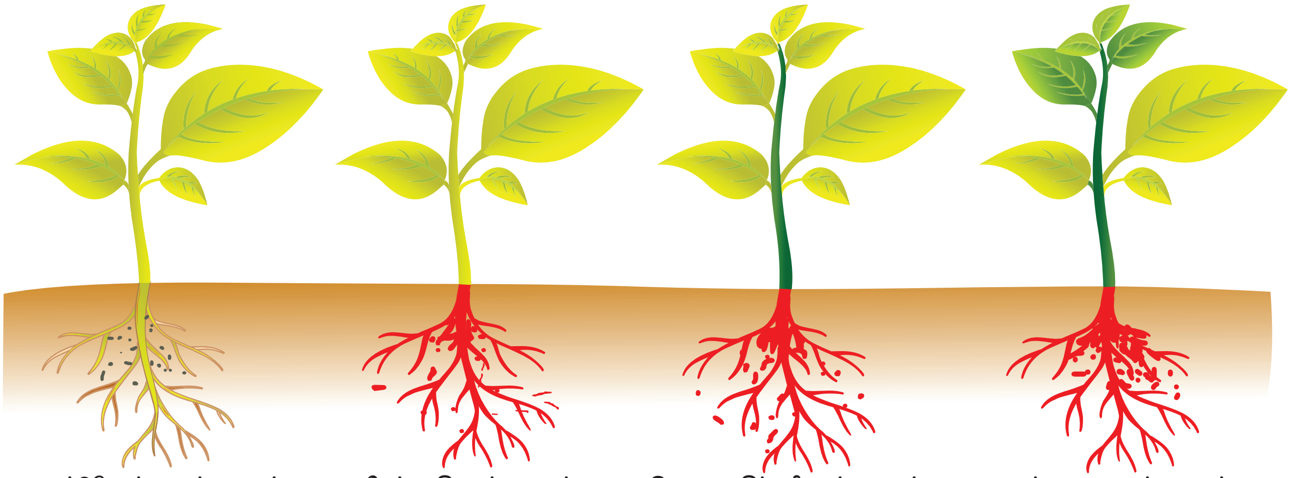
iii. இலை உதிர்வு வழி மூப்படைதல்

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.

ii. **மேற்பகுதி மூப்படைதல் (Top senescence).** தாவரங்களின் தரைமேல் பகுதிகளில் இது நடைபெறுகிறது. பொதுவாக பல்பருவத் தாவரங்களில் இது நிகழ்கிறது. தரை கீழ்



படம் 15.18 தாவரங்களின் பல வகையான மூப்படைதல்

தண்டு மற்றும் வேர் பகுதிகள் உயிரோடு காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: வாழை மற்றும் கிளாடியோலஸ்.

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 15.18).

2. மூப்படைதலின் உடற்செயலியல் (Physiology of Senescence)

