

DNA மறுசேர்க்கை தொழில் நுட்பத்தின் நிகழ்வுகளாவன.

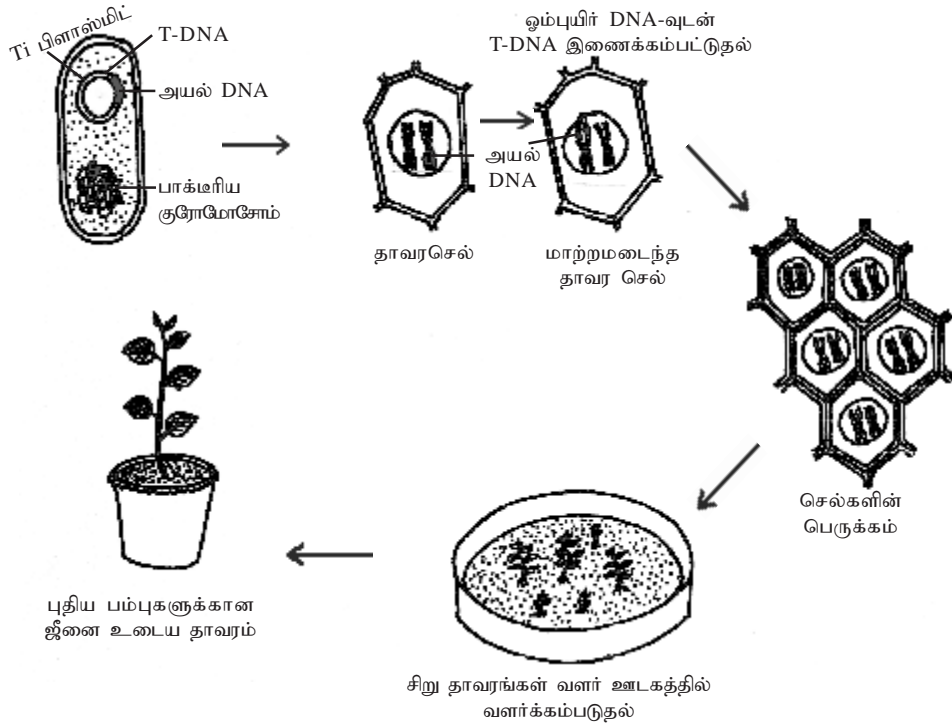
1. வழங்கு உயிரியின் DNA - வை அல்லது விரும்பிய ஜீன்களை பிரித்தெடுத்து, ரெஸ்ட்ரிக்டிவ் எண்டோநியூக்ளியேஸ்களை பயன்படுத்தி சிறுசிறுத் துண்டுகளாக நறுக்கப்பட வேண்டும்.
2. இந்த DNA துண்டுகளை தகுந்த நகல் பெருக்கியுடன் இணைத்தல் வேண்டும். இது போன்ற நகல் பெருக்கி கடத்தி அல்லது குளோனிங் ஊர்தி (Cloning vehicle) எனப்படும். கடத்தி என்பது எஸ்ஸெரிசியா கோலையின் சைட்டோபிளாசுத்தில் காணப்படும் மரபு சாராத வட்ட வடிவ பிளாஸ்மிட் DNA ஆகும். பிளாஸ்மிடுகள் மிகவும் பொருத்தமான கடத்திகளாகும்.
3. ரெஸ்ட்ரிக்டிவ் எண்டோநியூக்ளியேஸ்களை பயன்படுத்தி, கடத்தி DNA -களை சிறுசிறுத் துண்டுகளாக நறுக்க வேண்டும். DNA லைகேஸ் என்ற நொதியை பயன்படுத்தி வழங்கு உயிரியின் DNA துண்டுகளும், கடத்தி DNA துண்டுகளும் இணைக்கப்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சி மூலக்கூறு ஒட்டுதல் (Splicing) எனப்படும். மூலக்கூறு ஒட்டுதல் விளைவாக கலப்பு DNA (Hybrid DNA) அல்லது மறுசேர்க்கை DNA (Recombinant DNA - rDNA) உருவாகிறது.
4. மறுசேர்க்கை DNA எ.கோலை, பேசில்லஸ் சப்டிலிஸ், ஸ்ட்ரெப்டோமைஸிஸ் சிற்றினம் போன்ற ஒம்புயிரி செல்களில் செலுத்தப்படுகிறது.
5. இதற்காக செல்லுலேஸ் என்ற நொதியை ஒம்புயிரி செல்களுடன் சேர்த்து பதப்படுத்தும்போது, அதன் செல்சுவர் மறுசேர்க்கை DNA-வை உள்வாங்கும் தன்மையைக் கொண்டதாக மாறுகிறது.

அயல் மறுசேர்க்கை DNA (Foreign DNA) -வின் கட்டளைகளை ஒம்புயிரி பாக்டீரியம் பின்பற்றுகிறது. இது தொடர்ந்து பகுப்படைந்து அயல் DNA அல்லது விரும்பிய ஜீன்களை பெருக்கமடைய செய்கிறது. குறுகிய காலகட்டத்தில், மறுசேர்க்கை DNA -களை கொண்ட பாக்டீரிய கூட்டமைவு உருவாகிறது. ஒவ்வொரு கூட்டமைவும் தனித்தனியே வளர்க்கப்படுவதால் மறுசேர்க்கை DNA பலமடங்கு பெருக்கமடைகிறது. இறுதியாக வடிவொத்த மறுசேர்க்கை DNA நகல்களை உடைய பல கூட்டமைவு பாக்டீரியங்கள் உருவாகின்றன. இம்முறை மூலக்கூறு நகல் பெருக்கம் (Molecular cloning) அல்லது ஜீன் நகல் பெருக்கம் எனப்படும்.

மனித இன்சலின் உற்பத்திக்கு காரணமான கணைய சுரப்பு செல்களின் ஜீனை, *எ.கோலையினுள்* நுழைப்பதன் மூலம், ஏற்புயிரி மனித இன்சலினை உற்பத்தி செய்கிறது. இவ்வாறு *எ.கோலை* பாக்டீரியா செல்கள் மனித இன்சலினை உற்பத்தி செய்கின்றன.

### தாவரங்களில் ஜீன் மாற்றம்

*அக்ரோபாக்டீரியம் டிப்யூமிஸ்பேசியன்ஸ்* ஒரு மம் வாழ் பாக்டீரியமாகும். இதில் புற்று நோய் போன்ற கட்டியைத் தூண்டும் Ti (Tumor inducing) பிளாஸ்மிட் உள்ளது. இம்பாக்டீரியம் பருத்தி, கத்தரி, சூரிய காந்தி மற்றும் தக்காளி போன்ற தாவரங்களினுள் சென்று மகுட கழலையை (Crown gall) ஏற்படுத்துகிறது. இது புற்று நோய் போல் வளருகிறது. விரும்பிய ஜீன்களை தாவரங்களில் புகுத்துவதற்கு *அக்ரோபாக்டீரிய* ரகங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. Ti பிளாஸ்மிடின் ஒரு பகுதியான T-DNA தாவர செல்லின் DNA-வுடன் இணைக்கப்படுகிறது. T-DNA-வுடன் சேர்த்து விரும்பிய ஜீன்களையும் தாவர செல்லினுள் செலுத்த முடிமம். அதே சமயம் Ti



படம் 4.2. தாவரங்களில் ஜீன் பரிமாற்றம்

பிளாஸ்மிடில் உள்ள புற்றுநோய்க்கான ஜீன் முன்பே மக்கம்பட்டு விடுவதால் தாவரத்தில் புற்று நோய் போன்ற வளர்ச்சி ஏற்படுவதில்லை. T-DNA புதிய ஜீனுடன் இணைத்து செலுத்தப்பட்டவுடன், இது தாவர செல் குரோமோசோமுடன் இணைந்து பெருக்கமடைகிறது. இந்த புதிய ஜீன் சேர்க்கை கொம்ட் தாவர செல்கள் திசு வளர்ப்பு முறையில் ஏராளமான சிறு தாவரங்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு, பின்னர் நிலத்தில் நடவு செய்யப்பட்டு வளர்க்கப்படுகின்றன. அம்போது தாவரத்தில் புதிதாக சேர்க்கப்பட்ட அயல் ஜீனின் பம்புகள் வெளிப்படுகின்றன.

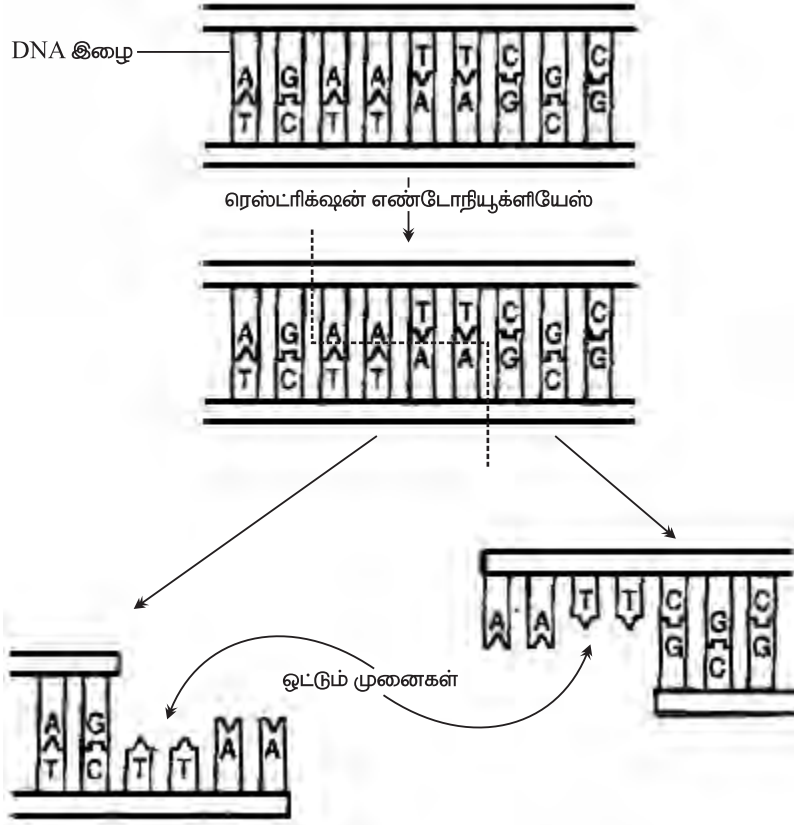
### **எவ்வாறு DNA தும்பிக்கம்படுகிறது?**

அனைத்து பாக்டீரியங்களும் ஏதாவது ஒரு வகை *ரெஸ்ட்ரிக்டிவ்* நொதியை உருவாக்குகின்றன. பாக்டீரியங்கள், வைரஸ்களின் தாக்குதலிலிருந்து தம்மை காத்து கொள்வதற்காகவே இந்த நொதிகள் உள்ளன. அதாவது வைரஸ் DNA-வை *ரெஸ்ட்ரிக்டிவ்* நொதியின் உதவிமீடன் சிதைத்து செயலிழக்க செய்து பாக்டீரியம் தன்னைக் காத்து கொள்கிறது. இது DNA மறுசேர்க்கை ஆய்வாளர்களுக்கு DNA-வைத் தும்புகளாக்கம் பயன்படுகிறது. *ரெஸ்ட்ரிக்டிவ்* நொதிகள் DNA இழையினை குறிப்பிட்ட இடங்களில் வெட்டுகின்றன. ECORI (*எஸ்ஸெரிசியா கோலை ரெஸ்ட்ரிக்டிவ் நொதி I*) என்ற *ரெஸ்ட்ரிக்டிவ்* நொதி மனித குடல் பாக்டீரியா *எஸ்ஸெரிசியா கோலையினால்* உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இந்நொதி கீழ் கம்டவாறு செயல்படுகிறது.

ஒட்டும் இரம்டு முனைகளை கொம்ட் இரம்டு DNA மூலக்கூறுகள் இசைவானபகுதிகள் உடைய முனைகளோடு ஒட்டிக் கொள்ளும் தன்மைமடையவை. இதே நொதியின் மூலம், நியூக்ளியோடைடுகளில் தேவையான வரிசை அமைப்பிற்கு ஏற்ப DNA தும்புகளை வெட்டி ஒட்டுவதற்கு இயலுகிறது.

### **ரெஸ்ட்ரிக்டிவ்-ன் எண்டோநியூக்ளியேஸின் செயல்பாடு**

இரம்டு வெவ்வேறு சிற்றினங்களின் DNA அல்லது இரு வேறு உயிரினங்களின் DNA ஆகிய எதுவானாலும், அவற்றை ஒட்டும் முனைகளோடு இணைத்து புதிய மறுசேர்க்கை DNA-வை உருவாக்க தற்போது இயலுகிறது. இதற்கு *லைகேஸ்* எனும் நொதி பயன்படுகிறது. அதாவது *லைகேஸ்* இரு DNA தும்புகளை இணைக்கம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 4.3. ரெஸ்ட்ரிக்ஷன் எண்டோநியூக்ளியேஸின் செயல்பாடு

ரெஸ்ட்ரிக்ஷன் எண்டோநியூக்ளியேஸ் எனும் நொதி DNA-வில் அதற்குத் தெரிந்த நியூக்ளியோடைடு வரிசையை அடையாளம் கண்டவுடன் DNA-வை அந்த இடத்தில் வெட்டிவிடும். அதேபோல் இரண்டு இழைகளிலும் ஒட்டும் முனைகளுக்கு தொடர்புடைய நியூக்ளியோடைடு வரிசைகளை அடையாளம் கண்டவுடன் *லிகேஸ்* எனும் நொதி அவற்றை ஒட்டி விடும். DNA எந்த உயிரினத்தைச் சார்ந்திருந்தாலும், ரெஸ்ட்ரிக்ஷன் மற்றும் லைகேஸ் நொதிகள் ஒரே மாதிரியாகவே செயல்படுகின்றன.

### மறுசேர்க்கை DNA-க்களின் பயன்கள்

கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் மறுசேர்க்கை DNA-க்களின் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட மருந்துகள் சில கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

**ஜீன் மாற்றத்தால் உருவாக்கியம் பொருட்கள்**

வ . எ ம்	பொருள்	பயன்கள்
1.	மனித வளர்ச்சி ஹார்மோன்	ஹைம்போயிட்யூடரிசம் காரணமாக வளர்ச்சி குன்றிய குழந்தைகளுக்கு வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கிறது.
2.	இன்டர்ஃபெரான்	செல்களுக்கு வைரஸ்களை எதிர்க்கும் திறனூட்டுகிறது.
3.	நோய் எதிர்ப்பு திறன் பெற்ற இரத்த வெள்ளையணுக்கள் (WBC) பெருக்கத் தைத் தூண்டுகிறது.	
4.	இன்சலின்	ம்ரிழிவு நோய்க்கு சிகிச்சை அளிக்க பயன்படுகிறது.
5.	ரெனின் தடுப்பான்கள்	இரத்த அழுத்தத்தைக் குறைக்கிறது.

**தன் மதிம்பீடு**

**I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.**

1. ரெஸ்ட்ரிக்ஷன் நொதி இவற்றால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.
  - அ. பாக்டீரியங்கள் மட்டும்
  - ஆ. ஈஸ்ட்டும் பாக்டீரியாவும்
  - இ. ம்கேரியோடிக் செல்கள்
  - ஈ. அனைத்து வகை செல்களும்
2. ஒவ்வொரு ரெஸ்ட்ரிக்ஷன் நொதும் DNA மூலக்கூறே இந்த இடத்தில் தும்பிக்கிறது.
  - அ. ஜீன்களின் முனைகளில்
  - ஆ. மீத்தையில் பகுதியில்
  - இ. நியூக்ளியோடைடு வரிசையில்
  - ஈ. DNA-வின் மையத்தில்

**II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.**

3. மறுசேர்க்கை DNA என்பதை வரையறு.
4. கலம்பு DNA-வை உருவாக்குவதில் ஈடுபடும் நொதிகள் யாவை?
5. ரெஸ்ட்ரிக்டிவ் என்டோநியூக்ளியேஸ் என்பது யாது?
6. உயிர் தொழில் நுட்பவியலில் எ.கோலையின் முக்கியத்துவம் யாது?
7. பாக்டீரியங்களில் ரெஸ்ட்ரிக்டிவ் நொதிகளின் பங்கு என்ன?
8. மூலக்கூறு ஓட்டுதல் (Splicing) என்றால் என்ன?

**III ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

9. குளோனிங் வெக்டார் என்றால் என்ன? அதன் முக்கியத்துவம் யாது?
10. ஜீன் குளோனிங்கை படம் வரைந்து விளக்குக
11. தாவரங்களில் ஜீன் இடம்பெயர்வில் அக்ரோபாக்டீரியத்தின் பங்கு என்ன?
12. DNA எவ்வாறு தும்பிக்கம்படுகிறது?

**IV ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 200 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

13. DNA மறுசேர்க்கை நுட்பவியல் பற்றி ஒரு கட்டுரை எழுதுக.

## 4.2. அயல் ஜீனம் பெற்ற தாவரங்கள் (Transgenic plants)

### அயல் ஜீனம் புகுத்துதல்

மரபும் பொறியியல் மூலமாக மாற்றியமைக்கப்பட வேண்டிய தாவரசெல்களில் அயல் ஜீனம் புகுத்துவதற்கு *அக்ரோபாக்டீரியம்* எனும் பாக்டீரியம் முதன்மையாகப் பயன்படுகிறது. அதாவது வேறொரு உயிரினத்தின் ஜீனம், தாவரத்திற்குள் இந்த பாக்டீரியத்தின் துணைமடன் நுழைத்துவிடலாம். இரும்பினும் இந்த பாக்டீரியம் குறிப்பிட்ட ஓம்புயிர் குறிப்புச் சார்பினைப் பெற்றிருப்பதால், அது ஒரு சில தாவரங்களை மட்டுமே தாக்கி, செல்களில் புகமுடிமம். பிறவற்றைத் தாக்கிட இயலாது. எனவே, அயல் DNA-வை அதாவது ஜீனம் தாவரசெல்களில் நுழைப்பதற்கு வேறு செயல்முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. செல்களினுள் அயல் DNA-வை நுழைப்பதற்கு மின் துளையாக்கம், நேரடியாக செலுத்துதல் அல்லது பையோலிஸ்டிக் எனப்படும் வழிமுறைகள் உள்ளன.

மின் துளையாக்கம் (Electroporation) என்பது செல் சவ்வில் மின் புலத்தை (Electric field) ஏற்படுத்தி தற்காலிகமாக துளைகளைத் தோற்றுவிக்கும் முறையாகும். அயல் மூலக்கூறுகளான DNA, RNA, ஆன்டிபாடிகள் மற்றும் மருந்துகள் முதலியவை சைட்டோபிளாசுத்திற்கு செல்ல இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட செல்சவ்வுத் துளைகள் அனுமதிக்கின்றன. இந்த வகையான தொழில் நுட்பம், உயிர் இயற்பியல், உயிர் பொறியியல், செல் மற்றும் மூலக்கூறு உயிரியல் ஆகிய அறிவியல் துறைகளின் பங்கேற்பினால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தச் செயல்முறை அம்மைக்காலமாக அயல் ஜீனம் புகுத்தி நும்ணுயிரிகள், தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளை உருவாக்குவதிலும், ஜீன் சிகிச்சை முறையிலும் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நேரடியாகத் துளைச் செலுத்தும் முறை அல்லது ஜீனும்பாக்கி முறையின் மூலம் மிக நும்ணியதுகளின் மீது DNA-வை வைத்து குறிப்பிட்ட திசு அல்லது செல்லில் மிகுந்த விசைமடன் தும்பாக்கியை இயக்கி வெகுவேகமாகக் கும்டை செலுத்துவது போல நேரடியாகச் செலுத்தலாம். பல பாக்டீரியங்கள், பூஞ்சைகள், தாவரங்கள் மற்றும் பாலூட்டி சிற்றினங்களின் செல்களில் புதிய ஜீன்களை நுழைத்திட இந்த வழிமுறை அதிக அளவில் பின்பற்றப்படுகிறது. குறிப்பாக, அரிசி, மக்காச்சோளம், கோதுமை, பருத்தி மற்றும் சோயாமொச்சை முதலிய பல தாவரங்களில் அயல் ஜீனம் புகுத்திட மரபும் பொறியியலில் பின்பற்றப்படும் செயல்முறைகளில் இது முக்கியமானதாகும்.

### அயல் ஜீனம் பெற்ற தாவரங்கள்

அம்மைக் காலங்களில், மரபும் பொறியியல் மூலம், ஐம்பதிற்கும் அதிகமான தாவரசிற்றினங்களில் அயல் ஜீன்களைப் புகுத்தி அவை புதிய பம்புகளுடன் விளங்குமாறு உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஓம்புயிரித் தாவரசெல்லின் DNA-வில் அயல் ஜீனம் சேர்ப்பதன் மூலம், பூச்சிகள், வைரஸ்கள் மற்றும் களைக் கொல்லிகள் ஆகியவற்றிற்கு எதிராக இத்தாவரம் எதிர்ம்புத் தன்மையைப் பெறுகிறது. தொடக்கத்தில் அதிக எம்ணிக்கையில் இருவித்திலைத் தாவரங்களில் இத்தகைய அயல் ஜீன் நுழைக்கப்பட்ட தாவரங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. அம்மைக் காலங்களில்,

ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களான கோதுமை, சோளம், நெல் மற்றும் ஓட்ஸ் ஆகியவைமம், இந்த முறையில் ஜீன் இடம்பெயர்வு முறைக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. உணவுத் தொழிற்சாலைகளுக்கு உகந்த வகையில் அயல் ஜீன் புகுத்தப்பட்ட தாவரங்களும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. எ.கா. தக்காளி, கனியாகம்பழுத்தலைத் தாமதம் செய்தல். இதனால் தக்காளியைப் பல நாட்கள் கெடாமல் சேமித்து வைக்க இயலும்.

ஜீன் மருந்தாக்கவியலில், சிறம்புத்தன்மை வாய்ந்த வேதிம்பொருட்கள் மற்றும் மருந்தும் பொருட்களை உற்பத்தி செய்யும் உயிர்க்கலன்களாக (Bioreactors) அல்லது தொழிற்சாலைகளாக அயல் ஜீனைம் பெற்ற தாவரங்கள் பல்வேறு நிறுவனங்களால் பயன்படுத்தும் படுகின்றன. மனிதம் புரதங்கள், அதாவது ஹார்மோன்களை விதைகளில் உற்பத்தி செய்யும் விதத்தில் மரபும் பொறியியல் மூலமாக தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, எலிக்காது அல்லி இதழ் தாவரம் (Mouse eared cress) என்ற களைத்தாவரமானது, உயிரிகளால் இயற்கையில் சிதைவறும் பிளாஸ்டிக்கை அதாவது பாலிஹைட்ராக்சி பியூரேட்-PHB திசுக்களில் துகள்களாக உற்பத்தி செய்யும் விதத்தில், மரபும் பொறியியல் வாயிலாக உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

### அயல் ஜீனைம் பெற்ற இருவித்திலைத் தாவரங்கள்

- |                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. நிக்கோட்டியானா டொபாக்கம் | 4. ஹீலியாந்தஸ் ஆனுவுஸ்     |
| 2. பீட்டா வல்காரிஸ்         | 5. சொலானம் டூபேராசம்       |
| 3. கிளைசின் மாக்கஸ்         | 6. காசிம்பியம் ஹிரிஞ்சுடம் |

### அயல் ஜீனைம் பெற்ற ஒருவித்திலைத் தாவரங்கள்

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| 1. அஸ்பாரகஸ் சிற்றினம் | 3. சியா மெய்ஸ்  |
| 2. ஒரைசா சடைவா         | 4. அவினா சடைவா. |

### அயல் ஜீனைம் பெற்ற தாவரங்களில் களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத்தன்மை

சாதாரண சூழ்நிலைகளில், தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கை அல்லது முக்கியமான அமினோ அமிலங்கள் உற்பத்தியாவதைக் களைக்கொல்லிகள் பாதிக்கின்றன. களைக்கொல்லிகளை வயல் வெளிகளில் பயன்படுத்தும்போது களைச்செடிகளை அவை அழிப்பதோடு, சாகுபடி செய்யப்படும் பயிர்களைமம் பாதிக்கின்றன. இவ்வாறு பயிர்களைக் களைக்கொல்லிகளின் பாதிப்பிலிருந்து பாதுகாத்திட அறிவியலாளர்கள் தீவிர ஆய்வுக்கும் பின்னர் *எப்ட்ரெம்டோமைஸ் ஹைக்ரோஸ்கோபிகஸ்* எனும் பாக்டீரியத்திலிருந்து குறிப்பிட்ட ஒருவகை நொதி உற்பத்திக்குக் காரணமான ஜீனைம் பிரித்தெடுத்தனர். இந்த ஜீனால் உருவாகும் நொதியானது, பாஸ்டா (BASTA) எனப்படும் களைக்கொல்லியை செயலிழக்கச் செய்கிறது. பின்னர் இந்த ஜீனை இணைத்து தாவரங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. அயல் ஜீனைம் பெற்ற இந்த தாவரங்கள் களைக்கொல்லியினால் பாதிக்கப்படவில்லை. பாஸ்டா களைக்கொல்லியின் பாதிப்பிலிருந்து, சாகுபடிப் பயிர்களைப் பாதுகாத்திட



இந்த ஜீன் பயனுள்ளது, திறன்படைத்தது என நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. தற்போது தாவர ஜீனோம்களை மரபியல் ரீதியாக மாற்றியமைத்து குறிப்பிட்ட களைக்கொல்லிகளை எதிர்த்து வளரும் திறன்பெற்ற தாவரம்பயிர்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

### **சேதம் விளைவிக்கும் பூச்சிகள் மற்றும் நுண்ணுயிர் நோய்களுக்கு எதிரான மேம்படுத்தப்பட்ட எதிர்ப்புத்தன்மை.**

*பேசில்லஸ் தூரிஞ்சியன்சிஸ்* (Bt<sub>2</sub>) என்ற பாக்டீரியத்திலிருந்து ஜீன்கள், தக்காளி மற்றும் பருத்தியில் நுழைக்கப்பட்டு வயல்வெளியில் ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது. சேதம் விளைவிக்கும் பலவகையான உயிரிகளுக்கு எதிராகப் புதிய ஜீனம் பெற்ற இந்தத் தாவரங்கள் வளர்வது தெரியவந்துள்ளது. கடந்த 20 ஆண்டுகளாக இந்த பாக்டீரியத்தின் ஸ்போர்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு, அவை உயிரிபூச்சிக் கொல்லிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தாவரங்களை அழிக்கும் பூச்சிகளைக் கொல்லும் திறன் இந்த பாக்டீரியத்தில் உள்ள *டெல்டா எம்டோடாக்சின்கள்* எனப்படும் நச்சுப் புரதத்தினால் ஏற்படுகிறது. *பேசில்லஸ் தூரிஞ்சியன்சிஸ்* என்னும் பாக்டீரியத்திலிருந்து நச்சுத்தன்மைப் புரதத்தை உருவாக்கும் Bt<sub>2</sub> என்ற ஜீன் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, *அக்ரோபாக்டீரியம்* எனும் பாக்டீரியத்திற்கு மாற்றப்படுகிறது. *அக்ரோபாக்டீரியம்* இல் உள்ள Ti பிளாஸ்மிடுகள் வழியாக இந்த ஜீன் புகையிலை, பருத்தி மற்றும் தக்காளித் தாவரங்களுக்கு மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு அயல் ஜீனம் பெற்ற புகையிலைத் தாவரங்கள் *மாம்ட்க்டா செக்ஸ்டா* (*Manducta sexta*) என்ற பூச்சியின் தாக்குதலுக்கு எதிரான தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. இந்தியாவின் முக்கியம் பணம்பயிரான பருத்தி, அதைத் தாக்கி சேதப்படுத்தும் பூச்சியினங்களுக்கு எதிரான திறனைப் பெறும் விதத்தில், அதில் Bt நஞ்சும்பொருளை உற்பத்தி செய்யக்காரணமாக உள்ள ஜீனம் அறிமுகப்படுத்தும் தொழில்நுட்பத்தை அமெரிக்காவிலிருந்து இந்தியா பெற்றுள்ளது. பூச்சிக் கொல்லிகள், பூஞ்சைக் கொல்லிகள் மற்றும் இதர நோய்விடுக்கொல்லிகள் ஆகிய பொருட்களை பயிர்பாதுகாப்பில் அதிக அளவில் பயன்படுத்தும்போது அவை சந்தேகத்துக்கிடமின்றி சுற்றுப்புறச் சூழலை வெகுவாகப் பாதிக்கின்றன. எனவே, இதைத் தவிர்க்க, நோய்களை உட்காக்கும் உயிரிகளைக் கட்டும்படுத்த, பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளைப் பயன்படுத்திடாமல் மரபியல் முறையில் கட்டும்படுத்துவது அவசியமாகிறது. தாவர ஜீன்களை இடம்பெயர்வு செய்து அமைப்பது சூழ்நிலைக்கு உகந்த ஒரு முயற்சி என்பதோடு இதுவே சுற்றுச்சூழல் கெடாமல் இரும்பதற்கான வழிமுறையாகும்.

எம்னெய் உற்பத்தி செய்யும் சோயாபீன்ஸ் தாவரமானது இயற்கையில், உயிரிகளால் சிதைக்கவல்ல, பல வகையான தொழிற்சாலையில் பயன்படுத்தப்படும் உயவுப்பொருட்கள், அழகுசாதனம் பொருட்கள் மற்றும் அழுக்கும்க்கிகள் ஆகியவற்றை உற்பத்தி செய்யும் விதத்தில் மரபும்பொருளை நுழைத்து உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. மனித உடலில் உற்பத்தியாகும் ஆன்டிபாடி எனும் எதிர் பொருட்கள் உட்பட பல புதிய பொருட்களை தாவரங்கள் மூலமாக உருவாக்கிட, வழிகாணும் வகையில் உயிர்தொழில் நுட்பவியலில் ஒரு புதிய பகுதி துவக்கப்பட்டுள்ளது.

### மரபும் பொருட்களை இடம் மாற்றி அமைப்பதன் பயன்கள்

- ஜீன்களை விரும்பியவாறு இடம் மாற்றி அமைப்பதன் மூலம், பூச்சிக்கொல்லிப் பம்புகளுடைய தாவரங்களை உருவாக்க இயலும், இதன் மூலம் சாகுபடி செய்யப்படும் பயிர்களுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் வேதிபூச்சிக் கொல்லிகளின் அளவு குறைமம்.
- தாவரங்கள், பயனுள்ள சேமிப்பும் புரதங்கள், வைட்டமின்கள் மற்றும் அமினோஅமிலங்கள் ஆகியவற்றை உற்பத்திசெய்ய இயலும். தாவரங்கள், ஊட்டச்சத்துக்காகம் பயன்படாத புரதங்களை உற்பத்தி செய்வதைத் தடைசெய்வதற்கும் ஜீன் இடம் மாற்றம் உதவுகிறது.
- வணிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த இரம்டாம் நிலை வளர்சிதைமாற்றம் பொருட்களை அதிக அளவில் தாவரங்கள் உற்பத்தி செய்ய இயலும்.
- தக்காளி போன்ற சில தாவர விளைபொருட்களை நெடுந்தொலைவான பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்லும் போது, ஏறக்குறைய சிலசமயங்களில் 80 சதவீதம் வரை இழம்பு ஏற்படுகிறது. பொதுவாக, உறுதியற்ற, மென்மையான காய்கறிகளை அடைக்கும் போது, அவை நசுக்கப்படுவதால் ஏற்படும் சிதைவு அதாவது கீறல்கள், காயங்கள், சாதகமற்ற வெம்பநிலை போன்றவற்றால் சேதமுறுகின்றன. இதனால் உயிர்செயல்பாடுகளில் பல வகையான மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு இழம்பு ஏற்படுகிறது. தக்காளியில் காயானது முற்றிக் கனியாகும்போது, *பாலிகேலக்ட்ரோனேஸ்* என்ற நொதி, செல்கவர் பொருட்களைச் சிதைத்து, மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவதால் கனியானது மென்மைத்தன்மையைப் பெறுகிறது. இந்நிலையில், அவற்றைக் கையாளும் போது பலவகைகளில் சேதமுறுகின்றன. எனவே, *பாலிகேலக்ட்ரோனேஸ்* நொதியின் செயல்பாட்டை தடைசெய்மம் உணர்தடை ஜீன்களைம் (Antisense genes) பயன்படுத்தி அந்த நொதியின் செயல்பாடு தடைசெய்யப்படுகிறது. இதனால் தக்காளிக் காயானது பழுப்பது தாமதப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு வளர்வடங்கிய, பசுமையாக, திடமாக, உறுதியாக உள்ள நிலையில் தக்காளியை நெடுந்தூரத்திற்கு எடுத்துச் சென்றாலும் சேதம் ஏற்படுவதில்லை. உணர்தடை RNA (Antisense RNA) என்பது காயானது கனியாகப்பழம்பதற்குக் காரணமான நொதிகளின் செயல்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்தும் RNA மூலக்கூறுகளாகும்.
- மலர்கள், இலைகளின் நிறம், அதிக மலர்களைத் தோற்றுவித்தல், வாசனை மற்றும் அழகியவடிவம் ஆகியவற்றை அயல் ஜீனைம் புகுத்துவதன் மூலம் மேம்படுத்துவது தற்சமயம் அலங்காரத் தொழில் நிறுவனங்களின் முக்கிய இலக்குகளாகக் கருதப்படுகின்றன.

### அயல் ஜீனைம் பெற்ற நும்ணுயிரிகள்

இயற்கையில் நும்ணுயிரிகளால் உற்பத்திசெய்யப்படாத இன்சலின், இன்டர்ஃபெரான், வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் மற்றும் வைரஸ் தடும்பூசிம் பொருட்கள் ஆகியவற்றை நும்ணுயிரிகளே உற்பத்தி செய்மம் வகையில் அவை மரபும் பொறியியல் முறையில் மாற்றியமைக்கப்பட்டுள்ளன.

மரபும் பொருளை இடம் மாற்றி உருவாக்கப்பட்ட பாக்டீரியங்களின் பயன்கள்

ஆனந்த் மோகன் சக்ரவர்த்தி என்ற அமெரிக்கவாழ் இந்திய அறிவியலறிஞர் முதன் முதலாக 1979-ல் *சூடோமோனாஸ் பூட்டா* (*Pseudomonas putida*) என்ற பாக்டீரிய ரகத்தை உருவாக்கினார். இதில் CAM மற்றும் OCT என்ற இரு பகுதிகளை இணைத்து உருவாக்கிய கலம்பின பிளாஸ்மிட் உள்ளது (CAM மற்றும் OCT ஆகியவை எம்னெயிலுள்ள கேம்ஃபர் (Camphor) மற்றும் ஆக்டேன் (Octane) போன்ற ஹைட்ரோகார்பன்களை சிதைப்பதற்குக் காரணமான ஜீன்களைக் கொண்டுள்ள பிளாஸ்மிடுகள் ஆகும்). இந்த பிளாஸ்மிட் கொட்ட பாக்டீரிய ரகம் சுத்திகரிப்பு செய்யப்படாத கச்சா எம்னெயில் உள்ள ஹைட்ரோகார்பன்களைத் திறம்பட பயன்படுத்தி துரிதமாக வளரும் தன்மைமடையது. அசகாயம் பூச்சி (Super bug) என அழைக்கப்படும் இந்த பாக்டீரிய ரகமானது ஆய்வகத்தில் அதிக அளவில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு வைக்கோலுடன் கலந்து பின்பு உலர்த்தப்படுகிறது. இந்த வைக்கோலினை வழுவழும்பான எம்னெயின் மீது பரம்பப்படுகிறது. இந்த வைக்கோல், எம்னெயில் மூழ்கும்போது இம்பாக்டீரியங்கள் எம்னெயைம் பயன்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு எம்னெயைச் சிதைத்து மாசுவிளைவிக்காத மற்றும் நச்சுத்தன்மையற்றம் பொருட்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இம்முறையில் எம்னெயினால் மாசுபடும் நிலம் மற்றும் ம்ரானது சரிசெய்யப்படுவதால், இந்நிகழ்வானது உயிரிய சீரமைப்பாக்கம் அல்லது உயிரிகளால் சீரமைக்கப்படுதல் (Bio-remediation) என அழைக்கப்படுகிறது. சுற்றுசூழ்நிலையில் உள்ள நச்சும் பொருட்களைச் சிதைப்பதிலும், மாசுபடுதலைத் தடுப்பதிலும் உயிருள்ள நும்ணுயிர்களை ஈடுபடுத்தப்படுவது உயிரிகளால் சீரமைக்கப்படுதல் எனப்படும். மாசுபடுத்தும் பொருட்களால் பாதிக்கப்பட்ட இடங்கள் மீட்டும் பழைய நிலைக்கு கொண்டு வரப்படுவதோடு எதிர்காலத்தில் அவற்றில் மாசுபடுதல் நிகழாமலும் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

**ஜீன் இடம் மாற்றியமைக்கப்பட்ட நும்ணுயிரிகளை சுற்றும்புறச் சூழலில் வெளிவிடுவதால் ஏற்படும் நன்மைகள்**

- சுற்றும்புறத்தினை பாதுகாத்தல் மாசுற்ற சுற்றுச் சூழலை உயிரிகளால் சீராக்குதல்.
- உணவுத் தொழிற்சாலைக்குத் தேவையான பல்வேறு நொதிகளை நும்ணுயிரிகள் மூலம் உற்பத்தி செய்தல்.
- நொதித்தலை மேம்பட்ட முறையில் நிகழ்த்தும் திறன் கொட்ட நும்ணுயிர்களை உருவாக்குதல்.
- பால் தொழிற்சாலைக்காக மேம்படுத்தப்பட்ட நும்ணுயிரிகளை உருவாக்குதல்.
- உடல்நலத்தினைப் பேணிக்காக்க, (Attenuated vaccines) நோய்மீட்டுபம்ணும் திறன் மிக்கப்பட்ட உயிருள்ள நும்ணுயிரிகளை தடும்பூசிகளாகம் பயன்படுத்துதல்.
- தாவரங்களில் ஊட்டமுறையினை மேம்படுத்துதல், தீமை விளைவிக்கும் தீங்குயிரிகளைக்கட்டும்படுத்த பாதுகாம்பான தீங்குயிர்க்கொல்லிகளை உருவாக்குதல், தாவரங்களை, மிகக்கடுமையான தட்ப வெம்ப சூழ்நிலைகளின் பாதிப்பிலிருந்து பாதுகாத்தல், கட்டிகள், நோய்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து தாவரங்களைப் பாதுகாத்தல் எனம் பலவகைகளிலும் நும்ணுயிர்களால் பயன்கள் ஏற்படுகின்றன.

## தன் மதிம்பீடு

### I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

1. அயல் ஜீனை செல்லினுள் அறிமுகம்படுத்த பயன்படுத்தப்படும் முறை.  
 (அ) மின்னாற்பகும்பு (ஆ) மின்துளையாக்கம்  
 (இ) பிளாஸ்மிட் செலுத்தம்படுதல் (ஈ) இணைதல்
2. ஏறக்குறைய இன்றைய நிலையில் காணப்படும் அயல் ஜீனைம் பெற்ற தாவரங்களின் எண்ணிக்கை.  
 (அ) ஆறு (ஆ) இரண்டு (இ) பன்னிரெண்டு (ஈ) ஐம்பது
3. பூச்சிகளைக் கொல்லும் நச்சுத் தன்மைமடைய டெல்டா எம்டோடாக்சின் புரதத்தினை உற்பத்தி செய்வது  
 (அ) எஸ்ஸெரிசியா கோலை (ஆ) என்டெரம்டோமைசின்கிரிசியஸ்  
 (இ) பேசில்லஸ் துரிஞ்சியன்சினஸ் (ஈ) பேசில்லஸ் லாக்டி
4. ஜீன் இடம்மாற்றியமைக்கப்பட்ட சூடோமோனாஸ் பூடிடா \_\_\_\_\_ஐ சிதைக்கிறது.  
 (அ) ஹார்மோன் (ஆ) உயிர் எதிர்பொருள்  
 (இ) கச்சா எண்ணெய் (ஈ) கார்போஹைட்ரேட்

### II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.

5. உயிரியூச்சிக்கொல்லி என்பதை வரையறு.
6. அயல் ஜீனைம்பெற்ற தாவரங்கள் என்பதை வரையறு.
7. அக்ரோபாக்டீரியம் டிமிபேசியன்சினின் முக்கியத்துவம் யாது?
8. ஜீன்தும்பாக்கி முறையில் DNA-வை செலுத்துதல் என்றால் என்ன?
9. அயல் ஜீன்பெற்ற இருவித்திலைத் தாவரங்கள் இரம்டினை எழுதுக.

### III. ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.

10. உணவுத் தொழிற்சாலைகளில் அயல் ஜீனைம் பெற்ற தாவரங்களின் பங்கு என்ன?
11. அயல் ஜீனைம் பெற்ற தாவரங்களின் களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத்திறன் பற்றி சுருக்கமாக எழுதுக.
12. தாவரங்களில் அயல் ஜீன்கள் எவ்வாறு புகுத்தப்படுகின்றன?

### IV. ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 200 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.

13. பயிர்ம் பாதுகாம்பில் பூச்சிகளுக்கெதிராக Bt நச்சுமப்பொருளின் பங்கு என்ன? உயிர்ம் பூச்சிக் கொல்லிகளின் செயல்பாட்டினை விவரி.
14. அயல் ஜீனைம் பெற்ற தாவரங்களைப் பற்றி கட்டுரை எழுதுக.

### 4.3 தாவரத் திசு வளர்ம்பும் அதன் பயன்பாடும்

#### தாவரத் திசு வளர்ம்பு

தாவர செல்கள், திசுக்கள் மற்றும் உறுப்புகளை செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்பட்ட வளர்ம்பு ஊடகத்தில், கட்டும்படுத்தப்பட்ட சூழலில், வளர்ம்பதே தாவரத் திசு வளர்ம்பு எனப்படும். தாவர உயிர்தொழில் நுட்பவியலில் தாவர திசு வளர்ம்பு முறை மிகமுக்கியமான முன்னுரிமை பெறும் அறிவியல் துறையாக விளங்குகிறது.

#### அடிம்படைக்கருத்து

தாவர திசு வளர்ம்பின் அடிம்படைக் கருத்தாக இரும்பது முழுத்திறன் பெற்றுள்ளமை, (Totipotency), வேறுபாடடைதல் (Differentiation), வேறுபாடு திரிதல் (Dedifferentiation) மற்றும் மறு வேறுபாடு அடைதல் (Redifferentiation) ஆகும்.

#### முழுத்திறன் பெற்றுள்ளமை

உயிருள்ள எந்த ஒரு தாவர செல்லும் முழுத் தாவரமாக வளர்ச்சி பெறுவதற்காக, இயற்கையாக அமைந்த திறனே முழுத்திறன் பெற்றுள்ளமை எனப்படும். இது தாவர செல்களுக்கு மட்டுமே உரித்தான ஒன்றாகும்.

#### வேறுபாடடைதல்

ஆக்குத்திசுவானது தனித்திசுவாகவோ அல்லது கூட்டுத் திசுக்களாகவோ வேறுபாடு அடைவதாகும்.

#### வேறுபாடு திரிதல்

முதிர்ந்த திசுக்கள் மீட்டும் ஆக்குத்திசுக்களாக மாறி காலஸ் திசுவாக வளர்ச்சியடைவது வேறுபாடு திரிதல் எனப்படும்.

#### மறு வேறுபாடு அடைதல்

வேறுபாடு அடையாத ஒத்த செல் தொகும்பான காலஸ் திசு தம்மு மற்றும் வேர் அல்லது கருநிகர் திசுவாக வளர்ச்சியடைவதாகும்.

#### தாவர திசு வளர்ம்புமுறையின் தோற்றமும் வளர்ச்சிமும்

ஜெர்மன் நாட்டைச்சார்ந்த தாவரவியல் அறிஞர் G. ஹெபர்லேம்ட் என்பவர் வெவ்வேறு திசுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுத்த தனித்தனியான தாவர செல்களை வெற்றிகரமாக வளர்த்த 1898 ஆம் ஆம்இலிருந்து தாவரத்திசு வளர்ம்பு முறை நடைமுறையில் உள்ளது. ஆயினும் தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்கு படுத்திகளான

ஆக்சின்கள், விட்டமின்கள் கம்புபிடிக்கப்பட்டதன் காரணமாக காத்திரெட், ஓயிட் மற்றும் நோம்கோர்ட் என்ற அறிவியலாளர்கள் 1934-லிருந்து 1939 கால இடைவெளியில், திசு வளர்ப்பு செயல் நுட்பத்திற்கு அடிதளமிட்டனர்.

1940-லிருந்து 1960-க்குட்பட்ட இருபது ஆண்டுகளில், சைடோகைனின் எனும் வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்தி கம்ட்றியம்பட்டு, செல்பகுப்பு மற்றும் செல்கள் மாறுபாடு அடைதல், அவற்றின் விளைவுகள் ஆகியனவும் கம்ட்றியம்பட்டன.

செயற்கைமுறையில் ஆய்வகத்தில் தாவர செல்கள், திசுக்கள் மற்றும் உறுப்புகளை வளர்க்கும் முறையானது 1960-க்கும் பிறகு செம்மையாக உருவாக்கப்பட்டது. இத்துறையில் இந்தியாவின் டெல்லி பல்கலைக்கழக தாவரவியல் நிபுணர் பேராசிரியர். P. மகேஸ்வரி மற்றும் பேராசிரியர். S. நாராயணசுவாமி ஆகியோர்களால் 1960 ஆம் ஆண்டு தொடக்கத்தில், இத்துறையில் ஆய்வுகள் பல தொடங்கப்பட்டன. தொடர் நிகழ்வாக பலவகை தாவரம் பகுதிகளுக்கு உகந்த வளர் ஊடகங்களும், தொழில் நுட்பங்களும் உருவாக்கப்பட்டு, இம்பொழுது தாவர மேம்பாடு திட்டங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

## தாவரத் திசு வளர்ப்பின் அடிப்படை செயல்நுட்பங்கள்

### 1. வளர்ப்புக் கலன்கள்

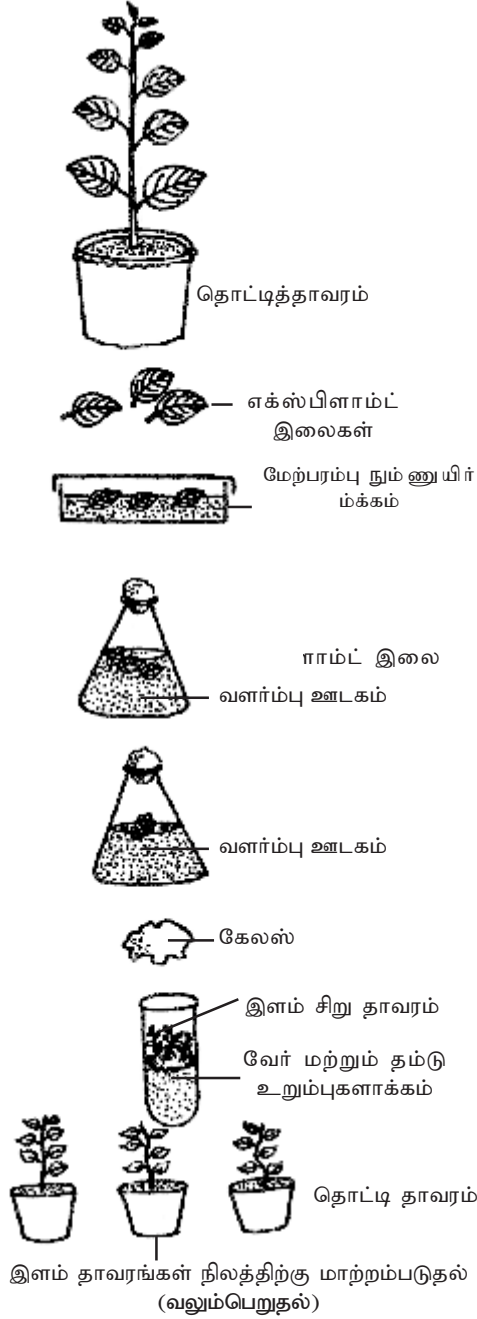
தாவர திசு வளர்ப்பு முறைக்கு எர்லின்மேயற் குடுவை (கூம்புக் குடுவை), பெட்ரி தட்டுகள் (Petridishes), வளர்ப்பு குழாய்கள் (25 × 150 mm) முதலியவை பயன்படுகின்றன.

### 2. வளர்ப்பு ஊடகம்

முராஷிகி மற்றும் ஸ்கூக் வளர்ப்பு ஊடகம் (MS வளர்ப்பு ஊடகம்), கேம்பார்க் வளர்ப்பு ஊடகம் (B5 வளர்ப்பு ஊடகம்), ஓயிட் வளர்ப்பு ஊடகம் (W வளர்ப்பு ஊடகம்), நிட்ச் வளர்ப்பு ஊடகம் முதலிய வளர்ப்பு ஊடகங்கள் தாவர திசு வளர்ப்பில் பயன்படுத்தும் படுகின்றன. வளர்ப்பு ஊடகத்தை வளர்ப்புக்குழலில் எடுத்துக்கொண்டு, அதன் வாய்ப்பகுதியை பஞ்சினாலான அடைப்பான் அல்லது மெல்லிய அலுமினியத் தாளினால் மூடவேண்டும். ஊடகத்தின் P<sup>H</sup> ஆனது அமிலத் தன்மையில் உள்ளவாறு 5.8-க்குச் சரிசெய்யப்பட வேண்டும்.

### 3. நுண்ணுயிர் மக்கம் செய்தல்

வளர்ப்பு ஊடகம் மற்றும் தாவர திசுக்களில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளான பாக்டீரியங்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள் ஆகியவற்றை மக்கம் பின்பற்றப்படும் செயல்முறை நுண்ணுயிர் மக்கம் எனப்படும். வளர்ப்பு ஊடகம் மற்றும் தாவர திசுக்களை நுண்ணுயிர் மக்கம் செய்வது அவசியமாகிறது. வளர்ப்பு ஊடகத்தினை நுண்ணுயிர் மக்கம் செய்ய ஆட்டோகிளேவில் (Autoclave), (வீட்டில் உணவு சமைக்கம் பயன்படுத்தப்படும் அழுத்த சமைப்பான் Pressure cooker போன்ற சாதனம்) சுமார் 15 நிமிடங்கள் தொடர்ந்து 121°C வெப்பநிலையில் இருக்குமாறு வைக்க வேண்டும். தாவர திசுவின் அதாவது இனாக்குலத்தின் மேற்பரப்பு நுண்ணுயிர் மக்கம் செய்ய வேண்டும்.



படம் 4.4 தாவரத் திசு வளர்ம்பின் செயல் நுட்பம்

## வேதி நும்ணுயிர் மக்கம்

இனாக்குலத்தினை சோடியம் ஹைபோகுளோரைடு, கால்சியம் ஹைபோகுளோரைடு, மொர்க்குரி குளோரைடு போன்ற ஏதேனும் ஒரு வேதிம்பொருளைப் பயன்படுத்தி 15-லிருந்து 20 நிமிடநேரம் நேர்த்தி செய்த பின்னர் தூய மீரில் 3 முதல் 5 முறை தொடர்ந்து கழுவுவெய்டும்.

## 4. உட்செலுத்துதல்

வளர்ம்பு ஊடகத்திற்கு, தாவரத்தின் திசு அல்லது தாவரம் பகுதியாகிய எக்ஸ்பிளாண்டை அதாவது வேர், தண்டு, இலை முதலியவை போன்றவற்றை வளர்ம்பு ஊடகத்திற்கு செலுத்துவது உட்செலுத்துதல் எனப்படும். லாமினார் காற்றோட்ட அறை (Laminar air flow chamber) என்ற சாதனத்தில் தூய்மையான சூழலில் உட்செலுத்துதல் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. கம்ணாடி வளர்ம்புக்குழல், பெட்ரிதட்டு, கூம்புக்குடுவை போன்ற வற்றில் உள்ள வளர்ம்பு ஊடகத்தில், தாவரம்பொருட்களை உட்செலுத்துவதற்கு தீ சுவாலையில் காய்ச்சம் பட்டு குளிர்விக்கப்பட்ட இடுக்கிகள், உட்செலுத்து ஊசிகள் முதலியவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

## 5. அடைகாத்தல்

திசுவுடன் கூடிய வளர்ம்பு ஊடகம்  $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  வெம்பநிலையில் 2000 முதல் 4000 லக்ஸ் (ஒளிச் செறிவின் அலகு) ஒளிச்செறிவிலும், 16 மணி நேரம் ஒளி, 8 மணி நேரம் இருள் என்ற ஒளிக்காலத்திலும் வைக்கப்படுகிறது.

## 6. கேலஸ் அல்லது திசுத்திரள் உருவாதலை ஊக்குவித்தல்

ஆக்ஸின் மற்றும் சைட்டோகைனின்களின் செயல்பாட்டினால் தாவரத்தும்புத் திசுவிருந்து காலஸ் தோன்றுகிறது. காலஸ் என்பது ஒழுங்கற்ற, வேறுபாடு அடையாத திசுத்திரளாகும். ஆக்ஸின் செல் மீட்சியடைதலைமீ, சைட்டோகைனின் செல் புகும்படைதலைமீ தூம்படுவதன் விளைவாக காலஸ் உருவாகிறது.

## 7. புறத்தோற்றமாக்கம்

ஆக்ஸின் மற்றும் சைட்டோகைனின் தூம்படுதலால் கேலஸிலிருந்து புதிய உறும்புகள் தோற்றுவிக்கம்படுகின்றன. இது புறத்தோற்றமாக்கம் எனம்படும். கேலஸ் திசு வேறுபாடடைந்து, வேர்கள் மற்றும் தம்புகள் தோன்றுகின்றன. இத்தகைய உறும்புகளைக் கொம்பட கருக்கள் உடல கருக்கள் எனம்படும். இவற்றிலிருந்து, மிகச்சிறிய இளந் தாவரங்கள் தோன்றுகின்றன.

புறத்தோற்ற உருவாக்கம் இருவகைம்படும்.

### அ. உறும்புகளாக்கம்

புதிய உறும்புகளான வேர் மற்றும் தம்பு முதலியவை தோன்றுவதே உறும்புகளாக்கம் எனம்படும். கேலஸிலிருந்து தம்பு தோன்றுவது காலோஜெனிசிஸ் எனவும், வேர் தோன்றுவது ரைசோஜெனிசிஸ் எனவும் அழைக்கம்படும்.

