

# APPOLO STUDY CENTRE

## LIFE SCIENCE TEST - 7

12ம் வகுப்பு தாவரவியல்

1.	தாவரங்களில் பாலிலா இனப்பெருக்கம் மற்றும் பாலினப்பெருக்கம் (F)
2.	பாரம்பரிய மரபியல்
3.	குரோமோசோம் அடிப்படையிலான பாரம்பரியம்
4.	உயிரிதொழில்நுட்பவியல் நெறிமுறைகளும் செயல்முறைகளும்
5.	தாவரத் திசு வளர்ப்பு (f)
6.	சூழ்நிலையியல்
7.	சூழல்மண்டலம்
8.	சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகள்
9.	பயிர் பெருக்கம் (f)
10.	பொருளாதாரப் பயனுள்ள தாவரங்களும் தொழில்முனைவுத் தாவரவியலும்

## 12th Botany

தாவரவியல்

அலகு- 1 தாவரங்களில் பாலிலா இனப்பெருக்கம் மற்றும் பாலினப்பெருக்கம்

உலகில் வாழும் உயிரினங்களின் அத்தியாவசியமான பண்புகளில் ஒன்று இனப்பெருக்கம் ஆகும். உலகில் சிற்றினங்கள் நிலைத்திருப்பதற்கும், வேறுபாட்டின் மூலம் தகுந்த மாற்றங்களுடன் சந்ததிகள் தொடர்ந்து வாழ்வதற்கும் இனப்பெருக்கம் ஒரு முக்கியமான நிகழ்வாக உள்ளது. தாவர இனப்பெருக்கம் தாவரங்கள் நிலைத்து வாழ்வதற்கு மட்டுமல்லாமல், தாவரங்களை நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ சார்ந்து வாழும் மற்ற எல்லா உயிரினங்களும் தொடர்ந்து நிலைத்து வாழ்வதற்கு முக்கியமானதாக உள்ளது. பரிணாமத்தில் இனப்பெருக்கம் ஒரு முக்கிய பங்காற்றுகிறது. இந்த அலகில் தாவர இனப்பெருக்கத்தைப் பற்றி நாம் விரிவாக காண்போம்.

**தாவர கருவியலின் மைல்கற்கள்:**

1682 –நெகமய்யா குரூவ் - மலரின் ஆண் உறுப்பை மகரந்தத்தாள் என்று குறிப்பிட்டுள்ளார்.

1694 –R.J. கேமராரியஸ் - மலர், மகரந்தப்பை, மகரந்தத்துகள் மற்றும் சூல் அமைப்பு பற்றி விவரித்துள்ளார்.

1761 –J.G. கோல்ரூட்டர் - மகரந்தச் சேர்க்கையில் பூச்சிகளின் முக்கியத்துவம் பற்றி விரிவான தொகுப்பு தந்துள்ளார்.

1824 –G.B. அமிசி மகரந்தக் குழாயைக் கண்டறிந்தார்.

- 1848 - ஹாப்மீய்ஸ்டர் - நான்மய மகரந்தத்துகள் (Pollentetrad) அமைப்பு பற்றி விளக்கியுள்ளார்.
- 1870 - ஹான்ஸ்மேன் - கேப்சில்லா மற்றும் அலிஸ்மா தாவரங்களில் கரு வளர்ச்சி பற்றி விவரித்துள்ளார்.
- 1878-E. ஸ்ட்ராஸ்பர்கர் - பல்கரு நிலையை பதிவு செய்துள்ளார்.
- 1884 & 1898 - E. ஸ்ட்ராஸ்பர்கர் - கேமீட்களின் இணைவைக் கண்டறிந்தார்.
- 1899 - S.G. நவாஸ்ஸின் மற்றும் L கினார்டு இருவரும் தனித்தனியாக இரட்டைக் கருவுறுதலைக் கண்டுபிடித்தனர்.
- 1904 - E. ஹேன்னிங் - செயற்கை முறையில் கரு வளர்ச்சியைத் தொடங்கினார்.
- 1950 - D.A ஜோஹான்சன் - கரு வளர்ச்சி பற்றிய வகைப்பாட்டினை முன் மொழிந்தார்.
- 1964 -S. குகா மற்றும் S.C. மகேஸ்வரி - டாட்ரோ தாவர மகரந்தத்துகள்களில் இருந்து ஒருமடிய தாவரங்களை உருவாக்கினர்.
- 1991 - E.S. கோன் மற்றும் E.M. மேயரோவிட்ஸ் மலர் பாகங்களின் தோன்றுதல் நிலை மற்றும் வளர்ச்சி குறித்த மரபியலை விளக்கும் யுடிஊ முன்மாதிரியை முன்மொழிந்தனர்.
- 2015 -K.S. கிருஷ்ண மூர்த்தி -பூக்கும் தாவரங்களில் கருவுறுதலுக்கு முன் மற்றும் இனப்பெருக்க வளர்ச்சி பற்றிய மூலக்கூறு அம்சங்களை தொகுத்துள்ளார்.

#### பஞ்சனன் மகேஸ்வரி (1904 - 1966)

பேராசியர் மகேஸ்வரி தாவர கருவியல், புற அமைப்பியல், உள்மைப்பியல் போன்ற பிரிவுகளில் சிறப்பு பெற்ற ஒரு தாவரவியல் வல்லுநராவார். இவர் 1934-ஆம் ஆண்டு இந்திய அறிவியல் கழகத்தின் சிறப்பு தேர்வு உறுப்பினரானார். 1950-ஆம் ஆண்டு “அன் இன்ட்ரோடக்ஷன் டு தி எம்பிரியாலஜி ஆப் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்ஸ்”(An introduction to the Embryology of Angiosperms) என்ற தலைப்பில் ஒரு புத்தகம் வெளியிட்டார். இவர் 1951-ஆம் ஆண்டு “தாவர புற அமைப்பியல் வல்லுநர்களுக்கான பன்னாட்டு கழகத்தை (International Society for plant Morphologists) நிறுவினார்.

பொதுவாக உயிரினங்களின் இனப்பெருக்கம் கீழ்க்காணும் இரண்டு பிரிவுகளில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

1. பாலிலா இனப்பெருக்கம்
2. பாலினப் பெருக்கம்

#### பாலிலா இனப்பெருக்கம் (Asexual Reproduction):

கேமீட்கள் ஈடுபடாமல் தன்னுடைய சொந்த சிற்றினங்களை பெருக்குவதற்கு உதவும் இனப்பெருக்க முறை பாலிலா இனப்பெருக்கம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. பதினோராம் வகுப்பில் அலகு 1-லிருந்து இனப்பெருக்கம் உயிரினங்களின் ஒரு முக்கிய பண்பு என்பதை தெரிந்துக் கொண்டோம். மேலும் இங்கு பல்வகை இனப்பெருக்கம் பற்றி விவரித்துள்ளோம். பரிணாமத்தில் கீழ்நிலைத் தவாரங்கள், பூஞ்சைகள், விலங்குகளில் பல்வகை பாலிலா இனப்பெருக்க முறை காணப்படுகிறது. கொனிட்யங்கள் தோற்றுவித்தல் (ஆஸ்பர்ஜில்லஸ், பெனிசிலியம்), மொட்டு விடுதல் (ஈஸ்ட், ஹைட்ரா), துண்டாகுதல் (ஸ்பைரோகைரா), ஜெம்மா உருவாதல் (மார்கான்ஷியா), மீளுருவாக்கம், (பிளனோரியா) மற்றும் இரு பிளவுருதல் (பாக்டீரியங்கள்) போன்றவை சில பாலிலா இனப்பெருக்க முறைகளாகும். (பதினோராம் வகுப்பில் அலகு 1ல் உள்ள பாடம் ஒன்றைக் காண்க) இந்த இனப்பெருக்க முறையில் தோன்றும் உயிரினங்கள் புற அமைப்பிலும், பரபியலிலும் ஒத்திருப்பதால் நகல்கள் (clones) என்று அறியப்படுகின்றன. உயர்தாவரங்களும் பாலிலா இனப்பெருக்கத்தின் போது பல முறைகளை பின்பற்றுகின்றன. அவை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

## தலைவழி பெருக்கம் (Vegetative propagation)

### இயற்கை முறைகள் (Natural methods):

இயற்கையாக தலைவழி இனப்பெருக்கத்தில் மொட்டுகள் வளர்ந்து புதிய தாவரங்களைத் தருகின்றன. மொட்டுகள் வேர், தண்டு, இலை போன்ற உறுப்புகளில் தோன்றலாம். ஒரு குறிப்பிட் நிலையில் புது தாவரம் பெற்றோர் தாவரத்திலிருந்து பிரிக்கப்பட்டு புதிய தாவரமாக உருவாகிறது. சில தலைவழி இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடும் தாவர உறுப்புகள் சேமிப்பு மற்றும் பல ஆண்டு வாழும் தன்மை உடையதாகும். தாவர இனப்பெருக்கத்திற்கு பயன்படும் அலகு இனப்பெருக்க உறுப்புகள் (reproductive propagules) அல்லது பரவல் உறுப்புகள் (Diaspores) என்று அறியப்படுகின்றன. தலைவழி இனப்பெருக்கத்திற்கு உதவுகின்ற சில உறுப்புகளின் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

### வேரில் தலைவழி இனப்பெருக்கம் (Vegetative reproduction in roots):

சில தாவரங்களின் வேர்களில் தலைவழி அல்லது மாற்றிட மொட்டுகள் தோன்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: முரையா, டால்பர்ஜியா மற்றும் மில்லிங்டோனியா. சில கிழங்கு வடிவ மாற்றிட வேர்கள் மொட்டுகளை தோற்றுவிப்பதைத் தவிர உணவையும் சேமிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டு: ஐப்போமியா பட்டாட்டஸ் மற்றும் டாலியா. தகுந்த சூழ்நிலைகளில் மொட்டுகள் கொண்ட வேர்கள் தாய் தாவரத்திலிருந்து பிரிந்து தனித் தாவரமாக வளர்கின்றன.

நீர்நிலைகளை பாதிக்கும் நீர் ஹையாசிந்த் (ஐக்கார்னியா கிராசிப்பஸ்) என்ற தாவரம் நீர் நிலைகளான குளம், ஏரி மற்றும் நீர் தேக்கங்களில் ஊடுருவும் களையாகும். இது பொதுவாக "வங்கத்தின் அச்சுறுத்தல்" என்று அறியப்படுகிறது. இது வேகமாக பரவி நிரில் கலந்துள்ள ஆக்ஸிஜனை குறைத்து மற்ற நீர்வாழ் உயிரினங்கள் மடிய காரணமாகிறது.

### தண்டில் தலைவழி இனப்பெருக்கம் (Vegetative reproduction in stems):

பதினோராம் வகுப்பில் அலகு 3-லிருந்து பல்வகை தரைகீழ் தண்டு மற்றும் தரை ஓட்டிய தண்டின் உருமாற்றங்களை பற்றி நீங்கள் நன்கு அறிந்திருப்பீர்கள். இலைகளில் மட்டநிலத் தண்டு (மியூசா பாரடிசியாக்கா மற்றும் ஜின்ஜி.பெர் அ.பிசினாலே, குர்குமா லாங்கா), தரையடிக்கிழங்கு (அமோர்போபாலஸ் மற்றும் கொலகேஸியா), கிழங்கு (சொலானம் டியூபரோசம்), குமிழ்த்தண்டு (அல்லியம் சீப்பா மற்றும் வில்லியம்), ஓடு தண்டு (சென்டெல்லா ஏசியாட்டிகா), வேர்விடும் ஓடுதண்டு (மென்தா மற்றும் .பிரகேரியா), நீர் ஓடு தண்டு (பிஸ்டியா, ஐக்கார்னியா), தரைகீழ் உந்து தண்டு (கிரைசாந்திம்), சிறு குமிழ் மொட்டுக்கள் (டயாஸ்காரியா, அகேவ்), மட்டநிலத்தண்டின் கணுவின் கோணமொட்டு மற்றும் கிழங்கின் கண் அமைப்பிலிருந்தும் புதிய தாவரங்கள் தோன்றுகின்றன.

### இலையில் தலைவழி இனப்பெருக்கம் (Vegetative reproduction in leaf):

சில தாவரங்களில் இலைகளில் மாற்றிடத்து மொட்டுகள் தோன்றுகின்றன. இவை பெற்றோர் தாவரத்திலிருந்து பிரிந்து புதிய தனி தாவரங்களாக வளர்கின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: பிரையோ.பில்லம், சில்லா, பெகோனியா, பிரையோ.பில்லத்தில் சதைப்பற்றுள்ள மற்றும் விளம்பில் பள்ளங்களுடைய இலைகள் உள்ளன. இப்பள்ளங்களில் வேற்றிட மொட்டுகள் தோன்றுகின்றன. இவை இலைவளர் மொட்டுகள் (epiphyllous buds) என்று அறியப்படுகின்றன. இலை அழுகியதும் இவ்வமைப்புகளில் வேர் தொகுப்பு உருவாகி தனி தாவரங்களாக மாறுகின்றன. சில்லா ஆற்று மணலில் வளரும் ஒரு குமிழ்தண்டு தாவரமாகும். இதன் தலை இலைகள் நீண்டும், குறுகியும் உள்ளன. இவற்றின் நுனியில் இலைவளர் மொட்டுகள் தோன்றி அவை தரையை தொட்டவுடன் புது தனி தாவரங்களாக மாறுகின்றன.

### இயல்பு தலைவழி இனப்பெருக்கத்தின் நன்மைகள்: (Advantages of natural vegetative reproduction)

- இனப்பெருக்கத்திற்கு ஒரு பெற்றோர் மட்டும் போதுமானது.
- தோன்றிய புதிய தாவரம் ஒத்த மரபணுதன்மையுடையவை.
- சில தாவரங்களில் இது எளிதில் பரவுதலுக்கு உதவுகிறது. எடுத்துக்காட்டு, ஸ்பைனி.பெக்ஸ்

- தோட்டக்கலை வல்லுநர்களும், விவசாயிகளும் இயல்பான தலைவழி இனப்பெருக்கம் செய்ய உதவும் இந்த உறுப்புகளை பயிற்சிக்கத்திற்கு பயன்படுத்துகின்றனர் மற்றும் பெரிய அளவில் தவாரங்களை அறுவடை செய்யவும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

### இயல்பு தழைவழி இனப்பெருக்கத்தின் தீமை (Disadvantages of natural vegetative reproduction):

- புதிதாக உருவாகும் தாவரங்களில் மரபணுசார் வேறுபாடு காணப்படுவதில்லை.

### செயற்கை முறைகள் (Artificial Methods):

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள இயல்பு தலைவழி இனப்பெருக்க முறைகளைத் தவிர வேளாண்மையிலும், தோட்டக்கலையிலும் அவற்றின் உறுப்புகளிலிருந்து தாவரங்களை பெருக்குவதற்கு பல வழிமுறைகள் பயன்படுத்துகின்றன. இவை செயற்கை இனப்பெருக்க முறைகளாகும். சில செயற்கை இனப்பெருக்க முறைகள் மனிதர்களால் நீண்ட காலமாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை பாரம்பரிய முறைகளாகும் (conventional methods). அன்மைக்காலங்களில் குறைந்த நேரத்தில் கூடுதலான எண்ணிக்கையில் தாவரங்களை உருவாக்க தொழில்நுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்முறைகளை நவீன முறைகள் (modern methods) என்று அழைக்கலாம்.

### பாரம்பரிய முறைகள் (Conventional methods):

பொதுவான பாரம்பரிய முறைகளில் போத்துநடுதல், ஒட்டுதல், பதியம் போடுதல் போன்றவை அடங்கும்.

1. **போத்துகள் (Cutting):** இம்முறையில் பெற்றோர் தாவரத்திலிருந்து வேர், தண்டு, இலை போன்ற பாகங்களை போத்துகளாக பயன்படுத்தலாம். வெட்டிய பகுதிகள் தகுந்த ஊடகத்தில் வைத்தபின் புதிய தாவரம் உருவாகிறது. இது வேர்களை உருவாக்கி புதிய தவாரமாக வளர்கிறது. பயன்படுத்தப்படும் பாகத்தின் அடிப்படையில் வேர் போத்துகள் (மாலஸ்), தண்டு போத்துகள் (ஹைபிஸ்கஸ், போகன்வில்லா, மொரிங்கா), இலை போத்துகள் (பிகோனியா, பிரையோ. பில்லம்), தண்டு போத்துகளே பெரும்பாலும் இனப்பெருக்கத்திற்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
2. **ஒட்டுதல் (Grafting):** இம்முறையில் இரண்டு வெவ்வேறு தாவரங்களின் பாகங்கள் தாவரம் ஒட்டுத்தண்டு (scion) என்றும் அறியப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: எலுமிச்சை, மா மற்றும் ஆப்பிள், வேர்கட்டை மற்றும் ஒட்டுத்தண்டு இடையே ஏற்படும் இணைப்பைச் சார்ந்து பல்வகை ஒட்டுதல் உள்ளன. அவை
  1. மொட்டு ஒட்டுதல்
  2. அணுகு ஒட்டுதல்
  3. நா ஒட்டுதல்
  4. நுனி ஒட்டுதல்
  5. ஆப்பு ஒட்டுதல் என்பனவாகும்.
3. **மொட்டு ஒட்டுதல் (Bud grafting):** வேர்கட்டையில் ஒரு T- வடிவ கீறல் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. பின்பு மரப்பட்டை தூக்கப்படுகிறது. சிறிது கட்டையுடன் சேர்ந்த ஒட்டுத்தண்டு மொட்டு கீறலில் பட்டைக்கு கீழே வைக்கப்படுகிறது. பிறகு இது சரியாக ஒரு டேப் பயன்படுத்தி சுற்றப்படுகிறது.
4. **அணுகு ஒட்டுதல் (Approach grafting):** இம்முறையில் வேர்கட்டை, ஒட்டுத்தண்டு இரண்டுமே வேருன்றியுள்ளன. வேர்கட்டை ஒரு தொட்டியில் வளர்க்கப்படுகிறது. இது ஒட்டுத்தண்டின் நெருக்கமாக கொண்டு வரப்படுகிறது. இரண்டும் ஒரே அளவு தடிப்படையதாக இருத்தல் அவசியம். இரண்டிலும் ஒரு சிறிய சீவல் வெட்டப்பட்ட நீக்கப்படுகிறது. இரண்டின் வெட்டப்பட்ட பரப்புகளும் ஒன்றையொன்று நெருக்கமாக கொண்டு வரப்பட்டு கட்டப்பட்டு ஒரு டேப்பினால் சுற்றப்படுகின்றன. 1 – 4 வாரங்களுக்கு பிறகு வேர்கட்டையின் நுனியும் ஒட்டுத்தண்டின் அடியும் நீக்கப்பட்டு தனித்தனி தொட்டியில் வளர்க்கப்படுகின்றன.
5. **நா ஒட்டுதல் (Tongue grafting):** ஒரே பருமனுடைய ஒட்டுத்தண்டு மற்றும் வேர் கட்டையை சாய்வாக வெட்டி ஒட்டுத்தண்டை வேர்கட்டையுடன் டேப் பயன்படுத்தி ஒட்ட வேண்டும்.

4. **நுனி ஒட்டுதல்(Crown grafting):** வேர்கட்டை அளவில் பெரியதாக இருக்கம்போது ஒட்டுக்கட்டைகள் ஆப்பு வடிவத்தில் வெட்டப்பட்டு, வேர்கட்டையில் உண்டாக்கப்பட்ட பிளவில் அல்லது பள்ளத்தில் செருகப்படுகின்றன. பின்பு இவை நிலையான ஒட்டுதல் மெழுகு பயன்படுத்தி நிலை நிறுத்தப்படுகிறது.

5. **ஆப்பு ஒட்டுதல் (Wedge grafting):** இம்முறையில் வேர் கட்டையில் துளை அல்லது மரப்பட்டையில் வெட்டு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. ஒட்டுத்தண்டின் குச்சு கிளையை இதில் சொருகச் செய்து உறுதியாக இணைத்து, இரண்டின் கேம்பியமும் இணைக்கப்படுகின்றன.

**பதியம் போடுதல் (Layering):** இம்முறையில் பெற்றோர் தாவரத்தின் தண்டு தாவரத்தோடு ஒட்டியிருக்கும் போது அதிலிருந்து வேர்கள் தோன்றுவதற்கு தூண்டப்படுகிறது. வேர் தோன்றியபின் வேர் பகுதி வெட்டி நீக்கப்பட்டு புதிய தாவரமாகிறது. எடுத்துக்காட்டுகள்: இக்சேரா மற்றும் ஜாஸ்மினம், மண்முட்டு பதியம் மற்றும் காற்று பதியம் போன்றவை சில வகை பதியங்களாகும்.

1. **மண்முட்டு பதியம் (Mound layering):** நெகிழ்வுத்தன்மையுடைய கிளைகள் பெற்ற தாவரங்களில் இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவைகளுடைய அடிகிளையை வளைத்து தரைப் பகுதிக்கு எடுத்துச் சென்று தண்டு மண்ணினுள் புதைக்கப்படுகிறது. தண்டின் நுனி தரையின் மேல் உள்ளது. புதைத்த தண்டிலிருந்து வேர்கள் தோன்றிய பின் பெற்றோர் தாவரத்திலிருந்து வெட்டப்படுவதால், புதைந்த பகுதி தனி தாவரமாக வளர்கிறது.
2. **காற்று பதியம் (Air layering):** இதில் தண்டு கணுப்பகுதியில் செதுக்கப்படுகிறது. இப்பகுதியில் வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் சேர்ப்பதால் வேர் உருவாதலை தூண்டுகிறது. இப்பகுதி ஈரப்பதமான மண்ணால் மூடப்பட்டு பாலிதீன் உறையிடப்படுகிறது. 2 – 4 மாதத்திற்குள் இக்கிளைகளிலிருந்து வேர்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு வேர்கள் தோன்றிய கிளைகள் பெற்றோர் தாவரத்திலிருந்து நீக்கப்பட்டு தனி தொட்டி அல்லது தரையில் வளர்க்கப்படுகின்றன.

#### பாரம்பரிய முறைகளின் நிறைகள் (Advantages of conventional methods):

- பாரம்பரிய முறைகளின் மூலம் உருவாக்கப்படும் தாவரங்கள் மரபணு ரீதியாக ஒரே மாதிரியானவை.
- இம்முறையின் மூலம் அதிக தாவரங்களை குறுகிய காலத்தில் உருவாக்கமுடியும்.
- சில தாவரங்களின் விதைகளை உருவாக்குவதில்லை அல்லது மிகக் குறைவான விதைகளை உருவாக்கும். இன்னும் சில தாவரங்களில் உருவாக்கப்படும் விதைகள் முளைப்பதில்லை. இத்தகைய எடுத்துக்காட்டுகளில் இம்முறைகளின் மூலம் குறுகிய காலத்தில் அதிக தாவரங்களை உருவாக்க முடியும்.
- தலைவழி இனப்பெருக்கம் மூலம் அதிக செலவில்லாமல் ஒரு சில தாவரங்களை பெருக்கடையச் செய்யமுடியும். எடுத்துக்காட்டு சொலானம் டியூபரோசம்
- நோய் எதிர்ப்பு, உயர் விளைச்சல் போன்ற விரும்பத்தக்க பண்புகளை கொண்ட இரண்டு வெவ்வேறு தாவரங்கள் ஒட்டு செய்யப்பட்டு புதிய தாவரங்களாக அதே விரும்பத்தக்க பண்புகளுடன் வளர்க்க முடியும்.

#### பாரம்பரிய முறைகளின் குறைகள் (Disadvantages of conventional methods):

- வைரஸ் தொற்று கொண்ட பெற்றோர் தாவரங்களை இம்முறைகளில் பயன்படுத்தும்போது வைரஸ் தொற்றுக் கொண்ட புதிய தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.
- தலைவழிப் பெருக்கத்திற்காக பயன்படுத்தப்படும் தழை உறுப்புகள் (அமைப்புகள்) பருத்ததன்மை கொண்டுள்ளதால் அவைகளை சேமித்து வைப்பதும், கையாள்வதும் கடினம்.

### நவீன முறை (Modern Method):

கேரட் தாவரத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட முதிர்ந்த ஸ்போரோபைம் பாரங்கைமா செல்கள் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழலில் தகுந்த ஊடகத்தில் வைத்து, தூண்டப்பட்டு செல் பகுப்பு அடைந்து ஒரு புதிய காரட் தாவரம் உருவானதை கார்னல் பல்கலைக்கழக பேராசிரியர் F.C. ஸ்மீரவார்டு 1932-ஆம் ஆண்டில் எடுத்துக் காட்டியுள்ளார். இத்தகைய செல்கள் முழு ஆக்குத்திறன் கொண்டவை என்று விவரிக்கப்படுகின்றன. தகுந்த சூழ்நிலைகளில் ஒரு முழு தாவரத்தை ஒரு தாவரச்செல் உண்டாக்கும் மரபணுசார் திறன் முழு ஆக்குத்திறன் (totipotent) என அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு செல்லின் இந்த சிறப்புப் பண்பு தோட்டக்கலை, வனவியல் மற்றும் தாவரப்பெருக்கு தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தகுந்த கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழலில் தாவர திசுக்களை தனிப்பட்ட வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வளர்க்கும் முறை திசு வளர்ப்பு (Tissue culture) என அழைக்கப்படுகிறது.

### நுண் பெருக்கம் (Micropropagation):

திசு வளர்ப்பின் மூலம் ஒரு முழு தாவரமானது ஓர தனி செல், திசு அல்லது தழைவழி அமைப்புகளின் சிறு துண்டுகளிலிருந்து திசு வளர்ப்பு மூலம் பெறப்படுவது நுண்பெருக்கம் (micropropagation) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது ஒரு நவீன தாவரப்பெருக்க முறைகளில் ஒன்றாகும். விரிவான நுண்பெருக்க படிநிலைகள் அலகு 8-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

### நவீன முறைகளின் நிறைவுகள் (Advantages of modern methods):

- விரும்பிய பண்புகள் கொண்ட தாவரங்களை குறைந்த காலத்திற்குள் விரைவாக பெருக்கமடையச் செய்ய முடியும்.
- உருவாக்கப்படும் தாவரங்கள் ஒத்த மரபணுசார் பண்புகளை கொண்டிருக்கும்.
- புதிய தாவரங்களை உருவாக்க திசு வளர்ப்பை எந்த ஒரு பருவத்திலும் மேற்கொள்ள முடியும்.
- உயிர்ப்பு திறனற்ற மற்றும் முளைக்கும் திறனற்ற விதைகளை உருவாக்கும் தாவரங்களை திசு வளர்ப்பின் மூலம் பெருக்கமடையச் செய்ய முடியும்.
- அரிதான மற்றும் அபாயத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ள தாவரங்களை பெருக்கமடையச் செய்ய முடியும்.
- நோய்களற்ற தாவரங்களை ஆக்குத்திசு வளர்ப்பின் (Meristem culture) மூலம் உருவாக்க முடியும்.
- திசு வளர்ப்பைப் பயன்படுத்தி செல்களை மரபணுசார் ரீதியாக மாற்றமடையச் செய்ய முடியும்.

### நவீன முறைகளின் குறைவுகள் (Disadvantages of modern methods):

- இதில் உழைப்பு அதிகமாகத் தேவைப்படுகிறது மற்றும் திறனுள்ள பணியாளர்கள் தேவைப்படுகின்றனர்.
- இங்கு நோய் கிருமிகளற்ற சூழல் பராமரிக்கப்பட வேண்டியுள்ளதால் கூடுதலான செலவீனம் ஏற்படுகிறது.
- இம்முறைகளின் மூலம் தோன்றும் தாவரங்கள் ஒத்த மரபணுத்தன்மை கொண்ட நகல் செல்களிலிருந்து தோன்றுவதால், பயிர்கள் அனைத்தும் புதிய நோய்களால் பாதிப்புக்கு உள்ளாகலாம் அல்லது சூழ்நிலைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களினால் அழிக்கப்படலாம்.
- சில சமயங்களில் கேலஸ் (callus) விரும்பத்தகாத மரபணு மாற்றங்களை அடைந்து, வணிக பயன்பாட்டிற்கு உள்ளாகாமல் போகின்றன.

### பாலினப் பெருக்கம் (Sexual Reproduction):

கீழ்நிலைத் தாவரங்களான பாசிகள், பிரையோஃபைட்டுகளில் நடைபெறும் இனப்பெருக்க முறைகள் பற்றி முந்தைய வகுப்புகளில் விரிவாக படித்திருப்பீர்கள். பாலினப் பெருக்கம், ஆண், பெண் கேமீட்டுகளின் உற்பத்தி மற்றும் இணைவு ஆகிய நிகழ்ச்சியை உள்ளடக்கியது. இதில் முந்தைய நிகழ்வு கேமீட்

உருவாக்கும் (gametogenesis) என்றும், பிந்தைய நிகழ்வு கருவுறுதல் (fertilization) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. பாசிகள். பிரையோ.பைட்களில் நடைபெறும் பாலினப் பெருக்க முறைகளை நினைவு கூர்வோம். அவை சிற்றினத்தைப் பொறுத்து நகரும் அல்லது நகர இயலா கேமீட்களை உற்பத்தி செய்து இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. கேமீட்களின் இணைவு மூன்று வகைப்படும். ஒத்த கேமீட்களின் இணைவு (isogamy) சமமற்ற கேமீட்களின் இணைவு (anisogamy), முட்டைக் கருவுறுதல் (oogamy). பாசிகளில் வெளிக் கருவுறுதலும், உயர் தாவரங்களில் உட்கருவுறுதலும் நடைபெறுகின்றன.

**மலர்:**

காலங்காலமாக மலர்களைப் பற்றி பன்பரிமாண நோக்குகள் நிலவுகின்றன. மலர்கள் கவிஞர்களுக்கு உற்சாகமூட்டும் கருவியாக உள்ளது. அனைத்து வகை விழாக்களிலும், அலங்காரப் பொருளாய் விளங்குகின்றது. தமிழ் இலக்கியத்தில் ஐவகை நிலங்களும், பல வகை மலர்களால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. சில நாடுகளின் கொடிகளிலும் மலர்கள் இடம் பெற்றுள்ளன. இவை வாசனை திரவியத் தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தாவர புற அமைப்பில் வல்லுநரைப் பொறுத்தமட்டில் மலர் என்பது இனப்பெருக்கத்திற்காக மிகவும் சுருக்கமடைந்த தண்டுத் தொகுதியாகும். பதினோராம் வகுப்பில் அலகு II-ல் மலர்களின் பாகங்களைப் பற்றி நீவிர் படித்ததை நினைவு கூர்வோம். ஒரு மலர் நான்கு வட்டங்களைக் கொண்டுள்ளது. புல்லிவட்டம், அல்லிவட்டம், மகரந்தத்தாள்வட்டம், சூலகவட்டம், இவற்றில் மகரந்தத்தாள் வட்டமும், சூலகவட்டமும் இன்றியமையாத உறுப்புகளாகும். உயர் தாவரங்களில் பாலினப் பெருக்கத்தில் நடைபெறும் நிகழ்வு மற்றும் மாற்றங்கள் மூன்று படிநிலைகளில் நிகழ்கின்றன. அவை கருவுறுதலுக்கு முன், கருவுறுதல், கருவுறுதலுக்கு பின் நடைபெறும் மாற்றங்களாகும். இந்நிகழ்வுகளை விரிவாக விவாதிப்போம்.

**கருவுறுதலுக்கு முந்தைய அமைப்பு மற்றும் நிகழ்வுகள்:**

தாவரங்களில் ஏற்படும் ஹர்மோன் மற்றும் வளர்ச்சி மாற்றங்கள் மலர் தோற்றுவிப்பின் வேறுபாடுறுதலுக்கும் வளர்ச்சிக்கும் வழிவகுக்கின்றன. கருவுறுதலுக்கு முந்தைய அமைப்புகள் மற்றும் நிகழ்வுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

**ஆண் இனப்பெருக்க பகுதி – மகரந்தத்தாள் வட்டம்:**

மகரந்தத்தாள் வட்டம் மகரந்தத்தாள்களால் ஆனது. ஒவ்வொரு மகரந்தத்தாளும் ஒரு மகரந்தப்பையையும் ஒரு மகரந்தத்தாள் கம்பியையும் கொண்டது. மகரந்தப் பையிலுள்ள மகரந்தத் துகள்கள் ஆண் கேமீட்டகத் தாவரத்தைக் குறிக்கின்றன. இப்பாடத்தில் மகரந்தப்பையின் அமைப்பு மற்றும் வளர்ச்சி பற்றி விரிவாகக் காண்போம்.

**மகரந்தப்பையின் வளர்ச்சி:**

மிகவும் இளம் நிலை மகரந்தப்பை புறத்தோலால் சூழப்பட்ட ஒரு படித்தான செல் திரள்களால் ஆனது. இதன் வளர்ச்சியின் போது மகரந்தப்பை நான்கு மடல்களைக் கொண்ட அமைப்பாகிறது. ஒவ்வொரு மடலிலும் ஒன்று அல்லது ஒரு சில வரிசைகளில் அமைந்த புறத்தோல் அடிச்செல்கள் தெளிவான உட்கருவைக் கொண்டு அளவில் பெரிதாகின்றன. இவை முன்வித்து செல்களாக செயல்படுகின்றன. இந்த முன்வித்து செல்கள் பரிதிக்கிணையான தளத்தில் பகுப்படைந்து (Periclinal division) புறத்தோலை நோக்கி முதல்நிலை புறபக்க (Parietal) செல்களையும், மகரந்தப்பையின் உட்புறம் நோக்கி முதல்நிலை வித்துரவாக்க (Sporogenous) செல்களையும் தோற்றுவிக்கின்றன. முதல்நிலை புறபக்க செல்கள் தொடர்ச்சியாக பரிதிக்கிணையான தள மற்றும் ஆரத்திற்கு இணையான பகுப்படைந்து 2 – 5 அடுக்குகள் கொண்ட மகரந்தப்பைச் சுவரை உருவாக்குகின்றன. இவை புறத்தோலிலிருந்து உட்புறம் நோக்கி எண்டோதீசியம், இடை அடுக்குகள் மற்றும் பட்டம் என்ற பகுதிகளை கொண்டுள்ளன.

**நுண்வித்துரவாக்கம் (Microsporogenesis):**

இருமடிய நுண்வித்து தாய் செல் குன்றல் பகுப்படைந்து ஒருமடிய நுண்வித்துகள் உருவாகும் படிநிலைகளுக்கு நுண்வித்துரவாக்கம் (microsporogenesis) என்று பெயர். முதல்நிலை வித்து செல்கள் நேரடியாகவோ அல்லது சில குன்றலிலா பகுப்புகளுக்கு உட்பட்டோ வித்துரவாக்க திசுவைத்

(Sporogenous tissue) தோற்றுவிக்கின்றன. வித்தூரவாக்க திசுவின் கடைசி செல்கள் நுண்வித்து தாய் செல்களாகச் செயல்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நுண்வித்து தாய் செல்லும் குன்றல் பகுப்புற்று நான்கு ஒருமடிய நுண்வித்துகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன (நான்கமை நுண்வித்து), இந்த நான்கமை வித்துகள் நான்முகப்பு, குறுக்கு மறுக்கு, நேர்கோட்டு, இருமகப்பு, T வடிவ அமைப்பில் உள்ளது. நுண்வித்துகள் விரைவில் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரிந்து தனித்தனியாக மகரந்தப்பை அறையில் காணப்படுகின்றன மற்றும் மகரந்தத்துகள்களாக வளர்கின்றன. நுண் வித்தகங்களின் வளர்ச்சியிலுள்ள படிநிலைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. சில தாவரங்களில் ஒரு நுண்வித்தகத்திலுள்ள நுண்வித்துகள் அனைத்தும் ஒன்றாக இணைந்து பொலினியம் (Pollinium) என்ற அமைப்பை பெற்றுள்ளது. எடுத்துக்காட்டு: எருக்கு கூட்டு மரந்தத்துகள்கள் டிரோசீரா, டிரைமிஸ் ஆகிய தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.

### முதிர்ந்த மகரந்தப்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்:

முதிர்ந்த மகரந்தப்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் மகரந்த அறை மகரந்தச்சுவரால் சூழப்பட்டுள்ளதைக் காட்டுகிறது. இது இருமலுடைய இரு பை அமைப்பு (Dithecous) கொண்டுள்ளது. ஒரு வகைமாதிரி (Typical) மகரந்தப்பை நான்கு வித்தகங்களைக் கொண்டது. முதிர்ந்த மகரந்தப்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

### மகரந்தப்பை சுவர்:

ஒரு முதிர்ந்த மகரந்தப்பையின் சுவர் 1. புறத்தோல் 2. எண்டோதீசியம் 3. இடை அடுக்குகள் 4. டபீட்டம் என்ற அடுக்குகளைக் கொண்டுள்ளது.

#### 1. புறத்தோல்:

இது ஓரடுக்கு செல்களால் ஆன பாதுகாப்பு அடுக்காகும். வேகமாக பெரிதாகும் உட்புறத் திசுக்களுக்கு ஈடுகொடுக்கும் பொருட்டு இச்செல்கள் தொடர்ச்சியாக ஆரத்திற்கு இணையான பகுப்படைகின்றன.

#### 2. எண்டோதீசியம்:

இது பொதுவாக புறத்தோலுக்குக் கிழாக ஆரப்போக்கில் நீண்ட ஓரடுக்கு செல்களால் ஆனது. உட்புற கிடைமட்டச் சுவர் (சில சமயங்களில் அரச்சுவரும்) – செல்லுலோசால் ஆன (சில சமயங்களில் லிக்னினாலும் ஆன) பட்டைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இச்செல்கள் நீர் உறிஞ்சும் தன்மை (Hygroscopic) கொண்டவை. நீர்வாழ்த் தாவரங்கள், சாற்றுண்ணித் தாவரங்கள், மூடிய பூக்களைக் கொண்ட தாவரங்கள் மற்றும் தீவிர ஒட்டுண்ணித் தாவரங்களில் மகரந்தப்பைகளில் எண்டோதீசியம் வேறுபாடடைவதில்லை. இரண்டு வித்தகங்களை இணைக்கும் ஒரு மகரந்த மடல் பகுதியில் அமைந்த செல்களில் இத்தடிப்பு காணப்படுவதில்லை. இப்பகுதிக்கு ஸ்டோமியம் (Stomium) என்று பெயர். எண்டோதீசியத்தின் நீர் உறிஞ்சுதன்மையும், ஸ்டோமியமும் முதிர்ந்த மகரந்தப்பை வெடிப்பிற்கு உதவுகின்றன.

#### 3. இடை அடுக்குகள்:

எண்டோதீசியத்தை அடுத்துள்ள இரண்டு அல்லது மூன்று அடுக்கு செல்கள் இடை அடுக்குகளை குறிப்பிடுகின்றன. இவை குறுகிய வாழ்தன்மை (ephemeral) உடையது. மகரந்தப்பை முதிர்ச்சியடையும் போது இவை நசுக்கப்படுகின்றன அல்லது சிதைவடைந்து விடுகின்றன.