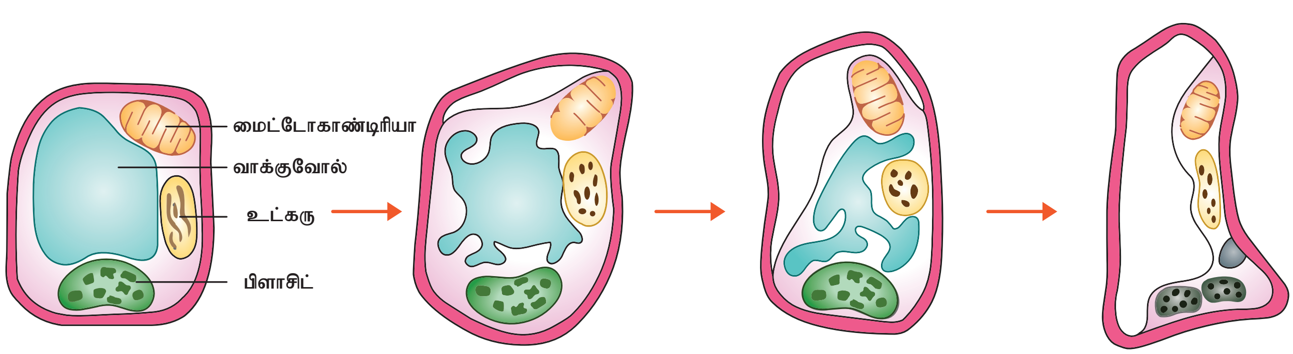
- செல் அமைப்புகளில் மாறுதல் நிகழ்கிறது.
- செல்லின் வாக்குவோல் லைசோசோம்களாக செயல்பட்டு நீரற்பகுப்பு நொதிகளை சுரக்கிறது.
- செல்லுக்குள் ஸ்டார்ச்சின் அளவு குறைகிறது.
- பச்சைய இழப்பினால் ஒளிச்சேர்க்கை குறைந்து அதனை தொடர்ந்து ஆந்தோசயனின் நிறமிகள் உற்பத்தி மற்றும் சேகரமடைவதால் இலைகள் சிவப்பாக மாறுகின்றன.
- 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 அழைக்கப்படுகிறது. தாவரங்களில் புரதத் சிதைவின் மூலம் மூப்பை ஏற்படுத்தும் நொதி **ஃபைட்டாப்சேஸ்கள்** என்றும் விலங்கினங்களில்



படம் 15.19 திட்டமிடப்பட்ட செல் இறப்பு

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 200 05-07-2018 12:41:36

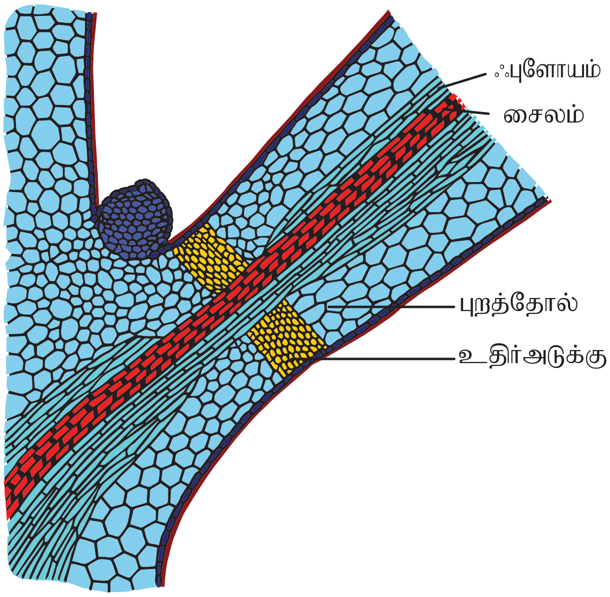
இவை **காஸ்பேஸ்கள்** என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. சத்துக்கள் மற்றும் பிற தளப்பொருள்கள் மூப்படையும் செல்லிலிருந்து தாவரத்தின் உயிருள்ள பிற பகுதிகளுக்கு மறுஇடப்பெயர்தல் மற்றும் மறுஒதுக்கீடு மூலம் நிலைநிறுத்தப்படுகின்றன. வளர்ச்சி அடையும் சைலக் குழாய்கள் மற்றும் டிரக்கீடுகளின் புரோட்டோபிளாசம் சிதைவடைந்து, நீர் 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 15.19)

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 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 15.20).



படம் 15.20 இலைக்காம்பின் அடியில் உள்ள உதிர் அடுக்கத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்

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 abscission)

1. தாவரத்தின் இறந்த பகுதிகளான முதிர்ந்த இலைகள் மற்றும் கனிகள் உதிர்தலினால் பிரிகிறது.

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 201 05-07-2018 12:41:36

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.

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 ஜியோமித 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.

மதிப்பீடு

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. தாவரங்களின் வளர்ச்சியை அளவிடும் முறைகள் யாவை?