### ஆ. கருஉருவாக்கம்

கேலஸிலிருந்து தம்பு மற்றும் வேரை உடைய இரு துருவ அமைம்பு தோன்றுவது கரு உருவாக்கம் எனம்படும். இத்தகைய கருக்கள் உடல காலஸ் திசுவிருந்து தோன்றுவதால் உடல கருக்கள் அல்லது எம்பிரியாம்புகள் அல்லது சோமகுளோனல் கருக்கள் என அழைக்கம்படும்.

## 8. வலும்பெறுதல்

சிறு இளந் தாவரங்களைம் படிம்படியாக இயற்கைச் சூழ்நிலைக்கு கொம்பு வருவது வலும்பெறுதலாகும். இறுதியாக இந்த இளந்தாவரங்கள் நிலத்திற்கு மாற்றம்படுகின்றன.

### இந்தியாவில் திசு வளரம்பு தொழில்நுட்பத்தின் நிலை

உலகளவில் ஒம்பிடும்போது அதிக எண்ணிக்கையில் திசு வளரம்பு அறிவியலார்களைக் கொம்புள்ள நாடாக இந்தியாவும் கருதம்படுகிறது. திசு வளரம்பு செயல் முறைகளை பயன்படுத்தி வேளாம்பை, தோட்டக்கலை மற்றும் வன வளத்தினை அதிகரிக்கும் விதத்தில் மேம்படுத்தம்பட்ட திறன்களைக் கொம்பட தாவரங்களை உருவாக்கிட ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளம்பட்டு வருகின்றன.

தாவர திசு வளர்ச்சி முறையினை ஊக்குவிக்கும் விதத்தில் புது டெல்லியில் உள்ள இந்திய அரசின் உயிர்தொழில் நுட்பவியல் துறை (Department of



Biotechnology) முக்கியம் பங்கு வகிக்கிறது. தாவர திசு வளர்ப்பு தொழில் நுட்பத்தின் மூலம் பயிர்களின் திறனை அதிகரிக்கும் விதத்தில் பல்வேறு ஆய்வகங்களுக்கு நிதிம்தவி வழங்கப்படுகிறது.

### முக்கியமான உயிர் நுட்பவியல் மையங்கள்

1. இந்திய வேளாண்மை ஆராய்ச்சி நிலையம் (Indian Agricultural Research Institute - IARI), புது டெல்லி.
2. பாபா அணு ஆராய்ச்சி நிலையம் (Bhaba Atomic Research Centre - BARC), மும்பை.
3. மருத்துவ மற்றும் வாசனைத் தாவரங்களுக்கான மைய ஆராய்ச்சி நிலையம் (Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants - CIAMP), லக்னோ, உத்திரபிரதேசம்.
4. M.S. சுவாமிநாதன் ஆராய்ச்சி மையம் (M.S. Swaminathan Research Institute - MSSRI), சென்னை.

### தாவரத் திசு வளர்ப்பின் பயன்கள்

- பலவகையான அழகிய இலைகளைக் கொண்ட தாவரங்கள் மற்றும் அழகான கவர்ச்சியூட்டும் தாவரங்களை அதிக எண்ணிக்கையில் உற்பத்தி செய்திட பல வணிக நிறுவனங்கள் வழக்கமாக நும்பரவல் முறையைப் பின்பற்றுகின்றன.
- தாவர திசு வளர்ப்பு முறைகளைப் பயன்படுத்தி காலஸில் மொட்டுக்களைமம் எண்ணற்ற தம்டுத் தொகும்புகளைமம் உருவாக்கி அழகுத் தாவரங்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.
- நுனி ஆக்குத்திசு வளர்ப்பின் மூலம் வைரஸ் அற்ற நுண்மிய வளர்மொட்டுக்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன எ.கா. வாழை.
- உடல வழி கரு உருவாக்கத்தின் மூலம் செயற்கை விதைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.
- இரம்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றம் பொருட்களை அதிக அளவில் உற்பத்தி செய்ய தாவரத் திசு வளர்ப்பு முக்கியத் தொழில் நுட்ப முறையாகும்.
- மகரந்தம்பை வளர்ப்பின் மூலம் ஒற்றைமய தாவரங்கள் தூம்டம்பட்டு அவை திடீர்மாற்றம் பயிர்ம்பெருக்கத்திற்கும் பயன்படுகின்றன. இதே போன்று எம்டோஸ்பெர்ம் வளர்ப்பின்மூலம் மும்மயதிசு உருவாக்கப்பட்டு அதனால் கருவுறாக்கனிகள் உம்டாகவும், பன்மயத் திசு உருவாக்கப்பட்டு அதன் மூலம் உயிர்த்திறன் அளவை அதிகரிக்கவும் அல்லது மகசூலை அதிகரிக்கவும் திசுவளர்ப்பு பயனுள்ளதாகும்.
- விதைகளில் காணப்படும் தன் மலட்டுத்தன்மை, விதைம்றக்கம் மற்றும் கருச்சிதைவு ஆகியவற்றால் விதை முளைக்காமல் இரும்பதைத் தவிர்த்திட கரு வளர்ப்பு செயல்நுட்பம் பயன்படுகிறது.

- அம்மைக்காலங்களில் DNA-வுடன் கூடிய நும்துகள்கள் வாயிலாக அயல் ஜீனை, ஜீன் தும்பாக்கி மூலமாக ஒம்புயிரி செல்லினுள் செலுத்திட தாவர திசு வளர்ம்பு முறைகள் கையாளம்படுகின்றன.
- ஒவ்வாத் தாவரங்களின் ஜீனோம்கள் புரோட்டோபிளாச இணைவின் மூலம் ஒன்று சேர்ந்து கலம்பினங்கள் உருவாதல் ஊக்குவிக்கம்படுகிறது. இதனால் உடல வழி கலம்பினங்கள் உருவாகின்றன.
- தாவர செயலியல், உயிர் வேதியியல் போன்ற அறிவியல் துறைகளில் செல்கழற்சி, செல்களில் வளர்சிதை மாற்றம், ஊட்டம், புறத்தோற்றமாக்கம், வளர்ச்சியடைதல் போன்றவற்றில் மேற்கொள்ளம்படும் ஆய்வுகளில் தாவர திசு வளர்ம்பு முறை பயன்படுகிறது.
- உருளைக்கிழங்கு மற்றும் தக்காளித் தாவர செல்களின் புரோட்டோபிளாச இணைவின் மூலம் உருவாக்கம்பட்ட கலம்பினசெல் பொமாட்டோ (Pomato) என்ற புதிய தாவரமாக திசு வளர்ம்பு தொழில்நுட்பத்தின் மூலம் உருவாக்கம்பட்டுள்ளது. பொமாட்டோ தாவரத்தின் தம்டும்பகுதி கிழங்குகளைமம், கிளைகள் கனிகளைமம் கொம்ப்டிருக்கும்.

## தன்மதிம்பீடு

### I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

1. உயிருள்ள தாவர செல்லிருந்து முழு தாவரத்தை உருவாக்கும் திறன் \_\_\_\_\_ எனம்படும்.
  - (அ) மாறுபாடு அடைதல்
  - (ஆ) உறும்புகளாக்கம்
  - (இ) புறத்தோற்ற உருவாக்கம்
  - (ஈ) முழுத்திறன் பெற்றுள்ளமை
2. சைட்டோகைனின் பணி இதை அதிகரிம்பது
  - (அ) செல் மட்சியடைதல்
  - (ஆ) கனி உருவாக்கம்
  - (இ) செல் பகும்பு
  - (ஈ) மாறுபாடு அடைதல்
3. திசு வளர்ம்பு முறையின் மூலம் பெறம்படும் முக்கியம் பொருள்
  - (அ) செயற்கை விதைகள்
  - (ஆ) பல விதைகளைம்படைய பழம்
  - (இ) மும்மய எம்ப்டோஸ்பெரம்
  - (ஈ) மலர்கள் உம்ப்டாக்குவது

**II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.**

4. கேலஸ் என்பதை வரையறு.
5. உடலவழி சுரு என்றால் என்ன?
6. முழுத்திறன் பெற்றுள்ளமை என்பது பற்றி குறிம்பெழுதுக.
7. மறுவேறுபாடடைதல் என்றால் என்ன?
8. தாவர திசு வளர்ப்பிற்கு பயன்படும் இரு வளர்ப்பு ஊடகங்களை குறிப்பிடுக.
9. நுண்ணுயிர் மக்கம் என்றால் என்ன?
10. உட்செலுத்துதல் என்பதை வரையறை செய்க.

**III ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

11. கேலஸ் வளர்ச்சியினை தோற்றுவித்து பராமரிக்க முக்கிய செயல்முறைகள் யாவை?
12. தாவரத்திசு வளர்ப்பின் கோட்பாடுகளை சுருக்கமாக குறிப்பிடுக.
13. திசு வளர்ப்பு முறையின் தோற்றத்தினை சுருக்கமாக எழுது.

**IV ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 200 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

14. தாவரத் திசு வளர்ப்பின் பயன்கள் யாவை?
15. தாவர திசு வளர்ப்பின் செயல் நுட்பத்தினை விவரி.

#### 4.4. புரோட்டோபிளாச இணைவு

புரோட்டோபிளாஸ்ட் என்பது செல் சுவரற்ற, பிளாஸ்மா சவ்வினால் சூழப்பட்ட செல்லாகும். தனித்தெடுக்கப்பட்ட புரோட்டோ பிளாஸ்டுகள் முழுத்திறன் பெற்றவை. இந்த தனிப்பட்ட தன்மையினால் மரபும் பொறியியல் துறையில் தாவர புரோட்டோ பிளாஸ்டுகள் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. புரோட்டோபிளாச தொழிற் நுட்பத்தில், தனித்தும் பிரித்தெடுத்தல், வளர்ப்பு, புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை இணைத்தல் அதிலிருந்து முழுத் தாவரத்தை உருவாக்குதல் போன்றவை அடங்கும். மங்கள் இம்பாடம்பகுதியில் புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை தனித் தெடுத்தல், அவற்றை இணைத்தல் மற்றும் முழுத்தாவரத்தை உருவாக்குதல் முறைகளைப் பற்றி கற்க உள்ளீர்கள்.

இரு வேறுபட்ட ரகங்கள் அல்லது சிற்றினங்களின் உடலச் செல்களை இணைத்தல் மூலம் கலம்புயிரி உருவாகிறது. உடல கலம்புயிரிகளை (Somatic hybrids) இந்த முறையில் உருவாக்குவதற்கு, உடலக் கலம்புயிரியாக்கல் என்று பெயர். கலம்புயிரியாக்கலின் முதல் படி புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை தனித்தும் பிரித்தெடுத்தலாகும்.

#### புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை தனித்தெடுத்தல்

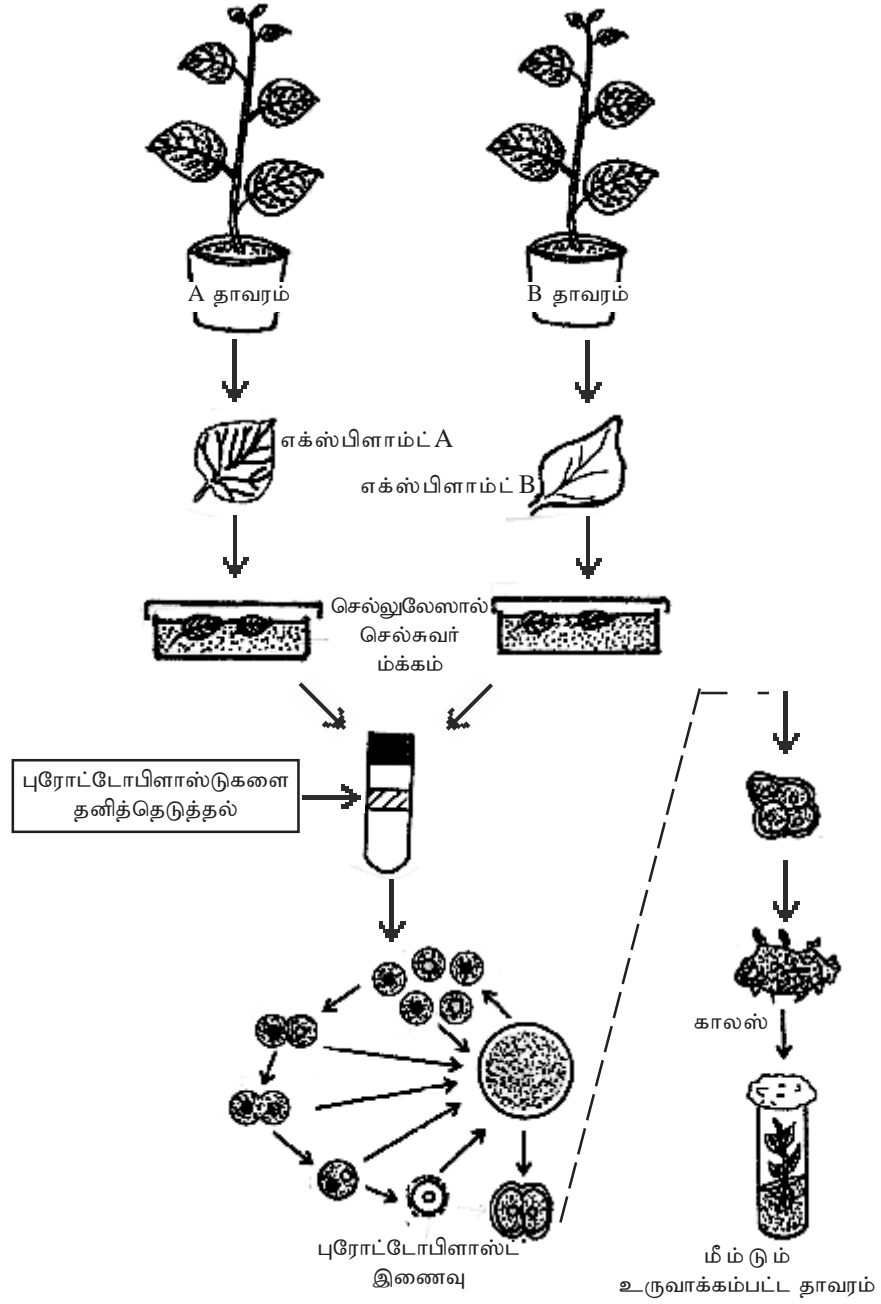
பலவகைப்பட்ட தாவர திசுக்களிலிருந்து புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் இயந்திர செயல் முறை அல்லது நொதிகள் மூலம் தனித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

#### இயந்திர செயல் முறை

இம் முறையில் செல்களை உகந்த கரைசலில் வைக்க வேண்டும். இதனால் புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் சுருங்கி செல் சுவரை விட்டு அகலுகிறது. பின்னர் கூர்மையான நுனி கொம்பு கத்தியால் திசுவை வெட்ட வேண்டும். இதனால் புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் வெட்டப்பட்ட செல் சுவர் வழியாக விடுவிக்கப்படுகின்றன. குறைந்த அளவு புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை பெறப்படுவதால் இந்த செயல்முறை குறைந்த அளவிலேயே பின்பற்றப்படுகிறது.

#### நொதிகளைப் பயன்படுத்தும் முறை

10 வார வயதுடைய தாவர இலைகளை 70 சதவீத ஆல்கஹாலில் நும்ணுயிர் மக்கம் செய்த பின், 2 சதவீத சோடியம் ஹைம்போகுளேரைட் கரைசலில் 20-லிருந்து 30 நிமிடங்கள் வைக்க வேண்டும். இந்த இலைகளை வாலைவடிமரில் கழுவி, பின் வரும் செயல் முறைகள் நும்ணுயிர் மக்கம் பெற்ற லாமினார் காற்றோட்ட அறையில் தூய்மையான சூழலில் நடைபெற வேண்டும். இலையின் கீழ் புறத்தோலைத் உரித்தெடுத்து, உரித்த இலையை சிறு துண்டுகளாக வெட்ட வேண்டும். இந்த உரிக்கப்பட்ட இலை துண்டுகளிலிருந்து புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் தனித்தெடுக்கப் படுகின்றன. புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை தனித்தெடுக்க உரிக்கப்பட்ட இலைத் துண்டுகளை அவைகளின் கீழ்புறம் நொதிகளின் கலவையான 0.5 சதவீதம் மாசரோசைம், 13 சதவீத சாப்பிட்டால் அல்லது மானிட்டானில் 2 சதவீதம் செல்லுலேஸ் அடங்கிய பெட்ரித்தட்டில் 5.4 pH-ல் இருக்குமாறு வைக்க வேண்டும். இறுதியாக வெளிவிடப்பட்ட புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் சம அடர்வு கரைசலில் வைக்கப்படுகிறது.



படம் 4.5 புரோட்டோபிளாச இணைவின் செயல் நுட்பம்

## புரோட்டோபிளாச இணைவு

பொருத்தமின்மை காரணமாக வழக்கமான முறைகளில் கலம்பினம் செய்ய முடியாத தாவரங்களில் இரண்டு ஜீனோம்கள் இணைவதை புரோட்டோபிளாச இணைவு எனிதாக்குகிறது. ஒரு தாவரத்தின் தனிப்பட்ட ஜீனை மற்றொன்றிற்கு மாற்றுதல் உகந்தது, எனினும் புரோட்டோபிளாச இணைவு செல்லின் ஜீன் மாற்றங்களைக் கம்காணிம்பதை எனிதாக்குகிறது. புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை தனித்தெடுக்கும் போதே தானாக புரோட்டோபிளாசங்கள் இணையலாம் அல்லது வேதியல் மற்றும் இயற்பியல் முறையில் இணைக்கலாம்.

தனிமை படுத்தப்பட்ட புரோட்டோ பிளாஸ்டுகள் சேதமடைவதைத் தடுப்பதற்காக அவை மானிட்டால் மற்றும் நொதிகள் கலவை கொம்ப சம அடர்வு கரைசலில் வைக்கப்படுகின்றன. தனிமைப்படுத்தப்பட்ட பெற்றோர் புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் இணைவுக் காரணியான பாலி எத்திலின் கிளைக்கால் மூலம் இணைகிறது. இதனைத் தொடர்ந்து உட்கரு இணைவின் மூலம் உடலக் கலம்பினம் தோன்றுகிறது. உடலகலம்பினம் அதே வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வளர அனுமதிக்கப்படுகிறது. இணைந்த புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் செல்கவர் உம்டாக தூம்டம்பட்டு தகுந்த ஊடகத்தில் மாற்றப்படுகிறது. இதனைத் தொடர்ந்து காலஸ் உருவாக்கப்பட்டு புத்துயிராக்கம் மற்றும் திசுக்களின் ஒழுங்கமைப்பிற்கு வழி வகை செய்கிறது.

## புரோட்டோபிளாச இணைவு முறையின் பயன்பாடுகள்

வேறுபட்ட சிற்றினங்களுக்கு இடையே பொருத்தமின்மை காரணமாக கலம்பு செய்வது இயலாமற்போகும்போது, அதைத் தவிர்க்க புரோட்டோபிளாச இணைவு முறை பயனுள்ளதாக விளங்குகிறது. நெல் மற்றும் காரட்டிற்கு இடையேயான உடலக் கலம்பினம் புரோட்டோபிளாச இணைவின் மூலம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. உடலக் கலம்பினத்தை பயன்படுத்தி ஜீன்மாற்றம், சைட்டோபிளாச மாற்றம் மற்றும் பயனுள்ள அயல் பன்மயங்களை உருவாக்கலாம்.

## 4.5 தனி செல் புரதம்

பலவகையான நொதிக்கவைத்த உணவுகளைத் தயாரிக்க நும்ணுயிரிகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எ.கா. பாலாடைக்கட்டி, வெம்ணை மற்றும் இட்லி போன்றவை. இவற்றுடன் சில நும்ணுயிரிகளும் மனித உணவாக நெடுங்காலமாக பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. எ.கா. ம்லம்பச்சை பாசியான *ஸ்பைருலினா*, மற்றும் பொதுவாக காளான் என்றழைக்கப்படும் பூஞ்சை. சமீப காலங்களில் விலைக்குறைந்த பொருளை பயன்படுத்தி உருவாக்கப்பட்ட நும்ணுயிரி உயிர்திரள் மனித உணவிற்கு மாற்றுணவாகவும், விலங்குகளுக்கு தீவனமாகவும் பயன்படுவதற்கு முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டிருக்கின்றன. உணவு மற்றும் தீவனமாக பயன்படும் பல்வேறு நும்ணுயிரிகளான பாக்டீரியா, ஈஸ்ட், இழை பூஞ்சை மற்றும் பாசிகளின் செல்களே தனி செல் புரதம் எனப்படும்

தனி செல் புரதம் என்ற சொல் 1966-ல் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. உணவு அல்லது விலங்குகளுக்கு தீவனமாக பயன்படும் நும்ணுயிரிகளின் உலர்ந்த

செல்களே ஒட்டுமொத்தமாக நும்ணுயிர் புரதம் என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இதற்கும் பதிலாக ஒற்றைச் செல் புரதம் என்ற புதிய சொல் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த பிரித்தெடுக்கப்பட்ட புரதம் அல்லது மொத்த செல் பொருள்களும் தனி செல் புரதம் (Single cell protein) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

உலகளவில் உணவும் பற்றாக்குறையை கருத்தில் கொட்டால், அதிக புரத தன்மை கொண்ட நும்ணுயிர் செல்கள் மற்றும் நொதிகலன் அல்லது உயிர் உலைகலனில் (பிரத்தியேக நும்ணுயிர் மக்கம் பெற்ற கலனில்) தயாரிக்கப்படும் உயிர் திரள் வழக்கமான உணவிற்கு சிறந்த மாற்றுணவாகும். ஒற்றைச் செல் புரதம் அதிக சத்து நிறைந்தது, ஏனெனில் இவற்றில் அதிக புரதம், வைட்டமின், கொழுப்பு மற்றும் இன்றியமையா அமினோ அமிலங்கள் காணப்படுகின்றன. பல நாடுகளில் மக்கள் தனி செல் புரதம் முக்கிய உணவாக ஏற்றுக் கொள்ள பின்வரும் காரணங்களால் தயங்குகின்றனர்.

- இவற்றின் அதிக நியூக்ளிக் அமிலம் இருத்தல் (4 முதல் 6 சதவீதம் ஆல்காவில், 6 முதல் 10 சதவீதம் ஈஸ்டில்) மனிதனுக்கு உடல் நலம் சார்ந்த இடையூறுகளான யூரிக் அமிலம் உருவாதல், சிறுமரக கற்கள் உட்பாதல் மற்றும் கீல் வாதம் போன்றவை ஏற்படுகின்றன.
- வளர் தளம்பொருளில் இருந்து நும்ணுயிர்களால் உறிஞ்சப்படும் நச்சுத் தன்மை அல்லது புற்றுநோய் உருவாக்கும் பொருள்கள் இதில் காணப்படலாம்.
- இவை மெதுவாக செரிமானமடைவதால் வாந்தி, செரிக்காமை மற்றும் ஒவ்வாமை விளைவுகள் தோன்றுகின்றது.
- அதிக செலவு உற்பத்திமம், மனித மற்றும் விலங்கு உணவு பட்டியலில் தனி செல் புரதம் கடைசி இடம் பிடிப்பதை நிர்ணயிக்கும் ஒரு காரணமாகும்.
- பின்வரும் தளம்பொருள்கள் தனி செல் புரத உற்பத்திக்கு உபயோகம் படுத்துவது குறித்து ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. அவையாவன, அல்கேன்கள், மீத்தேன், மெத்தனால், செல்லுலோஸ், கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் கழிவுப் பொருள்கள் என்பனவாகும்.
- இயற்கை வளங்களான மரத்தூள்கள், அரிசி தவிடு, கரும்பு மற்றும் பீட்ரூட் சர்க்கரை பாகு, பட்டாணி மற்றும் காம்பி தொழிற்சாலை கழிவுகளிலிருந்து செல்லுலோஸ் பெறப்பட்டு தனி செல் புரதம் உருவாக்கத்திற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- ஒற்றைச்செல் புரத தயாரிப்பில் பயன்படும் மைக்கோபுரதங்கள் அடங்கிய ரொட்டி ஈஸ்டுகள் தயாரிப்பில் சர்க்கரை பாகில் இருந்து பெறப்படும் ஈஸ்டுகள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- பெரிய அளவில் தனி செல் புரதம் உருவாக்கத்திற்கு வீட்டு கழிவுகள் உகந்ததல்ல. ஆனால் இவை மீத்தேன் உருவாக்கத்திற்கு மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையாக உள்ளது. செல்லுலோஸ் பதம்படுத்துதல், காம்பி மற்றும் ஸ்டார்ச் உற்பத்தி, உணவு பதம்படுத்துதல் போன்ற தொழிற்சாலை கழிவுகள் தனி செல் புரதம் உருவாக்கத்திற்கு பயன்படுகின்றன.

## தனி செல் புரத உற்பத்திக்கு பயன்படும் உயிரிகள்

- ஆல்கா : குளோரெல்லா, எப்பைருலினா மற்றும் கிளாமிடோமோனாஸ்  
பூஞ்சை : சக்காரோமைசிஸ் செரிவிசியே, வால்வாரியல்லா மற்றும் அகாரிகஸ் காம்பஸ்டிரிஸ்  
பாக்டீரியா : சூடோமோனாஸ் மற்றும் அல்கலிஜீனீஸ்

## தனி செல் புரதத்தின் பயன்கள்

1. இவை அதிக புரத வளம் (60 முதல் 72 சதவீதம்), வைட்டமின்கள், அமினோ அமிலங்கள் மற்றும் கடின நார்கள் உடையவை.
2. இவை பிரபலமான ஆரோக்கிய உணவு; தற்காலத்தில் வைட்டமின்கள் செறிந்த எப்பைருலினா மாத்திரைகள் மக்களுக்கு அளிக்கப்படுகிறது.
3. மனித உணவு பட்டியலில் இவை முக்கியமான புரதம் செறிந்த மாற்றுணவாகச் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.
4. காமா - லினோலினிக் அமிலம் இவற்றில் இரும்புதால் ம்ரிழிவு நோயாளிகளின் இரத்த சர்க்கரை அளவை குறைக்கிறது. மனித உடலில் கொலஸ்ட்ரால் சேகரமாவதைத் தடை செய்கிறது.

## தன் மதிப்பீடு

### I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

1. இரண்டு புரோட்டோ பிளாஸ்டுகளுக்கிடையே இணைவை உண்டாக்கும் இணைவு காரணி  
(அ) பாலிஎத்திலின் கிளைக்கால் (ஆ) பாலிவினைல் குளோரைடு  
(இ) பாலிஈத்தேன் கிளைக்கால் (ஈ) பாஸ்பாரிக் ஈத்தேன்
2. இவற்றின் மூலம் உடல கலம்பினங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.  
(அ) பாலிலா இணைவு (ஆ) புரோட்டோபிளாச இணைவு  
(இ) உடல இனம்பெருக்கம் (ஈ) ஒட்டுதல்
3. பின்வரும் ஒன்று தனி செல் புரத உயிரினமாகும்  
(அ) நாஸ்டாக் (ஆ) ரைசோபியம்  
(இ) காளான் (ஈ) எப்பைருலினா
4. மனிதன் உட்கொள்ள தக்க வைட்டமின் செறிந்த மாத்திரைகள் இதிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது.  
(அ) நாஸ்டாக் (ஆ) ஈஸ்ட்  
(இ) காளான் (ஈ) எப்பைருலினா



**II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.**

5. தனி செல் புரதம் வரையறு.
6. உடலகலம்பினமாக்கல் என்றால் என்ன?
7. உயிர் உலைகலன் என்றால் என்ன?
8. இணைவு காரணி என்றால் என்ன?
9. முழு செல்களிலிருந்து செல்கவரை எவ்வாறு மக்குவாய்?
10. தனி செல் புரதம் மனிதன் உட்கொள்ளதக்கதாக ஏன் பிரபலம் அடையவில்லை?

**III ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

11. SCP யை தொகுத்து எழுதுக.
12. நொதிகள் முறை புரோட்டோபிளாச தனித்தெடுத்தலை விவரி.
13. புரோட்டோபிளாச இணைவின் செயல் முறை உபயோகத்தை கூறுக.

**IV ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 200 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

14. தாவரங்களில் புரோட்டோபிளாச இணைவு மூலம் எவ்வாறு உடலகலம்பினமாக்கல் நிகழ்கிறது என்பதை விவரி.
15. வருங் காலத்தில் மனிதர்களுக்கு ஏற்பட இருக்கும் புரதக் குறைபாட்டினை தடுப்பதில் ஒரு செல் புரதத்தின் பங்கு என்ன?

**Reference**

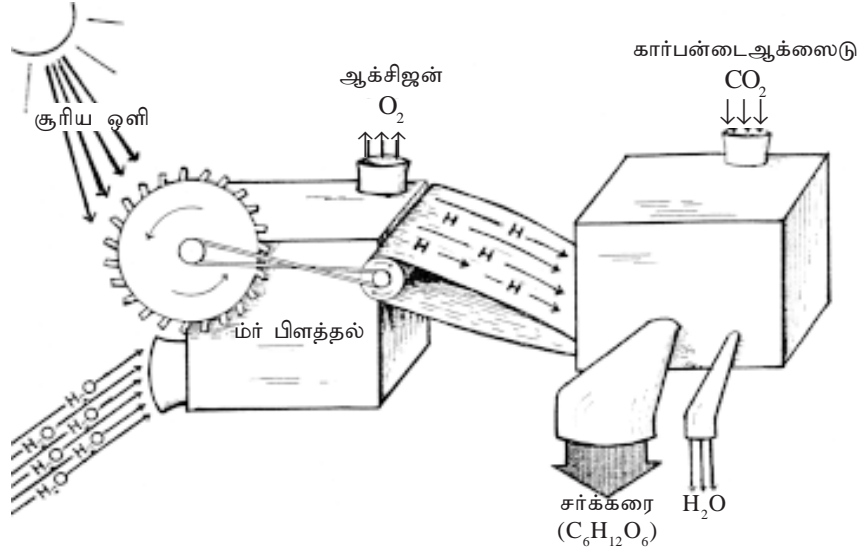
1. Elementary princi. of Plant breeding by Chaudhari Oxford and IBH 1998.
2. Plant biotech. Adrian Slater, Nigel and Mork Powler Oxford Uni. 2003.
3. Plant biotechnology by S.S. Purohit and Agrobios - India 2003.
4. Application of Plant biotechnology by S. Ignacimuthu, 1996
5. Plant cell, tissue and organ culture - fundamental methods by Gamburg and Phillips, 1995.
6. Biotechnology by John E. Smith, Cambridge, 1996

## 5. தாவர செயலியல்

தாவர செல்கள், திசுக்கள் மற்றும் உறும்புகள் ஆகியவற்றுக்கிடையேயுள்ள தொடர்பு பற்றிடும், அவற்றின் வாழ்வியல் செயல்கள் பற்றிடும் விவரிக்கும் உயிரியல் அறிவியலின் ஒரு பிரிவு தாவர செயலியல் எனப்படும். கனிமக் கச்சாம் பொருட்களை பயன்படுத்தி வாழ்வியல் செயல்களுக்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலைத் தயாரிப்பதற்காக ஒளி ஆற்றலை 'அறுவடை' செய்யும் திறனை பசுந்தாவரங்கள் கொண்டுள்ளன. மனிதன் உட்பட பெரும்பாலான உயிரினங்கள், தாவரங்கள் உற்பத்தி செய்யும் ஆற்றல் மிகுந்த கூட்டும் பொருளையே சார்ந்துள்ளன. தாவரங்கள் ஆற்றலைத் தருவதோடு மட்டுமல்லாமல் சுவாசித்தலுக்கான ஆக்ஸிஜனைமும் தருகின்றன. மேலும் கரிமம் பொருட்களை உற்பத்தி செய்வதோடு மட்டுமல்லாமல் உயிரினங்களின் இயல்பான செயல்களான சுவாதித்தல், வளர்ச்சி, உருவாக்கம் ஆகியவற்றைமும் தாவரங்கள் செய்கின்றன. இம்பாடத்தில் தாவரத்தின் இத்தகைய வாழ்வியல் செயல்பாடுகளை நாம் அறிந்து கொள்ள இருக்கிறோம். விலங்குகளில் சுவாச, இரத்த ஓட்ட மற்றும் செரிமான உறும்பு மட்டலகள் உள்ளது போன்று தாவரத்தில் இல்லையென்றாலும், இந்த வாழ்வியல் செயல்கள் அனைத்தும் செல் அளவில் நிகழ்கின்றன.

### 5.1 ஒளிச்சேர்க்கை

ஒளிச்சேர்க்கை என்ற சொல்லுக்கு 'ஒளியின் உதவியால் உருவாக்குதல்' என்பது நேரிடையான பொருளாகும். ஒளியாற்றலை உயிரினங்களின் வாழ்வியல் செயல்களுக்கு பயன்படும் உயிர் ஆற்றலாக தாவரங்கள் மாற்றுகின்றன. ஒளிச்



படம் 5.1 ஒளிச்சேர்க்கையின் விளக்கப்படம்

ஒளிச்சேர்க்கையின் வரலாறு

- 320 BC பம்புடை இந்துயர்கள் தாவரங்கள் தங்கள் கால்களின் (வேர்களின்) மூலம் உணவைப் பெறுவதாக நம்பினர். படம்பா என்ற சொல்லின் பொருள் “கால்களின் மூலம் உறிஞ்சும் தாவரம்” என்பதாகும்.
- 1727 - ஸ்டீபன்ஹேல்ஸ் (Stephen Hales) என்பவர் தாவரங்களின் ஊட்டமுறைக்கு ஒளி மற்றும் காற்றின் இன்றியமையாமையைக் கண்டறிந்தார்.
- 1779 - ஜான் இங்கன்-ஹூஸ் (Jan Ingen-Housz) என்பவர் தாவரத்தின் பசுமையான பகுதிகள் மாசுற்ற காற்றை ஒளியின் முன்னிலையில் தூய்மையாக்குவதைக் கண்டறிந்தார்.
- 1782 - செனிபீர் (Senebier) என்பவர் CO<sub>2</sub> வின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும் போது, O<sub>2</sub> வெளியேற்றத்தின் வேகமும் அதிகரிப்பதை நிரூபித்தார்.
- 1845 - வான்மேயர் (Von Mayer) என்பவர், பசுந்தாவரங்கள் சூரிய ஒளி ஆற்றலை அங்ககம் பொருளின் வேதியாற்றலாக மாற்றுவதைக் கண்டறிந்தார்.
- 1845 - லீபிக் (Liebig) என்பவர் அங்ககம் பொருட்களானது, CO<sub>2</sub> மற்றும் மீரிலிருந்து உருவாக்கப்படுவதை குறிப்பிட்டார்.
- 1920 - வார்பர்க் (Warburg) என்பவர் ஒருசெல் பாசியான குளோரெல்லாவை ஒளிச்சேர்க்கை சம்பந்தப்பட்ட ஆய்வுக்கு பயன்படக்கூடிய பொருத்தமான உயிரியாக அறிமுகம் செய்தார்.
- 1932 - எம்ர்ஸன் மற்றும் அர்னால்ட் (Emerson and Arnold) என்பவர்கள் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஒளிவினைகள் மற்றும் இருள்வினைகள் நிகழ்வதை நிரூபித்தனர்.
- 1937 - ஹில் (Hill) என்பவர் பசுங்கணிகங்களை பிரித்தெடுத்து பொருத்தமான எலக்ட்ரான் ஏற்பியின் முன்னிலையில் மீர் ஒளிப் பிளத்தல் நிகழ்வை சோதனைகளின் மூலம் நிரூபித்துக்காட்டினார்.
- 1941 - ரூபன் மற்றும் கேமென் (Ruben and Kamen) என்பவர்கள் <sup>18</sup>O<sub>2</sub> வை பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கையின் போது O<sub>2</sub> மீரிலிருந்து வெளிப்படுவதை நிரூபித்தனர்.
- 1954 - ஆர்னான், ஆலன் மற்றும் வாட்லீ (Arnon, Allen and Whatley) என்பவர்கள் <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> வை பயன்படுத்தி, பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பசுங்கணிகத்தினால் CO<sub>2</sub> நிலைநிறுத்தப்படுவதை நிரூபித்தனர்.
- 1954 - கால்வின் (Calvin) என்பவர் ஒளிச்சேர்க்கையில் கார்பனின் பாதையைக் கண்டறிந்து C<sub>3</sub> சுழற்சி (கால்வின் சுழல்) பற்றி விவரித்தார்; அதற்காக 1960-ல் அவருக்கு நோபல் பரிசும் வழங்கப்பட்டது.
- 1965 - ஹேட்ச் மற்றும் ஸ்லாக் (Hatch and Slack) என்பவர்கள் சில வெம்பமம்டல் புல் வகைகளில் நடைபெறும் CO<sub>2</sub> நிலை நிறுத்தலுக்கான C<sub>4</sub> வழித்தடம் உள்ளதைத் தெரிவித்தனர்.

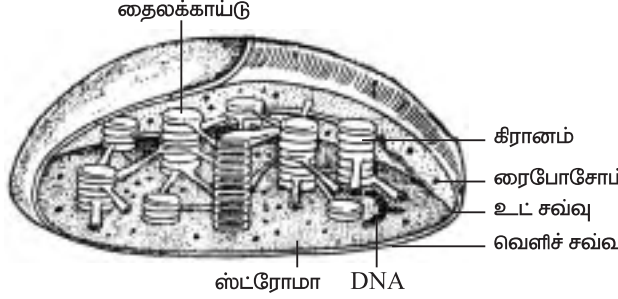
சேர்க்கையானது உயிர் இயந்திரத்தை இயக்குவதற்கு சூரிய ஒளி ஆற்றலை பயன்படுத்திக் கொள்கின்ற ஒரு உயிரியல் செயலாக உள்ளது. எனவே, ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்ச்சியானது மற்றெல்லா உயிரிகள் மற்றும் உயிரற்றவற்றில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளுக்கெல்லாம் தலைமையானது. தாவரங்கள் சூரிய ஒளியின் உதவிமீடல் கார்பன்டைஆக்ஸைடு மற்றும் மீரிலிருந்து கரிமக் கூட்டு சேர்மங்களை பசுங்கணிகத்தில் தயாரிக்கின்ற ஒளிச்சேர்க்கை என்ற இந்த செயல்தான், அனைத்து உயிர் வேதி வினைகளுக்கும் அடிப்படையாக உள்ளது. இது மீருக்கும் கார்பன்டைஆக்ஸைடுக்கும் இடையே நடைபெறும் ஒரு ஆக்ஸிஜனேற்ற ஒடுக்க வினையாகும்.

### 5.1.1. ஒளிச்சேர்க்கையின் முக்கியத்துவம்

- நம் உணவுக்கும், எரிபொருளுக்கும் ஒளிச்சேர்க்கையே ஆதாரமாக விளங்குகிறது. விலங்குலகு முழுமையையும், ஒளிச்சேர்க்கை செய்ய இயலா உயினங்களையும் இயக்க வல்ல உயிர் சக்தியாக செயல்படக்கூடிய ஒரே உயிரியல் நிகழ்ச்சி ஒளிச்சேர்க்கையாகும்.
- உயிரி சார்ந்த மற்றும் உயிரற்ற உலகத்தைச் சார்ந்த செயல்கள் அனைத்தையும் இதுவே இயக்குகிறது. வளர்ச்சிக்கும், உயிர்க் கோளத்தின் உணவு ஆதாரத்திற்கும் ஒளிச்சேர்க்கையே காரணமாக உள்ளது.
- கொழுப்புகள், புரதங்கள், நியூக்ளியோபுரதங்கள், நிறமிகள், நொதிகள், வைட்டமின்கள், செல்லுலோஸ், கரிம அமிலங்கள் போன்றவற்றின் உற்பத்திக்கு பயன்படுகின்ற கரிமம் பொருட்களை ஒளிச்சேர்க்கையே வழங்குகிறது. இவற்றில் சிலபொருட்கள் உயிரினங்களின் உடற் கட்டமைப்பு பொருட்களாக விளங்குகின்றன.
- இது ஆற்றல் மிக்க கரிமக் கூட்டும் பொருட்களைத் தயாரிப்பதற்காக எளிய மூலப்பொருட்களான CO<sub>2</sub>, மீர் மற்றும் அளவிலாது கிடைக்கும் ஒளி ஆற்றல் ஆகியவற்றை பயன்படுத்துகின்றது.
- பல மில்லியன்கள் ஆட்டுகளுக்கு முன்னால் வாழ்ந்து மடிந்த தாவரங்களிலிருந்து உருவாகிய நிலக்கரி, பெட்ரோல் போன்ற படிம எரிபொருட்கள் வடிவில், ஆற்றலை ஒளிச்சேர்க்கை வழங்குவதால் அது மிகுந்த முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.
- பெரிய மரங்களிலிருந்து, நுண்ணிய பாசிகள் வரைமள்ள தாவரங்கள் ஒளியாற்றலை வேதியாற்றலாக மாற்றும் அரிய செயலில் ஈடுபடுகின்றன, ஆனால் மனிதன் பல அறிவியல் துறைகளில், வேதியலில், இயற்பியலில் அறிவுமிகுந்தவனாக இருந்தும் தாவரங்கள் செயல்ம் இந்த அரிய நிகழ்ச்சியை செய்து காம்பிக்க முடியவில்லை!!

### 5.1.2. ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம்

ஒளிச்சேர்க்கை பசுங்கணிகத்தில் நடைபெறுகிறது. ஒரு தாவரத்தின் அனைத்து பசுமையான பகுதிகளும் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடுகின்றன. ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் முக்கிய தாவர உறுப்பு இலைகள் ஆகும். வரள் நிலத்தாவர



படம் 5.2 பசுங்கணிகத்தின் அமைப்பு

மான ஒம்பன்ஷியாவில் அதன் தண்டு பசுமையான நிறத்தைக் கொட்டும் பதால், தம்பே ஒளிச் சேர்க்கையை செய்கிறது. ஒரு கன மில்லி மீட்டர் இலைப் பகுதியில் அரை மில்லியனுக்கும் அதிகமான பசுங்கணிகங்கள் காணப்படுகின்றன. பசுங்கணிகத்தின் அளவு 4 லிருந்து

6 மைக்ரான் வரை உள்ளது. உயர் தாவரங்களில் பசுங்கணிகங்கள் சற்று தட்டையாக உள்ளன. பசுங்கணிகத்தின் சவ்வு இரட்டை சவ்வாக உள்ளது. பசுங்கணிகத்தில் பச்சையம், கரோட்டினாய்டு, சாந்தோஃபில், சைட்டோகுரோம், மாங்கனீஸ், DNA, RNA முதலியவை காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் மைட்டோகாமிட்ரியாவை விட பசுங்கணிகங்கள் மிகம் பெரிதாக உள்ளன.

பசுங்கணிகத்தில், சவ்வினால் சூழப்பட்ட பகுதியில் காணப்படும் திரவம்பொருள் ஸ்ட்ரோமா (Stroma) எனப்படும். ஸ்ட்ரோமாவில் பலகிரானாக்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு கிரானாவிலும் பல தட்டு வடிவ லேமெல்லாக்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த தட்டு வடிவ அமைப்புகள் தைலக்காய்டுகள் (Thylakoids) எனப்படும். இவை ஒன்றின் மீது ஒன்றாக அடுக்கப்பட்ட நாணயங்கள் போல் உள்ளன. இவ்வமைப்பு கிரானம் எனப்படுகிறது. ஒரு பசுங்கணிகத்தில் பொதுவாக 40-லிருந்து 60 கிரானாக்கள் உள்ளன. ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள் கிரானாவில் அதிக அளவு உள்ளன. ஸ்ட்ரோமாவில் வட்டவடிவ DNA, RNA மற்றும் ஸ்டார்ச் உற்பத்திக்கு தேவையான நொதிகள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன.

### 5.1.3. ஒளிவேதி மற்றும் உயிரிய உற்பத்தி நிலைகள்

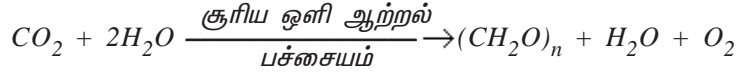
ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடும் நிறமிகள் ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள் எனப்படும். அவை பச்சையம் 'a', பச்சையம் 'b', கரோட்டினாய்டுகள், சாந்தோஃபில், மற்றும் ஃபைக்கோபிலின்கள் என்பதாகும். பச்சைய உருவாக்கத்திற்கு முக்கியம் பொருளாக மக்னீசியம் உள்ளது. மரை ஒரு மூலம்பொருளாக பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் தாவரங்கள் அனைத்திலும் பச்சையம் 'a' காணப்படுகிறது. பச்சையங்கள் சூரிய ஒளி ஆற்றலை மிகத்திறம்பட ஈர்க்கவல்லவை. மேலும் இவை ஒளிச்சேர்க்கையில் நடைபெறும் எலக்ட்ரான் கடத்தலுடன் நேரடியாகத் தொடர்புடையவை. பச்சையம் 'a' அல்லாத பிற ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள் துணை நிறமிகள் எனப்படும். எ.கா. பச்சையம் 'b', கரோட்டினாய்டு மற்றும் சாந்தோஃபில். பச்சையம் 'a' முதன்மை நிறமியாகக் கருதப்படுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள் கிரானத்தில் காணப்படுகின்றன. நிறமிகள் சேர்ந்து உருவாக்கும் நிறமித் தொகும்பானது ஒளித்தொகும்பு (Photosystem) என அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு ஒளித்தொகும்பில் 250 லிருந்து 400 வரை நிறமி மூலக் கூறுகள் காணப்படுகின்றன. கிரானத்தில் இரண்டு வகையான ஒளித்தொகும்புகள்

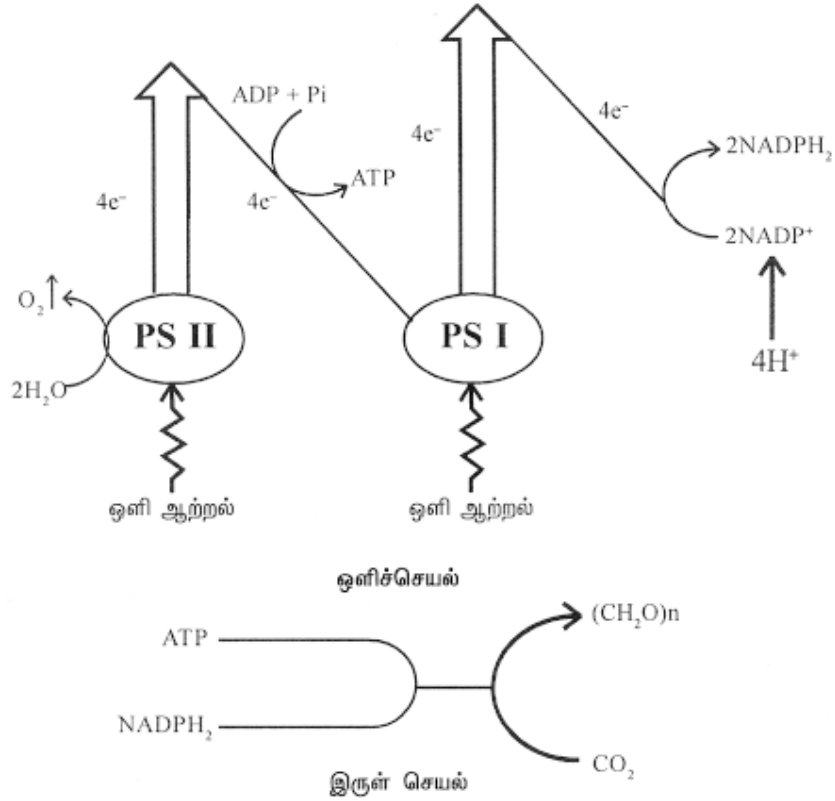
காணம்படுகின்றன. ஒளித்தொகுப்பு I-ல் (PS I) துணை நிறமிகள் குறைவான அளவிலும், பச்சையம் 'a' அதிகமாகவும் காணப்படுகிறது. ஆனால் ஒளித்தொகுப்பு II-ல் (PS II) துணை நிறமிகள் அதிக அளவிலும், பச்சையம் 'a' குறைந்த அளவிலும் உள்ளன. ஒளித்தொகுப்பின் முக்கியம் பணி ஒளியாற்றலை கவர்ந்திழுத்து அதை வேதியாற்றலாக மாற்றுவதாகும். துணை நிறமிகளால் கவர்ந்திழுக்கப்படுகின்ற ஒளி ஆற்றல், பச்சையம் 'a'-வுக்கு கடத்தப்படுகின்றது. ஒளிச்சேர்க்கைக்குத் தேவைப்படுகின்ற நிறமிகள் நிறைந்து காணப்படுகின்ற கிரானா லேமெல்லா தான் செயல் மையம் (Active centre) ஆகும்.

### ஒளிச்சேர்க்கையின் செயல் நுட்பம் (Mechanism of photosynthesis)

ஒளிச்சேர்க்கையின் வினைகளை ஒட்டுமொத்தமாக கீழ்க்கண்டவாறு ஒரு சமன்பாடாக எழுதலாம்.



ஒளிச்சேர்க்கை வினைகள் இரம்டாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அவையாவன, ஒளிவினைகள் மற்றும் இருள் வினைகள். நிறமிகள், சூரிய



படம் 5.3 ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒட்டு மொத்த வினைகள்

ஒளியாற்றல், மர் ஆகியவற்றை ஈடுபடுத்தி ATP, NADPH<sub>2</sub> ஆகியவற்றை உருவாக்கும் வினைகள் *ஒளி வினைகள்* எனப்படும். ஒளி வினையில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட ATP, NADPH<sub>2</sub> ஆகியவற்றை பயன்படுத்தி CO<sub>2</sub>-ஐ கார்போஹைட்ரேட்டாக ஒடுக்கும் வினைகளைத்தும் இருள் வினைகள் எனப்படும். ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒட்டு மொத்த வினைகளைக் படம் 5.3-ல் பார்க்கவும்.

#### 5.1.4. எலக்ட்ரான் கடத்தி அமைப்பு (Electron transport system)

ஒளியினால் ஏற்படும் ஒளிச்சேர்க்கை வினைகள் எலக்ட்ரான் கடத்தல் தொடர்வினைகள் எனக்குறிப்பிடப்படுகின்றன. PS II, ஒளியின் ஃபோட்டான்களை உட்கவரும் போது, அது கிளர்ச்சியடைந்து அதிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வெளியேறி பிளாஸ்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம் b<sub>6</sub>, சைட்டோகுரோம் f மற்றும் பிளாஸ்டோசயனின் ஆகிய எலக்ட்ரான் கடத்திகளைக் கொட்ட எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி வழியாக கடத்தப்படுகின்றன. இந்நிகழ்சியின் போது ADP-மடன் ஒரு பாஸ்பேட் தொகுப்பு சேர்ந்து ATP உருவாகிறது. இவ்வாறு பசுங்கணிகத்தில் ஒளியாற்றலின் உதவியினால் ADP-யிலிருந்து ATP உருவாக்கப்படும் நிகழ்சியானது ஒளி பாஸ்பரிகரணம் எனப்படும்.

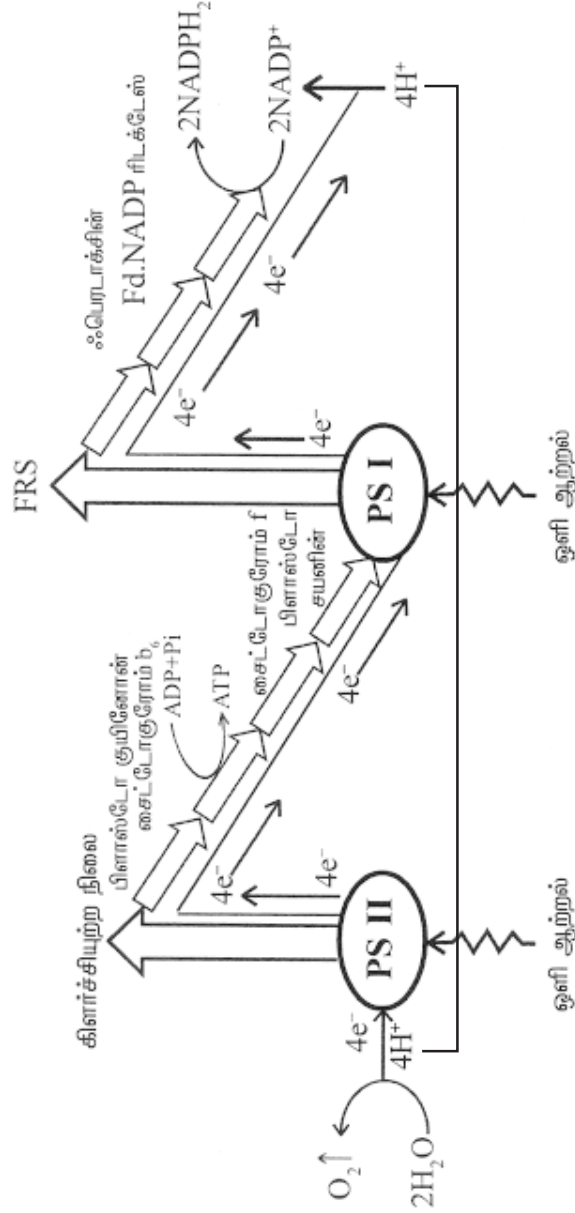
இம்போது PS II ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையில் உள்ளது. இந்த ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலையானது ம்ரை புரோட்டான்கள், எலக்ட்ரான்கள் மற்றும் ஆக்ஸிஜனாக பிளக்கும் திறனை அளிக்கிறது. இவ்வாறு ஒளியின் உதவியினால் மர் மூலக்கூறுகள் பிளக்கப்படுகின்றன. இந்த நிகழ்சிக்கு *மர் ஒளிம்பிளத்தல்* (Photolysis of water) என்று பெயர். மாங்கனீஸ், கால்சியம் மற்றும் குளோரைடு அயனிகள் மர் ஒளிம்பிளத்தல் நிகழ்ச்சியில் முக்கிய பங்காற்றுகின்றன. மர் ஒளிம்பிளத்தலில் வெளிப்படும் இந்த எலக்ட்ரான்கள், PS II-ஐ ஒடுக்கம்பயன்படுகின்றன. PS II-ஐ போலவே, PS I ஒளியின் ஃபோட்டான்களை உட்கவரும் போது கிளர்ச்சியடைவதால், அதிலிருந்தும் எலக்ட்ரான்கள் வெளியேறுகின்றன அதனால் PS I ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைக்கு உள்ளாகிறது. PS I-ன் இந்த ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலை PS II-லிருந்து எலக்ட்ரான்களை கவர்ந்து பெறுவதால் PS I ஒடுக்கம் அடைகிறது. PS I-க்கு வருகின்ற எலக்ட்ரான்கள் ஃபெரடாக்சின் ஒடுக்க தளம்பொருள் (Ferredoxin reducing substrate-FRS) பெரடாக்சின் மற்றும் ஃபெரடாக்சின் NADP ரிடக்டேஸ் ஆகிய எலக்ட்ரான் கடத்தி கூறுகளைக் கொட்ட எலக்ட்ரான் தொடர் வழியாக கடத்தப்பட்டு NADP<sup>+</sup> ஐ அடைந்து அதை NADPH<sub>2</sub> ஆக ஒடுக்குகின்றன.