#### 4. டபீட்டம்:

இது மகரந்தப்பை சுவரின் உட்புற அடுக்காகும். நுண்வித்து உருவாக்கத்தின் நான்மய நுண்வித்துகள் நிலையில் இது தன் முழு வளர்ச்சி நிலையை அடைகிறது.

டபீட்டத்தின் ஒரு பகுதி மகரந்த அறையைச் சூழ்ந்துள்ள இணைப்புத் திசுவிருந்தும் மற்றொரு பகுதி வெளிப்புற சுவர் அடுக்கிலிருந்தும் உருவாகிறது. எனவே டபீட்டம் இரட்டை தோற்றமுடையது. இது வளரும் வித்துருவாக்க திசுக்கள், நுண்வித்து தாய் செல்கள் மற்றும் நுண் வித்துகளுக்கு ஊட்டமளிக்கிறது. டபீட்டத்தின் செல்கள் ஒரு உட்கரு அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உட்கரு அல்லது பன்மடிய தன்மையுடைய உட்கரு கொண்டு காணப்படும். மகரந்தப்பை சுவர் பொருட்கள், ஸ்போரோபொலனின், போலன்கிட், டிரை.பைன் மற்றும் ஒவ்வாத்தன்மை வினையை (Incompatibility) கட்டுப்படுத்தும் ஏராளமான புரதங்கள் உற்பத்தியிலும் டபீட்டம் பங்கு கொள்கிறது. மேலும் நுண்வித்து அல்லது மகரந்தத்துகள்களின் வளத்தன்மை அல்லது மலட்டுத்தன்மையை இது கட்டுப்படுத்துகிறது.



செயல்பாட்டின் அடிப்படையில் டபீட்டம் சுரப்பு டபீட்டம், ஊடுருவும் டபீட்டம் என இரு வகைப்படும்.

**சுரப்பு டபீட்டம் (புறப்பக்க / சுரப்பு / செல் வகை) (Secretary Tapetum):**

இவ்வகை டபீட்டம் தோற்றநிலை, செல்லமைப்பை தக்கவைத்து, செல் ஒருங்கமைவுடன் இருந்து நுண்வித்துகளுக்கு ஊட்டமளிக்கின்றன.

**ஊடுருவும் டபீட்டம் (பெரிபிளாஸ்மோடிய வகை)(Invasive tapetum):**

இவ்வகை டபீட்டத்தின் செல்கள் உட்புற கிடைமட்ட சுவர்களையும், ஆர்ச் சுவர்களையும் இழந்து அனைத்து புரோட்டோபிளாஸ்ட்களும் ஒன்றிணைந்து பெரிபிளாஸ்மோடியத்தை உருவாக்குகின்றன.

**டிபீட்டத்தின் பணிகள்:**

- வளரும் நுண்வித்துகளுக்கு ஊட்டமளிக்கிறது.
  - யுபிஷ் உடலத்தின் (Ubisch bodies) மூலம் ஸ்போரோபொலினின் உற்பத்திக்கு உதவுவதால் மகரந்தச்சுவர் உருவாக்கத்தில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது.
  - போலன்கிட்டுக்கு தேவையான வேதிப்பொருட்களை தந்து அவை வேதிப்பொருட்களை தந்து அவை மகரந்தத்துகளின் பரப்புக்கு கடத்தப்படுகிறது.
  - சூலக முடியின் ஒதுக்குதல் வினைக்கான (rejection reaction) எக்சைன் புரதங்கள் (Exine proteins) எக்சைன் குழிகளில் காணப்படுகின்றன. இவ்வகைப் புரதங்கள் டபீட்ட செல்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றன.
1. **மகரந்த அறை:** மகரந்த அறை இளம் நிலையில் நுண்வித்துகளாலும் , முதிர்ந்த நிலையில் மகரந்தத்துகள்களாலும் நிறைந்திருக்கும். நுண்வித்து தாய்செல்கள் குன்றல் பகுப்படைந்து ஒரு மடிய நிலையிலுள்ள நுண்வித்துகளைத் தருகின்றன.
  2. **இணைப்புத் திசு:** இது மகரந்த மடல்களுக்கு இடையில் காணப்படும் வளமற்ற திசுப் பகுதியாகும். இது வாஸ்குலத் திசுக்களைக் கொண்டுள்ளது. இது உள்பக்க டபீட்டத்தின் உருவாக்கத்திற்குப் பங்களிக்கிறது.

பெரும்பாலான தாவரவியல் வல்லுநர்கள் அமீபா வகை என்ற மூன்றாவது வகை டபீட்டம் பற்றி குறிப்பிட்டுள்ளனர். இவ்வகையில் செல்சுவர் இழக்கப்படாமல் மகரந்த அறையினுள் செல்கள் ஊடுருவுகின்றன. இவ்வகை ஆண்மலட்டுத் தன்மையுடன் தொடர்புடையது. மேலும் பெரிபிளாஸ்மோடிய வகையுடன் அடிக்கடி குழப்பத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

**நுண் வித்துகள் மற்றும் மகரந்தத் துகள்கள்:**

நுண்வித்த தாய் செல்கள் குன்றல் பகுப்படைதலின் விளைவாக பெறப்படுவது நுண்வித்துகளாகும். மகரந்தத் துகள் நுண்வித்திலிருந்து பெறப்படுகின்றது. நுண்வித்துகள் புரோட்டோபிளாசம் பெற்று முழுமையாக வளர்ச்சியடையாத சுவற்றினால் சூழப்பட்டுள்ளது. மகரந்தத்துகளில் புரோட்டோபிளாசம் அடர்ந்த சைட்டோபிளாசத்தையும், மையத்திலமைந்த உட்கருவையும் கொண்டுள்ளது. இதன் சுவர் உட்புற இன்டைன் (intine) மற்றும் வெளிப்புற எக்சைன் (exine) என இரு அடுக்குகளைக் கொண்டது. இன்டைன் பெக்டின், ஹெமிசெல்லுலோஸ், செல்லுலோஸ், காலோஸ் மற்றும் புரதங்கள் கொண்டு சீரான மெல்லிய தடிப்புடன் காணப்படும். எக்சைன் செல்லுலோஸ், ஸ்போரோபொலினின், போலன்கிட் கொண்டு தடித்து காணப்படும். எக்சைன் சீரற்ற தடிப்புகளுடன் சில பகுதிகளில் மெல்லியதாக காணப்படும். இப்பகுதிகள் சிறிய வட்டவடிவில் இருந்தால் வளர்துளைகள் என்றும், சற்றுநீண்டு காணப்பட்டால் பிளவுப்பள்ளங்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை மகரந்தத்துகளின் முளைத்தலுடன் தொடர்புடையவை. வளர்துளைப் பகுதியில் ஸ்போரோபொல்லினின் பொதுவாகக் காணப்படுவதில்லை. எக்சைனின் புறப்பரப்பு மென்மையாகவோ அல்லது பலவகை அலங்கார பாங்குகளுடனும் உள்ளது. (தடி வடிவம், சிறு குழியுடைய, கரணை போன்ற, சிறு புள்ளி போன்ற), அலங்கார பாங்குகள் தாவரங்களை அடையாளம் கண்டறியவும் வகைப்படுத்தவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

### மகரந்தவியல் (Palynology):

மகரந்தத்துகள் பற்றிய (Palynology) படிப்பிற்கு மகரந்தவியல் என்று பெயர். இது நிலக்கரி மற்றும் எண்ணெய் புலங்களின் பரவலைக் கண்டறிய உதவுகிறது. ஒரு பகுதியின் தாவர கூட்டத்தை மகரந்தத்துக்கள் பிரதிபலிக்கின்றன.

மகரந்தத்துக்களை நீண்டகாலம் உயிர்ப்புத்தன்மையுடன் பாதுகாக்க திரவ நைட்ரஜன் (-196°C) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்நுட்பம் உறைகுளிர்பாதுகாப்பு (Cryopreservation) என அறியப்படுகிறது. இந்நுட்பம் பொருளாதார முக்கியத்துவமுள்ள பயிர்களின் மகரந்தத்துக்களை தாவர மேம்பாடு செயல்திட்டங்களுக்காக சேமித்து வைக்க உதவுகிறது.

### தேன் மகரந்தம் (Bee Pollen):

தேன் மகரந்தம் ஒரு இயற்கை பொருளாகும். இதில் அதிக அளவு புரதம், கார்போஹைட்ரேட், மிக குறைவான தாதுப் பொருள்கள் மற்றும் வைட்டமின்கள் உள்ளன. எனவே இது கூடுதல் ஊட்டப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது மகரந்த மாத்திரைகளாகவும், பாகுநீராகவும் விற்கப்படுகிறது. மேலும் தடகள வீரர்கள் மற்றும் பந்தயக் குதிரைகளின் செயல்பாட்டை அதிகரிக்க உதவுகிறது. தீக்காயத்தினால் ஏற்படும் புண்கள் ஆறுவதற்கு இது உதவுகிறது.

பூந்தேன் மகரந்தம் பற்றிய அறிவியலுக்கு பூந்தேன் மகரந்தவியல் (Mellitopalynology) என்று பெயர்.

### மகரந்த நாட்காட்டி (Pollen Calendar):

மகரந்த நாட்காட்டி வேறுபட்ட பருவங்களில் தாவரங்கள் உற்பத்தி செய்யும் மகரந்தத்தைக் குறிப்பதாகும். இது ஒவ்வாமை உள்ளவர்களுக்கு பயனளிக்கிறது. மகரந்தத்துக்கள் ஒவ்வாமை விளைவுகளான ஈளை நோய் (Asthma), மூச்சுழற்சி (Rhinitis), தும்மல் காய்ச்சல் (Hay fever), மூச்சுழற்சி ஒவ்வாமை (Allergic Rhinitis) போன்றவை தோன்றக் காரணமாகிறது. பார்தீனியம் ஹிஸ்டீரோபோரஸ் L (ஆஸ்டிரேசி) பொதுவாக "கேரட் கிராஸ்" என்று அறியப்படும் இத்தாவரம் வெப்பமண்டல அமெரிக்காவை பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. இத்தாவரம் இந்தியாவில் கோதுமை தானியத்துடன் கலப்படமாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இத்தாவரத்தின் மகரந்தத்துக்கள் ஒவ்வாமையை ஏற்படுத்தும்.

மகரந்தத்துகளின் வடிவம் சிற்றினத்திற்கு சிற்றினம் மாறுபாடுகிறது. கோளம், நீள்கோணம், கதிர்கோல், மடல், கோண அல்லது பிறை வடிவம் என பல்வேறு வடிவங்களில் காணப்படுகிறது. மகரந்தத்துக்களின் அளவு 10 மைக்ரோ மீட்டர் (மயோசோடிஸ்) முதல் 200 மைக்ரோ மீட்டர் (குக்கர்பிட்டேசி மற்றும் நிக்டாஜினேசி குடும்பத் தாவரங்கள்) வரை வேறுபடுகின்றன.

சுவர்ப்பொருளான ஸ்போரோபொலினின் உருவாக மகரந்தத்துகளின் சைட்டோபிளாசம் மற்றும் டபீட்டம் பங்களிக்கிறது. இது கரோட்டினாய்டிலிருந்து பெறப்படுகிறது. இது இயற்பியல் மற்றும் உயிரிய சிதைவைத் தாங்கும் தன்மையுடையது. அதிக வெப்பத்தைத் தாங்கும் தன்மை, வீரியமிக்க அமிலம், காரம் மற்றும் நொதிகளின் செயல்களிலிருந்து பாதுகாக்கிறது. எனவே தொல்லுயிர் புதைபடிவுகளில் மகரந்தத்துக்கள் நீண்ட காலம் பாதுகாப்பாக இருக்க இதுவே காரணமாகும். மேலும் மகரந்தப்பையிலிருந்து சூலக முடி வரையிலான மகரந்தத்துக்களின் பயணத்தை இது பாதுகாப்பானதாகக்கிறது.

போலன்கிட் உருவாக்கத்தில் டபீட்டம் பங்களிக்கிறது. கரோட்டினாய்டு அல்லது ப்ளேவோனாய்ட் இதற்கு மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு நிறத்தைத் தருகிறது. இது மகரந்தத்துக்களின் புறப்பரப்பில் காணப்படும் பிசுபிசுப்பான பூச்சி கொண்ட எண்ணெய் அடுக்காகும். இது பூச்சிகளைக் கவர்வதுடன் புற ஊதாக் கதிர்களிலிருந்தும் பாதுகாக்கிறது.

### ஆண் கேமீட்டகத் தாவரத்தின் வளர்ச்சி:

ஆண் கேமீட்டகத் தாவரத்தின் முதல் செல் நுண்வித்தாகும். இது ஒருமடியமானது. நுண்வித்தகத்திற்கு உள்ளிருக்கும் போதே ஆண் கேமீட்டகத் தாவரத்தின் வளர்ச்சி தொடங்கிவிடுகிறது. நுண்வித்தின் உட்கரு பகுப்படைந்து ஒரு தலைவழி (Vegetative) உட்கருவையும், ஒரு உருவாக்க (generative) உட்கருவையும் தோற்றுவிக்கிறது. உருவாக்க உட்கருவைச் சூழ்ந்து சுவர் தோன்றுவதால் இரண்டு சமமற்ற செல்கள் உருவாகின்றன ஒரு பெரிய, ஒழுங்கற்ற உட்கரு கொண்ட, அதிக சேமிப்பு

உணவைக் கொண்ட தலைவழி செல் மற்றும் ஒரு சிறிய உருவாக்க செல். பொதுவாக இரண்டு செல் நிலையில் மகரந்தத்துக்கள் மகரந்தப்பையிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகின்றன.

ஒரு சில தாவரங்களில் உருவாக்க செல் மீண்டும் பகுப்படைந்து ஒரு ஆண் கேமீட்டுகளைத் தோற்றவிக்கிறது. இத்தாவரங்களில் மகரந்தத் துகள்கள் மூன்று செல் நிலையில் வெளியேற்றப்படுகின்றன. 60% முடுவிதைத் தாவரங்களில் மகரந்தத்துக்கள் இரண்டு செல் நிலையிலேயே வெளியேற்றப்படுகின்றன. மகரந்தத்துகள் சரியான சூலகமுடியினை அடைந்த பின்னரே ஆண் கேமீட்டகத் தாவரம் மேற்கொண்டு வளரும்.

சூலகமுடியை அடைந்த மகரந்தத்துகள் ஈரப்பசையை உறிஞ்சி உப்புதலடைகிறது. இன்டைன் வளர்துளையின் வழியாக மகரந்தக் குழாயாக வளர்கிறது. இரண்டு செல் நிலையில் மகரந்தத்துகள் வெளியேற்றப்பட்டிருப்பின் சூலக முடியை அடைந்த பின் அல்லது மகரந்தக்குழாய் கருப்பையை அடையும் முன்னர் உருவாக்க செல் பகுப்படைந்து இரு ஆண் செல்களைத் (விந்துக்கள்) தருகிறது. ஆண் கேமீட்டகத் தாவரத்தின் வளர்ச்சி நிலைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

### பெண் இனப்பெருக்கப் பகுதி – சூலக வட்டம்:

சூலகவட்டம் மலரின் பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பாகும். சூலகவட்டம் என்ற சொல் மலரின் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சூலக அலகுகளைக் குறிக்கிறது. சூலக அலகு சூலகப்பை, சூலகத் தண்டு, சூலகமுடி ஆகிய பகுதிகளைக் கொண்டது. சூலக அலகு (Pistil) சூலக இலையிலிருந்து பெறப்படுகிறது. சூலகம் என்ற சொல் சூல்கள் கொண்ட பகுதியைக் குறிக்கிறது. சூலகமுடி மகரந்தத்துகளை ஏற்கும் பரப்பாகச் செயல்படுகிறது. சூலகமுடிக்குக் கீழாகக் காணப்படும் நீண்ட, மெல்லிய பகுதி சூலகத் தண்டாகும். சூலக அலகின் பருத்த அடிப்பகுதி சூலகமாகும். சூலகமுடித் திசுவால் இணைக்கப்பட்டுள்ள சூல்கள் சூலக அறையினுள் அமைந்துள்ளன. மலர்தோற்றுவிப்பின் (Floral primordium) நுனியில் தோன்றும் ஆக்குத்திசுவிருந்து சிறிய காம்புரு (Papillate) போன்ற வளர்ச்சியிலிருந்து சூலக அலகு தோன்றுகிறது. இது தூரிதமாக வளர்ந்து சூலகம், சூலகத்தண்டு மற்றும் சூலக முடியாக வேறுபாடடைகிறது. சூலகமுடித் திசுவிருந்து சூல்கள் அல்லது பெரு வித்தகங்கள் தோன்றுகின்றன. ஒரு சூலகம் ஒன்று (நெல், மா) முதல் பல (பப்பாளி, தர்பூசணி, ஆர்க்கிட்கள்) சூல்களைக் கொண்டிருக்கும்.

### சூலின் அமைப்பு (பெருவித்தகம்):

ஒன்று அல்லது இரண்டு சூலுறைகளால் பாதுகாப்பாக சூழப்பட்ட சூல் பெருவித்தகம் என்று அறியப்படுகிறது. ஒரு முதிர்ந்த சூல் ஒரு காம்பையும், உடலையும் கொண்டிருக்கும். சூலகக்காம்பு அடிப்பகுதியில் அமைந்து சூல்களை சூலகமுடித்திசுவின் இணைக்கிறது. சூலகக்காம்பு சூலின் உடலோடு இணையும் பகுதி சூல்தழுப்பு (hilum) எனப்படும். தலைகீழாக அமைந்த சூலுடன் சூலகக்காம்பு ஒட்டிய இடத்தில் உருவாகும் விளிம்பு பகுதி சூல்காம்புவடு (raphe) எனப்படும். சூலின் மையத்தில் காணப்படும் பாரங்கைமாவாலான திசுப்பகுதி சூல்திசை (nucellus) என்று அழைக்கப்படுகிறது. சூல்திசை சூழ்ந்து காணப்படும் பாதுகாப்பு உறை சூலுறை (integument) எனப்படும். ஒரு சூலுறை மட்டும் காணப்படின் ஒற்றை சூலுறைச் சூல் (unitegmic) என்றும், இரு சூலுறைகள் காணப்படின் இரு சூலுறைச் சூல் (bitegmic) என்றும் அழைக்கப்படும். சூலுறையால் சூழப்படாத சூல்திசுப்பகுதி சூல்துளை (micropyle) எனப்படும். சூல்திசு, சூலுறை மற்றும் சூல் காம்பு ஆகியவை சந்திக்கும் அல்லது இணையும் பகுதிக்கு சலாசா (ஊயாடனய) என்று பெயர். சூல்துளைக்கு அருகில் சூல்திசுவில் காணப்படும். பெரிய முட்டை வடிவ பை போன்ற அமைப்பு கருப்பை (embryo sac) அல்லது பெண் கேமீட்டகத் தாவரம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது சூல் திசுவினுள்ள செயல்படும் பெருவித்திலிருந்து தோன்றுகிறது. ஒரு சில சிற்றினங்களில் (ஒரு சூலுறையுடைய மென் சூல்திசு கொண்ட) சூலுறையின் உள்ளுக்கு சிறப்பு பெற்று கருப்பையின் ஊட்டத்திற்கு உதவுகிறது. இந்த அடுக்கு எண்டோதீலியம் (Endothelium) அல்லது சூலுறை பட்டம் (Integumentary tapetum) என்று அழைக்கப்படுகிறது (எடுத்துக்காட்டு: ஆஸ்டிரேசி) வித்துருவாக்க செல்லின் அமைவிடத்தைப் பொறுத்து சூல்கள் இரு வகைப்படும். வித்துருவாக்க செல்கள் புறத்தோலடியில் ஒரே ஒரு அடுக்காக சூல் திசுவால் சூழப்பட்டிருந்தால் அது மென்சூல்திசு சூல் (tenuinucellate) வகை எனப்படும்.

நுண்வித்தகத்திற்கு உள்ளிருக்கும் போதே ஆண் கேமீட்டகத் தவாரத்தின் வளர்ச்சி தொடங்கிவிடுகிறது. நுண்வித்தின் உட்கரு பகுப்படைந்து ஒரு தலைவழி (Vegetative) உட்கருவையும், ஒரு உருவாக்க (பந்நெசயவளைந்) உட்கருவையும் தோற்றுவிக்கிறது. உருவாக்க உட்கருவைச் சூழ்ந்து சுவர் தோன்றுவதால் இரண்டு சமமற்ற செல்கள் உருவாகின்றன. ஒரு பெரிய, ஒழுங்கற்ற உட்கரு கொண்ட, அதிக சேமிப்பு உணவைக் கொண்ட தலைவழி செல் மற்றும் ஒரு சிறிய உருவாக்க செல், பொதுவாக இரண்டு செல் நிலையில் ஒரு சில தாவரங்களில் உருவாக்க செல் மீண்டும் பகுப்படைந்து இரு ஆண் கேமீட்டுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இத்தாவரங்களில் மகரந்தத் துகள்கள் மூன்று செல் நிலையில் வெளியேற்றப்படுகின்றன. 60μ முடுவிதைத் தாவரங்களில் மகரந்தத்துகள்கள் இரண்டு செல் நிலையிலேயே வெளியேற்றப்படுகின்றன. மகரந்தத்தூள் சரியான சூலகமுடியினை அடைந்த பின்னரே ஆண் கேமீட்டகத் தவாரம் மேற்கொண்டு வளரும்.

பொதுவாக இவ்வகை சூல்கள் மிகச் சிறிய சூல் திசுவைக் கொண்டிருக்கும். வித்துருவாக்க செல்கள் புறத்தோலடியின் கீழ்ப் பகுதியிலிருந்து தோன்றினால் அந்த வகை சூல்கள் தடிசூல்திசு சூல் வகை எனப்படும். இத்தகைய சூல்கள் பொதுவாக அதிக சூல்திசு கொண்டவையாக இருக்கும். சலாசா மற்றும் கருப்பையின் இடையே சூலின் அடிப்பகுதியில் காணப்படும் செல் தொகுப்பு ஹைப்போஸ்டேஸ் (Hypostase) என்றும், சூல்துளைக்கும் கருப்பைக்கும் இடையே காணப்படும் தடித்த சுவருடைய செல்கள் எப்பிஸ்டேஸ் (Epistase) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. சூலின் அமைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

#### சூலின் வகைகள்:

திசையமைவு, வடிவம், சூல்காம்பு மற்றும் சலாசாவிற்கு தொடர்பாக சூல்துளையின் அமைவிடம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் சூல்கள் ஆறு முக்கிய வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் மிக முக்கியமானவை நேர்சூல் (orthotropous), தலைகீழ்சூல் (antatropous), கிடைமட்டசூல் (hemianatropous) மற்றும் கம்பைலோட்ராபஸ் (campylotropous) வகைகளாகும். சூல்களின் வகைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

**நேர்சூல் (Orthotropous):** இவ்வகைச் சூலில் சூல்துளை இணைப்புப் பகுதியிலிருந்து தொலைவில் அமைந்திருக்கும். சூல்காம்பு, சூல்துளை மற்றும் சலாசா ஆகியவை ஒரே நேர்க்கோட்டில் அமைந்திருக்கும். எடுத்துக்காட்டுகள்: பைப்பரேசி, பாலிகோனேசி.

**தலைகீழ்சூல் (Anatropous):** இவ்வகைச் சூலில் சூல் முழுமையாக தலைகீழாகத் திரும்பியிருக்கும். எனவே சூல்துளையும் சூல்காம்பும் அருகருகே அமைந்திருக்கும். பெரும்பாலான ஒருவிதையிலை, இருவிதையிலை தாவரங்களில் இவ்வகை சூல் காணப்படுகிறது.

**கிடைமட்டசூல் (Hemianatropous):** இவ்வகையில் சூலின் உடல் குறுக்குவாட்டில் சூல்காம்பிற்குச் செங்குத்தாக அமைந்து காணப்படும். எடுத்துக்காட்டு: பிரைமுலேசி.

கம்பைலோட்ராபஸ் சூல்துளைப் பகுதியில் சூலின் உடல் வளைந்து ஏறத்தாழ அவரை விதை வடிவில் காணப்படும். கருப்பையும் சற்று வளைந்திருக்கும். விசைத்தழும்பு, சூல்துளை, சலாசா ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று அருகமைந்து சூல்துளை, சூல் ஒட்டுதிசுவை நோக்கிய நிலையில் அமைந்திருக்கும். எடுத்துக்காட்டு: லெகுமினோசே

மேற்கூறிய முக்கிய வகைகளைத் தவிர மேலும் இரு வகைகள் உள்ளன. அவை

**ஆம்பிட்ரோபஸ் (Amphitropous):** இவ்வகை சூல் ஏறத்தாழ தலைகீழ் சூலிற்கும், கிடைமட்ட சூலிற்கும் இடைப்பட்டதாகும். இங்கு சூல்திசுவும், கருப்பையும் குதிரை லாடம் போன்று வளைந்திருக்கும். சூல்துளை, சூல்காம்பு, சலாசா ஆகிய மூன்றும் அருகாமையில் அமைந்திருக்கும். எடுத்துக்காட்டு: ஒரு சில அலிஸ்மட்டேசி குடும்பத் தாவரங்கள்

**சிர்சினோட்ரோபஸ் (Circinotropous):** சூலினைச் சூழ்ந்து மிக நீளமான சூல்காம்பு காணப்படுகிறது. இது சூலை முழுவதமாகச் சூழ்ந்துள்ளது. எடுத்துக்காட்டு: காக்டேசி

#### பெருவித்துருவாக்கம் (Megasporeogenesis):

பெருவித்து தாய் செல்லிலிருந்து பெருவித்து உருவாகும் நிகழ்வு பெருத்துருவாக்கம் (megasporogenesis) எனப்படும். சூல் வளர்ச்சியடையும் போது சூல்திசுவின் புறத்தோலடித்தோல் கீழ் அமைந்துள்ள ஒரு சூல்திசு செல் பெரிதாகி முன்வித்தாக (archesporium) செயல்படுகிறது. சில தாவரங்களில் முன்வித்து செல் நேரடியாக பெருவித்து (megaspore) தாய் செல்லாகச் செயல்படுகிறது. பிற தாவரங்களில் இவை குறுக்குவாட்டில் பகுப்படைந்து வெளிப்புறத்தில் முதல்நிலை புறப்பக்க செல்லையும் (outer primary parietal cell), உட்புறத்தில் முதல்நிலை வித்துருவாக்க செல்லையும் (inner primary sporogeneous cell) தருகிறது. இந்த புறப்பக்க செல் பகுப்படையாமலோ அல்லது பரிதி மற்றும் ஆரத்திற்கு இணையாக சில பகுப்புகளை அடைந்து முதல்நிலை வித்துருவாக்க செல் சூல்திசுவில் ஆழமாகப் பதியச் செய்கிறது. இந்த முதல்நிலை வித்துருவாக்கச் செல் பெருவித்து தாய் செல்லாகச் செயல்படுகிறது. பெருவித்து தாய் செல் குன்றல் பகுப்பிற்குப்பட்டு நான்கு ஒருமடிய பெருவித்துகளைத் தருகிறது. கருப்பை வளர்ச்சியில் பங்கு பெறும் பெருவித்துகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து ஒரு பெருவித்துசார் கருப்பை (monosporic), இருபெருவித்துசார் கருப்பை (bisporic), நான்கு பெருவித்துசார் கருப்பை (tetrasporic) என மூன்று அடிப்படை வகையான வளர்ச்சி முறைகள் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக நான்கு பெருவித்துகள் நேர்கோட்டில் அமைந்திருக்கும். இந்த நான்கு பெருவித்துகளில் பொதுவாக சலாசா பக்கமுள்ள பெருவித்து செயல்படும் பெருவித்தாகிறது. மற்ற மூன்றும் அழிந்துவிடுகின்றன. செயல்படும் பெருவித்து பெண் கேமீட்டகத் தவாரம் அல்லது கருப்பையை உருவாக்குகிறது. இந்த வகை கருப்பை வளர்ச்சி ஒரு பெருவித்துசார் கருப்பை (எடுத்துக்காட்டு: பாலிகோனம்) என அழைக்கப்படுகிறது. நான்கு பெருவித்துகளில் இருவித்துகள் கருப்பை உருவாக்கத்தில் ஈடுபட்டால் இருபெருவித்துசார் கருப்பை வளர்ச்சி (எடுத்தக்காட்டு: அல்லியம்) எனப்படுகிறது. நான்கு பெருவித்துகளும் கருப்பை உருவாக்கத்தில் ஈடுபட்டால் அது நான்கு பெருவித்துசார் கருப்பை (எடுத்துக்காட்டு: பெப்பரோமியா) எனப்படும். ஒருபெருவித்துசார் கருப்பையின் வளர்ச்சி (பாலிகோனம் வகை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது).

#### ஒரு பெருவித்துசார் கருப்பையின் வளர்ச்சி:

கருப்பையின் வளர்ச்சியிலுள்ள படிநிலைகள் மற்றும் அமைப்பை விளக்க எளிய ஒருபெருவித்துசார் கருப்பையின் வளர்ச்சி கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

செயல்படும் பெருவித்து கருப்பை அல்லது பெண் கேமீட்டகத் தாவரத்தின் முதல் செல்லாகும். சூல்துளை- சலாசா அச்சிற்கு இணையாக பெருவித்து நீட்சியடைகிறது. இதன் உட்கரு குன்றலில்லா பகுப்படைகிறது. உட்கரு பகுப்பினைத் தொடர்ந்து செல்கவர் தோன்றுவதில்லை. மையத்தில் ஒரு பெரிய நுண்குமிழ்ப்பை (vacuole) இரு உட்கருக்களுக்கு இடையே தோன்றுகிறது. நுண்குமிழ்ப்பை விரிவடைந்து உட்கருவை கருப்பையின் இரு துருவங்களுக்கும் தள்ளுகிறது. இரு உட்கருவும் இரண்டு முறை குன்றலில்லா பகுப்படைந்து நான்கு உட்கருக்களை ஒவ்வொரு துருவத்திலும் உருவாக்குகிறது. இந்நிலையில் எட்டு உட்கருக்களும் பொதுவான சைட்டோபிளாசத்தில் (தனி உட்கரு பகுப்பு) காணப்படுகின்றன. கடைசி உட்கரு பகுப்பிற்கு பின் செல் குறிப்பிடத்தக்க நீட்சியடைந்து பை போன்ற அமைப்பைத் தருகிறது.

இதன் தொடர்ச்சியாக கருப்பை செல் அமைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கிறது. சூல்துளைப் பகுதியிலுள்ள நான்கு உட்கருக்களில் மூன்று முட்டைசாதனமாக மாறுகின்றன. நான்காவது உட்கரு மைய செல்லின் (centre cell) சைட்டோபிளாசத்தில் தனித்து காணப்பட்டு மேல் துருவ உட்கருவாகிறது. சலாசா பகுதியிலுள்ள நான்கு உட்கருக்களில் மூன்று எதிரடிச் செல்களாகவும் (antipodal cells) ஒன்று கீழ்துருவ உட்கருவாகவும் ஆகிறது. தாவரங்களுக்கு ஏற்ப இரண்டு துருவ உட்கரு (Polar nuclei) இணையாமல் அல்லது இணைந்து இரண்டாம் நிலை உட்கருவாக (Secondary nucleus) (மைய செல்லுக்குள்) மாறுகிறது. முட்டை சாதனத்தின் (egg apparatus) மையத்தில் ஒரு முட்டை செல்லும், அதன் இரு பக்கங்களிலும் சினர்ஜிட்களும் அமைந்துள்ளன. சினர்ஜிட்கள் வேதியீர்ப்பு பொருட்களைச் சுரப்பதினால் மகரந்தக்குழாயை ஈர்க்க உதவுகின்றன. சினர்ஜிட்களில் உள்ள நூலிழை சாதனம் சூல்திசுவிலுள்ள ஊட்டம் கருப்பைக்கு உறிஞ்சிக் கடத்துவதற்கு உதவுகிறது. மேலும் மகரந்தக்குழாய் முட்டையை நோக்கிச் செல்வதற்கு வழிகாட்டுகிறது. இவ்வாறு 7n செல்கள் கொண்ட 8 உட்கரு பெற்ற கருப்பை உருவாகிறது. கருப்பையின் அமைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

## மகரந்தச் சேர்க்கை:

மகரந்தச் சேர்க்கை ஒரு அற்புதமான நிகழ்வாகும். இது மகரந்தச்சேர்க்கையில் ஈடுபடும் உயிரினங்களுக்கு உணவையும், வாழ்விடத்தையும் தருகிறது. பெரும்பான்மையான தவாரங்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை குறிப்பிட்ட விலங்கின சிற்றினங்களின் மூலம் நடைபெறுகிறது. மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு ஏற்றவாறு மலர்கள் மாறுபாடு அடைந்துள்ளன. எனவே தவாரங்களுக்கும் விலங்கினங்களுக்கும் இடையே கூட்டுப்பரிணாமம் (co-evolution) காணப்படுகிறது. மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறவில்லை என்று கற்பனை செய்து பாருங்கள் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறவில்லையெனில் கனிகளும், விதைகளும் உருவாகும் என எண்ணுகிறீர்களா? நடைபெறாவிட்டால் மகரந்தச்சேர்க்கையில் ஈடுபடும் உயிரினங்களின் நிலை என்னவாகும்? உணவிற்காக மகரந்தச்சேர்க்கை நடத்தும் உயிரிகளை நாடியுள்ளவையின் நிலை என்ன? இதுவே மகரந்தச்சேர்க்கை எனும் நிகழ்வின் முக்கியத்துவமாகிறது.

- மகரந்தப்பையில் உருவாகும் மகரந்தத்துகள்கள் சூலக அலகில் உள்ள சூலகமுடியினை சென்றடைந்தபின் மட்டுமே முளைக்கின்றன. ஒரு மலரின் மகரந்தத்தாள்களும் சூலகமும் உருவாக்கும் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் இடத்தால் பிரிக்கப்படுகின்றன. இச்செயல்பாடு சூலகமுடியை மகரந்தத்துகள்கள் அடைவதற்கு மிக அவசியமானதாகும். இவ்வாறு மகரந்தப்பையிலிருந்து மகரந்தத்துகள்கள் சூலகமுடியை சென்றடையும் நிகழ்வு மகரந்தச் சேர்க்கை (Pollination) எனப்படும்.
- மகரந்தச்சேர்க்கை மூடுவிதை (angiosperms) மற்றும் திறந்தவிதைத் (gymnosperms) தாவரங்களின் ஒரு சிறப்பு பண்பாகும். திறந்தவிதைத் தாவரங்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை நேரடி முறையில், அதாவது மகரந்தத்துகள்கள் திறந்த நிலையில் உள்ள சூலகளை நேரடியாகச் சென்றடைகின்றன. மாறாக மூடுவிதை தாவரங்களில் மகரந்தத்துகள்கள் சூலக அலகின் சூலகமுடியில் படிவதால் இது மறைமுக நிகழ்வாகும். பெரும்பான்மையான மூடுவிதைத்தாவரங்களில் மலர் மலர்ந்து, அதன் முதிர்ந்த மகரந்தப்பைகளையும், சூலகமுடியையும் மகரந்தச்சேர்க்கைக்காக வெளிக்காட்டுகின்றன. இத்தகைய மலர்கள் திறந்த மலர்கள் (Chasmogamous) எனவும், இத்தகைய நிகழ்ச்சி திறந்தமலர் மகரந்தச்சேர்க்கை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. சில தாவரங்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை மலர் திறக்காமலும், அவற்றின் இன உறுப்புகள் வெளிப்பாடையாமலும் இருக்கின்றன. இத்தகைய மலர்கள் மூடியமலர்கள் (Cleistogamous) எனவும், இத்தகைய நிகழ்வு மூடியமலர் மகரந்தச்சேர்க்கை (Cleistogamy) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.
- மலர்களில் உள்ள மகரந்தத்துகள்கள் சூலகத்தில் உள்ள சூலகமுடியினை சென்றடைவதன் அடிப்படையில் மகரந்தச்சேர்க்கை இரண்டு வகைப்படும். தன் - மகரந்தச்சேர்க்கை (Self - pollination / Autogamy) மற்றும் அயல் - மகரந்தச் சேர்க்கை (cross - pollination / Allogamy).

**தன் - மகரந்தச்சேர்க்கை (கிரேக்கத்தில் Auto = தன், Gamous = சேர்க்கை):**

- பெரும்பான்மையான தாவரவியல் வல்லுநர்களின் கருத்துப்படி ஒரு மலரில் உள்ள மகரந்தத்துகள்கள் அதே மலரில் உள்ள சூலக முடியை சென்றடையும் நிகழ்வு தன் மகரந்தச்சேர்க்கை அல்லது சுயகலப்பு எனப்படும்.

### 1. மூடியமலர் மகரந்தச்சேர்க்கை (Cleistogamy) (கிரேக்கத்தில் Kleisto = மூடிய Gamous = சேர்க்கை)

மலர்கள் மகரந்தச் சேர்க்கைக்காக திறக்காமலும் அல்லது இனப்பெருக்க உறுப்புகளை வெளிக்காட்டாமலும் மூடிய நிலையில் மலரில் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறும். காமிலினா, வயோலா, ஆக்சாலிஸ் ஆகியவை மூடிய மலர்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். காமிலினா பெங்காலன்ஸிஸ் தாவரத்தில் இரண்டு வகை மலர்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. அவை தரைமேல் மற்றும் தரைகீழ் மலர்களாகும். தரைக்கு மேல் காணப்படும் மலர்கள் பிரகாசமான நிறத்துடன், திறந்தவகை (Chasmogamous) மலர்களைக் கொண்டு, பூச்சிகள் மூலம் அயல்-மகரந்தச்சேர்க்கையில் ஈடுபடுகின்றன. தரைகீழ்க் மலர்கள் தரைகீழ் மட்டநிலத்தண்டின் கிளைகளிலிருந்து உருவாகின்றன. இவை மந்தமான நிறத்துடன், மூடிய மலர்களைக் கொண்டு

(Cleistogamous) தன் - மகரந்தச்சேர்க்கையில் ஈடுபடுகின்றன. இவை மகரந்தச் சேர்க்கை நடத்தும் முகவர்களைச் சார்ந்திருப்பதில்லை.

## 2. ஒத்த முதிர்வு (Homogamy):

ஒரு மலரில் மகரந்தத்தான், சூலக முடி இரண்டும் ஒரே சமயத்தில் முதிர்ச்சி அடைந்தால் இதற்கு ஒத்த முதிர்வு என்று பெயர். இது தன் - மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற சாதகமான சூழ்நிலையை உருவாக்குகிறது. எடுத்துக்காட்டுகள்: மிராபலிஸ், ஜலாபா, கேத்தராந்தஸ் ரோஸியஸ்.