7. உருமாறும் தன்மை என்றால் என்ன?

8. சைட்டோகைனின் வாழ்வியல் விளைவுகள் யாவை?

9. மலர்கள் தோற்றுவித்தல் ஒளிக்காலத் துவக்கத்தின் செயல்பாடுகள் பற்றி விவரி.

10. திட்டமிடப்பட்ட செல் இறப்பு (PCD) பற்றி சிறுகுறிப்பு தருக.

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 203 05-07-2018 12:41:36

இணையச்செயல்பாடு

தாவரங்கள் வெவ்வேறு தூண்டல்களுக்கேற்ப எவ்வாறு துலங்குகின்றன?

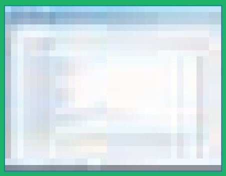
தாவரங்கள் வெளிப்படுத்தும் துலங்கலை அறிவோமா !

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:

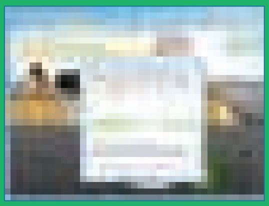
- தாவர பாகங்கள் மற்றும் விதைகளின் இயக்கங்களையும் உற்றுநோக்கவும்.
- உற்று நோக்கல் முடிவுகளை இறுதி செய்யவும்.



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

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.

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.

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 208 05-07-2018 12:41:37

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

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 210 05-07-2018 12:41:38

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
பெருமவளர்ச்சி 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

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 212 05-07-2018 12:41:38

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 பாஸ்பரிகணம்	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

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 காணப்படுவதில்லை (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

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 காணப்படு்ம் 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 பகுப்படைந்து ரூனிகா 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: நீர்முழ்கிய 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 தூரம் 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

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)

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 218 05-07-2018 12:41:38

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 CO_2 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. CO_2 நிலைநிறுத்தத்திற்கான ஒளியின் செறிவூட்டல் 10% சூரிய ஒளியில் நிகழ்கிறது.

ஆ. கார்பன்டை ஆக்ஸைடு நிலைநிறுத்தம் வளிமண்டல CO_2 அதிகரிப்பு 0.05% வரை அதிகரிக்கிறது.

இ. ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் அதிகரிப்பு C3 தாவரங்களில் அதிக வெப்பநிலையிலும் C4 தாவரங்களில் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் நிகழ்கிறது.

ஈ. தக்காளியானது ஒரு பசுமை இல்ல தாவரமாகும் CO_2 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 BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 219 05-07-2018 12:41:38

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 $FADH_2$க 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. H_2O இ. FAD or $FADH_2$ 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. கீட்டோகுளுட்டாரிக்அமிலம்

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 – உயிரியல் தாவரவியல்
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.

வே. கோகிலா தேவி
முதுகலை ஆசிரியர் – தாவரவியல்
அ.மே.நி.பள்ளி, மகேந்திரவாடி, வேலூர்..

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.

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

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

In-House - QC

கோபு ராசுவேல்
ராஜேஷ் தங்கப்பன்
ஜெரால்டு வில்சன்

அட்டை வடிவமைப்பு

கதிர் ஆறுமுகம்

ஒருங்கிணைப்பாளர்

ரமேஷ் முனிசாமி

இந்நூல் 80ஜி.எஸ்.எம். எலிகண்ட் மேப்லித்தோ தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.
ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்:

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 222 06-07-2018 15:11:04

குறிப்புகள்

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 223 05-07-2018 12:41:38

குறிப்புகள்

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 224 05-07-2018 12:41:38

குறிப்புகள்

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 225 05-07-2018 12:41:38

குறிப்புகள்

XI BIO-BOTANY TAMIL-VOL 2 CH 15_TAMIL.indd 226 05-07-2018 12:41:38