#### 5.1.5 சுழற்சி மற்றும் சுழற்சியிலா பாஸ்பரிகரணம்

பசுங்கணிகங்களில் பாஸ்பரிகரணம் இரண்டு வகைகளில் நடைபெறு கிறது. அவையாவன, சுழற்சியிலா ஒளிபாஸ்பரிகரணம் மற்றும் சுழற்சி ஒளிபாஸ்பரிகரணம்.

### சுழற்சியிலா ஒளிபாஸ்பரிகரணம்

PS I-ன் மூலக்கூறுகள் ஒளியால் கிளர்ச்சியடைமம் போது, அதிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் ஆற்றலுடன் வெளியேறுகின்றன. எனவே PS I-ல் எலக்ட்ரான்

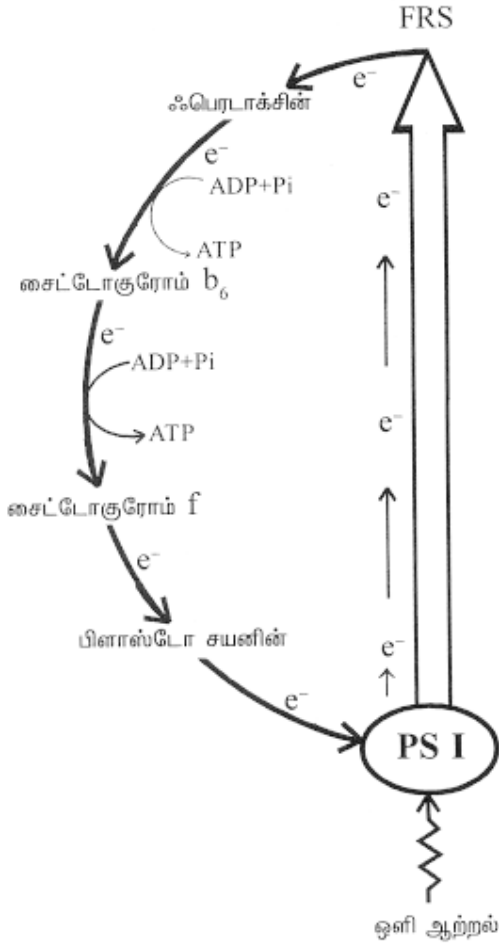


படம் 5.4 சுழற்சியிலா ஒளிபாஸ்பரிகரணம்



பற்றாக்குறை ஏற்பட்டு ஒரு காலியிடம் (ஓட்டை) ஏற்படுகிறது. PS I-லிருந்து வெளியேறிய எலக்ட்ரான்  $NADP^+$ -ஐ ஒடுக்கம் அடையச் செய்வதற்காக ஃபெரடாக்சினுக்கு கடத்தப்படுகிறது. PS II-ன் மூலக்கூறுகள் ஒளியால் கிளர்ச்சியடைதல் போது, அதிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வெளியேறுகின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்கள், PS I-ல் எலக்ட்ரான் இழம்பால் ஏற்பட்ட காலி இடத்தை நிரம்புவதற்காக பிளாஸ்ட்டோகுயினோன், சைட்டோகுரோம்  $b_6$ , சைட்டோகுரோம்  $f$  மற்றும் பிளாஸ்ட்டோசயனின் வழியாக கடத்தப்படுகின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்கள் பிளாஸ்ட்டோகுயினோனிலிருந்து சைட்டோகுரோம்  $f$ -க்கு கடத்தப்படும்போது ADP-மடன் ஒரு பாஸ்பேட் சேர்க்கப்பட்டு ATP உருவாகிறது.

இவ்வாறு PS I-ல் எலக்ட்ரான் இழம்பால் ஏற்பட்ட காலி இடத்தை, PS II -



லிருந்து வரும் எலக்ட்ரான்கள் நிரம்புகின்றன. பின்னர் அந்த எலக்ட்ரான்கள் PS I-லிருந்து வெளியேறி  $NADP^+$ -ஐ ஒடுக்கம் அடையச் செய்வதற்காக கடத்தப்படுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியில் எலக்ட்ரான்கள் எங்கிருந்து வெளியேறியதோ அந்த இடத்திற்கு மீண்டும் வந்து சேருவதில்லை. எனவே இத்தகைய எலக்ட்ரான் கடத்தல் சுழற்சியிலா எலக்ட்ரான் கடத்தல் என்றும், இந்நிகழ்ச்சியின் போது பாஸ்பேட் சேர்ப்பும் நடைபெறுவதால் இது சுழற்சியிலா ஒளிபாஸ்பரிகரணம் எனவும் அழைக்கப்படும். சுழற்சியிலா எலக்ட்ரான் கடத்தல் 'Z' வடிவில் நிகழ்வதால், இது Z வழிமுறை (Z-Scheme) என்றும் அழைக்கப்படும்.

### சுழற்சி பாஸ்பரிகரணம்

(i) PS I மட்டும் செயல்படும் போது (ii) மர் ஒளிம்பிளம்பு நிகழாத போது (iii) அதிக அளவு ATP தேவைப்படும் போது மற்றும் (iv) ஒடுக்கத்திற்கு தேவையான  $NADP^+$  கிடைக்காத போது, சுழல் ஒளி பாஸ்பரிகரணம் நிகழ்கிறது. PS I ஒளியால் கிளர்ச்சியடைதல்

படம் 5.5 சுழற்சி பாஸ்பரிகரணம்

போது, அதிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வெளியேறுகின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்கள் ஃபெரடாக்ஸின் ஒடுக்கும் தளம்பொருள் (FRS) வழியாக ஃபெரடாக்ஸினை அடைகின்றன அடுத்து ஒடுக்கத்துக்கு தேவையான NADP<sup>+</sup> கிடைக்காவிட்டால், இந்த எலக்ட்ரான்கள் ஃபெரடாக்ஸினிலிருந்து சைட்டோகுரோம் b<sub>6</sub>, சைட்டோகுரோம் f, பிளாஸ்ட்டோசயனின் ஆகிய எலக்ட்ரான் கடத்தி கூறுகள் வழியாக மீட்டும் PS I-ஐ வந்து சேருகின்றன. இவ்வாறு எலக்ட்ரான்கள் FRS-லிருந்து PS I-க்கு இறங்கு முகமாக கடத்தப்படும் நிகழ்ச்சியை இந்த எலக்ட்ரான் கடத்தி கூறுகள் எளிதாக்குகின்றன. இந்த எலக்ட்ரான்கள் கடத்தலின் போது இரண்டு இடங்களில் பாஸ்பரிகரணம் நிகழ்கிறது. முதலில், ஃபெரடாக்ஸினிலிருந்து சைட்டோகுரோம் b<sub>6</sub>-க்கு எலக்ட்ரான்கள் கடத்தப்படும் போதும், இரண்டாவதாக சைட்டோகுரோம் b<sub>6</sub>-லிருந்து சைட்டோகுரோம் f-க்கு எலக்ட்ரான்கள் கடத்தப்படும் போதும் பாஸ்பரிகரண நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. இவ்வாறு இந்த சுழற்சி வினையில் இரண்டு ATP-கள் உருவாகின்றன.

*சுழற்சி மற்றும் சுழற்சியிலா ஒளிபாஸ்பரிகரணங்களுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடுகள்*

சுழற்சி ஒளி பாஸ்பரிகரணம்	சுழற்சியிலா ஒளி பாஸ்பரிகரணம்
1. இதில் PS I மட்டும் பங்கேற்கிறது.	இதில் PS I, PS II ஆகிய இரண்டும் பங்கேற்கின்றன.
2. பச்சைய மூலக்கூறிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் எலக்ட்ரான்கள் சுழற்சியடைந்து மீட்டும் புறம்பட்ட இடத்துக்கே வந்து சேர்கின்றன.	எலக்ட்ரான்கள் சுழற்சியடைந்து திரும்புவதில்லை. மற்றும் எலக்ட்ரான்களின் இழம்பு மீட்டும் ஒளிப்பிளத்தலால் ஈடுசெய்யப்படுகிறது.
3. இதில் மர் ஒளிப்பிளத்தல், O <sub>2</sub> வெளியேற்றம் நடைபெறுவதில்லை.	இதில் மர் ஒளிப்பிளத்தல் O <sub>2</sub> வெளியேற்றம் நடைபெறுகின்றன.
4. ஒளிபாஸ்பரிகரணம் இரண்டு இடங்களில் நடைபெறுகின்றன.	ஒளிபாஸ்பரிகரணம் ஒரு இடத்தில் மட்டும் நடைபெறுகிறது.
5. இங்கு NADP <sup>+</sup> ஒடுக்கம் அடைவதில்லை.	இங்கு NADP <sup>+</sup> -யானது ஒடுக்கம் அடைந்து NADPH <sub>2</sub> -வாக மாறுகிறது.

### *இருள் வினைகள்*

ஒளி வினையினால் உண்டான ATP ஆற்றல் மற்றும் NADPH<sub>2</sub> ஆகியவற்றின் உதவியினால் CO<sub>2</sub> ஆனது கார்போஹைட்ரேட்டாக ஒடுக்கம் அடைதலை ஊக்குவிக்கும் வினைகள் இருள் வினைகள் எனப்படும். நொதிகளின் செயல்களால் ஊக்குவிக்கப்பட்டு நிகழும் இவ்வினைகள் கார்பன் நிலை நிறுத்தம் படல் எனவும் அழைக்கப்படும். இவ்வினைகள் சுழற்சி முறையில் நடைபெறுகின்றன. இவ்வினைகளைக் கண்டறிந்தவர் மெல்வின் கால்வின் (Melvin Calvin) என்பவர் ஆவார். எனவே இச்சுழல் நிகழ்ச்சி, கால்வின் சுழற்சி எனவும்

அழைக்கப்படும். ஒளிச்சேர்க்கையின் போது தாவரங்களில் CO<sub>2</sub> நிலைநிறுத்தப்படுதல் மூன்று படிநிலைகளில் நிகழ்கிறது. அவை CO<sub>2</sub> நிலைநிறுத்தப்படுதல், ஒடுக்கநிலை, RuBP மீட்டும் உருவாதல்.

### CO<sub>2</sub> நிலை நிறுத்தப்படுதல்

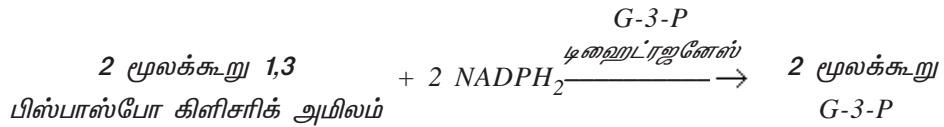
CO<sub>2</sub> நிலை நிறுத்தும் நிகழ்வில் அதை ஏற்கும் பொருள் ரிபுலோஸ் 1,5-பிஸ்பாஸ்பேட் (RuBP) என்பது 5 கார்பன்களைக் கொண்ட ஒரு சேர்மம் ஆகும். ஒரு மூலக்கூறு CO<sub>2</sub>-வை RuBP-யில் நிலைநிறுத்துதலை ஊக்குவிக்கும் நொதி RuBP கார்பாக்சிலேஸ் ஆகும். இதன் விளைவாக உம்டாகும் 6C கூட்டும்பொருள் மிகவும் நிலையற்றது. இது 3C அணுக்களைக் கொண்ட இரண்டு மூலக்கூறு பாஸ்போ கிளிசரிக் அமிலமாக (PGA) பிளவுறுகிறது.



### ஒடுக்கநிலை

இரண்டு PGA மூலக்கூறுகளும் இரண்டு படிகளில் மேலும் ஒடுக்கப்பட்டு கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட்டாக (G-3-P) மாறுகின்றன. முதல்படியில் இரண்டு PGA மூலக்கூறுகளும் PGA கைனேஸ் என்ற நொதியின் செயலால் 1,3-பிஸ்பாஸ்போ கிளிசரிக் அமிலமாக மாற்றம் அடைகின்றன. ஒரு மூலக்கூறு 1,3-பிஸ்பாஸ்போ கிளிசரிக் அமிலத்திற்கு 1 ATP மூலக்கூறு வீதம் இவ்வினையில் 2 ATP மூலக்கூறுகள் செலவாகின்றன.

இரண்டாவது படியில், ஒளிவினையின் போது உருவான குறைப்பு ஆற்றல் NADPH<sub>2</sub>-வை பயன்படுத்தி 1,3-பிஸ்பாஸ்போ கிளிசரிக் அமிலம் கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் என்ற நொதியால் கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட்டாக (G-3-P) ஒடுக்கம் அடைகிறது. எனவே, இவ்வினையில் 2 NADPH<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறாக ஒவ்வொரு CO<sub>2</sub> மூலக்கூறும் நிலைநிறுத்தப்பட்டு ஒடுக்கம் அடைகிறது. இந்நிலை வரை 2 ATP மற்றும் 2 NADPH<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் செலவழிந்துள்ளன.

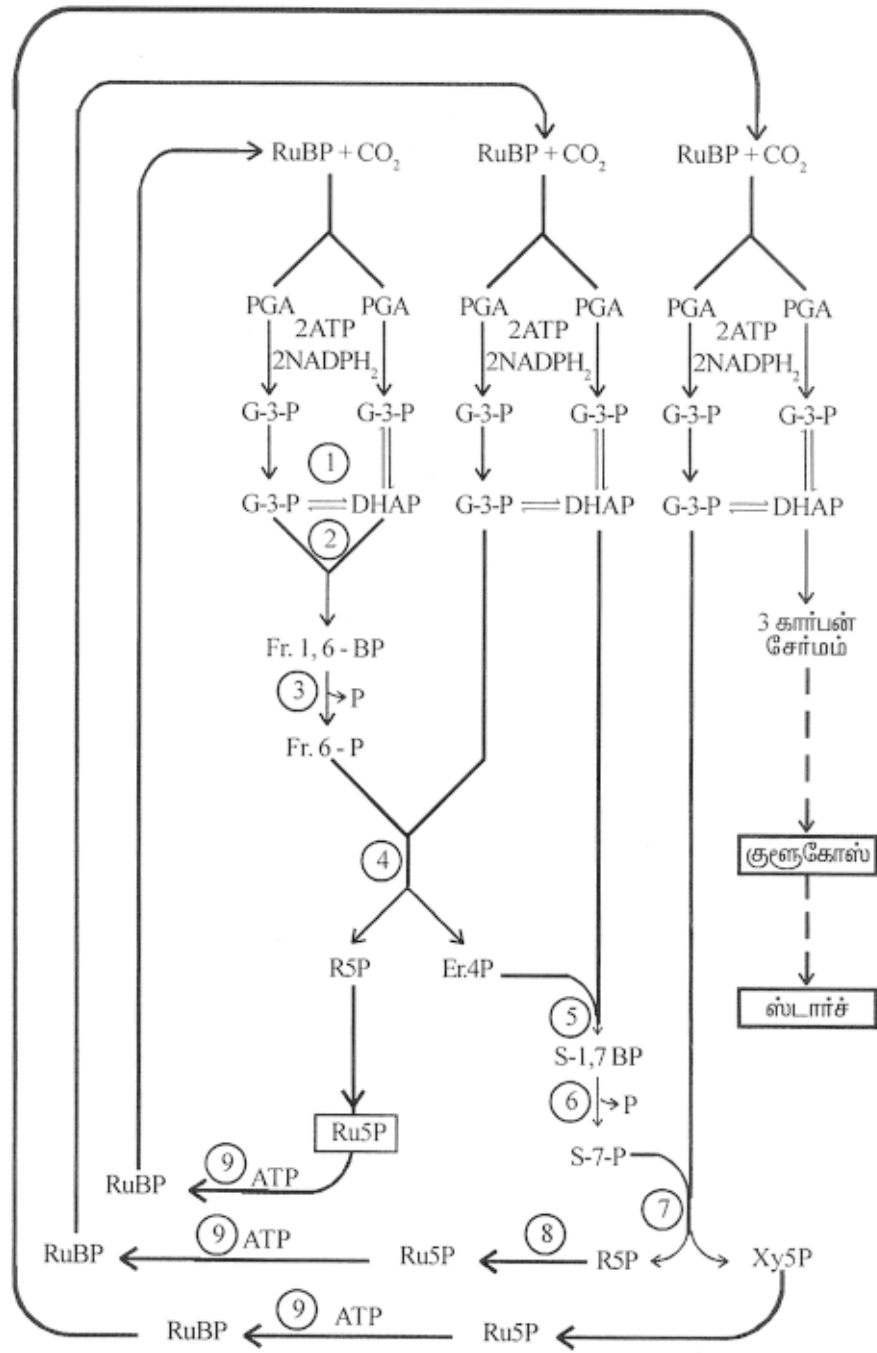


## RuBP மீட்டும் உருவாதல்

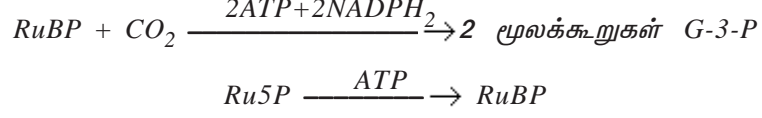
கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் தொடர்வினைகள் மூலம் பாஸ்பேட்டுடன் கூடிய 4C, 6C மற்றும் 7C இடைநிலை கூட்டு சேர்மங்கள் பலவற்றை தோற்றுவித்து, இறுதியில் CO<sub>2</sub>-வை ஏற்கும் மூலக்கூறான RuBP-யாக மாற்றப்படுகின்றன. மூன்று CO<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் நிலைநிறுத்துதல் வினைகளைக் கணக்கில் கொண்டு, கால்வின் சுழலின் அனைத்து வினைகளை மீட்டும் எளிதில் விளக்கவல்ல வகையில் வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

(RuBP) மீட்டும் உருவாவதற்கான வினைகள் கீழ்க்கண்டவாறு நடைபெறுகின்றன.

1. சில கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் (G-3-P) டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட்டாக (DHAP) மாற்றமடைகின்றன.
2. கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட், டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட்டுடன் இணைந்து ஃபிரக்டோஸ் 1,6 பிஸ்பாஸ்பேட்டாக (Fr 1,6-BP) மாறுகிறது.
3. ஃபிரக்டோஸ் 1, 6 பிஸ்பாஸ்பேட்டிலிருந்து ஒரு பாஸ்பேட் தொகுதி மீக்கப்படுவதால் அது ஃபிரக்டோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக (Fr 6-P) மாறுகிறது.
4. ஃபிரக்டோஸ் 6-பாஸ்பேட்டானது இரம்டாவது CO<sub>2</sub> நிலைநிறுத்தலின் போது உம்டான கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட்டுடன் வினைபுரிந்து எரித்ரோஸ் 4-பாஸ்பேட் (Er 4-P) மற்றும் ரைபோஸ் 5-பாஸ்பேட் (R5-P) ஆகியவற்றை உம்டாக்குகிறது.
5. எரித்ரோஸ் 4-பாஸ்பேட்டானது, இரம்டாவது CO<sub>2</sub> நிலைநிறுத்தலின் போது உம்டான டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட்டுடன் இணைந்து செடோஹெம்டுலோஸ் 1,7 - பிஸ்பாஸ்பேட்டாக (S-1, 7-BP) மாறுகிறது.
6. செடோஹெம்டுலோஸ் 1, 7 - பிஸ்பாஸ்பேட்டிலிருந்து ஒரு பாஸ்பேட் தொகுதி மீக்கப்படுவதால் அது செடோஹெம்டுலோஸ் 7-பாஸ்பேட்டாக (S-7-P) மாறுகிறது.
7. செடோஹெம்டுலோஸ் 7-பாஸ்பேட்டானது மூன்றாவது CO<sub>2</sub> நிலை நிறுத்தலின் போது உம்டான கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட்டுடன் வினைபுரிந்து இரம்டு 5C கூட்டும்பொருளை உம்டாக்குகிறது. அவை ரைபோஸ் 5-பாஸ்பேட் (R5-P) மற்றும் சைலுலோஸ் 5-பாஸ்பேட் (Xy5-P) என்பனவாகும்.
8. ரைபோஸ் 5-பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகளும், சைலுலோஸ் 5-பாஸ்பேட்டும்; ரிபுலோஸ் 5-பாஸ்பேட்டாக மாறுகின்றன.
9. இந்த ரிபுலோஸ் 5-பாஸ்பேட்டுகள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு ATP-யினால் பாஸ்பரிகரணம் அடைந்து ரிபுலோஸ் 1, 5 பிஸ்பாஸ்பேட்டாக (RuBP) மாற்றமடைகிறது. இவ்வாறு உருவான RuBP கால்வின் சுழற்சியில் மீட்டும் மீழ்ந்து CO<sub>2</sub>-வை நிலை நிறுத்தும் நிகழ்ச்சியில் ஈடுபடுகின்றன.



படம் 5.6 கால்வின் சுழற்சி

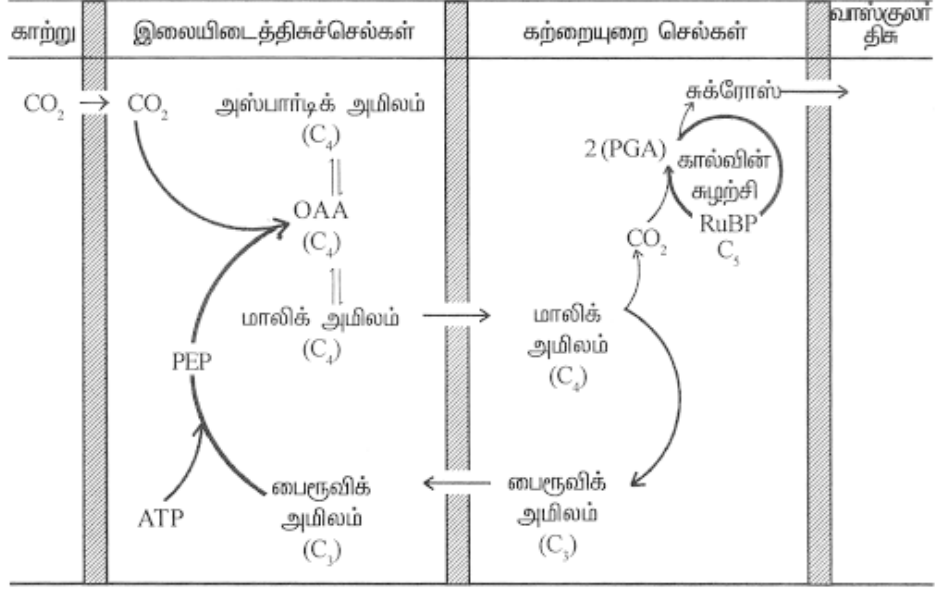


மேற்கமட சுழற்சி மறுவினைகளின் போது, மூன்று CO<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் நிலைநிறுத்தப்படுகின்றன. இதில் 3-வது CO<sub>2</sub> நிலைநிறுத்தலின் போது உம்டான 3C சேர்மமான டைஹைட்ராக்ஸி அசிட்டோன் பாஸ்பேட் இம்போது நமக்கு நிகர ஆதாயமாக உள்ளது. இந்த ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் இணைவதால் ஹெக்சோஸ் பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் உம்டாகின்றன. இவை ஸ்டார்ச், சக்ரோஸ் உற்பத்திக்கு பயன்படுகின்றன. மேற்கமட கால்வின் சுழற்சியில் ஒவ்வொரு CO<sub>2</sub> நிலைநிறுத்தப்படுதலுக்கும் 3 ATP மற்றும் 2 NADPH<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் செலவழிகின்றன.

### 5.1.6. C<sub>3</sub> மற்றும் C<sub>4</sub> வழித்தடங்கள் (C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> pathways)

அனைத்து பசுந்தாவரங்களும் CO<sub>2</sub>-வை கால்வின் சுழற்சியின் மூலம் மட்டுமே நிலைநிறுத்துகின்றன என்று முன்பு நம்பப்பட்டு வந்தது. சில தாவரங்கள் C<sub>4</sub> வழித்தடம் என்று அழைக்கப்படுகின்ற வேறுபட்ட ஒரு ஒளிச்சேர்க்கை செயல் நுட்பத்தின் மூலமாக CO<sub>2</sub> நிலைநிறுத்துவதை இம்போது நாம் அறிந்திருக்கிறோம். இம்பாடத்தில் இதுபற்றி நாம் மேலும் அறிந்து கொள்வோம். ஹேட்ச் மற்றும் ஸ்லாக் (Hatch and Slack) என்பவர்கள், கரும்பின் இலை மீது <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>-ஐ ஒரு வினாடி நேரம் செலுத்தியபோது 4C சேர்மங்களான ஆக்ஸாலோ அசிட்டிக் அமிலம், மாலிக் அமிலம் மற்றும் ஆஸ்பார்ட்டிக் அமிலம் போன்றவை முதலில் உம்டாவதைக் கமடறிந்தனர். எனவே கரும்பு ஒரு C<sub>4</sub> தாவரத்திற்கு எடுத்துக்காட்டாகும். நெல்தாவரத்தின் இலையில் <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> ஐ செலுத்தும் போது முதலில் 3C சேர்மங்களான பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம் உம்டாகிறது. எனவே நெல் ஒரு C<sub>3</sub> தாவரம் ஆகும்.

C<sub>3</sub> தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கை இலையிடைத்திசுவின் செல்களில் மட்டும் நடைபெறும். ஒளிச்சேர்க்கையில் ஒளிவினைகள், இருள்வினைகள் (கால்வின் சுழல்) என்ற இரண்டு வகை வினைகள் நடைபெறுவதை நாம் ஏற்கனவே அறிந்திருக்கிறோம். ஒளிவினைகளின் போது ATP, NADPH<sub>2</sub> ஆகியவை உம்டாகின்றன. மேலும் O<sub>2</sub> வெளியேற்றமும் நடைபெறுகிறது. இருள்வினையில் CO<sub>2</sub>-வானது கார்போஹைட்ரேட்டாக ஒடுக்கமடைகிறது. C<sub>3</sub> தாவரங்களில் ஒளி வினைகள், இருள்வினைகள் இரண்டுமே இலையிடைத்திசுவின் செல்களில் மட்டுமே நடைபெறும். ஆனால் C<sub>4</sub> தாவரங்களில் இவ்வினைகள் நடைபெற இரண்டு வகை ஒளிச்சேர்க்கை செல்கள் தேவைப்படுகின்றன அவையாவன, இலையிடைத்திசு மற்றும் கற்றை உறை செல்கள். C<sub>4</sub> தாவரங்கள் இருவடிவம் பசுங்கணிகங்களைக் (Dimorphic chloroplasts) கொண்டுள்ளன. அதாவது இலையிடைத்திசு செல்களில் காணப்படும் பசுங்கணிகங்கள் கிரானாக்களைக் கொண்டும், கற்றை உறை செல்களில் காணப்படும் பசுங்கணிகங்கள் கிரானாக்கள் அற்ற வகையாகவும் உள்ளன. இவ்வாறு இருவகைப் பசுங்கணிகங்கள் இருப்பது

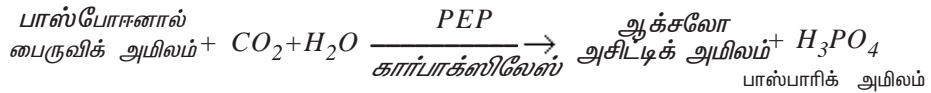


படம் 5.7 CO<sub>2</sub> நிலைநிறுத்தல் - ஹேட்ச்- ஸ்லாக் வழித்தடம்  
(PEP = பாஸ்போசனாலுப் பைரூவிக் அமிலம், OAA = ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலம்)

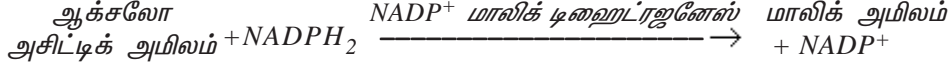
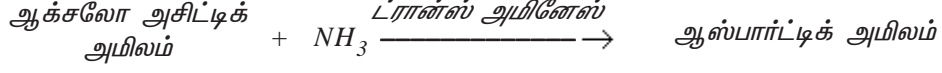
ஒளிவினைகளும், இருள் வினைகளும் தனித்தனியே நடைபெறுவதற்கு வழி வகுக்கிறது.

ஹேட்ச்- ஸ்லாக் பாதையில் இரு கார்பன் சேர்ப்பு வினைகள் நடைபெறுகின்றன. ஒன்று இலையிடைத்திசு செல்களில் உள்ள பசுங்கணிகங்களில் நடைபெறுகிறது. மற்றொன்று கற்றை உறை செல்களில் உள்ள பசுங்கணிகங்களில் நடைபெறுகிறது.

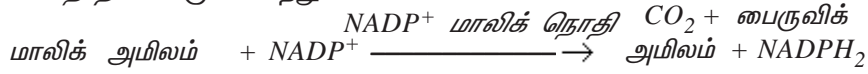
1. முதல் கார்பன் சேர்ப்பு வினையின் (கார்பாக்ஸிலேஷன்) போது பாஸ்போசனாலுப் பைரூவிக் அமிலம் (PEP) என்ற 3C சேர்மத்துடன் CO<sub>2</sub> மூலக்கூறு இணைந்து, ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலம் என்ற 4C சேர்மம் உருவாகிறது. இவ்வினையானது *பாஸ்போசனாலுப் பைரூவேட் கார்பாக்ஸிலேஷ்* என்ற நொதியால் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது.



2. ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலமானது *டிரான்ஸ் அமினேஷ்* என்ற நொதியின் மூலம் ஆஸ்பார்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது. அல்லது *NADP<sup>+</sup> மாலிக் டிஹைட்ரஜனேஷ்* என்ற நொதியின் உதவியால் மாலிக் அமிலமாக ஒடுக்கப்படுகிறது.



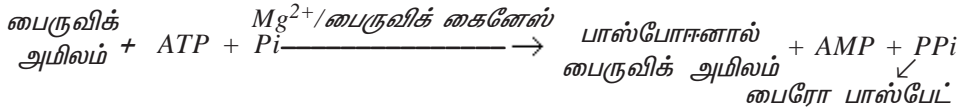
3. இலையிடைத்திசு செல்களில் உள்ள பசுங்கணிகங்களில் உம்டாகின்ற மாலிக் அமிலம் அல்லது ஆஸ்பார்டிக் அமிலம் கற்றை உறை செல்களின் பசுங்கணிகளுக்கு கடத்தப்படுகிறது. அங்கு இந்த அமிலத்திலிருந்து CO<sub>2</sub> மக்கம்படுவதால், பைருவிக் அமிலம் உம்டாகிறது. இவ்வினையை NADP<sup>+</sup> மாலிக் நொதி ஊக்குவிக்கிறது.



4. இம்போது, இரம்டாவதாக கார்பன் சேர்ப்பு வினையானது கற்றை உறைசெல் பசுங்கணிகங்களில் நடைபெறுகிறது. ரிபுலோஸ் பிஸ்பாஸ்பேட்டானது, மூன்றாவது படிநிலையில் உருவான CO<sub>2</sub> உடன் இணைந்து 3-பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலத்தை (PGA) உம்டாக்குகிறது. இவ்வினையை RuBP கார்பாக்ஸிலேஸ் என்ற நொதி ஊக்குவிக்கிறது. சில 3-பாஸ்போகிளிசரிக் அமில மூலக்கூறுகள் கக்ரோஸ், ஸ்டாரச் ஆகியவற்றை உருவாக்கம்பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மீதிம்ள்ள (PGA) மூலக்கூறுகள் RuBP மீம்டும் உருவாதலுக்கும் பயன்படுகின்றன.



5. மூன்றாவது படிநிலையில் உம்டான பைருவிக் அமிலம் இலையிடைத்திசு செல்களில் உள்ள பசுங்கணிகளுக்கு கடத்தப்பட்டு, அங்கு ATP-யினால் பாஸ்பரிகரணம் அடைந்து, பாஸ்போஈனால் பைருவிக் அமிலம் உம்டாகிறது. இவ்வினையை பைருவிக் கைனேஸ் மற்றும் Mg<sup>2+</sup> ஊக்குவிக்கின்றன.



மேற்கம்ட வினையில் உம்டான அடினோசின் மானோபாஸ்பேட்டானது (AMP), ATP-யினால் பாஸ்பரிகரணம் அடைந்து 2 மூலக்கூறு ADP உம்டாகிறது. இவ்வினை அடினிலேட் கைனேஸ் என்ற நொதியினால் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது.

C<sub>4</sub> தாவரங்கள் C<sub>3</sub> தாவரங்களை விட ஒளிச்சேர்க்கைத் திறன் மிகுந்தவையாக உள்ளன. ஏனெனில் ஒரு CO<sub>2</sub> மூலக்கூறினை நிலைநிறுத்த தேவைம்படும் ATP, NADPH<sub>2</sub> மூலக்கூறுகளின் எம்ணிக்கை C<sub>4</sub> தாவரங்களுக்கு, C<sub>3</sub> தாவரங்களை விட குறைவானதாகும்.



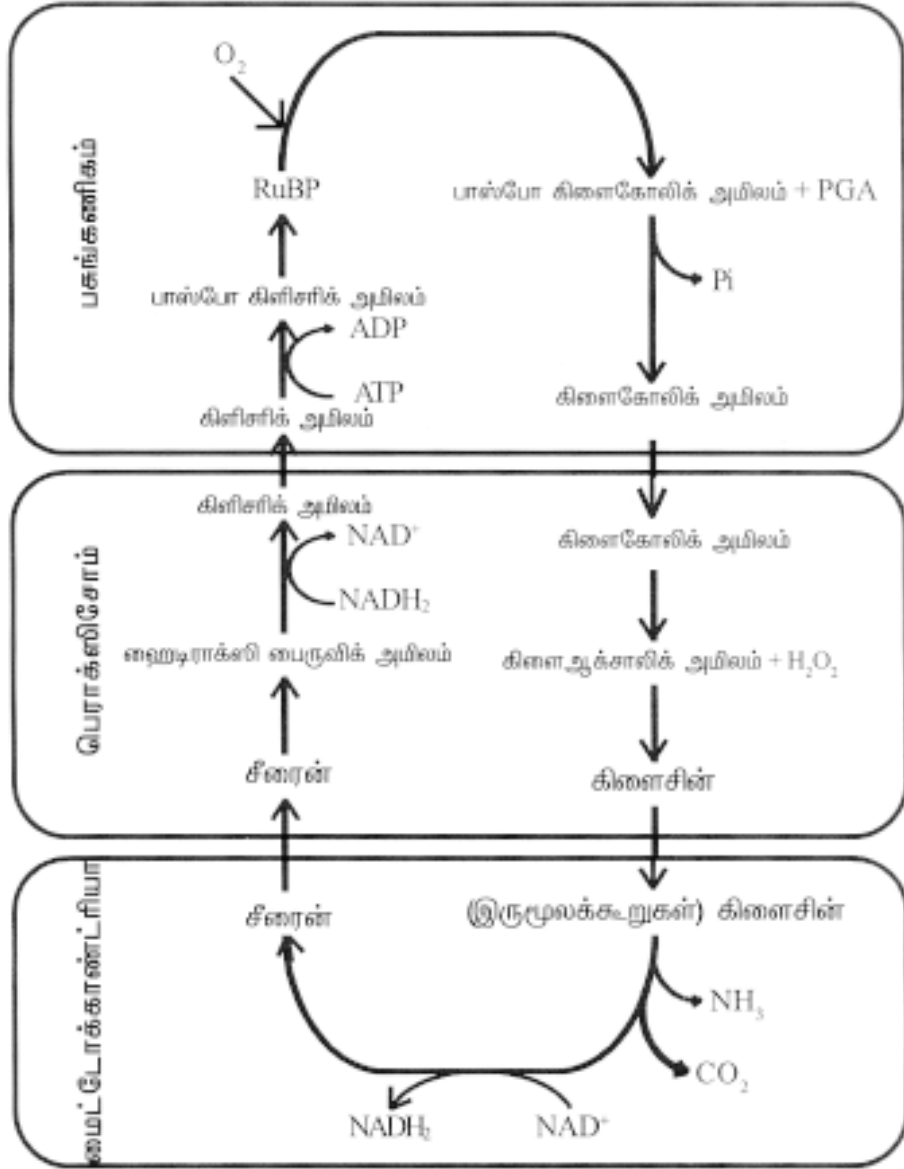
*C<sub>3</sub> மற்றும் C<sub>4</sub> ஒளிச்சேர்க்கை வழித் தடங்களுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடுகள்*

C <sub>3</sub> வழித்தடம்	C <sub>4</sub> வழித்தடம்
1. ஒளிச்சேர்க்கை இலையிடைத்திசு செல்களில் நடைபெறுகிறது.	ஒளிச்சேர்க்கை இலையிடைத்திசு மற்றும் கற்றை உறை செல்களில் நடைபெறுகிறது.
2. இங்கு CO <sub>2</sub> மூலக்கூறு ஏற்பியாக RuBP உள்ளது.	பாஸ்போனாஸ் பைருவிக் அமிலம் CO <sub>2</sub> மூலக்கூறுகளை ஏற்கிறது.
3. இங்கு முதலில் உருவாகும் நிலையான பொருள் 3C-களைக் கொண்ட 3PGA ஆகும்.	இங்கு முதலில் உருவாகும் நிலையான பொருள் 4C-களைக் கொண்ட ஆக்சலோ அசிட்டிக் அமிலம் ஆகும்.
4. ஒளிச்சுவாசத்தின் அளவு இங்கு அதிகமாக இருப்பதால், நிலை நிறுத்தப்பட்ட CO <sub>2</sub> மூலக்கூறுகளில் இழம்பு ஏற்படுகிறது. இது CO <sub>2</sub> நிலைநிறுத்தலின் வீதத்தை குறைக்கிறது.	ஒளிச்சுவாசத்தின் அளவு மிகக்குறைவு; ஏறத்தாழ இல்லை எனலாம். எனவே இங்கு CO <sub>2</sub> நிலைநிறுத்தலின் வீதம் அதிகரிக்கிறது.
5. உகந்த வெம்பநிலை 20°C-லிருந்து 25°C வரை.	உகந்த வெம்பநிலை 30°C-லிருந்து 45°C வரை.
6. C <sub>3</sub> தாவரங்களுக்கு எ.கா. நெல், கோதுமை மற்றும் உருளை.	C <sub>4</sub> தாவரங்களுக்கு எ.கா. கரும்பு, மக்காச் சோளம், ட்ரிபுலஸ் மற்றும் அமராந்தஸ்.

### 5.1.7. ஒளிச்சுவாசம் அல்லது C<sub>2</sub> சுழற்சி

விலங்குகள் மற்றும் பாக்டீரியங்களில் இருட் சுவாசம் என்ற ஒருவகை சுவாசம் மட்டுமே நடைபெறுகிறது. இது ஒளி இருப்பதாலோ அல்லது இல்லாததாலோ பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் சில பசுந்தாவரங்களில் ஒளிச்சுவாசம் மற்றும் இருட் சுவாசம் என இரு வேறுபட்ட சுவாச வகைகள் உள்ளன. ஒளி இருக்கும்போது ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் திசுக்களில் வழக்கத்தை விட அதிகமாக நடைபெறுகின்ற சுவாசம், **ஒளிச் சுவாசம்** (Photorespiration or light respiration) எனப்படும். இந்நிகழ்ச்சியின் போது அதிக அளவு CO<sub>2</sub> வெளியேற்றப்படுகிறது.

ஒளிச்சுவாசம் மூன்று செல் நுண்ணுறுப்புகளில் நடைபெறுகிறது அவையாவன; பசுங்கணிகங்கள், பெராக்ஸிசோம்கள் மற்றும் மைட்டோகாண்ட்ரியாக்கள். ஆக்ஸிஜன் அதிக அளவு இருக்கும் போது RuBP ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைகிறது. இதுவே ஒளிச்சுவாசத்தின் முதல் வினையாகும். இவ்வினையானது *கார்பாக்ஸிலேஸ்* எனப்படும் *ரூபிஸ்கோ* (Rubisco : Ribulose biphosphate carboxylase) நொதியினால் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு RuBP ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைவதால் பாஸ்போ கிளைக்காலிக் அமிலம் என்ற 2C சேர்மமும், பாஸ்போகிளிசிக் அமிலம் (PGA) என்ற 3C சேர்மமும் உண்டாகின்றன.



படம் 5.8 ஒளிச்சுவாச சுழற்சி

இவற்றில் PGA கால்வின் சுழற்சியில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பாஸ்போ கிளைக்காலிக் அமிலத்திலிருந்து ஒரு பாஸ்பேட் மூலக்கூறு மக்கம்ப்பட்டு கிளைக்காலிக் அமிலம் உம்டாக்கப்படுகிறது. மேற்கம்ட வினைகள் பசங்கணிகத்தில் நடைபெறுகின்றன.

பசங்கணிகத்திலிருந்து கிளைக்காலிக் அமிலம் பெராக்ஸிசோமிற்கு செல்கிறது. அங்கு கிளைக்காலிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து கிளைஆக்சாலிக் அமிலம், ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு ஆகியவை உருவாகின்றன. பின்னர் கிளைஆக்சாலிக் அமிலத்திலிருந்து கிளைஸின் உம்டாகிறது.

பின்னர் கிளைஸின் மூலக்கூறுகள் பெராக்ஸிசோமிலிருந்து மைட்டோகாம்ட்ரியாவுக்கு செல்கின்றன. அங்கு இரம்டு கிளைஸின் மூலக்கூறுகள் இணைந்து, ஒரு சீரன் மூலக்கூறு,  $\text{NH}_3$  மற்றும்  $\text{CO}_2$  ஆகியவை உம்டாகின்றன. இவ்வினையின் போது  $\text{NAD}^+$   $\text{NADH}_2$ -வாக ஒடுக்கமடைகிறது.

மைட்டோகாம்ட்ரியாவில் உருவான சீரன் என்ற அமினோ அமிலம் பெராக்ஸிசோமை அடைகிறது. இங்கு இது ஹைடிராக்ஸி பைருவிக் அமிலமாக மாற்றமடைகிறது. ஹைடிராக்ஸி பைருவிக் அமிலம்  $\text{NADH}_2$  உடன் வினைபுரிந்து, கிளிசரிக் அமிலமாக ஒடுக்கமடைகிறது.

கிளிசரிக் அமிலம் பெராக்ஸிசோமிலிருந்து பசங்கணிகத்திற்கு செல்கிறது. அங்கு கிளிசரிக் அமிலம் ATP மூலக்கூறுடன் பாஸ்பரிகரணம் அடைந்து, பாஸ்போ கிளிசரிக் அமிலம் (PGA) உம்டாகிறது. இது கால்வின் சுழற்சியில் மழைகின்றது. ஒளிச்சுவாச நிகழ்ச்சியின் போது மைட்டோகாம்ட்ரியாவுக்குள் விடுவிக்கப்பட்ட ஒரு மூலக்கூறு  $\text{CO}_2$  மீட்டும் நிலைநிறுத்தப்படுகிறது.

### ஒளிச்சுவாசத்திற்கும் இருள் சுவாசத்திற்குமுள்ள வேறுபாடுகள்

ஒளிச்சுவாசம்	இருள் சுவாசம்
1. இது ஒளிச்சேர்க்கை செல்களில் மட்டுமே நடைபெறுகிறது.	இது அனைத்து உயிருள்ள செல்களிலும் மைட்டோகாம்ட்ரியாவில் நடைபெறுகிறது.
2. இது ஒளி இருக்கும்போது மட்டுமே நடைபெறும்.	இது ஒளி மற்றும் ஒளி இல்லாத சூழலில் நடைபெறும்.
3. இது பசங்கணிகம், பெராக்ஸிசோம், மைட்டோகாம்ட்ரியா-க்களில் நடைபெறும்.	இது மைட்டோகாம்ட்ரியாவில் நடைபெறுகிறது.

ஒளிச்சுவாசமானது ஒளிச்சேர்க்கை கார்பன் ஆக்ஸிஜனேற்ற சுழற்சி அல்லது  $\text{C}_2$  சுழற்சி எனவும் அழைக்கப்படும். அதிக ஒளி, குறைவான  $\text{CO}_2$  ஆகிய சூழ்நிலைகளில் ஒளிச்சுவாசம் தாவரங்களை, ஒளிஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவிலிருந்து பாதுகாக்கிறது. அதாவது ஒளியாற்றலை பயன்படுத்திக் கொள்ள போதுமான அளவு  $\text{CO}_2$  இல்லையெனில், அதிகம்படியான ஒளியாற்றலானது தாவர செல்களை

ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்து சிதைத்து விடும். இந்த நிகழ்ச்சியானது ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவு எனப்படும். இரும்பினும், ஒளிச்சுவாசம் என்ற நிகழ்ச்சி அதிகம்படியான ஒளி ஆற்றலின் ஒரு பகுதியை பயன்படுத்திக்கொள்வதன் மூலம் தாவரங்களை ஒளி ஆக்ஸிஜனேற்ற சிதைவிலிருந்து பாதுகாக்கிறது.  $O_2$  அளவு அதிகரிக்கும் போது ஒளிச்சுவாசத்தின் வீதம் அதிகரிக்கும்;  $CO_2$  அளவு அதிகரிக்கும் போது ஒளிச்சுவாசத்தின் வீதம் குறைந்து ஒளிச்சேர்க்கையின் வீதம் அதிகரிக்கிறது.

### 5.1.8. ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் காரணிகள்

ஒளிச்சேர்க்கையானது சூழ்நிலை, மரபியல் மற்றும் தாவரக் காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. ஒளி,  $CO_2$  கிடைக்கும் அளவு, வெப்பநிலை, மம், மர், ஊட்டம்பொருட்களின் அளவு, போன்றவை ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் சூழ்நிலைக்காரணிகளாகும். மேலும் இலைகளின் வயது, இலைகள் அமைந்துள்ள கோணம், இலையமைவு முறை போன்ற இலைக்காரணிகளும் ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கின்றன. ஒரே நேரத்தில் அனைத்து சூழ்நிலைக்காரணிகளாலும் ஒளிச்சேர்க்கை பாதிக்கப்படுவதில்லை.

பிளாக்மேன் என்பவர் கட்டும்படுத்தும் காரணி விதியை 1905-ல் வெளியிட்டார். இவ்விதியின் படி எக்காரணி மிகவும் தேவைக்கு குறைவான, கட்டும்படுத்தும்பட்ட நிலையில் உள்ளதோ, அக்காரணிதான் ஒளிச்சேர்க்கையின் வீதத்தை கட்டும்படுத்தும் என்பதாகும். எடுத்துக்காட்டாக  $CO_2$  அதிக அளவில் கிடைத்து, மேகமூட்டத்தின் காரணமாக ஒளி மிகவும் குறைவான, கட்டும்படுத்தும்பட்ட அளவில் இருந்தால், அந்நிலையில் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் ஒளியினால் கட்டும்படுத்தும்படுகிறது. மேலும்  $CO_2$  மற்றும் ஒளி ஆகிய இரண்டுமே கட்டும்படுத்தும்பட்ட நிலையில், அதாவது குறைந்த நிலையில் இருந்தால், அந்நிலையில் எந்தக்காரணி தேவைக்கு மிகவும் குறைவாக, கட்டும்படுத்தும்பட்ட நிலையில் உள்ளதோ அக்காரணிதான் ஒளிச்சேர்க்கையின் வீதத்தை கட்டும்படுத்துகிறது.

ஒளியின் தரம் மற்றும் செறிவு இரண்டுமே ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கின்றன. அலைமீட்டம் 400 nm லிருந்து 700 nm வரை உள்ள ஒளியானது ஒளிச்சேர்க்கையை மிகத் திறம்பட தூண்ட வல்லது. எனவே இந்த ஒளியானது ஒளிச்சேர்க்கையைத் தூண்டும் ஒளி எனப்படும். ஒளியின் செறிவு அதிகரிக்கும் போது, ஒளிச் சேர்க்கையின் வீதமும் அதிகரிக்கின்றது. ஆனால் தீவிரமான ஒளியில் ஒளிச் சேர்க்கையின் வீதம் குறைகிறது. ஏனெனில் தீவிர ஒளி பச்சையங்களை அழித்து விடுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒளி வேதிவினைகளும், இருள் வினைகளும் வெம்பத்திற்கு மாறுபட்ட உணர்திறனை கொண்டுள்ளன. தைலைக்காய்ப்பு பகுதியில் நடைபெறும் ஒளிவேதி வினைகள் வெம்பத்தினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் நொதிகளின் உதவியினால் நடைபெறும் இருள் வினைகள் அதிக வெம்ப நிலையில் மிகவும் பாதிப்புக்குள்ளாகின்றன. அதிக வெம்பநிலையில் நொதிகள் செயலிழந்து போகின்றன. குறைந்த வெம்பநிலைமம் நொதிகளை செயலிழக்க வைக்கிறது.

தற்போதுள்ள CO<sub>2</sub>-வின் செறிவு ஏறத்தாழ 0.036 சதவீதம் அல்லது 360 ppm (Parts per million) உள்ளது. இது வளிமம்-லத்தில் உள்ள பிற வாய்க்காண O<sub>2</sub> மற்றும் N<sub>2</sub> ஆகியவற்றுடன் ஒம்பிடும் போது மிகவும் குறைவே. மற்றக் காரணிகள் கட்டும்படுத்தாத போது, CO<sub>2</sub>-வின் செறிவு 500 ppm வரை அதிகம்படுத்தும்படும் போது ஒளிச்சேர்க்கையின் வீதம் அதிகரிக்கிறது.

நிலத்தில் கிடைக்கும் மீரின் அளவு ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் முக்கிய காரணியாகும். நில மீர் கட்டும்படுத்தும்பட்ட காரணியாகும்போது, அதாவது மீரின் அளவு குறைமும் போது ஒளிச்சேர்க்கையின் வீதம் வீழ்ச்சியடைகிறது.

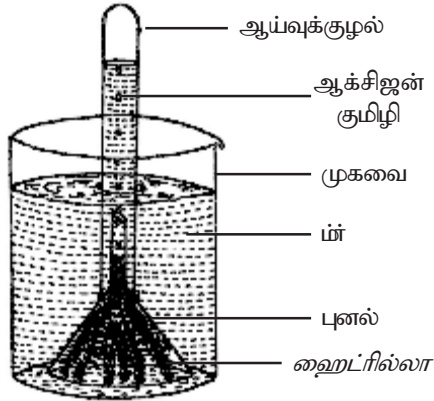
பல்வேறு ஊட்டம் பொருட்களோடு ஒம்பிடும் போது, N<sub>2</sub> ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்ச்சிமீடன் நேரடி தொடர்பை அதிகமாக கொம்புள்ளது. நைட்ரஜனானது பச்சையம் மற்றும் இருள் வினைகளில் பங்குபெறும் அனைத்து நொதிகளின் முக்கிய பகுதிம்பொருளாக இரும்புதனால், இதன் பற்றாக்குறை தாவரங்களை மிகவும் மோசமாக பாதிக்கின்றது. பொதுவாக அனைத்து முக்கிய தனிமங்களும் ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கவல்லவை.

இலையின் வயது, இலையின் கோணம், இலையமைவு முறை ஆகிய இலைக்காரணிகளில் இலையின் வயது ஒளிச்சேர்க்கையை மிகவும் பாதிக்கக் கூடிய காரணியாகும். இலைகள் மும்படைமும் போது அவை பச்சையத்தை இழக்கின்றன, மேலும் அதன் செல்களில் உள்ள ஒளிச்சேர்க்கைக்கு தேவையான நொதிகளும் படிப்படியாக செயலிழக்கத் துவங்குகின்றன. இதன் காரணமாக மும்படைந்த இலைகளில் ஒளிச்சேர்க்கையின் வீதம் குறைகிறது.

### ஒளிச்சேர்க்கை ஆய்வுகள்

#### ஆய்வுக்குழல் மற்றும் புனல் ஆய்வு

ஆய்வுக்குழல் மற்றும் புனல் ஆய்வானது ஒளிச்சேர்க்கையின் போது ஆக்ஸிஜன் வெளிம்படுவதை நிரூபிக்கிறது. ஒரு பீக்கரில் உள்ள மீரில் *ஹைட்ரில்லா*



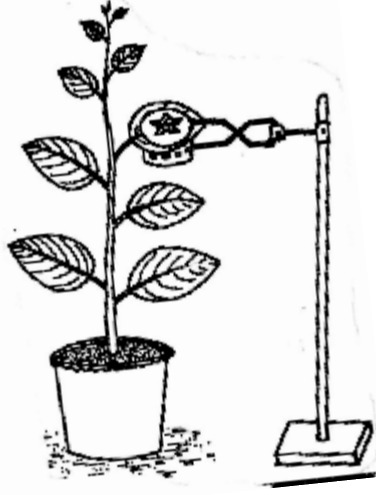
படம் 5.9 ஆய்வுக்குழல் மற்றும் புனல் ஆய்வு

தாவரத்தின் சில கிளைகளை எடுத்துக் கொள்ள வேம்தும். மீரில் சிறிதளவு சோடியம் பைகார்பனேட் உம்பை கரைக்க வேம்தும். அந்த கிளைகள் ஒரு புனலினால் மூடம்படுகின்றன. புனலின் தம்பின் மீது மீர் நிரம்பம்பட்ட ஒரு ஆய்வுக் குழாய் தலைகீழாக கவிழ்த்து வைக்கம்படுகிறது. இவ்வமைம்பு சூரிய ஒளியில் 4-லிருந்து 6 மணி நேரம் வரை வைக்கம்படுகிறது. அம்போது *ஹைட்ரில்லா* தாவரத்தின் கிளைகளின் முனைகளிலிருந்து வாய்க்குமிழிகள் வெளிவருவதைக் காணலாம். இவ்வாய்க்குமிழிகள் ஆய்வுக்குழாயில்

சேகரமடைகிறது. இவ்வாய் ஆக்ஸிஜன் தானா என சோதிக்கப்படுகிறது. எரிமம் தீக்குச்சியை ஆய்வுக்குழாயின் வாயருகே கொண்டு செல்லும்போது, அது மேலும் பிரகாசமாக எரிகிறது. இதன் மூலம் அந்த வாய் ஆக்ஸிஜன் தான் என்பது நிரூபிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு இந்த ஆய்வுக்குழாய் மற்றும் புனல் ஆய்வு ஒளிச்சேர்க்கையின் போது ஆக்ஸிஜன் வெளிப்படுவதை நிரூபிக்கிறது.