## 3. முழுமையற்ற இருகால முதிர்வு (Incomplete dichogamy):

இருகால முதிர்வு மலர்களில் ஒரு மலரின் மகரந்தத்தானும் சூலகமுடியும் வெவ்வேறு காலங்களில் முதிர்ச்சியடைகின்றன. சில நேரங்களில் இந்த இன்றியமையா உறுப்புகளில் முதிர்வடையும் நேரம் ஒன்றுடன் ஒன்று மேற்பொருந்தும் போது தன் - மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு சாதகமாகிறது.

## அயல் - மகரந்தச்சேர்க்கை (Cross - pollination):

ஒரு மலரில் உள்ள மகரந்தத்துகள் வேறொரு மலரில் உள்ள சூலக முடியைச் சென்றடையும் நிகழ்வு அயல் - மகரந்தச்சேர்க்கை எனப்படும். அயல் - மகரந்தச் சேர்க்கை கீழ்க்கண்ட இரண்டு வகைகளில் நடைபெறுகிறது.

1. **கேய்ட்டினோகேமி (Geitonogamy):** ஒரு மலரில் உள்ள மகரந்தத்துக்கள் அதே தாவரத்தில் உள்ள மற்றொரு மலரின் சூலக முடிக்கு மாற்றப்படும் நிகழ்வு கேய்ட்டினோகேமி எனப்படும். இவ்வகை மகரந்தச்சேர்க்கை பெரும்பாலும் ஒருபால் மலர் (Monoecious) தாவரங்களில் நடைபெறுகிறது.

2. **வெளி மகரந்தச் சேர்க்கை (Xenogamy):** ஒரு மலரில் உள்ள மகரந்தத்துக்கள் (மரபணுசார் வேறுபாடு கொண்ட) அதே சிற்றினத்தைச் சார்ந்த வேறொரு தாவரத்தில் உள்ள மலரின் சூலக முடிக்கு மாற்றப்படும் நிகழ்வு வெளி - மகரந்தச்சேர்க்கை எனப்படும்.

## அயல் - மகரந்தச் சேர்க்கைகான உத்திகள்:

அயல் - மகரந்தச்சேர்க்கையை ஊக்குவிக்க தாவரங்களின் மலர்களில் பல்வேறு இயக்கமுறைகள் உள்ளன. இவை அயல் - மகரந்தச் சேர்க்கைக்கான உத்திகள் (Contrivances of cross - Pollination) அல்லது வெளிக்கலப்பு (Outbreeding) உத்திகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. அவைகளாவன:

## 1. ஈரிடபிரிதல் அல்லது ஒருபால் தன்மை (Dichliny or unisexuality):

ஒருபால் தன்மையுடைய மலர்கள் இருப்பின் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை மட்டுமே நடைபெறும். இது இரண்டு வகைப்படும்.

### 1. ஆண் பெண் மலர்த் தாவரங்கள் (Monoecious):

ஆண் மற்றும் பெண் மலர்கள் ஒரே தாவரத்தில் காணப்படுதல். எடுத்துக்காட்டு: தென்னை, பாகற்காய், ஆமணக்கு, சோளம் போன்ற தாவரங்களில் தன் மகரந்தச்சேர்க்கை தடுக்கப்படுகிறது. ஆனால் அவற்றில் கேய்ட்டினோகேமி நடைபெறுகிறது.

2. **ஒருபால் மலர்த்தாவரங்கள் (Dioecious):** ஆண் மற்றும் பெண் மலர்கள் வெவ்வேறு தாவரங்களில் காணப்படுதல். எடுத்துக்காட்டுகள்: பொராசஸ், கேரிக்கா பப்பாயா, போர்ச்சை மரம். இங்கு தன் மகரந்தச்சேர்க்கை மற்றும் கேய்ட்டினோகேமி ஆகிய இரண்டுமே தடுக்கப்படுகின்றன.

## 2. ஓரிட அடைதல் அல்லது இருபால்தன்மை (Monocliny or Bisexuality):

மலர்கள் இருபால்தன்மை கொண்டவை. எனவே தன் மகரந்தச்சேர்க்கையைத் தடுக்க சிறப்பான தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

1. **இருகால முதிர்வு (Dichogamy):** இருபால் மலரிலுள்ள மகரந்தப்பையும் சூலக முடியும் வெவ்வேறு காலங்களில் முதிர்ச்சியடைகின்றன. இதனால் தன்மகரந்தச்சேர்க்கை தடுக்கப்படுகிறது. இது இரு வகைப்படும்.

2. **ஆண் முன் முதிர்வு (Protandry):** மகரந்தத்தாள்கள் சூலகமுடிக்கு முன்னரே முதிர்ச்சியடைகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: ஹீலியாந்தஸ், கிளிரோடென்ட்ரம்
3. **பெண் முன் முதிர்வு (புரோடோகைனி -Protogyny):** சூலகமுடி மகரந்தத்தாள்களுக்கு முன்னரே முதிர்ச்சியடைகிறது. எடுத்துக்காட்டுகள்: ஸ்க்ரோப்புலேரியா நோடோசா, அரிஸ்டலோகியா பிராக்ட்டியேட்டா.

### பாலூறுப்பு தனிப்படுத்தம் (Herkogamy):

இருபால் மலர்களில் உள்ள இன்றியமையாத உறுப்புகளான மகரந்தத்தாள்களும், சூலக முடியும் மலரில் அமைந்திருக்கும் விதம் தன் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுவதைத் தடுக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக குளோரியோசா சூப்பா தாவரத்தில் சூலகத்தண்டு மகரந்தத்தாள்களுக்கு மேலாக நீட்டிக்கொண்டு காணப்படுகின்றன.

3. **மாற்று சூலகத்தண்டுத்தன்மை (Heterostyly):** சில தாவரங்கள் இரண்டு அல்லது மூன்று வெவ்வேறு வகையான மலர்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவற்றில் மகரந்தத்தாள்களும் சூலகத்தண்டும் வேறுபட்ட நீளத்தைப் பெற்றுள்ளன. எனவே, இவற்றில் மகரந்தச் சேர்க்கை சம நீளமுடைய இன உறுப்புகளுக்கு இடையே மட்டும் நடைபெறுகிறது.

1. **இரு சூலகத்தண்டுத்தன்மை (Distyly):** தாவரம் இரண்டு வகை மலர்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. அவற்றில் ஒன்று ஊசி மலர் (pinyed flower) அல்லது நீண்ட சூலகத் தண்டு, நீண்ட சூலக முடி, காம்புருக்கள், குட்டையான மகரந்தத்தாள்கள் மற்றும் சிறிய மகரந்தத்துகள்களைப் பெற்றுள்ள மலர் மற்றொன்று ஊசிக்கண் (thrum eyed flower) போன்ற அல்லது குட்டையான சூலகத்தண்டு, சிறிய சூலக முடி, காம்புருக்கள், நீண்ட மகரந்தத்தாள்கள் மற்றும் பெரிய மகரந்தத்துகள்களைப் பெற்ற மலர் எடுத்துக்காட்டு: பிரைமுலா ஊசிக்கண் மலர்களின் சூலக முடியும், ஊசிமலரின் மகரந்தப்பையும் ஒரே மட்டத்தில் அமைந்து மகரந்தச்சேர்க்கை அடைகின்றன. இதே போன்று ஊசிக்கண் வகை மலரின் மகரந்தப்பையும் ஊசிப்புவின் சூலக முடியும் சம உயரத்தில் காணப்படுகின்றன. இது மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற உதவுகிறது.

2. **மூன்று சூலகத்தண்டுத்தன்மை (Tristyly):** சூலகத்தண்டு மற்றும் மகரந்தத்தாள்களின் நீளத்தினைப் பொறுத்து தாவரம் மூன்று வகையான மலர்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. இங்கு ஒரு வகை மலரின் மகரந்தத்துகள்கள் மற்ற இரண்டு வகை மலர்களில் மட்டுமே மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்தவல்லது. அதே வகை மலர்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்த முடியாது. எடுத்துக்காட்டு: லைத்ரம்

**தன் - மலட்டுத்தன்மை அல்லது தன் - ஒவ்வாத்தன்மை (Self - Sterility or Self-incompatibility)** சில தாவரங்களில் ஒரு மலரின் மகரந்தத்துகள் அதே மலரின் சூலகமுடியை அடைந்தால் அதனால் முளைக்க இயலாது அல்லது முளைப்பது தடுக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டுகள்: அபுட்டிலான், பேசி. புளோரா. இது மரபணுசார் செயல்பாடாகும்.

### மகரந்தச்சேர்க்கைக்கான முகவர்கள் (Agents of pollination):

மகரந்தச்சேர்க்கை காற்று, நீர், பூச்சுகள் போன்ற பல முகவர்களால் நடைபெறுகிறது. மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற உதவும் முகவர்களின் அடிப்படையில் உயிரிலி மற்றும் உயிரி வகைகள் என வகைப்படுத்தப்படுகிறது. இதில் இரண்டாவது வகை மூலமாகவே பெரும்பாலான தாவரங்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது.

### உயிரிலி முகவர்கள் (Abiotic agents);

1. காற்று மகரந்தச்சேர்க்கை (Anemophily) - காற்றின் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை
2. நீர் மகரந்தச்சேர்க்கை (Hydrophily) - நீரின் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை



**உயிரி முகவர்கள் (Biotic agents):**

**விலங்கு மகரந்தச்சேர்க்கை (Zoophily):**

விலங்குகளின் மூலம் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை விலங்கு மகரந்தச்சேர்க்கை (Zoophily) என்றும் பூச்சிகள் மூலம் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை பூச்சி மகரந்தச்சேர்க்கை (entomophily) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

1. காற்று மகரந்தச்சேர்க்கை: காற்றின் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறும் மலர்கள் காற்று மகரந்தச் சேர்க்கை மலர்கள் (Anemophilous) என அழைக்கப்படுகின்றன. காற்று அதிக அளவு வீசக்கூடிய பகுதிகளில் காற்றின் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறும் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. எனவே இம்முறையில் இது ஒரு வாய்ப்பு நகிழ்வாகும். இந்நிகழ்வில் ஒரு மலரிலிருந்து மற்றொரு மலருக்கு மகரந்தத்துக்கள் கடத்தப்படும்போது குறிப்பிட்ட ஒரு மலரை சென்றடையாமல் அதிக அளவில் வீணடிக்கப்படுகின்றன. புற்கள், கரும்பு, மூங்கில், தென்னை, பனை, சோளம் போன்றவை காற்று மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு பொதுவான எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

**காற்று மகரந்தச்சேர்க்கை மலர்களில் பின்வரும் பண்புகள் காணப்படுகின்றன.**

- மலர்கள் தொங்கு (Pendulous), தொங்கு கதிர் (Catkin) அல்லது கதிர் (Spike) வகை மஞ்சரிகளில் காணப்படுகின்றன.
- மஞ்சரி அச்ச நீட்சி பெற்று, மலர்கள் இலைகளுக்கு மேல் நீண்டு காணப்படும்.
- பூவிதழ்கள் இன்றியோ அல்லது மிகவும் குன்றியோ காணப்படும்.
- மலர்கள் சிறியவை, தெளிவற்றவை, நிறமற்றவை, மணமற்றவை மற்றும் பூத்தேன் சுரக்காதவை.
- மகரந்தத்தாள்கள் எண்ணற்றவை, மகரந்தக்கம்பிகள் நீண்டவை, வெளிநோக்கி வளைந்தவை, மகரந்தப்பை கழலக்கூடியவை.
- மகரந்தச்சேர்க்கைக்காக காத்திருக்கும் சூல்களின் எண்ணிக்கையை ஒப்பிடும் போது மகரந்தப்பைகள் மிக அதிக அளவு மகரந்தத்துக்கள்களை உண்டாக்குகின்றன. இவை மிகச் சிறியவை, உலர்ந்தவை எடை குறைவானவை. எனவே காற்றின் மூலம் நீண்ட தொலைவிற்கு இவற்றை எடுத்துச் செல்ல இயலும்.
- சில தாவரங்களில் மகரந்தப்பைகள் பலமாக வெடித்து மகரந்தத்துக்கள்களை காற்றில் வெளியேற்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: அரிடகா.
- மலர்களின் சூலகமுடி அளவில் மிகப்பெரியதாகவும், துருத்திக்கொண்டும், சில நேரங்களில் கிளைத்தும், இறகு போன்றும் அமைந்து மகரந்தத்துக்கள்களைப் பிடிப்பதற்கேற்ப தகவமைப்பை பெற்றுள்ளன. பொதுவாக ஒரே ஒரு சூல் காணப்படுகிறது.
- சில தாவரங்களில் புதிய இலைகள் தோன்றுவதற்கு முன்னரே மலர்கள் உருவாகின்றன. இதனால் மகரந்தத்துக்கள்கள் இலைகளின் இடையூறின்றி எளிதாக எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

**மக்காச்சோளத்தில் மகரந்தச்சேர்க்கை (Zea mays):**

இத்தாவரம் ஆண் - பெண் (monoecious) மலர்களுடைய ஒருபால் மலர்கள் (unisexual) கொண்டது. ஆண் மஞ்சரி (கதிர்கஞ்சம் - tassel) தாவரத்தின் நுனிப் பகுதியிலும் பெண் மஞ்சரி (கதிர் - cob) கீழ்மட்டத்தில் பக்கவாட்டிலும் காணப்படும். மக்காச்சோளத்தில் மகரந்தத்துக்கள்கள் பெரியவை, அதிக எடையுள்ளவை, மெல்லிய காற்றினால் எடுத்துச்செல்ல முடியாதவை. எனினும் காற்றால் ஆண் மஞ்சரி அசைக்கப்படும் போது மலரிலுள்ள மகரந்தத்துக்கள்கள் கீழ்நோக்கி விழுகின்றன. பெண் மஞ்சரியின் மலர்களில் சுமார் 23 செ.மீ நீளமுள்ள சூலகமுடி (silk) காணப்படுகிறது. மேலும் இது இலைகளை தாண்டி அவற்றிற்கு மேல் நீண்டுள்ளது. கதிர்கஞ்சத்தில் இருந்து விழும் மகரந்தத்துக்கள்களை சூலக முடிகள் பற்றிக் கொள்கின்றன.

**நீர்மகரந்தச்சேர்க்கை (Hydrophily):**

மகரந்தத்துக்கள்கள் நீரின் மூலம் சூலகமுடியை சென்றடையும் நிகழ்வு நீர்மகரந்தச்சேர்க்கை எனப்படும். நீரின் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை அடையும் மலர்கள் நீர்மகரந்தச்சேர்க்கையுறும் மலர்கள் (Hydrophilous) என அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: வாலிஸ்நேரியா, ஹைட்ரில்லா,

எண்ணற்ற நீர்வாழ்த்தாவரங்கள் இருப்பினும் அதில் சில தாவரங்களில் மட்டுமே நீர் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. நீர்வாழ்த் தாவரங்களின் மகரந்தச்சேர்க்கைக்காக மலர்களை சூழ்ந்துள்ள உறைகள் குறைக்கப்பட்டோ அல்லது காணப்படாமலோ இருக்கின்றது. ஐக்கார்னியா மற்றும் நீர்அல்லி போன்ற நீர்வாழ்த் தாவரங்களின் மகரந்தச்சேர்க்கை காற்று மூலமோ அல்லது பூச்சிகளின் மூலமோ நடைபெறுகின்றன. நீர் மூலம் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை இரண்டு வகைப்படும், நீர் மேல் மகரந்தச்சேர்க்கை (Epihydrophily) மற்றும் நீருள் மகரந்தச்சேர்க்கை (Hypohydrophily) பெரும்பாலான நீர் மகரந்தச்சேர்க்கை மலர்கள் மியூசிலேஜ் உறை கொண்டுள்ளதால் மகரந்தத்துக்கள் ஈரமாவதிலிருந்து பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

### நீர் மேல் மகரந்தச்சேர்க்கை (Epihydrophily):

இவ்வகை மகரந்தச்சேர்க்கையானது நீர்ப்பரப்பிற்கு மேல் பகுதியில் நடைபெறுகிறது. எடுத்துக்காட்டுகள்: வாலிஸ்தேரியா ஸ்பைராலிஸ், எலோடியா.

நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை இரண்டு வகைப்படும். நீர்மேல் மகரந்தச்சேர்க்கை மற்றும் நீருள் மகரந்தச்சேர்க்கை

### வாலிஸ்தேரியா ஸ்பைராலிஸில் மகரந்தச்சேர்க்கை:

வாலிஸ்தேரியா ஸ்பைராலிஸ் மூழ்கி வேரூன்றி வளரும் நன்னீர் வாழ் ஒரு பால் (dioecious) தாவரமாகும். பெண் தாவரங்கள் தனி மலர்களை மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு ஏதுவாக நீரின் மேற்பரப்பு வரை கொண்டு செல்ல நீண்ட சுருள் மேற்பரப்பு காம்ப்பைப் பெற்றுள்ளன. நீரின் மேற்பரப்பில் பெண்மலரைச் சுற்றி குழிந்த கோப்பை வடிவ பள்ளம் உருவாகிறது. ஆண் தாவரத்திலிருந்து உருவாகும் ஆண் மலர்கள் தாவரத்திலிருந்து பிரிந்து நீர்ப்பரப்பில் மிதக்கின்றன. இவ்வாறு மிதக்கின்ற ஆண் மலர்கள் பெண் மலர்களைச் சூழ்ந்த குழிந்த கோப்பை வடிவ பரப்பில் படிந்து பெண் மலரிலுள்ள சூலகமுடியுடன் தொடர்பு கொண்டு மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்கிறது. மகரந்தச்சேர்க்கை அடைந்த பெண்மலரின் காம்ப்பு சுருண்டு மலர்கள் நீரின் மேற்பரப்பிலிருந்து நீருக்கடியில் கொண்டு வரப்பட்டு கனிகள் உருவாகின்றன.

### நீருள் மகரந்தச்சேர்க்கை (Hypohydrophily):

இது நீருக்குள் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை ஆகும். எடுத்துக்காட்டுகள்: ஜொஸ்டிரா மரைனா, சேர்ட்டோ. பில்லம்.

### விலங்கு மகரந்தச்சேர்க்கை (Zoophily):

விலங்கினங்களின் மூலம் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை விலங்கு மகரந்தச்சேர்க்கை எனப்படும். விலங்கினத்தின் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை அடையும் மலர்கள் விலங்கு மகரந்தச்சேர்க்கையுறும் மலர்கள் (Zoophilous) என அழைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய மகரந்தச்சேர்க்கை, பறவைகள், வெளவால்கள், நத்தைகள் மற்றும் பூச்சிகள் போன்ற விலங்கினங்களின் மூலம் நடைபெறுகின்றன. இதில் பூச்சிகள் மகரந்தச்சேர்க்கைக்காக சிறப்பான தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. பெரிய விலங்கினங்களான பிரைமேட்கள் (லெமூர்), மரப்பொந்துவாழிகள், ஊர்வன (ஜெக்கோ பல்லிகள் மற்றும் ஓணான்) போன்றவையும் மகரந்தச்சேர்க்கை முகவர்களாகும்.

### பறவை மகரந்தச்சேர்க்கை (Ornithophily):

பறவைகளின் மூலம் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை பறவை மகரந்தச்சேர்க்கை என அழைக்கப்படுகிறது. எரிதரைனா, பாம்பாக்ஸ், சைஜைஜியம், பிக்னோனியா, ஸ்டெர்லிட்சியா போன்ற தாவரங்கள் எடுத்தக்காட்டுகளாகும். ஓசனிச்சிட்டு (humming bird), பூஞ்சிட்டு (sun bird), தேனுண்ணி (honey eaters) போன்ற பறவைகள் தினந்தோறும் தேனிற்காக மலர்களை நாடிச் செல்வதன் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது.

**பறவை மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறும் மலர்களின் சிறப்புப் பண்புகள்:**

- மலர்கள் பொதுவாக பெரிய அளவுடையவை.
- மலர்கள் குழல், கோப்பை அல்லது தாழி வடிவானவை.
- மலர்கள் சிவப்பு, ஆரஞ்சு, சிவப்பு, இளஞ்சிவப்பு, ஆரஞ்சு, நீலம் மற்றும் மஞ்சள் என பல்வேறு பிரகாசமான நிறங்களில் காணப்படுவதால் அவை பறவைகளை ஈர்க்கின்றன.
- மலர்கள் மணமற்றவை, அதிக அளவு பூந்தேனைச் சுரக்கும் தன்மையுடையன. மலர்களுக்கு வருகை தரும் பறவைகளுக்கு மகரந்தத்துகள்களும் பூந்தேனும் மலர் சார்ந்த வெகுமதியாகிறது.
- மலரின் பாகங்கள் தடித்தும், தோல் போன்று உறுதியாகவும் காணப்படுவதால் மலரினை நாடிவரும் வலிமைமிக்க விருந்தாளிகளின் (பறவைகளின்) தாக்குதலை எதிர்கொள்ள உதவுகிறது.

**வெளவால் மகரந்தச்சேர்க்கை (Cheiropterophily):**

வெளவால்கள் மூலம் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை வெளவால் மகரந்தச்சேர்க்கை எனப்படுகிறது. வெளவால் மகரந்தச்சேர்க்கை எனப்படுகிறது. வெளவால் மகரந்தச்சேர்க்கையுறும் ஒரு சில சாதாரண தாவரங்கள் கைஜீலியா ஆப்பிரிக்கானா, அடன்சோனியா டிஜிடேட்டா போன்றவையாகும்.

**நத்தை மகரந்தச்சேர்க்கை(Malacophily):**

இலை அட்டைகள் (Slugs) மற்றும் நத்தைகளின் (Snails) மூலம் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை நத்தை மகரந்தச்சேர்க்கை எனப்படும். ஏரேசி (Araceae) குடும்பத்தின் சில தாவரங்களில் நத்தைகளின் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை

**மகரந்தச் சேர்க்கை**

நடைபெறுகிறது. நீர் நத்தைகள் (water snails), லெம்னா (lemna) தாவரத்தின் மேல் ஊர்ந்து செல்லும் போது மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது.

**பூச்சி மகரந்தச் சேர்க்கை (Entomophily):** பூச்சிகளின் மூலம் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை பூச்சி மகரந்தச்சேர்க்கை என்றும், எறும்புகளின் மூலம் நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கை எறும்பு மகரந்தச்சேர்க்கை (மிர்மிக்கோபில்லி - என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. தேனீக்கள், அந்துப்பூச்சிகள், பட்டாம்பூச்சிகள், ஈக்கள், குளவிகள், வண்டுகள் போன்றவை மகரந்தச்சேர்க்கை உதவும் வகையில் சிறந்த தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. மலர்களை நாடிச் சென்று மகரந்தச்சேர்க்கைகளில் ஈடுபடும் பூச்சிகளில் முக்கியமானவை தேனீக்களாகும். பெரும்பாலான முடுவிதைத்தாவரங்களில் பூச்சிகளின் மூலமே மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. அதற்காக அவை சிறப்பான தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

**பூச்சி மகரந்தச் சேர்க்கை அடையும் மலர்களின் முக்கியப் பண்புகள்:**

- பொதுவாக மலர்கள் பெரியதாகக் காணப்படும். மலர்கள் சிறியதாக இருப்பின் நெருக்கமாக அமைந்து அடர்த்தியான மஞ்சரியாகிறது. எடுத்துக்காட்டு: ஆஸ்ட்ரேசி மலர்கள்.
- மலர்கள் பிரகாசமான வண்ணங்களில் காணப்படும். பூச்சிகளைக் கவர்ந்து ஈர்ப்பதற்காக மலரினைச் சுற்றியுள்ள பாகங்கள் அடர்ந்த நிறத்துடன் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டுகளாக பாய்ன்செட்டியா (Poinsettia) மற்றும்

**போகன்வில்லா தாவரங்களில் பூவடிச் செதில்கள் (Bract) நிறமுற்று காணப்படும்.**

- மலர்கள் மணமுடையவை மற்றும் பூந்தேன் உண்டாக்குபவை.

- பூந்தேனை சுரக்காத மலர்களின் மகரந்தத்துகள்களை தேனீக்கள் உணவிற்காகவோ அல்லது தேன் கூட்டினை உருவாக்கவோ பயன்படுத்துகின்றன. மகரந்தத்துகள்களும், பூந்தேனும் மலரை நாடிவரும் விருந்தாளிகளுக்கு வெகுமதியாகும்.
- ஈக்கள் மற்றும் வண்டுகள்வழி நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கையுறும் மலர்கள் மகரந்தக்காரணிகளை ஈக்க தூர்நாற்றத்தைப் பரப்புகின்றன.
- சாறு செல்களைக் (Juicy cell) கொண்ட சில மலர்களிலிருந்து பூச்சிகள் துளையிட்டு சாற்றை உறிஞ்சுகின்றன.

**சால்வியாவில் மகரந்தச் சேர்க்கை (நெம்புகோல் இயங்குமுறை):**

சால்வியாவின் மலர் தேனீக்கள் மூலம் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுவதற்குரிய தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. இதன் மலர் ஆண் முன்முதிர்வுதன்மை கொண்டது. ஈருதடு வடிவமுடைய அல்லி வட்டத்தையும், இரு மகரந்தத்தாள்களையும் கொண்டது. சால்வியாவில் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற நெம்புகோல் இயங்குமுறை உதவுகிறது. ஒவ்வொரு மகரந்தப்பையும் மேற்புறத்தில் வளமான மகரந்த மடலையும் கீழ்ப்புறத்தில் வளமற்ற மகரந்த மடலையும் கொண்டுள்ளது. மகரந்த மடல்களுக்கு இடையே காணப்படும் நீண்ட இணைப்புத்திசு மகரந்தப்பை இங்குமங்கும் நன்கு அசைந்தாட உதவுகிறது. தேன் நுழையும் போது மலரின் கீழ்ப்புற உதடு தேன் அமர்வதற்குரிய தளமாகிறது. தேன் பூத்தேன் உறிஞ்ச தலையை உள்ளே நுழைக்கும் பொழுது தேனீயின் உடல் இணைப்புத்திசுவில் படுகிறது. இதனால் மகரந்தப்பையின் வளமான பகுதி கீழிறங்கி (தாழ்ந்து) தேனீயின் முதுகில் மோதுகிறது. எனவே தேனீயின் உடலில் மகரந்தத்துகள்கள் படிக்கின்றன. தேன் மற்றொரு மலரினுள் நுழையும்பொழுது மகரந்தத்துகள்கள் அம்மலரின் சூலகமுடியில் விழுவதன் மூலம் சால்வியாவில் மகரந்தச் சேர்க்கை நிறைவடைகிறது. இதுதவிர பொறி இயங்குமுறை (அரிஸ்டலோக்கியா), விழுகுழி இயங்குமுறை (ஆரம்), கவ்வி அல்லது ஏதுவாக்கி இயங்குமுறை (அஸ்கிளபியடேசி), உந்துதண்டு இயங்குமுறை (பாப்பிலியோனேசி) என சில சுவாரசியமான மகரந்தச்சேர்க்கை முறைகள் பல்வேறு தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.

**தன் மகரந்தச் சேர்க்கையின் நன்மைகள்:**

- இருபால் மலர்களில் தன் - மகரந்தச்சேர்க்கை உறுதியாக நடைபெறுகிறது.
- சிற்றினங்களின் உறுப்பினர்கள் அரிதாகும் போது அல்லது தொலைதூரங்களால் பிரிக்கப்படும் போது தன் - மகரந்தச்சேர்க்கையை நம்பியுள்ளன.
- அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறும் வாய்ப்புகள் நழுவும் போது அவை தன் மகரந்தச்சேர்க்கையில் ஈடுபட்டு சிற்றினங்களின் அழிவைத் தடுக்கின்றன.

**தன் - மகரந்தச் சேர்க்கையின் தீமைகள்:**

- தொடர்ச்சியாக தன் - மகரந்தச்சேர்க்கை தலைமுறை தலைமுறையாக நடந்தால் தோன்றும் சந்ததிகள் பலவீனம் அடைகின்றன.
- புதிய சிற்றினங்கள் மற்றும் புதிய வகைத் தாவரங்கள் உருவாகும் வாய்ப்புகள் குறைவுறும்.

**மகரந்தச் சேர்க்கை – ஒரு கூட்டு நிகழ்வு:**  
 மகரந்தச்சேர்க்கை பரிணாமம், சூழல்நிலையியல், விலங்குகள் பற்றிய படிப்பு, இரைதேடு நடத்தை போன்றவை குறித்த தவல்களைத் தருகிறது. மலர்கள் பூந்தேன் மட்டுமின்றி நுண்காலநிலை, பூச்சிகள் முட்டையிடும் இடம், தங்குமிடம் ஆகியவற்றையும் தருகின்றன. மலர்களுக்கும் பூச்சிகளுக்கும்மான தொடர்பு மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுவதையும் அதன் மூலம் தன் இனத்தைப் பெருக்கிக் கொள்வதையும் உறுதி செய்கிறது. மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்வதற்காக பூச்சிகளைக் கவரும்வண்ணம் மலர்ப் பாகங்களின் வடிவம், அளவு ஆகியவற்றை தகவமைத்துக் கொள்கின்றன.  
 பூக்காவிற்கும் அந்துப்பூச்சிக்கும் (டெஜிகுலா பூக்காசெல்லா) இடையேயான உறவு

கட்டாய ஒருங்குயிரி வாழ்க்கைக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். அந்துப்பூச்சி மலரின் சூலகப்பையினை துளையிட்ட முட்டையிடுகிறது. பின்னர் மகரந்தத்துகள்களை சேகரித்து பந்து வடிவில் சூலகமுடியின் உள்ளீடற்ற பகுதிய வழியாக உள்ளே தள்ளுகிறது. கருவுறுதல் நடைபெற்று விதைகள் உருவாகின்றன. முட்டைப்பூக்கள் (லார்வாக்கள்) வளரும் விதைகளை உண்ணுகின்றன. உண்ணப்படாத சில விதைகள் தாவரத்தின் பெருக்கத்திற்கு உதவுகின்றன. இதில் ஆச்சரியம் என்னவெனில் அந்த அந்துப்பூச்சிகள் யூக்காவின் மலர்கள் இன்றி உயிர்வாழ இயலாது. இத்தாவரமும் அந்துப்பூச்சிகளின்றி பாலினப் பெருக்கம் செய்ய இயலாது.

அமார்போபேலஸ் தாவர மலர்கள் மலர்ப்பொருள்களைப் வெகுமதியாகத் தருவது மட்டுமின்றி முட்டை இடுவதற்கு பாதுகாப்பான இடத்தையும் தருகின்றன. மலர்களுக்கு வருகை தரும் பல உயிரினங்கள் மகரந்தத்துகள்களையும் பூந்தேனையும் உட்கொள்கின்றன. ஆனால் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு உதவுவதில்லை. இவ்வுயிரிகள் மகரந்தத்துகள் / பூந்தேன் கொள்ளையர்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

தேனீ ஆர்கிட்களின் (ஓபிரஸ்) மலர்கள் பெண்குளவியை (கால்பா) ஒத்து காணப்படுகின்றன. ஆண் குளவி மலரை பெண்குளவி எனக் கருதி அதனுடன் புணர் முற்படுகிறது. இத்தகைய போலி புணர்ச்சிச் செயல் (pseudocopulation) மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற உதவுகிறது. அத்தியில் (ஃபைகஸ் காரிகா) குளவியால் (பிளாஸ்டோபேகா சீன்ஸ்) நடைபெறும் மகரந்தச்சேர்க்கையும் தாவர - பூச்சி இடைவினைக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

#### அயல் - மகரந்தச்சேர்க்கையின் நன்மைகள்:

- இவை எப்போதும் வளமான சந்ததிகளை உருவாக்குகின்றன.
- மேம்பட்ட விதை முளைத்திறன் காணப்படுகிறது.
- புதிய வகை ரகங்கள் உருவாகின்றன.
- தவாரங்கள் அவற்றின் சூழ்நிலைக்கேற்ப மேம்பட்ட தகவமைப்பினைப் பெறுகின்றன.

#### அயல் - மகரந்தச் சேர்க்கையின் தீமைகள்:

- அயல் - மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு புறமுகவர்கள் தேவைப்படுவதால் இவை நடைபெறுவது நிச்சயமில்லாத ஒன்றாகும்.
- மகரந்தச்சேர்க்கை முகவர்களை ஈர்ப்பதற்கு தவாரங்கள் பல்வேறு தகவமைப்புகளை பெற வேண்டியுள்ளன.

#### மகரந்தச்சேர்க்கையின் முக்கியத்துவம்:

- மகரந்தச்சேர்க்கை கருவுறுதலுக்கு முக்கிய முன்தேவையாகும்.
- கருவுறுதல் கனிகள் மற்றும் விதைகள் உருவாக உதவுகிறது.
- கருவுறுதலுக்காக ஆண் மற்றும் பெண் கேமீட்களை நெருக்கமாக கொண்டு செல்ல உதவுகிறது.
- வேறுபட்ட மரபணுக்கள் ஒன்றாக கலந்து தாவரங்களில் வேறுபாடுகளை அறிமுகப்படுத்த அயல் - மகரந்தச்சேர்க்கை உதவுகிறது. இவ்வேறுபாடுகள் தவாரங்களை சூழ்நிலைக்கேற்ப தகவமைத்துக் கொள்ளவும், சிற்றினமாக்கத்திற்கும் உதவுகின்றன.

#### கருவுறுதல்:

- ஆண் கேமீட்டுடன் பெண் கேமீட் இணைதல் கருவுறுதல் (Fertilization) எனப்படும். முடுவிதைத் தாவரங்களில் கருவுறுதல் (Double Fertilization) இரட்டைக் கருவுறுதல் வகையைச் சார்ந்ததாகும்.

### கருவுறுதலின் நிகழ்வுகள்:

- இரட்டைக் கருவுறுதல் சூலகமுடியில் மகரந்தத்துகள் முளைத்து மகரந்தக்குழல் உருவாதல், சூலகத்தண்டில் மகரந்தக்குழாய் வளர்தல், சூல்துளை நோக்கி மகரந்தக்குழாய் வளர்தல், கருப்பையில் காணப்படும் ஒரு சினர்ஜிட்டினுள் மகரந்தக்குழாய் நுழைதல், ஆண் கேமீட்கள் வெளியேற்றும், கேமீட்கள் இணைதல் மற்றும் மூவிணைதல் (Triple fusion) என பல்வேறு நிலைகளில் நடைபெறுகிறது. மகரந்தத்துகள் சூலக முடி மீது படிந்து மகரந்தக்குழாய் சூலினுள் நுழையும் வரையுள்ள நிகழ்வுகள் மகரந்தத்துகள் - சூலக அலகு இடைவினை (Pollen - pistil interaction) என அழைக்கப்படுகிறது. இது ஒரு இயங்கு நிகழ்வாகும். மகரந்தத்துகள் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டு அதன் முளைப்பு மற்றும் வளர்ச்சி ஊக்குவிக்கப்படுகிறது அல்லது தடை செய்யப்படுகிறது.

### சூலகமுடியில் மகரந்தத்துகள்:

இயற்கையில் பல்வேறு வகையான மகரந்தத்துகள் ஏற்கும் இயல்புடைய சூலக முடியின் ஏற்கும் பரப்பில் விழுகின்றன. ஆனால் அவை அனைத்தும் முளைப்பதில்லை, கருவுறுதலும் நடைபெறுவதில்லை. சூலக முடியின் ஏற்புப்பரப்பு மகரந்தத்துகளை ஏற்கிறது. சூலகமுடியோடு இணக்கமான மகரந்தத்துகளாக இருப்பின் அவை முளைத்து மகரந்தக்குழாயை உருவாக்குகின்றன. இதற்கு ஈர சூலகமுடியில் (Wet stigma) காணப்படும்

சூலகமுடி பாய்மமும் (stigmatic fluid), வறண்ட சூலகமுடியில் காணப்படும் மெல்லிய உறையும் (pellicle) காரணமாகவுள்ளன. இவை இரண்டும் சூலகமுடிக்கும் மகரந்தத்துகளுக்கும் இடையே நிகழும் புரத வினைகளை அங்கீகரித்தோ, நிராகரித்தோ இணையொத்த மற்றும் இணை ஒவ்வாத மகரந்தத்துகள்களை முடிவு செய்கின்றன. வெவ்வேறு சிற்றினங்களுக்கிடையே (interspecific) அல்லது ஒரே சிற்றினத்தில் (intraspecific) காணப்படும் தாவரங்களுக்கிடையே பால்சார்ந்த ஒவ்வாமை (Sexual incompatibility) காணப்படுகிறது. ஒரே சிற்றினத்தில் உள்ள தாவரங்களுக்கிடையே காணப்படும் பால்சார்ந்த ஒவ்வாமை தன் - ஒவ்வாமை (Self incompatibility) எனப்படும். மகரந்தத்துகள் சூலகமுடியில் விழுந்தவுடன் கண்களுக்கு புலப்படக்கூடிய முதல் மாற்றம் மகரந்தத்துகள் நீரேற்றமடைவதாகும். மகரந்தச்சுவர் புரதங்கள் மேற்புறத்திலிருந்து வெளியேறுகின்றன. மகரந்தத்துகள் முளைத்தலின் போது, மகரந்தத்துகளில் காணப்படும் அனைத்து உள்ளடக்கப் பொருட்களும் மகரந்தக்குழாயினுள் நகருகின்றன. மகரந்தக்குழாயின் வளர்ச்சி அதன் நுனியில் மட்டும் காணப்படும். அனைத்து சைட்டோபிளாச உள்ளடக்கப் பொருட்களும் நுனியை நோக்கி நகருகின்றன. மகரந்தக்குழாயின் இதர பகுதி நுனியிலிருந்து தோன்றும் நுண்குமிழ்ப்பையால் ஆக்கிரமிக்கப்படுகிறது. இது குழாய் நுனியிலிருந்து ஒரு கோலோஸ் அடைப்பால் பிரிக்கப்படுகிறது. நுண்ணோக்கியினால் பார்க்கும் போது மகரந்தக்குழியின் புறக்கோடி நுனிப்பகுதி அரைவட்ட வடிவில் ஒளி ஊடுருவும் பகுதியாக காணப்படுகிறது. இப்பகுதி கேப் பிளாக் என்று அழைக்கப்படுகிறது. கேப் பிளாக் (cap block) பகுதி மறைந்தவுடன் மகரந்தக்குழாயின் வளர்ச்சி நின்று விடுகிறது.

### சூலகத்தண்டில் மகரந்தக்குழல்:

மகரந்தத்துகள் முளைத்தலுக்குப் பின், மகரந்தக்குழாய் சூலக முடியிலிருந்து சூலகத்தண்டினுள் நுழைகிறது. மகரந்தத்துகளின் வளர்ச்சி சூலகத்தண்டின் வகையைப் பொறுத்து அமைகிறது.

### சூலகத்தண்டின் வகைகள்:

மூன்று வகையான சூலகத்தண்டுகள் காணப்படுகின்றன.