### கேனாங்கின் ஒளித்திரை ஆய்வு

கேனாங்கின் ஒளித்திரை ஆய்வு ஒளிச்சேர்க்கைக்கு ஒளி அவசியம் என்பதை நிரூபிக்கிறது. தொட்டித்தாவரத்தை இருட்டான ஓர் அறையில் 48 மணி நேரம் வைக்கப்படும் போது, அதன் இலைகளில் உள்ள ஸ்டார்ச் மங்கி விடுகிறது. இது



படம் 5.10

கேனாங்கின் ஒளித்திரை ஆய்வு

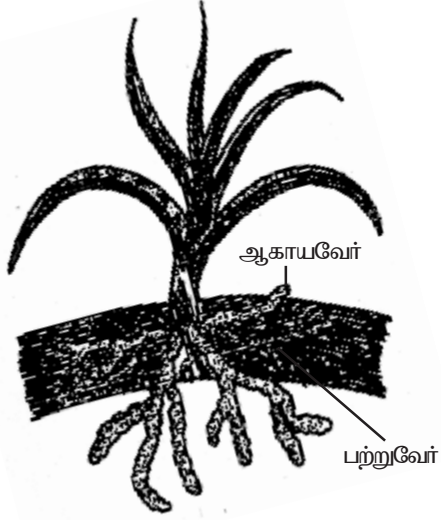
ஸ்டார்ச் மக்கப்பட்ட தாவரம் எனப்படும். கேனாங்கின் ஒளித்திரை என்பது ஒரு இடுக்கி போன்ற அமைப்பாகும். இதில் நட்சத்திர வடிவ திறம்பு கொட்ட ஒரு தகடு உள்ளது. இத்திறம்பின் வழியாக மட்டுமே ஒளி உட்புக முடியும். இதன் கீழ்ப் பகுதியில் உள்ளீடற்ற உருளை வடிவ பெட்டி போன்ற அமைப்பு ஒன்று உள்ளது. நட்சத்திர வடிவ திறம்புள்ள தகடு, இதன் மூடி போன்று உள்ளது. இச்சாதனம் ஒளியை திறம்பட மறைப்பதோடு தேவையான காற்றோட்டத் திற்கு ஏற்றவாறும் உள்ளது. படத்தில் காட்டியவாறு, ஒளித்திரைக் கருவி ஸ்டார்ச் மக்கப்பட்ட தாவரத்தின் இலையில் பொருத்தப்படுகிறது. இவ்வமைப்பு சூரிய ஒளியில் 4-லிருந்து 6 மணி நேரம் வைக்கப்படுகிறது.

பின்னர் அந்த குறிப்பிட்ட இலைக்கு ஸ்டார்ச் ஆய்வு செய்யப்படுகிறது. சூரிய ஒளிபட்ட இலையின் அந்த நட்சத்திர வடிவப்பகுதி மட்டும் மல நிறம் அடைகிறது. இவ்வாறு கேனாங்கின் ஒளித்திரை ஆய்வு ஒளிச்சேர்க்கைக்கு ஒளி அவசியம் என்பதை நிரூபிக்கின்றது.

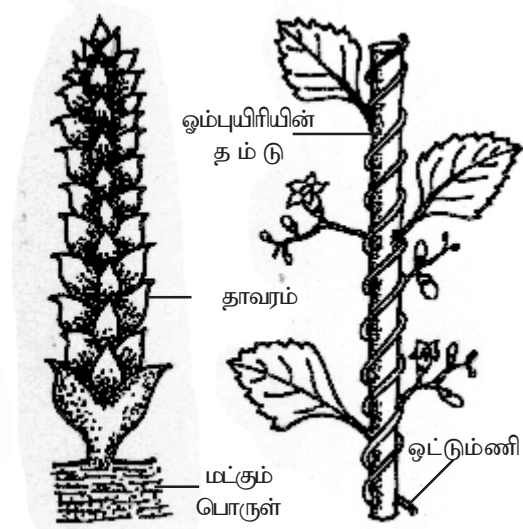
### 5.1.9. ஊட்ட முறையின் வகைகள் (Mode of nutrition)

#### தற்சார்பு ஊட்டமுறை (Autotrophic nutrition)

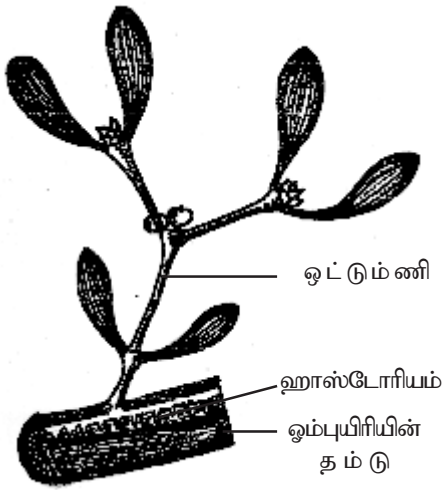
பெரும்பாலான தாவரங்கள் தமக்குத் தேவையான உணவும்பொருளை தாமே ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் தயாரித்துக் கொள்கின்றன. எனவே அவை தற்சார்பு கொட்டவையாக உள்ளன. இவ்வகை ஊட்டமுறை, தற்சார்பு ஊட்டமுறை எனப்படும். தற்சார்பு ஊட்ட முறைத் தாவரங்கள் அவை வாழ்கின்ற சூழலுக்கு ஏற்ப பலவகைகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. பல்வேறு விதமான சூழ்நிலைக் காரணிகள் அத்தாவரங்களின் புறத்தோற்றங்களிலும் மாறுபாட்டை உருவாக்குகின்றன. இதனால்



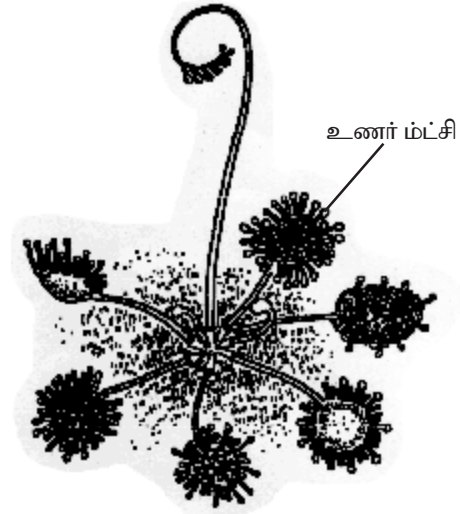
தொற்று வேர்கள்  
எ.கா. வாம்டா



மட்கும்ணித்தாவரம் முழு ஒட்டுமணித் தாவரம்  
எ.கா. மானோட்ரோபா எ.கா. கஸ்குட்டா



பகுதி ஒட்டுமணி  
எ.கா. விஸ்கம்



பூச்சியை உம்ணும் தாவரம்  
எ.கா. ட்ரஸ்ரா

படம் 5.11 ஊட்ட முறை வகைகள்

மர் வாழ்த் தாவரங்கள், நிலவாழ் தாவரங்கள், வரள் நிலத்தாவரங்கள், சதும்பு நிலத்தாவரங்கள் போன்றவை தமக்குத் தேவையான சிறம்பான தகவமைம்புகளுடன் உள்ளதை நாம் காங்கிறோம். தற்சார்பு ஊட்டத் தாவரங்களில் தொற்றுத் தாவரங்கள் சற்று வித்தியாசமானவை. இத்தாவரங்கள் பொதுவாக மரங்களின் கிளைகளில் வளர்கின்றன. தொற்றுத் தாவரங்கள் ஒட்டுமணிகளாக இரும்பதில்லை. இவை ஆதார தாவரத்தை வாழிடமாக மட்டுமே பயன்படுத்துகின்றன. இவை இருவகை வேர்களைக் கொண்டுள்ளன. அவை ஆகாய வேர்கள் மற்றும் பற்று வேர்கள் என்பனவாகும். பற்று வேர்கள் தொற்றுத்தாவரங்களை மரக்கிளைகளின் பட்டைகளில் ஊன்றுவதற்கும், மரம்பட்டைகளில் சேகரமடைந்துள்ள தூசிகள், மத்துகள்கள் போன்றவற்றிலிருந்து சிறிதளவு ஊட்டம்பொருட்களை உறிஞ்சுவதற்கும் பயன்படுகின்றன. சிறம்பான ஆகாய வேர்கள் காற்றில் அசைந்தாடுகின்றன. இவ்வேர்கள் பசுமையாக உள்ளன. மேலும் இவற்றில் உள்ள வெலமன் என்ற பஞ்சு போன்ற திசு காற்றிலுள்ள ஈரத்தையும், மழை ம்ரையும் உறிஞ்சுகின்றன. எ.கா. வாம்டா.

### **பிற ஊட்ட முறை (Heterotrophic nutrition)**

பச்சையம் இல்லாததாலோ அல்லது நைட்ரஜன் பற்றாக்குறையினாலோ சில தாவரங்கள் உணவுக்காக மற்ற தாவரங்கள், பூச்சிகள் அல்லது இறந்தவற்றின் கரிமம்பொருட்களை சார்ந்து வாழ்கின்றன. இவ்வகை ஊட்டமுறை பிறஊட்ட முறை எனப்படும். பிற ஊட்டமுறைத் தாவரங்கள் மட்கும்ணி, ஒட்டுமணி மற்றும் பூச்சியை உம்ணும் தாவரங்கள் என வகைம்படுத்தம்படுகின்றன.

### **மட்கும்ணித் தாவரங்கள் (Saprophytic plants)**

சில தாவரங்கள் தானே உணவு தயாரிக்க முடியாததால் இறந்து போன தாவர, விலங்கு உடல்களின் கரிமம்பொருட்களிலிருந்து தம் உணவைம் பெறுகின்றன. இவை மட்கும்ணித் தாவரங்கள் எனப்படும். பல பூஞ்சைகளும், பாக்டீரியங்களும் மட்கும்ணிகளாக உள்ளன. *மானோட்ரோபா (Monotropa)* போன்ற சில ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்கள் பச்சையம் அற்று காணம்படுகின்றன. இவை மைக்கோரைசா வேர்களைக் கொண்டுள்ளன. இத்தாவரங்கள் இறந்தவற்றின் அழுகிய மட்கும்பொருட்களிலிருந்து உணவும் பொருட்களை மைக்கோரைசா வேர்கள் மூலம் உறிஞ்சுகின்றன.

### **ஒட்டுமணித் தாவரங்கள் (Parasitic plants)**

சில தாவரங்கள் தமக்குத் தேவையான உணவும் பொருட்களை பிற உயிருள்ள தாவரங்கள் அல்லது விலங்குகளிலிருந்து பெறுகின்றன. அவை ஒட்டுமணித் தாவரங்கள் எனப்படும். எந்த ஒரு தாவரம் அல்லது விலங்கிலிருந்து, ஒட்டுமணிகள் உணவும் பொருட்களை பெறுகின்றனவோ, அந்த தாவரம் அல்லது விலங்கு ஒம்புயிரி (Host) எனப்படும். ஒட்டுமணித் தாவரங்கள் சில சிறம்பான வேர்களைக் கொண்டுள்ளன. அவ்வேர்கள் ஒம்புயிரித் தாவரங்களைத் துளைத்து உட்சென்று சைலத்திலிருந்து ம்ரையும், கனிம உம்புக்களைம்ம் மற்றும் ஃபுளோயத்திலிருந்து உணவும் பொருட்களைம்ம் உறிஞ்சுகின்றன. இவ்வேர்கள் ஹாஸ்டோரியாக்கள் (Haustoria) அல்லது உறிஞ்சு உறும்புகள் எனப்படும்.



ஒட்டும்ணி ஆஞ்சியோஸ்பொம்கள் இருவகைப்படும். அவை முழு ஒட்டும்ணிகள் மற்றும் பகுதி ஒட்டும்ணிகள் ஆகும். சில தாவரங்களில் பச்சையம் முழுமையாக இருப்பதில்லை. இவை மம்ணிலும் வளர்வதில்லை. எனவே இத்தாவரங்கள் உணவு, மர், கனிம உம்புகள் ஆகியவற்றுக்காக ஒம்புயிரித்தாவரங்களை முழுமையாக சார்ந்துள்ளன. இவை முழு ஒட்டும்ணித் தாவரங்கள் எனப்படும். எ.கா. *கஸ்குட்டா* (*Cuscuta*) இத்தாவரத்தின் தம்டு மெலிந்தும், வெளிறிய மஞ்சள் நிறத்திலும், இலைகள் அற்றும் காணப்படுகிறது. இது ஒம்புயிரித் தாவரத்தின் தம்டைச் சுற்றி பின்னிக் காணப்படுகிறது. இது தன் ஹாஸ்டோரியாக்கள் மூலம் ஒம்புயிர் தாவரத்தின் தம்டை துளைத்து உணவுப்பொருட்களை உறிஞ்சுகிறது.

சில தாவரங்கள் ஒம்புயிரி தாவரத்திலிருந்து ம்ரைம்ம், கனிம உம்புக்களைம்ம் மட்டும் உறிஞ்சுகின்றன. இவை பசும் இலைகளைக் கொம்ப்டிரும்பதால், தங்களுக்கு தேவையான உணவும் பொருட்களை தாங்களே தயாரித்துக் கொள்கின்றன. இவற்றின் ஹாஸ்டோரியாக்கள் ஒம்புயிர் தாவரத்தினை துளைத்து சைலத்துடன் மட்டும் தொடர்பு கொம்ப்டு ம்ரினைம்ம், கனிம உம்புக்களைம்ம் உறிஞ்சுகின்றன. இத்தாவரங்கள் பகுதி ஒட்டும்ணிகள் எனப்படும். எ.கா. *விஸ்கம்* (*Viscum*).

### பூச்சியை உம்ணும் தாவரங்கள் (*Insectivorous plants*)

சில தாவரங்களால் ஒளிச்சேர்க்கை செய்து காப்போஹைட்ரேட்டை தயாரிக்க முடிகிறது. ஆனால் நைட்ரஜன் பற்றாக் குறையினால் அவற்றால் புரத்ததை தயாரிக்க முடிவதில்லை. நைட்ரஜன் பற்றாக்குறையை போக்கிக்கொள்ள இத்தாவரங்கள் பூச்சிகளை உணவாக உட்கொள்கின்றன. இக்காரணத்திற்காக இத்தாவரங்களின் இலைகள் பல்வேறு விதமாக மாறுபாடு அடைந்துள்ளன. இத்தகைய தாவரங்கள் பூச்சியை உம்ணும் தாவரங்கள் எனப்படும். எ.கா. *ட்ரஸ்ரீரா* (*Drosera*).

### ட்ரஸ்ரீரா

ட்ரஸ்ரீரா சதும்பு நிலங்களில் வளரும் ஒரு சிறிய தாவரமாகும். இத்தாவரம் சூரிய பனித்துளித்தாவரம் (Sundew plant) எனவும் அழைக்கப்படும். இத்தாவரத்தின் இலைகள் ஏராளமாக உரோமங்கள் போன்று அமைம்புகளைக் கொம்ப்டுள்ளன. அவை உணர் ம்ட்சிகள் (Tentacles) எனப்படும். ஒவ்வொரு ம்ட்சிம்ம் அதன் முனையில் ஒரு சுரம்பிம்டன் காணப்படுகிறது. இச்சுரம்பி ஒட்டும் தன்மை கொம்ப்ட ஒரு திரவத்தை சுரக்கிறது. இத்திரவத்துளி சூரிய ஒளியில் பனித்துளிபோல பிரகாசிக் கின்றது. எனவேதான் இத்தாவரம் சூரிய பனித்துளித் தாவரம் எனப்படுகிறது.

பிரகாசிக்கின்ற ஒட்டும் தன்மை கொம்ப்ட திரவத்துளியால் கவரப்படுகின்ற ஒரு பூச்சி இலையின் மீது அமர முயற்சிக்கும் போது, அது ஒட்டும் தன்மை கொம்ப்ட அத்திரவத்துளியில் சிக்கிக் கொள்கிறது. உடனே மிகுந்த உணர்திறன் கொம்ப்ட அந்த ம்ட்சிகள் உள்நோக்கி வளைந்து அந்த பூச்சியை சூழ்ந்து நெருக்கு கின்றன. பின்னர் அந்த சுரம்பிகள் புரத்ததை சிதைக்கும் நொதிகள் கொம்ப்ட

செரிம்பு திரவத்தை சுரக்கின்றன. இந்த நொதிகள் பூச்சியின் உடலில் உள்ள புரதத்தை செரிக்கின்றன. செரிக்கப்பட்ட உணவுப்பொருட்கள் இலைகளால் உறிஞ்சும் பட்டபின்னர், இலைகள் விரிந்து உணர்ம்த்சிகள் நேரான பழைய நிலையை அடைகின்றன.

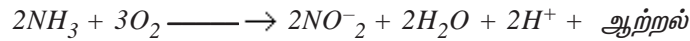
### 5.1.10 வேதிச்சேர்க்கை

சில உயிரினங்கள் கனிமம் பொருட்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து கிடைக்கின்ற ஆற்றலைக் கொண்டு கார்போஹைட்ரேட்டை தயாரிக்கின்றன. இச்செயல் வேதிச்சேர்க்கை எனப்படும். பெரும்பாலான பாக்டீரியங்கள் தமக்குத் தேவையான உணவும் பொருட்களை தாமே தயாரித்துக்கொள்ள இயலாததால், அவை உணவும் பொருட்களை சுற்றும்புற ஆதாரத்திலிருந்து பெறுகின்றன. இவை பிற ஊட்டமுறை உயிரிகள் எனப்படும். ஆனால் சில பாக்டீரியங்கள் ஒளிச்சேர்க்கை அல்லது வேதிச்சேர்க்கை மூலம் உணவுப்பொருட்களை தயாரிக்கும் திறன் கொண்டுள்ளன.

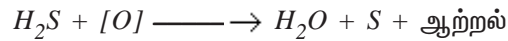
சூரிய ஒளியின் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி உணவுப்பொருட்களை தயாரித்துக்கொள்ளும் உயிரினங்கள் ஒளிச்சேர்க்கை உயிரிகள் அல்லது ஒளிதற்சார்பு ஊட்ட உயிரிகள் எனப்படும். வேதியாற்றலைப் பயன்படுத்தி கார்பன் சேர்மங்களை தயாரித்துக் கொள்ளும் உயிரினங்கள் வேதிச்சேர்க்கை உயிரிகள் எனப்படும். வேதிச்சேர்க்கை உயிரிகள் இருவகைப்படும். அவை வேதிச்சேர்க்கை தற்சார்பு ஊட்ட உயிரிகள் மற்றும் வேதிச் சேர்க்கை பிற ஊட்ட உயிரிகள் என்பனவாகும்.

#### வேதிச்சேர்க்கை தற்சார்பு ஊட்ட உயிரிகள்

வேதிச்சேர்க்கை தற்சார்பு ஊட்ட உயிரிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் நைட்ரேசோமோனாஸ், பெக்கியட்லோவா (*Beggiatoa*) ஆகும். நைட்ரேசோமோனாஸ் அமோனியாவை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து நைட்ரைட்டாக மாற்றுகிறது. இந்நிகழ்சியின் போது வெளிப்படும் ஆற்றல் கார்போஹைட்ரேட்டை தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.



பெக்கியட்லோவா  $H_2S$ -ஐ ஆக்ஸிகரணம் செய்து சல்ஃபர் மற்றும் மர் ஆகியவற்றை உருவாக்குகிறது. இந்நிகழ்சியின் போது வெளிப்படுத்தப்படும் ஆற்றல் அதன் வளர்ச்சிக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. சல்ஃபரானது துகள்கள் வடிவத்தில் செல்களில் சேமிக்கப்படுகின்றன.



#### வேதிச்சேர்க்கை பிற ஊட்ட உயிரிகள்

வேதிச்சேர்க்கை பிற ஊட்ட உயிரிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் பூஞ்சைகள், பெரும்பாலான பாக்டீரியங்கள், விலங்குகள் மற்றும் மனிதர்கள். இந்த உயிரினங்கள் தமக்குத் தேவையான உணவுப்பொருட்களை தாமே தயாரித்துக்கொள்ள

முடிவதில்லை என்பதால், இவை பிற ஊட்ட உயிரினங்கள் எனப்படும். இவை தம் வளர்ச்சிக்கு தேவைப்படுகின்ற ஆற்றலை வேதிவினைகள் மூலம் பெறுகின்றன, அதாவது கரிமம் பொருட்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து பெறுகின்றன எடுத்துக்காட்டாக சுவாசித்தலின் போது குளுக்கோஸ் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதால் ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. அந்த ஆற்றல் வளர்ச்சிக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே இவ்வுயிரினங்கள் வேதிச்சேர்க்கை பிற ஊட்ட உயிரிகளாகக் கருதப்படுகின்றன.

## தன் மதிப்பீடு

### I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

- ஒளிச்சேர்க்கை இங்கு நடைபெறுகிறது  
(அ) மைட்டோகாமிட்டிரியங்கள் (ஆ) பெராக்ஸிசோம்கள்  
(இ) பசுங்கணிகங்கள் (ஈ) ரைபோசோம்கள்
- சுழற்சி எலக்ட்ரான் கடத்தலின்போது உற்பத்தியவாது  
(அ) NADPH<sub>2</sub> மட்டும் (ஆ) ATP மட்டும்  
(இ) NADH<sub>2</sub> மட்டும் (ஈ) ATP மற்றும் NADPH<sub>2</sub>
- பின்வருவனவற்றுள் எது 5C சேர்மம்?  
(அ) ஃபிரக்டோஸ் (ஆ) எரித்ரோஸ்  
(இ) ரைபோஸ் (ஈ) DHAP
- பின்வருவனவற்றுள் எது C<sub>4</sub> தாவரம்?  
(அ) நெல் (ஆ) கோதுமை  
(இ) கரும்பு (ஈ) உருளை
- பச்சையத்தின் உற்பத்திக்கு தேவைப்படும் முக்கியம் பொருள்  
(அ) Mg (ஆ) Fe (இ) Cl (ஈ) Mn
- சூரிய ஆற்றலை கவர்ந்திழுக்கும் அதிகத் திறன் கொண்ட நிறமி  
(அ) ஃபைக்கோபிலின்கள் (ஆ) பச்சையம்  
(இ) கரோட்டினாய்டுகள் (ஈ) சாந்தோஃபில்
- பின்வரும் எந்த பாக்டீரியம் அமோனியாவை நைட்ரைட்டாக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்கிறது.  
(அ) நைட்ரோசோமோனாஸ் (ஆ) பெக்கியடோவா  
(இ) கிளாஸ்டிரிடயம் (ஈ) எ. கோலை
- பின்வருவனவற்றுள் எது முழு ஒட்டும்ணித்தாவரம்?  
(அ) கஸ்குட்டா (ஆ) விஸ்கம்  
(இ) ட்ரஸ்ரா (ஈ) மானோட்ரோபா
- ஒளிச்சேர்க்கையை மிகத் திறம்படத் தூண்டும் ஒளி அலை  
(அ) 100 nm – 200 nm (ஆ) 200 nm – 300 nm  
(இ) 400 nm – 700 nm (ஈ) 700 nm – 900 nm
- இருட்கவாசம் இதில் நடைபெறுகிறது.  
(அ) பெராக்ஸிசோம் (ஆ) மைட்டோ காமிட்டிரியங்கள்  
(இ) பசுங்கணிகம் (ஈ) ரைபோசோம்

11. ஒளிச்சேர்க்கையின் போது வெளிப்படும் வாய்  
(அ) கார்பன்டைஆக்ஸைடு (ஆ) நைட்ரஜன்  
(இ) ஹைட்ரஜன் (ஈ) ஆக்ஸிஜன்
12. இருள் வினை இவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது.  
(அ) கிரம்ஸ் சுழற்சி (ஆ) கால்வின் சுழற்சி  
(இ) பென்டோஸ் பாஸ்பேட் பாதை (ஈ) ஒளிச்சுவாசம்
13. C<sub>4</sub> பாதை இவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது.  
(அ) EMP பாதை (ஆ) ஹேட்ச்-ஸலாக் பாதை  
(இ) ஒளிச்சுவாசம் (ஈ) எலக்ட்ரான் கடத்தல் தொடர்
14. ஒளிச்சுவாசம் இவ்வாறும் அழைக்கப்படுகிறது.  
(அ) C<sub>2</sub> சுழற்சி (ஆ) C<sub>3</sub> சுழற்சி  
(இ) C<sub>4</sub> சுழற்சி (ஈ) C<sub>5</sub> சுழற்சி
15. பூச்சிமீண்டும் தாவரத்திற்கு எடுத்துக்காட்டு  
(அ) ட்ரஸ்ரா (ஆ) விஸ்கம்  
(இ) மாணோட்ரோபா (ஈ) வாம்டா
16. பின்வருவனவற்றில் எது முதன்மை நிறமியாகும்?  
(அ) கரோட்டினாய்டு (ஆ) சாந்தோல்  
(இ) பச்சையம் 'a' (ஈ) பச்சையம் 'b'
17. ஒளிச்சேர்க்கையின் இருள்வினைகளைக் கம்டறிந்தவர்  
(அ) எம்டன் மற்றும் மேயர் (ஆ) மெல்வின் கால்வின்  
(இ) கிரம்ஸ் (ஈ) பார்னாஸ்
18. பின்வருவனவற்றுள் 5 கார்பன்களைக் கொட்ட சேர்மம் எது?  
(அ) குளுக்கோஸ் (ஆ) ஃபிரக்டோஸ்  
(இ) பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம் (ஈ) RuBP
19. C<sub>3</sub> தாவரங்களில் ஒளிவினைகள் மற்றும் இருள்வினைகள் நடைபெறும் இடம்  
(அ) கற்றைஉறை செல்கள் (ஆ) இலை இடைத்திசு செல்கள்  
(இ) அகத்தோல் செல்கள் (ஈ) வாஸ்குலார் செல்கள்
20. C<sub>3</sub> வழித்தடத்தில் CO<sub>2</sub>ஐ ஏற்கும் மூலக்கூறு எது?  
(அ) பாஸ்போ ஈனால் பைருவேட் (ஆ) RuBP  
(இ) PGA (ஈ) DHAP
21. பின்வருவனவற்றுள் எது C<sub>4</sub> தாவரமல்ல?  
(அ) மக்காச்சோளம் (ஆ) ட்ரிபுலஸ்  
(இ) அமராந்தஸ் (ஈ) கோதுமை
22. வாம்டா தாவரம் ஒரு \_\_\_\_\_ ஆகும்.  
(அ) முழு ஒட்டும்ணி (ஆ) பகுதி ஒட்டும்ணி  
(இ) தொற்றுத்தாவரம் (ஈ) மட்கும்ணி
23. ஒளிவினையில் உம்டாகும் ஒடுக்க ஆற்றல்  
(அ) NADP<sup>+</sup> (ஆ) ATP  
(இ) ADP (ஈ) NADPH<sub>2</sub>

24. பின்வருவனவற்றுள் எது துணைநிறமியல்ல?  
 (அ) பைக்கோபிலின் (ஆ) பச்சையம்  
 (இ) கரோட்டினாய்டு (ஈ) சாந்தோஃபில்
25. ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள் காணப்படுமிடம்  
 (அ) கிரிஸ்டே (ஆ) சிஸ்டர்னே  
 (இ) தைலக்காய்டு (ஈ) ஸ்ட்ரோமா

**II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.**

26. துணை நிறமிகள் என்பன யாவை?  
 27. மர் ஒளிப்பிளத்தல் என்றால் என்ன?  
 28. ஒளி வினையை வரையறு.  
 29. இருள் வினையை வரையறு.  
 30. சுழல் ஒளிபாஸ்பரிகரணம் எந்த சூழ்நிலைகளில் நடைபெறுகிறது?  
 31. ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒட்டுமொத்த சமன்பாட்டை எழுதுக.  
 32. இருவடிவ பசுங்கணிகங்கள் என்றால் என்ன?  
 33. ஒளிச்சுவாசத்தை வரையறு.  
 34. ஒளிச்சுவாசத்திற்கும், இருட்சுவாசத்திற்கும் உள்ள இரு வேறுபாடுகளைத் தருக?  
 35. முழு ஒட்டும்ணித்தாவரம் என்றால் என்ன?  
 36. வேதிச்சேர்க்கை என்றால் என்ன?

**III ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

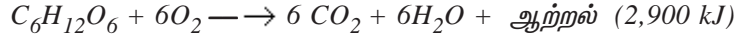
37. ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இடம் பற்றி குறிப்பு வரைக.  
 38. ஒளிச்சேர்க்கையின் எலக்ட்ரான் கடத்தி அமைப்பை விவரி.  
 39.  $C_3$  மற்றும்  $C_4$  வழித்தடங்களுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?  
 40. ஒளிச்சேர்க்கையின் போது  $O_2$  வெளிப்படுகிறது என்பதை விவரி.  
 41. கேனாங்கின் ஒளித்திரை சோதனையை விவரி.  
 42. பூச்சியை உம்ணும் தாவரம் பற்றி குறிப்பு வரைக.  
 43. வேதிச்சேர்க்கையை விவரி.  
 44. ஒளிச்சேர்க்கையின் முக்கியத்துவத்தை எழுதுக.  
 45. பசுங்கணிகத்தின் அமைப்பை விவரி.

**IV ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 200 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

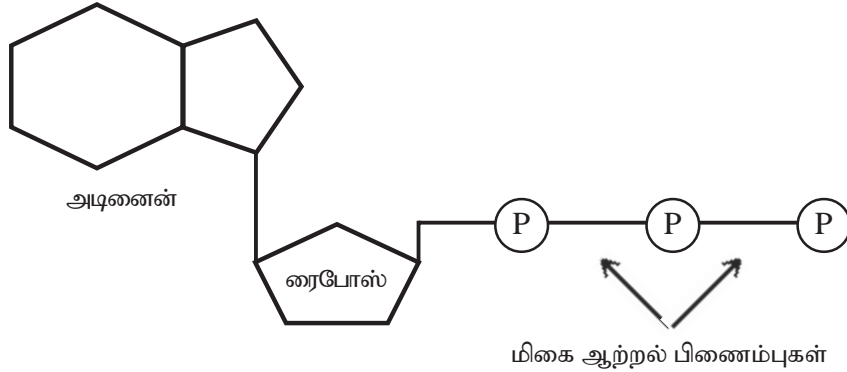
46. ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒளி வினைகளை விவரி.  
 47. ஒளிச்சேர்க்கையின் இருள் வினைகளை விவரி.  
 48.  $C_4$  பாதை குறித்து ஒரு கட்டுரை எழுதுக.  
 49.  $C_2$  சுழற்சி பற்றி ஒரு கட்டுரை எழுதுக.  
 50. ஒளிச்சேர்க்கையை பாதிக்கும் காரணிகளை விவரி.  
 51. ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் பல்வேறு ஊட்டமுறைகளை விவரி.

## 5.2. சுவாசித்தல்

முன் பாடம்பகுதியில், ஒளி ஆற்றலானது வேதி ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டு, அது சிக்கலான கரிம சேர்மங்களான கார்போஹைட்ரேட்டுகள்-குளுக்கோஸ் மற்றும் ஸ்டார்ச்சில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது என்பதைப் பயின்றீர்கள். இந்த வகைச் சேர்மங்களில் உள்ள C-C பிணைப்புகளை ஆக்சிஜனேற்றம் மூலம் தகர்க்கும் போது பெருமளவிலான ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இந்த ஆற்றலானது செல்களில் பல வகையான வளர்சிதை மாற்ற நிகழ்ச்சிகளுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பலவகையான கரிம மூலக்கூறுகளை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து ஆற்றல் வெளிப்படும் நிகழ்ச்சியே **சுவாசித்தல்** எனப்படும். இந்த நிகழ்ச்சியின் போது ஆக்சிஜனேற்றம் அடைமம் பொருட்கள் **சுவாசதளம்பொருட்கள்** எனப்படும். சுவாசித்தலில் கார்போஹைட்ரேட் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படும் தளம்பொருளாகும். சுவாசித்தலின் போது, சுவாச தளம்பொருளில் உள்ள ஆற்றல் முழுவதும் ஒரே தடவையில் வெளியிடப்படுவதில்லை. சுவாசித்தலின் போது ஆக்சிஜன் பயன்படுத்தப்பட்டு, கார்பன்டைஆக்சைடு, மீர் மற்றும் ஆற்றல் ஆகியவை வெளியிடப்படுகின்றன. சுவாசித்தல் என்பது ஆற்றல் வெளிவிடும் வினையாகும். குளுக்கோஸ் ஆக்சிஜனேற்றம் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டின் மூலம் குறிப்பிடப்படுகிறது.

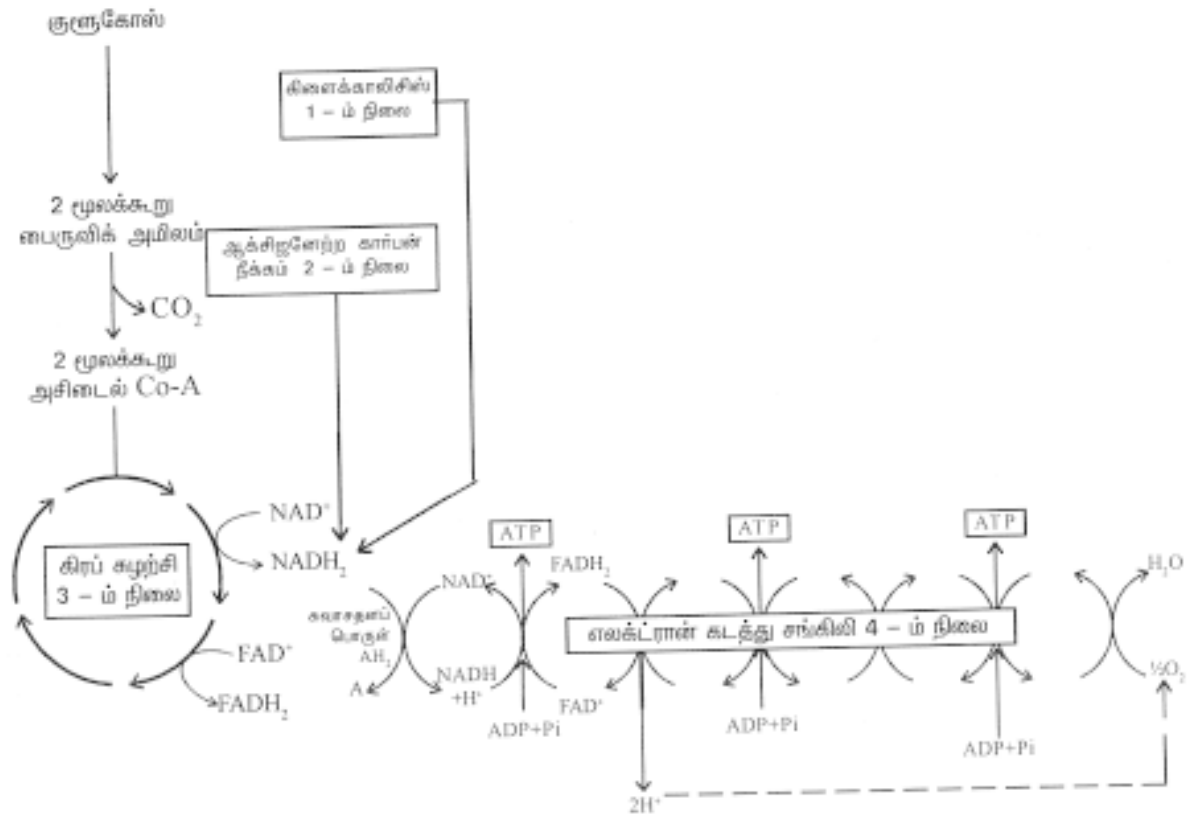


இந்த நிகழ்ச்சியில் வெளியிடப்படும் ஆற்றல் அடினோசைன் டிரைபாஸ்பேட் (ATP) என்ற வடிவத்தில் பயன்படு ஆற்றலாக மாற்றமடைகிறது. ஆற்றல் வெளியாகும் மற்றும் ஆற்றல் தேவையப்படும் வினைகளுக்கிடையே ATP மூலக்கூறுகள் சுயேச்சை ஆற்றலை பரிமாற்றம் செய்வவையாக செயல்படுகின்றன. எனவே ATP-யானது செல்லின் ஆற்றல் நாணயம் என அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 5.12 ATP - ன் அமைப்பு

ATP என்பது அடினைன், ரைபோஸ் சர்க்கரை மற்றும் மூன்று பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகளைக் கொண்ட நிம்க்ளியோடைடு ஆகும். இது ஆற்றல் மிகுந்த மூலக்கூறாகும். இதில் இரண்டு மிகை ஆற்றல் பிணைப்புகள் இறுதியில் உள்ளன. ம்ராற்பகுத்தலின் மூலம் இந்தப் பிணைப்புகள் சிதைவடைவதால் பெருமளவு சுயேச்சை ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது.



படம் 5.13 சுவாசித்தல் நிகழ்சியின் சுருக்கம்

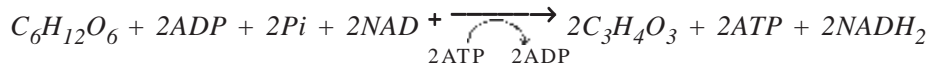
### 5.2.1. சுவாசித்தலின் இயங்குமுறை

நான்கு தெளிவான நிலைகளில் குளுக்கோஸ் ஆக்சிஜனேற்றம் நடைபெறுகிறது. அவையாவன, கிளைக்காலிசிஸ், பைருவிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் மீக்கமடைதல், கிரம்ஸ் சுழற்சி மற்றும் எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி. முதல் மூன்று நிலைகளில், ஹைட்ரஜன் ஏற்பியான நிகோடினமைடு அடினைன் டைநியூக்ளியோடைடு- (ஆக்சிஜனேற்றமடைந்த நிலை -NAD<sup>+</sup>) மற்றும் ம்ளேவின் அடினைன் டைநியூக்ளியோடைடு (ஆக்சிஜனேற்றமடைந்த நிலை - FAD<sup>+</sup>) ஆகியவைமுறையே NADH<sub>2</sub> மற்றும் FADH<sub>2</sub> ஆக ஒடுக்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு இணை நொதிகளும் (NAD<sup>+</sup> மற்றும் FAD<sup>+</sup>) சுவாச தளம்பொருட்களிலிருந்து ஹைட்ரஜனை எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலிக்கு எடுத்துச் செல்லும் பொருட்களாக விளங்குகின்றன. அங்கே H<sup>+</sup> அயனிகளும், எலக்ட்ரான்களும் ஆக்சிஜனுக்கு மாற்றப்பட்டு மீர் உம்டாகிறது. இந்த எலக்ட்ரான் கடத்து நிகழ்சியில் ஆற்றல் வெளியிடப்பட்டு அது பாஸ்பரிகரணமுறையில் ADP-யானது ATP-யாக மாற பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே, எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி வினைகள் ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

### 5.2.2 கிளைக்காலிசிஸ்

6 கார்பன் சேர்மமான குளுக்கோஸ், 3 கார்பன்களைக் கொண்ட இரண்டு மூலக்கூறு பைருவிக் அமிலமாக மாற்றமடைதல் நிகழ்சியே கிளைக்காலிசிஸ் எனப்படும். எம்டன், மேயர்ஹாம் மற்றும் பார்னாஸ் என்ற மூன்று ஜெர்மானிய நுண்ணுயிர் அறிவியலாளர்கள் இந்த கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்ச்சி நடைபெறுவதை ஈஸ்ட் செல்களில் முதன்முதலாக கண்டுபிடித்துக் காட்டினார்கள். எனவே, கிளைக்காலிசிஸ் EMP வழித்தடம் எனவும் அழைக்கப்படும். இது சைட்டோபிளாசத்தில் நடைபெறுகிறது. கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்ச்சி எல்லா உயிரினங்களிலும் நடைபெறுகிறது. இது ஹெக்சோஸ் நிலை மற்றும் டிரையோஸ் நிலை என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் மற்றும் டைஹைட்ராக்சி அசிடோன் பாஸ்பேட் (DHAP) ஆகியவை ஹெக்சோஸ் நிலையில் தோன்றும் மூலக்கூறுகளாகும். டிரையோஸ் நிலையின் விளைம்பொருட்கள் இரண்டு பைருவிக் அமில மூலக்கூறுகளாகும்.

கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வின் ஒட்டுமொத்த வினையாகும்.

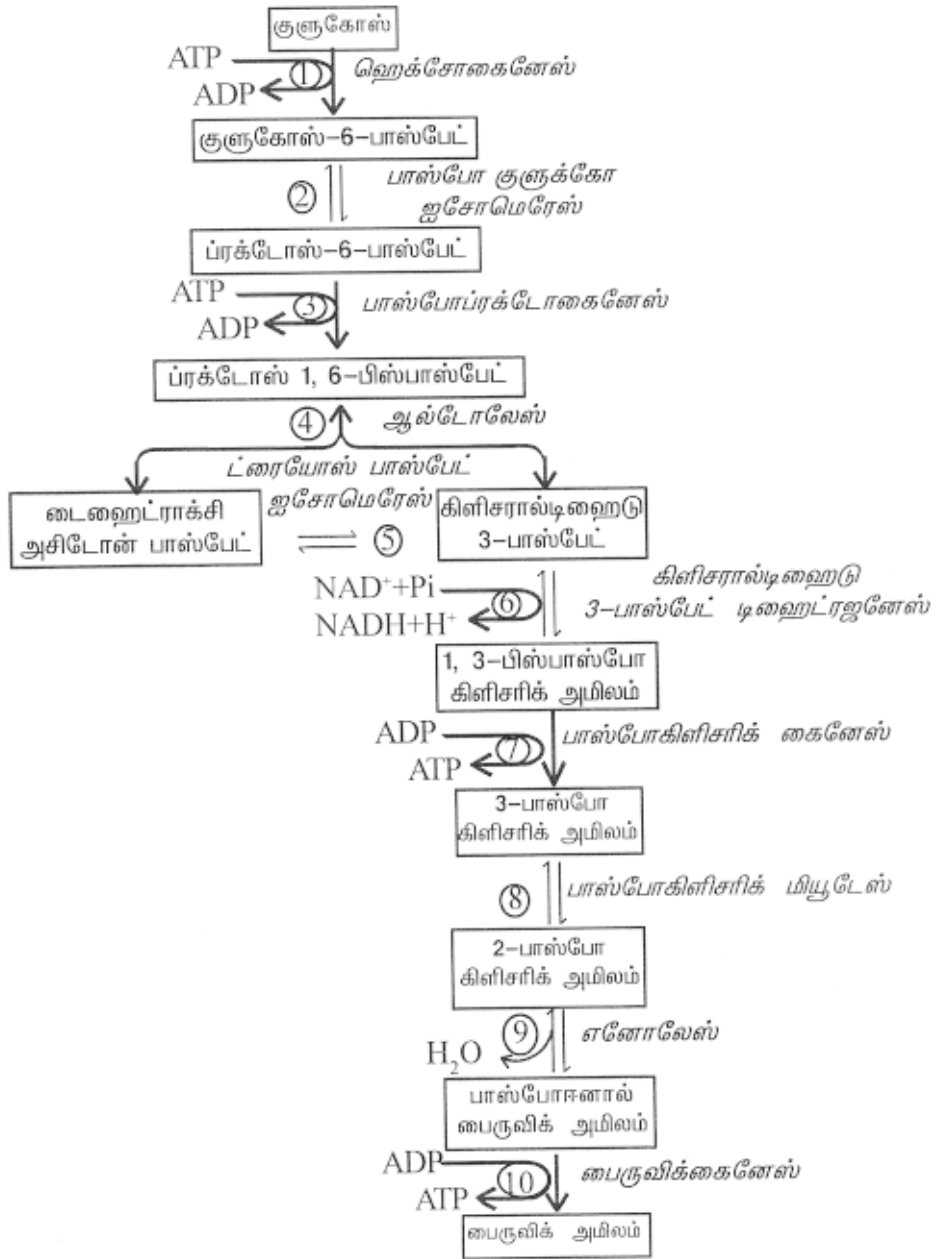


கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வின் வினைகள் பின்வருமாறு.

1. குளுக்கோஸானது பாஸ்பரிகரணமுறையில் ATP-ம்டன் சேர்ந்து குளுக்கோஸ் - 6 - பாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது. இந்த வினையை ஹெக்சோகைனைஸ் எனும் நொதி ஊக்குவிக்கிறது.

2. குளுக்கோஸ் - 6 - பாஸ்பேட், பாஸ்போகுளுக்கோஐசோமெரேஸ் எனும் நொதியின் மூலம் ஐசோமெரிசமடைந்து மரக்டோஸ் - 6 - பாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது.





படம் 5.14 கிளைகாலிசிஸ் படிநிலைகள்

3. ATP ஐம் பயன்படுத்திக்கொண்டு, ம்ரக்டோஸ் - 6 - பாஸ்பேட்டானது ம்ரக்டோஸ் 1,6-பிஸ்பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடைகிறது. இதில் *பாஸ்போ ஃம்ரக்டோகைனேஸ்* எனும் நொதி பங்கு கொள்கிறது. ATP-யிலிருந்து ஒரு பாஸ்பேட் மூலக்கூறு மக்கமடைந்து ADP-யாகிறது.

4. ம்ரக்டோஸ் 1,6-பிஸ்பாஸ்பேட்டானது *ஆல்டொலேஸ்* எனும் நொதியின் மூலமாக 3-கார்பன்களைக்கொண்ட இருமூலக்கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை டைஹைட்ராக்சி அசிடோன் பாஸ்பேட் (DHAP) மற்றும் கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் என்பனவாகும். இந்த இரு ட்ரையோஸ்களும் ஐசோமொர்களாகும்.

5. DHAP மற்றும் கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் ஆகிய இரண்டும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாக மாறுபவையாகும். இதில் *ட்ரையோஸ் பாஸ்பேட் ஐசோமெரேஸ்* எனும் நொதி ஈடுபடுகிறது.

இந்த வரிசையில் நிகழும் ஐந்து வினைகளும் ஹெக்சோஸ் நிலையில் ஏற்படுபவையாகும். இதில் ஒவ்வொன்றும் 3 கார்பன்களைக்கொண்ட கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் இரண்டு உம்டாகின்றன. ஹெக்சோஸ் நிலையில் இரு ATP மூலக்கூறுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

6. ஒரு மூலக்கூறு கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் பாஸ்பரிகரணமும் ஆக்சிஜனேற்றமும் அடைந்து 1-3 பிஸ்பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதில் *கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் டிஹைட்ரஜனேஸ்* எனும் நொதி ஈடுபடுகிறது. இந்த வினையில் ஒரு NADH<sub>2</sub> உம்டாகிறது.

7. 1, 3-பிஸ்பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலம் ஒரு பாஸ்பேட் மூலக்கூறினை இழந்து 3-பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதை *பாஸ்போகிளிசரிக் கைனேஸ்* எனும் நொதி ஊக்குவிக்கிறது. இந்த வினையின் போது ஒரு ATP உம்டாகிறது. இவ்வாறு ATP உருவாகும் செயல் நேரடி பாஸ்பரிகரணம் அல்லது தளம்பொருள் பாஸ்பரிகரணம் எனப்படும்.

8. 3-பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமூலக்கூறு, *பாஸ்போகிளிசரிக் மியூட்டேஸ்* எனும் நொதியின் ஈடுபாட்டுடன், 2-பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இந்த வினையில், பாஸ்போகிளிசரிக் அமிலத்தில் மூன்றாவது கார்பனோடு இருந்த பாஸ்பேட், இரம்டாவது கார்பனுக்கு இடம் மாறியுள்ளது.

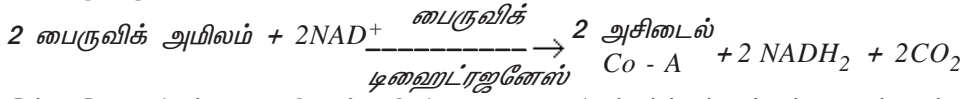
9. 2-பாஸ்போகிளிசரிக் அமில மூலக்கூறு, ம்ர மக்கமடைந்து 2-பாஸ்போ ஈனால் பைருவிக் அமிலமாக மாற்றமடைகிறது. இந்த வினையை *ஈனோலேஸ்* என்னும் நொதி ஊக்குவிக்கிறது. தளம்பொருளிலிருந்து ம்ர மூலக்கூறு மக்கப்படுதல் ஈனோலேஷன் எனப்படும்.

10. 2 - பாஸ்போஈனால் பைருவிக் அமில மூலக்கூறு, பாஸ்பேட் மக்கம் பெற்று பைருவிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இங்கு ஒரு ATP மூலக்கூறு ADP யிலிருந்து உருவாகிறது. இதை *பைருவிக் கைனேஸ்* எனும் நொதி ஊக்குவிக்கிறது. இவ்வாறு, இந்த டிரையோஸ் நிலையில், இரம்டு கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் மாற்றமடைந்து இரம்டு பைருவிக் அமில மூலக்கூறுகளாகியுள்ளன.

கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்சியில் 4ATP மற்றும் 2NADH<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன. இவற்றுல் 2ATP மூலக்கூறுகள் ஹெக்சோஸ் நிலையில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. எனவே, நிகர லாபம் 2ATP மற்றும் 2NADH<sub>2</sub> மூலக்கூறுகளாகும்.

### பைருவிக் அமிலத்தில் ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் மக்கம்

ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறிலிருந்து தோன்றிய இரண்டு பைருவிக் அமில மூலக்கூறுகள் மைட்டோகாமிட்டிரியத்தினுள் செல்கின்றன. இங்கு பைருவிக் அமிலம் பல மாற்றங்களுக்கு உட்படுகிறது. முதல் நிகழ்சியாக, பைருவிக் அமிலத்தில் ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் மக்கம் நிகழ்கிறது. இதனால் இரண்டு பைருவிக் அமிலங்களிலிருந்து இரு அசிடைல் Co-A உருவாகின்றன. இந்த அசிடைல் Co-A-யில் இரு கார்பன்கள் மட்டுமே உள்ளன. இந்த வினையின் சமன்பாடு பின்வருமாறு.



இந்த இருகார்பன்களை கொட்ட சேர்மமானது கார்பன் மக்கம் மற்றும் ஹைட்ரஜன் மக்கம் ஆகியவற்றால் உருவாகிறது. இந்த வினையில் பைருவிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் எனும் நொதி ஈடுபடுகிறது. இந்த நிகழ்சியில் இரு NAD<sup>+</sup> மூலக்கூறுகள் NADH<sub>2</sub> ஆக ஒடுக்கமடைகின்றன. இரண்டு CO<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் வெளியாகின்றன. பைருவிக் அமிலத்தில் ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் மக்கம் நிகழ்சியானது காற்றுள்ள போது தான் நடைபெறும். காற்று இல்லாதபோது எந்த நுண்ணுயிரியில் இந்த நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது என்பதன் அடிப்படையில் பைருவிக் அமிலமானது ஒடுக்கமடைந்து லாக்டிக் அமிலமாக அல்லது எத்தில் ஆல்கஹாலாக மாறுகிறது.

### 5.2.3 கிரம்ஸ் சுழற்சி

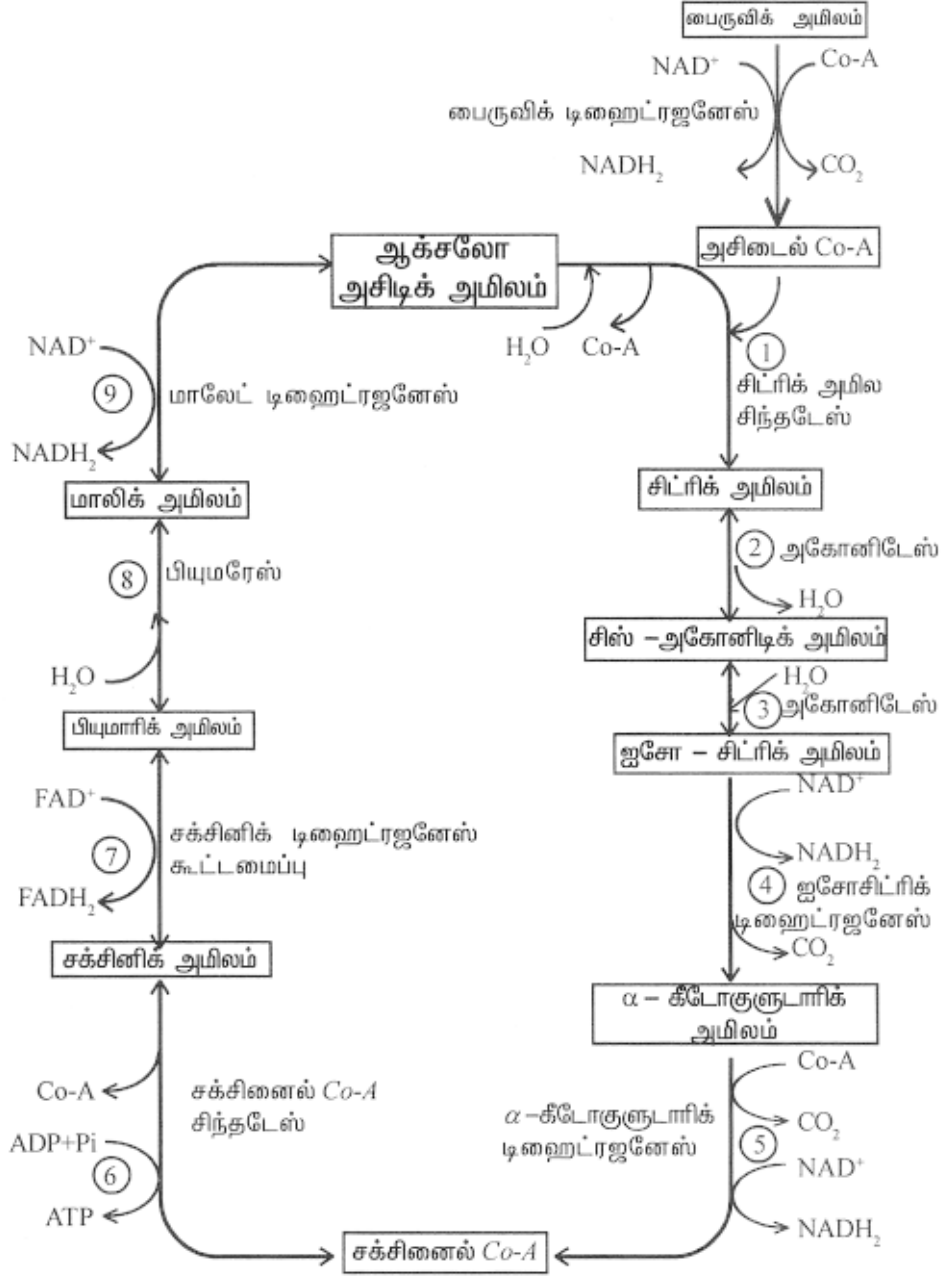
1937-ம் ஆம் ஆம் சர் ஹேன்ஸ் அடால்ம் கிரம்ஸ் என்ற அறிவியலார் செல்லில் ஆற்றல் உற்பத்தியாவதற்கு பைருவிக் அமிலத்தின் பங்கை விளக்கமாக விவரித்தார். பைருவிக் அமிலமானது கார்பன்டைஆக்ஸைடாகவும், மராகவும் மாறும் போது வரிசையாக நடைபெறும் நிகழ்சிகளே கிரம்ஸ் சுழற்சி எனப்படும். இது, சிட்டிக் அமில சுழற்சி அல்லது ட்ரைகார்பாக்சிலிக் அமில சுழற்சி - TCA சுழற்சி எனவும் அழைக்கப்படும்.

இந்த சுழற்சியில் நடைபெறும் வினைகளாவன.

1. சிட்டிக் அமில சுழற்சியின் முதல் வினை ஒரு மூலக்கூறு அசிடைல் Co-A-வானது ஆக்சலோஅசிடிக் அமிலத்துடன் இணைந்து சிட்டிக் அமிலமாக மாறுவதாகும். இதில் சிட்டிக் அமில சிந்தேஸ் எனும் நொதி ஈடுபடுகிறது. சிட்டி அமிலத்தில் மூன்று கார்பாக்சிலிக் அமில தொகுதிகள் உள்ளன.

2. சிட்டிக் அமிலம், மர் மக்கமடைந்து சிஸ் - அகோனிடிக் அமிலமாக, அகோனிடேஸ் எனும் நொதியினால் மாற்றமடைகிறது.

3. சிஸ்-அகோனிடிக் அமிலத்துடன் மர்மூலக்கூறு ஒன்று சேர்ந்து ஐசோ-சிட்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது. முன் வினையில் ஈடுபட்ட அதே அகோனிடேஸ் நொதி இதிலும் ஈடுபடுகிறது. சிட்டிக் அமிலம், சிஸ்-அகோனிடிக் அமிலம், ஐசோ-



படம் 5.15 கிரம்ஸ் சுழற்சி

சிட்ரிக் அமிலம் ஆகியவை மூன்று கார்பாக்சிலிக் அமிலத் தொகுதிகளைக் கொண்டுள்ளன.

4. ஐசோ-சிட்ரிக் அமிலம், ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் மக்கமடைந்து  $\alpha$ -கீடோகுளுடாரிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதில் *ஐசோ-சிட்ரிக் டிஹைட்ரஜனேஸ்* எனும் நொதி ஈடுபடுகிறது. இந்த வினையில்  $\text{NADH}_2$  எனும் பொருளும் உம்டாகிறது.

5.  $\alpha$ -கீடோகுளுடாரிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் மக்கமடைந்து சக்சினைல் Co-A-வாக மாறுகிறது. இந்த வினையை  $\alpha$ -கீடோகுளுடாரிக் *டிஹைட்ரஜனேஸ்* எனும் நொதி ஊக்குவிக்கிறது. இதில்  $\text{NADH}_2$  உம்டாகிறது. இந்த வினையில் உம்டாகும் ஆற்றல்  $\text{NADH}_2$  வில் பொதிந்துள்ளது.

6. சக்சினைல் Co-A மரார்பகும்பு மூலம் சிதைக்கப்பட்டு சக்சினிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதனை *சக்சினைல் Co-A சிந்தேஸ்* என்ற நொதி ஊக்குவிக்கிறது. இந்த வினையில் ஒரு ADP பாஸ்பரிகரணம் அடைந்து ATP ஆக மாறுகிறது. இதற்கு தளம்பொருள் பாஸ்பரிகரணம் என்று பெயர்.

7. சக்சினிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து பிம்மாரிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதற்குரிய நொதி *சக்சினிக் டிஹைட்ரஜனேஸ்* ஆகும். இந்த நிகழ்சியில்  $\text{FAD}^+$  ஓடுக்கம்பெற்று  $\text{FADH}_2$  ஆக மாறுகிறது.

8. பிம்மாரிக் அமிலம் மாலிக் அமிலமாக ஒரு மூலக்கூறு மர் சேர்க்கப்பட்டு மாற்றப்படுகிறது. இந்த வினையை *பிம்மரேஸ்* என்ற நொதி ஊக்குவிக்கிறது.

9. *மாலிக் டிஹைட்ரஜனேஸ்* என்ற நொதியின் மூலம் மாலிக் அமிலமானது ஆக்ஸிஜனேற்றம் பெற்று ஆக்சலோஅசிட்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இதே வினையில்  $\text{NAD}^+$  ஓடுக்கம்பெற்று  $\text{NADH}_2$  ஆக மாறுகிறது.

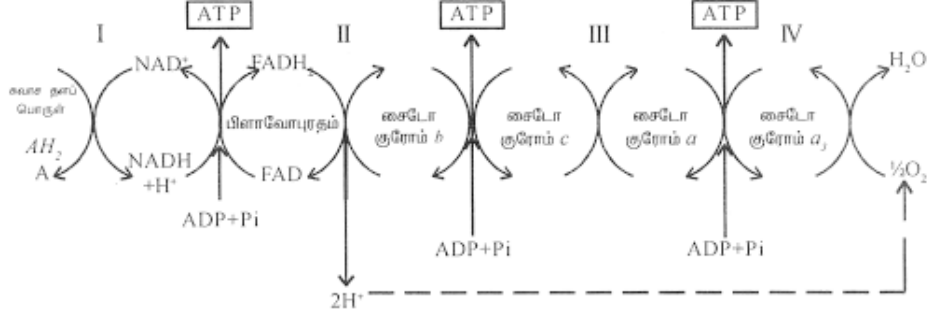
### **கிரம்ஸ் சுழற்சியின் முக்கியத்துவம்**

கிரம்ஸ் சுழற்சியில் இரு அசுடைல் Co-A மூலக்கூறுகள் படிப்படியாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகின்றன. அம்போது மொத்தத்தில் 6  $\text{NADH}_2$  மற்றும் 2  $\text{FADH}_2$  ஆகியவை தோன்றுகின்றன. இவை எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியில் சென்று மொத்தம் 22 ATP மூலக்கூறுகளை தோற்றுவிக்கின்றன. கிரம்ஸ் சுழற்சியில் தளம்பொருள் பாஸ்பரிகரணம் மூலம் 2 ATP மூலக்கூறுகள் தோன்றுகின்றன. எனவே கிரம்ஸ் சுழற்சியின் போது 2 அசுடைல் Co-A மூலக்கூறுகள் மூலம் மொத்தம் 24 ATP மூலக்கூறுகள் தோன்றுகின்றன. கிரம்ஸ் சுழற்சி ஆற்றலைத் தோற்றுவிக்கும் முதன்மையான ஓர் அமைம்பாகும். கிரம்ஸ் சுழற்சியின் போது சில மூலக்கூறுகள் சிதைக்கப்படுகின்றன. வேறுசில மூலக்கூறுகள் கட்டப்படுகின்றன. எனவே இது ஆம்ஃபிபோலிக் அல்லது இருவகை நிகழ்சி என அழைக்கப்படும்.

### **எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி**

எலக்ட்ரான் கடத்து அமைம்பு (ETS - Electron Transport System) என்பது  $\text{NAD}^+$  (Nicotinamide Adenine Dinucleotide),  $\text{FAD}^+$  (Flavin Adenine Dinucleotide), CoQ (Co-enzyme Q) மற்றும் சைட்டோகுரோம்கள் (Cyt.b, Cyt.c, Cyt.a மற்றும் Cyt.a)

ஆகிய எலக்ட்ரான் ஏற்பிகள் கொம்ட் சங்கிலியாகும். சிட்ரிக் அமில சுழற்சி முடிவுறுவதற்குள் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறானது முழுதுமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்திருக்கும். ஆனால் ஆற்றலானது  $\text{NADH}_2$  மற்றும்  $\text{FADH}_2$  ஆகியவை எலக்ட்ரான் கடத்து அமைப்பில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைமம் வரை



படம் 5.16 எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி

வெளியிடப்படுவதில்லை.  $\text{NADH}_2$  மற்றும்  $\text{FADH}_2$  ஆகியவற்றிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வரிசையாக அமைந்துள்ள ம்ளேவோபுரதம், சைட்டோகுரோம்கள் முதலியவற்றின் வழியாக ஆக்சிஜனுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவது எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி எனப்படும். இந்த நிகழ்சியில் எலக்ட்ரான் கடத்தப்படுவதும், உயர் ஆற்றல் பாஸ்பேட் பிணைப்புகள் உம்டாவதும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அதாவது எலக்ட்ரான் கடத்தப்படும்போது  $\text{ADP}$ -யிலிருந்து  $\text{ATP}$  உம்டாகிறது. இந்த வகையில்  $\text{ATP}$  உருவாவது ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம் எனப்படும். எலக்ட்ரான் கடத்து பொருட்கள், மைட்டோகாம்ட்ரியாவின் உட்சவ்வில் அமைந்துள்ளன.

நவீன காலக் கருத்தும்படி, எலக்ட்ரான் கடத்தும் அமைப்பில் உள்ள எலக்ட்ரான் ஏற்பிகள் நான்கு கூட்டமைப்புகளாக உள்ளன. அவை கூட்டமைப்பு I, கூட்டமைப்பு II, கூட்டமைப்பு III மற்றும் கூட்டமைப்பு IV எனப்படும்.  $\text{NAD}^+$  எலக்ட்ரான்களை ஏற்கும் முதன்மை ஏற்பியாக இரும்பின், அந்த எலக்ட்ரான்களானது கூட்டமைப்பு I-லிருந்து II, II-லிருந்து III மற்றும் III-லிருந்து IV வழியாகக் கடத்தப்படுகின்றன. எலக்ட்ரான்கள், ஒரு கூட்டமைப்பிலிருந்து, அடுத்த கூட்டமைப்புக்கு கடத்தப்படும்போது, ஒரு  $\text{ATP}$  உருவாகிறது. இவ்வாறு  $\text{NADH}_2$  மூலக்கூறிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் நான்கு கூட்டமைப்புகள் வழியே கடத்தப்படும் போது 3  $\text{ATP}$  மூலக்கூறுகள் உம்டாகின்றன.  $\text{FAD}^+$  எலக்ட்ரான்கள் ஏற்கும் முதன்மை ஏற்பியாக இரும்பின், அந்த எலக்ட்ரான்களானது கூட்டமைப்பு II-லிருந்து கூட்டமைப்பு III மற்றும் கூட்டமைப்பு III-லிருந்து கூட்டமைப்பு IV-க்குக் கடத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு, ஒரு  $\text{FADH}_2$ -வானது இரு  $\text{ATP}$  மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகிறது.

எலக்ட்ரான் கடத்து அமைப்பில், இறுதும் பகுதியாக ஆக்சிஜன் மூலக்கூறு உள்ளது. எலக்ட்ரான்களை முடிவாக ஏற்று, தளம்பொருளிலிருந்து புரோட்டான்களை எடுத்துக்கொண்டு ம்ரை உம்டாக்குவது இந்த ஆக்சிஜனேயாகும்.

### கிடைக்கும் ஆற்றல்

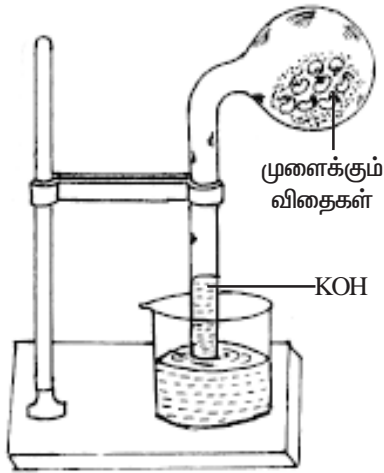
ஒவ்வொரு குளுகோஸ் மூலக்கூறும் முழுமையாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைமம் போது நிகரமாக 38 ATP மூலக்கூறுகள் உம்டாகின்றன. இந்த 38 ATP மூலக்கூறுகளில், 4 ATP நேரடியாக தளம்பொருள் பாஸ்பரிகரணத்தினால் கிடைக்கின்றன.

காற்றுசுவாசத்தின் போது உற்பத்தியாகும் ATP மூலக்கூறுகளின் எம்ணிக்கை

வ. எ ம்	சுவாசித்தலின் நிலைகள்	மூலக்கூறுகளின் எம்ணிக்கை			ATP மொத்தம்
		ATP	NADH <sub>2</sub>	FADH <sub>2</sub>	
1.	கிளைக்காலிசிஸ்	2	2	-	8
2.	பைருவிக் அமில ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் ம்க்கம்	-	2	-	6
3.	கிரம்ஸ் சுழற்சி	2	6	2	24
	மொத்தம்	4	30 ATP	4 ATP	38 ATP

NADH<sub>2</sub> ஆக்சிஜனேற்றமடைமம் போது 30 ATP-களும், FADH<sub>2</sub> ஆக்சிஜனேற்ற மடைமம் போது 4 ATP-களும் கிடைக்கின்றன. மைட்டோகாம்ட்ரியாவில் அதிக எம்ணிக்கையில் ATP மூலக்கூறுகள் உற்பத்தியாவதால், செல்லின் ஆற்றல் நிலையங்கள் என மைட்டோகாம்ட்ரியங்கள் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

### சுவாசித்தல் நிகழ்சியை கேனாங்கின் சுவாசமானி மூலம் நிரூபித்தல்



படம் : 5.17 கேனாங்கின் சுவாசமானி

இந்த ஆய்வின் நோக்கம், சுவாசித்தலின் போது கார்பன்டை ஆக்ஸைடு வெளிவிடப்படுவதை நிரூபித்தலாகும். கம்ணாடியினால் ஆன சுவாசமானியில் குமிழ்போன்ற பகுதி, வளைந்த கழுத்தும்பகுதி மற்றும் செங்குத்தான குழல்பகுதி ஆகியவை உள்ளன. முளைக்கும் விதைகளை குமிழில் எடுத்துக்கொண்டு, குழலின் கீழ் முனைப்பகுதி ஒரு பீக்கரில் உள்ள KOH-ல் அமிழ்ந்து இருக்குமாறு படத்தில் காட்டிமள்ளவாறு வைக்க வேம்தும்.

தாங்கி ஒன்றின் உதவிமீட்டன் இந்த சுவாசமானியை செங்குத்தாக பொருத்த வேண்டும். இவ்வாறு செய்யும்போது, குமிழும்பகுதியில் உள்ள காற்று, வளிமம்மலத்துடன் தொடர்பற்று இருக்கும். இந்த ஆய்வு அமைப்பை சில மணி நேரம் எவ்வித இடையூறும் ஏற்படாதவாறு வைக்க வேண்டும்.

பின்னர் ஆய்வு அமைப்பை பார்க்கும் போது, அதன் குழலில் KOH கரைசல் மட்டம் உயர்ந்திருப்பதைக் காணலாம். KOH கரைசலானது, விதைகள் வெளியிடும் கார்பன்டைஆக்ஸைடு வாய்வை உறிஞ்சி கொள்வதால் இந்த அமைப்பினுள் வெற்றிடம் உருவாகிறது. இதன் காரணமாக KOH-ன் மட்டம் உயர்கிறது.

#### 5.2.4. பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடம்

பெருவாரியான உயிரினங்கள் பலவகையான உயிர்வேதி செயல்களுக்குத் தேவையான ஆற்றலை குளுக்கோசிலிருந்து பெறுகின்றன. காற்று சுவாச உயிரினங்களில், கிளைகாலிசிஸ், கிரம்ஸ் கழற்சி மற்றும் எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி எனும் மூன்று நிலைகளில் குளுக்கோசானது சிதைக்கப்படுகிறது. காற்றில்லா சுவாச உயிரினங்களில், குளுக்கோசானது கிளைக்காலிசிஸ் மற்றும் நொதித்தல் எனும் நிகழ்சிகள் மூலமாக ஓரளவிற்கே சிதைக்கப்படுகிறது. உயிருள்ள செல்கள் குளுக்கோசை மாற்று வழியிலும் பயன்படுத்துகின்றன என்பதை 1938-ல் டிக்கன்ஸ் கண்டுபிடித்தார். பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடம் அல்லது ஹெக்சோஸ் மானோபாஸ்பேட் வழித்தடம் அல்லது நேரடி ஆக்சிஜனேற்ற வழித்தடம் எனவும் இது அழைக்கப்படுகிறது. இந்த வழித்தடத்தில் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றமில்லா நிலை என இரு முக்கிய நிலைகள் உள்ளன. பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடம் சைட்டோபிளாசத்தில் மட்டுமே நிகழ்கிறது.

#### ஆக்சிஜனேற்ற நிலை

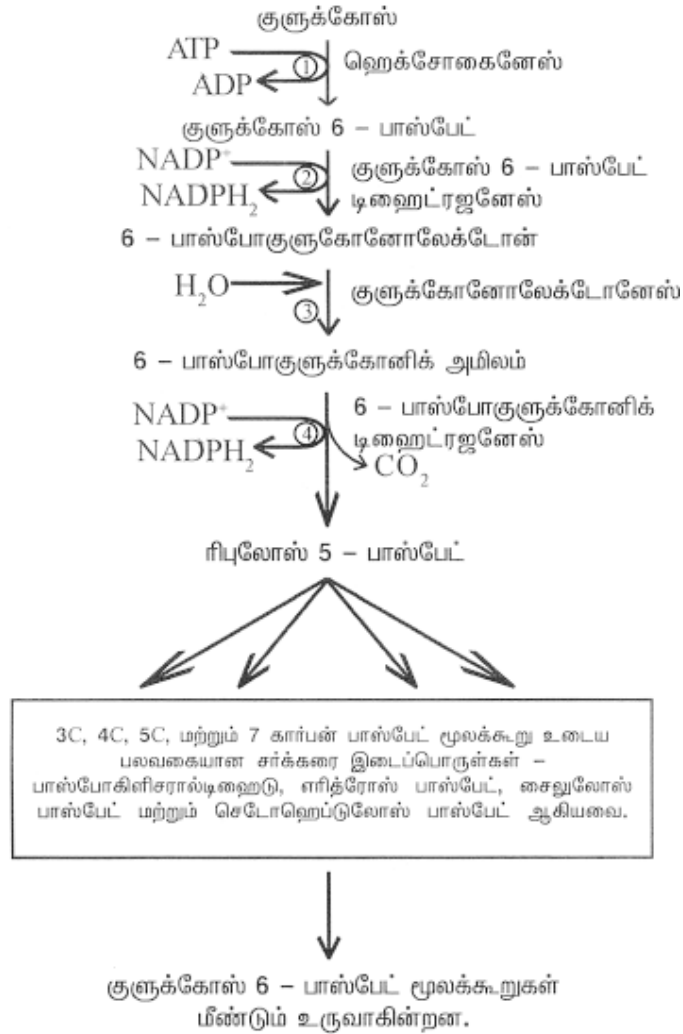
இது பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடத்தின் முதற்பகுதியாகும். இதில், குளுக்கோசானது ஆக்சிஜனேற்றமும் கார்பன் மீக்கமுமடைகிறது. இதன் விளைவாக, பாஸ்போகுளுக்கோனிக் அமிலத்தைத் தொடர்ந்து பென்டோஸ் சர்க்கரை படத்தில் காட்டிம்ள்ளவாறு தோன்றுகின்றன. இந்த ஆக்சிஜனேற்ற நிலையின் முக்கிய அம்சம் NADPH<sub>2</sub> உற்பத்தியாவதாகும். இதில் நிகழும் வினைகள்.

1. ஹெக்சோகைனேஸ் எனும் நொதியின் செயல்பாட்டினால் குளுக்கோஸ் பாஸ்பரிகரணமடைந்து குளுக்கோஸ் - 6 - பாஸ்பேட்டாக மாறுகிறது.

2. குளுக்கோஸ் - 6 - பாஸ்பேட்டானது ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து 6 பாஸ்போகுளுக்கோனோலேக்டோன் ஆக மாறுகிறது. அம்போது NADP<sup>+</sup> ஆனது NADPH<sub>2</sub> ஆக ஒடுக்கமடைகிறது. இந்த வினையில் குளுக்கோஸ் - 6 - பாஸ்பேட் டிஹைட்ரஜனேஸ் என்னும் நொதி ஈடுபடுகிறது.

3. 6- பாஸ்போகுளுக்கோனோலேக்டோன் ம்ராற்பகுப்புக்கு உட்படுத்தம் பட்டு, 6- பாஸ்போகுளுக்கோனிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இந்த வினையில் குளுக்கோனோலேக்டோனேஸ் எனும் நொதி ஈடுபடுகிறது.





*படம் 5.18 பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடம்*

4. 6- பாஸ்போ குளுக்கோனிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் மக்கமடைந்து ரிபுலோஸ் 5-பாஸ்பேட்டாக (Ru5P) மாறுகிறது. NADP<sup>+</sup> ஆனது NADPH<sub>2</sub> ஆக ஒடுக்கமடைகிறது. CO<sub>2</sub> வெளியாகிறது. இந்த நிகழ்ச்சியில் 6 - பாஸ்போ குளுக்கோனிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் என்னும் நொதி பங்குபெறுகிறது.

#### ஆக்சிஜனேற்றமில்லா நிலை

இந்தம் பகுதியில் 3C, 4C, 5C மற்றும் 7 கார்பன்களைக் கொட்ட பாஸ்பரிகரணமடைந்த சர்க்கரைகள் இடைப்பொருட்களாக உமடாகின்றன. அவையாவன, பாஸ்போகிளிசரால்டிஹைடு (3C), எரித்ரோஸ் பாஸ்பேட் 4(C),

சைலுலோஸ் பாஸ்பேட் (5C) மற்றும் செடோஹெம்டுலோஸ் (7C) பாஸ்பேட் என்பனவாகும்.

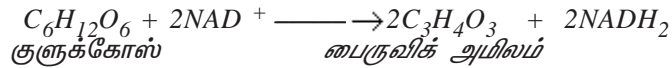
ஆறு குளுக்கோஸ் பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் இந்த வழித்தடத்தில் ஈடுபட்டு ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. ஆறு CO<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் 4-ம் வினையின் படி வெளியிடப்படுகின்றன. 2-ம் மற்றும் 4-ம் வினைகளின் படி 12 NADPH<sub>2</sub> உம்டாகின்றன. வேறொரு வகையில், ஆக்சிஜனேற்றத்திற்கும் பின்னர், ஒரு மூலக் கூறு குளுக்கோஸ் 6 மூலக்கூறு CO<sub>2</sub> -ம்ம் 12 மூலக்கூறு NADPH<sub>2</sub>-வைம்ம் தோற்றுவிக்கின்றன. சுருக்கமாக, ஆறு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளில், ஒன்று முழுதுமாக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. மற்ற ஐந்து மூலக்கூறுகள், 3C, 4C, 5C மற்றும் 7- கார்பன் சர்க்கரை இடைச் சேர்மங்களாக மாறுகின்றன. இந்த சேர்மங்களிலிருந்து ஐந்து குளுக்கோஸ் 6 - பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகள் மீட்டும் உருவாக்கப்படுகின்றன.

### பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடத்தின் முக்கியத்துவம்

- இது கார்போஹைட்ரேட் சிதைவுக்கு மாற்று வழியாகும்.
- இதில் NADPH<sub>2</sub> மூலக்கூறுகள் உம்டாகின்றன. இவை செல்பொருட்கள் பலவற்றின் உற்பத்தியில் ஒடுக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன. NADPH<sub>2</sub> ஏற்படுவது ATP உற்பத்தியோடு இணைக்கப்பட்டது அல்ல.
- நியூக்ளிக் அமிலங்களை உற்பத்தி செய்யத் தேவையான ரைபோஸ் சர்க்கரை இந்த வழித்தடத்தின் மூலம் கிடைக்கிறது.
- அரோமேடிக் சேர்மங்களை உற்பத்தி செய்வதற்குத் தேவையான எரித்ரோஸ் பாஸ்பேட் இதிலிருந்து கிடைக்கிறது.
- இந்த வழித்தடத்தில் உருவாகும் Ru5P (ரிபுலோஸ் - 5 - பாஸ்பேட்) ஒளிச்சேர்க்கையின் போது CO<sub>2</sub>-ஐ நிலைநிறுத்த பயன்படுகிறது.

### 5.2.5 காற்றில்லா சுவாசம்

அனரோபயாசிஸ் அல்லது காற்றில்லா உயிர்ப்பு என்பது ஆக்சிஜன் இல்லாத நிலையில் உயிர் வாழ்வதாகும். சில நுண்ணுயிரிகள் ஆக்சிஜன் இன்றியே உயிர்வாழ இயலும். தனி ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகள் இன்றியே நடைபெறும் சுவாசித்தல் நிகழ்ச்சி காற்றில்லா சுவாசம் எனப்படும். இது *ஈஸ்ட்* மற்றும் சில பாக்டீரியங்களில் நடைபெறுகின்றன. எனவே, இந்த நுண்ணுயிர்கள் காற்றில்லா சுவாச உயிர்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. கிளைக்காலிசிஸ் மட்டுமே இந்த நுண்ணுயிர்களில் நடைபெறுகிறது. இதில் குளுக்கோசானது இரண்டு பைருவிக் அமில மூலக் கூறுகளாக மாறும் நிகழ்ச்சி கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



காற்றிலா சுவாசத்தில் ஆற்றலை வெளிப்படுத்த சுவாச தளம்பொருள் முழுதுமாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதில்லை. குளுக்கோஸ் சிதைவுற்று இரு பைருவிக் அமிலங்கள் தோன்றுகின்றன. இந்த பைருவிக் அமிலமானது மேலும்

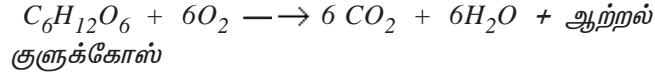
எத்தில் ஆல்கஹாலாக அல்லது லாக்டிக் அமிலம் போன்ற கரிம அமிலங்களாக மாற்றமடைகிறது. காற்றிலா சுவாசத்திற்கு, நொதித்தல் நிகழ்ச்சி ஓர் தகுந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

### 5.2.6. சுவாச ஈவு

சுவாசித்தலின் போது வெளியிடப்படும் கார்பன்டைஆக்ஸைடுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் ஆக்சிஜனுக்கும் இடையே உள்ள வீதமே சுவாச ஈவு எனப்படும். சுவாச தளம்பொருளின் தன்மை மற்றும் அதன் ஆக்சிஜனேற்ற வீதத்திற்கு ஏற்ப சுவாச ஈவு அமைமம்.

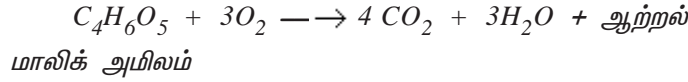
$$\text{சுவாச ஈவு} = \frac{\text{வெளிப்படும் } CO_2 \text{ அளவு}}{\text{பயன்படுத்தப்படும் } O_2 \text{ அளவு}}$$

(i) கார்போஹைட்ரேட்டின் சுவாச ஈவு



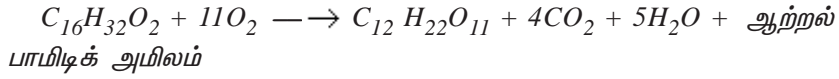
$$\text{குளுக்கோஸின் ஈவு} = \frac{6 \text{ மூலக்கூறு } CO_2}{6 \text{ மூலக்கூறு } O_2} = 1$$

(ii) கரிம அமிலத்தின் சுவாச ஈவு



$$\text{மாலிக் அமிலத்தின் சுவாச ஈவு} = \frac{4 \text{ மூலக்கூறு } CO_2}{3 \text{ மூலக்கூறு } O_2} = 1.33 \quad (\text{ஒன்றை விட அதிகம்})$$

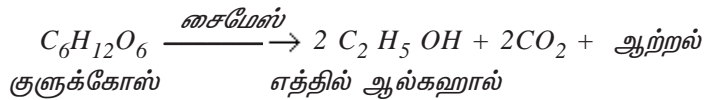
(iii) கொழும்பு அமிலத்தின் சுவாச ஈவு



$$\text{பாமிடிக் அமிலத்தின் சுவாச ஈவு} = \frac{4 \text{ மூலக்கூறு } CO_2}{11 \text{ மூலக்கூறு } O_2} = 0.36 \quad (\text{ஒன்றை விட குறைவு})$$

### காற்றிலா சுவாசத்தின் சுவாச ஈவு

காற்றிலா சுவாசத்தில் கார்பன்டைஆக்சைடு வெளிவிடப்படுகிறது. ஆனால் ஆக்சிஜன் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. எனவே, இதுபோன்றவற்றில் சுவாச ஈவு முடிவற்றதாக உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக.





## கூன் குடுவை நொதித்தல் ஆய்வு

கூன் (Khune) குடுவை ஆய்வுமூலம் நொதித்தல் நிகழ்வினை விளக்கலாம். கூன் நொதித்தல் உபகரணத்தில் செங்குத்தாகவும் ம்ளமாகவும் உள்ள ஒரு குழாய், பக்கவாட்டில் குமிழுடன் கூடிய குழாய் உள்ளன. ரொட்டி ஈஸ்ட் கலந்த 10 சதவீத குளுக்கோஸ் கரைசலை கூன் குழலில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். ம்ளமாக உள்ள குழலை முழுதுமாக கரைசலால் நிரம்ப வேண்டும். பக்கவாட்டில் உள்ள குமிழில் முக்கால் பகுதி கரைசல் இருந்தால் போதுமானதாகும். இதைத் தொடர்ந்து சிறிதுநேரம் சென்ற பின்னர் குளுக்கோசானது நொதிக்கப்படும். இதன் அறிகுறியாக ஆல்கஹால் வாசனை ஏற்படும். செங்குத்தாக உள்ள குழலில் கரைசலின் மட்டம் குறைந்திருப்பது புலப்படும். இது, நொதித்தலின் போது உம்டாகும் CO<sub>2</sub> வாய் சேகரமாகி, கரைசலை கீழ்முக இடம்பெயர்சிக்கு உள்ளாக்குகிறது. ஈஸ்ட்டில் உள்ள சைமேஸ் எனும் நொதி குளுக்கோஸ் கரைசலை எத்தில் ஆல்கஹாலாகவும், CO<sub>2</sub> ஆகவும் மாற்றுகிறது. சிறிய KOH படிகத்தை கூன் குழலில் சேர்க்கும் போது, அதில் உள்ள கார்பன்டை ஆக்ஸைடானது KOH-னால் உறிஞ்சும்படுகிறது. இதன் காரணமாக, குழலில் கரைசலின் மட்டம் முன்போலவே உயர்ந்து விடுகிறது.



படம் 5.19

கூன் குடுவை நொதித்தல் ஆய்வு

## தன்மதிப்பீடு

### I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

1. கீழ்க்கண்டவற்றுள் பொதுவான சுவாசதளம் பொருள் எது?
 

அ. புரதங்கள்	ஆ. லிபிடுகள்
இ. கார்போஹைட்ரேட்டுகள்	ஈ. வைட்டமின்கள்
2. ATP-யின் மிகை ஆற்றல் பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கை
 

அ. ஒன்று	ஆ. இரண்டு
இ. மூன்று	ஆ. நான்கு
3. காற்று சுவாசத்தின் முதல் நிலை
 

அ. கிளைகாலிசிஸ்	ஆ. கிரம்ஸ் சுழற்சி
இ. இறுதி ஆக்சிஜனேற்றம்	ஈ. சுழற்சி பாஸ்பரிகரணம்

4. குளுக்கோசை பாஸ்பரிகரணமடையச் செய்து குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்பேட்டாக மாற்றமடையச் செய்யும் நொதி  
அ. ஆல்டோலேஸ் ஆ. எனோலேஸ்  
இ. பைருவிக் கைனேஸ் ஈ. ஹெக்ஸோகைனேஸ்
5. மரக்டோஸ் 1,6 - பிஸ்பாஸ்பேட்டை தலா 3 காப்பன் கொட்ட இரண்டு மூலக் கூறுகளாக பிளவுறச் செய்யும் நொதி  
அ. ஆல்டோலேஸ் ஆ. எனோலேஸ்  
இ. பைருவிக் கைனேஸ் ஈ. ஹெக்ஸோகைனேஸ்
6. சிஸ்-அகோனிடிக் அமிலத்துடன் மர்சோக்கம்பட்டு ஐசோ-சிட்ரிக் அமிலமாகும் வினையில் ஈடுபடுவது  
அ. சிட்ரிக் அமில சிந்தேஸ் ஆ. பிம்மரேஸ்  
இ. மாலிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் ஈ. அகோனிடேஸ்
7. முழுமையாக ஆக்சிஜனேற்றமடைம் குளுக்கோஸிலிருந்து கிடைப்பது  
அ. 38 ATP ஆ. 36 ATP  
இ. 35 ATP ஈ. 2 ATP
8. பைருவிக் அமிலத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற காப்பன் மக்கவினையை ஊக்குவிக்கும் நொதி  
அ. பைருவிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் ஆ. பைருவிக் கைனேஸ்  
இ. பைருவிக் மியூடேஸ் இ. பைருவிக் ஐசோமிரேஸ்
9.  $\alpha$ -கீட்டோ குளுடாரிக் அமிலம் ஒரு \_\_\_\_\_ காப்பன் சேர்மம் ஆகும்.  
அ. இரண்டு ஆ. மூன்று இ. நான்கு ஈ. ஐந்து
10. குளுக்கோசை, குளுக்கோஸ்-6-பாஸ்பேட்டாக பாஸ்பரிகரணம் செய்யும் நொதி  
அ. ஆல்டோலேஸ் ஆ. கைனேஸ்  
இ. மியூடேஸ் ஈ. ஹெக்ஸோகைனேஸ்
11. குளுக்கோஸின் சவாச ஈவு  
அ. சுழி ஆ. ஒன்று  
இ. ஒன்றுக்குமேல் ஈ. ஒன்றுக்குக் குறைவு
12. ஒரு மூலக்கூறு  $FADH_2$  முழுமையான ஆக்சிஜனேற்றத்தின்போது வெளிப்படும் ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை  
அ. ஒன்று ஆ. இரண்டு இ. மூன்று ஈ. நான்கு
13. ஒரு மூலக்கூறு  $NADH_2$  முழுமையான ஆக்சிஜனேற்றத்தின்போது வெளிப்படும் ATP மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை  
அ. ஒன்று ஆ. இரண்டு இ. மூன்று ஈ. நான்கு
14. எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலியில் ATP உமடாவது \_\_\_\_\_ எனப்படும்.  
அ. பாஸ்பேட் மக்கம் ஆ. ஒளிபாஸ்பரிகரணம்  
இ. ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம் ஈ. தளப்பொருள் பாஸ்பரிகரணம்
15. பின்வருவனவற்றுள் EMP வழித்தடம் எனப்படுவது  
அ. கிளைக்காலிசிஸ் ஆ. கிரம்ஸ் சுழற்சி  
இ. எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி ஈ. பென்டோஸ்பாஸ்பேட் வழித்தடம்

16. ஒரு மூலக்கூறு குளுக்கோஸ் முழுமையான ஆக்சிஜனேற்றத்தின் போது வெளிப்படுத்தும் ஆற்றலின் அளவு  
 அ. 1600 kJ ஆ. 2300 kJ  
 இ. 2500 kJ ஈ. 2900 kJ
17. பின்வருவனவற்றுள் 5C சேர்மம்  
 அ. பாஸ்போகிளிசரால்டிஹைடு ஆ. எரித்ரோஸ் பாஸ்பேட்  
 இ. சைலுலோஸ் பாஸ்பேட் ஈ. செடோஹெம்டுலோஸ் பாஸ்பேட்

**II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.**

18. சுவாசித்தலை வரையறை செய்க.  
 19. கிளைக்காலிசிஸ் என்றால் என்ன?  
 20. கிளைக்காலிசிஸின் சுருக்கமான ஓட்டுமொத்த வினையை எழுது.  
 21. கிளைக்காலிசிஸ் நிகழ்வில் ஆல்டோலேஸின் செயல்பாடு யாது?  
 22. கிரம்ஸ் சுழற்சி என்றால் என்ன?  
 23. கிரம்ஸ் சுழற்சியில் அகோனிடேஸின் செயல்பாடு யாது?  
 24. ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்பரிகரணம் என்றால் என்ன?  
 25. காற்றிலாசுவாசத்தை வரையறை செய்க.  
 26. சுவாச ஈவு என்பதை விளக்குக.  
 27. காற்றிலாசுவாசத்தின் சுவாச ஈவு முடிவிலாதது. ஏன்?  
 28. நொதித்தல் என்றால் என்ன?

**III ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

29. எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி பற்றி சிறுகுறிப்பு எழுதுக.  
 30. கேனாங்கின் சுவாசமானி ஆய்வை விளக்குக.  
 31. பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடத்தின் முக்கியத்துவத்தை எழுதுக.  
 32. காற்றிலாசுவாசம் பற்றி சிறுகுறிப்பு எழுதுக.  
 33. காப்போஹைடரேட், கரிம அமிலம் மற்றும் கொலுப்பு அமிலத்தின் சுவாச ஈவு மதிப்பினை விவரி.  
 34. சமநிலைம் புள்ளி என்றால் என்ன? விவரி.  
 35. நொதித்தல் என்றால் என்ன? விவரி.  
 36. பைருவிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்ற கார்பன் மீக்கமடைவதை விவரி.  
 37. சுவாசித்தல் நிகழ்சியை விளக்கும் வினைகளை எழுதுக.  
 38. காற்றுள்ள சுவாசத்தின்போது ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து கிடைக்கும் ஆற்றல் அளவு பற்றி குறிப்பெழுதுக.

**IV ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 200 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

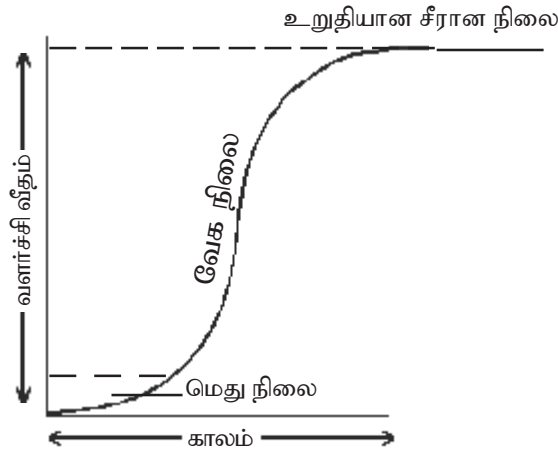
39. கிளைக்காலிசிஸ் என்றால் என்ன? அதன் படிகளை விவரி.  
 40. கிரம்ஸ் சுழற்சியில் நிகழும் வினைகளை விவரி.  
 41. பென்டோஸ் பாஸ்பேட் வழித்தடம் பற்றி விவரி.

### 5.3. தாவர வளர்ச்சி

வளர்ச்சி என்பது உயிரினங்களின் மிகவும் அடிப்படையான, தெளிவாகப் புலப்படும் பம்புகளில் ஒன்றாகும். ஓர் உயிரினத்தின் பொருள்மை, எடை, அளவு ஆகியவற்றில் ஏற்படும் நிலையான, மாற்றமடையாத அதிகரிப்பே வளர்ச்சி என்பதற்கான வரையறையாகும். பெரும்பாலானவற்றில், வளர்ச்சி காரணமாக உலர் எடை, புரோட்டோபிளாசத்தின் அளவு ஆகியவை அதிகரிக்கின்றன. உயர்தாவரங்களில், வளர்ச்சி என்பது செல்பிரிதல், செல் பெரிதாதல், வேறுபாடடைதல் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியதாகும். செல்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தல், அளவு அதிகமாதல் என்பது மட்டுமே ஒரு தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்கும் போதுமானது அல்ல. எடுத்துக்காட்டாக விதையை விதைக்கும்போது, அது அளவில் பெரிதாவதில்லை. பதிலாக, அது இளம் நாற்றாக வளர்கிறது. இவ்வாறு, வேறுபாடடைதல் என்பது, எம்போதுமே வளர்ச்சியோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளது. ஒரே மாதிரியான செல்கள் வெவ்வேறு திசுக்களாக மாறுதலடைவதே வேறுபாடடைதலாகும். தாவரத்தின் பலவகையான அமைப்பு, செயல்பாடு, வாழ்வியல் தேவைகளின் அடிப்படையில் தாவர திசுக்கள் வெவ்வேறு வகைப்படும். வளர்ச்சிமம் வேறுபாடடைதலும் தாவரம் ஒழுங்கான முறையில் வளர்வதற்குக் காரணமாக உள்ளன. மேலும் தாவரத்தின் ஓட்டுமொத்த அமைப்பின் பெருக்கத்திற்குக் காரணமாகவும் உள்ளன. தாவரத்தின் வேர், தண்டு முனைகள், மற்றும் கேம்பியம் ஆகியவற்றில் உள்ள ஆக்குத்திசு செல்கள் தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்குக் காரணமாக உள்ளன.

#### வளர்ச்சி நிலைகள்

தண்டு மற்றும் வேர் நுனியில் உள்ள ஆக்குத்திசுக்களின் செயல்பாட்டினால் தாவரம் மீண்டு உயரமாக வளர்கிறது. தண்டு மற்றும் வேர் பருமனாவதற்கு அவற்றில் உள்ள பக்கவாட்டு ஆக்குத்திசுவின் செயல்பாடே காரணமாகும். பலவகையான ஆக்குத்திசுக்களைப்பற்றி பாடம்பகுதி இரண்டில் மீங்கள் ஏற்கனவே படித்துள்ளீர்கள். வளர்ச்சிக்காலம் பொதுவாக மூன்று நிலைகளாகப் பாகுபாடு செய்யப்படுகிறது. அவையாவன, உருவாதல், மீட்சிமறுதல் மற்றும் முதிர்ச்சிமறுதல் ஆகியவையாகும். முதல் நிலையில், நுனி ஆக்குத் திசுவினால் புதிய செல்கள் தொடர்ந்து உண்டாகப் படுகின்றன. மீட்சிமறுதல் நிலை எனப்படும் இரண்டாவது நிலையில், புதிதாக உருவான செல்கள் அளவில் பெரிதாகின்றன. மூன்றாவது நிலையாகிய முதிர்ச்சிமறுதல் நிலையில், செல்கள் குறிப்பிட்ட நிலையான



படம் 5.20 சிக்மாய்டு வளைவு

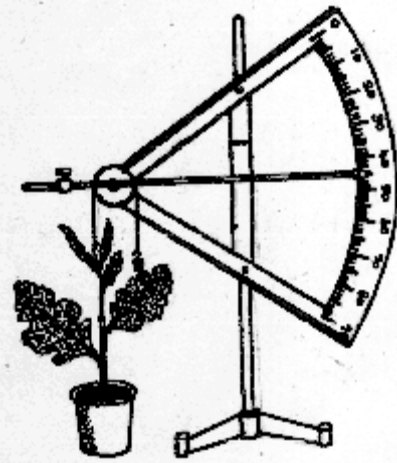


அளவைம்ம், வடிவத்தைம்ம் பெற முதிர்வடையத்தொடங்குகின்றன. தாவரத்தின் வளர்ச்சி வீதம் தொடக்க காலத்தில் மெதுவாக உள்ளது. இந்த நிலைக்கு **மெதுநிலை** (Lag phase) என்று பெயர். இதைத் தொடரும் நிலையில் வளர்ச்சி வீதமானது மிகவிரைவாக, வேகமாக உள்ளது. இது விரைவு அல்லது **வேகநிலை** (Log phase) எனப்படும். மூன்றாவது மற்றும் இறுதி நிலையில் வளர்ச்சி வேகம் குறையத்தொடங்குகிறது. உயிரினத்தின் அளவு ஏற்கனவே இருக்கும் அளவிற்கு பராமரிக்கப்படுகிறது. இதற்குமேல் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படுவதில்லை. இது **நிலைம்பாடான நிலை** அல்லது **உறுதியான சீரான நிலை** (Steady state phase) எனப்படும். ஓர் உயிரினத்தின் அளவில் ஏற்படும் வளர்ச்சி அல்லது செல்களின் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு என்பவை கால அளவிற்கு எதிராக ஒரு வரைபடத்தில் வரைந்தால், வளர்ச்சியானது படத்தில் காட்டியபடி, 'S' வடிவத்தில் இருக்கும். இது **சி்க்மாய்டு வளைவு** என அழைக்கப்படுகிறது.

ஓராண்டுத் தாவரங்களில் வளர்ச்சிநிலைகளில் இறுதியாக உள்ள நிலைத்த சீரான நிலையைத் தொடர்ந்து வளர்ச்சி நின்று விட்டநிலைம்ம், இறத்தலும் ஏற்படுகின்றன. எனினும், பெரிய மரங்களில், ஒவ்வொரு வளர்ச்சிம் பருவத்திலும் சிக்மாய்டு வடிவத்தில் வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது.

### வளர்ச்சியை அளவீடுசெய்தல்

தாவரம் உயரமாக ம்ம்டு வளர்வது, தம்டு, வேர் இவற்றின் நுனிகளில் உள்ள நுனி ஆக்குத் திகக்களின் செயல்பாட்டினால் ஏற்படுகிறது என்பதை ஏற்கனவே ம்ங்கள் அறிந்துள்ளீர்கள். எந்தத் தாவரத்திலும் அதன் ம்ள்வாட்ட வளர்ச்சியை சாதாரணமான அளவு கோலைக் கொண்டு குறிம்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் அளந்து அறிந்து கொள்ளலாம். துல்லியமாக அளந்திட, லீவரின் ஆக்ஸனோமீட்டர் என்ற கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது, தாவரத்தின் வளர்ச்சி வீதத்தை சிறு அளவில், ம்ட்சிம்றுவதை அளவீடு செய்கிறது. கம்பிம்டன்



படம் 5.21 லீவர் ஆக்ஸனோமீட்டர்

இணைக்கப்பட்டுள்ள குறிமுள், அளவீடுகள் குறிக்கப்பட்டுள்ள அரைவட்ட அளவுகோல் ஆகியவை ஆக்ஸனோமீட்டர் கருவியில் உள்ள பாகங்களாகும். கம்பியின் வழியாக ம்ல் அல்லது சிறிய கயிறு செல்கிறது. இந்த ம்லின் ஒருமுனை, தொட்டிச் செடியின் வளரும் தம்டு நுனியில் கட்டப்பட்டிருக்கும். மற்றொரு முனை சிறிய எடைம்டன் கட்டப்பட்டிருக்கும். தாவரம் ம்ம்டு வளரும் போது கம்பி சுற்றுவதால், அதனுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் குறிமுள் அளவுகோலின் கீழ்ம்குதியை நோக்கி நகர்கிறது. இதன் மூலம், குறிம்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் தாவரத்தின் செங்குத்தான வளர்ச்சியை

அளவிட்டுத் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஒரு தாவரத்தின் சரியான செங்குத்து வளர்ச்சி கீழ்க்கண்டவாறு அளவீடு செய்யப்படுகிறது.

$$\text{உம்மையான வளர்ச்சி} = \frac{\text{குறிமுள் கடந்த தூரம் } X \text{ கம்பியின் ஆரம்}}{\text{குறிமுள்ளின் ம்ளம்}}$$

### தாவர வளர்ச்சிப் பொருட்கள்

ஒரு தாவரத்தின் வளர்ச்சியானது ஜீனுடைய செயல்பாடு மற்றும் சூழ்நிலைக் காரணிகளால் ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறது. தாவரங்களால் உருவாக்கப்படும் சில பொருட்கள், அந்த தாவரங்களின் வளர்ச்சி, வாழ்வியல் மற்றும் உயிர்வேதிச் செயல்களை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. இந்த பொருட்கள் தாவர வளர்ச்சிப் பொருட்கள் எனப்படும். வேதிச்செயல்பாடுகள் மூலமாக தாவரவளர்ச்சியை ஒழுங்குபடுத்துதலில், ஹார்மோன்கள் பெரிதும் ஈடுபடுகின்றன. தோற்றம் (Origin) மற்றும் உயிரிய செயல்களின் அடிப்படையில் தாவரவளர்ச்சிப் பொருட்கள் மூன்று வகைப்படும். அவையாவன, வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள், தாவரஹார்மோன்கள் மற்றும் வளர்ச்சி அடக்கிகள்

### வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்திகள்

இது, ஹார்மோன் போன்ற செயற்கையான கரிம சேர்மங்களாகும். சிறு அளவுகளில், இது வளர்ச்சியை ஊக்குவித்தோ அல்லது நிறுத்தியோ தாவரத்தின் வளர்ச்சியை மாற்றி அமைக்கிறது. எ.கா. நாம்தலீன் அசிடிக் அமிலம் (NAA).

### தாவர ஹார்மோன்கள்

இவை தாவரத்தினாலேயே உருவாக்கப்படும் கரிம சேர்மங்களாகும். மிகவும் நுண்ணிய அளவில், இவை செயல்திறன் பெற்றவையாகும். தாவரத்தின் ஏதாவது ஒரு பகுதியில் இவை உருவாக்கப்பட்டு, வேறொரு இடத்திற்கு கடத்தப்படுகின்றன. அங்கே, குறிப்பிட்ட வாழ்வியல், உயிர்வேதி மற்றும் புற அமைப்பு மாற்றங்களை ஊக்குவிக்கின்றன. தாவர ஹார்மோன்கள் பொதுவாக ஐந்து பிரிவுகளாக வகைபாடு செய்யப்படுகின்றன. அவையாவன, ஆக்சின்கள், ஜிம்ரலின்கள், சைட்டோகைனின்கள், எத்திலின் மற்றும் அம்சிசிக் அமிலம்.

### ஆக்சின்கள்

முதன் முதலாக கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தாவர ஹார்மோன் ஆக்சின். தொடக்கத்தில் மனித சிறும்ரிலிருந்து ஆக்சின் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. பொதுவாக இன்டோல் அசிடிக் அமிலத்திற்கும், ஆக்சின்போன்ற அமைப்புடைய, வளர்ச்சியை ஒழுங்குபடுத்தும் இயற்கையான மற்றும் செயற்கையான பொருட்களுக்கும் ஆக்சின் என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. பொதுவாக, தாவரங்களின் தண்டு மற்றும் வேர்

வளர் நுனிகளில் உற்பத்தியாகி தாவரத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கு செல்கின்றன. IAA மற்றும் PAA (ஃபினைல் அசிடிக் அமிலம்) ஆகியவை இயற்கை ஆக்சின்கள் எனப்படும். செயற்கை ஆக்சின்கள் ஆய்வுக்கூடத்தில் செயற்கையாக உருவாக்கப்படுபவையாகும். இவை தாவர வளர்ச்சி ஒழுங்கு படுத்திகள் எனப்படும். எ. கா. நாம்தலீன் அசிடிக் அமிலம் (NAA), 2, 4- டைகுளோரோ ஃபினைக்சி அசிடிக் அமிலம் (2, 4-D).

### ஆக்சினுடைய வாழ்வியல் விளைவுகள்

- தம்மும் மற்றும் முளைக்குருத்து ஆகியவை மீட்டு வளர்வதில் ஆக்சின்கள் பங்கு கொள்கின்றன. தம்மில் உள்ள செல்களை, குறிப்பாக நுனி ஆக்குத்திசவுக்குக்கீழே உள்ள செல்களை இது மீட்சியடையச்செய்கிறது.
- உயரமான தாவரத்தில் அதன் நுனிமொட்டு இருக்கும்போது, பக்கவாட்டு மொட்டுகளின் வளர்ச்சி ஆக்சினால் தடை செய்யப்படுகிறது. ஆயினும் நுனிமொட்டு மீக்கப்படுமானால் பக்க மொட்டுகள் வளர்ச்சியடைகின்றன.
- நுனிமொட்டானது அது உற்பத்தி செய்யும் ஆக்சின் மூலம் பக்கமொட்டின் வளர்ச்சியைத்தடை செய்வது நுனி ஆதிக்கம் அல்லது முனை ஆதிக்கம் எனப்படும். வளர்ச்சி நுனியில் உற்பத்தியாகும் ஆக்சின் நுனி வளர்ச்சியைத் தூண்டு கிறது. ஆனால் இது கீழே இறங்கும் போது, கீழ்ப்பகுதிமொட்டின் வளர்ச்சியைத் தடுத்து நிறுத்துகிறது.
- இரம்டாம் நிலை வளர்ச்சிக்குக் காரணமான கேம்பியத்தில் செல்பகும்பைத் துவக்கி ஊக்குவிம்பது ஆக்சினாகும். செல்பகும்பை ஊக்குவிக்கும் பம்பு ஆக்சினுக்கு உள்ளதால், திசுவளர்ம் பிலும், காலஸ் திசுவைத் தோற்றுவிம்பதிலும் ஆக்சின் பயன்படுத்தம்படுகிறது.
- ஆக்சின் அளவு மிகவும் குறைவாக இருக்கும்போது மிக மிக நுண் ய செறிவில், வேரின் வளர்ச்சி ஊக்கம்படுத்தம்படுகிறது. அதன் செறிவு அதிகமாக இரும்பின் எம்போதும் வேரின் வளர்ச்சி தடைசெய்யம்படுகிறது.
- இலைகளும், கனிகளும் முதிர்வடைந்தபின் தாவரத்திலிருந்து உதிர்ந்து விடுகின்றன. இது உதிர்்தல் எனம்படும். இதை ஆக்சின் தடைசெய்கிறது.
- தக்காளி, ஆம்பிள் தாவரங்களில், மலர்கள் மீது ஆக்சினை தெளிந்து விதையிலாக்கனிகள் உற்பத்தி செய்யம்படுகின்றன. இத்தகைய விதையிலாக்கனிகள் கருவுறாக்கனிகள் எனம்படும்.
- நிலத்தில் உள்ள களைகளை மீக்க, செயற்கை ஆக்சினான 2, 4 - டைகுளோரோ ஃபினைக்சி அசிடிக் அமிலம் பயன்படுத்தம்படுகிறது.

### ஜிம்ரலின்கள்

ஜம்பானைச் சார்ந்த குருசோவா என்பவரால் ஜிம்ரலின் முதன் முதலாகக் கம்பிடிக்கம்பட்டது. அவருடைய வயலில் நெல் நாற்றுக்கள் சில, மற்றவற்றைக் காட்டிலும் மிகவும் நெட்டையாக வளர்ந்திரும்பதைக்கம்படார். இது குறித்து மேலும் ஆய்ந்தபோது, அத்தகைய நெட்டைம்பயிர்களின் கணுவிடைம் பகுதிகள் இயல்புக்குமாறாக மிகவும் மீட்டிரும்பதைக் கம்பறிந்தார். இந்த வகை கணுவிடைம்பகுதி மீட்சி 'பக்கானே' அல்லது 'நெல்லின் கோமாளித்தனநோய்'

(Foolish disease) என அழைக்கப்படுகிறது. இதன் பின்னர், இந்த கணுவிடை மட்சியானது, ஜிம்ரல்லா ஃபிம்ஜிசுராய் என்ற பூஞ்சை உற்பத்தி செய்யும் ஒரு பொருளால் ஏற்படுகிறது என்பது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இந்த பொருளானது பூஞ்சையிலிருந்து வெற்றிகரமாக தனியே பிரித்தெடுக்கப்பட்டு அதற்கு ஜிம்ரலிக் அமிலம் எனம் பெயரிடப்பட்டது.