2. திறந்த அல்லது உள்ளீடற்ற சூலகத்தண்டு
3. திட அல்லது மூடிய சூலகத்தண்டு
4. பாதி திட அல்லது பாதி மூடிய சூலகத்தண்டு

**உள்ளீடற்ற அல்லது திறந்த சூலகத்தண்டு (Hollow or open style):** பொதுவாக இவ்வகை சூலகத்தண்டு ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. இதில் ஒரு உள்ளீடற்ற கால்வாய் சூலகமுடியிலிருந்து சூலகத்தண்டின் அடிவரை காணப்படுகிறது. அக்கால்வாய் ஒருவரிசை சுரப்பு

செல்களால் (ஊடு கடத்துதிசு (Transmitting tissue) சூழப்பட்டுள்ளது. இச்செல்கள் வழுவழுப்பான மியூசிலேஜ் பொருட்களைச் சுரக்கின்றன. மகரந்தக்குழாய் சூலகத்தண்டு கால்வாயை ஒட்டிய செல்களின் பரப்பில் வளர்ந்து செல்கிறது. கால்வாயினுள் நிரப்பப்பட்ட சுரப்புப் பொருட்கள் வளரும் மகரந்தக் குழாய்க்கு உணவாகவும், சூலகத்தண்டுக்கும் மகரந்தக்குழாய்க்கும் இடையே ஏற்படும் ஒவ்வாமை வினைகளை கட்டுப்படுத்தும் காரணியாகவும் செயல்படுகின்றன. இச்சுரப்புப் பொருட்கள் கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்பு மற்றும் எஸ்டரேஸ், அமில பாஸ்பேட்ஸ் போன்ற நொதிகளையும், ஒவ்வும் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்தும் புரதங்களையும் கொண்டுள்ளன.

திட அல்லது மூடிய சூலகத்தண்டு (Solid or closed style): பொதுவாக இவ்வகை சூலகத்தண்டு இருவிதையிலைத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. இதில் சூலகத்தண்டின் மையப் பகுதியில் நீண்ட சிறப்பு வாய்ந்த செல்கள் கற்றையாக அமைந்துள்ளன. இதற் ஊடுகடத்தும் திசு (transmitting tissue) என்று பெயர். இத்திசு திறந்த சூலகத்தண்டில் காணப்படும் சூழ்ந்தமைந்த சுரப்பு செல்களுக்கு சமமானவை மற்றும் அதே செயலைச் செய்கின்றன. மகரந்தக்குழாய் இந்த ஊடுகடத்து செல்களுக்கு இடையேயுள்ள செல் இடைவெளிகளின் வழியே வளர்கிறது.

பாதி திட அல்லது பாதி மூடிய சூலகத்தண்டு (Semisolid or half closed style): இவ்வகை சூலகத்தண்டு, திறந்த மற்றும் மூடிய வகை சூலகத்தண்டிற்கு இடைப்பட்ட ஒரு வகையாகும். ஊடுகடத்து திசுவின் இயல்பு பற்றி வேறுபட்ட கருத்துகள் உள்ளன. ஒரு சில ஆய்வாளர்கள் இது திடவகை சூலகத்தண்டில் மட்டும் காணப்படுகிறது என்றும் கருதுகிறார்கள். வேறு சிலர் உள்ளீடற்ற சூலகத்தண்டில் காணப்படும் சிறப்புவகை அடுக்கு செல்களையும் ஊடுகடத்து திசு என்று கருதுகின்றனர்.

மகரந்தக்குழாய் சூலினுள் நுழைதல்: மகரந்தக் குழாய் மூன்று வகைகளில் சூலினுள் நுழைகிறது.

**சூல்துளை வழி நுழைதல் (Porogamy):** மகரந்தக்குழாய் சூல்துளை (micropyle) வழியாக சூலினுள் நுழைதல்.

**சலாசா வழி நுழைதல்(Chalazogamy):** மகரந்தக்குழாய் சலாசா வழியாக சூலினுள் நுழைதல்.

**சூலுறைவழி நுழைதல் (Mesogamy):** மகரந்தக்குழாய் சூலக உறை வழியாக சூலினுள் நுழைதல்.

மகரந்தக்குழாய் கருப்பையினுள் நுழைதல்: மகரந்தக்குழாய் சூலினுள் நுழையும் பகுதி எதுவாயினும், கருப்பையினுள் சூல்துளை வழியாகவே நுழைகிறது. இம்மகரந்தக்குழாய் கருப்பையிலுள்ள ஒரு சினர்ஜிட் (synergid)க்குள் நேரடியாக நுழைகிறது.

மகரந்தக் குழாய், சூலகம், சூல் மற்றும் கருப்பையை நோக்கி வளர்வதற்கு வேதிநாட்டப் பொருட்களே காரணமாகும். மகரந்தக்குழாய் சூலகத்தண்டின் முழு நீளத்திற்கும் பயணித்து சூலகஅறையை அடைகிறது. அங்கிருந்து சூலிலுள்ள சூல்துளை வழியாக நுழைவதற்கு ஒரு அமைப்பு வழிகாட்டியாக செயல்படுகிறது. அவ்வமைப்பு வழிநடத்தி (obstructor) என்று அழைக்கப்படுகிறது. கருப்பையை அடைந்தபின், மகரந்தக் குழாயின் நுனியில் அல்லது நுனிப்பகுதியை ஒட்டிய மேல்பகுதியில் ஒரு துளை உருவாகிறது. சினர்ஜிட் வழியாக மகரந்தக்குழாயில் நுழைந்து அதன் சைட்டோபிளாசு உள்ளடக்கப் பொருட்கள் (இரண்டு ஆண் கேமீட்களும், தழைவழி உட்கரு மற்றும் சைட்டோபிளாசம்) வெளியேற்றப்படுகின்றன. இதன்பின் கருப்பையில் மகரந்தக்குழாய் வளர்வதில்லை. மகரந்தக் குழாய் உட்கரு அழிந்துவிடுகிறது.

**இரட்டைக் கருவுறுதலும் மூவிணைதலும்:**

S.G. நவாஸின் மற்றும் L. கினாண்டு 1898 மற்றும் 1899 ஆம் ஆண்டு லில்லியம் மற்றும் ஃபிரிட்லாரியா தாவரங்களில் ஆண் கேமீட்டகத்திலிருந்து வெளியேறும் இரண்டு ஆண் கேமீட்களும் கருவுறுதலில் ஈடுபடுகின்றன என்பதைக் கண்டறிந்தார். அந்த ஆண் கேமீட்டுகள் கருப்பையிலுள்ள இரண்டு வேறுபட்ட கூறுகளை கருவுறுச் செய்கின்றன. இவ்வாறு இரண்டு ஆண் கேமீட்களும் கருவுறுதலில் ஈடுபடுவதால், இந்நிகழ்வு இரட்டைக் கருவுறுதல் (Double fertilization) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது மூடவிதைத் தாவரங்களின் சிறப்புப் பண்பாகும். இரண்டு ஆண் கேமீட்களில் ஒன்று முட்டை உட்கருவுடன் (Syngamy) இணைந்து கருமுட்டை (Zygote)- யை உருவாக்குகிறது.

மற்றொரு ஆண் கேமீட் மைய செல்லை நோக்கி நகர்ந்து, அங்குள்ள துருவ உட்கருக்கள் (polar nuclei) அல்லது துருவ உட்கருக்கள் இணைந்து உருவான இரண்டாம் நிலை உட்கருவுடன் இணைந்து முதல்நிலை கருவூண் உட்கரு (Primary endosperm nucleus - PEN) வை உருவாக்குகிறது. இந்நிகழ்வில் மூன்று உட்கருக்கள் இணைவதால் இதற்கு முவிணைதல் (Triple fusion) என்றுபெயர். இந்நிகழ்வின் முடிவில் கருவூண் உருவாக்கம் நடைபெறுகிறது. கருவூண் வளரும் கருவிற்கு உணவாக உள்ளது.

**கருவறுதலுக்குப் பின்னான அமைப்பு மற்றும் நிகழ்வுகள்:**

கருவறுதலுக்குப் பின் விதை உருவாகும் வரை மலரின் பாகங்களில் பல மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன.

கருவறுதலுக்கு முன் பாகங்கள்	கருவறுதலுக்குப் பின் நிகழும் மாற்றங்கள்
புல்லி இதழ்கள், அல்லி இதழ்கள், மகரந்தத் தாள்கள், சூலகத்தண்டு மற்றும் சூலகமுடி	பொதுவாக உதிர்ந்து விடுகின்றன.
சூலகம்	கனி
சூல்	விதை
முட்டை	கருமுட்டை
சூலகக்காம்பு	விதைக்காம்பு
சூல் துளை	விதைத்துளை (O <sub>2</sub> மற்றும் நீர் கடத்த)
சூல்திசு	பெரிஸ்பெர்ம்
சூலக வெளியுறை	விதை வெளியுறை (testa)
சூலக உள்ளுறை	விதை உள்ளுறை (tegmen)
சினர்ஜிட் செல்கள்	அழிந்து விடுகின்றன
இரண்டாம் நிலை உட்கரு	கருவூண் திசு
எதிரடி செல்கள்	அழிந்து விடுகின்றன

**கருவூண் திசு:**

கருவறுதலுக்குப் பின் கரு பகுப்படைவதற்கு முன் முதல்நிலை கருவூண் உட்கரு உடனடியாக பகுப்படைந்து உருவாகும் திசு கருவூண் திசு என்றழைக்கப்படுகிறது. முவிணைதல் மூலம் உருவாகும் முதல்நிலை கருவூண் திசு உட்கரு (2 துருவ உட்கருக்கள் மற்றும் 1 விந்து உட்கரு) மும்மடிய குரோமோசோம்களைக் (3n) கொண்டுள்ளது. இது ஊட்டமளிக்கும், சீரியக்கி அமைப்புத்திசுவாகும். மேலும் இது வளரும் கருவிற்கு ஊட்டமளிக்கிறது.

வளர்ச்சி முறையைப் பொறுத்து மூடுவிதைத் தாவரங்களில் 3 வகையான கருவூண் திசு அறியப்படுகிறது. அவை உட்கருசார் கருவூண் திசு (Nuclear endosperm), செல்சார் கருவூண் திசு (Cellular endosperm), ஹீலோபிய கருவூண் (Helobial endosperm) திசு ஆகும்.

பூத்தளம் சதைப்பற்றுடன் உண்ணத் தகுந்த பகுதியாய் விதையுடைய கனியை சூழ்ந்துள்ளது	
கத்திரி தாவரத்தில் புல்லி இதழ்கள் பெரிதாகி நிலைத்திருக்கக் கூடியதாகவும் (சொலானம் மெலான்ஜினா), கனியை மூடியும் (பைசாலிஸ் மினிமா) உள்ளது. சூலகக் கீழ் அச்சு பெரிதாகி சதைப்பற்றுள்ள பேரிக்காய் வடிவில் உண்ணத்தக்கதாக மாறுகிறது. (அனகார்டியம் ஆக்சிடெண்டேல் - முந்திரி) பலாப்பழத்தில் பூவிதழ்கள் சதைப்பற்றுள்ளதாக மாறுகின்றன.	
வெளிச் சூலக உறையின் நுனிப்பகுதியில் சூல்துளையைச் சுற்றியுள்ள செல்கள் சதைப்பற்றுடன் காணப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பு விதைத்துளைமுடி (caruncle) என்று அழைக்கப்படுகிறது. (ரிசினஸ் கம்பூனிஸ்)	
சூலகக்காம்பு (funiculus) சதைப்பற்றுடன் வண்ணமயமான விதைஒட்டுத்தாளாக (aril) மாற்றமடைகிறது. (மிரிஸ்டிகா, பித்தசிலோபியம்).	
சூல்திசு வளரும் கருப்பை, கரு ஆகியவற்றால் முழுவதுமாக உறிஞ்சப்படும்	



அல்லது குறைந்த அளவு சேமிப்புத் திசுவாக காணப்படும். விதைகளில் எஞ்சியுள்ள சூல்திசு பெரிஸ்பெர்ம் (Perisperm) எனப்படும். எடுத்துக்காட்டு : மிளகு மற்றும் பீட்டுட்

### உட்கருசார் கருவூண் திசு:

இந்த வகை கருவூண் திசு உருவாக்கத்தில் முதல்நிலை கருவூண் உட்கரு (PEN) குன்றலில்லா பகுப்படைகிறது. இதைத் தொடர்ந்து சுவர் உருவாக்கம் நடைபெறாமல் தனித்த உட்கருக்களைக் கொண்ட நிலையில் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டுகள்: காக்கிவினியா, கேப்செல்லா, அராக்கிஸ்.

### செல்சார் கருவூண் திசு:

இந்த வகை கருவூண் திசு உருவாக்கத்தில் முதல்நிலை கருவூண் திசு உட்கரு (PEN) பகுப்படைந்து இரண்டு உட்கருக்களை உருவாக்கி அதைத் தொடர்ந்து சுவர் உருவாக்கமும் நடைபெறுகிறது. அடுத்தடுத்து நடைபெறும் பகுப்புகளைத் தொடர்ந்து சுவர் உருவாக்கம் நடைபெறுகிறது. எடுத்துக்காட்டுகள்: அடாக்கஸா, ஹீலியாந்தஸ், ஸ்கோபாரியா.

### ஹீலோபிய கருவூண் திசு:

ஹீலோபிய கருவூண் திசு வகையில் முதல் நிலை கருவூண் உட்கரு (PEN) கருப்பையின் அடிப்பகுதிக்கு நகர்ந்து இங்கு இரண்டு உட்கருக்களாக பகுப்படைகிறது. இந்த இரண்டு உட்கருக்களுக்கிடையே சுவர் உருவாக்கம் நடைபெற்று பெரிய சூல்துளை அறையையும் சிறிய சலாசா அறையையும் தோற்றுவிக்கிறது. சூல்துளை அறையிலுள்ள உட்கரு பல பகுப்புகள் அடைந்து பல தனித்த உட்கருக்களை உருவாக்குகிறது. சலாசா அறையிலுள்ள உட்கரு பகுப்படையலாம் அல்லது பகுப்படையாமல் இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டுகள்: ஹைட்ரில்லா, வாலில்ஸ்நேரியா.

அலிரோன் திசு (Aleurone tissue) மிகவும் சிறப்படைந்த செல்களால் ஆனது. இது ஒன்று அல்லது ஒரு சில அடுக்குகளால் ஆனது. இது தானியங்களின் (பார்லி, மக்காச்சோளம்) கருவூண் திசுக்களை சூழ்ந்து காணப்படுகிறது. இதன் செல்களில் காணப்படும் துகள்கள் அலிரோன் துகள்கள் எனப்படுகின்றன. இவற்றில் ஸ்பீரோசோம்கள் காணப்படுகின்றன. விதை முளைத்தலின் போது இச்செல்கள் அமைலேஸ்கள், புரோட்டையேஸ்கள் போன்ற ஒரு சில நீராற்பகுப்பு நொதிகளைச் சுரக்கின்றன. இந்நொதிகள் கருவூண் திசு செல்களிலுள்ள சேமிப்பு உணவுப் பொருட்களைச் செரிக்க உதவுகின்றன.

முதிர்ந்த விதைகளில், கருவூண் திசு வளரும் கருவினால் முழுவதுமாக பயன்படுத்தப்படலாம் அல்லது முழுவதும் பயன்படுத்தப்படாமல் நிலைத்துக் காணப்படலாம். கருவூண் திசு இல்லாத விதைகள் கருவூண் விதைகள் / அல்புமினற்ற விதைகள் (endospermous seed / exalbuminous seed) என்று அறியப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: பட்டாணி, நிலக்கடலை, பீன்ஸ், விதைகள் கருவூண் திசு கொண்டிருந்தால் அவை கருவூண் விதைகள் / அல்புமினுடைய விதைகள் (endospermous seed / albuminous seed) எனப்படும். இந்த விதைகளில் உள்ள கருவூண்திசு விதை முளைத்தலின் போது கருவிற்கு உணவை அளிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டுகள்: நெல், தென்னை, ஆமணக்கு.

**தொடர்விளிம்பற்ற கருவூண்திசு (Ruminant endosperm):** ஒழுங்கற்ற, சமமற்ற மேற்பரப்பைக் கொண்ட கருவூண்திசு, தொடர்விளிம்பற்ற கருவூண்திசு எனப்படும். (எடுத்துக்காட்டு: அரிக்கா கட்ச்சு – பாக்கு), பாசி, புளோரா, மிரிஸ்டிகா.

### கருவூண் திசுவின் பணிகள்:

- கருவூண் திசு வளரும் கருவிற்கு உணவாகப் பயன்படுகிறது.
- பெரும்பாலான மூடுவிதைத் தாவரங்களில் கருவூண்திசு உருவான பின்புதான் கருமுட்டை பகுப்படைகிறது.
- கருவூண் திசு கருவின் துல்லியமான வளர்ச்சியை ஒழுங்குபடுத்துகிறது.

இளநீர் ஒரு அடிப்படை ஊட்ட ஊடகமாகும். இது பல்வேறு தாவர திசுக்களிலிருந்து கரு மற்றும் நாற்றுருக்களின் வேறுபாடுருதலைத் தூண்டுகிறது. இளம் தென்னையிலிருந்து பெறப்படும் இளநீர் தனி உட்கருசார் கருவூண் திசுவாகும். இதனைச் சுற்றியுள்ள வெண்மைப் பகுதி செல்கள் உருவாக்கப்பட்ட கருவூண் திசுவாகும்.

## கரு உருவாக்கம் (Ebyrogenesis)

### இருவிதையிலைத் தாவர கருவளர்ச்சி (Development of dicot embryo):

இருவிதையிலைத் தாவர கருவளர்ச்சியிலுள்ள நிலைகள் விளக்க ஒள்கிராட் அல்லது குருசி. பெர் வகை (கேப்சில்லா பர்லா பாஸ்டோரிஸ்) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது கருப்பையின் சூல்துளைப் பகுதியில் கருவளர்ச்சி நடைபெறுகிறது.

கருமுட்டை குறுக்குவாக்கு பகுப்புற்று மேல்செல் அல்லது நுனிசெல் மற்றும் கீழ்செல் அல்லது அடிச்செல்லையும் தருகிறது. இதைத் தொடர்ந்து வளர்ச்சியின் போது கருமுட்டையில் நடைபெறும் செல்பகுப்பு காரணமாக கரு உருவாகிறது. கரு முதிர்ச்சி அடையும் முன் கோள, இதய வடிவை பெறுகிறது. முதிர்ந்த கருவில் முளைவேர், விதையிலை அடித்தண்டு, இரண்டு விதையிலைகள் மற்றும் முளைக்குருத்து காணப்படும்.

### விதை:

கருவுற்ற சூல் விதை என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது கரு, கருவூண் திசு மற்றும் பாதுகாப்பு உறை கொண்டுள்ளது. விதைகள் கருவூண் திசு கொண்ட விதைகளாகவோ (மக்காச்சோளம், கோதுமை, பார்லி, சூரியகாந்தி) அல்லது கருவூண் திசு அற்ற விதைகளாகவோ (பீன்ஸ், மா, ஆர்கிட்கள், குக்கர்பிட்கள்) இருக்கலாம்.

ஆர்கிட் விதையின் எடை 20.33 மைக்ரோகிராம். இரட்டை தென்னையின் விதை (லோடோய்சியா மால்டிவிகா) எடை ஏறத்தாழ 6 கி. கிராம்.

### இருவிதையிலைத் தாவர விதைக்கு எடுத்துக்காட்டான சைசர் விதையின் அமைப்பு:

முதிர்ந்த விதைகள் ஒரு காம்பினால் கனிச்சுவரோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அக்காம்பிற்கு விதைக்காம்பு என்று பெயர். இவ்விதைக்காம்பு மறைந்து விதைகளில் ஒரு தழும்பை ஏற்படுத்தும். இத்தழும்பு விதைத்தழும்பு (hilum) என்று அழைக்கப்படும். விதைத்தழும்பிற்கு கிழாக ஒரு சிறிய துளை காணப்படும். அதற்கு விதைத்துளை (micropyle) என்று பெயர். இது விதை முளைத்தலின் போது ஆக்ஸிஜன் மற்றும் நீரை உள்ளெடுக்க உதவுகிறது.

ஒவ்வொரு விதையும் விதையுறையைக் கொண்டிருக்கும். இந்த உறை சூல் உறைகளிலிருந்து தோன்றுகிறது. விதை உறை தடித்த வெளியுறை (testa) மற்றும் மெல்லிய சவ்வு போன்ற உள்ளுறை (tegmen)–ளைக் கொண்டுள்ளது. பட்டாணி தவாரத்தில் விதை வெளியுறை, விதை உள்ளுறை இரண்டும் இணைந்தே காணப்படும். கரு அச்சின் பக்கவாட்டில் இரண்டு விதையிலைகள் ஒட்டிக் காணப்படும். பட்டாணி விதையில் இது உணவுப்

பொருட்களை சேமித்து வைக்கிறது. மாறாக ஆமணக்கு போன்ற இதர விதைகளில் மெல்லிய விதையிலைகளும் சேமிப்புப் பொருட்களைக் கொண்ட கருவூண் திசுவும் காணப்படும். விதையிலையைத் தாண்டி நீண்டு காணப்படும் ஒரு அச்சப்பகுதி முளைவேர் (radicle) அல்லது கருவேர் (embryonic root) என்றும், அச்சின் மற்றொரு முனைப்பகுதி முளைக்குருத்து (plumule) என்றும் அழைக்கப்படும். கரு அச்சின் விதையிலையின் மேல் பகுதி விதையிலை மேந்தண்டு (epicotyl) எனவும், விதையிலையின் இடைப்பட்ட பகுதி விதையிலை அடித்தண்டு (hypocotyl) எனவும் அறியப்படுகிறது. விதையிலை மேந்தண்டு முளைக்குருத்திலும், விதையிலை அடித்தண்டு முளைவேரிலும் முடிவடைகிறது.

### ஒரு விதையிலை தாவர விதைக்கு எடுத்துக்காட்டான ஓரைசா விதையின் அமைப்பு:

ஒரு விதையிலையைக் கொண்டு நெல் விதை கேரியாப்சிஸ் (caryopsis) என்று அழைக்கப்படும். ஒவ்வொரு விதையும் பழுப்பு நிற உமியால் மூடப்பட்டிருக்கும் அதில் இரண்டு வரிசைகளில் உமியடிச் செதில்கள் அமைந்திருக்கும். விதையுறை பழுப்பு நிறத்தில், சவ்வு போன்று விதையை மிக நெருக்கமாக ஒட்டி அமைந்துள்ளது. சேமிப்புத் திசுவான கருவூண்திசு விதையின் பெரும்பகுதியாக உள்ளது.

கருவூண்திசு கருவிலிருந்து ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட அடுக்கினால் தனிமைப் படுத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வடுக்கிற்கு மேலடுக்கு (epithelium) என்று பெயர். கரு சிறியது. இதில் ஸ்குடெல்லம் (Scutellum) என்ற கவச வடிவ விதையிலை காணப்படுகிறது. இந்த ஸ்குடெல்லம் கரு அச்சின் பக்கவாட்டை நோக்கி அமைந்துள்ளது. வேர் மூடியால் பாதுகாக்கப்பட்ட முளைவேரும் முளைக்குருத்தும் கொண்டு ஒரு குட்டையான அச்சு காணப்படுகிறது. முளைக்குருத்து முளைக்குருத்து உறை (Coleoptile) என்பது அழைக்கப்படும் ஒரு பாதுகாப்பு உறையால் சூழப்பட்டுள்ளது. வேர்மூடியை உள்ளடக்கிய முளைவேர் முளைவேர் உறை (Coleorhizae) என்ற ஒரு பாதுகாப்பு உறையால் சூழப்பட்டுள்ளது. ஸ்குடெல்லம் மேலடுக்கின் உதவியால் கருவூண்திசுவிலிருந்து உணவுப் பொருட்களை உறிஞ்சி வளரும் கருவிற்கு வழங்குகிறது.

### கருவுறா இனப்பெருக்கம் (Apomixis):

பூக்கும் தாவரங்களில் கருவுறுதல் மூலம் நடைபெறும் இனப்பெருக்கம் கருவுறா இனப்பெருக்கம் (Amphimixis) எனப்படும். ஆனால் எந்நிலையிலும் ஆண், பெண் கேமீட்கள் இணைவின்றி நடைபெறும். இனப்பெருக்கம் கருவுறா இனப்பெருக்கம் (Apomixis) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

”அப்போமிக்ஸிஸ்” என்ற சொல், 1908-ஆம் ஆண்டு விங்க்ளர் என்பவரால் இது வழக்கமாக நடைபெறும் பால் இனப்பெருக்க முறைக்குப் பதிலாக நடைபெறும் ஒருவித இனப்பெருக்கம் ஆகும். இதில் குன்றல் பகுப்பும், கேமீட்களின் இணைவும் நடைபெறுவதில்லை.

மகேஸ்வரி (1950) கருவுறா இனப்பெருக்கத்தை இரண்டு வகைகளாக வகைப்படுத்தியுள்ளார். அவை மீள்வகை கருவுறா இனப்பெருக்கம் மற்றும் மீளாவகை கருவுறா இனப்பெருக்கம்.

**மீள்வகைகருவுறா இனப்பெருக்கம் (Recurrent apomixis):** இது தழைவழி இனப்பெருக்கத்தையும் பாலிணைவில்லா விதைத்தன்மையையும் (Agamospermy) உள்ளடக்கியது.

**மீளாவகை கருவுறா இனப்பெருக்கம் (Non recurrent apomixis):** குன்றல் பகுப்பிற்குப் பின் ஒருமடிய கருப்பை இது உருவாக்கப்பட்டு, கருவுறுதல் நடைபெறாமல் கருவாக மாறும் நிகழ்வாகும்.

**மீள்வகை கருவுறா இனப்பெருக்கத்தின் உருகோடு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.**

**தழைவழி இனப்பெருக்கம்:** தாவரங்கள் விதை தவிர மற்ற பாகங்கள் மூலம் பெருக்கமடைதல் தழைவழி இனப்பெருக்கம் எனப்படும்.

குமிழ்மொட்டுகள் - பிரட்டிலேரியா இம்பீரியாலிஸ் குமிழ்தண்டுகள் - அல்லியம், ஒரு தண்டு— மென்தா அர்வென்சிஸ் (புதினா), தரைகீழ் உந்து தண்டு – கிரைசாந்திமம் (சாமந்தி)

**பாலிணைவில்லை விதைத்தன்மை**

இது குன்றல் பகுப்பு மற்றும் கேமீட்டுகளின் இணைவின்றி உருவாகும் கருக்கள் ஆகும்.

### வேற்றிட கருநிலை (Adventive embryony):

இருமடிய வித்தகத்தாவர செல்களாகிய சூல்திசுவிலிருந்தோ அல்லது சூல் உறையிலிருந்தோ நேரடியாக கரு உருவானால் அது வேற்றிட கருநிலை எனப்படும். இது வித்தகத்தாவர மொட்டு உருவாதல் என்றும் அழைக்கப்படும். ஏனெனில் கேமீட்டக தாவர நிலை முழுவதுமாக இதில் காணப்படுவதில்லை. சிட்ரஸ், மாஞ்சி, பெரா போன்ற தாவரங்களில் வேற்றிட கருக்கள் காணப்படுகின்றன.

**உருவாக்க கருவுறாவித்து (Generative apospory):**

பெருவித்து தாய்செல் நேரடியாக இருமடிய கருப்பையாக மாறுகிறது. இங்கு வழக்கமாக நடைபெறும் குன்றல் பகுப்பு நடைபெறுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டுகள்: யூப்ளோரியம், ஏர்வா.

**கருவுறா வித்து (Apospory):** பெருவித்து தாய் செல்லில் வழக்கமாக நடைபெறும் குன்றல் பகுப்பு நடந்து நான்கு பெரு வித்துக்களைத் தருகிறது. பின்னர் இந்த நான்கு பெருவித்துகளும் படிப்படியாக மடிகின்றன. சூல்திசு செல் ஒன்று தூண்டப்பட்டு ஒரு இருமடிய கருப்பையாக மாறுகிறது. இந்த வகை கருவுறா வித்து தலைவழி வேற்றிட வித்து (Somatic apospory) என்றும் அழைக்கப்படும். எடுத்துக்காட்டுகள்: ஹிராசியம், பார்த்தீனியம்.

### பல்கருநிலை(Polyembryony):

ஒரு விதையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கரு காணப்பட்டால் அது பல்கருநிலை என்று அழைக்கப்படும் 1719-ஆம் ஆண்டு ஆண்டன் :பான் லியூ வன்ஹாக் சில ஆரஞ்சுத் தாவரங்களில் பல்கருநிலை பற்றிய முதல் தகவலைப் பதிவு செய்தார். பல்கருநிலை பற்றிய முதல் தகவலைப் பதிவு செய்தார். பல்கருநிலை அதன் தோற்றத்தின் அடிப்படையில் நான்கு வகைகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. **பிளவு பல்கரு நிலை** (எடுத்துக்காட்டு: ஆர்கிட்கள்)
2. கருப்பை முட்டை தவிர மற்ற செல்களிலிருந்து தோன்றும் கரு (சீனர்ஜிட்கள் - அரிஸ்டோலோக்கியா, எதிரடிச் செல்கள் - அல்மஸ், கருவூண்திசு - பலனோபோரா.
3. ஒரே சூலிற்குள் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட கருப்பைகள் வளர்ச்சியடைதல். (ஒரேயொரு பெருவித்து தாய் செல்லிலிருந்து தோன்றிய வழித்தோன்றல்கள் அல்லது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பெருவித்து தாய் செல்லிலிருந்து தோன்றிய வழித்தோன்றல்கள் - கேசுரைனா).
4. சூலிலுள்ள சில வித்தகத் தாவரச் செல்களின் செயல்பாடுகள் தூண்டப்படுதல் (சூல்திசு / சூலுறைகள் - சிட்ரஸ், சைஸிஜியம்).

### நடைமுறைப் பயன்பாடுகள்:

சிட்ரஸ் தாவரத்தில் சூல்திசுவிலிருந்து பெறப்படும் நாற்றுக்கள் பழப்பண்ணைக்கு நல்லத நகல்களாக உள்ளன. பல்கருநிலையின் வழியாக தோன்றும் கருக்கள் வைரஸ் தொற்று இல்லாமல் காணப்படுகின்றன.

### கருவுறாக்கனிகள் (Parthenocarpy):

- **கருவுறாக் கனியாதல்:** ஏற்கனவே குறிப்பிட்டது போன்று கருவுறுதலுக்குப் பின் சூலகம் கனியாகவும், சூல் விதையாகவும் மாறுகின்றன. எனினும் பல எடுத்துக்காட்டுகளில் கருவுறுதல் நடைபெறாமல் கனி போன்ற அமைப்புகள் சூலகத்திலிருந்து தோன்றலாம். இத்தகைய கனிகள் கருவுறாக்கனிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. அவை பெரும்பாலும் உண்மையான விதைகளைக் கொண்டிருப்பதில்லை. வணிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பல கனிகள் விதைகளைற்றவைகளாக ஆக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள் : வாழைப்பழம், திராட்சை, பப்பாளி.
- 1963-ஆம் ஆண்டு நிட்ச் கருவுறாக் கனியாதலை கீழ்க்கண்ட வகைகளாக வகைப்படுத்தினார்.
- மரபணுசார் கருவுறாக் கனியாதல்: இனக்கலப்பு அல்லது சடுதிமாற்றம் மூலமாக கருவுறாக் கனி உருவாதல். எடுத்துக்காட்டுகள்: சிட்ரஸ், குக்கர்பிட்டா.
- சூழ்நிலைசார் கருவுறாக் கனியாதல்: உறைபனி, மூடுபனி, குறைந்த வெப்பநிலை, அதிக வெப்பநிலை போன்ற சூழ்நிலைகள் கருவுறாக்கனி உருவாதலைத் தூண்டுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக 3 – 19 மணி நேரம் குறைந்த வெப்ப நிலை பேரிக்காய் தாவரத்தில் கருவுறாக்கனி உருவாதலைத் தூண்டுகிறது.
- **வேதிப்பொருள் தூண்டிய கருவுறாக் கனியாதல்:** வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் பொருட்களான ஆக்சின்கள் மற்றும் ஜிப்ரலின்கள். கருவுறாக்கனி உருவாதலைத் தூண்டுகின்றன.

**முக்கியத்துவம்:**

- தோட்டக்கலைத்துறையில் விதையிலாக் கனிகள் அதிக முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன.
- விதையிலாக்கனிகள் வணிகரீதியாக அதிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.
- ஜாம்கள், ஜெல்லிகள், சாஸ்கள், பழபானங்கள் தயாரிப்பில் விதையிலாக்கனிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- கருவுறாக் கனிகளில் விதைகள் இல்லாத காரணத்தால் கனியின் பெரும்பகுதி உண்ணக்கூடிய பகுதியாக உள்ளது.



## 2. பாரம்பரிய மரபியல்

மரபியல் எனப்படுவது உயிரினங்களில் பொதுவான பண்புக்கூறுகள் எவ்வாறு மூதாதையர் தலைமுறைகளிலிருந்து பெறப்படுகிறது என்பதைப் பற்றி படிப்பதாகும். கடந்த 50 ஆண்டுகளில் மரபியலைப் போன்று வேறெந்த அறிவியல் பிரிவும் உலகை மாற்றி அமைத்ததில்லை. மரபியல், அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்ப மேம்பாடுகளினால் வேளாண்மை, மருத்துவம், தடயவியல் போன்ற துறைகளில் பெரும் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தியுள்ளது.

**மரபியல்(Genetics)-பாரம்பரியத்தின் அறிவியல்** - பாரம்பரியப் பண்புகள் எவ்விதம் பெற்றோர்களிடமிருந்து சந்ததிகளுக்குக் கடத்துகிறது எனும் செயல்முறையை எடுத்துரைக்கும் உயிரறிவியலின் ஒரு பிரிவாக மரபியல் திகழ்கிறது. **W. பேட்சன்** 1906ம் ஆண்டு **மரபியல்(Genetics)** எனும் பதத்தை அறிமுகப்படுத்தினார். மரபியலின் நான்கு முக்கியத் துணைப் பிரிவுகள் பின்வருமாறு:

1. **ஊடுகடத்தல் மரபியல் (Transmission Genetics) / பாரம்பரிய மரபியல் (Classical Genetics)** - மரபணுக்கள் எவ்வாறு பெற்றோர்களிடமிருந்து சந்ததிகளுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன என்பதை விளக்கும் ஒரு பிரிவாகும். பாரம்பரிய மரபியலின் அடிப்படை கிரஹெர் மெண்டல் தன் ஆய்வில் பயன்படுத்திய ஏழு மரபணுப் பண்புகளாகும்..
2. **மூலக்கூறு மரபியல் (Molecular Genetics)** -மரபணுக்கள் புற அமைப்பு மற்றும் உயிர்ச் செயல்களை எவ்வாறு மூலக்கூறு நிலையில் மேற்கொள்கிறது என்பதை விளக்கும் பிரிவாகும்.
3. **உயிரித்தொகை மரபியல்(Population Genetics)** -தனி உயிரிகளின் தொகுப்பில் தனிப்பட்ட பண்புக்கூறு எவ்வாறு குறிப்பிட்ட மரபணுக்களால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது என்பதை விளக்கும் பிரிவு.
4. **எண்ணிக்கைசார் மரபியல் (Quantitative Genetics)** -ஒரு தொகுப்பிலுள்ள தனி உயிரிகளின் பண்புக்கூறுகள் பல மரபணுக்களால் ஒரே சமயத்தில் தீர்மானிக்கப்படும் முறையை விளக்கும் பிரிவு.

**தோற்றத்தில் காணப்படும் ஒற்றுமைகள், வேற்றுமைகள் மற்றும் தலைமுறையில் பண்புகள் விடுபடுதலுக்கான (skipping) காரணம் என்ன?**

மரபியல் என்பது மரபணு, மரபார்ந்த வேறுபாடுகள் மற்றும் உயிரினங்களில் நடைபெறும் மரபுசார்ந்த பண்புக்கடத்தல் ஆகியவற்றைப் பற்றிய படிப்பாகும். ஜெனிடிக்ஸ் (Genetics) என்பதைத் தமிழில் மரபியல் அல்லது **மரபணுவியல்** என்று எவ்விதமாகக் குறிப்பிடுவது சரியாக இருக்கும்.

மரபணுக்கள் (Genes) - பாரம்பரியத்தின் செயல்படும் அலகுகள்: பெற்றோர்களிடமிருந்து சந்ததிகளுக்கே உயிர், வேதியியல், உள்ளமைப்பியல் மற்றும் நடத்தை பண்புகளைக் கடத்தும் பாரம்பரியத்தின் அடிப்படை அலகுகள் (உயிரியல் தகவல்)

### பாரம்பரியமும் வேறுபாடுகளும்

**மரபியல்** என்பது பாரம்பரியம் மற்றும் வேறுபாடுகள் பற்றி அறியும் ஓர் அறிவியல் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது.

**பாரம்பரியம் (Heredity):** பெற்றோர்களிடமிருந்து சந்ததிகளுக்குப் பண்புகள் கடத்தப்படுவது பாரம்பரியம் எனப்படுகிறது.

**வேறுபாடு (Variation):** இயல்பான ஒத்த இனத்தொகையிலுள்ள உயிரினங்களின் அல்லது அவற்றின் சிற்றினங்களின் பண்புகளுக்கிடையே காணப்படும் வித்தியாசமே வேறுபாடு எனப்படுகிறது. இவ்வேறுபாடு இருவகைப்படும். அவையாவன (i) தொடர்ச்சியற்ற வேறுபாடுகள் (ii) தொடர்ச்சியான வேறுபாடுகள்.

### 1. தொடர்ச்சியற்ற வேறுபாடுகள்(Discontinuous Variation):

ஓர் உயிரினத்தொகையில் சில பண்புகளில் குறிப்பிட்ட அளவு வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: *பிரைமுலா* தாவரத்தின் சூலகத் தண்டின் நீளம். தோட்டப் பட்டாணிச் செடியின் உயரம் (நெட்டை அல்லது குட்டை). இந்தத் தொடர்ச்சியற்ற வேறுபாட்டில் பண்புகள் ஒன்று அல்லது இரண்டு முக்கியமான மரபணுக்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இம்மரபணுக்கள் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அல்லல்களை (இணை மரபணு வடிவங்கள்) கொண்டிருக்கும். இவ்வேறுபாடுகள் மரபியலில் கடத்தும் காரணிகள் மூலம் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. இவ்வேறுபாடுகளைப் பெற்ற தனி உயிரிகள் இடைநிலை தோற்றப்பண்புகளற்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இது பண்புசார் பாரம்பரியமாதல் (qualitative inheritance) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

## 2. தொடர்ச்சியான வேறுபாடுகள்(Continuous Variation):

இவ்வேறுபாடுகள் சூழ்நிலை மற்றும் மரபுக் காரணிகளின் கூட்டு விளைவுகளால் தீர்மானிக்கப்படுபவைகளாக இருக்கலாம். ஓர் உயிரினத்தொகையில் பெரும்பாலான பண்புகள் முழுவதுமாகத் தரம் பிரிக்கப்பட்டு ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலை வரை எவ்விதத் தடையுமின்றி வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. புறத்தோற்றப் பண்புகளின் பாரம்பரியம் பல மரபணுக்கள் மற்றும் சூழ்நிலைக் காரணிகளின் கூட்டுச்செயல் விளைவுகளால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. இது எண்ணிக்கைசார் பாரம்பரியமாதல் (quantitative inheritance) என்று அறியப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: மனிதனின் உயரம் மற்றும் தோல் நிறம்.