தற்போது 90-க்கும் அதிகமான ஜிம்ரலின்கள் பூஞ்சைகள் மற்றும் உயர் தாவரங்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவை GA<sub>1</sub>, GA<sub>2</sub>, GA<sub>3</sub> எனம் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இந்த தாவரஹார்மோன்கள் அனைத்தும் பிரிவு தாவரங்களிலும் உள்ளன.

### ஜிம்ரலின்களின் வாழ்வியல் விளைவுகள்

- அசாதாரணமானவகையில் தண்டு மட்சி ஜிம்ரலின்களால் ஏற்படுகிறது. செல்பிரிதல் மற்றும் செல் மட்சி ஆகியவற்றால் தண்டு ம்ள்கிறது. இவற்றை ஜிம்ரலிக் அமிலம் தூம்டுகிறது.
- ஜிம்ரலின்களின் வியம்பூட்டும் விளைவுகளில் மிகமுக்கியமானது மரபியல் ரீதியாக குட்டையாக இருக்கும் தாவரங்களின் குட்டைத்தன்மையை மக்குவதாகும். எடுத்துக்காட்டாக, சர்க்கரை பீட், தாவரத்தில் கணு இடைம்பகுதிகள் மிகவும் குட்டையாக இரும்பதால் இலைகள் நெருக்கமாக 'ரோஸட்' வடிவில் அமைந்திருக்கும். ஜிம்ரலிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்திய பின்னர், கணுவிடைம்பகுதிகள் குறிம்பிடத்தக்கவகையில் மட்சிம்ற்று இயல்பான நிலையை தாவரம் அடைகிறது.
- நெருங்கிய இலை அடுக்கம் (Rosette) கொம்ட தாவரங்களில் கணுவிடைம்பகுதியின் வளர்ச்சி மிகவும் குறைவானதாக இருக்கும். இவற்றில் ஜிம்ரலிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்தும்போது, கணுவிடைம்பகுதிகள் அதிக வளர்ச்சியை அடைகின்றன. இந்த வகையில் திடீரென தண்டு ம்ள்வதும் அதைத்தொடர்ந்து மலர்தல் நிகழ்வதும் 'போல்டிங்' (Bolting) என அழைக்கப்படுகிறது.
- பெரும்பாலான ஈரம்டுத் தாவரங்களில், இரம்டாவது ஆம்டு வளர்ச்சிக் காலத்தில் தான் மலர்தல் நடைபெறுகிறது. மலர்கள் உருவாவதற்கு, இத்தாவரங்கள் குளிர்ம்பதனத்திற்கு உட்படுத்தம்படவேம்டும். ஜிம்ரலின்களைம் பயன்படுத்தினால் இந்தத் தாவரங்கள், குறைந்த வெம்ப நிலைக்கு உட்படுத்தம்படாமலேயே, முதலாம் ஆம்டிலேயே மலர்களைத் தோற்றுவிக்கும்.
- பல தாவரங்களில் கருவுறுதல் நிகழாமலேயே, ஜிம்ரலின்களைம் பயன்படுத்தி விதையிலாக்கனிகளைம் பெறலாம். எ.கா. தக்காளி, ஆம்பிள், வெள்ளரி முதலியவை.

- முளைத்தலுக்கு ஒளித்தேவைப்படும் விதைகளை, ஜிம்ரலின்களைக்கொண்டு முழு இருளிலேயே முளைக்கும்படி செய்யலாம். எ.கா. பார்லி,
- உருளைக்கிழங்கில் வளர்வடக்கத்தை ஜிம்ரலின் மக்குகிறது.

### **சைட்டோகைனின்**

சைட்டோகைனின் என்பது தாவர வளர்ச்சிம்பொருளாகும். இது செல்பிரிதலைத் தூண்டுகிறது. மில்லர் மற்றும் ஸ்கூஜ் என்பவர்கள் 1954-ல் ஹெர்ரிங் மீன் எனப்படும் மீன்வகை ஒன்றிலிருந்து இதைப்பிரித்தெடுத்தார்கள். இதற்கு கைனடின் எனப்பெயரிட்டனர். இதைத் தொடர்ந்து, செல்பிரிதலைத் தூண்டும் பம்புள்ள பலபொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஒட்டுமொத்தமாக இவை சைட்டோகைனின்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. மக்காச்சோளத்தில் காணப்படும் சைட்டோகைனின் 'சியாடின்' எனப்படும். இளம்ரிலும் இது உள்ளது. பல்வேறு வகை விதைத்தாவரங்களிலும் சைட்டோகைனின் உள்ளது. குறிம்பாக, கரு, இளம் கனிகள், வேர்கள் ஆகியவற்றில் உள்ளன. ஆக்சின் மற்றும் சைட்டோகைனின் ஆகிய இரண்டும் வெவ்வேறு அளவுகளில் சேர்ந்து தாவரத்தின் வளர்ச்சி மற்றும் வேறுபாடடைதலை ஊக்குவிக்கின்றன.

### **சைட்டோகைனின் வாழ்வியல் விளைவுகள்**

- சைட்டோகைனினின் மிக முக்கியமான செயல், செல் பிரிதலை ஊக்குவிப்பதாகும்.
- இன்டோல் அசிடிக் அமிலத்துடன் (IAA), இது சேர்ந்து காலஸ் திசுவிருந்து மொட்டு மற்றும் வேர் உருவாதலைத் தூண்டுகிறது.
- நுனிமொட்டு இருக்கும் போது, சைட்டோகைனினைப் பயன்படுத்தினால் பக்கவாட்டுமொட்டுக்களின் வளர்ச்சி தூண்டப்படுகிறது.
- பல விதைகளில், விதைம்றக்கத்தை சைட்டோகைனின் மக்கி, அவை முளைக்கும்படி செய்கிறது.
- தாவரங்கள் முதுமையடைவதை சைட்டோகைனின் தாமதப்படுத்துகிறது. இது ரிச்மான்ட் லாங்க் விளைவு எனப்படும்.

### **எத்திலின்**

எத்திலின் என்பது எளிமையானதொரு வாய் ஹார்மோனாகும். இது மிகவும் நுண்ணிய அளவிலேயே இருக்கிறது. முதுமை நிலையை அடைமம் திசுக்களால் அதிக அளவில் எத்திலின் உற்பத்திசெய்யப்பட்டு, அது இயற்கையான தாவர வளர்ச்சி ஹார்மோனாக செயல்படுகிறது.

### **எத்திலினுடைய வாழ்வியல் விளைவுகள்**

- தம்டு மற்றும் வேர் ஆகியவற்றின் மள்வாட்ட வளர்ச்சியை எத்திலின் தடைசெய்கிறது. அதே சமயத்தில், திசுவானது குறுக்குவாட்டத்தில் விரிவடைவதால், தாவரத்தின் பாகங்கள் தடிம்புறுதல் போன்ற செயல்களை தூண்டுகிறது.

- வேர்கள் தரைநோக்கி வளர்வதை எத்திலின் ஊக்குவிக்கிறது.
- இது பட்டாணி நாற்றுகளில், பக்கவாட்டு மொட்டுக்களின் வளர்ச்சியைத் தடைசெய்கிறது.
- கனிகள் பழுப்பதில் எத்திலின் பங்காற்றுகிறது.
- இது இலைகள், மலர்கள் மற்றும் கனிகளில் உதிரும் பகுதி (Abscission zone) உருவாவதை ஊக்கப்படுத்துகிறது. இதனால் இவை முதிர்ச்சிமற்றும் முன்னரே உதிர்ந்துவிடுகின்றன.
- பைன் ஆம்பிள் மற்றும் மா ஆகியவற்றில் எத்திலின் பூத்தலைத் தூண்டுகிறது
- தாவரத் தட்டுப்பதியன்களில் வேர்கள் உம்டாதல், பக்கவாட்டு வேர்கள் உம்டாதல் மற்றும் வேர்த்தூவிகளின் வளர்ச்சி ஆகியவற்றை எத்திலின் தூண்டுகிறது.
- மொட்டுக்கள் மற்றும் விதைகளின் உறக்க காலத்தை எத்திலின் மக்குகிறது.

### **அம்சிசிக் அமிலம்**

தாவர பாகங்கள் உதிர்ந்தல் மற்றும் மொட்டு வளர்வடக்கம் ஆகியவற்றை ஒழுங்கு படுத்துவதில் பங்குபெறுகிறது என்பதன் தொடர்பாக அம்சிசிக் அமிலம் (Abscisic acid-ABA) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மற்ற தாவர ஹார்மோன்களைப் போன்றே, தாவரவளர்ச்சியில் இது பன்முக செயல்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது.

### **அம்சிசிக் அமிலத்தின் வாழ்வியல் விளைவுகள்**

- பலவகைத்தாவரங்களில் வளர்ச்சியை தடைசெய்வதாகவும், மொட்டு உறக்கத்தை தூண்டுவதாகவும் அம்சிசிக் அமிலம் செயல்படுகிறது.
- ABA ஒரு வீரியமான வளர்ச்சி அடக்கிம்பொருளாகும். ஓட்ஸ் நாற்றுக்களில் 50 விழுக்காடு அளவிற்கு வளர்ச்சியை தடைசெய்கிறது.
- இதன் பெயர் சுட்டுவது போன்றே, தாவரபாகங்கள் உதிர்வதை இது தூண்டுகிறது.
- வேர்களின் புவிநாட்டத்தை இது கட்டுப்படுத்துகிறது. இது வேர்களின் நேர்புவி நாட்டத்தைத் தூண்டுகிறது.
- அம்சிசிக் அமிலம் இலைத்துளையை மூடச்செய்கிறது.

### **வளர்ச்சி அடக்கிகள்**

தாவரத்தில் உம்டாகும் சில கரிம சேர்மங்கள், அந்தத் தாவரத்தின் வளர்ச்சியைத் தடைசெய்கின்றன. இத்தகைய சேர்மங்கள் வளர்ச்சி தடைப் பொருட்கள் அல்லது அடக்கிகள் எனப்படும். வேர்கள், தட்டுகள் மற்றும் இலைகள் ஆகியவற்றின் மீட்சி முதலிய வளர்ச்சிகளைத் தடைசெய்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக எத்திலின் என்பது மொட்டின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் திறன் பெற்ற ஓர் அடக்கியாகும். ABA எனப்படும் அம்சிசிக் அமிலம், தக்காளியில் பக்கவாட்டு மொட்டின் வளர்ச்சியைத் தடுத்துவிடுகிறது.

## தன்மதிம்பீடு

### I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

1. தாவரஹார்மோன்களில் முதன் முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.  

அ. ஆக்சின்	ஆ. ஜிம்ரலின்
இ. சைடோகைனின்	ஈ. எத்திலின்
2. செயற்கை ஆக்சினுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு  

அ. IAA	ஆ. PAA
இ. ABA	ஈ. NAA
3. முனை ஆதிக்கம் என்பது எதனால் ஏற்படுகிறது?  

அ. எத்திலின்	ஆ. ஆக்சின்
இ. ஜிம்ரலின்	ஈ. சைடோகைனின்
4. நெற்பயிரில் பக்கானே நோயை ஏற்படுத்துவது  

அ. அம்சிசிக் அமிலம்	ஆ. பினைல் அசிடிக் அமிலம்
இ. நாம்தலீன் அசிடிக் அமிலம்	ஈ. ஜிம்ரலிக் அமிலம்
5. சிக்மாய்டு வளைவு வரைபடத்தில் விரைவான வளர்ச்சி நிலை எவ்வாறு குறிப்பிடப்படுகிறது?  

அ. மெதுநிலை	ஆ. விரைவு நிலை
இ. வளர்வடங்கிய நிலை	ஈ. நிலைம்பாடானநிலை
6. ஆக்சின் இதைத்தடுக்கிறது.  

அ. முனை ஆதிக்கம்	ஆ. முதுமை அடைதல்
இ. கருவுறாக்கனி உம்டாதல்	ஈ. உதிர்்தல்
7. நெற்பயிரில் “கோமாளித்தன நோய்யை உருவாக்குவது  

அ. ஆக்சின்	ஆ. ஜிம்ரலின்
இ. சைடோகைனின்	ஈ. அம்சிசிக் அமிலம்
8. இலைத்துளை மூடுவதைத் தூண்டுவது  

அ. ஆக்சின்	ஆ. ஜிம்ரலின்
இ. சைடோகைனின்	ஈ. அம்சிசிக் அமிலம்
9. நிலத்தில் உள்ள களைகளை மக்கிடம் பயன்படுவது.  

அ. 2, 4-D	ஆ. IAA
இ. ABA	ஈ. யூரியா
10. உதிர்்தல் எதனால் தடைசெய்யப்படுகிறது?  

அ. ஆக்சின்	ஆ. ஜிம்ரலின்
இ. சைடோகைனின்	ஈ. எத்திலின்
11. பின்வருவனவற்றுள் வாம்நிலையிலுள்ள ஹார்மோன் எது?  

அ. கைனடின்	ஆ. சியாடின்
இ. ஆக்சின்	ஈ. எத்திலின்

12. பின்வருவனவற்றுய் உயர்தாவரங்களில் காணப்படும் இயற்கை ஹார்மோன் எனது?

அ. IAA

ஆ. 2.4-D

இ. GA

ஈ. சியாடின்

**II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.**

13. வளர்ச்சி அடக்கிகள் என்றால் என்ன?

14. அம்சிசிக் அமிலத்தின் ஏதேனும் மூன்று வாழ்வியல் விளைவுகளைத் தருக.

15. ரிச்மாம்ட் லாங் விளைவு என்றால் என்ன?

16. போல்டிங் (Bolting) வரையறை செய்க.

17. முனை ஆதிக்கம் என்றால் என்ன?

18. வளர்ச்சி ஒழுங்குபடுத்தி வரையறை செய்க.

19. தாவர வளர்ச்சிம்பொருட்கள் யாவை?

**III ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

20. தாவரத்தின் ம்ள்வாட்ட வளர்ச்சியை அளவீடு செய்வதற்கான ஆய்வை விவரி.

21. ஆக்சினுடைய வாழ்வியல் விளைவுகளை எழுதுக.

22. ஜிம்பரெல்லினுடைய வாழ்வியல் விளைவுகளை எழுதுக.

23. சைட்டோகைனின் வாழ்வியல் விளைவுகளை குறிப்பிடுக.

24. எத்திலின் வாழ்வியல் விளைவுகளை விவரி.

25. வளர்ச்சியின் பலநிலைகளை, சிக்மாய்டு வளைவு படத்துடன் விவரி.

**IV ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 200 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.**

26. ஆக்சின்கள் மற்றும் ஜிம்ரலின்களின் வாழ்வியல் விளைவுகள் பற்றி கட்டுரை எழுதுக.

27. சைட்டோகைனின், எத்திலின் மற்றும் அம்சிசிக் அமிலம் ஆகியவற்றின் வாழ்வியல் விளைவுகளைப்பற்றி எழுதுக.



## 5.4 ஒளிக்காலத்துவம் மற்றும் குளிர்ம்பதனம்

ஒரு தாவரத்தில் ஒளி மற்றும் இருட்கால அளவிற்கேற்ப ஏற்படும் தாவரத்தின் பதில் செயல் ஒளிக்காலத்துவம் எனப்படும். தாவரங்களில், மிகமுக்கியமான ஒளிக் காலத்துவ பதில் செயல் மலர்தலைத் துவக்குவதாகும். புகையிலை (*Nicotiana tabacum*) தாவரத்தின் ஓர் இரகமான மேரிலேன்ட் மாமூத் என்பதில் ஒளிக்காலத்துவம் முதன் முதலாகக் கம்ட்றியம்பட்டது.

எல்லாத் தாவரங்களுக்கும் பூத்தலுக்கு ஒரே மாதிரியான ஒளி மற்றும் இருட்கால அளவுகள் தேவைப்படுவதில்லை என்பது கார்னர் மற்றும் ஆலார்டு என்பவர்களின் ஆய்வுகள் மூலம் தெரியவந்துள்ளது. சரியான குறிப்பிட்ட ஒளி, இருட்காலங்கள் பூத்தலுக்குத் தேவையாகும். இதுவே செயல்திறன் காலம் (Critical period) எனப்படும்.

ஒளிக் காலங்களின் அடிப்படையில் தாவரங்கள் மூன்று பிரிவுகளாக வகைபடுத்தப்படுகின்றன. அவையாவன.

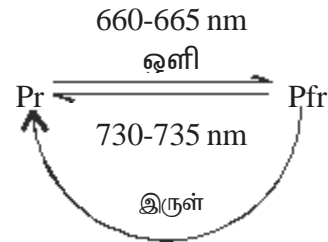
1. செயல் திறன் கால அளவைவிட அதிகமாக ம்ம்ட ஒளிக்காலம் தேவைப்படும் தாவரங்கள் 'ம்ள்பகல் தாவரங்கள்' எனப்படும். எ.கா. கோதுமை மற்றும் ஓட்ஸ்.

2. மலர்தலுக்கு செயல்திறன் காலத்தைவிடக் குறைவான ஒளிக்காலம் தேவைப்படும் தாவரங்கள் 'குறும்பகல் தாவரங்கள்' எனப்படும். எ.கா. புகையிலை மற்றும் கிரைசாந்திமம்.

3. ஒளிக் கால அளவினால் மலர்தல் பாதிக்கப்படாத தாவரங்கள், 'நாள் நடுநிலைத் தாவரங்கள்' எனப்படும். எ.கா. சூரியகாந்தி மற்றும் மக்காச்சோளம்.

### பைட்டோகுரோம்களும் மலர்தலும்

படலரும் மற்றும் அவர் குழுவினரும் 1959-ல் தாவரங்களில் மலர்தலைத் தூம்பும் ஒளி ஈரம்பும் பொருளைக் கம்டுபிடித்தனர். இதற்கு பைட்டோகுரோம் எனப்பெயரிட்டனர். எல்லா பகந் தாவரங்களிலும் இது இரும்பதாக நம்பப்படுகிறது. வேதியல் ரீதியாக, பைட்டோகுரோம் என்பது ஒரு பைலி புரதமாகும். இது இரம்டு வடிவங்களில் உள்ளது. ஒரு வகையானது 660 nm அலைமளமுள்ள சிவம்பு ஒளியை ஈர்க்கிறது. இது Pr எனவும், 730 nm அலைமளமுள்ள தொலைச் சிவம்பு ஒளியை ஈர்க்கும் பைட்டோகுரோம் Pfr எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இந்த இரு வடிவங்களும், படத்தில் காம்பித்தவாறு ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாக மாறுபவையாகும்.



ஈரம்பு நிறமாலையின் அடிப்படையில், Pr என்பது P 660 எனவும் Pfr என்பது P 730 எனவும் குறிப்பிடப்படுகிறது. குறுநாள் தாவரங்களில் Pr மலர்தலைத் தூம்புகிறது, Pfr மலர்தலைத் தடைசெய்கிறது. ம்ள்பகல் தாவரங்களில் இதற்கு மாறாக நடைபெறுகிறது.

### குளிர்ம்பதனம்

வெர்னலைசேஷன் என்பது குளிர்ம்பதனம் என அழைக்கப்படும். வெர்னலைசேஷன் எனும் வார்த்தையை 1920 ரஷிய நாட்டு ஆய்வாளர்

T. D. லைசென்கோ என்பர் அறிமுகம்படுத்தினார். தாவரங்கள் பலவற்றில் குறிம்பாக ஈராம்து தாவரங்கள் மற்றும் பல்லாம்புத் தாவரங்களில் மலர்தலானது மிகக்குறைவான வெம்பநிலையில் 1°C லிருந்து 10°C தூம்டம்படுகிறது. இதுவே குளிர்ம்பதனம் எனப்படும்.

மிகக்குறைவான குளிர்வெம்பநிலைத் தூம்டலுக்கு தாவரங்களில் ஒரே மாதிரியான பதில் செயல் ஏற்படுவதில்லை. குளிர்்பதனத்திற்கு உட்படும் தாவரங்கள் தூம்டம்படும் தாவரங்கள் எனப்படும். குளிர்ம்பதனம் தேவையில்லாதவை தூம்டம்படாத வகையாகும்.

### குளிர்ம்பதனசெயல் முறைகள்

தாவரத்தில் குளிர்்பதனத்தைத் தூம்டுவதற்கு கீழ்க்கண்ட வழிமுறைகள் உள்ளன. விதைகளை முளைக்கவைக்க வேண்டும். பின்னர் வெவ்வேறு கால அளவிற்கு இனத்திற்கு ஏற்ப, இந்த முளைத்த விதைகளை குறைந்த வெம்பநிலைக்கு அதாவது குளிர்நிலைக்கு உட்படுத்தவேண்டும். இந்த வகையில் நேர்த்தி செய்யப்பட்ட விதைகளை சிறிது நேரம் உலர்த்தியபின் விதைக்கவேண்டும்.

### குளிர்ம்பதனம்க்கம்

குளிர்ம்பதனத்தால் ஏற்படும் விளைவை மக்கி பழைய நிலைக்குக் கொம்படுவரும் நிகழ்ச்சி குளிர்்பதன ம்க்கம் எனப்படும். குளிர்வெம்பநிலைக்கு உட்படுத்திய பின்னர், தாவரங்களை உயர்வெம்பநிலைக்கு உட்படுத்தும்போது குளிர்ம்பதனத்தால் ஏற்பட்ட விளைவுகள் மங்கிவிடுகின்றன.

### குளிர்ம்பதனத்தின் செயல்முறைம்பயன்

ரஷிய நாட்டு அறிவியலாளர்கள், பயிர்களை குளிர்்பதனத்திற்கு உட்படுத்தி, இயல்பானகாலத்திற்கு முன்னரே அவை மலர்களைத் தோற்றுவிக்கும்படி செய்தனர். இதனால் பயிர்கள் குறுகிய காலத்திலேயே முதிர்ச்சியடைந்தன.

### பயன்கள்

பயிர்களின் சாகுபடிக்க கால அளவை குளிர்ம்பதனத்தின் மூலம் குறைக்கலாம். இயற்கையில் அவை பொதுவாக வளராத இடங்களிலும் பயிரிடலாம். தாவரம் பயிர்ம்பெருக்கத்தை இது விரைவுபடுத்துகிறது.

## தன்மதிம்பீடு

### I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

- ஒளி மற்றும் இருட்கால அளவிற்கேற்ப அமைமம் தாவரத்தின் பதில் செயல் எவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது?
 

அ. குளிர்ம்பதனம்	ஆ. ஒளிச்சுவாசம்
இ. ஒளிச்சேர்க்கை	ஈ. ஒளிக்காலத்துவம்
- மலர்தலில் ஒளிக்காலத்துவ பதில் விளைவு முதல் முதலில் கம்டறியப்பட்ட தாவரம்
 

அ. கோதுமை	ஆ. புகையிலைத்தாவரம்
இ. ஓட்ஸ்	ஈ. கிரைசாந்திமம்

3. குறும்பகல் தாவரத்திற்கு எடுத்துக்காட்டு.
 

அ. கோதுமை	ஆ. புகையிலைத்தாவரம்
இ. சூரியகாந்தி	ஈ. மக்காச்சோளம்
4. ம்ள்பகல் தாவரத்திற்கு எடுத்துக்காட்டு.
 

அ. புகையிலை	ஆ. சூரியகாந்தி
இ. மக்காச்சோளம்	ஈ. கோதுமை

**II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.**

5. ஒளிக் காலத்துவத்தை வரையறை செய்க.
6. ம்ள் பகல் தாவரங்கள் என்றால் என்ன?
7. குறும்பகல் தாவரம் என்றால் என்ன?
8. குளிர்ம்பதனம் என்பதை வரையறை செய்க.
9. குளிர்ம்பதன செயல் முறைகளைப் பற்றி எழுதுக.
10. குளிர்ம்பதனம்க்கம் என்றால் என்ன?
11. குளிர்ம்பதனத்தின் பயன்கள் இரம்டினை எழுதுக.

**III ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையாளிக்கவும்.**

12. பைட்டோகுரோம்கள் மற்றும் மலர்தல் பற்றி சிறுகுறிம்பெழுது.
13. குளிர்ம்பதனம் பற்றி சிறுகுறிம்பு வரைக.

**IV ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 200 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையாளிக்கவும்.**

14. ஒளிக்காலத்துவம் மற்றும் குளிர்ம்பதனம் பற்றி கட்டுரை எழுதுக.

**Reference**

1. Plant physiology by Devlin and Witham first Indian edition 1986.
2. Modern practicals botany B.P. Pandey vol. II. New print 2003.
3. Plant physiology by V.K. Jain first edition 2003.
4. Fundamentals of biochemistry-JL.Jain, Sanjay jain and Nitin jain 2003.
5. Plant physiology by Noggle and Fritz, Practice hall of India, 1992.
6. Plant physiology by Kochhar and Krishnamoorthy, 1992.

## 6. மனிதநல மேம்பாட்டில் உயிரியல்

1850-ல் 100 கோடியாக இருந்த உலகமக்கட் தொகை, 2000 ஆம் ஆண்டில் சராசரியாக 6.1 பில்லியன் ஆக (610 கோடியாக) உயர்ந்துள்ளது. இத்தகு கட்டுக்கடங்கா, எரிமலைவெடித்தாற் போன்ற மக்கட்தொகை பெருக்கம் சுற்றுச்சூழல் பாதிம்பை மட்டுமின்றி உணவு உற்பத்தியிலும் பாதிம்பை ஏற்படுத்திம்ள்ளது.

6.1 பில்லியன் மக்கள் தொகையில் ஏறக்குறைய பாதி எம்ணிக்கையினர் வறுமையில் இருக்கின்றனர். இவர்களில் ஐந்தில் ஒரு பங்கினர் சத்தூட்டக்குறைவினால் பெரிதும் பாதிக்கப்பட்டுள்ளனர். மக்கட்தொகை பெருக்கம், திட்டமிடாத் தொழில் மயமாக்கம் நகரம் மற்றும் நகரம்புறம் நோக்கி மக்கள் இடம் பெயர்தல் முதலியவற்றின் விளைவாக சுற்றுச்சூழல் கெடுவதாயிற்று. தற்போதைய விவசாயமுறை சாகுபடிநிலத்தை இயற்பியல் ரீதியாகவும், வேதியியல் ரீதியாகவும், உயிரியல் ரீதியாகவும் மாசுபடுத்திவிட்டது. இதனால் நிகர உற்பத்தித்திறன் படிப்படியாகக் குறைந்துவிட்டது. இக்காரணிகளால் சாகுபடி நிலங்களின் பரம்பளவு குறைந்து வருவதுடன் விவசாய உற்பத்திம்ம் வீழ்ச்சியடைந்துவிட்டது.

### 6.1 உணவு உற்பத்தி

வறுமை மற்றும் ஊட்டச்சத்துக்குறைவு எனப்படும் அச்சுறுத்தல்களை எதிர்கொள்ள, அதிக மகசூல் மற்றும் ஊட்டச்சத்து மிகுந்த உணவும் பொருள்களைத்தரக்கூடிய பயிர்களே நமக்குத் தேவையானதாகும். ஜீன் தொழில் நுட்பம் போன்ற தற்கால அறிவியல் முறைகளைம்பயன்படுத்தி தரத்தை உயர்த்தலாம். சிற்றினங்களுக்கிடையேயும், சிற்றினத்தின் பல ரகங்களுக்கிடையேயும் கலம்பு செய்து சிறந்த கலம்புப்பயிரை உருவாக்கும் பழங்கால முறையான தாவரம் பயிர்ப்பெருக்க முறை இன்றும் வழக்கத்தில் இருந்துவருகிறது. நம்முடைய இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சி கழகம் (Indian Council of Agricultural Research - ICAR) மற்றும் அதைச்சார்ந்த அமைப்புகள் உணவு உற்பத்தியைப் பெருக்கிட பல்வேறு முயற்சிகளைச் செய்து வருகின்றன.

கலம்பின பயிர்ப்பெருக்க முறையாளரின் நோக்கம் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் நல்ல மகசூலுடன் தரமுள்ள ரகங்களை உருவாக்குவதேயாகும். தகுந்த ஜீன்களை ஒருங்கமைத்து இத்தகைய பயிர்களை உருவாக்குவதே அவர்களது நோக்கமாகும். ஒரு சிற்றினம் என்பது பலவகையான மரபும்பம்புகளைக்கொண்ட தாவரங்களின் தொகுதியாகும். இதில் கால்வழி, ரகங்கள் முதலியவை அடங்கும். சாதகமான பம்புகளைக்கொண்ட இந்த ரகங்கள், வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் பயிரிடப்பட்டு அவற்றின் தரம் சோதிக்கப்படுகிறது. தரமானவை தெரிவு செய்யப்பட்டு பயிரிடப்படுகின்றன. பின்னர் அவற்றின் விதைகளைம் போதிய அளவு உற்பத்தி செய்து, பெயரிட்டு புதிய ரகமாக விநியோகம் செய்யப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக *ஓரைசா சடைவாவில்* (நெல்) Co. 15, ADT. 16 போன்றவை புதிய ரகங்களாகும்.

### **பயிர்ம்பெருக்க ஆய்வுகள்**

மக்கட்தொகை பெருக்கத்தின் விளைவாக, தாவரம் பயிர்ம்பெருக்கம் தொடர்பாக பல அறிவியல் ஆய்வுகளை தொடர்ந்து மேற்கொள்ளவேண்டிய கட்டாயம் உள்ளது. கீழ்க்கண்ட காரணங்களுக்காக இடையறாது ஆய்வுகளை மேற்கொள்ள, பெருகிவரும் மக்கட்தொகை நம்மை கட்டாயப்படுத்தி உள்ளது.

1. அதிக எண்ணிக்கையில் உணவுப்பயிர்களை உருவாக்குதல்.
2. உணவுப்பயிர்களின் தரத்தை உயர்த்துவது.
3. உணவுப்பயிர்களின் தரத்தை தொடர்ச்சியாகம் பராமரித்தலும், உணவுப்பொருள் விநியோகத்தை உறுதிசெய்தலும்.

தாவரப்பயிர்ம்பெருக்க வல்லுநர்கள் சிறந்த தொழில் நுட்பத்தை பயன்படுத்தி பல வகையான பயிர்களை உருவாக்கி பெருக்கமடையச் செய்து சாகுபடி செய்வோர்க்கு அவற்றை வழங்குகின்றனர். தாவரப்பயிர்ம்பெருக்கம் என்பது தாவரங்களின் மரபும் பம்புகளை மேம்படுத்துவதாகும்.

### **தாவரப்பயிர்ம்பெருக்கத்தில் அடங்கி உள்ள முக்கிய அம்சங்கள்**

1. சாகுபடி செய்யப்படும் பயிர்களில் சாதகமான வேறுபாடுகளை உருவாக்குதல்.
2. சிறந்த, நல்ல பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல்.
3. ஒரு பயிரின் தரத்தை நிர்ணயிக்க பயிர்ம்பெருக்க ஆய்வுகளைச் செய்தல் மற்றும்
4. தேர்வு செய்யப்பட்ட ரகத்தை பலமுறை பெருக்கமடையச் செய்துபார்த்த பின்னர் வெளியிடுதல்.

### **தாவரப்பயிர்ம்பெருக்கத்தின் குறிக்கோள்கள்**

தாவரப்பயிர்ம்பெருக்கத்தின் முதலாவது மற்றும் முதன்மையான நோக்கம் சாகுபடிப்பயிரில் பயன்தரும் வேறுபாடுகளை உருவாக்குவதேயாகும். இதை கீழ்க்கண்ட வழிவகைகளில் மேற்கொள்ளலாம்.

1. புறம்போக்காக வளரும் உணவுப்பயிர்களை அல்லது காட்டுப்பயிர்களை சாகுபடிக்குக் கொண்டு வருதல். கோதுமை, ஓட்ஸ் மற்றும் பல தானியப்பயிர்கள் ஒரு காலத்தில் காட்டுப்பயிர்களாகவே இருந்தன. பின்னர் அவை சாகுபடிக்குக் கொண்டு வரப்பட்டன.
2. பயன்தரும் பயிர்கள் அல்லது சிற்றினங்களின் ஜீன்களை உலகின் பலபகுதிகளிலிருந்து விதைகளின் மூலமாகம்பெறுதல்.
3. பயிர் அபிவிருத்திக்காக உள் நாடு அல்லது நாட்டின் பிறபகுதிகள் அல்லது பிறநாடுகளிலிருந்தோ தாவரங்களை அறிமுகப்படுத்துதல் எடுத்துக்காட்டாக காலிம்ளவர், தக்காளி, உருளைக்கிழங்கு மற்றும் சோயா மொச்சை.

4. சில தாவர பயிர்ப்பெருக்க முறைகளைக் கையாண்டு, புதிய பல பயிர்வகைகள் அல்லது ரகங்கள், உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக மக்காச்சோளம், சோளம், பருத்தி மற்றும் சூரியகாந்தி.
5. தன்பன்மய மற்றும் அயல்பன்மய பயிர்ப்பெருக்கம்.
6. இயற்பியல் மற்றும் வேதிதிடீர்மாற்றக்காரணிகளை பயன்படுத்தி திடீர் மாற்றங்களைத் தூண்டச்செய்தல்.
7. மகரந்தம்பை மற்றும் சூல் திசு வளர்ப்பு முறையைப் பயன்படுத்தி ஒருமயத்தாவரங்களைத் தோற்றுவித்தல்.
8. மரபியல் தொழில் நுட்ப முறைகள் மூலம் உணவுப்பயிர்களில் ஊட்டச்சத்து தரத்தை மேம்படுத்துதல். எ.கா. இரும்புச்சத்து மிக்க அரிசி மற்றும் புரோட்டீன் சத்து மிக்க அரிசி.
9. நோய், வறட்சி மற்றும் காலநிலை மாற்றங்களைத் தாங்கும் ரகங்களைத் தோற்றுவித்தல்.

### **தாவரப்பயிர்ப்பெருக்கத்தின் அம்சங்கள்**

தற்காலத்தில் நாம் பயன்படுத்தும் பயிர்கள், காடுகளில் வளரும் தாவர இனங்களை மேம்படுத்தி பெறப்பட்டவையேயாகும். அவை கவனத்தோடு பயிரிடப்பட்டு, வளர்க்கப்பட்டு, சாகுபடிமுறைக்குக் கொண்டு வரப் பட்டவைகளாகும். உவர்த்தன்மையைத் தாங்கி வளரும் தன்மைமடைய காட்டு நெல் ரகம் போன்றே பல காட்டு ரகங்கள் உள்ளன. உவர்த்தன்மையை தாங்கிக்கொள்ளும் காட்டு நெல்லின் ஜீனை இணைத்து புதிய ரகங்களை உருவாக்க இயலும். இதனால் நன்னீர் பற்றாக்குறை உள்ள பகுதிகளிலும், அதிக உவர்த்தன்மைமடைய நிலங்களிலும் இந்த நெற்பயிர் ரகங்களை வளர்க்க முடிமம், அதற்கு கடல் மரையே உபயோகப்படுத்தலாம். இதுபோன்று காலநிலை மற்றும் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் கொட்ட பல காட்டு ரகங்கள் பயிர்ப்பெருக்க திட்டங்களில் அதிக அளவில் நமக்கு தேவைப்படுகின்றன. பல காட்டுப்பயிர்கள் அழிந்து விடாமல் இரும்பதற்கும். உயிர்பல்வகைத் தன்மை (Biodiversity) பாதுகாக்கப்படவும், அறிவியலார் இவற்றின் விதைகளை சேகரித்து, ஜீன் வங்கி அல்லது ஜெர்மம்ளாஸ வங்கிகளைத் தோற்றுவித்துள்ளனர்.

### **தேர்வு முறைகள்**

மிகவும் பழமையான இம்முறைகள் வாயிலாகத் தனித்தாவரமோ அல்லது தாவரக்குழுமங்களோ தாவரக்கூட்டங்களிலிருந்து தரம் பிரிக்கப்பட்டு, தேவையற்றவற்றை மக்கிவிட்டு தேர்வு செய்யப்படுகிறது. கூட்டுத்தேர்வு முறை, தூயவழித்தேர்வு முறை என இருவகைத் தேர்வு முறைகள் உள்ளன.

### **கூட்டுத்தேர்வு முறை**

இம்முறையில், தாவரங்கள் நமக்குத் தேவையான புற அமைமும் பம்புகளைக் கருத்தில் கொண்டு தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. பலவகையாகக் கலந்த விதைகள்

சேகரிக்கப்பட்டு ஒட்டுமொத்தமாக வளர்க்கப்படுகின்றன. தனித்தனியாக இவை தேர்வு செய்யப்படுவதில்லை. 5 அல்லது 6 ஆய்வுகள் வரை இவ்வாறு பல முறை மீட்டும் மீட்டும் தேர்வு செய்யப்பட்டு, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட விதைகள் எம்னிக்கையில் பல முறை பெருக்கப்பட்டு, விவசாயிகளுக்கு விநியோகிக்கப்படுகின்றன. கூட்டுத் தேர்வுமுறையில் உள்ள ஒரு குறைபாடு பாரம்பரிய வேறுபாடுகளை, சூழ்நிலைகளால் ஏற்படும் வேறுபாடுகளிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிவது கடினமாகும்.

### தூயவழித் தேர்வு முறை

தூயவழி என்பது ஹோமோஸைகஸ் அல்லது ஒத்தக்கருமுட்டை கொட்ட தனித்தாவரங்களிலிருந்து, தொடர்ச்சியான தன் மகரந்தச்சேர்க்கை மூலம் தூயவழித் தாவரங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு தொகுக்கப்படுவதாகும். இதனால் உருவாக்கப்பட்ட ரகங்கள். ஒத்தக்கருமுட்டையிலிருந்து உருவானதால் அவை ஒரே விதமான பம்புகளைக் கொண்டு, ஹோமோஸைகஸ் ஜீன்களைப் பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. இம்முறையில் ஒரு குறைபாடு என்னவென்றால், புதிய ஜீன் ஆக்கம் கொட்ட அல்லது புதிய ஜீன்களைக் கொட்ட புதிய ரகங்கள் உருவாக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் எம்போதுமே மரபியல் வேறுபாடுகள் இன்றியமையாதவையாகும். அம்போதுதான் பல்வேறு சூழல் மற்றும் காலநிலை மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப தாவரங்கள் தக அமைவுகளைப் பெற இயலும்.

### குளோன் தேர்வு முறை

கரும்பு, உருளைக்கிழங்கு, தேயிலை, வாழை மற்றும் சில புல்வகைகள் நல்லவளமான விதைகளை அவை உருவாக்க இயலாததால், பாலிலா இனம் பெருக்க முறையில் சாகுபடி செய்யப்படுகின்றன. புறம்பம்புகளின் அடிப்படையில், குளோன் தேர்வு முறை மூலம் பலவகைத்தாவரங்கள் உள்ள கூட்டத்திலிருந்து சிறந்த ரகம் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. தேர்வு செய்யப்பட்டத்தாவரங்கள், உடல இனவிருத்தி முறைகள் மூலம் பெருக்கப்பட்டு “குளோன்” ரகம் உருவாக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு உடலஇனம்பெருக்கம் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட குளோன் தாவர ஜீன் மட்ட காலம் எவ்வித மாற்றமும் அடைவதில்லை.

### அறிமுகப்படுத்துதல்

இந்தியாவில் நாம் சாகுபடிசெய்யும் மக்காச்சோளம், புகையிலை, தக்காளி, உருளைக்கிழங்கு மற்றும் கத்தரி முதலான பல பயிர்வகைகள் அமெரிக்கா, சீனா மற்றும் ஆஸ்திரேலியாவிலிருந்து அறிமுகம் செய்யப்பட்டவையே ஆகும். இவ்வாறு வெளிநாடுகளிலிருந்து அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட பல பயிர் வகைகள் நம் சுற்றுப்புறச் சூழலோடு எளிதாக ஒத்தும்போவதில்லை. அதற்கு புதிய இடத்தில், புதிய சூழ்நிலையில் ஊன்றி நிலைபெற, அவை மட்ட காலத்தை எடுத்துக்கொள்கின்றன. எனவே இவ்வாறு அறிமுகம் செய்யப்பட்ட பயிர்வகைகளிலும் நாம் விரும்பும் பம்புகளைத் தேர்ந்தெடுக்க, சில தேர்வு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. உதாரணமாக ‘பேஸியோலஸ் முங்கோ’ என்ற உருந்து ரகமானது சீனாவிலிருந்து

நம் நாட்டிற்கு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. பலகாலம் அவை சரியான மகசூல் அளிக்காமலும், நிறம் மங்கிய விதைகளுடன் காணப்பட்டது. ஆனால் திடீரென ஒரு தாவரம் மட்டும் எதிர்பாராத வகையில் பெரிய, நல்ல நிறமுடன் கூடிய விதைகளைத் தோற்றுவித்தது. திடீர் மாற்றம் அல்லது சடுதி மாற்றம் இதற்குக் காரணமாக இருக்கலாம். இந்த மாறுபட்ட தாவரத்தை தேர்ந்தெடுத்து, மேலும் ஒன்று அல்லது பலவகை உள்நாட்டு சிற்றினங்களுக்கிடையே கலம்பினம் செய்து, புதிய ரகங்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட புதிய உளுந்து வகை புதிய ரகமாக வெளியிடப்படுகின்றது. பஞ்சாபில் பயிரிடப்பட்டுவரும் முதல்தர உளுந்து ரகம் இவ்வாறு தான் உருவாக்கப்பட்டது.

### **கலம்பு செய்தல்**

நம் உள்நாட்டுத்தாவரங்களை மேம்படுத்த, பலதரப்பட்ட ஜீன் பம்புகளைக் கொட்டப் பல்வேறு நாடுகளின் தாவரங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு, விரும்பிய பம்புகளை உள்நாட்டு தாவரங்களில் உருவாக்குவதே 'கலம்பு செய்தல்' எனும் பயிர்ப்பெருக்க முறையின் நோக்கமாகும். இதில் நாம் விரும்பும் இரு வேறுபட்ட பம்புகளைக் கொட்ட பேரினம், அல்லது சிற்றினம் அல்லது ரகங்களை கலம்பினம் செய்து ஒரே தாவரத்தில் அல்லது கலம்பின சந்ததியில் விரும்பிய பம்புகளை உருவாக்கி "ஹைம்ரிட்" அல்லது கலம்பினம் உருவாக்கப்படுகிறது. கலம்பினம் என்பது இருவேறுபட்ட தாவரங்களைப் பெற்றோராகப் பயன்படுத்தி கலம்பு செய்வதன் மூலம் முதல் சந்ததியில் உருவாக்கப்படும் ஒரு தாவரமாகும்.

ஒரே சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த இரு தனித்தாவரங்களை இணைத்தால் அது தன் மகரந்தச்சேர்க்கை, தற்கலம்பு அல்லது சுயக்கலம்பு என அழைக்கப்படும். இதன் மூலம் ஹோமோசைகஸ் தன்மை அல்லது ஒத்த கருத்தன்மை அதிகமேற்படுகின்றது. குறிப்பாக ஹோமோசைகஸ் ஒடுங்கும்பம்பு அல்லீல்கள் கொட்ட தாவரங்கள் வளத்தன்மையை இழக்கின்றன. கவனத்தோடு, கூர்ந்து கவனித்து புறம்பம்புகளின் தன்மையை அறிந்து, தேவையற்ற தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய அல்லீல்களை தேர்வு முறைகள் மூலம் தாவர சமுதாயத்திலிருந்து மக்கி விடலாம்.

### **புரோட்டோபிளாச இணைவு அல்லது உடல செல்கள் இணைவு**

இரு வேறுபட்ட சிற்றினங்களின் புரோட்டோபிளாசங்களை இணைவுறச் செய்து புரோட்டோபிளாச கலம்பினம் உருவாக்கப்படுகின்றது. இது உடலகலம்பின முறை எனப்படும். பெக்டினேஸ் அல்லது செல்லுலேஸ் நொதிகளைப் பயன்படுத்தி செல்களின் செல்கவரைக் கரையச் செய்து செல் உறையற்ற புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் பெறப்படுகின்றன. பாலி எதிலின் கிளைக்கால் உதவிமீடன் இருவேறுபட்ட புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் இணைவுறச் செய்யப்படுகின்றன. இதற்கு அதிக அழுத்தமுள்ள மின் விசையை தேவைப்படும் ஊடகத்தில் செலுத்தி இணைவு படுத்தப்படுகிறது. இம்முறை மூலம் நாம் விரும்பும் பம்புகளைக் கொட்ட உடலசெல் கலம்பினங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. பயிர்ப்பெருக்க முறைகளில் இம்முறையானது "புரோட்டோபிளாச இணைவு" என அழைக்கப்படுகின்றது. இம்முறை குறித்து மங்கள நான்காவது பாடம் பிரிவில் ஏற்கனவே படித்துள்ளீர்கள்.



## ஹெட்டி ரோஸிஸ் அல்லது கலம்பின வீரியம்

இரு பெற்றோர் மூலம் உருவாகும் முதல் சந்ததியைச் சேர்ந்த கலம்பினங்கள் எம்போதும் பெற்றோரை விட அதிகத்திறன், செயல்பாடு பெற்றிருப்பதை நாம் “கலம்பின வீரியம்” என அழைக்கிறோம். வீரியத்தன்மை என்பது மகசூல், நோய், பூச்சி மற்றும் வறட்சியைத் தாங்கும் தன்மை ஆகியவற்றைக் குறிக்கும். சோளம்பயிரில் பெற்றோரை விட 25 சதவீத அதிக மகசூலை சேய் தாவரங்களான முதல் சந்ததி கலம்பினங்கள் அளிக்கின்றன. கலம்பின வீரியத்தன்மையைப் பாதுகாக்க உடல இனம்பெருக்க முறைகளே சிறந்த முறையாகும். இதன் மூலம் விரும்பிய பல பம்புகள் எம்போதும் சிற்றினங்களில் நிலைத்திருக்கவும், பம்புகள் பல காலங்கள் மாறாமல் இருக்கவும் செய்ய இயலும்.

## பன்மயம் பயிரும்பெருக்கம்

பயிரும்பெருக்கத்தின் ஆதாரம் தாவரங்களில் காணப்படும் வேறுபாடுகள் ஆகும். நாம் விரும்பும் பரம்பரை பரம்பரையாகச் செல்லக்கூடிய பல வேறுபாடுகள் தாவரங்களில் திடீர்மாற்றங்கள், பன்மயம், மறு இணைவு மற்றும் குரோமோசோம்களின் பிறட்சிகள் மூலம் ஏற்படுகின்றன. இரு தொகுதி குரோமோசோம்கள் இருமயத் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. எந்த உயிரினத்திலும், குரோமோசோம் தொகுதிகள் இரட்டிம்படைந்தால் அது பன்மயம் எனப்படும்.

ஒரே தாவரத்தில் இவ்வாறு குரோமோசோம் எம்ணிக்கையில் இரட்டித்தல் நிகழ்ந்தால் அது “தன்பன்மயம்” என அழைக்கப்படுகின்றது. உதாரணமாக மூன்று தொகுதி குரோமோசோம்கள் இனிம்பு பீட் கிழங்கிலும், ஆம்பிள், பேரி போன்ற தாவரங்களில் காணப்படுவதால், இத்தாவரங்கள் அதிக வீரியத்தன்மைமடனும், பெரியகனிகளையும், மீட்ட, பெரிய வேர்களைமீட்ட, அளவில் பெரிய பூ, இலைகள், விதைகள் அதிக அளவு சர்க்கரைமீட்டன் காணப்படுகின்றன. விதையற்ற தக்காளி, ஆம்பிள், ஆரஞ்சு மற்றும் தர்ப்பூசணி ஆகியவை தன்பன்மய தாவரங்களேயாகும்.

‘கால்ச்சினின்’ என்ற வேதிம்பொருளைப் பயன்படுத்தி குரோமோசோம்களின் எம்ணிக்கையில் இரட்டிம்பினை ஏற்படுத்தி பன்மயங்களை உருவாக்கலாம். அயற்பன்மயங்கள் இருவேறுபட்ட சிற்றினங்களின் குரோமோசோம் இணைகளின் எம்ணிக்கைப் பெருக்கத்தால் உருவாக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ‘டிரிடிகேல்’ என்ற அயற்பன்மயம், இரு வேறு சிற்றினங்களான டிரிடிகேம் மற்றும் சிக்வேல் ஆகியவற்றை இணைத்து உருவாக்கப்பட்டதாகும்.

ஒருமய தாவரம் ஒரு தொகுதி குரோசோம்களை மட்டுமே பெற்றுள்ளது. மகரந்தம் மற்றும் சூல் திசு வளர்ப்பு முறைகள் மூலம், ஒரு மயத்தாவரங்களை அவற்றின் குரோமோசோம்களை இரட்டிம்படையச் செய்வதன் மூலம் இருமயத்தாவரங்களாக மாற்றமடையச் செய்ய இயலும். தாவரத்திசு வளர்ப்பு முறைகள் மூலம் உருவாக்கப்படும் வேறுபாடுகள் “உடலம் பெருக்க முறை வேறுபாடுகள்” எனப் பொதுவாக அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக நோய் எதிர்ப்புத் திறன் கொட்ட உருளைக்கிழங்கு, துருநோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற கோதுமை ஆகியவற்றைக் கூறலாம். பன்மய பயிரும்பெருக்க முறை வாயிலாக குறைந்த கால கரும்பு ரகங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

## சடுதிமாற்ற பயிர்ப்பெருக்கம்

சடுதிமாற்றம் மூலம் பயிர்களில் புதிய ரகங்களை உருவாக்க 'கதிரியக்கம்' பயன்படுகிறது. புறஊதா சிற்றலை, எக்ஸ் கதிர்கள், ஆல்ஃபா, பீட்டா, காமாக்கதிர்கள் போன்ற அதிக செயல்திறன் மிக்க கதிரியக்கங்கள் மூலம் இது சாத்தியமாகும். மேலும் திடீர்மாற்றத்தைத் தூண்டும் சில வேதிம்பொருட்களான சீலியம், ஈதைல் மீத்தேன் சல்ஃபோனேட், நைட்ரோ மிதைல் யூரியா போன்றவை இதற்கு உதவுகின்றன. திடீர்மாற்றங்களை இதன் மூலம் அதிகரிக்கச்செய்து, மும்மய ஜீன் கொம்ட் குட்டைகோதுமை ரகத்தில் உற்பத்திம்ம் அதன் உயரமும் அதிகரித்துள்ளன. பூச்சி மற்றும் உவர்தன்மையை தாங்கக்கூடிய 'அட்டாமிட்டா-2 அரிசி, கடினமான கனி உறைகளை உடைய நிலக்கடலை போன்றவை தூம்ட்டப்பட்ட திடீர் மாற்றங்களால் உருவாக்கப்பட்ட புதிய ரகங்களாகும்.

## நோய் எதிர்ப்புத் தன்மைக்காகம் பயிர்ப்பெருக்கம்

பாக்கிரியங்கள், பூஞ்சைகள், வைரஸ்கள், நெமட்டோடு புழுக்கள், புரோட்டோசோவாக்கள் மற்றும் மைக்கோ பிளாஸ்மாக்கள் நோய்க்காரணிகளாக விளங்கி, பலபயிர் வகைகளில் பல்வேறு நோய்களை ஏற்படுத்துகின்றன. உடல இனம்பெருக்கம் மூலம் பெருக்கம்படும் தாவரங்களான உருளைக்கிழங்கு, மரவள்ளி, கரும்பு மற்றும் டாலியா ஆகியவற்றில் வைரஸ் நோய்க்காரணி அவற்றின் வேர்கள், கிழங்குகள், குமிழங்கள் மற்றும் நிலத்தடித்தம்டு மூலம் பரவுகின்றன. நோயற்ற தாவரங்களை "தம்டு நுனி ஆக்குத்திச வளர்ப்பு" முறை மூலம் உருவாக்கலாம். திச வளர்ப்பின்பின்பு மூலம் உருவாக்கம்படும் தாவரங்கள் நோய்க்காரணிகள் அற்றவையாதலால் தற்போது பெருமளவு இவ்வகையில் பல தாவரங்கள் பயிரிடம்பட்டு வருகின்றன.

ஒரு தாவரத்தில் நோய் எதிர்ப்புத்தன்மையை கம்டாலும், அதிலுள்ள இந்த பம்பை நாம் விரும்பும் பல பம்புகளை உடைய தாவரத்திற்கு மாற்றம் செய்ய, பலமுறை பிற்கலம்பு செய்யப்படுகிறது. இத்தகைய தாவரம் ரிகரம்ட் பெற்றோர் எனம்படும். எடுத்துக்காட்டாக, A, B\* என்ற இரு பெற்றோர் தாவரங்களில் B\*-யில் நாம் விரும்பும் நோய் எதிர்ப்பு பம்பு உள்ளது. A மற்றும் B\* தாவரங்களைக் கலம்பு செய்து, அதன் மூலம் உருவாகும் சந்ததியை மீம்டும் மீம்டும் B\* தாவரத்தோடு பிற்கலம்பு செய்து வைத்தால், B\* பெற்றோர் தாவரத்தில் உள்ள நோய் எதிர்ப்பு பம்பை 4 அல்லது 5 சந்ததியில் தாவரங்கள் பெற்று விடுகின்றன.

$$\begin{array}{cccccc}
 A \times B^* & C \times B^* & D \times B^* & E \times B^* & F \times B^* \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 C & \rightarrow D & \rightarrow E & \rightarrow F & \rightarrow G^*
 \end{array}$$

\* நோய் எதிர்ப்பு தன்மைமடையது

நோய் எதிர்ப்பு  
தன்மையை பெற்றுள்ளது

## மரபும்பொறியியல்

தாவர அல்லது விலங்கு கலம்பின ஆய்வாளர் தான் விரும்பும் தாவரத்தில் அல்லது விலங்கில் காணப்படும் குறிப்பிட்ட ஒரு பம்புக்குக் காரணமாக உள்ள ஜீனை தேர்வு செய்து, பின்னர் அதை வேறொரு தாவரத்திற்கு அல்லது விலங்குக்கு மாற்றம் செய்து, அந்த உயிரினத்தில் புதிய பம்பு வெளிப்பாட்டைய மரபும் பொறியியல் உதவுகிறது. தற்காலத்தில் பயிர் மேம்பாட்டுக்கு, மரபும் பொறியியலானது பரந்த அளவில் ஒரு கருவியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பொதுவாக “ஜீன் குளோனிங்” அல்லது மரபும் பொறியியல் என அழைக்கப்படும் DNA மறு சேர்க்கைத் தொழில் நுட்பம், வெவ்வேறு ஜீன்களை புதிய வகையில் இணைத்து உருவாக்க அளவற்ற வாய்ப்புகளைத் தருகிறது. இத்தருணத்தில் இயற்கை சூழ்நிலையில் இத்தகைய வாய்ப்பு அமைந்திருக்கவில்லை. பிற உயிரினங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட அயல் நியூக்ளிக் அமிலத்தை ஒம்புயிரியில் நுழைத்து புதிய கலம்பும் பாரம்பரியம் பொருளை உருவாக்குவதே மரபும் பொறியியல் என்பதற்கான வரையறையாகும்.