### வேறுபாடுகளின் முக்கியத்துவம்

- சில உயிரிகளில் காணப்படும் வேறுபாடுகள் போராடி, வாழ்தலில் சிறந்த உயிரியாக மாறுவதன் அடிப்படையில் அமைகின்றன.
- மாறும் சூழ்நிலைகளுக்கேற்பத் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொள்ள உதவுகிறது.
- இது இயற்கைத் தேர்வுக்கான மரபியல் பண்புகளை வழங்குவதாக உள்ளது.
- மேம்படுத்தப்பட்ட உற்பத்தி, விரைவான வளர்ச்சி, அதிக நோய் எதிர்ப்புத்தன்மை மற்றும் குறைவான முதலீடு கொண்ட தாவரங்களை, பயிர் பெருக்க உற்பத்தியாளர்கள் உருவாக்குவதற்கு வேறுபாடுகள் துணை புரிகின்றது.
- பரிணாமத்தின் மூலங்களாக வேறுபாடுகள் அமைகின்றன.

### மெண்டலியம் (Mendelism)

மரபியலுக்கு மெண்டல் ஆற்றிய பங்கு மெண்டலியம் எனப்படுகிறது. பட்டாணித் தாவரத்தில் அவர் செய்த கலப்புறுத்த ஆய்வுகள் மற்றும் தாவரக் கலப்புயிரி முறைகள் உள்ளடக்கிய கருத்துகள் அனைத்தும் நவீன மரபியலுக்கு அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது. எனவே மெண்டல் மரபியலின் தந்தை என்றழைக்கப்படுகிறார்.

### மரபியலின் தந்தை – கிரஹெர் ஜோஹன் மெண்டல் (1822 - 1884)

முதல் மரபியலாளரான கிரஹெர் ஜோஹன் மெண்டல், பாரம்பரியத்தின் அதிசயங்களடங்கிய பாதையில் முதலில் பயணித்தவர் ஆவார். இவர் ஜூலை 22, 1822-ஆம் ஆண்டு ஆஸ்திரியாவின் ஹெய்சண்டார்.ஃப் என்ற ஊரில், சிலிசியன் எனும் கிராமத்தில் (தற்போது ஹென்சின், செக்கோஸ்லோவாகியா) பிறந்தார். பள்ளிப் படிப்பிற்குப் பிறகு, தாவரவியல், இயற்பியல் மற்றும் கணிதத்தை வியன்னா பல்கலைக்கழகத்தில் பயின்றார். அதன்பிறகு ஆஸ்திரியா (Austria) நாட்டின் புருன் (Brunn) என்ற இடத்திலுள்ள புனிதத் தாமஸ் மடாலயத்தில் தனக்கு விருப்பமான பட்டாணி தாவரக் கலப்புறுதல் சோதனைகளை மேற்கொண்டார். 1849-ம் ஆண்டு தற்காலிகமாக ஆசிரியப் பணியினை மேற்கொண்டு, ஓய்வு நேரத்தில், தன்னுடைய தோட்டத்தில் பட்டாணித் தாவரத்தில் கலப்புறுதல் சோதனைகளைத் தொடர்ந்து மேற்கொண்டார். 1856-ஆம் ஆண்டு வரலாற்று சிறப்பு வாய்ந்த பட்டாணித் தாவர ஆய்வுகளைத் தொடங்கினார். 1856 முதல் 1863 வரை பட்டாணித் தாவரத்தில் கலப்புறுதல் சோதனைகளை இவர் மேற்கொண்டார். அவர் தனது தோட்டத்திலுள்ள பட்டாணித் தாவரத்தில் மேற்கொண்ட ஏழு ஜோடி வேறுபட்ட பண்புக்கூறுகளைக் கொண்டு பாரம்பரியக் கொள்கைகளைக் கண்டறிந்தார். மெண்டல் 24,034 தாவரங்களின் பல சந்ததிகளில் இனக்கலப்பு செய்து, முடிவுகளை அட்டவணைப்படுத்தினார். 1866-ஆம் ஆண்டு “எக்ஸ்பெரிமண்ட்ஸ் ஆன் பிளாண்ட் ஹைபிரிட்ஸ்”(Experiments on Plant Hybrids) என்ற தலைப்பில் “தி புரீசீடிங்ஸ் ஆஃப் ப்ருன்

சொசைட்டி ஆஃப் நாச்சுரல் ஹிஸ்டரி"-ல் தனது ஆய்வுக் கட்டுரையை வெளியிட்டார். நவீன மரபியலின் நிறுவனராக இன்றும் கிரஹர் மெண்டல் விளங்குகிறார். மேலும் இவர் முதல் முறைப்பாடு மரபிய ஆராய்ச்சியாளராகவும் கருதப்படுகிறார்.

**மெண்டலின் வெற்றிக்கான காரணங்கள்:**

- உயிரியலில் கணிதம் மற்றும் புள்ளியியல் முறைகளையும், நிகழ்விரைவு முறைகளையும் தனது கலப்புயிரி சோதனைகளில் கையாண்டிருப்பது,
- கையாண்ட அறிவியல் முறைகளின் துல்லியமான, விரிவான பதிவுகளின் எண்ணிக்கைசார் விவரங்களையும் புள்ளியியல் முறையில் பதிவிட்டிருப்பது,
- சோதனைகள் அனைத்தும் மிகவும் கவனமாகவும் திட்டமிடப்பட்டு, அவற்றில் அதிக மாதிரிகள் பயன்படுத்தப்பட்டிருப்பது.
- எடுத்துக்கொண்ட எதிரிடைப் பண்புகள் தனிப்பட்ட குரோமோசோம்களில் உள்ள காரணிகளால் (மரபணுக்களால்) கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருப்பது.
- மெண்டலால் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பெற்றோர் தாவரங்கள் தூயகால் வழி பெற்றோர்களாக இருந்தது. பெற்றோர்களின் தூய்மையானது பல தலைமுறைகளில் தற்கலப்பு செய்து பரிசோதிக்கப்பட்டதாக இருந்தது.

**மெண்டலின் பட்டாணித் தாவர ஆய்வுகள்**

மெண்டலின் பாரம்பரியக் கோட்பாடு, துகள் கோட்பாடு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இதற்கான நுண்துகள்கள் அல்லது பாரம்பரிய அலகுகள் அல்லது காரணிகள் (hereditary units or factors) தற்போது மரபணுக்கள் (Genes) என அழைக்கப்படுகின்றன. பல தூயகால்வழி பட்டாணித் தாவரங்களைக் கொண்டு செயற்கை மகரந்தச் சேர்க்கை / அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஆய்வுகளை இவர் மேற்கொண்டார்.

**பட்டாணி மலர்களில் அயல் - மகரந்தச்சேர்க்கை படிநிலைகள்**

மரபியலின் முதல் மாதிரி உயிரி - தோட்டப் பட்டாணி - இத்தாவரத்தில் மெண்டலால் ஆய்வு செய்யப்பட்ட ஏழு பண்புகளின் விவரம்:

**மெண்டலால் ஆய்வு செய்யப்பட்ட பட்டாணியின் ஏழு பண்புகள்**

**பட்டாணியின் ஏழு பண்புகள்**

பண்பு	மரபணு	ஒங்கு பண்புக்கூறு	ஒடுங்கு பண்புக்கூறு
தாவர உயரம்	Le	நெட்டை	குட்டை
விதை வடிவம்	R	உருண்டை	சுருங்கிய
விதையுறை நிறம்	I	மஞ்சள்	பச்சை
மலர் நிறம்	A	ஊதா	வெள்ளை
கனி நிறம்	GP	பச்சை	மஞ்சள்
கனி	V	வீங்கிய / உப்பிய	இறுக்கிய
மலர் அமைவிடம்	Fa	கோணம்	நுனியிலமைந்த

**பட்டாணித் தாவரத்தில் மெண்டலின் ஏழு பண்புகளுடைய, ஏழு குரோமோசோம்கள்**

தூயகால்வழி என்பது, பெற்றோர் முதல் சந்ததிகள் வரை தொடர்ந்து தன்மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற்று, நிலையான பாரம்பரியப் பண்புகளைக் கொண்ட தாவரங்கள் ஆகும். தூயகால்வழி தாவரங்களுக்குள் நடைபெறும் கலப்புறுதல், பாரம்பரியத்தில் நிலையான, பல தலைமுறைகளில் பிரதிபலிக்கக் கூடிய குறிப்பிட்ட பெற்றோர் பண்புகளைக் கொண்ட சந்ததிகளை உருவாக்குகிறது.



தாயகால்வழி என்பது ஒத்தபண்பிணைவு (Homozygosity) தன்மையை மட்டும் குறிப்பிடுகிறது. ஒரு தனித் தாவரத்தினால் உருவாக்கப்படும் ஆண், பெண் இனச் செல்கள் (கேமீட்கள்) இணைவை, தற்கருவுறுதலை (ஒரே தாவரத்திலிருந்து உருவாக்கப்பட்ட மகரந்தம் மற்றும் அண்டச் செல் இணைதலை) இது குறிக்கிறது. மெண்டலின் பட்டாணித் தாவரத்தில் தன்மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. ஆராய்ச்சியாளர் ஒரு பட்டாணித் தாவரத்திலுள்ள மகரந்தப்பைகளை கருவுறுதலுக்கு முன் நீக்கி (ஆண்மலடாக்கி) வேறொரு ரகப் பட்டாணித் தாவரத்திலுள்ள மகரந்தங்களை, மகரந்தப்பை நீக்கப்பட்ட மலர்களின் சூலக முடிக்கு மாற்றுவதென்பது அயல்-கருவுறுதல் என்பதாகும். இதன் மூலம் வேறுபட்ட பண்புக்கூறுகளைக் கொண்ட கலப்பினங்கள் உருவாகிறது. மெண்டலின் ஆராய்ச்சிகளின் அடிப்படையில் அமைக்கப்பட்ட விதிமுறைகள் அனைத்தும் தற்போது மெண்டலிய மரபியல் (Mendelian Genetics) எனப்படுகிறது.

செல்லில் காணப்படும் பாரம்பரிய நுட்பங்களான குரோமோசோம், DNA, மரபணுக்கள் பற்றிய செய்திகள் அறியப்படுவதற்கு முன்பே, பாரம்பரியம் பற்றிய இந்த விதிகளின் சரியான நுட்பங்களை மெண்டல் வகுத்தார். மெண்டலின் இந்தப் பாரம்பரி நுட்பம் பற்றிய உன்னிப்பான நுண்ணறிவு மேம்படுத்தப்பட்டப் பயிர் ரகங்கள் உருவாக்குவதிலும், பயிர் கலப்புயிர்தல் முறையிலும் ஒரு புரட்சியை ஏற்படுத்துவதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

1884-ஆம் ஆண்டில் மெண்டல் மறைந்த பின்னர், 1900-ஆம் ஆண்டு மெண்டலின் ஆய்வுகள் மூன்று உயிரியல் வல்லுனர்களாகிய, ஹாலந்தின் ஹியூகோ டி விரிஸ், ஜெர்மனியின் கார்ல் காரென்ஸ் மற்றும் ஆஸ்திரியாவின் எரி வான் ஷெர்மாக் ஆகியோரால் மீண்டும் கண்டறியப்பட்டது.

### மெண்டலியத்துடன் தொடர்புடைய கலைச்சொற்கள்

மெண்டல் இரு எதிரிடையான பண்புக்கூறுகளின் (traits) வெளிப்பாடுகளை மட்டுமே ஒரே சமயத்தில் கவனத்தில் கொண்டார். எடுத்துக்காட்டு: நெட்டை மற்றும் குட்டை வேறுபட்ட பண்புக்கூறுகள் வெளிப்பாடடைவதற்கான காரணம் ஒரே பண்புக்கூறுக்கான மரபணு இரு வேறுபட்ட வடிவங்களை பெற்றிருப்பது ஆகும். இவை அல்லீல்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

மெண்டலின் வெள்ளை மலர்களுக்கான மரபியல் புதிருக்குத் தற்போது விடை காணப்பட்டுள்ளது. மெண்டலின் பட்டாணித் தாவர வெள்ளை நிற மலர்களை ஒழுங்குபடுத்தக்கூடிய மரபணுவை உங்களால் இனங்காண முடியுமா?

மரபணுவின் பணிகளைப் புரிந்து கொள்ள மூலக்கூறு அளவிலான தீர்வை அறிவோம். 2010-ஆம் ஆண்டு பட்டாணித் தாவர மலர்களின் நிறத்திற்குக் காரணமான மரபணு அகில உலக ஆராய்ச்சியாளர்கள் குழுவினரால் கண்டறியப்பட்டது. பட்டாணியில் இது மரபணு A என்றழைக்கப்பட்டது. ஒங்குநிலையிலுள்ள இம்மரபணு, படியெடுத்தல் காரணியாகச் செயல்பட்டு ஒரு புரத்தை உற்பத்தி செய்து அது ஆந்தோசயனின் நிறமி உருவாக்கத்திற்குக் காரணமாகிறது. எனவேதான் பட்டாணித்தாவர மலர்கள் ஊதா நிறத்தைப் பெறுகின்றன. வெள்ளை மலர்களைக் கொண்ட பட்டாணித் தாவரங்கள் ஆந்தோசயனின் உற்பத்தியில் ஈடுபடும் மரபணுவை ஒங்குநிலையில் பெற்றிருப்பதால், அவை ஆந்தோசயனின் நிறமியை உருவாக்க முடிவதில்லை.

ஒங்குநிலையிலுள்ள மரபணு A-யின் பிரதிகளை வெள்ளை மலர்களின் அல்லி இதழ்களின் செல்களுக்குள் மரபணு துப்பாக்கி முறையில் (gene gun method) ஆராய்ச்சியாளர்கள் செலுத்தினர். இந்த மரபணு A-வைப் பெற்ற குறைந்த அளவிலான சதவீதத்திலுள்ள வெள்ளை மலர்களின் பூவிதழ் பகுதிகளில் ஆந்தோசயனின் நிறமிகள் குவிக்கப்பட்டு அப்பகுதிகள் ஊதா நிறத்தைப் பெறுகிறது.

வெள்ளை மலர்களில் ஒங்குநிலையிலுள்ள மரபணு A-யின் நியூக்ளியோடைடு வரிசையில் மாற்றம் ஏற்பட்டுப் படியெடுத்தல் காரணி செயலற்றுப் போகிறது. இது திடீர் மாற்றம் பெற்ற மரபணு A-வாகக் கருதப்படுகிறது. இம்மரபணு ஆந்தோசயனின் உற்பத்தி செய்யாததால் வெள்ளை மலர்கள் தோன்றுகிறது.

மரபணு A கொண்ட பட்டாணியின் ஊதா மலர் மற்றும் பட்டாணியின் வெள்ளை மலர்

ஒரு உயிரியில் காணப்படும் மரபணு அதற்கான ஒத்த அல்லீல்களை கொண்டிருந்தால் அது ஒத்தபண்பிணைவு (homozygous-TT) எனப்படுகிறது. ஒரு உயிரியில் காணப்படும் மரபணு அதற்கான இருவேறுபட்ட அல்லீல்களைக் கொண்டிருந்தால், அது மாறுபட்டபண்பிணைவு (heterozygous - Tt)என்றழைக்கப்படுகிறது. மெண்டலின் கலப்புறுதல் சோதனைக்குப் பின் உருவாகும் தாவரங்கள் வேறுபட்ட பண்பிணைவுகளைப் பெற்றிருப்பதால் அவை **கலப்புயிரிகள் (hybrids)** எனப்படுகின்றன.

ஒங்குபண்பிற்கான மரபணுவின் இரு அல்லீல்கள் (dominant allele) பெரிய எழுத்திலும் (capital letter), ஒங்குபண்பிற்கான மரபணுவின் இரு அல்லீல்கள் (recessive allele) சிறிய எழுத்திலும் (Small letter) சிறிய எழுத்திலும் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஒரு உயிரியில் இரண்டு ஒங்கு அல்லீல்கள்காணப்பட்டால் அது ஒத்தபண்பிணைவைப் பெற்ற ஒங்கு அல்லீல்கள் (homozygous recessive) (tt) குட்டைப் பட்டாணித் தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன. ஒரு உயிரியில்இரண்டு ஒங்கு அல்லீல்கள் காணப்பட்டால் அது ஒத்த பண்பிணைவைப் பெற்ற ஒங்குநிலை (homozygous recessive) (tt) குட்டைப் பட்டாணித் தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன. ஒரு உயிரியில் இரண்டு ஒங்கு அல்லீல்கள் காணப்பட்டால் அது ஒத்தபண்பிணைவைப் பெற்ற ஒங்குநிலை (homozygous dominant) (TT) நெட்டைப் பட்டாணித் தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு அல்லீல்களில் ஒன்று ஒங்கு மரபணுவாகவும், மற்றொன்று ஒங்கு மரபணுவாகவும் இருப்பின் அது கலப்புற்ற நெட்டை (heterozygous tall) (Tt) பட்டாணித் தாவரங்களைக் குறிக்கின்றன.

### மெண்டலிய பாரம்பரியத்தில் மெண்டலிய விதிகள்

மெண்டலின் ஒரு பண்புக் கலப்பிணைக் கூர்ந்து ஆராய்ந்ததின் விளைவாக இரு முக்கிய விதிகள் உருவாக்கப்பட்டன. (1) ஒங்குதன்மை விதி (The law of Dominance) (2)தனித்துப் பிரிதல் விதி (The law of Segregation). இந்த அறிவியல் விதிகள் பரிணாமச் சரித்திரத்தில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

**ஒங்குத்தன்மை விதி** –பண்புகள், காரணிகள் என்றழைக்கப்படும் தனித்தியங்கும் அலகுகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எதிரிடைப் பண்புகளுக்கான இணைக் காரணிகளில் ஒன்று ஒங்குதன்மையுடனும் மற்றொன்று ஒங்கு தன்மையுடனும் காணப்படும். இவ்விதி, ஒரு பண்புக் கலப்பிணை விளக்குகிறது. (அ) முதல் மகவுச்சந்ததியில் (F<sub>1</sub>) ஒரே ஒரு பெற்றோர் பண்பு வெளிப்படுகிறது. (ஆ) இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் (F<sub>2</sub>) இரு பெற்றோர் பண்புகளும் வெளிப்படுகின்றன. இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் (F<sub>2</sub>) பண்புகள் 3:1 விகிதாச்சாரத்தில் உருவாகின்றன.

**தனித்துப்பிரிதல் விதி (கேமிட்களின் தூயத்தன்மை விதி)**– முதல் மகவுச்சந்ததியில் இரு பண்புகளில் ஒன்று மட்டுமே காணப்பட்ட போதிலும், இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் இரு பண்புகளும் வெளிப்படுகின்றன. எனவே ஒரு மரபணுவில் காணப்படும் இரண்டு அல்லீல்களும் ஒன்றோடொன்று கலப்பதில்லை. கேமிட் உருவாக்கத்தின்போது இந்த இணை அல்லீல்கள்ஒவ்வொரு கேமிட்டிலும் ஒன்று என்ற விதத்தில் தனித்துப் பிரிகின்றன. எனவே தூயகால்வழித் தாவரம் ஒரே மாதிரியான கேமிட்டுகளை உருவாக்குகிறது. ஆனால் ஒரு கலப்புயிரித் தாவரம் இரண்டு விதமான கேமிட்டுகளை உருவாக்குகின்றன. இது ஒவ்வொரு கேமிட்டிலும் ஒரு அல்லீலை பெற்றுச் சமமான விகிதாச்சாரத்தில் உருவாகின்றன. எனவே, கேமிட்டுகள் எப்பொழுதும் கலப்புயிர்களாக இருப்பதில்லை.

### ஒரு பண்புக் கலப்பு(Monohybrid cross)

ஒரு பண்புக் கலப்பு என்பது, ஒற்றைப் பண்பின் பாரம்பரியமாகும், அதாவது தாவரத்தின் உயரம் பாரம்பரியமடைதல், இது, ஒரு மரபணுவின் இரண்டு அல்லீல்களை உள்ளடக்கியது. ஒரு பண்புக் கலப்பு இரண்டு தூயகால்வழி பெற்றோர் தாவரங்களுக்கிடையே நடைபெறுவதாகும். ஒவ்வொரு பெற்றோரும் இரு எதிரிடைப் பண்புகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. முதலாம் மகவுச் சந்ததிகளுக்குள் தற்கலப்பு செய்யப்படுவதன் மூலம், உருவாகும் இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியிலுள்ள 1064 தாவரங்களில் 787 தாவரங்கள் நெட்டையாகவும், 277 தாவரங்கள் குட்டையாகவும் இருந்ததை மெண்டல் கண்டறிந்தார். இது 3:1 என்ற விகிதத்தில் இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. முதலாம் மகவுச்சந்ததியில் மறைந்த குட்டைப் பண்பு இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் மீண்டும் தோன்றுவது குறிப்பிடத்தக்கது. ஒரு பண்பு கலப்பின் முதல் மகவுச்சந்ததிகளின் மரபணுவாக்கம்

மரபணுவகையை (genotype) எனவும், ஒரு உயிரியில் வெளிப்படக்கூடிய பண்புகள் புறத்தோற்றவகையை (phenotype) எனவும் அறியப்படுகிறது. ஒரு மரபணுக் கலப்பில் கேமிட்டுகளின் கருவுறுதலின்போது சந்ததிகளில் தோன்றும் மரபணுவகையத்தையும் புறத்தோற்ற வகையத்தையும், பிரிட்டிஷ் மரபியலாளர் ரெஜினால்டு C. புன்னெட் அவர்களின் பெயரால் உருவான சதுரத்தின் (Punnett's square) உதவியால் எளிதாக அறிந்து கொள்ள முடியும். ஒரு புன்னெட் சதுரம் என்பது மரபியல் கலப்பில் தோன்றும் சந்ததிகளின் சாத்தியமுள்ள மரபணு வகைகளைக் கணக்கிட உதவும் வரைபட விளக்கமாகும். ஓங்குப்பண்பு விதி மற்றும் தனித்துப்பிரிதல் விதி மெண்டலின் ஒருபண்புக் கலப்பை சரியாக விளக்குகிறது.

**பரிமாற்றக் கலப்பு (Reciprocal cross)** – ஒரு பரிசோதனையில் தூயகால்வழி குட்டைத் தாவரங்களை ஆண் தாவரங்களாகவும், நெட்டை பட்டாணித் தாவரங்களைப் பெண் தாவரங்களாகவும் கொண்டு கலப்பு செய்யும்போது கிடைக்கக்கூடிய அனைத்துத் தாவரங்களும் நெட்டைத் தாவரங்களாகவே இருந்தன. இதே தாவரங்களை மாற்றிக் கலப்பு செய்யும்போது, அதாவது நெட்டைத் தாவரங்களின் மகரந்தத்தைப் பயன்படுத்திக் குட்டைத் தாவரங்களுடன் கலப்புச் செய்யும்போது கிடைக்கும் சந்ததிகளனைத்தும் மீண்டும் நெட்டைத் தாவரங்களாகவே இருந்தன.

**நெட்டை (♀) x குட்டை (♂) மற்றும் நெட்டை (♂) x குட்டை (♀)** – எனச் செய்யக்கூடிய கலப்பு **பரிமாற்றக் கலப்பு** எனப்படுகிறது. பரிமாற்றக்கலப்பின் முடிவானது ஒரே மாதிரியாக இருந்தது. இதன் மூலம் பண்புக்கூறுகள் பால்தன்மையை சார்ந்ததல்ல என்பது முடிவாகிறது.

தாவர உயரத்திற்குக் காரணமான மரபணு இரு அல்லீல்களைக் கொண்டது: நெட்டை (T) x குட்டை (t). புறத்தோற்ற மற்றும் மரபணுவாக்கப் பகுப்பாய்வுகளைச் செக்கர் போர்டு முறை (Checkerboard method) அல்லது கவைக்கோடு முறை (Forkline method) மூலம் கண்டறியலாம்.

### மெண்டலின் பகுப்பாய்வு மற்றும் அனுபவ அணுகுமுறை

மெண்டல் ஒவ்வொரு பண்பிற்கும் இரண்டு வேறுபட்ட பண்புக் கூறுகளைத் தேர்ந்தெடுத்தார். ஆதலால் ஒரு பண்பிற்கு இரு வேறுபட்ட காரணிகள் இருப்பது தெளிவாகிறது. முதல் மகவுச்சந்ததியில் (F<sub>1</sub>) ஒடுங்கிய பண்பிற்கான காரணி மறைக்கப்படுகிறது. இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியின் ஒரு கால்பகுதியாக (1/4) மீண்டும் அது தோன்றுகிறது. முதலாம் மகவுச்சந்ததியின் வேறுபட்ட கலப்பினத்தில் உள்ள நெட்டை மற்றும் குட்டை பண்பிற்குரிய அல்லீல்கள் தோராயமாகக் கேமீட்களுக்குள் பிரிந்து செல்கிறது என மெண்டல் முடிவு செய்தார். எனவேதான் 3:1 என்ற விகிதத்தில் ஓங்கு மற்றும் ஒடுங்கு பண்புக்கூறுகளை இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் அவர் பெற முடிந்தது. இவ்வாறு ஒரு உயிரியல் ஆய்வில் அளவுசார் பகுப்பாய்வைப் பயன்படுத்திய முதலாம் அறிவியலறிஞர் மெண்டலே ஆவார்.

மெண்டலின் பகுப்பாய்வு அணுகுமுறை உண்மையில் ஒரு முதன்மையான அறிவியல் சாதனையாக இருந்தது. மெண்டலின் கூர்மையான மற்றும் துல்லியமான கலப்பினச் சோதனைகள் மூலம், பாரம்பரியத்தின் தனித்தியங்கும் துகளலகுகள் ஒரு சந்ததியிலிரந்து அடுத்த சந்ததிகளுக்குக் கடத்தப்படுகிறது என்பதை முன்மொழிந்தார். இந்த துகளலகுகள் தற்போது மரபணுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. எனவே பாரம்பரியம் பண்புகளுக்கான உறவை நிர்ணயிக்க மெண்டலின் திட்டமிடப்பட்ட சோதனைகள் உதவுவதாக உள்ளன. இந்தப் பகுத்தறிதிறன், **அனுபவ அணுகுமுறை** என்றழைக்கப்படுகிறது. இதன்மூலம் பெறப்படும் விதிகள் **அனுபவ விதிகள் (Empirical laws)** எனப்படுகின்றன.

### சோதனைக் கலப்பு (Test cross)

ஒரு உயிரினத்தின் தெரியாத மரபணுவகையத்தை ஒடுங்கு ஒத்தபண்பிணைவுடன் கலப்பு செய்தலுக்குச் **சோதனைக் கலப்பு** என்று பெயர்.

மெண்டலின் ஒரு பண்புக் கலப்பில் முதலாம் மகவுச்சந்ததியில் (F<sub>1</sub>) தோன்றும் தாவரங்கள் அனைத்தும் நெட்டைப் பண்புடையவை. இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் (F<sub>2</sub>) நெட்டை மற்றும் குட்டைப் பண்புகள் முறையே 3:1 என்ற விகிதத்தில் உள்ளன. இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் தோன்றிய குட்டைத் தாவரங்களைத் தன்மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தப்படும் போது மூன்றாம் (F<sub>3</sub>), நான்காம் (F<sub>4</sub>) மகவுச்சந்ததிகளில் அனைத்துத் தாவரங்களும் குட்டைத் தாவரங்களாகவே காணப்பட்டன.

இதன்மூலம் குட்டைத் தாவரத்தின் மரபணுவாக்கம் ஒத்தத்தன்மை (tt) கொண்டது என்ற முடிவிற்கு வந்தார்.

### சோதனைக் கலப்பு

மெண்டலின் பட்டாணித் தாவரங்கள் ஏன் நெட்டை மற்றும் குட்டைத் தாவரங்களாகக் காணப்படுகின்றன? இதற்கான மூலக்கூறு விளக்கத்தைக் கண்டறி.

மெண்டலின் நெட்டைத் தாவர மரபணுக்குரிய மூலக்கூறு இயல்பாய்வு

தாவரத்தின் உயரம் இரண்டு அல்லீல்களைக் கொண்ட ஒரு மரபணுவால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. தாவரத்தின் உயரத்தில் காணப்படும் இவ்வேறுபாடு பண்புகளுக்கான உண்மைகள் பின்வருமாறு. (1) பட்டாணி தாவரச்செல்கள் ஜிப்ரலினின் செயல்படும் நிலை ( $GA_1$ )ஐ உருவாக்க வல்ல திறனுடைய முன்னோடி மூலக்கூறாகும். (ii) நெட்டைபட்டாணித் தாவரங்களில் ஒரு அல்லீல் (Le) ஜிப்ரலின் உருவாக்கத்தில் பங்குகொள்ளும் புரதம் (செயல்திறன் கொண்ட நொதி). இந்த அல்லீல் Le Le அல்லது Le le என்ற மரபணுவாக்கத்தில் உள்ளபோது பட்டாணித் தாவரங்கள் செயல்படும் ஜிப்ரலினை ( $GA_1$ ) உற்பத்தி செய்து நெட்டைத் தாவரங்களாக உள்ளன. இரண்டு ஒடுங்கு அல்லீல்கள் (le le) கொண்ட தாவரங்கள் செயலற்ற புரதத்தை உற்பத்தி செய்வதால் அவை குட்டைத் தாவரங்களாக உள்ளன.

முதலாம் மற்றும் இரண்டாம் மகவுச்சந்ததிகளில் தோன்றிய நெட்டைத் தாவரங்களில் எவை TT அல்லது Tt என்ற மரபணுவாக்கத்தை பெற்றவை எனக் கணிக்கமுடியவில்லை. எனவே நாம் நெட்டைத் தாவரங்களில் எவை ஒத்தபண்பிணைவு பெற்றவை, எவை மாற்றுப்பண்பிணைவு பெற்றவை என்று கூற இயலாது. நெட்டைத் தாவரங்களின் மரபணுவாக்கத்தைக் கண்டறிய முதல் மகவுச்சந்ததியில் தோன்றிய நெட்டைத் தாவரங்களை ஒத்தபண்பிணைவை பெற்ற ஒடுங்கு பெற்றோரோடு கலப்பு செய்தார். இதனைச் சோதனைக்கலப்பு(test cross) என்று அழைத்தார். ஒரு உயிரினத்தின் சோதனைக் கலப்பில் (பட்டாணித் தாவரங்கள்) ஒங்கு புறத்தோற்றவகையத்தை (எதனுடைய மரபணுவகையம் தீர்மானிக்கப்பட்டதோ) தற்கலப்பிற்கு பதிலாக ஒடுங்கு பெற்றோருடன் கலப்பு செய்தலாகும். சோதனைக்கலப்பின் மூலம் தோன்றும் சந்ததிகளைக் கொண்டு சோதனை உயிரியின் மரபணுவாக்கத்தை எளிதில் கணிக்கலாம். ஒரு தனியுரியின் ஒங்கு பண்பின் ஒத்தபண்பிணைவு மற்றும் மாறுபட்ட பண்பிணைவைக் கண்டறியச் சோதனைக் கலப்பு பயன்படுகிறது.

### பிற்கலப்பு (Back cross)

- பிற்கலப்பு என்பது முதல் மகவுச்சந்ததியை (கலப்புயிரி) ஏதேனும் ஒரு மரபணுவாக்கம் பெற்ற பெற்றோருடன் கலப்பு செய்வதாகும். இது இரு வகைப்படும். அவை **ஒங்குத்தன்மை பிற்கலப்பு(dominant back cross)** மற்றும் **ஒடுங்குத்தன்மை பிற்கலப்பு (recessive back cross)** எனப்படுகின்றன.
- முதல் மகவுச்சந்ததியை (கலப்புயிரி) ஒங்குத்தன்மை கொண்ட பெற்றோருடன் கலப்பு செய்யும்போது இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் தோன்றும் தாவரங்கள் அனைத்தும் ஒங்கு பண்பு கொண்டதாக உள்ளன. ஒடுங்குத்தன்மை பெற்ற தாவரங்கள் இதில் தோன்றுவதில்லை.
- மாறாக முதல் மகவுச்சந்ததியை ஒடுங்குத்தன்மை கொண்ட பெற்றோருடன் கலப்பு செய்யும்போது இரண்டு புறத்தோற்றப் பண்புகளும் சமவீதத்தில் (1:1) தோன்றுகிறது. இதற்குச் சோதனைக் கலப்பு என்று பெயர்.
- ஒடுங்குத்தன்மை பிற்கலப்பு, கலப்புயிரியின் மாறுபட்டபண்பிணைவு தன்மையை (heterocytosity)அறிய உதவுகிறது.

### இருபண்புக் கலப்பு (Dihybrid cross)

இருபண்புக்கலப்பு என்பது இரு எதிரிடைப் பண்புகளைப் பெற்ற தாவரங்களுக்கிடையே நடைபெறும் ஒரு மரபியல் கலப்பாகும். இரு பண்புக்கலப்பு பாரம்பரியமென்பது இரு வேறுபட்ட அல்லல்களைக் கொண்ட மரபணுக்களிடையே நிகழும் பாரம்பரியம் ஆகும்.

**சார்பின்றி ஒதுங்குதல் விதி (law of Independent Assortment)** - இரு பண்புக் கலப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் விதி இதுவாகும். இரண்டு இணைப்பண்புகள் கொண்ட தாவரங்களுக்கிடையே நிகழும் ஒரு கலப்பில், ஒரு இணைப் பண்புக்கான காரணிகள் தனித்துப் பிரிவது மற்றொரு இணைப்பண்புக்கான காரணிகள் தனித்துப் பிரிவதைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. இதற்குச் சார்பின்றி ஒதுங்குதல் என்று பெயர். வெவ்வேறு குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ள மரபணுக்கள் குன்றல் பகுப்பின்போது சார்பின்றிப் பிரிகிறது. இரு பண்புக் கலப்பின்போது கேமீட்டுகளில் பல சாத்தியமான காரணிகளின் சேர்க்கை நிகழலாம்.

சார்பின்றி ஒதுங்குதலின் மூலம் மரபியல் வேறுபாடு நிகழ்கிறது. சார்பின்றி ஒதுங்குதலின் விளைவால் ஒரு உயிரி, மரபுசார்தன்மையில் வேறுபட்ட கேமீட்டுகளை உருவாக்குகிறது. சார்பின்றி ஒதுங்குதலின் போது தாய், தந்தை உயிரிகளில் காணப்படும் மரபணுக்கள், கேமீட்டுகளில் பகிரிந்தளிக்கப்படுகின்றன. இதன் மூலம் பல சாத்தியமான குரோமோசோம்களின் கூட்டமைவு உருவாக்கப்பட்டு, மரபியல் வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. இம்மரபியல் வேறுபாடுகள் பரிணாமத்தில் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன.

### தோட்டப்பாணியில் இருபண்புக் கலப்பு

தனித்துப்பிரிதல் விதி ஒரு மரபணுவின் அல்லல்களோடு தொடர்புடையது. ஆனால் சார்பின்றி ஒதுங்குதல் விதி மரபணுக்களுக்கிடையே உள்ள தொடர்பினை விளக்குகிறது. இரு தாவரங்களுக்கிடையே நிகழும் இரு இணை வேறுபட்ட பண்புக்கூறுகளின் கலப்பிற்கு இருபண்புக்கலப்பு என்று பெயர்.

இருபண்புக் கலப்பில் இரண்டு பண்புகள் ஒரே நேரத்தில் கருத்தில் கொள்ளப்படுகிறது. மெண்டல் பட்டாணி தாவரங்களில் விதையின் வடிவம் (உருண்டை, சுருங்கியது), விதையிலையின் நிறம் (மஞ்சள், பச்சை) ஆகிய இரண்டு பண்புகளைக் கருத்தில் கொண்டார். உருண்டை வடிவ விதை (R) சுருங்கிய வடிவம் கொண்ட விதைக்கு (r) ஒங்கு பண்பாகவும், மஞ்சள் நிற விதையிலை (Y) பச்சை நிற விதையிலைக்கு (y) ஒங்கு பண்பாகவும் உள்ளன. எனவே மஞ்சள் நிற, உருண்டை விதை கொண்ட தூய பெற்றோர் RRYy - என்ற மரபணுவாக்கத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. முதல் மகவுச்சந்ததியின் கலப்பினத்தில் (RrYy) கேமீட் உருவாக்கத்தின்போது ஒரு பண்பிற்கான மரபணு இணை (Rr) மற்றொரு பண்பிற்கான மரபணு இணை (Yy) தனித்துப் பிரிவதில் சார்ந்திருப்பதில்லை. இதன் விளைவாக ஒவ்வொரு பெற்றோரும் மரபியல் வேறுபாடு கொண்ட நான்குவிதமான கேமீட்களை உருவாக்க முடிகிறது. அவை

- 1) மஞ்சள் உருண்டை (YR) - 9/16
- 2) மஞ்சள் சுருங்கியது (Yr) - 3/16
- 3) பச்சை உருண்டை (yR) - 3/16
- 4) பச்சை சுருங்கியது (yr) - 1/16

கருவுறுதல் நிகழ்வின்போது இந்த நான்கு வகை கேமீட்களும் தோராயமாக ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் பதினாறு வகையான உயிரிகளை 9:3:3:1 என்ற விகிதத்தில் உருவாக்கின்றன. இருபண்புக்கலப்பில் மெண்டல் மெண்டல் பெற்ற 9:3:3:1 என்ற விகிதம் தனித்துப் பிரிதல், சார்பின்றி ஒதுங்குதல் மற்றும் கருவுறுதலின் அடிப்படையில் பெற்ற சீரான விகிதமாகும். இதனைப் படத்தில் காணலாம். மெண்டலின் இந்த கண்டுபிடிப்புகள் பாரம்பரியம் பற்றிய புரிதல் மற்றும் உயிரியல் புரட்சிக்கு ஒரு அடித்தளமாக அமைந்தது. இருபண்புக் கலப்பில் மெண்டல் இரண்டாவதாக முன்மொழிந்த ஆய்வு முடிவுகளை நாம் இப்பொழுது சார்பின்றி ஒதுங்குதல் விதி என்று அழைக்கிறோம்.