அயல் ஜீன்கள் பெறப்பட்டு அவை ஒம்புயிரில் உட்புகுத்த “பாக்டீரியம் லாஸ்மிட்” அல்லது வைரஸ், கடத்திகளாகம் (சுமைவம்டி போல) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஜீன்கள் ஒரு கணிணி மென்பொருள் போல கருதப்படுகிறது. அதன் திட்டங்களுக்கு ஏற்ப உயிரினத்தின் வளர்ச்சி மற்றும் செயல்பாடுகள் நிகழ்கின்றன. இந்த திட்டங்கள் அடங்கிய மென்பொருளில் சிறிய மாற்றங்களை துல்லியமாகவும் ஒழுங்கான முறையிலும் ஏற்படுத்தி உயிரினங்களில் விரும்பத்தக்க மாறுதல்களை ஏற்படுத்த முடிமம். உதாரணமாக எஸ்ஸெரிசியா கோலை என்ற பாக்டீரியத்தின் பிளாஸ்மிட்டில், மனித இன்சலின் ஜீனை உட்புகுத்தி, மனித இன்சலினை பாக்டீரிய செல்களே உற்பத்தி செய்யமாறு உருவாக்கிம்ள்ளனர்.

நவீன பயிர் மேம்பாட்டுத்திட்டங்களில் மரபியல் தொழில்நுட்பம் ஒரு கருவியாக பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இதன் அடிப்படை நோக்கம், ஒரு தாவரத்தில் இல்லாத ஜீன் அல்லது ஜீன்களை பிற இடங்களிலிருந்து பிரித்தெடுத்து, உட்புகுத்துதல் ஆகும். எனவே ஜீன்கள் அல்லது DNA-வை ஒரு தாவரம் அல்லது நும்னும்ரியிலிருந்து மற்ற தாவரத்திற்கு மாற்றி உருவாக்கப்படுபவை “புதிய ஜீனைம் பெற்ற தாவரங்கள்” என பொதுவாக அழைக்கப்படுகின்றன. பூச்சிக்கொல்லி எதிர்ப்புத் தன்மை, உவர் தன்மையை எதிர்க்கும் திறன், பூக்களில் நிறமாற்றங்கள், தரம் மேம்படுத்தப்பட்ட புரதம், வைரஸ் தாக்குதலினின்றும் பாதுகாப்பு போன்ற பல புதிய பம்புகளை தாவரங்களில் உட்புகுத்தி “பலவகையான புதிய ஜீனைம்பெற்ற உயர்நிலைத் தாவரங்கள்” சமீபகாலங்களில் இந்த நவீன தொழில்நுட்பத்தை பயன்படுத்தி உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. எ.கா. புகையிலை, தக்காளி, உருளைக்கிழங்கு மற்றும் ஆம்பிள்.

## மேம்படுத்தப்பட்ட ரகங்கள்

பயிர்கள் மேம்பாடு என்பது பயிர் ரகங்களில் உள்ள ஜீன்களின் அமைப்பு மற்றும் அவை வளரும் சூழ்நிலை மற்றும் அதோடு ஏற்படும் உறவு முறைகளைப் பொருத்தது ஆகும். மேம்படுத்தப்பட்ட ரகம் என்பது ஏற்கனவே உள்ள ரகங்களை

விட ஓர் உயர்ந்த பம்பு அல்லது பல பம்புகளைப் பெற்றுள்ள ரகமாகும். அதிகமகசூல், விரைவில் முதிர்ச்சியடைமம் தன்மை, நோய் மற்றும் பூச்சி எதிர்ப்புத் தன்மை ஆகியவற்றை, மேம்பட்ட ரகங்கள் அதிகம் பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. மேற்கூறிய பலவழிமுறைகளில் தொடர் தாவரம் பயிர் பெருக்க முறைகள் கையாளப்பட்டு, புதிய மேம்படுத்தப்பட்ட பயிர் ரகங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. நவீன தொழில்நுட்ப முறைகளான உயிர்தொழில் நுட்பவியல், திசு வளர்ப்பு முறைகள் மற்றும் பாரம்பரிய பயிர் பெருக்க முறைகளைப் பயன்படுத்தி விரும்பத்தக்க பம்புகளுடன் கூடிய மேம்படுத்தப்பட்ட பயிர்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவை தற்போதைய சூழ்நிலைக்கு உகந்ததாகவும், மாசுபடுத்தாததகவும், சூழ்நிலைகளில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தாத வகையிலும் உள்ளன. ஒரு புதிய ரகத்தை அறிமுகப்படுத்த, தீவிர கள ஆய்வுகளை நடத்தி, பெயரிட்டு, விதைகளை பெருமளவு உற்பத்தி செய்ய கிட்டத்தட்ட பன்னிரெண்டு ஆண்டுகள் ஆகும்.

### உயிரி உரங்களின் பங்கு

தொடர்ந்து செயற்கை உரங்களைமம், பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளைமம் பயன்படுத்தி வந்ததால் மம் மற்றும் மர்நிலைகள் மாசுபடுத்தப்பட்டுவிட்டன. தொல்படிவ எரிபொருள்களான பெட்ரோல், நிலக்கரி ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி உரங்கள் மற்றும் பூச்சிக் கொல்லிகள் தயாரிக்கப்பட்டு வருகின்றன. மாசுபடுதலைத் தவிர்க்கவும், மீட்டும் உருவாக்க முடியாத வள ஆதாரங்களான பெட்ரோல், கரி இவற்றை அதிகமாக உபயோகப்படுத்துவதைத் தவிர்க்கவும், ஒரு மாற்று ஏற்பாடானது வெற்றிகரமாக செயல்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. மம்ணின் வளம் மற்றும் மம் மேம்பாடு இவற்றைப் பாதுகாக்க உயிரிகளிலிருந்து பெறப்படும் உரங்களான உயிரி உரங்கள் தயாரிக்கப்பட்டு வருகின்றன.

செயற்கை முறையில் நெல் வயல்களில், சயனோ பாக்டீரியங்களான *அனபீனா*, *காலோத்ரிக்கஸ்*, *க்ளியோகேம்ஸா*, *லின்பயா*, *நாஸ்டாக்*, *ஆசிலட்டோரியா* மற்றும் *சைட்டோம்மா-வை* வளரச் செய்து உயிரி உரங்களாகப் பயன்படுத்தி, மம்ணின் வளத்தை பராமரிப்பது பல நாடுகளின் கவனத்தை ஈர்த்துள்ளது. பயிர் வளர்ச்சிக்கு பயன்படுத்தப்படும் உயிரிகளிடமிருந்து தோன்றிய அனைத்து ஊட்டம் பொருட்களும் “உயிரி உரங்கள்” என அழைக்கப்படும். உயிரிகளின்றும் தோன்றியது என்பது நும்ணியிரிகள் தயாரிக்கும் நைட்ரஜன் பொருள்களை குறிப்பதாகும். பாக்டீரியங்களும், சயனோ பாக்டீரியங்களும் நைட்ரஜன் பொருட்களை நிலைநிறுத்துபவை. அவை உயிரி உரங்கள் எனப்படும். *அசட்டோபாக்டர்*, *பாசில்லஸ்* மற்றும் *ரைசோபியம்* போன்ற நைட்ரஜன் நிலைநிறுத்தும் பாக்டீரியங்கள் பயிர்களில் 20 சதவீத மகசூலை அதிகரிக்கச் செய்துள்ளன. *சூடோமோனஸ் ஸ்ட்ரையேட்டா* என்ற பாக்டீரியம் தானியங்களின் விதைகளை ஊற வைத்தல் மூலம் மேல் பூச்சாக அமைந்து உயிரி உரமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

### தழை உரங்கள் அல்லது பசுமை உரங்கள்

*குரோட்டலேரியா ஜன்ஸியா*, *காஸியா மைமோசாய்டஸ்*, *க்ளைசின் மேக்ஸ்*, *இன்டிக்கோபெரா லைனிபோலியா*, *செஸ்பேனியா ரோஸ்ட்ரேட்டா*, *அகேஸியா நிலோடிசா*, *லிம்சினா*, *லெதைரஸ்* மற்றும் *முக்குனா* போன்ற பல பயிறு

வகைத்தாவரங்கள் பசுமை உரங்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை நிலத்தில் ஒரு ஹெக்டேருக்கு 80 கிலோ நைட்ரஜனை சேகரித்து அளிக்கின்றன.

*அசோல்லா* என்ற மீர்ப்பெரணி, *அனபீனா அசோல்லே* என்ற சயனோபாக்டீரியத்தை, அதன் இலைகளுள் பெற்றுள்ளது. நெல்வயல்களில் உயிரி உரங்களாக இவை உபயோகிக்கப்படுகின்றது. *அசோல்லாவின்* ஆறு சிற்றினங்களில் *அ. பின்னேட்டா* என்ற சிற்றினம் மட்டும் அதிக அளவில் வெற்றிகரமான உயரி உரமாக இந்திய நெல் வயல்களில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இது ஒரு ஹெக்டேர் நிலத்தில் 30 கிலோ நைட்ரஜனை சேர்க்கிறது. யூரியா மற்றும் அம்மோனியம் பாஸ்பேட் போன்ற வேதி உரங்களைப் பயன்படுத்தும் பெறப்படும் மகசூலுக்குச் சமமான மகசூலை இதுவும் தருகின்றது.

### உயிரி உரமாக மைக்கோரைசா

மைக்கோரைசா என்பது தாவர வேர்களைச் சூழ்ந்தும், அவற்றின் உள்ளேயும் வாழும் பூஞ்சைகளாகும். இவை தாவர வளர்ச்சி மற்றும் மகசூலை அதிகரிக்கவும், பூச்சி, நோய்க்காரணிகள் மற்றும் மண்ணில் உருவாகும் வளர்ச்சி இடையூறுகள் ஆகியவற்றிலிருந்து தாவர வேர்களைப் பாதுகாக்கின்றன. வேர்த் தொகுதியானது அதிக அளவு மீர் மற்றும் தாது உம்புக்களை உள்ளே எடுத்துக் கொள்ள உதவி புரிகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, 'வேம்' பூஞ்சை எனப்படும் *வெசிகுலார் ஆர்பஸ்குலார் மைக்கோரைசா* பூஞ்சைகள் ஒம்புயிரி தாவரங்களுக்கு பலவித பயன்களை அளிக்கின்றன. மைக்கோரைசாக்களின் இருவகையாவன,

- அ. எக்டோட்ராபிக் மைக்கோரைசா அல்லது தாவர வேர்களின் வெளிப்புறம்பரம்பில் காணப்படுபவை எ.கா. பெசிடியோமைசீட்ஸ் பூஞ்சை.
- ஆ. எக்டோட்ராபிக் மைக்கோரைசா வேரின் உட்புறச் செல்களினுள்ளே மற்றும் செல்லிடை வெளிகளில் காணப்படுபவை. எ.கா. 'வேம்' பூஞ்சைகள்.

### உயிரி உரங்களின் நன்மைகள்

1. உயிர் உரங்களை அதிக அளவில் எளிதாகத் தயாரிக்க முடிமம். மேலும் குறு விவசாயிகளுக்கு விலை மலிவாக கிடைக்கக்கூடியதாகும்.
2. மண்ணிற்கு எவ்வித பாதிப்போ அல்லது மாசுபாட்டையோ ஏற்படுத்தாது. மம் வளத்தை இவை பெருக்குகின்றன.
3. உயிரி உரங்களைப் பயன்படுத்துவதால், மகசூலில் 45 சதவீதம் அதிகரிக்கிறது. மேலும் பயன்படுத்தப்படாத மீதமுள்ள உயிரி உரமானது மண்ணிலே தொடர்ந்து இருப்பதால் 4 அல்லது 5 வருடங்களுக்கு தொடர்ந்து மண்ணின் வளத்தை அவை கூட்டுகின்றன.
4. *அசோல்லா* என்ற உயிரி உரமானது கரிமம் பொருட்களை மண்ணில் சேர்த்து அதைத் தரப்படுத்துகிறது. சயனோபாக்டீரியங்கள் இன்டோல்-3-அசிடிக் அமிலம் என்ற தாவர வளர்ச்சி ஹார்மோன்களைமம், இன்டோல் பூட்ரிக் அமிலம், நாம்தலின் அசிட்டிக் அமிலம், அமினோஅமிலங்கள், புரதங்கள் மற்றும் விட்டமின்களை மண்ணிற்கு அளிக்கின்றன.

5. சயனோபாக்டீரியங்கள் அமில மற்றும் காரத்தன்மை உடைய மம்ணிலும் வளரக்கூடியவை. இவை நடுநிலைப்படுத்தும் தன்மைமடையவையாதலால் அமில அல்லது காரத்தன்மைமடைய மம்ணை நடுநிலைப்படுத்துகின்றன. பயன்படுத்தப்படாத நிலையில் உள்ள களர் தரிசு நிலங்களை மாற்றியமைத்து, மேம்பாடு அடையச் செய்வது மம் சீர்திருத்தம் எனப்படும். இதற்கு ம்லம்பச்சைம் பாசிகள் முக்கியம் பங்கு வகிக்கின்றன.
6. கூட்டுயிர் வழி நைட்ரஜனை நிலைநிறுத்தும் ரைசோபியம் ஒரு உயிரி உரமாகும். இது ஒரு ஹெக்டேருக்கு 50 கிலோ முதல் 150 கிலோ நைட்ரஜன் உரத்தை மம்ணில் சேர்க்கின்றன. மேலும் அசுட்டோபேக்டர் மற்றும் அனேலாஸ்பைரில்லம் போன்ற பாக்டீரியங்கள் நோய் எதிர்ப்பும் பொருட்களைச் (உயிர் எதிர்ப்பு பொருட்கள்) சுரக்கின்றன. இவை தாவரங்களுக்கு உயிரிம்பூச்சிக் கொல்லிகளாகப் பயன்படுகின்றன.
7. வேரின் வெளிப்புறம்பரம்பில் வாழும் மைக்கோரைசாக்கள், உயிரி உரமாக செயல்பட்டு, வேரின் புறம்பரம்பளவை அதிகம் படுத்துவதால், வேர்கள் அதிக அளவு ஊட்டம் பொருட்களை மம்ணிலிருந்து உறிஞ்சி கொள்ளுவது சாத்தியமாகிறது.

## 6.2 பயிர் நோய்களும் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்துதலும்

சாகுபடி செய்யப்படும் பயிர்களில் ஏற்படும் நோய்கள் மகசூலில் பெருமளவு இழம்பை ஏற்படுத்துகின்றன. ஒவ்வொரு ஆட்டும் பயிர்களுக்கு பெரும் பாதிப்புகளை உம்டாக்குகின்றன. தாவர நோய்களைக் கட்டுப்படுத்த, கீழ்க்கம்டவற்றைம் பற்றி அறிந்து கொள்வது மிகவும் அவசியமாகிறது. அவையாவன, நோய்கள் ஏற்படுவதற்கான காரணம், நோயுயிரியின் வாழ்க்கை வரலாறு, ஓம்புயிரிக்கும் நோயுயிரிக்கும் இடையே ஏற்படும் தொடர்புகளில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்ற வானிலை தொடர்பான விவரங்கள் ஆகும்.

தாவர நோய்களைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகளை இரு பெரும் பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தலாம். அவையாவன, நோய் வருமுன் காத்தல் அல்லது நோய் ஏற்படாமல் காம்பது மற்றும் நோயை எதிர்த்து தாங்கிக்கொள்ளும் திறனை தாவரங்களில் ஏற்படுத்துதல். வருமுன் காத்தல் என்பது, ஓம்புயிரை, நோய் உயிரிகளுடன் தொடர்பு ஏற்படாமல் செய்வது. நோய்யிரிகள் ஓம்புயிர்களைத் தாக்கமுடியாதவாறு பாதுகாம்பது அல்லது நோய் ஏற்படுவதற்குச் சாதகமான சூழ்நிலைக்காரணிகளிலிருந்து ஓம்புயிர்களைம் பாதுகாத்தல் ஆகும். நோய் எதிர்ப்புத் திறன் என்பது, நோய்யிரிகளின் தாக்குதலைம், நோய் உம்டாவதவைம் எதிர்த்து செயல்படுமாறு ஓம்புயிரியின் திறனை மேம்படுத்துதலாகும்.

இங்கு, தாவரங்களில் ஏற்படும் குறிப்பிட்ட சில நோய்களைம் பற்றி காம்போம்.

## பயிர்த் தாவர நோய்கள்

நெல் - ஓரைசா சடைவா

- நோம்யிரி : பைரிசுலேரியா ஓரைசே - நோயை ஏற்படுத்தும் பூஞ்சை.  
நோயின் பெயர் : நெல்லின் வெம்பு நோய் அல்லது பிளாஸ்ட்நோய்.  
வகைப்பாட்டு நிலை : இந்தம் பூஞ்சை, டியூட்ரோமைசீட்ஸ் எனப்படும் வகும்பைச் சேர்ந்ததாகும்.

### நோய் அறிகுறிகள்

இலைம்பரம்பு, இலைமறை மற்றும் மஞ்சரிக் காம்பு ஆகிய பகுதிகளில் நோய் அறிகுறிகள் காணப்படுகின்றன. மலமும் பச்சைமம் கலந்த நிறத்தில் ஆங்காங்கே திட்டுக்களாக மிகுதியான மர் கோத்துள்ளது போன்ற இறந்த திசுக்கள், இலைகளில் ஏற்படுகின்றன. இந்த நோய்ற்ற பகுதி, மையத்தில் அகன்றும் இரு நுணிகளில் குறுகிமம் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு நோய்ற்றபகுதிகள் தோன்றுவதன் காரணமாக, இலைகள் முடிவில் உலர்ந்து விடுகின்றன; நாற்றுக்களும் வாடிவதங்கி இறந்து விடுகின்றன.

நோயின்றிக் காணப்படும் நாற்றுக்களைப்பிடுங்கி நடவு செய்தபின்னர், பயிர் வளரும்போது நோயறிகுறிகள், இலைம்பரம்பிலும் இலைமறைகளிலும் இறந்த திசுத்திட்டுக்களாகத் தோன்றுகின்றன. இலையின் பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகள் கதிர் வடிவினதாக, மையத்தில் சாம்பல் நிறமுடைவை. இதைச் சூழ்ந்து பழுப்பு மற்றும் மஞ்சள் நிறம்பகுதிகள் உள்ளன. இலைகள் முடிவில் உலர்ந்து விடுகின்றன.

### நோம்யிரி

பைரிசுலேரியா ஓரைசே பூஞ்சை, வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில் நிறமற்ற, குறுக்குசுவர்களை உடைய மைசீலியத்தைக் கொட்டது. முதிர்ச்சி யடைந்த நிலையில், மைசீலியத்தின் நிறம் ஆலிவ் பழுப்பாகிறது. ஹைபாவின் நுணியில் கொனிடிரியங்கள் தோன்றுகின்றன. ஒவ்வொரு கொனிடிரியமும், அரை மள்வட்ட வடிவமும், குறுக்குச் சுவர்களும் உடையது. அடிப்பகுதியில் சிறிய மட்சிம்ள்ளது.

### நோய் தடுப்புமுறைகள்

நோயை எதிர்த்துத் தாங்க வல்ல, அதிக மகசூல் தரக்கூடிய ரகங்களைம் பயிரிடுதலாகும்.

### விதை நேர்த்திசெய்தல்

விதைகளை 0.2 சதவீத காலிமாட் B எனும் பூஞ்சைக்கொல்லி கரைசலில் 24 மணி நேரம் ஊறவைப்பதால், நோயைக்கட்டும்படுத்துவதுடன் விதைகள் திறம்பட முளைக்கின்றன. அக்ரசான், சிரசான் மற்றும் ஸ்பெர்கான் ஆகிய பூஞ்சைக்கொல்லிகளும் நோயைக்கட்டும்படுத்துகின்றன.

## தும்புரவும்படுத்துதல்

நிலத்தில் நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட தாவரங்களின் பகுதிகள் இல்லாதவாறு அவற்றை அழித்து விடவேண்டும். நெற்பயிரைத்தவிர, இம்பூஞ்சை வாழும் *டிஜிடேரியா மார்ஜினேட்டா* போன்ற இரம்டாம் நிலை ஓம்புயிர்த்தாவரங்களை விளைநிலங்களிலிருந்து சேகரித்து அழித்துவிடவேண்டும்.

## பூஞ்சைக்கொல்லியைத் தெளித்தலும் தூவுதலும்

போர்டாக்ஸ் கலவை பூஞ்சைக் கொல்லி மருந்தை பூத்தலுக்கு முன்னரும் பின்னரும் நான்கு தடவைகளாவது தெளிக்கவேண்டும். போர்டாக்ஸ் கலவையின் வேதி இலைபு

தாமிரசல்பேட் (மயில் துத்தம்)	-	9 கி.கி
சுண்ணாம்பு	-	9 கி.கி
ம்	-	250 லிட்டர்

ஆர்களோ மொர்குரி சேர்மங்களைத் தூவுவது இந்த வெம்பு நோயைக் கட்டும்படுத்த பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

நிலக்கடலை - *அராகிஸ் ஹைபோஜியா*

## நிலக்கடலையில் டிக்காநோய்

நோய்மயிரி : *செர்கோஸ்போரா பெர்சனேடா* எனும் பூஞ்சை இந்த நோயைத் தோற்றுவிக்கிறது.

வகைப்பாட்டு நிலை : இந்த பூஞ்சை டியூட்ரோமைசீட்ஸ் என்ற வகும்பைச் சேர்ந்தது.

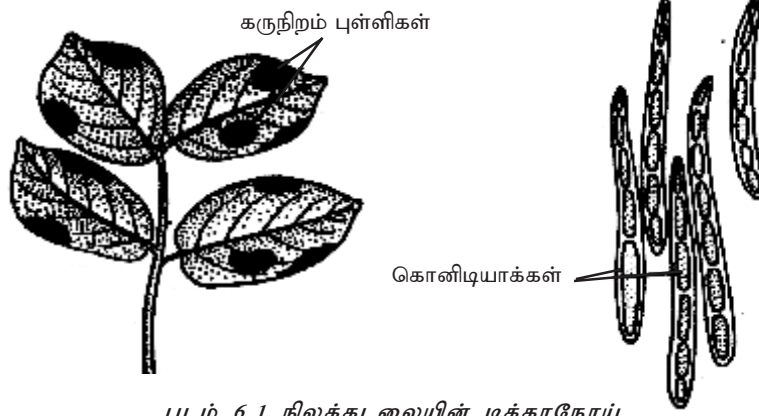
## நோய் அறிகுறிகள்

குறைந்தது இரம்மாத வயது உள்ளபோது தாவரத்தின் இலைகளில் நோய்த்திட்டிக்கள் புள்ளிகளாகத் தோன்றுகின்றன. ஜூலையில் நோயின் அறிகுறிகள் வெளித்தோன்றி, தாவரமானது முதிர்ச்சியடைமம் வரை தொடர்ந்து காணப்படும். நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட இலையின் பகுதிகள், புள்ளிகளாக வட்டவடிவில், 1 லிருந்து 6 மி.மீ. விட்டத்தைக் கொண்டுள்ளன. இந்தம் புள்ளிகள் ஆழ்ந்தபழம்பு அல்லது கருநிறத்தில் இலையின் இரு பரம்புகளிலும் உள்ளன. ஒவ்வொரு இலைம்புள்ளியைமம் சூழ்ந்து வட்டமான மஞ்சள் நிறம்பகுதி உருவாகிறது.

## நோய்மயிரி

*செர்கோஸ்போரா பெர்சனேடா*வின் மைசீலியம் பழம்பு நிறமுடையது, குறுக்குச் சுவரைக்கொம்தது, கிளைத்தது, மெல்லியது. ஓம்புயிர் செல்களிலிருந்து ஊட்டம்பொருட்களை உறிஞ்சி எடுத்துக்கொள்ள கிளைத்த ஹாஸ்டோரியங்கள் உருவாகின்றன. கொனிடியங்கள் ம்ளமானவை, குறுக்குச் சுவர்களை உடையவை.





படம் 6.1 நிலக்கடலையின் டிக்கானோய்

கொனிட்யத் தாங்கி ஒவ்வொன்றும் முனையில் ஒரு கொனிட்யத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. கொனிட்யங்கள் காற்றினால் எடுத்து செல்லப்பட்டு நோயானது பரவுகிறது.

### தடும்பு முறைகள்

ஆதார தாவரம் வளரும் இடத்தை தும்புரவாக வைத்து கொள்ளுதல். அதாவது நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட தாவரங்கள், நோய் உம்டாக்கும் பூஞ்சை வாழும் தாவரகழிவுகள் ஆகியவை இல்லாதிருத்தல் மற்றும் பயிர் சுழற்சி முறை, பாஸ்பெட்டிக் மற்றும் பொட்டாசிய உரங்களை பயன்படுத்துவது நோயை குறைக்கிறது. கந்தக தூளை தூவுவதும் நல்ல பலனைத் தரும். நோய் எதிர்ப்பு திறன் கொம்ட விதைகளை விதைக்க வேண்டும்.

### எலுமிச்சை கான்கர் நோய்

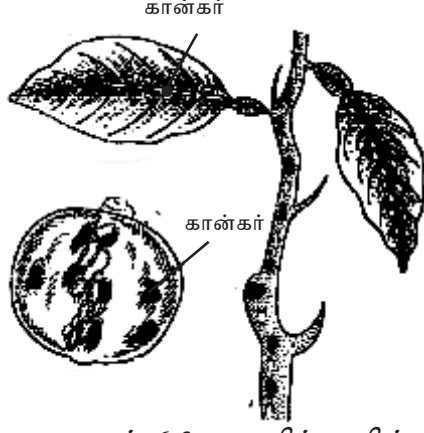
**நோம்யிரி** : சாந்தோமோனாஸ் சிட்ரி என்ற பாக்டீரியம் இந்த நோயை தோற்றுவிக்கிறது.

**வகைம்பாட்டு நிலை** : இந்த பாக்டீரியம் சைஷோமைசீட்ஸ் என்ற வகும்பை சார்ந்தது.

இந்தியாவில் மழை காலங்களில் இந்த நோய் மிகவும் பரவலாக காணப்படுகிறது.

### நோய் அறிகுறிகள்

இலைகள், சிறு கிளைகள், முட்கள் மற்றும் கனிகள் ஆகியவற்றை இந்த நோய் தாக்குகிறது. தாவரத்தின் பசுமையான பகுதிகளிலும் மற்றும் முதிர்ச்சிமற்றும் கனிகளிலும் பழுப்பு நிறமான பொருக்கு புள்ளிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு புள்ளிமும் ஆழ்ந்த பழுப்பு நிற பளபளப்பான, விளிம்புகளை கொம்டது. நோய் திட்டுக்கள் மூன்று அல்லது நான்கு மில்லி மீட்டர் விட்டத்திற்கு பெரிதாகி, அவை



படம் 6.2 எலுமிச்சையின்  
காண்கர்நோய்

ஒவ்வொன்றும் சற்றே புடைத்து காணம்படும். இவை சுரசரம்பாகவும் பழம்பாகவும் இருக்கும். பாக்கீரியம், இலை துளை மற்றும் காயங்கள் வழியாக தாவரத்தின் உள்ளே செல்கிறது. புறணி பகுதியில் இது எம்ணிக்கையில் பெருக்கம் அடைக்கிறது. புறணிப் பகுதிக்குள்ளேயே இது காணம்படும்.

### கட்டும்பாட்டு முறைகள்

இந்த நோயை, நோயினால் தாக்கப்பட்ட கிளைகளை அகற்றிமும் போர்டாக்ஸ் கலவையை 3 அல்லது 4 முறை பயன்படுத்திமும் அல்லது ஒவ்வொரு பருவத்திலும் ஸ்ட்ரீம்டோசைக்கிளின் என்ற உயிர் எதிர்ம்பொருளைமும் பயன்படுத்தி நோயைக் கட்டும்படுத்தலாம். இந்த உயிர் எதிர்ம் பொருள் ஒரு கிராம் அளவை 45 லிட்டர் மரில் கலந்து பயன்படுத்த வேண்டும்.

### நெல்லில் துங்கரோ நோய்

நோம்யிரி : இந்த நோயானது நெல் துங்கரோ வைரஸினால் ஏற்படுவதாகும்.

இலைம்பூச்சியின் மூலம் இந்த வைரசானது பரவுகிறது.

### நோய் அறிகுறிகள்

புதிதாக வெளிவரும் இலையில் முதன் முதலில் இந்த நோய் அறிகுறிகள் தோன்றுகின்றன. நரம்புகளுக்கிடையே பச்சையசோகை ஏற்படுகிறது. பின்னர் திட்டுத் திட்டாக பல்வம்ணம் புள்ளிகளுடன் மஞ்சள் நிறம் ஏற்படுகிறது. தாவரங்கள் வளர்ச்சி குன்றி காணம்படும். அம்போது தாவரத்தின் கீழ் பகுதியில் உள்ள இலைகளிலும் நோய் அறிகுறிகள் தோன்றுகின்றன. இலைகள் மஞ்சள் கலந்த ஆரஞ்சு நிறத்திலும், ஆழ்ந்த பழுப்பு புள்ளிகளுடன் காணம்படும்.

### வைரஸ் கடத்தம்படுதல்

வெட்டுக்கிளி மிகக் குறுகிய காலத்திற்கு மட்டுமே நோய் பரம்பும் திறனை பெற்றிருக்கின்றது. நோயினால் தாக்கம்பட்ட தாவரத்திலிருந்து உணவும் பொருளை உறிஞ்சி எடுத்துக்கொம்பட பின்னர் உடனடியாகவே வைரசை வேறொரு தாவரத்திற்கு கடத்தி விடுகிறது.

### உயிரி பூச்சிக்கொல்லிகள்

பூச்சிகள், களைகள் மற்றும் நோம்யிரிகள் இவற்றை கட்டும்படுத்த உயிரிம் பொருள்கள் பயன்படுத்தம்படுகின்றன. இத்தகைய பொருள்கள்

உயிருள்ளவற்றிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. இவை உயிரி பூச்சிக்கொல்லிகள் எனப்படும். வைரஸ்கள், பாக்டீரியங்கள், பூஞ்சைகள், புரோட்டோசோவாக்கள் மற்றும் சிறுபூச்சி வகைகளை உயிரி பூச்சிக்கொல்லிகளாக பயன்படுத்தலாம்.

### உயிரி பூச்சிக்கொல்லிகளால் கட்டும்படுத்துதல்

1. இந்தியாவில் மீதைல் ஐசோசயனேட் (MIC) உற்பத்தி 1980-ல் துவக்கப்பட்டது. இதிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் செரின் (கார்பரைல்) எனப்படும் வீரியமுள்ள பூச்சிக்கொல்லி ம்று வகையான தாவரங்களை தாக்கும் ம்ற்றுக்கும் அதிகமான பூச்சிகளை கொல்லும் திறன் படைத்தது.

2. பல வகையான பயிர்களைத்தாக்கும் பூச்சிகளை கட்டும்படுத்த பயன்படுத்தப்படும் வேதி பூச்சிக் கொல்லிகள், பயனுள்ள நும்ணுயிர்களைம்ம் பாதிக்கின்றன.

3. இவை சுற்றும்புற சூழ்நிலையில் தீயவிளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் உயிரினங்களுக்கு பெரும் பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. போபாலில் 1984-ல் டிசம்பர் 2 மற்றும் 3 தேதிகளில் யூனியன் கார்பைட் தொழிற்சாலையின் பூமிக் கடியில் இருந்த தேக்கிகளிலிருந்து கசிந்த மிதைல் ஐசோசைசயனேட், நாலாயிரம் நபர்களின் உயிரை பறித்துவிட்டது. இது மட்டுமின்றி பல விலங்குகளும், தாவரங்களும் அழிந்து விட்டன. இதுவே போபால் அவலநிகழ்ச்சி எனப்படும். இன்றும் கூட இந்த நச்சு வாம்வினால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் பெரும்துன்பத்திற்கு உட்பட்டு இருக்கின்றார்கள்.

4. வைரஸ்கள், பாக்டீரியங்கள், பூஞ்சைகள், புரோட்டோசோவாக்கள் மற்றும் மைக்கோபிளாஸ்மா ஆகியவை நோம்ம்டாக்கும் பூச்சிகளைக் கொல்லும் தன்மைம்டையவை. இவற்றைக்கொம்்டு தயாரிக்கப்படும் தகுதியான தயாரிப்புகள் நும்ணுயிர் பூச்சிக்கொல்லிகள் எனப்படும். இவை அபாயம் விளைவிக்காதவை. தாவரங்களில் நச்சுத் தன்மை ஏற்படுத்தாதவை மற்றும் குறிம்பாக செயல்படுபவை. இவை சுற்று சூழ்நிலைக்கு உகந்தவை. மேலும் சுற்றும்புற சூழ்நிலை சிதைம்றுவதற்கு இவை காரணமாக இருக்காது. *பேசில்லஸ் தூரிஞ்சியன்சிஸ்* என்ற பாக்டீரியம், உயிரி கட்டும்பாட்டு பொருளாகம் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தம்படுகிறது. ஆஸ்டரேசியைச் சார்ந்த *கிரைசாந்திம்ம்* மஞ்சரியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கம்படும் பைரித்திரம் என்ற பொருளும் அதிகமாகம் பயன்படுத்தம்படும் நோம்யிரி கட்டும்பாட்டும் பொருளாகும்.

### பாக்டீரிய பூச்சிக்கொல்லிகள்

*பேசில்லஸ் தூரிஞ்சியன்சிஸ்* என்ற பாக்டீரியம் பொதுவாக பல இடங்களிலும் உள்ள ஒன்றாகும். இது ஒரு சாறும்ணி பாக்டீரியமாகும். இதை மம், கும்பை மற்றும் இறந்த பூச்சிகளிலிருந்து தனியே பிரித்தெடுக்கலாம். இது ஸ்போர் உம்டாக்கும் பாக்டீரியமாகும். பல வகையான நச்சும்பொருள்களை இந்த பாக்டீரியம் உற்பத்தி செய்கிறது. இவை எக்சோடாக்சின்கள், என்டோடாக்சின்கள் என இருவகைம்படும். இவை படிக வடிவத்தில் உருவாகின்றன. இந்த பாக்டீரியம் *ஸெபிடாம்டிரா* பூச்சிகளை கட்டும்படுத்தும். இந்த லார்வாக்களின் உள்ளே

ஸ்போர்க்கள் சென்ற பின்னர் செல்லில் அளவில் பெரிய ஒரு நச்சும் படிக்கத்தை தோற்றுவிக்கிறது. இதனால் லார்வா இறந்து விடுகிறது. இந்த நச்சு படிக்கம் புரத வகையைச் சார்ந்தது.

### 6.3 மரபு முறையில் மாற்றம் செய்யப்பட்ட உணவு

உணவைப் பதம்படுத்துவதிலும், பாதுகாப்பதிலும் ஏற்பட்டுள்ள நவீன உயிர் அறிவியல் அறிவு மற்றும் தொழில் நுட்பமுறைகள் ஆகியவற்றை தற்கால உயிரி பொறியியல் கோட்பாடுகளுடன் இணைத்தும் பயன்படுத்துவதே உணவு நுண்ணுயிரியலின் முக்கிய நோக்கமாகும். உணவும் பொருட்களின் விலை, அவற்றைப் பாதுகாத்தல், சுவை, தரம், நிறம் மற்றும் எல்லாவற்றிற்கும் மேலாக உடல் நலத்திற்கான தகுதி முதலிய எல்லா அம்சங்களையும் உள்ளடக்கிய உணவும் பொருட்களின் சந்தையின் போக்குகளில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துவதில், நவீன உயிர் தொழில் நுட்ப முறைகள் முக்கிய பங்கைப் பெற்றுள்ளது.

வைட்டமின் A சத்துக் குறைவினால் ஏற்படும் விளைவினால் ஒவ்வோர் ஆண்டும் ஒரு மில்லியனுக்கும் அதிக எண்ணிக்கையில் குழந்தைகள் இறக்கின்றனர். 3,50,000 பேர் பார்வையை இழக்கின்றனர். மரபும் பொறியியல் தொழில் நுட்பங்களை கையாண்டு சவிட்சர்லாந்து நாட்டு போட்ரிகல், ஜெர்மனி நாட்டு பீட்டர் பேயர் ஆகியவர்கள் *டாஃபிடல்* எனும் தாவரத்தில் கரோடினை உற்பத்தி செய்வதற்கு காரணமாக உள்ள ஜீனை *ஓரைசா சடைவா* தாவரத்திற்கு மாற்றம் செய்தனர். கரோடின- விட்டமின் A உருவாவதற்கான பொருளாகும். வழக்கமான தாவர பயிர் பெருக்க செயல்முறைகள், இவ்வாறு ஜீனை இடமாற்றம் செய்து விட்டமின் A சத்து நிறைந்த அரிசியை உருவாக்க வழிவகுப்பதில்லை. போட்ரிகல் மற்றும் பேயர் *டாஃபிடல்* தாவரத்திலிருந்து கரோட்டின் ஜீனை பிரித்தெடுத்து, அதை மண்ணில் வாழும், *அக்ரோபாக்டீரியம் சூமிபேசியன்ஸ்* எனும் பாக்டீரியத்தில் சேர்த்தனர். அயல் ஜீனைப் பெற்ற பாக்டீரியங்களை, நெல் தாவரத்தின் கருக்களோடு கலந்து தாவர திசு வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வைத்தனர். நெற்பயிரின் செல்களை பாக்டீரியம் தாக்கி உட்புகுந்து, அதில் இருந்த பீடாகரோடினுக்கான ஜீனை மாற்றம் செய்தது. இதனால் நெல்லானது விட்டமின் A சத்து கொம்படதாக உற்பத்தியாயிற்று.

உணவு பதம்படுத்தலுக்கு உகந்த அயல் ஜீன் பெற்ற தாவரங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளதற்கு பல எடுத்துக்காட்டுக்கள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக.

- சக்ரோஸ் பாஸ்பேட் சிந்தேஸ்* ஜீனை தக்காளியில் புகுத்தி, சக்ரோஸ் அதிக அளவிலும், தரசம் குறைந்த அளவிலும் உள்ள தாக்காளிகளை உருவாக்கிடலாம்.
- பாக்டீரியத்தில் உள்ள *ADP குளுக்கோஸ் பைரோபாஸ்பாரிலேஸ்* ஜீனை (ADP GPPase) பயன்படுத்தி உருளைக்கிழங்கில் உள்ள தரசத்தின் அளவை 20 லிருந்து 40 சதவீத அளவிற்கு அதிகரிக்கச் செய்யலாம்.
- தக்காளி, வாழை மற்றும் வெள்ளரி முதலியவற்றில் தடும்பூசும் பொருட்கள், ஆம்ஃபிபாடிகள் மற்றும் இன்டர்பெரான்களை உருவாகுமாறு செய்து அவற்றை நேரடியாக உணவாகப் பயன்படுத்திடலாம்.

## உம்ணத்தக்க தடும்பூசிம் பொருள்கள்

எஸ்ஸெரிசிபா கோலை மற்றும் விம்ரிபோ காலரே பாக்கீரியங்கள் சிறுகுடலில் பெருகி, மர்த்த பேதியை அபாயகரமான அளவிற்கு ஏற்படுத்துகின்றன. இவை என்டி ரோடாக்கீசின் எனும் நச்சும்பொருளை தோற்றுவிக்கின்றன. இதற்குரிய தடும்பூசிம் பொருளைக் கொம்ட அயல் ஜீன்பெற்ற உருளைக்கிழங்கு தாவரத்தை உருவாக்கிட முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. உருளைக்கிழங்கை நன்றாக வேக வைத்து பின்னரும், அது தடும்பூசிம் பொருளைத் தக்க வைத்துக் கொள்ளும் வகையில் இருக்குமாறு தாவரம் உருவாக்கப்பட்டது. இந்தத் தாவரங்களின் கிழங்குகளில், வேகவைத்த பின் 5 சதவீதம் மிருதுத் தன்மையை அடைந்த பின்னரும் 50 சதவீத அளவிற்கு தடும்பூசிம் பொருட்கள் காணப்படுகின்றன.

## உம்ணத்தக்க ஆன்டிபாடிகள்

அயல் ஜீன்களைப் பெற்ற தாவரங்கள், ஆன்டிபாடிகளை உருவாக்கித்தரும் தாவரங்களாக விளங்க முடிமம் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. நேரடியாகப் பயன்படுத்து வதன் வாயிலாக இவை நேர்மறை நோய் எதிர்ப்புத் தன்மையைக் கொடுக்க முடிமம்.

## உம்ணத்தக்க இன்டர்ஃபெரான்கள்

வைரஸ்களுக்கு எதிராகச் செயல்படும் புரதம் பொருட்களே இன்டர்பெரான்களாகும். புகையிலை மற்றும் மக்காச்சோளத் தாவரங்களில் அயல் ஜீன்களைப் புகுத்தி அந்தத் தாவரங்கள் மனித இன்டர்பெரான்களை உற்பத்தி செய்ம்மாறு வெற்றிகரமாக உருவாக்கிம்ள்ளனர். ஜீனை இடமாற்றம் செய்து, இன்று விட்டமின் A சத்து கொம்ட அரிசியை உற்பத்தி செய்ம்மாறு தாவரத்தை உருவாக்கிம்ள்ளனர். இதேபோன்று, பரும்புத் தாவரங்களில் அயல் ஜீனைப் புகுத்தி அவை லைசின் எனும் அமினோ அமிலத்தைக் கொம்ட பரும்புகளை உற்பத்தி செய்ம்மாறு உருவாக்கிம்ள்ளனர். இத்தகைய ஜீன் வழி மாற்றி உருவாக்கப்பட்ட உணவும் பொருட்கள் (Genetically modified food) தற்போது மனிதனின் முக்கியமான உணவில் ஒன்றாகப் பங்கு வகிக்கின்றன.

எதிர்வரும் நாட்களில் மரபும் பொறியியல் வழி மாற்றி அமைக்கப்பட்ட தாவரங்கள் கீழ்க்குறிப்பிட்டுள்ளவற்றில் ஒன்று அல்லது பல பம்புகளைக் கொம்டதாக விளங்கும்.

1. வெம்பம், குளிர், வறட்சி, உவர் ஆகியவற்றை தாங்கி வளர்பவையாக இருக்கும்.
2. தாவரங்கள் அதிக சத்துடையவையாக இருக்கும்.
3. சேதமுறும் என்ற அச்சமின்றி அவற்றை ம்ம்டகாலம் சேமித்து வைக்கலாம்; தொலைதூரங்களுக்கு சேதம் ஏற்படாமல் அனுப்பலாம்.
4. அவற்றின் உரத்தேவை குறைவாகவே இருக்கும்.
5. மனிதர்களுக்கும் பயன்தரும் வேதிம்பொருட்கள் மற்றும் மருந்தும் பொருட்களை அவை உற்பத்தி செய்ம்ம்.

#### 6.4 உயிரிவழிபோர் (Bio-war)

தற்காலத்தில் நுண்ணுயிர்கள், உயிரிபடைக்கலன்களாக தவறாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சின்னம்மை மற்றும் ஆந்தராக்ஸ் போன்ற கொடிய நோய்களுக்கான காரணிகளில் அதிவீரியமுள்ள ரகங்களை ஒரு கிராம் எடுத்து ஆம்தமாக பயன்படுத்தும் போது, அதில் 250 மில்லியன் அளவு தொற்று யிரிகள் இருக்கும். பரவுதலுக்குச் சாதகமான சூழ்நிலைகளில், உலகின் மொத்த மக்கட் தொகையில் பாதி அளவினர் இந்த நோம்யிரிமடன் தொடர்பு கொள்ளும் போது உடல் நலக் கேடுறுவர்; இவர்களில் மூன்றில் ஒரு பங்கினர் இறக்க நேரிடும்.

#### உயிர்போக்கும் நுண்ணுயிரிகள்

மிக மட்ட காலத்திலிருந்தே மனிதர்களுக்கு கொடிய நோய்களை உண்டு பண்ணும் நோம்யிரிகள், உயிரி ஆம்தங்களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. இரம்டாயிரம் ஆம்டுகளுக்கு முன்னர், சிதியன் வில்லாளிகள் மக்களிடையேயும், எதிரிகளிடையேயும் பீதியை, குழம்பத்தை ஏற்படுத்தி, அழுகும் இறந்த உடல்களில் செருகி எடுத்த அம்புகளைப் பயன்படுத்தினர். இந்த அம்புகளின் முனைகளில் இருந்த தீய நுண்ணுயிர்கள் நோய்களைத் தோற்றுவித்தன. இரம்டாவது உலகம் போரின் போது, பிளேக் நோயை உண்டு பண்ணும் நுண்ணுயிரிகளால் தாக்கப்பட்ட ஈக்களை பைகளில் நிரம்பி ஆயிரக்கணக்கான மக்களைக் கொல்வதற்கான உயிரி ஆம்தங்களாக அவை பயன்படுத்தப்பட்டன. அக்கால கட்டத்தில், பெருமளவிற்கு உயிரி ஆம்தங்களை உற்பத்தி செய்திட பெரும் செலவில் ஆய்வுக்கூடங்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டன. இக்காலத்தில், ஒவ்வொரு நாடும், உயிரி ஆம்தங்களால் ஏற்படும் அச்சுறுத்தலை எதிர் நோக்கிம்ள்ளன. உயிரிவழி நடைபெறும் போரினால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள், வாழ்நாள் முழுவதும் துன்புற வேண்டியிருக்கும்.

#### உயிரி வழி போரில் மரபு வழி மாற்றியமைக்கப்பட்ட உயிரிகள்

மூலக்கூறு உயிரியல் செயல்முறைகளைப் பயன்படுத்தி, ஜீன்களை புதியமுறைகளில் இடமாற்றம் செய்து, மரபு வழி மாற்றியமைக்கப்பட்ட உயிரினங்களை (Genetically modified organisms) உருவாக்க முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. உயிரிவழி போரில் சோதித்தும் பார்க்கப்பட்ட மிகவும் கொடியதும், உயிரைப் போக்கடிக்கக் கூடியதுமான நுண்ணுயிரிகளில் ஆந்தராக்ஸ், பிளேக், பெரியம்மை மற்றும் எபோலா வைரஸ்கள் ஆகும்.

பயங்கர தீவிரவாதிகளின் ஒரு சிறிய குழுவினரே கொடிய நோம்யிரிகள் அல்லது தீய உயிரி வழி தோன்றிய நச்சும் பொருட்களைக் கொண்டு எளிதில் ஒரு நாட்டின் வளிமட்டலம், மர் நிலைகள் மற்றும் உணவுப்பொருட்கள் ஆகியவற்றை நச்சாக மாற்ற முடிமம் என்ற உம்மையை மக்கள் அறிந்துள்ளனர்.

#### உயிரி வழி போர்முறை

இவ்வாறு உயிரிகளைப் பயன்படுத்திடும் போரானது, நோம்மடாதல், நச்சுத்தன்மை, நோம்யிரிகள், நச்சும்பொருட்கள் முதலியவை வெளிப்படும் வழிகள் பாதுகாம்பு நடவடிக்கைகள் மற்றும் நம் சுற்றுச்சூழலில் அபாயகரமான உயிரி

பொருட்களின் இயக்கம், அவை பரவிம்ள்ளவிதம் மற்றும் சிதையாமல் நச்சும் பொருட்கள் மாற்றமுறாது நிலையாக இருத்தல் போன்ற பிரச்சனைகளை எழுப்பிம்ள்ளது. இதனால் என்ன நிகழும் என எதுவும் கூற இயலாத வகையில் அதி பயங்கர விளைவுகள் ஏற்படுத்தும் மரபும் பொறியியல் வழி மாற்றி அமைக்கப்பட்ட உயிரிகளை பரவச்செய்வது, உயிரி வழிபோர் முறைக்கான திட்டங்களில் ஒன்றாகும். இவ்வாறு வெளிவிடப்பட்ட அபாயகர நும்ணுயிர்கள் இயற்கைச் சமநிலையைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன.

## 6.5 உயிரிம்பொருள் கொள்ளை

அமெரிக்கா, ஜம்பான், இங்கிலாந்து, பிரான்சு மற்றும் ஜெர்மனி ஆகியவை தொழிற் துறையில் முன்னேறிய நாடுகள். இந்த நாடுகள் தொழில் நுட்பத்தோடு நிதி ஆதாரங்களில் மிகவும் முன்னேறியவையாக இருந்தபோதிலும், இந்திய துணைக் கட்டத்தோடு ஒம்பிடுகையில் உயிர் பத்தொகுதியிலும், உயிரி ஆதாரங்களாகிய தாவரத் தொகுதி, விலங்குத் தொகுதி ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துவது தொடர்பான அறிவுத்திறனிலும், அவை கீழ்நிலையில் தான் உள்ளன. தகுந்த அனுமதியின்றி, ஒரு நாட்டின் உயிரி ஆதார வளங்களை இரகசியமாக, சுயநலக்குறிக்கோளுடன் பல அமைப்புகளும் பன்னாட்டு நிறுவனங்களும் இரகசியமாகச் சுரம்படுவது, பயன்படுத்துவது உயிரி கொள்ளை அல்லது உயிரிம்பொருள் கொள்ளை எனப்படும். வளர்ந்து வரும் நாடுகள் நிதி வளத்தில் வலிமையற்று இருந்தபோதும், அவை பாரம்பரிய அறிவுத்திறன் (தலைமுறை தலைமுறையாக வரும் அறிவுத்திறன்) மற்றும் உயிரி பல் தொகுதி ஆகியவற்றில் உயர்நிலையில் இருக்கின்றன.

மம்ட நெடுங்காலமாகவே, காடுகளில் மனித நடமாட்டம் இல்லா தொலைவிடங்களில் வாழும் பழங்குடி மக்களும், நாட்டும்புற மக்களும்; சில நோய்களைக் குணம்படுத்த சில முக்கியமான மருந்துவம் பயன் உள்ள தாவரங்களைப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். பழங்குடி மக்களின் வாழ்விடங்களைச் சுழ்ந்து பலவகையான தாவரங்களும், விலங்குகளும் வாழ்வதால், இவற்றின் பயன்களை குறிம்பாக இவற்றின் மருத்துவம் பயன்களைப் பற்றிய விரிவான ஆழ்ந்த அறிவுத் திறனைப் பெற்றுள்ளனர். இந்த அறிவுத்திறனைப் பயன்படுத்தி வணிகரீதியாக மூலிகைகளிலிருந்து முக்கியமான மருந்துகளைத் தயாரிக்கலாம். மூலிகைகளின் பயன்குறித்து பாரம்பரியமாகப் பெறப்படும் அறிவுத்திறன் மிகவும் பயனுள்ளதாகும். ஏனெனில் இந்த அறிவுத்திறன் மூலிகைகளின் பயன்குறித்து அறிந்து கொள்ள செலவழிக்கும் நேரத்தையும், எடுக்கும் முயற்சிகளையும், மிகவும் குறைத்து விடும். செல்வந்த நாடுகளின் பன்னாட்டு நிறுவனங்கள் கீழ்க்குறிம்பிடும் வழிகளில் பிறநாடுகளின் உயிரி ஆதார வளங்களை தக்க அனுமதியின்றி இரகசியமாக சேகரித்தும், சுரம்பிடும் வருகின்றன,

1. *கேதரான்தஸ் ரோசியஸ் (வின்கா ரோசியா)* போன்ற மருத்துவம்பயனுள்ள தாவரங்கள் பிற நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யம்படுகின்றன. இவற்றில் புற்று நோயைக் குணம்படுத்தும் பொருட்கள் உள்ளன. வளமிக்க நாடுகளின் நிறுவனங்கள் இந்த தாவரத்தில் உள்ள மருத்துவம் பயனுள்ள மூலக்கூறுகளை கம்டறிவதில் ஆர்வம்

கொண்டுள்ளனர். உயிரினங்கள் இவ்வாறு உற்பத்தி செய்யும் இந்தம் பொருள்களுக்கான காம்புரிமையை பன்னாட்டு நிறுவனங்கள் பெற்று, அந்த உரிமை வணிக ரீதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாக, மூலிகையைச் சாகுபடி செய்யும் விவசாயிகளின் நியாயமான உரிமைகளும், வருவாயும் பறிக்கப்படுகின்றன.

2. வளமிக்க நாடுகளால் வளர்ந்து வரும் நாடுகளின் மரபு ஆதாரவளங்கள் வரம்புக்கு மீறிய அளவில் சுரமடம்பட்டு வருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, நெடுங் காலமாகவே பாசுமதி அரிசி இந்தியாவில், இந்த நாட்டுக்கே உரிய ஒன்றாக, உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில், அந்த அரசு பாசுமதி அரிசி தாவரம் தொடர்பான எல்லாவற்றைமும் உள்ளடக்கியதாக காம்புரிமையை அளித்துள்ளது. இதன் காரணமாக பிற நாடுகளோ அல்லது நிறுவனங்களோ, பாசுமதி தாவரம் தொடர்பான எவ்விதமான ஆய்வுகளைமும் அனுமதியின்றி, மேற்கொள்ள இயலாது. மேலும், ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் காம்புரிமைக் காலம் மிகவும் அதிகமாக 17 ஆண்டுகளாக உள்ளது.

3. பென்டாடைம்ளான்ட்ரா பிரேசியானா (*Pentadiplandra brazzeana*) என்பது மேற்கு ஆம்ரிக்காவில் வளரும் தாவரமாகும். சர்க்கரையைக் காட்டிலும் பல 100 மடங்கு அதிக இனிமப்புள்ள பிரேசின் எனப்படும் புரத்ததை இது உற்பத்தி செய்கிறது. அங்கு வாழும் மக்கள் இதை, கலோரிசத்து குறைவாக உள்ள இனிமப்புப் பொருளாகப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். இது சர்க்கரையை ஏற்றுமதி செய்யும் நாடுகளில் பெரிய விளைவுகளை ஏற்படுத்தக் கூடும்.