சுருங்கிய விதைக்கான மரபணு எவ்வாறு மெண்டல் பயன்படுத்திய பட்டாணி விதையில் செயல்படுகிறது? மூலக்கூறு அடிப்படையிலான விளக்கத்தைக் கண்டறிவோம்.  
இயற்கையான ஒங்குத்தன்மை கொண்ட அல்லல் (RR) தரசகிளைத்தல் நொதியை (starch branching

enzyme - I - SBEI) உற்பத்தி செய்யக்கூடியது. விதை முதிர்ச்சியுறும் போது இந்நொதி அதிகக் கிளையுடன் கூடிய தரச மூலக்கூறுகள் உற்பத்தியாவதைத் தூண்டுகிறது. ஓங்குத்தன்மையுடைய மரபணு (RR) பெற்ற தாவரத்தில் 0.8 kb -உடைய DNA துண்டம் சடுதி மாற்றத்தின் விளைவால் உள்ளே செறுகப்பட்டதினால் ஓடுங்கு மரபணுவாக(rr) மாற்றப்படுகிறது. இதனால் இம்மரபணு SBEI - நொதியை உற்பத்தி செய்ய முடிவதில்லை. இதன் விளைவாக விதைகள் கிளைத்த மூலக்கூறுகளுக்குப் பதிலாகச் சக்ரோஸ் மூலக்கூறுகளைச் சேகரித்து மற்றும் அதிக நீரையும் சேகரித்து வைத்துக்கொள்கிறது. இதன் காரணமாகச் சவ்வுடு பரவல் அழுத்தம் விதைகளில் அதிகரித்து அதிகமான நீரை உறிஞ்சி இளம்பருவத்தில் நீரை இழந்து சுருங்குகின்றன. வேறுபட்ட மரபணுவாக்கம் கொண்ட (Rr) விதைகளில் ஒவ்வொரு இணை அல்லீல்களிலும் ஒரு ஓங்கு அல்லீல் உள்ளதால் அது விதைகளில் தரசத்தை (அமைலோபெக்டின் - கரையும்தன்மையற்ற கார்போஹைட்ரேட்) சவ்வுடு சமநிலையுடன் குறைவான நீரிழப்பால் உற்பத்தி செய்து உருண்டை வடிவ (சுருக்கமற்ற விதைகளைப் பெறுகிறது).

உருண்டை மற்றும் சுருங்கிய பட்டாணி விதைகளுக்கான  
மூலக்கூறு அடிப்படையிலான விளக்கம்

### இருபண்பு சோதனைக்கலப்பு (Dihybrid test cross)

### முப்பண்பு கலப்பு (Trihybrid cross)

மெண்டலின் முப்பண்புக் கலப்பு, பல பண்புக் கூறுகளின் பாரம்பரியத்தை விளக்குவதாக உள்ளது. மெண்டலின் தனித்துப் பிரிதல் விதியும், சார்பின்றி ஒதுங்குதல் விதியும் மூன்று இணை எதிரிடைப் பண்புக்கூறுகளைக் கொண்ட முப்பண்பு கலப்பிற்கும் பொருந்தும். மூன்று எதிரிடை பண்புகளுக்கான மரபணு இணைகளைக் கொண்ட தூய பேற்றோர்களுக்கிடையே நடைபெறும் கலப்பு, முப்பண்பு கலப்பு, அதாவது முப்பண்பு கலப்புவிரிகள் உருவாதல் என்று அழைக்கப்படும்.

இக்கலப்பின் முதல் மகவுச்சந்ததித் தாவரம் தற்கலப்பு அடையும்போது, எட்டு விதமான கேமீட்டுகளையும், 64 விதமான கருச்செல்களையும் உருவாக்குகிறது. இந்தக் கலப்பில் மூன்று எதிரிடைப் பண்புகளுக்கான மரபணுக்கள் ஒன்றாக இணைந்து செயல்படுகின்றன. முப்பண்புக் கலப்பில் உள்ள மூன்று வேறுபட்ட பண்புகளாவன.

### மெண்டலிய மரபியலின் விரிவாக்கம்

மெண்டலின் கொள்கைகளில் ஒரு பண்பு, இரு பண்பு மற்றும் முப்பண்பு கலப்புகள் தவிரச் சில விதிவிலக்குகள் உள்ளன. அதாவது, வேறுபட்ட புறத்தோற்ற விகிதங்கள் தோன்றும். சிக்கலான பாரம்பரிய முறைகள், மெண்டலிய மரபியலின் விரிவாக்கமாகக் கருதப்படுகிறது. மரபணுக்களுக்கிடையேயான இடைச் செயல்களின் விளைவாக உயிரிகளில் இந்த வேறுபட்ட புறத்தோற்றப் பண்புகள் தோன்றுகின்றன.

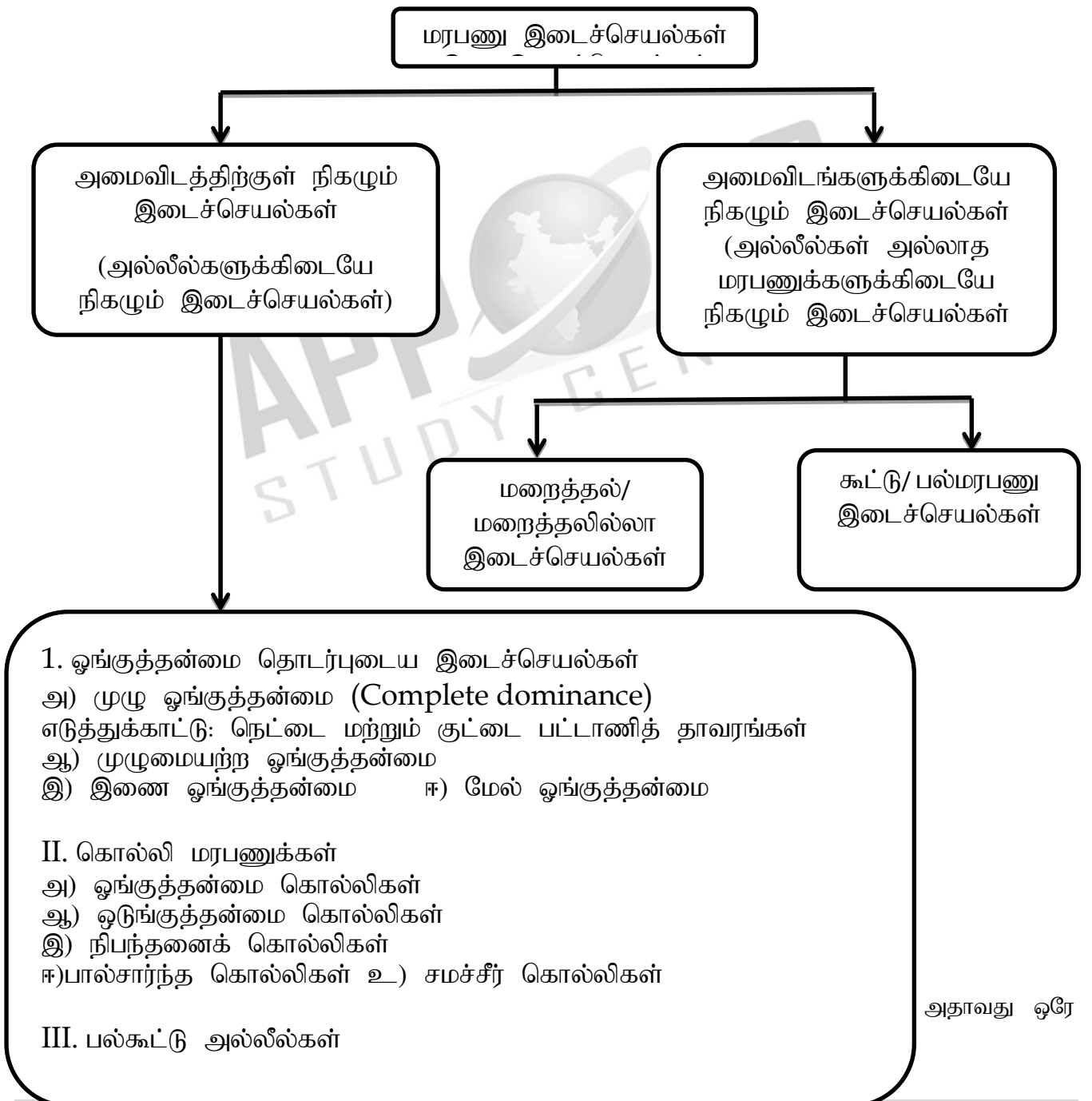
மரபணு இடைச்செயல்கள் (Gene interactions) - ஒரு புறத்தோற்றப் பண்பு ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மரபணுக்களால் ஒவ்வொன்றும் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அல்லீல்களைக் கொண்டுள்ள மரபணுத் தொகுப்புகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இந்நிகழ்வு மரபணு இடைச்செயல் என்றழைக்கப்படுகிறது. ஒரு உயிரினத்தின் அமைப்பு மற்றும் வேதிய பண்புகள் உட்படப் பல பண்புகள், இரண்டு அல்லது அதற்கு அதிகமான மரபணுக்களின் இடைச்செயல் விளைவாக உருவாகின்றன.

மெண்டலின் சோதனைகள், ஒரு பண்பை ஒரு மரபணு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது என்ற கருத்தை நிரூபிப்பதாக உள்ளது. ஆனால் மெண்டலுக்கு பின்பு மரபணுக்களுக்கிடையே பல்வேறு வகையான இடைச் செயல்களின் விளைவால் நிகழும் பல்வேறு விதிவிலக்குகள் அறியப்பட்டது. மரபணுக்களின் இடைச்செயல் பற்றிய கருத்தை அறிமுகப்படுத்தி விவரித்தவர் W. பேட்சன் ஆவார். இக்கருத்து காரணி கருதுகோல் (factor hypothesis) அல்லது பேட்சனின் காரணி கருதுகோல் (Bateson's factor

hypothesis) என்று அழைக்கப்படுகிறது. பேட்சனின் காரணிக் கருதுகோள் கூற்றுப்படி மரபணு இடைச்செயல்கள் கீழ்க்கண்ட இரு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

- மரபணுக்குள்ளாக நிகழும் அல்லது அல்லீல்களுக்குள்ளே நிகழும் இடைச்செயல்கள் (Intraallelic or allelic interactions)
- மரபணுக்களுக்கிடையே நிகழும் அல்லது அல்லீல்களுக்கிடையே நிகழும் மற்றும் அல்லது அல்லீல்களல்லாத மரபணுக்களுக்கிடையே நிகழும் இடைச்செயல்கள் (interallelic or non-allelic interactions)

மரபணு இடைச்செயல்கள்



இது கீழ்க்கண்டவற்றை உள்ளடக்கியது.

(1) முழுமையற்ற ஓங்குத்தன்மை (2) இணை ஓங்குத்தன்மை (3) பல்கூட்டு அல்லீல்கள் (4) பல பண்புகளை வெளிப்படுத்தும் மரபணுக்கள் ஆகியன மரபணுக்கள் நிகழும் இடைச்செயல்களுக்கான பொதுவான எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

**முழுமையற்ற ஓங்குத்தன்மை – கலப்புறா மரபணுக்கள் (Incomplete dominance - Non blending of genes)ஆய்வு**

ஓத்தபண்பிணைவு பெற்ற தூய தாவரமாக உள்ள ( $R^1R^1$ ) சிவப்பு மலர்களையுடைய அந்தி மந்தாரை (மிராபிலிஸ் ஜலாபா) – 4 மணித்தாவரம் ஒன்றை மற்றொரு ஓத்தபண்பிணைப் பெற்ற ( $R^2R^2$ ) வெள்ளை மலர்களையுடைய தூய தாவரத்துடன் கலப்பு செய்த போது முதல் மகவுச்சந்ததியில் இளஞ்சிவப்பு மலர்கள் பெற்ற கலப்புயிரி தாவரம் உருவானது. இதில் கலப்புயிரி மலர்களின்பண்பில் இரு பெற்றோர்களிடமிருந்து வேறுபட்டிருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இக்கலப்பு ஓங்குத்தன்மை பெற்றோரின் புறத்தோற்றத்தை வெளிப்படுத்தாமல் இடைப்பட்ட நிறமான இளஞ்சிவப்பு நிறத்தை வெளிப்படுத்துகிறது. எனவே யாதொரு ஓங்கு அல்லீலை கட்டுப்படுத்தப்படவில்லை. இருவகை அல்லீல்களும் கூட்டாகச் செயல்பட்டு இடைப்பட்ட நிறமான இளஞ்சிவப்பு நிறம் தோன்றியுள்ளது. இவ்வகை அல்லீல்களுக்கிடையேயான இடையீட்டு செயலுக்கு முழுமையற்ற ஓங்குத்தன்மை என்று பெயர். முதல் மகவுச்சந்தி  $F_1$  தாவரங்களை உட்கலப்பு செய்தால் இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில்  $F_2$  புறத்தோற்ற மற்றும் மரபணுவாக்க விகிதங்கள் இரண்டுமே 1:2:1 என இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. (புறத்தோற்றப் பண்பு விகிதமும் மரபணுவாக்க விகிதமும் முறையே ஒரே மாதிரியாக 1  $R^1R^1$  : 2  $R^1R^2$  : 3  $R^2R^2$  என்றும் உள்ளன) அல்லீல்கள் எவ்வித மாற்றமுமின்றித் தனித்தியங்கும் தன்மையையும் தொடர்ச்சியற்ற தன்மையையும் கொண்டுள்ளன என்பதை இதிலிருந்து நாம் அறிந்து கொள்ளலாம். ஆனால் இதில் மெண்டலின் தனித்துப் பிரிதல் விதி நிரூபணமாகிறது. இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில்  $R^1$  மற்றும்  $R^2$  மரபணுக்கள் தனித்துப் பிரிந்து மற்றும் மறுசேர்க்கைக்கு உட்பட்டுச் சிவப்பு, இளஞ்சிவப்பு, வெள்ளை நிறத்தில் 1:2:1 என்ற விகிதத்தில் பண்புகள் தோன்றுகின்றன.  $R^1$  அல்லீல் சிவப்பு நிறத்திற்குக் காரணமான நொதியை உற்பத்தி செய்கிறது.  $R^2$  அல்லீல் வெள்ளை நிறத்திற்குக் காரணமாக உள்ளது.  $R^1$  மற்றும்  $R^2$  மரபணுவாக்கம் சிவப்பு நிறக் குறைவுடைய நொதிக்குக் காரணமாகி, இளஞ்சிவப்பு நிற மலரைத் தோற்றுவிக்கிறது. எனவே  $R^1 R^2$  இவ்விரு மரபணுக்கள் சேர்ந்திருக்கும்போது மெண்டலின் துகள் பாரம்பரியக் கொள்கை உறுதி செய்யப்பட்டு மீண்டும் தூய நிறங்கள் தோன்றாமல், இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் இளஞ்சிவப்பு நிற மலர்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

**அந்திமந்தாரையில் முழுமையற்ற ஓங்குத்தன்மை**

**ஓங்குத்தன்மையின்றி இடைப்பட்ட மாற்றுக் கருவுடைய புறத்தோற்ற வகையும் உருவாவதை எவ்விதம் விளக்குவாய்?**

மரபணு வெளிப்பாட்டை அளவுசார் நிலையில் விளக்கலாம். இயல்பு நிலையிலுள்ள செயல்படும் அல்லீல்கள், இரு பிரதிகளாக உள்ள நிலையில் ( $R^1 R^1$ ) சிவப்பு நிறத்திற்கான செயல்படும் நொதியைச் சுரக்கிறது. குறைபாடுடைய அல்லீல்களின் இரு நகல்கள் ( $R^2 R^2$ ) சடுதி மாற்றத்திற்குட்பட்ட அல்லீல்களாகத் திகழ்ந்து சிவப்பு நிறத்திற்கு அவசியமான நொதியை உண்டாக்குவதில்லை. எனவே வெள்ளை நிற மலர்கள் தோன்றுகின்றன. இடைப்பட்ட புறத்தோற்றப் பண்பான இளஞ்சிவப்பு பெற்ற முதல் மகவுச்சந்தி கலப்புயிரியில் ( $R^1 R^2$ ) 50 சதவீதத் தாவரங்கள் செயல்படும் புரதத்தை உற்பத்தி செய்து இளஞ்சிவப்பு நிறத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. இப்புரதம் சிவப்பு நிறத்தைத் தோற்றுவிக்க (புறத்தோற்றத்தை) போதுமானதாக இல்லை. இரு ஓங்கு அல்லீல்களைப் பெற்ற நிலையில் சிவப்பு நிறத்தைத் தோற்றுவிக்க 100% செயல்படும் புரதம் தேவைப்படுகிறது.

**இணை ஓங்குத்தன்மை (Codominance) (1:2:1)**



மாற்றுப்பண்பிணைவு கொண்ட தாவரத்தில் இரு அல்லீல்களும் ஒரே சமயத்தில் பண்பை வெளிப்படுத்தும் முறை – ஒரு உயிரியில் மாற்றுப் பண்புடைய இரு அல்லீல்களும் ஒரே சமயத்தில் பண்புகளை வெளிப்படுத்தும் நிகழ்விற்கு இணை ஒங்குத்தன்மை என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டு: கமீலியாவில் சிவப்பு மற்றும் வெள்ளை மலர்கள், கதிர் அரிவாள் வடிவ ஹீமோகுளோபின், மனிதர்களின் ABO இரத்த வகை மனிதர்களில்  $I^A$  மற்றும்  $I^B$  அல்லீல்கள் I மரபணுவின் இணை ஒங்குத்தன்மை மெண்டலின் தனித்துப் பிரிதல் விதியைப் பின்பற்றுகிறது. இணை ஒங்குத்தன்மைதாவரங்களில் மின்னாற்பிரிப்பு (electrophoresis) அல்லது நிறப்பிரிகை வரைபடத்தில் (Chromatography) புரதம் அல்லது ப்ளேவோனாய்ட் பொருட்களைப் பிரித்தறிவதன் மூலம் இதை விளைவிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டு: காஸிப்பியம் ஸ்டர்டியானம், இவற்றின் மூலம் மகவுச்சந்ததி கலப்புயிரியின் இடைப்பட்ட மடியம் (amphiploid) இரு பெற்றோர்களின் விதைப் புரதங்களை மின்னாற்பிரிப்பின் மூலம் பிரிக்கும்போது இரு பெற்றோர்களும், வேறுபட்ட பட்டை அமைப்பிணை (banding pattern) வெளிப்படுத்துகின்றன. கலப்புயிரியில் ஒருங்கிணைந்த பட்டை அமைப்பு வெளிப்படுகிறது. அவைகளின் கலப்புயிரிகளில் பெற்றோர்களைப் போன்றே இவ்விதப் புரதங்களும் காணப்படுகின்றன.

பெற்றோர்களின் ஒத்த பண்பிணைவிலுள்ள பண்புகளைப் பெற்றிருப்பதுடன், மாற்றுப் பண்பிணைவிலான புதிய பண்பு தோன்றுவது குறிப்பிடத்தக்கது. முதல் மகவுச்சந்ததி கலப்புயிரி இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் புறத்தோற்ற மற்றும் மரபணு விகிதமாக 1:2:1 பெற்றிருப்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது.

### கொல்லி மரபணுக்கள் (Lethal genes)

“உயிரினத்தைக் கொல்லும் திறனுடைய அல்லீல்களுக்கு கொல்லும் மரபணுக்கள் என்று பெயர்.” 1907-ஆம் ஆண்டு, E. பார் என்பவர் கொல்லி மரபணுவை ஸ்னாப்டிராகன் (snapdragon) என்ற ஆன்டிரைனம் சிற்றினத்தில் கண்டறிந்தார். இது ஒரு ஒடுங்கு கொல்லி மரபணுவிற்கு எடுத்துக்காட்டாகும். ஆன்டிரைனத்தில் மூன்றுவகை தாவரங்கள் உள்ளன.

1. பச்சை நிறம் கொண்ட பசும் தாவரங்கள். (CC)
2. மஞ்சள் நிறத்துடன் கூடிய பசும் தாவரங்கள் கரோடினாய்டுகளைக் கொண்டிருப்பதால் வெளிநிய பச்சை அல்லது தங்க நிறம் பெற்ற ஆரியா தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன. (Cc)
3. பச்சைய நிறமியற்ற வெள்ளை நிறத் தாவரங்கள் (cc)

ஒத்தபண்பிணைவு பெற்ற பசும் தாவரங்களில் மரபணுவகையம் CC எனவும், ஒத்தபண்பிணைவு பெற்ற வெள்ளைத் தாவரங்களின் மரபணுவகையம் cc எனவும் உள்ளது.

ஆரியா தாவரங்களின் மரபணுவாக்கம் Cc ஆகும். இவை பச்சை மற்றும் வெள்ளை நிறம் கொண்ட தாவரங்களாக உள்ளன. இரு ஆரியா தாவரங்கள் உண்டாக்கும் இரண்டாம் மகவுச்சந்ததிகளில் புறத்தோற்றவகைய மற்றும் மரபணுவகைய விகிதங்களாக 1:2:1 ஆக (முறையே 1 பச்சை (CC) : 2 ஆரியா (Cc) : 1 வெள்ளை (cc) உள்ளது. ஆனால் வெள்ளை தாவரங்கள் பச்சை நிறமியற்றிருப்பதால், அவைகளால் வாழ இயலாமல் போகிறது. எனவே இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியின் விகிதம் மாற்றமுற்று 1:2 எனும் விகிதத்தில் உள்ளது. இவ்வகையில் ஒத்த ஒடுங்கு மரபணுவாக்கம் கொண்ட (cc) கொல்லப்படுகிறது.

### கொல்லி மரபணுக்கள்

முழுவதும் ஒங்கு அல்லது முழுவதும் ஒடுங்கு கொல்லி அல்லீல்களை பெற்ற உயிரினத்தின் அல்லீல்கள் கொல்லி மரபணுக்களாக இருப்பின் அவை உண்டாக்கும் இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியின் மரபணுவாக்க விகிதமானது முறையே 2:1 அல்லது 1:2 ஆகக் காணப்படுகின்றன.

**பல்பண்புக்கூறு (Pleiotropy) - ஒரு தனி மரபணு, பல பண்புக்கூறுகளைக் கடத்தும் நிகழ்வு இதுவாகும்.**

பலபண்புக்கூறு தன்மையில், தனியொரு மரபணுவானது பலபண்புகளை ஒரே நேரத்தில் கட்டுப்படுத்தி உயிரினத்தின் புறத்தோற்றப் பண்புகளைத் தீர்மானிக்கிறது. இவ்வகை மரபணு பலபண்புக்கூறுத்தன்மைக் கொண்ட மரபணு என்றழைக்கப்படுகிறது. மெண்டல் பலபண்புக்கூறின் முக்கியத்துவத்தைத் தனது பட்டாணித் தாவர (பைசம் சட்டைவம்) சோதனைகளில் கண்டறிந்தார். பட்டாணியில் ஊதா மலர்கள், பழுப்பு விதைகள்மற்றும் இலை அச்சுகளில் அடர் புள்ளிகள் கொண்ட பண்புகளையுடைய தாவரத்தை வெள்ளை மலர்கள், வெளிநிய நிறமுடைய விதைகள், புள்ளிகளற்ற இலை அச்ச ஆகியவற்றைக் கொண்ட பல பட்டாணித் தாவரங்களோடு கலப்புறச் செய்தபோது, இந்த மூன்று பண்புகளும் ஒற்றை மரபணுவினால் பாரம்பரியமாவதைக் கண்டறிந்தார். மூன்று பண்புக்கூறுகளும் ஒரே ஒரு மரபணுவின் ஒங்கு மற்றும் ஒடுங்கு அல்லீல்கள் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு பாரம்பரியமாவது தெரிய வந்தது. எடுத்துக்காட்டு: கதிர் அரிவாள் சோகை.

**மரபணுக்களுக்கிடையே நிகழும் இடைச்செயல்கள்(Intergenic gene interactions)**

ஒங்குத்தன்மை மறைத்தல் பாரம்பரியம் (**Dominant Epistasis**)—ஒர் இலக்கிலுள்ள ஒரு மரபணுவின் இரு அல்லீல்கள் வேறொரு இலக்கிலுள்ள மரபணுவின் அல்லீல்களுடன் இடைச்செயல் புரிந்து, பண்பு வெளிப்பாடு தடுக்கப்படுவதற்கு அல்லது மறைக்கப்படுவதற்கு **மறைத்தல் பாரம்பரியம்** என்று பெயர். இவ்வாறு மறைக்கும் மரபணு **ஒங்குத்தன்மைமறைத்தல் பாரம்பரியம்** எனப்படுகிறது. பண்பு வெளிப்பாடுகளை தடுக்கும் மரபணு ஒடுக்கும் மரபணு (epistatic) என்றும், ஒடுக்கப்படும் பண்பிற்குரிய மரபணு **மறைக்கப்பட்ட மரபணு** (hypostatic) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த இரு மரபணுக்களில் அல்லீல்கள் சேர்ந்திருக்கும் நிலையில் மறைக்கும் மரபணுவின் பண்பே வெளிப்படுகிறது.

பூசணி கனி நிறமானது ஒங்கு அல்லீல் 'W' வெள்ளை நிறக் கனிக்கும், ஒடுங்கு அல்லீல் 'w' நிறமுடைய கனிக்கும் காரணமாகிறது. 'W' அல்லீலின் வெள்ளை நிற ஒங்கியும் 'w' அல்லீலின் கனி நிறத்தை ஒடுக்கியும் உள்ளது. மற்றொரு மறைக்கப்பட்ட அல்லீல் 'G' மஞ்சள் கனிக்கும், அதன் மறைக்கப்பட்ட அல்லீல் 'g' மஞ்சள் கனிக்கும், அதன் ஒடுங்கு அல்லீல் 'g' பச்சைக் கனிக்கும் காரணமாகும். முதல் அமைவிடத்தில் வெள்ளை நிறம் ஒடுங்கியும், இரண்டாம் அமைவிடத்தில் மஞ்சள் நிறம் பச்சைக்கு ஒங்கியும் உள்ளது. வெள்ளை நிறக்கனியின் மரபாக்கம் WWGG-யை மஞ்சள் நிறக்கனியின் மரபாக்கம் wwgg உடன் கலப்புறச் செய்தால் முதல் மகவுச்சந்ததி (F<sub>1</sub>) தாவரங்களில் வெள்ளை நிறக் கனி வேறுபட்ட கலப்புயிரி (WwGg)-யும்தோன்றுகிறது. F<sub>1</sub> வேறுபட்ட கலப்பு தாவரங்களில் கலப்புறச் செய்யும்போது F<sub>2</sub> இறுதியில் 12 வெள்ளை: 3 மஞ்சள்: 1 பச்சை என்ற புறத்தோற்ற விகிதமுடைய கனிகளாகத் தோன்றுகிறது.

**பூசணித் தாவரத்தில் ஒங்குத்தன்மை மறைத்தல் பாரம்பரியம்**

மறைக்கும் அல்லீல்களாகவுள்ள W-வானது 'G' மற்றும் 'g', வெள்ளைக்கு ஒங்கியும், மஞ்சள் அல்லது பச்சைக்கு மறைத்தும் காணப்படும். ஒத்த கருவுடைய ஒடுங்கும் ww மரபணுவாக்கங்கள்(4/16) என்ற எண்ணிக்கையிலான நிறங்களை வழங்கும். இரட்டை ஒடுங்கு WWgg பச்சை கனியை (1/16) வழங்கும். தாவரங்களில் 'G' எனும் மரபாக்கம் கொண்ட (wwGg அல்லது wwGG) மஞ்சள் கனியை (3/16)வழங்கும்.

**மரபணுவிற்காக அல்லது அல்லீல்களுக்கிடையே நிகழும் இடைச்செயல்கள்**

வ. எண்	மரபணு இடைச்செயல்	எடுத்துக்காட்டு	F <sub>2</sub> விகிதம் புறத்தோற்ற விகிதம்
1	முழுமைபெறா ஒங்குத்தன்மை	மிராபிலிஸ் ஜலாபா	1:2:1

		வின் (அந்திமந்தாரை) மலரின் நிறம் ஸ்னாப்ட்ராகன் மலரின் நிறம் (ஆன்டிரைனம் சிற்றினம்)	
2	இணை ஒங்குத்தன்மை	மனிதர்களில் இரத்தவகை	ABO 1:2:1

மரபணுக்களுக்கு இடையே அல்லது அல்லீல்கள் அல்லாதவற்றிற்கு இடையே நிகழும் இடைச்செயல்

வ. எண்	மறைத்தல் இடைச்செயல்	எடுத்துக்காட்டு	F <sub>2</sub> விகிதம் புறத்தோற்ற விகிதம்
1	ஒங்கு மறைத்தல் (Dominant epistasis)	கோடை பூசனியின் கனி நிறம்	12:3:1
2	ஒடுங்கு மறைத்தல் (Recessive epistasis)	ஆன்டிரைனம் சிற்றின மலரின் நிறம்	9:3:4
3	இரட்டிப்பு மரபணுக்களுடன் கூட்டு விளைவு (Guplicate genes with cumulative effect)	பூசனியின் கனி வடிவம்	9:6:1
4	நிரப்பு மரபணுக்கள் (complementary genes)	இனிப்புப் பட்டாணி மலரின் நிறம்	9:7
5	துணை மரபணுக்கள் (Supplementary genes)	மக்காச் சோள விதையின் நிறம்	9:3:4
6	தடை செய்யும் மரபணுக்கள் (inhibitor genes)	நெல் தாவர இலையின் நிறம்	13:3
7	இரட்டிப்பு மரபணுக்கள்	விதையுறை (கனியின் வடிவம்) வெப்பர்டு பர்ஸ் கேப்சில்லா-பர்சா பாஸ்டோரிஸ்	15:1

பல்காரணியப் பாரம்பரியம் - கோதுமையில் பலமரபணு பாரம்பரியம் (விதையுறை நிறம்) –Polygenic inheritance in Wheat (Kernel colour)

பலமரபணு பாரம்பரியம் - பல்வேறு மரபணுக்கள் கூட்டாகச் சேர்ந்து ஒரு பண்பைக் கட்டுப்படுத்துதல்.

ஒரு உயிரினத்தின் பல மரபணுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு பண்பைத் தீர்மானிக்கும் முறைக்குப் பலமரபணு பாரம்பரியம் என்று பெயர். இங்குத் தொடர் பண்புகளின் பாரம்பரிய விளக்கங்கள் மெண்டலின் விதிகளுடன் ஒப்பிட்டு விளக்கப்படுகிறது.

ஸ்வீடன் நாட்டுத் தாவரவியலறிஞர் H. நிஸ்சன் - ஹீல் (1909) கோதுமை விதையுறைகளில் ஆய்வை நிகழ்த்தி இப்பாரம்பரியத்தை விளக்கினார். விதை நிறம் இரு மரபணுக்களின் இரு அல்லீல்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. சிவப்பு விதையுறை நிறம் வெள்ளை நிறத்திற்கு ஒங்குத்தன்மை கொண்டது.

கோதுமை விதையுறை நிறத்தில் பலமரபணு பாரம்பரியம்

இவர் தூய சிவப்பு மற்றும் வெள்ளை நிறங்களைப் பெற்ற இரு தாவரங்களைக் கலப்புறச் செய்தார். அடர் சிவப்பு விதையுறைக்கான மரபணுவாக்கம்  $R_1R_1R_2R_2$  எனவும், வெள்ளைநிற விதையுறைக்கான மரபணுவாக்கம்  $r_1r_1r_2r_2$  எனவும் இருந்தன. முதல் மகவுச்சந்ததியில் ( $F_1$ ) மிதமான சிவப்பு நிற விதையுறை  $R_1r_1R_2r_2$  என்ற மரபணுவாக்கத்தில் பெறப்பட்டது. முதல் மகவுச்சந்ததியின் ( $F_1$ ) கோதுமைத் தாவரங்கள்  $R_1R_2$ ,  $R_1r_2$ ,  $r_1R_2$ ,  $r_1r_2$  என்ற நான்கு வகை கேமீட்டுகளை தோற்றுவித்தன. இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியின் ( $F_2$ ) தாவரங்களில் உள்ள R மரபணுக்கள் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் சிவப்பு நிறத்தின் தீவிரம் தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

**மரபணுக்களால் கட்டுப்படுத்தப்படும் கோதுமை விதையுறைகளின் நிறங்கள்**

நான்கு R மரபணுக்கள் ஒரு அடர் சிவப்பு விதையுறை நிறத்தையும், மூன்று R மரபணுக்கள் மிதமான – அடர் சிவப்பு விதையுறை நிறத்தையும், இரண்டு R மரபணுக்கள் மிதமான சிவப்பு விதையுறை நிறத்தையும், ஒரு R மரபணு இலேசான சிவப்பு விதையுறை நிறத்தையும் தோற்றுவிக்கின்றன. R மரபணு இல்லாமை வெள்ளை விதையுறையாக உள்ளது.

R மரபணு தொகுப்பு முறையில் சிவப்பு விதையுறை நிறம் தோன்ற உதவுகிறது. ஒவ்வொரு வகை புறத்தோற்றத்தையும், சிவப்பு நிறத்தின் செறிவுகள் தொடர்புபடுத்திக் கிடைக்கும் வரைபடம் மணி வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும். புறத்தோற்றப் பண்புகளின் பரவல் முறையை விளக்கும் படமாக இது உள்ளது. பல்மரபணு பாரம்பரியத்திற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாக மனிதனின் உயரம், தோல் நிறம் ஆகியவற்றின் பாரம்பரியத்தைக் குறிப்பிடலாம். இப்பண்புகள் மூன்று வெவ்வேறு வகை மரபணுக்களின் அல்லீல்களால் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன.

**முடிவு**

நில்சன் - ஷீல் ஆய்வு செய்த மரபணுக்கள் பிணைப்புற்றிருக்கவில்லை. அவை சார்பின்று ஒதுக்கமடைகின்றன.

கோதுமை விதையுறை நிறத்தை மூன்றாவது மரபணுவும் நிர்ணயிக்கிறது என்பதை பின்னர் ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டறிந்தனர். மூன்று தனித்த இணை அல்லீல்கள் இந்த விதையுறை நிறத்தில் பங்கு கொள்கின்றன. நில்சன்-ஷீல்  $F_2$  சந்ததியில் புறத்தோற்ற வகையம் 63 சிவப்பு : 1 வெள்ளை எனவும், மரபணுவாக்க வகையம் 1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1 எனவும் உள்ளது என்று கண்டறிந்தனர்.

மேற்குறிப்பிட்ட முடிவுகளிலிருந்து நில்சன்-ஷீல் குறிப்பிட்டுள்ள கலப்பு பாரம்பரியம் கோதுமை விதையுறையில் (கர்னலில்) தென்படவில்லை.

இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் ( $F_2$ ) அதிக அளவில் நிறவேறுபாடுகள் விதையுறை நிறத்தில் காணப்பட்டது. இதற்குக் காரணம் மரபணுக்களின் தனித்தொதுங்குதல் மற்றும் மறுசேர்க்கை நடைபெறுவதேயாகும். மற்றொரு சாட்சியாகக் கலத்தல் பாரம்பரியத்தில் பெற்றோருடைய புறத்தோற்றங்களாக அடர் சிவப்பு மற்றும் வெள்ளை நிறம் மீண்டும் இரண்டாம் மகவுச்சந்ததியில் இல்லாமல் போனது. ஆதலால் மரபணுக்களில் எவ்விதக் கலப்பும் ஏற்படாமல் புறத்தோற்றத்தில் மட்டுமே தென்பட்டது. பல மரபணு இணைகளின் ஒட்டுமொத்த விளைவால் கோதுமை விதையுறை நிறத்தில் பல்வேறு நிறச்சாயல்கள் தோன்றுகிறது. அவர் கருதுகோளின்படி இரு அமைவிடங்களும் கூட்டாக இணைந்து கோதுமை விதையுறை நிறத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

**குரோமோசோம் தவிர்த்த பாரம்பரியம் (Extra Chromosomal Inheritance) அல்லது உட்கரு தவிர்த்த பாரம்பரியம் (Extra Nuclear inheritance) (சைட்டோபிளாசம் சார்ந்த பாரம்பரியம் - Cytoplasmic Inheritance)**

DNA என்பது உலகளாவிய மரபியல் மூலக்கூறாகும். உட்கருவிலுள்ள குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ள மரபணுக்கள் மெண்டலிய பாரம்பரியத்தைப் பின்பற்றுகின்றன. ஆனால் சில பண்புகள்

பசங்கணிகம் அல்லது மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் உள்ள மரபணுக்களால் நிர்வகிக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்வு மரபு சாராத பாரம்பரியம் அல்லது உட்கரு தவிர்ந்த பாரம்பரியம் (Extra Nuclear Inheritance) எனப்படுகிறது. இது மெண்டலிய தத்துவத்திற்கு அப்பாற்பட்ட ஒரு பாரம்பரிய வகையாகும். இதில் சைட்டோபிளாச உறுப்புகளான பசங்கணிகங்கள் மற்றும் மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் பாரம்பரியத்தின் தாங்கிக்கடத்திகளாக (inheritance vectors) செயல்படுகின்றன. எனவே இது சைட்டோபிளாசம் சார்ந்த பாரம்பரியம் (Cytoplasmic inheritance) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இந்தச் சைட்டோபிளாச நுண் உறுப்புகளிலுள்ள பிளாஸ்மோஜீன்களே (Plasmogenes) இப்பாரம்பரியம் நிகழக் காரணமாக உள்ளன.

### பசங்கணிக பாரம்பரியம் (Chloroplast inheritance)

4 மணித் தாவரம் என்ற அந்தி மந்தாரை தாவரத்தில் இருவகை வேறுபட்ட நிறமுடைய இலைகள் காணப்படுகின்றன. அவை அடர்பச்சை இலையுடைய தாவரங்கள், மற்றும் வெளிறிய பச்சை இலையுடைய தாவரங்கள். அடர் பச்சை இலை கொண்ட (ஆண்) தாவரத்தின் மகரந்தங்களை வெளிறிய பச்சை நிற இலையுடைய (பெண்) தாவரத்தின் சூலக முடியில் கலப்புறச் செய்யும் போதும், வெளிர் பச்சை இலைகொண்ட (ஆண்) தாவரத்தின் மகரந்தங்களை அடர் பச்சை நிற இலையுடைய (பெண்) தாவரத்தின் சூலக முடியில் கலப்புறச் செய்யும் போதும், முதல் மகவுச்சந்ததித் தாவரம், மெண்டலிய மரபியல் தத்துவத்தின்படி ஒரே வகை பண்பை வெளிப்படுத்த வேண்டும். ஆனால் இக்கலப்பில் முதல் மகவுச்சந்ததி வேறுபட்ட பண்புகளை வெளிப்படுத்தின. உட்கரு மரபணு சாராது பெண் தாவரத்தின் பசங்கணிக மரபணு சார்ந்து இப்பாரம்பரியம் நிகழ்வதே இவ்வேறுபாட்டிற்குக் காரணமாக உள்ளது. எனவே தான் இருவகை கலப்பிலும் பெண் தாவரத்தின் பண்பே வெளிப்படுகின்றன.

இப்பாரம்பரியம் உட்கருவிழி மரபணு சார்ந்ததல்ல. பெண் தாவரத்தின் பசங்கணிக மரபணு இதற்குக் காரணமாக உள்ளது. ஏனெனில் பெண் தாவரம் கருவுறுதலின் போது சைட்டோபிளாசத்தையும், ஆண் தாவரங்களில் உட்கருவையும் வழங்குகிறது. **மைட்டோகாண்ட்ரியா பாரம்பரியம் (Mitochondrial inheritance)**

முத்துச்சோளத்தின் (சொர்க்கம் வல்கர்) ஆண் மலட்டுத்தன்மை மைட்டோகாண்ட்ரியா பாரம்பரியத்திற்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். தாயின் வழிப் பண்பாக இந்த ஆண் மலட்டுத்தன்மை பாரம்பரியமடைகிறது. இதற்குக் காரணமான மரபணு மைட்டோகாண்ட்ரியங்களின் DNA-வில் காணப்படுகின்றன.

இத்தாவரத்தில் இருவகைகள் உள்ளன. ஒன்று இயல்பான சைட்டோபிளாசம் பெற்ற (N) வளமான ஆண் தாவரம், மற்றொன்று இயல்பற்ற சைட்டோபிளாசம் பெற்ற (S) மலட்டு ஆண் தாவரம். அந்திமந்தாரை தாவரத்தைப் போன்றே மேற்குறிப்பிட்ட பாரம்பரியத்திலும் பரிமாற்றக் கலப்பு மாறுபாட்டை வெளிப்படுத்துகிறது.

### மிராபலிஸ் ஜலாபாவில் பல்நிறமுடைய இலையின் புறத்தோற்ற வகையத்திற்கான மூலக்கூறு அடிப்படையிலான விளக்கம்

தற்காலத்தில் ஆண்மலட்டுத்தன்மைக்கான சைட்டோபிளாச மரபுவழிப் பல தாவரங்களில் இருப்பதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இவற்றில் ஆண் மலட்டுத்தன்மை, உட்கரு மற்றும் சைட்டோபிளாச மரபணுக்களின் செயல்பாட்டால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. பொதுவாக இரண்டு வகை சைட்டோபிளாசங்கள் N(இயல்பு) மற்றும் S (மலட்டு) காணப்படுகின்றன. இவற்றின் மரபணுக்கள் மைட்டோகாண்ட்ரியங்களில் காணப்படுகின்றன. இவற்றுடன் வளத்தன்மையை மீட்டெடுக்கும் (Rf) மரபணுக்களும் உட்கருவில் காணப்படுகின்றன. உட்கரு அமைந்த மரபணுவாக இது உள்ளபோதிலும் தனக்கெனத் தனியாக அமைந்த பண்பு எதையும் வெளிப்படுத்துவதில்லை. எனவே Rf மரபணுக்கள் வளத்தன்மையை மட்டுமே மீட்டெடுக்கும் தன்மை கொண்டவை. ஆனால் மலட்டுச் சைட்டோபிளாசம் (S) எப்போதும் ஆண் மலட்டுத்தன்மைக்குக் காரணமாக உள்ளது.

ஆதலால் இயல்பு (N) மற்றும் மலட்டு (S) சைட்டோபிளாச வகையை, முறையே rfrf மற்றும் RfRf என்ற மரபணு ஆக்கத்தை உட்கருவில் பெற்ற தாவரங்கள் வளமான மகரந்தங்களை உற்பத்தி

செய்தபோதிலும், மலட்டு (S) சைட்டோபிளாச வலையை, rrf என்ற மரபணு ஆக்கத்துடன் பெற்ற தாவரம் ஆண் மலட்டுத் தாவரங்களாகவே உள்ளன.

### சைட்டோபிளாச மரபுவழி ஆண்மலட்டுத்தன்மை

முதுமரபுமீட்சி என்பது உயிரிகளின் புற அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றமாகும். ஒரு உயிரியில் பல பரிணாம மாற்றங்களுக்குப் பின்னர், இழக்கப்பட்ட பண்பு ஒன்று, மீண்டும் அவ்வுயிரியில் தோன்றும் நிகழ்விற்கு முதுமரபு மீட்சி என்று பெயர். புறத்தோற்றப் பண்பு ஓர் உயிரியல் பரிணாம நிகழ்வினால் மறைந்த போதிலும், அதன் DNA-வில் அது மறையாது, மறைக்கப்பட்ட மரபணுக்களாக இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். DNA-வில் இந்த மரபணு வரிசை செயல்படாத நிலையில் உள்ளது. இந்நிலையிலேயே புலு சந்ததிகளின் மரபணு தொகையத்தில் இவை தொடர்ந்து எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. ஏதாவது ஒரு தலைமுறை உயிரியில் இது செயல்படும் மரபணுவாக மாறும்போது மறைந்த பண்பு மீண்டும் வெளிப்படுகிறது. எனவே தான் இது முதுமரபு மீட்சி என அழைக்கப்படுகிறது. தாவரங்களில் நிகழும் முதுமரபு மீட்சிக்கு *ஹிரேஷியம் பைலோ செல்லாவில்* பாலினப் பெருக்கமடையும் பண்பு திரும்பத் தோன்றுதல் ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.



## 12 ஆம் வகுப்பு- தாவரவியல்

### அலகு- 3

#### குரோமோசோம் அடிப்படையிலான பாரம்பரியம்

#### பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாடு

G.J மெண்டல் (1865) பட்டாணி தாவரத்தில் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட பண்புகளின் பாரம்பரியம் குறித்துத் தீவிர ஆய்வு செய்தார். ஆனால் பல்வேறு காரணங்களினால் 1900-ம் ஆண்டு வரை அவரின் முயற்சிகள் அங்கீகரிக்கப்படவில்லை. மூன்று அறிவியலறிஞர்கள் (டி வெரிஸ், காரன்ஸ் மற்றும் ஷெர்மாக்) தனித்தனியாக, பாரம்பரியப் பண்புகள் குறித்த மெண்டலின் முடிவுகளை மறுஆய்வு செய்தனர். நுண்ணோக்குதலில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றம் காரணமாகப் பல்வேறு செல்லியல் வல்லுநர்களால் செல் பகுப்பு ஆராயப்பட்டது. இதன் விளைவாக உட்கருவினுள் (nucleus) உள்ள அமைப்புகள் கண்டறியப்பட்டது. மெய்யுட்கரு (eukaryotic) செல்களில் செல் பகுப்பின் போது தோன்றும் புழு வடிவ அமைப்புகள் குரோமோசோம்கள் (chromosomes) (சாயம் ஏற்றுவதனால் உற்றுநோக்க இயலும் வண்ண உடலங்கள்) என்று அழைக்கப்படும். முழுமையான இரு அடிப்படைத் தொகுதி குரோமோசோம்களை கொண்டுள்ள உயிரினத்திற்கு இருமடிய உயிரி (diploid) என்று பெயர். நீண்ட, தொடர்ச்சியான சுருள் போன்ற DNA வை கொண்ட ஒரு குரோமோசோமில் மரபணுக்கள் சீரான நேர்கோட்டில் அடுக்கி வைத்தாற்போல் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு மரபணுவும் குரோமோசோமில் தனக்கென்று ஓர் அமைவிடத்தைப் (locus) பெற்றுள்ளது. இந்த மரபணுக்கள் மரபுவழிப் பரிமாற்ற அலகுகளாகும். மெண்டலிய காரணிகள் (மரபணுக்கள்) குரோமோசோமில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தைப் பெற்றிருப்பதோடு ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்குப் பண்புகள் கடத்தப்படுகிறது என்பதைக் குரோமோசோம் அடிப்படையிலான பாரம்பரியக் கோட்பாடு கூறுகிறது.

#### குரோமோசோம் கோட்பாடு வளர்ச்சியின் வரலாறு

பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாட்டிற்குத் தொடர்புடைய முக்கிய செல்லியல் கண்டுபிடிப்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- வில்ஹெல்ம் ராக்ஸ் (1886) என்பவர் ஒரு செல்லில் காணப்படும் குரோமோசோம்களை பாரம்பரியப் பண்புகளைக் கடத்துவதற்குக் காரணம் என்பதை வெளியிட்டார்.
- மோன்ட்கோமெரி (1901) என்பவர் குரோமோசோம்களானது தனித்த இணைகளாக அமைந்துள்ளது என்பதை முதன்முறையாகக் கருதினார், மேலும் தாயிடமிருந்து பெறப்பட்ட குரோமோசோம்களும், தந்தையிடமிருந்து பெறப்பட்ட குரோமோசோம்களும் குன்றல் பகுப்பின் போது மட்டும் இணை சேர்கின்றன எனவும் முடிவு செய்தார்.
- T. போவேரி (1902) குரோமோசோம்கள் மரபுப்பண்புகளை உள்ளடக்கிய மரபியத் தீர்மானிகளை தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது என்ற கூற்றை ஆதரித்தார். மேலும் பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாடு உருவாகக் காரணமாகத் திகழ்ந்தார்.
- W.S. சட்டன் (1902) என்ற இளம் அமெரிக்க மாணவர் கேமீட்டுகளின் உருவாக்கத்தின் போது நிகழும் குரோமோசோம்களின் செயல்பாடுகளுக்கும், மெண்டலிய காரணிகளுக்கும் இடையே ஒற்றுமை காணப்படுவதைத் தனியே எடுத்துக் கூறினார்.

சட்டன் மற்றும் போவேரி (1903) பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாட்டினைத் தனித்தனியாக முன்வைத்தனர். சட்டன் என்பவர் குரோமோசோம்களின் தனித்துப் பிரிதலின் கருத்துக்களை மெண்டலிய கொள்கைகளோடு இணைத்தார். இது பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாடு என்று அழைக்கப்பட்டது.

குரோசோ.பிலாவின் உடல, பால் குரோமோசோம்களின் அமைப்பு மற்றும் பால் பிணைப்பு

பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாட்டின் சிறப்பியல்புகள்

- தொடர்ச்சியான செல் பகுப்பின் (மைட்டாசிஸ்) மூலம் ஒரு உயிரினத்தின் உடலச் செல்களானது, கருமுட்டை (zygote) செல்லிலிருந்து உருவாகிறது. இவைகள் இரண்டு ஒத்த குரோமோசோம் தொகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. இதில் ஒரு தொகுதி ஆண் பெற்றோரிடமிருந்தும் (தந்தை வழி), மற்றொன்று பெண் பெற்றோரிடமிருந்தும் (தாய் வழி) பெறப்பட்டவை. இந்த இரண்டு குரோமோசோம்களும் சேர்ந்து ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களை (Homologous pair) உருவாக்குகிறது.
- ஓர் உயிரினத்தின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி முழுவதும் குரோமோசோம்கள் அவைகளின் தனித்தன்மையைத் தக்க வைத்துக் கொள்கின்றன.
- ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் குறிப்பிட்ட மரபியத் தீர்மானிகள் அல்லது மெண்டலிய காரணிகளை எடுத்துச் செல்கின்றது. இக்காரணிகள் தற்போது மரபணுக்கள் (genes) எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.
- கேமீட்டுகளின் உருவாக்கத்தின் போது (மியாசிஸ்) குரோமோசோம்களின் செயல்பாடுகள் குரோமோசோம்களின் மீது மரபணுக்கள் அல்லது காரணிகள் காணப்படுகிறது என்ற உண்மையை உறுதிப்படுத்துகிறது.

### பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாட்டின் ஆதரவு

உலகெங்கிலும் உள்ள அறிவியலறிஞர்களால் இக்கோட்பாட்டிற்கான எதிர்மறையான கருத்துக்கள் விவாதிக்கப்பட்டது. இருப்பினும் இந்த விவாதமானது தாமஸ் ஹண்ட் மோர்கன் (1910) என்பவரால் டிரோசோ.பிலா மெலனோகாஸ்டர் ( $2n=8$ ) என்ற பழப்புச்சியில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வின் மூலம் இறுதியாகத் தெளிவு பெற்றது. இந்தப் பழப்புச்சியின் வாழ்க்கை சுழற்சி இரண்டு வாரங்களுக்குள் முடிவடைகிறது. இதில் சிவப்பு அல்லது வெள்ளை நிறக் கண்களுக்கான அல்லீல்கள் X-குரோமோசோமில் அமைந்துள்ளது. ஆனால் அதற்கு இணையான மரபணு Y-குரோமோசோமில் காணப்படுவதில்லை என்றும் தெரிவித்தார். எனவே பெண் பழப்புச்சியில் கண்களின் நிறத்திற்கான மரபணுவிற்கு இரு அல்லீல்கள் காணப்படுகின்றன. அதே சமயம் ஆண் பழப்புச்சியில் ஒரு அல்லீல் மட்டுமே பெற்றுள்ளது. இந்த மரபிய முடிவுகள் முழுவதும் குன்றல் பகுப்பு செயல்பாட்டின் போது X மற்றும் Y குரோமோசோம்களின் செயல்பாடுகள் அடிப்படையிலேயே அமைந்துள்ளன. அதே போல் மஞ்சள் நிற உடல் மற்றும் வளர்ச்சி குன்றிய சிறகுகளுக்கான மரபணுக்கள் X-குரோமோசோம்கள் வழியாகவே கடத்தப்படுகின்றன. இந்த ஆய்வுகளின் முடிவுகள் மரபணுக்கள் குரோமோசோம்களில் தான் அமைந்துள்ளன என்ற கருத்தை வலுவாக ஆதரிக்கிறது. பால் குரோமோசோம்களுடன் இணைந்து பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் பால் பிணைப்பு (sex linkage) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

### மரபணுக்கள் மற்றும் குரோமோசோம்களின் செயல்பாடுகளுக்கிடையே ஒப்பீடு

பொதுவாக ஒரு சிற்றினத்தின் அனைத்துச் செல்களிலும் உள்ள குரோமோசோம்களின் மொத்த எண்ணிக்கை நிலையானது என்று இருபதாம் நூற்றாண்டில் செல்லியல் வல்லுநர்களால் உறுதி செய்யப்பட்டது. ஒரு இருமடிய (diploid) மெய்யுட்கரு செல் இரண்டு ஒருமடியத் தொகுதி (haploid sets) குரோமோசோம்களைக் கொண்டுள்ளது. இதில் உள்ள ஒரு தொகுதி ஒவ்வொரு பெற்றோரிடமிருந்து பெறப்படுகிறது. ஓர் உயிரியின் அனைத்து உடலச் செல்களும் ஒரே வகையான மரபணு நிரப்பிகளைக் (genetic complement) கொண்டுள்ளன. குன்றல் பகுப்பின் போது, குரோமோசோம்களின் செயல்பாடுகள் மெண்டலின் கொள்கைகளை நிரூபிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் பாரம்பரியம் பற்றிய புதுமையான மற்றும் மாறுபட்ட கருத்தகளைப் பெற உதவுகிறது.

	மெண்டலிய காரணிகள்	குரோமோசோம்களின் செயல்பாடுகள்
1	ஒரு காரணியின் அல்லீல்கள் இணையாகவே இருக்கும்.	குரோமோசோம்களும் இணையாகவே இருக்கும்.
2	கேமீட்டுகள் உற்பத்தியின் போது ஒத்த மற்றும் வேறுபட்ட அல்லீல்களையுடைய காரணிகள் பிரிகின்றன.	குன்றல் பகுப்பின் போது ஒத்திசைவு குரோமோசோம்கள் பிரிகின்றன.
3	மெண்டலிய காரணிகள்	குன்றல் பகுப்பின்போது ஒத்திசைவு



சுயமாகத் தனித்துப் பிரிய முடியும்.	குரோமோசோம்கள் சுயமாகப் பிரிய முடியும். ஆனால் ஒரே குரோமோசோமில் உள்ள பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் வழக்கமாகத் தனித்துப் பிரிவதில்லை
------------------------------------	--

மெண்டலிய காரணிகளுக்கும், குரோமோசோம் செயல்பாடுகளுக்கும் இடையேயான ஒற்றுமை:

### குரோமோசோம் மற்றும் மரபணு செயல்பாடு – ஓர் ஒப்பீடு

செல் பகுப்பின் (குன்றல் பகுப்பு) போது நிகழும் குரோமோசோம்களின் செயல்பாடுகள் பற்றி முக்கியக் கூறுகள் பின்வருமாறு.

- ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் அல்லீல்களின் மரபணுவகையம் (genotype) அதற்கென ஒரு குறிப்பிட்ட அமைவிடத்திலேயே உள்ளது (A/a)
- குன்றல் பகுப்பின் இடைநிலையில் வரும் 'S' நிலையில் ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் இரட்டிப்படையும் போது ஒவ்வொரு அல்லீல்களும் இரு நகல்களாக (AA / aa) மாறுகின்றன. ஒவ்வொரு அல்லீலும் ஒரு குரோமேட்டில் (chromatid) காணப்படும்.
- அனாஃபேஸ் 1-ல் ஒத்திசைவு குரோமோசோம்கள் பிரிவதன் மூலம் இரு வேறுபட்ட அல்லீல்களாக (AA) மற்றும் (aa) பிரிதலடைகின்றன.
- குன்றல் பகுப்பின் அனாஃபேஸ் II-ல் ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் சகோதரி குரோமேட்டிகள் பிரிகின்றன. எனவே ஒவ்வொரு சேய்செல்லும் (கேமீட்) ஒரு பண்பிற்கான ஒரு அல்லீலை (மரபணு) எடுத்துச் செல்கிறது (A), (A), (a) மற்றும் (a).

உயிரினங்கள்	குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை (2n)
ஆடர் நாக்கு பெரணி (ஓஃபியோகுளோசம்)	1262
குதிரைவால் பெரணி (ஈக்விசிட்டம்)	216
மிகப்பெரிய செகொயா	22
அராபிடாப்சிஸ்	10
கரும்பு	80
ஆப்பிள்	34
அரிசி	24
உருளைக் கிழங்கு	48
மக்காச்சோளம்	20
வெங்காயம்	16
ஹேப்லோபாப்பஸ் கிரேஸிலிஸ்	4

தாமஸ் ஹண்ட் மார்கன் (Thomas Hunt Morgan - 1933) என்பவர் பாரம்பரியத்தில் குரோமோசோம்களின் பங்கு பற்றிய கண்டுபிடிப்புகளுக்காக மருத்துவம் சார்ந்த துறைக்கான நோபல் பரிசைப் பெற்றார்.

### பிணைப்பு (Linkage)

ஓர் உயிரினத்தின் தனிப்பட்ட பண்புகளைத் தீர்மானிக்கும் மரபணுக்கள் அடுத்த தலைமுறைக்குக் குரோமோசோம்களால் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. பல வகையான பண்புகளுக்குக் காரணமான மரபணுக்கள் ஒரே குரோமோசோமிலோ அல்லது வேறுபட்ட குரோமோசோம்களிலோ அமைந்திருக்கலாம். வேறுபட்ட குரோமோசோம்களில் அமைந்திருக்கும் மரபணுவானது மெண்டலின் தனித்துப் பிரிதல் விதிப்படி தாமாகவே தனித்துப் பிரியும் தன்மையுடையவை. மெண்டலின் இந்த ஆய்விற்குப் பிறகு பல உயிரியலாளர்கள் வேறு சில தாவரங்களில், சுயமாகப் பிரியாத பண்புளையுடைய நிகழ்வுகளைப் பற்றிய ஆய்வை மேற்கொண்டனர். இவ்வாறு கண்டறியப்பட்டவைகளில் முக்கியமானது இனிப்பு பட்டாணி (லத்தைரஸ் ஓடோரேடஸ்) தாவரத்தில்

வில்லியம் பேட்சன் மற்றும் ரெஜினால்ட் சி. புன்னெட் ஆகியோர்களால் 1906-ல் செய்யப்பட்ட ஆய்வாகும். இவர்கள் ஊதா நிற மலர்கள் மற்றும் நீண்ட மகரந்தங்கள் பெற்ற ஒத்தபண்பிணையுடைய (Homozygous) இனிப்பு பட்டாணித் தாவரத்தைச் சிவப்பு நிற மலர்கள் மற்றும் வட்ட வடிவ மகரந்தங்கள் பெற்ற ஒத்தபண்பிணையுடைய மற்றொரு தாவரத்துடன் கலப்பு செய்தனர். இக்கலப்பின் முதல் மகவுச்சந்ததியில் (F<sub>1</sub>) அனைத்துத் தாவரங்களும் ஊதா நிற மலர்கள் மற்றும் நீண்ட மகரந்தங்களைப் பெற்ற தாவரங்களே உருவாகின. எனவே ஊதா நிறமுடைய மலர்கள் மற்றும் நீண்ட மகரந்தங்கள் பெற்ற தாவரங்கள் ஒங்குத்தன்மை பெற்றவையாகவும் (PL / PL), சிவப்பு மலர்கள் மற்றும் வட்ட வடிவ மகரந்தங்கள் உடைய தாவரங்கள் ஒடுங்குத்தன்மை பெற்றவையாகவும் அறியப்பட்டன (pl / pl). இவை மீண்டும் F<sub>1</sub> சந்ததியோடு இரட்டை ஒடுங்கு தன்மை பெற்றோருடன் கலப்பு (சோதனை கலப்பு) செய்யப்படும்போது F<sub>2</sub> சந்ததியில், மெண்டலின் தனித்துப் பிரிதல் விதியின் படி, 1:1:1:1 என்ற எதிர்பார்க்கப்பட்ட விகிதத்தில் தாவரங்கள் உருவாகவில்லை. மாறாக F<sub>2</sub> சந்ததியில், ஊதா மலர்கள், நீண்ட மகரந்தங்கள் அல்லது சிவப்பு மலர்கள், வட்ட மகரந்தங்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் கிடைத்தன. எனவே இந்த இரு பண்புகளுக்கான மரபணுக்கள் அருகமைந்து ஒரே இணை ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ளன. இந்த மரபணுக்கள் தங்களுக்குள்ளே பிரியும் தன்மையற்றதால் தனித்துப் பிரிய முடிவதில்லை. குரோமோசோம்கள் பிரிதலின் போது மரபணுக்களின் இந்த ஒருங்கமைந்த தன்மை பிணைப்பு என்று அழைக்கப்படும்.

### குரோமோசோமில் பிணைப்புற்ற அல்லது பிணைப்புறாத மரபணுக்கள் அமைந்துள்ள விதம்

ஒரே குரோமோசோமில் காணப்படும் அருகமைந்த மரபணுக்கள் ஒன்றாகவே பாரம்பரியமாவது பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் (linked genes) எனப்படுகிறது. ஆனால், ஒரே குரோமோசோமில் காணப்படும் இரு மரபணுக்கள் குறிப்பிடத்தக்க தொலைவில் அமைந்திருந்தால் அவை பிணைப்புறாத மரபணுக்கள் (unlinked genes) அல்லது சின்டெனிக் மரபணுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த நிலைக்குச் சின்டெனி (synteny) என்று பெயர். இவை நிலைக்குச் சின்டெனிக் மரபணுக்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த நிலைக்குச் சின்டெனி (synteny) என்று பெயர். இவை இரண்டையும் மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவு (Recombination frequency) மதிப்பின் அடிப்படையில் வேறுபடுத்தலாம். மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவு மதிப்பு 50% -க்கும் மேல் காணப்பட்டால், இவற்றைப் பிணைப்புறாத மரபணுக்கள் என்றும், 50%-க்கும் குறைவாக இருப்பின் பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் என்றும் வகைப்படுத்தலாம். அருகருகே அமைந்து மரபணுக்கள் வலுவான பிணைப்பையும், தொலைவில் அமைந்த மரபணுக்கள் தளர்ந்த பிணைப்பையும் வெளிப்படுத்துகிறது.

### இணைப்பு மற்றும் விலகல் கோட்பாடு (Coupling and Repulsion theory)

ஒரே ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் காணப்படும் இரு ஒங்குத்தன்மை அல்லீல்கள் ஒரே கேமீட் மூலம் ஒன்றாகவே மரபுவழி அடைந்தால் இணைப்பு அல்லது சிஸ் வகை அமைவு (cis configuration) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

**சிஸ் மற்றும் ட்ரான்ஸ் வகை மரபணுக்கள் அமைந்துள்ள விதம்**  
**இணைப்பு அல்லது சிஸ் வகை அமைவு பெற்ற அல்லீல்கள்**

**விலகல் அல்லது ட்ரான்ஸ் வகை அமைவு அல்லீல்கள்**

ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் ஒங்கு மற்றும் ஒடுங்குத்தன்மை கொண்ட அல்லீல்கள் வெவ்வேறு குரோமோசோம்களில் அமைந்து வேறுபட்ட கேமீட்டுகள் மூலம் தனியாகவே மரபுவழி அடைந்தால் அதற்கு விலகல் அல்லது டிரான்ஸ் வகை அமைவு (trans configuration) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

### பிணைப்பின் வகைகள் (Kinds of Linkage)

T.H. மார்கன் இருவகையான பிணைப்புகளைக் கண்டறிந்தார். பிணைப்புற்ற மரபணுக்களில் புதிய மரபணுச்சேர்க்கை இல்லாதிருத்தல் அல்லது இருத்தலின் அடிப்படையில் அவை முழுமையான பிணைப்பு மற்றும் முழுமையற்ற பிணைப்பு என்பனவாகும்.

## ஆண் டிரோசோ:பிராவில் முழுமையான பிணைப்பு

### முழுமையான பிணைப்பு (Complete linkage)

பிணைப்புற்ற இரு மரபணுக்களக்கிடையே பிரிந்து செல்லும் வாய்ப்பு மிகக் குறைவாக இருக்கும் பட்சத்தில் அவை ஒரு சேர மரபுவழி அடைவதால் பெற்றோர்களின் சேர்க்கை மட்டுமே காணப்படுகிறது. ஏனெனில் ஒரே குரோமோசோமில் காணப்படும் பிணைப்புற்ற மரபணுக்களின் இருப்பிடம் மிக அருகருகே அமைந்துள்ளதால் குறுக்கேற்றம் நிகழ வாய்ப்பில்லை. இந்நிகழ்வு முழுமையான பிணைப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இவை அரிதாக நடைபெற்றாலும் ஆண் டிரோசோ:பிராவில் (படம்) கண்டறியப்பட்டுள்ளது. C.B. பிரிட்ஜஸ் (1919) ஆண் டிரோசோ:பிராவின் சில சிற்றினங்களில் குறுக்கேற்றம் முற்றிலுமாக நடைபெறுவதில்லை எனக் கண்டறிந்தார்.

### முழுமையற்ற பிணைப்பு (Incomplete linkage)

பிணைப்புற்ற இரு மரபணுக்கள் மிக விலகி அமைந்திருப்பதால் குறுக்கேற்றம் நிகழ அதிக வாய்ப்புள்ளது. இதன் விளைவாகப் பெற்றோர் அல்லாத சேர்க்கைகள் அறியப்பட்டது. இந்தப் பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் குறுக்கேற்றத்தை வெளிப்படுத்துகிறது. இது முழுமையற்ற பிணைப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த நிகழ்வை ஹட்சின்சன் மக்காச்சோளத்தில் முதலில் கண்டறிந்தார் (படம்).

### பிணைப்புத் தொகுதிகள் (Linkage Groups)

ஒரு குரோமோசோமில் நீள் வரிசையில் அமைந்துள்ள பிணைப்புற்ற மரபணுக்களின் தொகுப்பிற்குப் பிணைப்புத் தொகுதிகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. எந்த ஒரு சிற்றினத்திலும் அதில் காணப்படும் பிணைப்புத் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை ஒருமடியத் தொகுதி குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கைக்கு நிகராகக் காணப்படும்.

#### சில உயிரினங்களின் பிணைப்புத் தொகுதிகள்

எடுத்துக்காட்டு :

உயிரினத்தின் பெயர்கள்	பிணைப்புத் தொகுதிகள்
மியூகார்	2
டிரோசோ:பிரா	4
இனிப்பு பட்டாணி	7
நியூ ரோஸ்போரா	7
மக்காச்சோளம்	10

பிணைப்பு மற்றும் குறுக்கேற்றம் ஆகிய இரு செயல்களும் எதிரெதிர் விளைவுகளைக் கொண்டது. பிணைப்பு என்பது குறிப்பிட்ட மரபணுக்களை ஒன்றாக வைத்திருக்கும். ஆனால் குறுக்கேற்றம் அவற்றைக் கலப்பிற்கு உட்படுத்தும். இவற்றின் வேறுபாடுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

	பிணைப்பு	குறுக்கேற்றம்
1	குரோமோசோம்களில் உள்ள மரபணுக்கள் அருகமைந்து காணப்படும்	இவை பிணைப்புற்ற மரபணுக்களைப் பிரிக்கிறது.
2	இதில் ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் உள்ள ஒரு குரோமோசோம் மட்டுமே பங்கு பெறும்.	இதில் ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் சகோதரி அல்லாத குரோமோட்களுக்கு இடையே உள்ள துண்டுகளின் பரிமாற்றம் நிகழும்
3	புதிய மரபணுச் சேர்க்கைகளை இது குறைக்கிறது.	புதிய மரபணுச் சேர்க்கைகள் தோன்றுவதன் மூலம் வேறுபாடுகளை அதிகரிக்கிறது. புதிய உயிரினம் தோன்ற வழிவகுக்கிறது.

### குறுக்கேற்றம் (Crossing over)

ஒத்திசைவு குரோமோசோம் இணைகளின் சகோதரி அல்லாத குரோமோட்டிட்களுக்கிடையே இணையான துண்டங்கள் பரிமாற்றப்பட்டுப் புதிய மரபணுச் சேர்க்கை தோன்றும் உயிரிய நிகழ்விற்குக் குறுக்கேற்றம் என்று பெயர். ‘குறுக்கேற்றம்’ என்ற சொல் மார்கன் (1912) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்டது. இது குன்றல் பகுப்பின் புரோபேஸ் 1ல் பாக்கிடின் (Pachytene) நிலையில் நடைபெறுகிறது. வழக்கமாகக் கேமீட்டுகள் உருவாக்கத்தின்போது குறுக்கேற்றம் இனச்செல்களில் நடைபெறுகிறது. இது குன்றல் பகுப்பு குறுக்கேற்றம் அல்லது இனசெல் குறுக்கேற்றம் என்று அழைக்கப்படும். இது பொதுவாகக் காணப்படும் மிகவும் முக்கியத்துவம் பெற்ற நிகழ்வாகும். அரிதாக மைட்டாசிஸ் நிலையின்போது குறுக்கேற்றம் உடலச் செல்களில் நிகழ்கிறது. இது உடலச்செல் குறுக்கேற்றம் அல்லது மைட்டாடிக் குறுக்கேற்றம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

### குறுக்கேற்றத்தின் செயல்முறை (Mechanism of Crossing over)

குறுக்கேற்றம் என்ற ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்முறை இணை சேர்தல், நான்கமை (Tetrad) உருவாதல், குறுக்கேற்றம் மற்றும் முடிவுறுதல் எனப் பல நிலைகளை உள்ளடக்கியது.

#### (i) இணை சேர்தல் (synapsis)

குன்றல் பகுப்பு I புரோபேஸ் I ல் சைகோட்டின் நிலையில் இரண்டு ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களுக்கு இடையே நெருங்கிய இணை உருவாகத் தொடங்குகிறது. ஒத்திசைவு குரோமோசோம்கள் ஒன்றுக்கொன்று அருகமைவதால் தோன்றும் ஒரு இணை ஒத்திசைவு குரோமோசோம்கள் இரட்டை இணை அல்லது பைவாலண்ட் (bivalents) அழைக்கப்படுகிறது. இந்த இணைப்பு நிகழ்விற்கு இணை சேர்தல் அல்லது சின்டெசிஸ் (synapsis or syndesis) என்று பெயர். இதை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. மையம் தொடங்கி இணை சேர்தல் (Procentric synapsis) - இணைதல் குரோமோசோமின் மையப்பகுதியில் இருந்து தொடங்குகிறது.
2. நுனி தொடங்கி இணை சேர்தல் (Procentric synapsis) - இணைதல் குரோமோசோமின் மையப்பகுதியில் இருந்து தொடங்குகிறது.
3. இயைபிலா இணை சேர்தல் (Random synapsis)- இணைதல் குரோமோசோம்களின் எந்தப் பகுதியிலிருந்தும் தொடங்கலாம்.

#### (ii) நான்கமை உருவாதல் (Tetrad formation)

இரட்டை இணையில் (bivalent) உள்ள ஒவ்வொரு ஒத்திசைவு குரோமோசோமும் இரண்டு ஒத்த அமைப்புடைய சகோதரி குரோமோட்டிகளை உருவாகத் தொடங்குகிறது. இது ஒரு சென்ட்ரோமியரால் இணைக்கப்பட்டு இருக்கும். இந்த நிலையில் ஒவ்வொரு இரட்டை இணைகளும் நான்கு குரோமோட்டிகளை பெற்றிருக்கிறது. இது நான்கமை நிலை (tetrad stage) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

#### (iii) குறுக்கேற்றம்

நான்கமை நிலை உருவான பின்னர், பாக்கிடின் நிலையில் குறுக்கேற்றம் நிகழ்கிறது. ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் சகோதரி அல்லாத குரோமோட்டிகள் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட புள்ளிகளில் இணைகிறது. இந்த ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் சகோதரி அல்லாத குரோமோட்டிகளுக்கு இடையேயான இணைவுப் புள்ளிகள் கயாஸ்மாக்கள் (ஒருமை-கயாஸ்மா) என்று அழைக்கப்படுகிறது. கயாஸ்மா பகுதியில் சிலுவை அமைப்பு அல்லது ‘X’ வடிவ அமைப்பு உருவாவதோடு, அப்புள்ளியில் இரண்டு குரோமோட்டிகள் உடைதல் மற்றும் மறுஇணைவு நடைபெறும். இதன் விளைவாகச் சகோதரி அல்லாத குரோமோட்டிகளுக்கிடையே சமமான துண்டுகள் பரஸ்பரப் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. அண்மைக்கால ஆய்வின்படி, மேம்படுத்தப்பட்ட இழை அமைப்பு கொண்ட இணைபிணைப்புக் கூட்டமைப்பு (synaptonemal complex) (படம்) இணை சேர்தல் மற்றும் கயாஸ்மா தோன்றுதலுக்கு வழிவகுக்கிறது. இந்த இணை பிணைப்புக் கூட்டமைப்பு ஒரு சில ஆண்டுகளாகியுள்ள பிலா வில் உருவாகாததால் குறுக்கேற்றம் நடைபெறுவதில்லை.

#### (iv) முடிவுறுதல் (Terminalization)

குறுக்கேற்றம் நடைபெற்ற பின் கயாஸ்மாவானது குரோமோட்டிகளின் நுனிப்பகுதியை நோக்கி நகர்கிறது. இந்நிகழ்வே முடிவுறுதல் எனப்படுகிறது. இதன் விளைவாக ஒத்திசைவு குரோமோசோம்கள் முழுமையாகப் பிரிக்கிறது (படம்).

#### குறுக்கேற்றத்தின் வகைகள் (Types of Crossing over)

குறுக்கேற்றத்தின் போது உருவாகும் கயாஸ்மாக்களின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் இது மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. (படம்).

1. ஒற்றைக் குறுக்கேற்றம் : நான்கில் இரு குரோமோட்டிகள் மட்டுமே பங்கேற்று ஒரு கயாஸ்மாவை உருவாக்குகிறது.
2. இரட்டைக் குறுக்கேற்றம்: இரண்டு அல்லது மூன்று அல்லது அனைத்து நான்கு குரோமோட்டிகளும் பங்கேற்று இரண்டு கயாஸ்மாக்களை உருவாக்குகிறது.
3. பல் குறுக்கேற்றம் : இரண்டிற்கு மேற்பட்ட கயாஸ்மாக்கள் உருவாவதால், குறுக்கேற்ற நிகழ்விரைவு குறைவாக இருக்கும்.

#### குறுக்கேற்றத்தின் செயல்முறை

#### குறுக்கேற்றத்தின் முக்கியத்துவம்

பாக்டீரியங்கள், ஈஸ்ட், பூஞ்சை, உயர் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் ஆகிய அனைத்து உயிரினங்களிலும் குறுக்கேற்றம் நடைபெறும். இதன் முக்கியத்துவங்களாவன,

#### குறுக்கேற்றத்தின் முக்கியத்துவம்

பாக்டீரியங்கள், ஈஸ்ட், பூஞ்சை, உயர் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் ஆகிய அனைத்து உயிரினங்களிலும் குறுக்கேற்றம் நடைபெறும் இதன் முக்கியத்துவங்களாவன,

#### குறுக்கேற்றத்தின் வகைகள் மற்றும் இதன் மறுசூட்டிணைவு நிகழ்விரைவு (RF)

1. குரோமோட்டி துண்டுகளின் பரிமாற்றம், புதிய மரபணுக்களின் சேர்க்கைக்கு வழிகோலுவதால் இந்நிகழ்வு பரிணாமத்தில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.
2. குறுக்கேற்றம் பற்றிய ஆய்வின் மூலம் குரோமோசோம்களில் மரபணுக்கள் நேர்க்கோட்டில் அமைந்திருப்பதைத் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது.
3. குறுக்கேற்ற நிகழ்விரைவின் அடிப்படையிலேயே மரபு வரைபடம் உருவாக்கப்படுகிறது.
4. மரபணுவின் தன்மை மற்றும் செயல்பாடுகளை அறிந்து கொள்ளக் குறுக்கேற்றம் உதவுகிறது.
5. ஒரு புதிய நன்மை பயக்கும் சேர்க்கை தோன்றுவதால் தாவரப் பயிர்ப்பெருக்கத்தில் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது.

#### மறுசூட்டிணைவு (Recombination)

குறுக்கேற்றத்தின் விளைவாக உருவாகும் புதிய பண்புகளைப் பெற்ற உயிரினங்களே மறுசூட்டிணைவிகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்வில் DNAவின் துண்டங்கள் உடைந்து மறுசூட்டிணைவு கொண்ட புதிய அல்லீல்கள் சேர்க்கை உருவாகின்றன. இந்தச் செயல்முறை மறுசூட்டிணைவு என்ற அழைக்கப்படுகிறது (படம்).

#### மறுசூட்டிணைவு

அனைவராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட குறுக்கேற்றத்தின் போது உருவாகும் DNA மறுகூட்டிணைவு மாதிரி ஹாலிடே வின் கலப்பு DNA மாதிரியாகும். முதன் முதலாக 1964ல் ராபின் ஹாலிடே (Robin Holiday) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்டது. இவை பல படிநிலைகளைப் பெற்றுள்ளது (படம்).

1. ஒத்திசைவு DNA மூலக்கூறுகள் அதன் இரட்டிப்படைந்த DNA பிரதிகளுடன் அருகமைந்து இணை சேர்கிறது.
2. எண்டோநியூக்ளியேஸ் நொதியின் மூலம் DNA வின் இரண்டு இழைகளில் ஒரு இழை மட்டும் ஒரு இடத்தில் துண்டிக்கப்படுகிறது.
3. துண்டான இழைகள் குறுக்கமைந்து ஒத்திசைந்த இழையுடன் இணைந்து ஹாலிடே அமைப்பு அல்லது ஹாலிடே சந்திப்பு(Holiday junction) ஒன்று உருவாகிறது.
4. இந்த ஹாலிடே சந்திப்பு தோன்றிய இடத்திலிருந்து இடம் பெயர்கிறது. இதற்குக் கிளை இடப்பெயர்வு (branch migration) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதன் காரணமாக வேற்றமைந்த ஈரிழைப் (Heteroduplex) பகுதி ஒன்று உருவாகிறது.
5. DNA இழைகள் செங்குத்தாகவோ (V வழியாக) அல்லது கிடைமட்டமாகவோ (H வழியாக) துண்டிக்கப்படலாம்.
6. செங்குத்தான துண்டிப்பு நிகழ்ந்தால், மறுகூட்டிணைவுடன் கூடிய வேற்றமைந்த ஈரிழை உருவாகும்.
7. கிடைமட்டத்தில் துண்டிப்பு நிகழ்ந்தால் மறுகூட்டிணைவு அற்ற வேற்றமைந்த ஈரிழை உருவாகும்.