தகுந்த வகையில் ஈடு செய்யாமல், வளமிக்க நாடுகள், வளர்ந்து வரும் நாடுகளின் வணிக ரீதியான ஆதார வளங்களை அளவுக்கு மீறிய வகையில் பயன்படுத்துகின்றனர். சிறந்த அறிவியல் ஆய்வு சாதனங்கள், கருவிகள் செயல் முறைகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு, ஏழை மற்றும் முன்னேற்றமடைந்து வரும் வெவ் வ மட்டல நாடுகளின் உயிரி பல் தொகுதிகள் அளவுக்கு மீறி பயன்படுத்தப்படும் சுரமடம்பட்டும் வருகின்றன. இதைத் தடுத்து நிறுத்தும் பொருட்டு, முன்னேற்றமடைந்துவரும் நாடுகள், வளமிக்க நாடுகளின் அளவுக்கு மீறிய சுரமடலைத் தடுக்க சட்டங்களை இயற்றி வருகின்றன.

## 6.6. உயிரி காம்புரிமை

தற்கால உயிரி தொழில் நுட்பவியலின் தோற்றம், உயிரி தொழில் நுட்ப செயல்முறைகள் மற்றும் இந்த முறைகளால் உற்பத்தியாகும் பொருட்கள் தொடர்பான பல சட்டபிரச்சனைகளை ஏற்படுத்தும்ள்ளது. உயிரி தொழில் நுட்ப செயல் முறைகளும், இவற்றைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யப்படும் பொருட்களும் அறிவுத்திறன் சார் பொருள் எனப்படும். அறிவுத்திறன் சார் சொத்து காம்பு (Intellectual Property Protection - IPP) மற்றும் அறிவுத்திறன் சார் சொத்து உரிமைகள் (Intellectual Property Rights - IPR) ஆகியவை உயிரி காம்புரிமையின் முக்கியமான இரு அம்சங்களாகும். தம் அறிவுத்திறன் மற்றும் ஆய்வுகளின் விளைவாகப் பெற்ற புதிய கண்டுபிடிப்புகள், புதிய பொருட்களின்



உற்பத்திக்கான முறைகள், புதிதாக உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பொருட்கள் ஆகியவற்றுக்காக ஒருவர் பெற்ற 'பொருள் காம்புரிமைகள்' வணிக இரகசியங்கள், காம்புரிமைகள் 'வணிக சின்னங்கள்' முதலியவற்றை உள்ளடக்கியதே அறிவுத்திறன் சார்ந்த பொருளாகும். இந்தம் பொருளைப் பாதுகாத்துக்கொள்வதற்கு ஒருவருக்கு உள்ள உரிமை, உற்பத்திக்கான வழிமுறைகளையும் கட்டுபிடிப்புகளையும், விற்பனையைம் அனுமதியின்றி பிறர் பயன்படுத்துவதைத் தடை செய்கிறது. இந்த உயிரி தொழில் நுட்பவியல் காலத்தில், அறிவுத்திறன் சார்ந்த பொருளுக்கு, மறுசேர்க்கை DNA வுடன் உருவாக்கப்படும் உயிரினங்கள் முக்கிய எடுத்துக்காட்டுகளாகும். அறிவுத் திறன் சார் பொருளுக்கு மற்றுமொரு எடுத்துக்காட்டு, புதியதாக உருவாக்கப்படும் பயிர் ரகங்களாகும். இந்தம் புதிய பயிர் ரகங்களின் கட்டுபிடிப்புக்கான உரிமையானது 'தாவரம் பயிர்ம்பெருக்க அறிவியலார் உரிமைகள்' (Plant Breeder's Rights) எனப்படும் சட்டத்தின் கீழ் காக்கப்படுகிறது. இந்த புதிய ரகத்தை உருவாக்கிய, தாவரம் பயிர்ம்பெருக்க வல்லுநருக்கு, இத்தாவரத்தை வெளியிட்டு வணிகம் செய்வதற்கான முழு உரிமை உண்டு.

முக்கியம் பயிர்கள் மற்றும் கலவியினக் கால்நடைகள் ஆகியவற்றிற்கு காம்புரிமை செய்வது, மரபும்பொருட்களுக்கான ஆதாரங்கள் பெருவாரியானவர்க்கு குறைந்து விடும். உயிரி காம்புரிமையின் முக்கியமான எதிர்மறையான (நன்மை பயக்காத) அம்சங்களில் ஒன்று, மரபும்பொருளின் ஆதாரங்களை குறைத்தலாகும். இத்துடன், உயிரி காம்புரிமைச் சட்டங்களால் காம்பு செய்யப்படும் மிகக்குறைவாக உள்ள சில மரபும்பொருள் ஆதாரங்களை பெருவாரியான மக்கள் பெற வழி இல்லாமற்போகும்.

அயல் ஜீனம் புகுத்தி உருவாக்கப்படும் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் முதலியவற்றிற்கு காம்புரிமைகளை வழங்குவது தவறான நடவடிக்கை எனக் கருத்தப்படுகிறது. ஏனெனில், பயிர்கள் மற்றும் கால்நடைகளில் மேம்படுத்தப்பட்ட ரகங்களை உருவாக்கிட மரபும்பொருட்களை எளிதாகவும், இலவசமாகவும் பரிமாற்றம் செய்வதற்கு, இத்தகைய நடவடிக்கைகள் குறுக்கீடு செய்யும்மென கருதப்படுகிறது.

அறிவுத்திறன் சார்ந்த பொருள் உரிமைகள் கீழ்க்குறிப்பிட்டுள்ளவற்றை மிகவும் பாதிக்கும்.

உணவு கிடைப்பதற்கான உறுதி (Food security) நடைமுறையில் இருக்கும் சாகுபடி முறைகள், உயிரி பல்தன்மை, சுற்றுச்சூழல் சமநிலை மற்றும் வளரும் நாடுகளில் வாழும் பொருளாதார வசதிக்குறைவான மக்களின் வாழ்க்கைக்கான தேவைகள்.

### **காம்புரிமம்**

இந்திய கட்டுபிடிப்புகள் காம்புரிமைச் சட்டம் 1970 புதிய பொருள்களை உற்பத்தி செய்வதற்கான வழிமுறைகள், செயல் முறைகளுக்கு காம்புரிமம் பெற

வழி வகுக்கிறது. ஆனால் உருவாக்கப்படும் உணவும்பொருட்கள், வேதிம் பொருட்கள் மற்றும் மருந்துகள் ஆகியவற்றிற்கு பொருள் காம்புரிமம் செய்ய வழிவகையில்லை. இந்தியாவில் காம்புரிமைக்காலம் 5 ஆண்டுகளாகும். ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளில் காம்புரிமை என்பது 17 ஆண்டு காலமாகும். ஒருவருடைய கம்புரிமைப் பிறர் பயன்படுத்தி பொருளை உற்பத்தி செய்வது, பயன்படுத்துவது, விற்பனை செய்வது தடுக்கப்பட்டுள்ளது. அடிப்படை ஆய்வினால் உம்டாகும் கம்புரிமைப் புகளை காம்புரிமை செய்வதை இன்று பலரும் ஆதரிக்கின்றனர். அந்தந்த நாட்டின், மாநிலத்தின் சட்டதிட்டங்களுக்கேற்ப காம்புரிமைகள் வழங்கப்படுகின்றன. காம்புரிமை மீறல் தொடர்பான புகார்கள் மதிமன்றத்தில் விசாரிக்கப்படுகின்றன. 1980-ல் பெட்ரோலிய எம்னையைச் சிதைத்து அகற்றும் சூடோமோனாஸ் பாக்கிரியத்தை அமெரிக்காவில் குடிமரிமைபெற்ற இந்திய அறிவியலார் டாக்டர் சக்ரபர்த்தி கம்புரிமைத்தார். இந்த பாக்கிரியத்துக்கு பன்னாட்டு நிறுவனம் ஒன்று அமெரிக்காவில் பொருள் காம்புரிமையைப் பெற்றுள்ளது. இதுபோன்றே, 'ஆன்கோமவுல்' எனப்படும் பிராணிமம் காம்புரிமை செய்யப்பட்டுள்ளது. உயிரினங்களைமம் காம்புரிமை செய்யலாம் என்பது இதன் பொருளாகும்.

## 6.7 தொடர்பயன் தரும் வேளாண்மை

நவீன தொழில்நுட்பங்களை வேளாண்மையில் பயன் படுத்தியதன் விளைவாக இந்தியாவில் அதிக உணவு உற்பத்தியை பெற முடிந்தது. அதி உணவு உற்பத்திக்கு முக்கிய காரணம் தானியங்களை பயிரிட அதிக நிலம்பரம்பினை உபயோகப்படுத்தியதேயாகும். பயிர்களை பராமரிக்கவும், உற்பத்தியைப் பெருக்கவும் அதிக அளவு மரம்பாசனம், அதிக அளவு உரம் மற்றும் பூச்சிக் கொல்லி ஆகியவற்றை பயன்படுத்த வேண்டியதாயிற்று. இதன் விளைவாக மண்ணின் வளம் குன்றியது. மம் அரிப்பு முதலியவை ஏற்பட்டன. மண்ணின் தன்மை மாறுபாடு அடைந்ததால், நம் பாரம்பரியம் பயிர் வகைகள் மறையத் தொடங்கின. மேலும் சில ரகங்களை நாம் இழக்கும் நிலையிலும் உள்ளோம். விவசாய இடுபொருள்கள், உரங்கள், கூலித்தொகை மற்றும் விதைகள் ஆகியவற்றின் விலையேற்றத்தால் வேளாண் பொருட்கள் விலை ஏறியதோடல்லாமல், விவசாயத் தொழிலே போகம்போக, வருங்காலங்களில் தொடர்பயன் தரும் வேளாண்மையாக இருக்க வாய்ப்பில்லாமல் மாறி வருகின்றது. இது பல லட்சக்கணக்கான, கல்வி கற்காத விவசாயிகளை அதிக அளவு பாதிக்கும். எனவே, இந்நிலையை மாற்றியமைக்க, தொடர்பயன் தரும் வேளாண்மையை நிலையாகப் பெற, சில மாற்று வழிகளை நாம் கம்புரிமை வேண்டும்.

பண முதலீடு மற்றும் வேளாண் நிலங்கள் மீது விவசாயிகள் அக்கறை கொள்ள நமது பாரம்பரியம் பயிரிடல் முறையிலிருந்து அவர்களை மெல்ல மெல்ல தொடர் பயன் தரும் வேளாண்மை முறைக்கு மாற்றி அவர்களை கட்டாயப்படுத்தி பயனடையச் செய்ய வேண்டும். தொடர் பயன்தரும் வேளாண்மையை மண்ணிற்கு எந்த கேடும் விளைவிக்காமல், சுற்றுச்சூழல், தாவரங்கள் மற்றும் விலங்கினங்களுக்கு எந்த பாதிப்பும் ஏற்படாமல் செயல்படுத்தலாம். இவ்வாறு

விவசாயிகள் மிகக்கடுமையாக இம்முறையை தொடர்ந்து பின்பற்றி, பயிரிட்டு வந்தால், இயற்கை வள ஆதாரங்களை இழக்காமல் நாம் நன்கு சேமிக்க முடிமம். இது பின்வரும் நடவடிக்கைகளால் வெற்றிபெற இயலும்.

1. இயற்கை உரங்களைப் பயன்படுத்துதல், கால இடைவெளி விட்டும் பயிர் செய்தல், செயற்கை உரங்கள், பூச்சிக் கொல்லி மருந்துகள் ஆகியவற்றை அதிக அளவு பயன்படுத்துவதை தவிர்த்தல் மூலமாக மண்ணில் வாழும் உயிரினங்களை நன்முறையில் பராமரிக்க வேண்டும். இதனால், நிலவளம் மீட்டும் தானாகவே உருவாகிும்.
2. வேளாண்மைக்கு வெவ்வேறு பயிர்களை உபயோகிக்க வேண்டும். உதாரணமாக கூட்டும்பயிர்களைப் பயிர் செய்தல் மற்றும் பயிர் சுழற்சி முறையை கடைம்பிடித்தல் போன்ற வழிகளில் வேளாண்மையில் பலவகைம் பயிர்களைப் பயிரிட்டு உயிரி பல்தன்மையை அறிமுகம்படுத்த வேண்டும்.
3. வேறு சில புதிய உணவு ஆதாரங்களைத் தேடி நாம் பெருக்கிக் கொம்டால். ஒரே விதமான பயிர்களையே உணவுக்காக நம்பியிருக்க தேவையில்லை.

மனிதன் ஒரு சில தாவரங்களையே உணவுக்காகம் பயிரிடுகிறான். ஏறக் குறைய 15 வகைம் பயிர்களையே பயிர் செய்து உலகத்தில் 90 சதவீத மக்கட் தொகைக்கும் பயன்படுத்தி வருகிறான். உணவாகம் பயன்படுத்திட ஆயிரக்கணக் கான தாவரங்கள் உள்ளன. அவற்றைம்ம் கம்டறிந்து, உபயோகித்தால் உணவு ஆதாரங்கள் அதிகமடைவதோடல்லாமல் ஒருசில பயிர்களையே நம்பியில்லாமல் நமது உணவுத் தேவைம்ம் இதன் மூலம் பூர்த்தி செய்யம்படுகிறது. உதாரணமாக தட்டை அவரை அதிக அளவு புரதத்தைம்ம், கொழும்புச் சத்தும் பெற்றுள்ளது. நாம் பருகும் தேம்ருக்கும்பதிலாக *ஜலக்ஸ் பராகுவென்சிஸ்* இலைகளைம்ம், காம்பிக்கு மாற்றாக *கோலா நிட்டிடா* விதைத்துகளைம்ம் பயன்படுத்தலாம்.

விவசாயிகள் “இயற்கை வழி வேளாண்மை அல்லது கரிமம்ப்ம்ணை முறையைப் பின்பற்ற வேம்ம்ம். இதனால் சாகுபடிநிலங்களின் இயற்கை வளம் குன்றாமலும் சூழ்நிலைத் தொகும்பு பாதிம்பு அடையாமலும் இருக்கும். குறைந்த செலவில் தொடர்ந்து பயன் பெறவும் இயலும். இது விவசாயிக்கும், இயற்கைச் சூழலுக்கும் நல்லது. வேளாண் வேதிம்் பொருட்கள், தாதும்்பொருட்கள், பூச்சிக்கொல்லிம்் பொருட்கள் ஆகியவை தற்போது தீர்ந்து விடக்கூடிய இயற்கையில் மீம்ம்ம் சுழற்சிக்கு உட்படாத வள ஆதாரங்கள் என வகைம்படுத்தம்் பட்டுள்ளன. ம்ம்ட கால திட்டத்தில் தொடர் பயன்தராத வேளாண்மையைம்ம், உற்பத்திக்குறைவைம்ம் இவை ஏற்படுத்தும். எனவே நாம் நமது பாரம்பரிய விவசாய முறைகளான இயற்கை உரம் உபயோகித்தல், பயறு வகைகளை மாற்றும் பயிராகம் பயன்படுத்துதல், ‘வேம்்’ என்றழைக்கம்்படும் மைக்கோரைசாக்களை பயன்படுத்தல், உயிரி உரங்களைம்் பயன்படுத்துதல் போன்ற நடவடிக்கைகளை பின்பற்றி பலன் பெறலாம்.

வற்றா இயற்கை வள ஆதாரங்களைம்் பயன்படுத்தி அறிவியல் முறையில் விவசாயம்் செய்து அதிக மகசூலை, தொடர் பயன்தரும் வேளாண்மை முறையில் அடையலாம். மனிதனால் உருவாக்கம்்பட்ட செயற்கைக் கூட்டும்் பொருட்களான செனோபயாட்டிஸ் போன்ற பூச்சிக் கொல்லிகளை தவிர்த்தல் மூலம் மம்் மற்றும் சுற்றச்சூழல் மாசுபாட்டினை தடுக்கலாம். இதற்கு தாவரத் திசு வளர்ம்பு மற்றும் உயிர் தொழில்

நுட்பவியல் பெரும்பங்காற்றுகின்றன. சுற்றுச்சூழலைப் பாதிக்காத வகையில் இம்முறைகள் மூலம் சீனாவில் 50 புதிய நெல் ரகங்களும், 20 கோதுமை ரகங்களும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. பல புதிய, நோய் எதிர்ப்புத் திறன் கொண்ட, வைரஸ் இல்லாத தாவரங்கள், வறட்சியைத் தாங்கும் தாவரங்கள் வெற்றிகரமாக உருவாக்கம் பட்டுள்ளன. நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்தும் “நிஃம்” (Nif - Nitrogen fixing) ஜீனை பயறு அல்லாத தாவர வகைகளுக்கு மாற்றியமைத்தல் மூலம் மகசூல் அதிகரிக்கும். உயிர் தொழில் நுட்பவியல் மற்றும் திசு வளர்ப்பு முறைகளால் தொடர் பயன்தரும் வேளாண்மையில், உயிரி உரம், உயிரி பூச்சிக் கொல்லிகள், நோய் மற்றும் பூச்சி எதிர்ப்பு ரகங்களை நாம் ஜீன் மாற்று முறைகள் மற்றும் தனி செல் புரதம் மூலம் பெற்றிருக்கிறோம். திசு வளர்ப்பு முறையில் ஒன்றான நும்பரவல் முறையால் தனி செல் புரதம், மதிப்புமிக்க மருந்தும் பொருட்கள், ஜன்செங் வின்கா, செபாலிஸிலிருந்து “ஈமடின்”, போன்ற மூலிகை மருந்துகளைமம் தயாரிக்க முடிகின்றது.

எனவே முடிவாக, தொடர்பயன் தரும் வேளாண்மை என்பது இயற்கைக்கு எவ்வித பாதிப்பும் ஏற்படுத்தாத சூழல் நட்பு விவசாய முறையாகும். உணவு உற்பத்தியின் போது மம், மர், உயிரினம், சுற்றுச்சூழல் ஆகிய வள ஆதாரங்களுக்கு எவ்வித கேடும் ஏற்படுத்தாமல் விவசாயம் செய்ய இயலும். தொடர் பயன்தரும் வேளாண்மை என்பது

1. தரமான உணவு உற்பத்தியை பராமரிக்கவும் அல்லது மேம்படுத்தவும்,
2. மம், மர், உயிரினம், இவற்றை மனதைக்கவரும் வகையில் தரமிக்க நிலம் பரம்பாக மேம்படுத்தவும் அல்லது பராமரிக்கவும்,
3. சுற்றுச்சூழலுக்கு எவ்வித பாதிப்பும் ஏற்படுத்தாமலும்,
4. சிக்கனமான முறையாகவும் பொருளாதாரரீதியாக சாத்தியமானதாகவும்,
5. சமுதாயத்தால், அனைவராலும் ஏற்றுக்கொள்ளக் கூடிய ஒன்றாகவும் இருக்க வேண்டும்.

ஆகையால் தொடர்பயன்தரும் விவசாயத்தில், சுற்றுச்சூழலுக்கு உகந்த உரங்கள் மற்றும் பூச்சிக்கொல்லிகளை பயன்படுத்துதல், நவீன தொழில் நுட்பங்களை பயன்படுத்துதல், மேம்படுத்தப்பட்ட விதைகளை பயன்படுத்துதல், நவீன உழுதல் முறைகள், பூச்சிக்கட்டுப்பாட்டிற்கு, உயிரியல் கட்டுப்பாட்டு வழிமுறைகள், களைக்கட்டுப்பாட்டிற்கு பயிற்சுழற்சி முறை ஆகியவற்றைக் கையாள வேண்டும். தொடர்பயன்தரும் பம்னைகளில் காற்றாலை அல்லது சூரிய ஒளி ஆற்றல் பயன்படுத்தவும் வெளியிலிருந்து கட்டணம் செலுத்தி ஆற்றலைப் பெறுவதை தவிர்க்கவும் திட்டங்கள் உள்ளன. மேலும் மம்வளத்தை மேம்படுத்த இயற்கை உரங்கள், நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் பயறு வகைத் தாவரங்களை பசுந்தாள் உரங்களாகம் பயன்படுத்த வேண்டும். இதனால் வெளியிலிருந்து உரம் வாங்குவது தவிர்க்கப்படுகிறது. சுற்றுச் சூழலை எவ்வகையிலும் மாசுறாவம்ணம் பராமரிக்க வேண்டும் என்பதே முக்கியமானதாகும்.

அங்கக வேளாண்மை அல்லது இயற்கை வேளாண்மை என்பது செயற்கை உரங்களை தவிர்த்தல், பூச்சிக்கொல்லிகளை பயன்படுத்தாமல் இருத்தல், செயற்கை வளர்ச்சியூக்கிகளைமம், உயிரினங்களுக்கு அளிக்கும் உணவில் செயற்கை

துணைம்பொருட்களைப் பயன்படுத்தாமலிருத்தலும் ஆகும். இது பயிர் சுழற்சி முறை, பயிர் கழிவும் பொருட்கள், விலங்கின உரங்கள், பயறு வகைகள், தழை உரங்கள் பம்ணை கரிமக்கழிவும் பொருட்கள் உபயோகம், இயந்திர சாகுபடி முறை உயிரி பூச்சிக் கொல்லிகளைப் பயன்படுத்தி மம்வளத்தை கெடுக்காமல் பாதுகாத்தல், பயிர்களுக்கு ஊட்டம் பொருட்களை அளித்தல், களை மற்றும் பூச்சிகளின் பெருக்கத்தைத் தடுத்தல் போன்ற நடவடிக்கைகளால் பெற இயலும்.

## தன்மதிம்பீடு

### I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

1. நெல்லில் வெம்பு நோயை உருவாக்கும் நோம்பிரி எது?
 

அ. சொர்கோஸ்போரா பெர்சனேடா      ஆ. பைரிகுலேரியா ஒரைசே  
இ. சாந்தோமோனாஸ் சிட்ரி              ஈ. துங்கோ வைரஸ்
2. பைரிகுலேரியா ஒரைசேவின் இரம்டாம் நிலை ஒம்புயிர்த்தாவரம்
 

அ. ஒரைசா சட்டைவா                      ஆ. டிஜிடேரியா மாஜினேட்டா  
இ. அராக்கிஸ் ஹைபோஜியா        ஈ. சிட்ரஸ் தாவரம்
3. நிலக்கடலையில் டிக்கானோயை உருவாக்கும் நோம்பிரி எது?
 

அ. சொர்கோஸ்போரா பெர்சனேடா      ஆ. பைரிகுலேரியா ஒரைசே  
இ. சாந்தோமோனாஸ் சிட்ரி              ஈ. துங்கோ வைரஸ்

### II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.

4. தீவீர் மாற்ற காரணிகள் என்பவை யாவை?
5. மரபும் பொறியியல் என்றால் என்ன?
6. உயிரி உரம் என்பதை வரையறை செய்க.
7. உயிரி பூச்சிக் கொல்லி என்றால் என்ன?

### III ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.

8. உடல செல்கள் இணைவு பற்றி எழுது.
9. நோய் எதிர்ம்புத் திறன் மற்றும் அதனுடைய ரகங்களை விவரி.
10. தாவர அறிமுகம் பற்றி சிறுகுறிம்பு வரைக.
11. பன்மயம் பயிர்ப்பெருக்கம் பற்றி எழுது.
12. மைகோரைசா பற்றி எழுதுக.
13. தாவரம் பயிர்ப்பெருக்கத்தின் குறிக்கோள்கள் யாவை?
14. பயிர் மேம்பாட்டுக்கு மரம்பும்பொறியியலானது ஒரு கருவியாகம் பயன்படுவதை விவரி.
15. பயிர் மேம்பாட்டுக்கு தேர்ந்தெடுத்தல், பன்மயம் பயிர்ப்பெருக்கம் மற்றும் சடுதிமாற்றம் பயிர்ப்பெருக்கம் எவ்வாறு உதவுகின்றன?
16. உயிர் உரங்களைப் பற்றி ஒரு கட்டுரை வரைக.
17. "தொடர்பயன் தரு விவசாயம் ஒரு சூழல் நட்பு விவசாய முறையாகும்" – விளக்குக.

## 6.8 மருத்துவத் தாவரங்களும் நூம்ணுயிர்களும்

இந்தியா மருத்துவத் தாவரங்கள் அடங்கிய பெரும் செல்வத்தைப் பெற்றுள்ளது. தொன்றுதொட்டே, மனித இனம் நோய்களையும் உடலுக்கு ஏற்படும் பிற உபாதைகளையும் மக்க மற்றுக்கணக்கான மருத்துவத் தாவரங்களை, உபயோகித்து வருகிறது. இந்த அறிவுத் திறனை அவர்கள் பல வெற்றி தோல்விகள் மூலம் பெற்றனர். மிகம்பழமையான ரிக் வேதத்திலும், தாவரங்களின் மருத்துவம் பயன்கள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. வளர்ச்சி அடைந்த நாடுகளிலும் நோய்களை குணப்படுத்த தாவரங்கள் பிரபலமடைந்து வருகின்றன.

ஏறக்குறைய 70,000 தாவர சிற்றினங்கள், லைக்கன்கள் முதல் ஓங்கி வளரும் மரங்கள் வரை மருத்துவத் தாவரங்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சுமார் 500 தாவரங்கள் இது தொடர்பாக விரிவாக ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளன. உலகச் சுகாதார நிறுவன அறிக்கையின் படி, மனித நோய்களுக்கு பயன்படுத்தப்படும் மருந்தும் பொருட்கள் சுமார் 25 சதவீதம் தாவரங்களிலிருந்தே பெறப்படுகின்றன. ஆம்ர் வேதம், ம்னானி, சித்த மருத்துவம் போன்ற பல மருத்துவ முறைகளில் சுமார் 1,100 சிற்றினங்கள், இந்தியாவில் உபயோகப்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. இவற்றில் 600 முதல் 700 சிற்றினங்கள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 95 சதவீத மருத்துவத் தாவரங்களை தரிசு நிலங்களிலிருந்தும் காட்டுச் செடிகளிலிருந்தும் பெறுகிறோம். இவை தற்போது பயிரிடப்படுவதில்லை.

தற்போது பல பயன்படு தாவரங்களை விவசாயிகளுக்கு அறிமுகப்படுத்த முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றது. அபின் தரும் கசகசாச் செடி, இசம் கால் எனும் நார்ச்சத்து அளிக்கும் தாவரம், சிங்கோனா, பெல்லடோனோ, ளர்காட் போன்ற தாவரங்களை வளர்க்க சாகும்பு முறைகள் (Agronomic practices) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. தாவரங்களின் மருத்துவ குணங்களுக்குக் காரணம் அவற்றில் ஆல்கலாய்டுகள், கிளைக்கோஸைடுகள், கார்டிகோஸ்டிராய்டுகள் இன்றியமையாத எம்னெய்ம் பொருட்கள் போன்ற பல கூட்டு வேதிப்பொருட்கள் பல்வேறு விகிதங்களில் தாவரங்களில் அமைந்திருப்பதேயாகும். தற்காலத்தில் இவ்வாறு மருத்துவத் தாவரங்களிலிருந்து பெறப்படும் விலைமதிப்புள்ள மருந்தும்பொருட்கள் “உயிரி மருந்துகள்” என அழைக்கப்படுகின்றன.

சில முக்கிய மருத்துவத் தாவரங்களும் அவற்றின் மருந்து உற்பத்திப் பொருட்களும் பின் வருமாறு.

- மார்ஃபின் அதிவலிமைமிக்க வலி மக்கி மருந்தும் பொருள். மார்ஃபின் பம்பாவர் சாம்னிஃபெரம் என்ற அபின் தரும் பாம்பி செடியிலிருந்து பெறப்படுகிறது.
- மலேரியாக் காய்ச்சலை குறைக்க உதவும் மலேரிய எதிர்ப்பு மருந்து குயினைன் சிங்கோனா காலிசாயா மற்றும் சி. அஃபிசினாலிஸ் என்ற மரங்களிலிருந்து பெறப்படுகிறது.
- இருதய நோய் சிகிச்சைக்கான டிஜாக்ஸின் மருந்தும்பொருள் டிஜிடாலிஸ் என்ற தாவரத்திலிருந்து பெறப்படுகிறது.
- இருமலைத்தீர்க்க உதவும் எஃபிட்ரின் மருந்து, எஃபிட்ரா சைனிகா என்ற தாவரத்திலிருந்து பெறப்படுகிறது.

□ மன மற்றும் உடல் இறுக்கத்திலிருந்து விடுபட பயன்படுத்தப்படும் ‘ஜின்செங்’ என்ற மருந்து *பனாக்ஸ் ஜின்செங்* தாவரத்திலிருந்து கிடைக்கிறது.

## சாதாரணமாகக் கிடைக்கும் மருத்துவத் தாவரங்கள்

### 1. *அகாலிபா இன்டிகா*

இது யூபோர்பியேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. *அ.இன்டிகாவின்* வட்டார தமிழம் பெயர்கள் கும்பைமேனி மற்றும் பூனை மயக்கி ஆகும். இதன் வணிகம் பெயர் “இந்திய அகாலிபா” என்பதாகும். ம்ள்வட்ட வடிவ இலைகளைக் கொட்ட இந்த தாவரம் மிக சாதாரணமாகக் காணப்படும் மூலிகைச் செடி. 75 செ.மீ. உயரம் வரை வளரும் தாவரமாகும். மலர்கள் பசுமையான ஒருபால் மலர்கள் காட்கின் மஞ்சரிகளாக உள்ளன.

இதன் இலைகளை அரைத்துக் கிடைக்கும் பசை தீக்காயத்தின் மீது பூசப்படுகிறது. சேற்றும்பும் அல்லது தேமல் எனப்படும் தோல்வியாதியைப் போக்க, இந்தத் தாவரத்தின் இலைச்சாற்றோடு சுண்ணாம்பு கலந்து, நோய்க்கட பகுதியில் தோல் மீது பூசப்படுகிறது. புதிதாக தயாரிக்கப்பட்ட இலைச் சாற்றுடன் எம்ணெய் மற்றும் உம்பைக் கலந்து கீல்வாதம் அல்லது மூட்டு வீக்கம் மற்றும் சொறி சிறங்கு ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்தும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இலைகள் பொடியாக்கப்பட்டு, படுக்கைப் பும் (Bedsore) மற்றும் காயங்களில் ஏற்படும் பும் ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்த பயன்படுத்தப்படுகிறது. மருத்துவம் பயனுள்ள சேர்மங்களான *அகாலிபைன்* மற்றும் *டிரைஅசிடோநியாமின்* ஆகியவை இந்தத் தாவரத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் சையனோ ஜெனிக் குளுக்கோசைடு மற்றும் ஆல்கலாய்டுகள் உள்ளன.

### 2. *ஏகில் மார்மிலாஸ்*

இது ரூட்டேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. தமிழில் இதன் வட்டாரம் பெயர் வில்வம் என்பதாகும். இதன் வணிகம் பெயர் பேயர் கனி. மரமாக 6-லிருந்து 7.5 மீட்டர் வரை உயரமாகக் கிளைகளுடன் வளரக்கூடியது. நறுமணமுடையது; மரம்பட்டை சாம்பல் நிறமுடையது மற்றும் உரிமம் தன்மைபெற்றது. இலைகள் மூவிலை அல்லது ஐந்திலைக் கூட்டிலைகள். சிற்றிலைகள் ம்ள் வட்ட வடிவினது. மலர்கள் நல்ல மணமுடையவை; பசுமைகலந்த வெம்மை நிறமுடையவை மற்றும் கோண பானிகில் மஞ்சரியாக அமைந்தவை. இத்தாவரத்தில் உள்ள *மார்மிலோசின்*, *கூமாரின்* மற்றும் *டிரைடெர்பினாய்டுகள்* ஆகியவை மருத்துவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

செரிமானக் குறைபாடு தொடர்பான நலக்கேடுகளுக்கு இத்தாவரத்தின் காய் பயன்படுகிறது. இது குடல்வாழ் ஒட்டும்ணிகளை அழிக்கம் பயன்படுகிறது. ம்ம்ட நாட்களாக உள்ள வயிற்றுப்போக்கு மற்றும் சீதபேதியைக் குணப்படுத்துவதற்கும், இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதயம் மற்றும் மூளை ஆகிய வற்றின் திறனை மேம்படுத்த இது திரவ ஊட்டம்பொருளாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.

### 3. *சிசஸ் குவாட்ராங்குலாரிஸ்*

இந்த தாவரம் வைடேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. பிரம்டை என்பது தமிழில் இதன் வட்டாரம் பெயராகும். ‘ஹாட்ஜர்’ – எலும்பு இணைவி என்பது

வணிகம் பெயராகும். சாதாரணமாக குறும்புதர் போன்று வளரக்கூடியது. பற்றுக் கம்பிகளை உடையது; தம்டு நாற்கோணமுடையது மற்றும் இறக்கை போன்ற தம்டு விளிம்பு தட்டையானது. கணுக்கள் குறுகியவை. தனி இலைகள், ம்ள்வட்டவடிவின அல்லது சிறு ம்ரக வடிவை உடையவை, தடித்தவை மற்றும் தடித்த தோல் போன்றவை இலைகளுக்கு எதிர்ப்புறத்தில் சுருட்ட பற்றுக்கம்பிகள் உள்ளன. பிரசீன் மற்றும் டெட்ராசைகிலிக் ட்ரைடெர்பினாய்டுகள் எனப்படும் ஸ்டீராய்டுகள் இத்தாவரத்தில் உள்ள முக்கிய வேதிம் பொருட்களாகும்.

தூள் செய்யப்பட்ட தம்டு, வேர்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பசை எலும்பு முறிவுகளுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆஸ்துமா மற்றும் வயிறு தொடர்பான நலக்குறைவுகளுக்கு முழுத்தாவரமும் பயன்படுகிறது. 'மூலம்' எனப்படும் நோய்க்கு சிகிச்சை அளிக்க இதன் தம்டு பயனுள்ளதாகும். மூக்கு இரத்தக் கசிவுக்கு சிகிச்சை அளிக்க தம்டுச்சாறு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

#### 4. மைமோசா பூடிகா

இது மைமோசேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரம். தொட்டால் சிணுங்கி அல்லது தொட்டால் சுருங்கி என்பது இதன் வட்டார தமிழ் பெயராகும். பொதுவான, ஆங்கிலம் பெயர் டச்-மி-நாட். நிமிர்ந்த அல்லது வளைந்த முள் போன்ற வளரிகளை உடைய சிறு செடி; கூட்டிலைமடையது. 15 முதல் 20 இணை சிற்றிலைகள் இருவரிசைகளில் அமைந்துள்ளன. தொடு உணர்வு மிகுந்த இலைகள். மலர்கள் வெளிர் சிவம்பு நிறமுடையவை; கோண மலர்கள். காசநோய் மற்றும் வயிற்றும்போக்குக்கு இத்தாவரத்தின் வேரிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் கசாயம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மூல நோய், தோலில் ஏற்படும் சிறு காயங்கள், கக்குவான் இருமல் ஆகியவற்றை குணம்படுத்த இந்த தாவரம் பயனுள்ளதாகும். மைமோசின் எனப்படும் ஓர் ஆல்கலாய்டு இந்தத் தாவரத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

#### 5. சொலானம் நைக்ரம்

சொலானேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. தமிழில் இதன் வட்டாரம் பெயர் மணிதக்காளி அல்லது மணத்தக்காளி என்பதாகும். இதன் வணிகம் பெயர் பிளாக் நைட்ஷேட். இது ஒரு ஓராம்துத் தாவரம். கிளைகள் பலவற்றுடன், கூரிய வளரிகள் ஏதுமின்றி, நேராக - செங்குத்தாக 1 மீட்டர் உயரம் வரை வளரக்கூடிய தாவரம். இலைகள் ம்ள்வட்ட வடிவின; தூவிகள் அற்றவை. மலர்கள் வெம்மையானவை; இலைக்கோணம் பகுதியிலிருந்து தள்ளி சைம் மஞ்சரியாக உள்ளன. கனிகள் கோள வடிவான கருநிற பெர்ரியாகும். கல்லீரல் சிர்ரோசிஸ் முதலிய கல்லீரல் நோய்களுக்கு இந்தச் செடியின் சாறு நல்ல பலனைத் தருகிறது. காய்ச்சல், சீதபேதியைக் குணம்படுத்துவதோடு, சிறுமம்ம் பெருக்கை ஊக்குவிக்கிறது. சொலானின்கள் மற்றும் சபோனின் எனப்படும் மருத்துவம் பயனுள்ள, செயல்திறன் வாய்ந்த சேர்மங்கள் இந்தத் தாவரத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

#### மருத்துவத்தில் நுண்ணுயிர்கள்

பாக்டீரியங்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள் போன்ற நுண்ணுயிர்கள், உயிரெதிரம் பொருட்களை உருவாக்குகின்றன. நோயைத் தோற்றுவிக்கும் பாக்டீரியங்கள்



முதலான நோம்யிரிகளின் வளர்ச்சி மற்றும் வளர்சிதை மாற்றங்களைத் தடுத்து நிறுத்தி, அதேசமயம் ஒம்புயிரியை எவ்விதத்திலும் பாதிக்காத வகையில், வேறொரு உயிரினத்தால் உருவாக்கப்படும் பொருளே **உயிரெதிர்ம் பொருள்** எனப்படும். பெனிசில்லின், ஸ்ட்ரெம்டோமைசின், ஆரியோமைசின் மற்றும் குளோரோமைசிடின் முதலியவை உயிர் எதிர்ம் பொருள்களுக்கு சில எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

**பெனிசில்லின்** நன்கு அறியப்பட்ட உயிர் எதிர்ம்பொருள். இது *பெனிசில்லியம் நொட்டேட்டம்* எனும் மலம்பகம் பூஞ்சையிலிருந்து இது பெறப்படுகிறது. இதை வளர்ம்பு ஊடகத்தில் வளர்க்கும் போது பெனிசில்லின் எனப்படும் உயிர் எதிர்ம்பொருளை இந்தம் பூஞ்சை சுரக்கிறது. இந்தம் பொருளானது பிரித் தெடுக்கப்பட்டு, தூய்மைப்படுத்தப்பட்டு, உலர வைக்கப்படுகிறது. இது நிமோனியா முதலிய கிராம் பாசிடீவ் பாக்டீரியங்களுக்கு எதிராகத் திறம்பட செயல்படும் பொருளாகும். **ஸ்ட்ரெம்டோமைசின்** எனும் உயிர் எதிர்ம் பொருள், ஆக்டினோ மைசீட்ஸ் பிரிவைச் சேர்ந்த *ஸ்ட்ரெம்டோமைசின் கிரிசியஸ்* எனப்படும் இழை பாக்டீரியத்திலிருந்து பெறப்படுகிறது. சிறுமர்க்குழாய் தொடர்பான நோய்கள், எலும்புருக்கி நோய், மூளைச் சவ்வு பாதிப்பு (மெனிங்கைடிஸ்) நிமோனியா காய்ச்சல் போன்றவற்றை இது குணப்படுத்துகிறது.

**ஆரியோமைசின்** எனும் உயிர் எதிர்ம் பொருள், *ஸ்ட்ரெம்டோமைசின் ஆரியோபேசியன்ஸ்* எனப்படும் ஆக்டினோமைசீட்ஸ் பாக்டீரியாவிலிருந்து பெறப்படுகிறது. ஆஸ்டியோ மைலிடீஸ் எனும் எலும்பு நோய், கக்குவான் இருமல் மற்றும் கம்நோய்களுக்கு நல்ல மருந்தாகும். **குளோரோமைசிடின்** எனும் உயிர் எதிர்ம் பொருள், *ஸ்ட்ரெம்டோமைசின் வெனிசுலே* எனப்படும் ஆக்டினோமைசீட்டால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பேசில்லஸ் வகை பாக்டீரியங்களை அழிப்பதோடு, டைபாய்டு காய்ச்சலைம் இது குணப்படுத்துகிறது.

*ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் ஃம்பூமிகேடஸ்* எனும் பூஞ்சை உருவாக்கும் உயிர் எதிர்ம் பொருள் டைபாய்டு காய்ச்சல் மற்றும் சீதபேதி ஆகியவற்றை குணப்படுத்தும். பிறவகை பாக்டீரியங்களும், பலவகையான உயிர் எதிர்ம்பொருட்களை உருவாக்குகின்றன. *பேசில்லஸ் சம்டிலிஸ்* எனும் பாக்டீரியம் 60 வகை உயிர் எதிர்ம் பொருட்களை உற்பத்தி செய்கிறது. சிபிலிஸ் எனப்படும் பாலுறும்பு நோய்க்கு மருந்தாக *பேசில்லஸ் லைகனிபார்மிஸ்* எனப்படும் பாக்டீரியம் உருவாக்கும் பாசிட்ரேசின் உயிர் எதிர்ம் பொருள் பயன்படுகிறது. ம்ரிழிவு நோயாளிகளுக்கு சர்க்கரையின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவற்கும் இது பயன்படுகிறது. *எ.கோஸை* பாக்டீரியத்தினுள் மனித இன்சலின் உற்பத்திக்கான ஜீனை நுழைத்து அந்த இன்சலினை பாக்டீரியமே உற்பத்தி செய்ய்மாறு உருவாக்கிம்ள்ளனர். இந்த இன்சலின் “ஹிம்முலின்” என அழைக்கப்படுகிறது.

## 6.9. பொருளாதார முக்கியத்துவம்

பலவகையான தாவரங்கள் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையாகும். இவை பல்வேறுவழிகளில் மனிதர்களுக்கும் பயனுள்ளவையாகும். பயன்பாட்டுத் தன்மையின் அடிப்படையில் உணவுத் தாவரங்கள், நார்த்தாவாரங்கள், எம்னெய்த் தாவரங்கள் மற்றும் மர வேலைப்பாட்டுக்கான தாவரங்கள் என பல பிரிவுகளாக தாவரங்கள் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பிரிவையும் சார்ந்த பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாவரங்கள் சிலவற்றைம் பற்றி இம்போது பயிலலாம்.

## உணவுத் தாவரம் - நெல்

இதன் தாவரம் பெயர் - *ஓரைசா சடைவா*. போயேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. வெம்ப மம்டல தட்பவெம்ப நிலையில் சாகுபடி செய்யப்படும் முக்கியமான தானியம் பயிராகும். இது புல்வகையைச் சார்ந்த ஓராம்துத் தாவரமாகும். கிளைகளைக் கொட்ட பாணிகில் மஞ்சரியை உடையது. ஒவ்வொரு கிளைம்ம் முனையில் நெல்மணியைக் கொட்டது. IR-8. பொன்னி, கம்ணகி, காவேரி, கங்கா முதலிய நெல் ரகங்கள் அம்மைக் காலத்தில் வெளியிடப்பட்டு இந்தியாவில் சாகுபடி செய்யப்படுவையாகும்.

அரிசியே, கார்போஹைட்ரேட்களுக்கு முதன்மையான ஆதாரமாகும். தீட்டப்பட்ட அரிசி, குறைவான ஊட்டச் சத்தை உடையதாகும். வைக்கோல், கால்நடைத் தீவனமாகம் பயன்படுகிறது. ஜம்பானில், அரிசியைம் பயன்படுத்தி, மதுபானம் தயார் செய்யப்படுகிறது. அம்மைக் காலங்களில், தவிட்டிலிருந்து சமையல் எம்ணெய் பிரித்தெடுக்கம்படுகிறது. இது அரிசித் தவிட்டு எம்ணெய் எனம்படும். தவிட்டு எம்ணெயிலிருந்து பையோ-1௨சல் எம்ணெய் உற்பத்தி செய்யம்படுகிறது. உலக மக்கட் தொகையில் பாதி அளவினருக்கு அரிசியே முக்கியமான உணவாகும். குறிம்பாக, கீழை நாடுகளில் இதுவே அடிப்படை உணவாகும். நம் நாட்டில் நெல் சாகுபடி ஒன்றுதான் பெரும்பாலான மக்களுக்கு வருவாய்க்கான வழியாகும். அரிசியின் பயன்கள் பலவாகும். அவையாவன,

- அரிசிம்பொறி, உம்பதற்கு மொற மொறம்பாக (Crisp) இருக்கும். திடமான இது, உம்புச்சுவைம்டனோ அல்லது உம்பின்றியோ உம்ணம்படுகிறது.
- இடித்தோ அல்லது அழுத்தியோ தட்டையாக்கம்பட்ட புழுங்கலரிசி 'அவல்' எனம்படும். மக்காச்சோளம் பொறி போன்றே, காலை உணவுக்கு சிறந்த உணவாகும். பலவகையான உணவுகளைத் தயாரிக்க அவல் பயன்படுத்தம்படுகிறது.
- ஜம்பானில், அரிசியை நொதிக்க வைத்து 'சாகே' எனம்படும் முக்கியமான மதுபானம் தயாரிக்கம்படுகிறது.
- அரிசி ஆலையின் முக்கிய உபஉற்பத்திம்பொருள் தவிடாகும். இது கால் நடைத் தீவினமாகம் பயன்படுத்தம்படுகிறது.
- தவிட்டிலிருந்து, பெரும்அழுத்தக் கருவிகளைக் கொண்டு தவிட்டு எம்ணெய் பிழிந்தெடுக்கம்படுகிறது அல்லது கரைம்பான்களைம் பயன்படுத்தி தவிட்டிலிருந்து எம்ணெய் பிரித்தெடுக்கம்படுகிறது. சமையல் எம்ணெயாகவும், வனஸ்பதி, சோம் ஆகியவை தயாரிக்கவும் தவிட்டு எம்ணெய் பயன்படுகிறது. துணி மற்றும் தோல் தொழிற்சாலைகளிலும் இது பயன்படுத்தம்படுகிறது.
- தவிட்டு எம்ணெயைம் பிரித்தெடுக்கும்போது கிடைக்கும் உபபொருள் தவிட்டு மெழுகாகும். சாக்லேட் தொழிற்சாலையிலும், உதட்டுச் சாய உற்பத்தியிலும் இது பயன்படுத்தம்படுகிறது.

- செங்கற் சூளைகளில் எரிபொருளாக நெல் உமி பயன்படுகிறது. செங்கல் தயாரிப்பிலும் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- கால்நடைகளுக்கு தீவனமாக வைக்கோல் பயன்படுகிறது. வைக்கோலைப் பயன்படுத்தி அட்டைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. தொம்பிகள், கயிறுகள், பாய்கள் முதலியவற்றின் தயாரிப்பிலும் வைக்கோல் பயன்படுகிறது.

### எண்ணெய்த்தாவரம் – நிலக்கடலை

இதன் இருசொற்பெயர் *அராகிஸ் ஹெம்போஜியா* இது ஃபேபேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. ஓராம்டுக்குக் குறைவாக வாழ்வது. நிலம்பரம்புக்கு அடியில் இத்தாவரத்தின் கனிகள் முதிர்ச்சியடைவதால், இத்தாவரத்திற்கு நிலக்கடலை எனப்பெயரிடப்பட்டது.

வறுத்த விதைகள் உம்ணப்படுகின்றன. விதைகளிலிருந்து எண்ணெய் பிழிந்தெடுக்கப்படுகிறது. இந்த எண்ணெய் சமையலுக்கு உகந்ததாகும். இதிலிருந்து தாவர நெய் தயாரிக்கப்படுகிறது. கால் நடைகளுக்குத் தீவனமாக பிம்ணாக்கு பயன்படுகிறது. எண்ணெயில் கொழுப்பு அமிலங்களும் புரதங்களும் நிறைந்துள்ளன.

### பொருளாதார முக்கியத்துவம்

- நிலக்கடலை எண்ணெய் முக்கியமான உணவு எண்ணெயாகும். சமையலுக்கும் பல வகைகளில் இது பயன்படுகிறது. வனஸ்பதி தயாரிப்பில் இது முக்கியமான எண்ணெயாகும்.
- நிலைக்கடலைப் பரும்பு அதிக அளவு புரதங்களைக் உடையது; விலை மலிவானது. பரும்பானது, உம்பு கலந்து வறுத்து வறுத்தோ உம்ணப்படுகிறது. பலவகையான உணவும் பொருட்களில் இது சேர்க்கப்படுகிறது.
- வறுத்து, விதைமறை மக்கி வெம்மையாக்கப்பட்ட பரும்புகளை அறைத்துத் தயாரிக்கப்படும் மாவு, உணவு ஊட்டச்சத்து மிகுந்தாகும்.
- சோம்பு தயாரிப்பில் ஓரளவிற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- விளக்கேற்றவும், உயவு எண்ணெயாகவும் பயன்படுகிறது.
- கால்நடைத் தீவனமாகவும், பயிர்களுக்கு கரிம உரமாகவும் நிலக்கடலைப் பிம்ணாக்கு பயன்படுகிறது.
- நிலக்கடலையின் கனித்தோல் ஊக்குவிக்கப்பட்ட கார்பன் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- கனிகள் பறிக்கப்பட்ட பின், பசுமையான அல்லது உலர்த்தப்பட்ட நிலக்கடலைச்செடி கால்நடைகளுக்கு நல்ல தீவனமாகும்.

### நார்த்தாவரம் – பருத்தி

இதன் தாவரம் பெயர் *காசிம்பியம் பார்படென்ஸ்* இது மால்வேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. மால்வேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்த பல தாவரங்கள், நார்களைத்

தருகின்றன. *காசிம்பியம் பார்படென்ஸ்* (எகிம்து பருத்தி) மற்றும் *காசிம்பியம் ஹிர்கூட்டம்* முதலியவை இழை தரும் தாவரங்களாகும். விதைமற்றையின் மேற்பரப்பில் இழைகள் தோன்றுகின்றன. எனவே, இவை **மேற்பரம்பு இழைகள்** எனப்படும். இந்த இழைகளைச் சார்ந்தே ஏறக்குறைய எல்லா துணி ஆலைகளும் உள்ளன. தலையணைகள் மற்றும் திட்டுகள் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்க பருத்தி பயன்படுகிறது. இரம்பர் டயர்கள், தரை விரிம்புகள், கம்பளங்கள் மற்றும் கயிறுகள் முதலியவற்றின் தயாரிப்புக்கு பருத்தி பயன்படுகிறது.

### **பொருளாதார முக்கியத்துவம்**

- பருத்தி ஒரு பணம்பயிராகும்.
- பருத்தி இழை, உணவும் பொருள் மற்றும் மாட்டுத்தீவனம் என்று மூன்று முக்கியம் பொருட்கள் பருத்தியிலிருந்து கிடைக்கின்றன.
- பருத்தி இழைகளில் ம்ளமாக இருக்கும் 'லின்ட்' எனப்படும் இழை துணி தயாரிப்பதற்கு பயன்படுகிறது. துணி ஆலைகளின் முக்கியம் பொருளாகவும் விளங்குகிறது.
- விதைகளிலிருந்து எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது. வனஸ்பதி தயாரிப்புக்கு இது மிகவும் பயன்படுகிறது.
- பருத்தி விதை மாவு, ரொட்டி மற்றும் பிஸ்கட் தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- பருத்தி விதைப்பிம்ணாக்கு நல்லதொரு கரிம உரமாகும்.
- எண்ணெயிலிருந்து கிடைக்கும் கொழுப்பு அமிலங்கள், பூச்சிக்கொல்லிகள், பூஞ்சைக் கொல்லிகள் மற்றும் பிளாஸ்டிக் முதலியவற்றைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

### **மரவேலைப்பாட்டுக்கான தாவரம் – தேக்கு**

இதன் தாவரம் பெயர் *டெக்டோனா கிரான்டிஸ்*. இது வெர்பினேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இது மரமாக நெடிதுயர்ந்து வளரும் இலைம்திர் தாவரமாகும். செல் பூச்சிகளின் தாக்குதலை எதிர்த்து நிற்கக்கூடியது. அதாவது செல் பூச்சியினால் இதன் மரக்கட்டை அரிக்கப்படுவதில்லை. சாற்றுக்கட்டை வெம்மையானது, மையக்கட்டை அல்லது வைரக்கட்டை பசுமையானது; மணமுடையது. இத்தாவரத்தின் கட்டை ம்மட நாட்களுக்கு மணத்துடன் உள்ளது. இது உறுதியானது; ம்மட காலம் உழைக்கக்கூடியது; மெருகேற்கும் தன்மைபெற்றது. இந்தியாவில் தேக்குமரம் நாற்காலி, மேசை, கட்டில் போன்ற பொருட்கள், கட்டிடம் பொருட்கள், ஒட்டும்பலகைகள், இரயில்வே ஸ்லீப்பர் கட்டைகள் முதலியவற்றை செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன. கம்பல்கள் மற்றும் பாலங்கள் இந்த மரத்தைப் பயன்படுத்தி கட்டப்படுகின்றன.

### **பொருளாதார முக்கியத்துவம்**

- தேக்குமரம் மிடித்து உழைக்கக்கூடியது. வெம்ப மம்மடல நாடுகளில் இது முக்கியமான மரக்கட்டையாகும். பக்குவப்படுத்தப்பட்ட தேக்கு மரக்கட்டை

சுருக்கமடைவதில்லை; வெடிம்புறுவதில்லை மற்றும் இதன் வடிவம் மாறுவதில்லை. வீட்டு மரச்சாமான்களைச் செய்வதற்கு இது அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

- கம்பல் படகு முதலியவற்றைக் கட்டுவதற்கும் பயன்படுகின்றன.
- கட்டிடத்தின் உள் அலங்கார வேலைகளுக்கு இது பயன்படுகிறது.
- மரம்பலகைகளைத் தயாரிக்கவும் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது.

### தன்மதிப்பீடு

#### I. சரியான தெரிவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும்.

1. அகாலிபைன் \_\_\_\_\_லிருந்து எடுக்கப்படுகிறது.  
அ. அகாலிபா இம்டிகா ஆ. ஏகில் மார்மிலாஸ்  
இ. சிசஸ் குவாட்ராங்குலாரிஸ் ஈ. மைமோசா பூடிகா
2. வில்வம் தாவரத்தின் இருசொற்பெயர்  
அ. அகாலிபா இம்டிகா ஆ. ஏகில் மார்மிலாஸ்  
இ. சிசஸ் குவாட்ராங்குலாரிஸ் ஈ. மைமோசா பூடிகா

#### II. இரண்டு அல்லது மூன்று வாக்கியங்களில் விடையளிக்கவும்.

3. உயிர் மருந்து என்பதை வரையறு.
4. ஏகில் மார்மிலாஸ் தாவரத்தின் இரு மருத்துவம் பயன்களை எழுதுக.
5. சொலானம் நைக்ரத்தின் மருத்துவம் பயன்களை எழுதுக.
6. ஹிம்மிலின் என்றால் என்ன?

#### III ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் 100 வார்த்தைகளுக்கு மிகாமல் விடையளிக்கவும்.

7. மருத்துவத்தில் நும்னூயிர்கள் பற்றி சிறு குறிப்பு எழுது.
8. தேக்கின் பொருளாதார முக்கியவத்தை எழுது.
9. நிலக்கடலையின் பொருளாதாரம் பயன்கள் பற்றி சுருக்கமாக தொகுத்தெழுது.
10. நெல்லின் பொருளாதாரப் பயன்களை குறிப்பிடுக.

### Reference

1. Diseases of crop plants of India by G. Rangaswami, Practice Hall of India, 1966.
2. A Textbook of economic botany by Sambamoorthy and Subramaniam, 1989.
3. Economic botany - Plants in the world by Sompson, Conner and Ogorzaly, 1986.