மறுகூட்டிணைவு விளக்கும் ஹாலிடே மாதிரி

மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவுக் (RF) கணக்கீடு:

ஒரு கலப்பின்போது தோன்றும் மறுகூட்டிணைவு வழித்தோன்றல்களின் விழுக்காடு மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவு எனப்படுகிறது. மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவு (RF) (குறுக்கேற்ற நிகழ்விரைவு) கீழ்காணும் சூத்திரத்தினால் கணக்கிடப்படுகிறது. இணைப்பு வகை அமைவு பெற்ற அல்லீல்களிலிருந்து பெறப்பட்ட தரவினைப் பயன்படுத்தி (படம்) மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவு கணக்கீடு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$RF = \frac{\text{மொத்த மறுகூட்டிணைவிகளின் எண்ணிக்கை}}{\text{மொத்த வழித்தோன்றல்களின் எண்ணிக்கை}} \times 100$$

$$= \frac{6 + 6}{44 + 6 + 6 + 44} \times 100$$

$$RF = \frac{12}{100} \times 100$$

$$= 12\%$$

மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவைக் கண்டறிதல்

மரபணு வரைபடம்(Gene mapping)

குரோமோசோம்களில் மரபணுக்கள் ஒரே சீரான நேர்க்கோட்டில் அமைந்துள்ளன. இவைகள் அமைந்துள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திற்கு **அமைவிடம்** (locus,pl: loci) என்று அழைக்கப்படுகிறது. மரபணுக்களின் அமைவிடத்தையும், அருகருகே உள்ள மரபணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு ஆகியவற்றை குறிக்கும் திட்ட வரைபடமே **மரபணு வரைபடம்** எனப்படுகிறது. மரபணுக்களுக்கிடையே உள்ள தொலைவு மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவிற்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளன. **இதுபிணைப்பு வரைபடம்** (linkage map) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. மரபணு வரைபடம் என்ற கருத்தாக்கத்தை முதன்முதலில் T.H. மார்கனின் மாணவராகிய **ஆல்.பிரட் H. ஸ்டர்லிவண்ட்** 1913ல் உருவாக்கினார். இது மரபணுக்கள் குரோமோசோமில் அமைந்துள்ளன என்ற குறிப்பினைத் தருகிறது.

### வரைபடத் தொலைவு (Map distance)

மரபணு வரைபடத்தின் தொலைவைக் குறிக்கும் அலகு **வரைபட அலகு** (mapunit) (m.u) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு வரைபட அலகு என்பது குறுக்கேற்றத்தின் ஒரு விழுக்காட்டிற்குச் சமமாகும். ஒரு வரைபட அலகை ஒரு சென்டிமார்கள் (Centimorgan) (cM) எனவும் கூறலாம். இது T.H. மார்கன் அவர்களைப் பெருமைப்படுத்தும் விதமாக உள்ளது. 100 சென்டிமார்கள் 1 மார்கனுக்கு (M) சமமாகும். எடுத்துக்காட்டாக A மற்றும் B மரபணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு 3.5 வரைபட அலகுகள் எனத் தோராயமாகக் கொண்டால், இது 3.5 சென்டிமார்கள் அல்லது 3.5% அல்லது 0.035 மறுசேர்க்கை நிகழ்விரைவு என்பதற்கு இணையாகும்.

தொடர்ச்சியான சோதனைக் கலப்புகளிலிருந்து இரு மரபணுக்களின் இணைகளுக்கான மரபணு வரைபடங்கள் கட்டமைக்கப்படுவது **இருபுள்ளி கலப்புகள்** (two-point crosses) என அழைக்கப்படுகிறது. இவற்றில் இரட்டைக் குறுக்கேற்றம் தவறுவதால் துல்லியமானவை அல்ல.

### முப்புள்ளி சோதனைக் கலப்பு (Three-point test cross)

முப்புள்ளி சோதனைக் கலப்பு முடிவுகளின் அடிப்படையில் மிகத் துல்லியமான வரைபட நுட்பம் உருவாக்கப்படுகிறது. இது மூன்று ஒடுங்கு மாற்றுப்பண்பு கருமுட்டையுடன் (heterozygote) மூன்று ஒடுங்கு ஒத்தபண்பு கருமுட்டையினை (homozygote) சோதனைக் கலப்பு செய்வதால் மூன்று அல்லீல்களின் பாரம்பரிய வகைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வதைக் குறிக்கிறது. இது மூன்று அல்லீல்களுக்கு இடையேயான தொலைவு மற்றும் குரோமோசோமில் எந்த வரிசையில் அமைந்துள்ளது என்பதைத் தீர்மானிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இரட்டைக் குறுக்கேற்றம் கண்டறியப்படுவதால் இவை மிகத் துல்லியமான வரைபடத் தொலைவைத் தருகிறது.

பின்வரும் எடுத்துக்காட்டினைக் கருத்தில் கொண்டு முப்புள்ளி சோதனைக் கலப்பினைச் சிறப்பாக அறிந்து கொள்ள முடியும்.

மக்காச்சோளத்தில் (corn), உள்ள மூன்று ஒடுங்குத்தன்மை கொண்ட அல்லீல்கள்

1. I என்பது மந்த வளர்ச்சி (lazy) அல்லது நிலம் படர்ந்த வளரியல்பு
2. g என்பது பளபளப்பான (glossy) இலை
3. s என்பது சர்க்கரை சத்துள்ள (sugary) கருவூண் திசு

இந்த மூன்று ஒடுங்கு அல்லீல்களுடன் (I g s) இயல்பான ஓங்குத்தன்மையுடைய அல்லீல்களை (L G S) கலப்பு செய்யும் போது

பெற்றோர்கள் LGS/LGS × lgs/lgs  
கேமிட்டுகள் LGS lgs  
F<sub>1</sub> முக்கலப்புயிரி LGS/lgs  
சோதனைக்கலப்பு

(மாற்றுப்பண்பிணைவு F<sub>1</sub>மூன்று

ஒடுங்குத்தன்மை கொண்ட அல்லீல்களோடு கலப்பு) LGS/lgs × lgs/lgs

இந்த முப்புள்ளி சோதனைக் கலப்பு 8 வேறுபட்ட ( $2^3 = 8$ ) கேமீட்டுகளின் வகைகளை உருவாக்குகிறது. இதில் 740 வழித்தோன்றல்கள் அறியப்படுகின்றன. பின்வரும் அட்டவணையில் மக்காச்சோளத்தில் மூன்று பிணைந்த மரபணுக்களுக்கான ஒரு சோதனைக் கலப்பிலிருந்து முடிவுகள் தரப்பட்டுள்ளன.

**முப்புள்ளி கலப்பிற்கான பகுப்பாய்வு**

வ.எண்	சோதனைக் கலப்பு வழித் தோன்றலின் புறத்தோற்ற வகையம்	கேமீட் வகைகள்	வழித்தோன்றல்களின் எண்ணிக்கை
1	இயல்பானவை (Wild type)	LGS	286
2	மந்தமான	IGS	33
3	புளபளப்பான	LgS	59
4	சர்க்கரை சத்துள்ள	LGs	4
5	மந்தமான, புளபளப்பான	lgS	2
6	மந்தமான, சர்க்கரை சத்துள்ள	IGs	44
7	புளபளப்பான, சர்க்கரை சத்துள்ள	Lgs	40
8	மந்தமான, புளபளப்பான, சர்க்கரை சத்துள்ள	lgs	272
	மொத்தம்		740

மேற்கண்ட முடிவுகளில் நாம் முக்கியமாகப் பெற்றோர் (P) மற்றும் மறுகூட்டிணைவு வகையினை (R) உற்றுநோக்க வேண்டும். முதலில் பெற்றோர்களின் மூன்று ஒத்த கருவுடைய மரபணுவகையங்களான

வ.எண்	சோதனைக் கலப்பு வழித்தோன்றலின் புறத்தோற்ற வகையம்	கேமீட் வகைகள்	வழித் தோன்றல்களின் எண்ணிக்கை	அமைவிடங்களுக்கான மறுகூட்டிணைவு வகை		
				L மற்றும் G	L மற்றும் S	G மற்றும் S
1	இயல்பானவை (இயற்கை வகை)	LGS	286			
2	மந்தமான	IGS	33	R	R	
3	புளபளப்பான	LgS	59	R		R
4	சர்க்கரை சத்துள்ள	LGs	4		R	R
5	மந்தமான, புளபளப்பான	lgS	2		R	R
6	மந்தமான, சர்க்கரை சத்துள்ள	IGs	44	R		R
7	புளபளப்பான, சர்க்கரை சத்துள்ள	Lgs	40	R	R	
8	மந்தமான, புளபளப்பான, சர்க்கரை சத்துள்ள	lgs	272			
	மொத்தம்		740	176	79	109



LGS மற்றும் lgs யையும், பின்னர் இரண்டு மறுகூட்டிணைவு வகை அமைவிடங்களை ஒரே சமயத்தில் LG/lg,LS/lS,GS/gS என வரிசையாகக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த இரு சேர்க்கைகளைத் தவிர மற்ற எந்தச் சேர்க்கையையும் மறுகூட்டிணைவு வகை (R) எனக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

இனி L மற்றும் G என்ற இரு அல்லீல்களின் அமைவிடத்தை கணக்கிட முதலில் தொடங்கலாம். LG மற்றும் lg என்பன பெற்றோர்களின் மரபணுவகையங்களாகும். இவற்றின் மறுகூட்டிணைவு வகைகள் Lg மற்றும் lG ஆகும். இந்த இரு அல்லீல்களுக்கான மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவை (RF) பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$RF = \frac{\text{மொத்த மறுகூட்டிணைவிகளின் எண்ணிக்கை}}{\text{மொத்த வழித்தோன்றல்களின் எண்ணிக்கை}} \times 100$$

$$RF = \frac{33 + 59 + 44 + 40}{740} \times 100$$

$$RF = \frac{176}{740} \times 100$$

$$RF = 23.7\%$$

L மற்றும் S என்ற இரு அல்லீல்களின் அமைவிடத்திற்கான மறுகூட்டிணைவு வகைகள் lS ஆகும். இந்த இரு அல்லீல்களுக்கான மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவை (RF) பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$RF = \frac{33 + 4 + 2 + 40}{740} \times 100$$

$$RF = \frac{79}{740} \times 100$$

$$RF = 10.7\%$$

G மற்றும் S என்ற இரு அல்லீல்களின் அமைவிடத்திற்கான மறுகூட்டிணைவு வகைகள் gS ஆகும். இந்த இரு அல்லீல்களுக்கான மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவை (RF) பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$RF = \frac{59 + 4 + 2 + 44}{740} \times 100$$

$$RF = \frac{109}{740} \times 100$$

$$RF = 14.7\%$$

அனைத்து அமைவிடங்களிலும் பிணைப்புற்றவை ஏனெனில் அனைத்து மறுகூட்டிணைவு மதிப்புகளும் 50% க்கும் குறைவானவை. இதில் LG அமைவிடங்கள் அதிக RF மதிப்பினைப் பெற்றுள்ளதால் அதிகத் தொலைவில் தான் அமைய முடியும் ஆகையால் S அமைவிடம் இவை இரண்டிற்கும் இடையில் மட்டும் தான் இருக்க முடியும். ஆகவே மரபணுக்களின் வரிசையானது 1 s g ஆகும். எனவே மரபணு வரைபடமானது பின்வருமாறு வரைபடமானது பின்வருமாறு வரையலாம் (படம்).

இறுதியாகக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டியது, சிறிய இரு வரைபடத் தொலைவுகளான 10.7 m.u மற்றும் 14.7 m.u இதனைக் கூட்டினால் 25.4 m.u ஆகும். ஆனால் இது மீண்டும் 8 யின் கணக்கிடப்பட்ட தொலைவு 23.7 m.u வை விட அதிகமாக உள்ளது. ஆகவே L மற்றும் G மறுகூட்டிணைவு வகையுடன் தொடர்புடைய இரண்டு குறைந்த எண்ணிக்கை கொண்ட வழித்தோன்றல்களை (மொத்தம் 8 ல்) கண்டறிய வேண்டும். இந்த இரண்டு குறைந்த எண்ணிக்கை கொண்ட வழித்தோன்றல்கள் இரட்டைக் குறுக்கேற்றத்திலிருந்து பெறப்பட்ட இரட்டை மறுகூட்டிணைவு வகைகளாகும். இரண்டு குறைந்த எண்ணிக்கை கொண்ட வழித்தோன்றல்களை ஒரு முறை மட்டுமே கணக்கிடப்படாமல் ஒவ்வொன்றையும் இருமுறை கணக்கிட வேண்டும். ஏனெனில் இவை ஒவ்வொன்றும் இரட்டை மறுகூட்டிணைவு வழித்தோன்றலைக் குறிக்கிறது. ஆகவே இதன் மதிப்பினைச் சரி செய்ய  $33+59+44+40+4+4+2+2 = 188$  இவ்வாறு கூட்ட வேண்டும். மொத்த எண்ணிக்கை 740 ல் இதன் மதிப்பு துல்லியமாக 25.4%, இது இருகூறு மதிப்புகளின் கூடுதலுக்கு ஒத்திருக்கிறது.

முப்புள்ளி சோதனைக் கலப்பு பெற்றோர் சேர்க்கையைப் பின்வருமாறு மாற்றி எழுத வேண்டும்.

$$LSG/lsg \quad \times \quad lsg/lsg$$

இயல்பான குரோமோசோம்கள் குறுக்கேற்றத்திற்கு  
பின் குரோமோசோம்கள்

#### மரபணு வரைபடத்தின் பயன்கள்

- மரபணுக்களின் வரிசையைத் தீர்மானிக்கவும், ஒரு மரபணுவின் அமைவிடத்தை அடையாளம் காணவும், மரபணுக்களுக்கு இடையேயான தொலைவைக் கணக்கிடவும் இது உதவுகிறது.
- இவை இரு பண்பு கலப்பு மற்றும் முப்பண்பு கலப்புகளின் முடிவுகளைக் கணிக்கப் பயன்படுகின்றன.
- குறிப்பிட்ட உயிரினத்தின் சிக்கலான மரபணுத் தன்மையை மரபியலாளர்கள் புரிந்து கொள்ளவும் இது உதவுகிறது.

#### பல்கூட்டு அல்லீல்கள் (Multi alleles)

ஒரு உயிரினத்தில் கொடுக்கப்பட்டள்ள புறத்தோற்றவகைய பண்புக்கூறு (phenotypic trait) அதிலுள்ள தனி இணை மரபணுக்களைச் சார்ந்துள்ளது. இந்த ஒவ்வொன்றும் ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் அமைந்துள்ளதற்கு அமைவிடம் (locus) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு இணை ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் ஒரு மரபணுவின் மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அல்லீல் வகைகள் ஒரே அமைவிடத்தில் அமைந்திருப்பது பல்கூட்டு அல்லீல்கள் என அழைக்கப்படுகிறது. நெல்

#### பல்கூட்டு அல்லீல்களின் பண்புகள்

- ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் உள்ள பல்கூட்டு அல்லீல்களின் வரிசை எப்போதுமே ஒரே அமைவிடத்தில் அமைந்துள்ளது. எனவே இந்த அல்லீல்களின் வரிசைகளுக்குள் குறுக்கேற்றம் நடைபெறுவதில்லை.
- பல்கூட்டு அல்லீல்கள் ஒரே பண்பிற்கு மட்டும் காரணமாகும்.

- இயல்பான வகை (wild type) அல்லீல்கள் கொண்ட வரிசை ஒங்குப்பண்பினை வெளிப்படுத்தும் மாறாகச் சடுதிமாற்றமுற்ற தாவரங்களின் அல்லீல்கள் ஒங்கு அல்லது நடுத்தர வகை தன்மையுடைய புறத்தோற்ற விளைவுகளை வெளிப்படுத்துகின்றன.
- இருவகையான சடுதிமாற்றமுற்ற பஸ்கட்டு அல்லீல்களைக் கலப்பு செய்யப்படும்போது அதன் புறத்தோற்றவகையம் எப்பொழுதுமே சடுதி மாற்றமுற்ற வகையை ஒத்தே அமைந்திருக்கும், இயல்பான வகையை (wild type) ஒத்திருக்காது.

### நிகோடியானா தாவரத்தில் தன்மலடாதல் (self sterility in *Nicotiana*)

தாவரங்களில், தன் மலடாதல் அல்லது சுயப்பொருந்தாத் தன்மைக்கு (self incompatibility) பஸ்கட்டு அல்லீல்கள் காரணமாக உள்ளன என அறியப்பட்டுள்ளது. தன்மலடாதல் என்பது ஒரு தாவரத்திலிருந்து பெறப்படும் அதன் மகரந்தத்துகள் அதே தாவரத்தின் சூலக முடியில் முளைக்க இயலாத தன்மையினால் முட்டைகளுக்குள் கருவுறுதல் நிகழ்வைச் செய்ய இயலாத நிலையாகும். ஈஸ்ட் (East - 1925) என்பவர் நிகோடியானா தாவரத்தில் சுயப்பொருந்தாத் தன்மை அல்லது தன் மலடாதல் தன்மைக்குக் காரணமான பஸ்கட்டு அல்லீல்களைக் கண்டறிந்தார். சுயப்பொருந்தாத் தன்மை (Self-incompatibility) பண்பைக் குறிக்கும் மரபணுவை 'S' எனக் கொண்டால், அவற்றின் அல்லீல்களின் வரிசை  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$  ஆகும். (பட்டம்)

அயல் கருவுறுதல் மூலம் உருவாகும் புகையிலை தாவரங்கள் எப்போதும்  $S_1S_1$  அல்லது  $S_2S_2$  போன்ற ஒத்தபண்பினைவு கொண்டவையாக இருப்பதில்லை ஆனால் அனைத்துத் தாவரங்களும்  $S_1S_2, S_3S_4, S_5S_6$  போன்ற மாற்றுப்பண்பினைவு கொண்டவையாக உள்ளன. வேறுபட்ட  $S_1S_2$  தாவரங்களுக்கிடையே கலப்பு செய்யப்பட்டால், மகரந்தக்குழாய் இயல்பாக வளர்வதில்லை. ஆனால் இதனுடன்  $S_1S_2$  வை தவிர எடுத்துக்காட்டாக  $S_3S_4$  தாவரங்களைக் கலப்பு செய்தால் அவற்றில் மகரந்தக்குழாய் நன்கு வளர்வதைக் காணமுடிகிறது.

புகையிலையில் சுயப்பொருந்தாத் தன்மை தொடர்புடைய இதன் மரபணுவகையம்

சுயப்பொருந்தாத் தன்மை வழித்தோன்றல்களின் வேறுபட்ட சேர்க்கைகள்

பெண் பெற்றோர் (சூலகமுடி பகுதி)	ஆண் பெற்றோர் (மகரந்த மூலம்)		
	$S_1S_2$	$S_2S_3$	$S_3S_4$
$S_1S_2$	$S_1 S_2$ தன் மலடு	$S_3 S_2$ $S_3 S_1$	$S_3 S_1$ $S_3 S_2$ $S_4 S_1$ $S_4 S_2$
$S_2S_3$	$S_1 S_2$ $S_1 S_3$	தன் மலடு	$S_4 S_2$ $S_4 S_3$
$S_3S_4$	$S_1 S_3$ $S_1 S_4$ $S_2 S_3$ $S_2 S_4$	$S_2 S_3$ $S_2 S_4$	தன் மலடு

$S_1 S_2$  கொண்ட பெண் பெற்றோருடன்  $S_2 S_3$  கொண்ட ஆண் பெற்றோரைக் கலப்பினம் செய்யும்போது இரு வகை மகரந்தக்குழாய்கள் வேறுபடுத்தப்படுகிறது.  $S_2S_3$  கொண்ட ஆண் பெற்றோரைக் கலப்பினம் செய்யும் போது இரு வகை மகரந்தக்குழாய்கள் வேறுபடுத்தப்படுகிறது.  $S_2$  வை கொண்டிருந்த மகரந்தத்துகள் திறன் மிக்கவையல்ல ஆனால்  $S_3$  யைக் கொண்ட மகரந்தத்துகள் கருவுறுதலுக்கு ஏற்புடையதாக இருந்தது. இவ்வாறாக  $S_1 S_2 \times S_3 S_4$  கலப்பில் அனைத்து மகரந்தத்துகள்களும் திறன் பெற்றதாக அமைகிறது மற்றும் நான்கு வகையான வழித்தோன்றல்களான  $S_1 S_3, S_1 S_4, S_2 S_3$  மற்றும்  $S_2 S_4$  எனப் பெறப்படுகிறது. மேலும் சில புதிய சேர்க்கைகள் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.

## தாவரங்களில் பால் நிர்ணயம் (Sex determination in Plants)

ஏறக்குறைய 94% பூக்கும் தாவரங்களில் ஒரே விதமான மலர்களைக் கொண்ட தாவரங்களாக அதாவது ஆண் உறுப்புகள் (மகரந்தத்தாள்கள்) மற்றும் பெண் உறுப்புகளை (சூலக இலைகள்) கொண்ட மலர்களாக மட்டுமே உள்ளன. பால் தன்மை ரீதியாக இவை மோனோமார்ஃபிக் (monomorphic) தாவரங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஆனால் 6% பூக்கும் தாவரங்களில் ஆண் பெண் பாலின உறுப்புகள் தனித்தனியாக அமைந்துள்ளன. இவற்றை டைமார்பிக் (dimorphic) தாவரங்கள் எனக் கருதப்படுகிறது. ஆண் தாவர மலர்களில் மகரந்தத்தாள்களையும், பெண் தாவர மலர்களில் சூலக இலைகளையும் மட்டுமே உருவாக்குகின்றன. ஆராய்ச்சியாளர்கள் தாவரங்களில் பால் நிர்ணய முறை பற்றி படித்தறிய ஆர்வம் செலுத்தினர். தாவரங்களில் பால் நிர்ணய முறையை C.E. Allen (1917) என்பவர் முதலில் கண்டறிந்தார். தாவரங்களில் பால் நிர்ணயம் என்பது ஒரு சிக்கலான முறையாகும், இவை மரபணுக்கள், சுற்றுச்சூழல் மற்றும் ஹார்மோன்களால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

சைலின் லேட்டிபோலியா (மெலாண்ட்ரியம் ஆல்பம்) தாவரத்தில் பால் நிர்ணயம் பால் குரோமோசோம்களில் மூன்று தனிப்பட்ட பகுதிகளினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. அவை,

1. Y குரோமோசோம் ஆண் பாலினத்தைத் தீர்மானித்தல்
2. X குரோமோசோம் பெண் பாலினத்தைக் குறிப்பிடுதல்
3. X மற்றும் Y குரோமோசோம்களில் உள்ள வேறுபட்ட துண்டுகள் (I, II, III, IV, V)

**தாவரங்களில் சுற்றுச்சூழலும் பால் நிர்ணயத்தில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது?**

ஆம். குதிரைவால் பெரணி (ஈக்விசிட்டம்) என்ற தாவரம் நல்ல சூழலில் இருந்தல் பெண் தாவரமாகவும் இறுக்கச் சூழலில் இருந்தால் ஆண் தாவரமாகவும் வளர்கிறது.

### பப்பாளி தாவரத்தில் பால் நிர்ணயம்

சமீபத்தில் ஹவாய் (Hawaii) நாட்டு ஆராய்ச்சியாளர்கள் பப்பாளி தாவரத்தில் (காரிகா) பப்பாயா,  $2n = 36$ ) பாலினக் குரோமோசோம்களை கண்டறிந்தனர். பப்பாளியானது 17 இணைகள் உடலக் குரோமோசோம்களையும் 1 இணை பால் குரோமோசோம்களையும் பெற்றுள்ளது. இதில் ஆண் பப்பாளித் தாவரம் XY மற்றும் பெண் பப்பாளித் தாவரம் XX குரோமோசோம்களைக் கொண்டுள்ளது. மனிதனின் பால் குரோமோசோம்கள் போல் அல்லாமல், பப்பாளியின் பால் குரோமோசோம்கள் உடலக் குரோமோசோம்கள் போன்றே காணப்படுகின்றன. மற்றும் இதன் பால் குரோமோசோம்கள் உடலக் குரோமோசோம்களிலிருந்து தோன்றியவை. செயல்தன்மையில் பால் குரோமோசோம்கள் தனித்துக் காணப்படுகின்றன ஏனெனில் Y குரோமோசோம்கள் ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்பு வளர்ச்சிக்கான மரபணுக்களையும், X குரோமோசோம்கள் பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பு வளர்ச்சிக்கான மரபணுக்களையும் பெற்றுள்ளது.

### பப்பாளியில் பால் குரோமோசோம்

பப்பாளியில் பால் நிர்ணயம் மூன்று அல்லல்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. அவைm,  $M_1$  மற்றும்  $M_2$ .

### பப்பாளியில் பால் நிர்ணயம்

மரபணு வகையம்	ஒங்கு/ஒடுங்குத் தன்மை	மாறுபாடு	பாலினம்
mm	ஒத்த பண்பிணைவு பெற்ற ஒடுங்குத்	ஆண் தன்மையை ஒடுக்குதல்	பெண் தாவரம்

	தன்மை		
M <sub>1</sub> m	மாற்றுப் பண்பிணைவு	ஆண் தன்மையை ஊக்குவித்தல்	ஆண் தாவரம்
M <sub>2</sub> m	மாற்றுப்பண்பிணைவு	ஆண் பெண் தன்மையை ஊக்குவித்தல்	இருபால் தாவரம் (அரிதாக)
M <sub>1</sub> M <sub>1</sub> அல்லது M <sub>2</sub> M <sub>2</sub> அல்லது M <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	ஒத்த பண்பிணைவு/மாற்றுப் பண்பிணைவு ஒங்குத் தன்மை	நிலையுறா தாவரங்கள்	மலட்டுத் தாவரம்

### ஸ்பீரோகார்ப்பஸில் பால் நிர்ணயம்

பால் நிர்ணயம் முதன் முதலில் ஸ்பீரோகார்பஸ் டொன்னேலி(Spaerocarpos donnellii) என்ற பிரையோ.பைட்டா தாவரத்தில் முதன்முறையாக விளக்கப்பட்டது. இது மாற்றுபுற அமைப்பு குரோமோசோமைக் (heteromorphic) கொண்டது. கேமீட்டக தாவரமானது (gametophyte) ஒருமடிய மற்றும் மாற்றுப்புற அமைப்புடையது. ஆண் கேமீட்டக தாவரமும் பெண் கேமீட்டக தாவரமும் 8 குரோமோசோம்களை (n=8) கொண்ட ஓர் ஒருமடிய உயிரி ஆகும். இருமடிய வித்தகத் தாவரம் (sporophyte) எப்பொழுதுமே மாற்றுகேமீட்டக தன்மை (heterogametic) கொண்டது. ஆண் மற்றும் பெண் கேமீட்டகத் தாவரங்களில் ஏழு உடல குரோமோசோம்கள் ஒரே மாதிரியானவை. ஆனால் பெண் தாவரத்தில் உள்ள எட்டாவது குரோமோசோம் X ஆகும், இது ஏழு உடலக் குரோமோசோம்களை விடப் பெரியதாகும். ஆண் தாவரத்தில் உள்ள எட்டாவது குரோமோசோம் Y ஆகும், இது ஏழு உடலக் குரோமோசோம்களை விடச் சிறியதாகும். XY நிலை பெற்றிருக்கும் வித்தகத் தாவரம் இருவகையான குன்றல்வித்துகளை (meiospores) உருவாக்குகிறது. இது சில X குரோமோசோம்களையும் மற்ற Y குரோமோசோம்களையும் கொண்டுள்ளது. X குரோமோசோம்களை பெற்றுள்ள வித்துகள் பெண் கேமீட்டக தாவரத்தையும் Y குரோமோசோம்களை பெற்றுள்ள வித்துகள் ஆண் கேமீட்டக தாவரத்தையும் உருவாக்குகிறது.

### மக்காச்சோளத்தில் பால் நிர்ணயம்

சியா மெய்ஸ் (மக்காச்சோளம்) ஒருபால் மலர் தாவரத்திற்கான (monoecious) எடுத்துக்காட்டாகும், அதாவது ஆண் மற்றும் பெண் மலர்கள் ஒரே தாவரத்தில் காணப்படுகின்றன. இது இரண்டு வகையான மஞ்சரிகளைக் கொண்டுள்ளது. தண்டு நுனி ஆக்குத்திசவிலிருந்து உருவாகும் நுனி மஞ்சரி மகரந்தத்தாள்களை மட்டும் பெற்ற சிறு மலர்கள் டாசல் (tassel) அல்லது கதிர் குஞ்சம் என அழைக்கப்படுகிறது. கோண மொட்டிலிருந்து உருவாகும் பக்கவாட்டு மஞ்சரி சூலகம் மட்டும் பெற்ற சிறு மலர்கள் கதிர் (ear or cob) என அழைக்கப்படுகிறது.

மக்காச்சோளத்தின் ஒருபால்தன்மை கதிர் சிறு மலர்களின் மகரந்தத்தாள்கள் மற்றும் டாசலில் அமைந்த சூலகங்களின் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சிதைவின் காரணமாக உருவாக்கப்படுகிறது. இரண்டு தனித்தனியான இணை மரபணுக்களுக்குப் பதிலாக, 'ba' என்ற மரபணு கருவுறாத் தாவரத்திற்கும் (Barren plant) 'ts' என்ற மரபணு டாசல் விதைக்கும் (Tassel seed) குறிப்பிடப்படும். இது ஒருபால் தன்மை மற்றும் இருபால் தன்மையின் (அரிதாக) வேறுபாட்டிற்குக் காரணமாக உள்ளது. ஒத்தபண்பிணைவு கொண்ட கருவுறாத் தாவரத்தின் அல்லல் (ba) பட்டிழைகள் மற்றும் கதிர் மஞ்சரியை நீக்குவதுடன் ஆண் மலர்கள் கொண்ட தன்மையாக மாற்றி விடுகிறது. டாசல் விதைக்கான அல்லல் (ts) டாசலை மகரந்தம் அற்ற பெண் மலராக மாற்றி விடுகிறது. அது மகரந்தத்தை உற்பத்தி செய்வதில்லை. அட்டவணையில் இந்த அல்லல்களின் சேர்க்கையின் அடிப்படையில் பால்தன்மை வெளிப்பாடு முடிவு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தப் பெரும்பான்மையான சடுதிமாற்றங்கள் ஜிப்ரலின் உற்பத்திக் குறைபாட்டினால் ஏற்படுகின்றன. கதிர்களில் காணப்படும் சிறுமலர்களின் மகரந்தத்தாள் ஒடுக்கத்திற்கு ஜிப்ரலின்கள் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

மக்காச் சோளத்தில் பால் நிர்ணயம் (உயர் அமை குறியீடு (+)ஓங்கு பண்பிணைக் குறிக்கிறது)

மரபணு வகையம்	ஓங்கு/ ஓடுங்குத்தன்மை	மாறுபாடு	பாலினம்
ba/ba ts/ts	இரட்டை ஓடுங்குத் தன்மை	பட்டிழை அற்று காணப்படும் ஆனால் டாசல் சூலகமாக மாற்றப்படுகிறது	வளர்ச்சியுறா பெண் தாவரம்
ba/ba ts <sup>+</sup> /ts <sup>+</sup>	ஓடுங்கு மற்றும் ஓங்குத் தன்மை	பட்டிழை இருப்பதில்லை ஆனால் டாசல் காணப்படுதல்	ஆண் தாவரம்
ba <sup>+</sup> /ba <sup>+</sup> ts <sup>+</sup> /ts <sup>+</sup>	இரட்டை ஓங்குத் தன்மை	கதிர் மற்றும் டாசல் ஆகிய இரண்டும் கொண்டவை	ஒருபால் மலர்களைப் பெற்ற தாவரம்
ba <sup>+</sup> /ba <sup>+</sup> ts/ts	ஓங்கு மற்றும் ஓடுங்குத் தன்மை	கதிர்கொண்டவை ஆனால் டாசல் அற்றவை	இயல்பான பெண் தாவரம்

### சடுதிமாற்றம் (Mutation)

உயிரினங்களுக்குள் ஏற்படும் மரபணு வேறுபாடுகள் பரிணாம மாற்றத்திற்கு மூல ஆதாரமாக விளங்குகிறது. சடுதி மாற்றம் மற்றும் மறுசூட்டிணைவு ஆகிய இரண்டும் மரபணு வேறுபாடுகளுக்கான முக்கிய செயல்முறைகளாகும். ஒரு உயிரினத்தின் மரபுப் பொருளில் திடீரென ஏற்படும் மாற்றம் **சடுதி மாற்றம்** என அழைக்கப்படுகிறது. சடுதி மாற்றம் என்ற சொல் *ஹியூகோ டீவ்ரிஸ்* (1901) என்பவரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இவர் அந்தி ப்ரிம்ரோஸ் (*சுனோதீரா லாமார்க்கியானா*) என்ற தாவரத்தில் செய்த ஆய்வின் அடிப்படையில் '**சடுதி மாற்றக்கோட்பாட்டை**' வெளியிட்டார். மரபுப்பொருளில் இரு பெரும் வகையான மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. அவை புள்ளி சடுதிமாற்றம் மற்றும் குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம் ஆகும். தனித்த மரபணுவுக்குள் ஏற்படும் சடுதிமாற்ற நிகழ்வு **மரபணு சடுதிமாற்றம் (Gene mutation)** அல்லது **புள்ளி சடுதிமாற்றம்** என அழைக்கப்படும். அதே போல், குரோமோசோம்களின் அமைப்பு மற்றும் எண்ணிக்கையில் மாற்றம் ஏற்படின் அவை **குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம் (Chromosomal mutation)** எனப்படும். சடுதிமாற்றத்திற்கு காரணமான ஊக்கிகளைச் சடுதிமாற்றிகள் (Mutagens) என அழைக்கப்படுகிறது. இது சடுதிமாற்றத்திற்கு காரணமான ஊக்கிகளைச் **சடுதிமாற்றிகள் (Mutagens)** என அழைக்கப்படுகிறது, இது சடுதிமாற்றத்தின் வீதத்தை அதிகரிக்கிறது. சடுதிமாற்றமானது தானாகவோ அல்லது தூண்டப்படுவதாலோ நடைபெறும். இத்தகைய சடுதிமாற்ற உயிரினங்களைச் சடுதிமாற்றிகள் கொண்டு உருவாக்கம் செய்தல் சடுதிமாற்ற உருவாக்கம் (mutagenesis) மற்றும் அந்த உயிரினத்திற்குச் **சடுதிமாற்றமுற்ற உயிரினம் (mutagenized)** எனவும் அழைக்கலாம்.

### சடுதிமாற்றத்தின் வகைகள் (Types of mutation)

மரபணு சடுதிமாற்றத்தின் பொதுவான இரு வகுப்புகளைக் காண்போம்.

- DNA வில் உள்ள ஒரு காரம் (base) அல்லது ஒரு இணை காரம் பாதிக்கப்படும் சடுதிமாற்றம் **புள்ளி சடுதிமாற்றம்** என்று அழைக்கப்படுகிறது.
- ஒரு மரபணுவுக்குள் காணப்படும் ஒரு சிறிய நியூக்ளியோடைடு வரிசை பிரதிகளின் எண்ணிக்கையை மாற்றி அமைக்கும் சடுதிமாற்றங்கள்

### சடுதிமாற்றத்தின் முக்கிய வகைகள்

வ.எண்	வகைப்பாட்டின் அடிப்படை	சடுதிமாற்றத்தின் வகைகள்	முக்கிய முக்கிய பண்புகள்
1	தோற்றம்	தன்னிச்சையான தூண்டப்பட்ட	தெரியாத சடுதிமாற்றிகளால் நிகழ்வது தெரிந்த சடுதிமாற்றிகளால் நிகழ்வது
2	செல் வகை	உடல் வழி இன வழி	இனப்பெருக்கமல்லாத செல்களில் நிகழ்வது இனப்பெருக்கச் செல்களில் நிகழ்வது

3	பணிகளின் மீது பாதிப்பு	செயல் இழப்பு (வெளியேற்றுதல்) (knockout), இன்மை (null)	இயல்பான செயல்பாட்டினை நீக்குவது
		குறை அமைப்பு நிலை (hypomorphic) (லீக்கி)	இயல்பான செயல்பாட்டினை குறைப்பது
		மிகை அமைப்பு நிலை (hypermorphic)	இயல்பான செயல்பாட்டினை அதிகரிப்பது
		செயல் ஏற்பு (இடமறியா வெளிப்பாடு)	தவறான நேரத்தில் அல்லது பொருத்தமற்ற செல்களில் வெளிப்படுவது
4	மூலக்கூறு அளவில் மாற்றம்	<b>நியுக்ளியோடைடு பதிலீடு</b>	DNA ஈரிழையில் உள்ள ஒரு கார இணைக்குப் பதிலாக மற்றொரு கார இணை இருப்பது
		• ஒத்த பதிலீடு (transition)	பியூரினுக்கு பதிலாகப் பியூரின் (A→G) அல்லது பைரிமிடினுக்கு பதிலாகப் பைரிமிடின் (T→C)
		• வேறுபட்ட பதிலீடு (transversion)	பியூரினுக்கு பதிலாகப் பைரிமிடின் (A→T) அல்லது பைரிமிடினுக்குப் பதிலாக பியூரின் (C→G)
		• இடைசெருகல் (insertion)	ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நியுக்ளியோடைடுகள் கூடுதலாக இருப்பது
		• நீக்கம் (deletion)	ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நியுக்ளியோடைடுகள் இல்லாமல் இருப்பது
5	மரபுச்செய்தி பெயர்வினை பாதிப்பு	• அமைதியான (silent) (ஒத்த) (synonymous)	அமினோ அமில வரிசையில் மாற்றம் இல்லை
		• தவறுதலாகப் பொருள்படும் (missense) (ஒத்தில்லா) (non synonymous)	அமினோ அமில வரிசையில் மாற்றம் இருப்பது
		• பொருளுணர்த்தாத (nonsense) (முடிவு)	மரபுச்செய்திபெயர்வினால் முடிவு நிலை மரபுக்குறியனை (UAA, UAG அல்லது UGA) தோற்றுவிப்பது
		• கட்ட நகர்வு (frame shift)	சரியான கட்டத்தில் உள்ள மூன்று மரபுக்குறியினை (codon) நகர்த்துவது.

### புள்ளி சடுதிமாற்றம் (Point mutation)

DNA வில் உள்ள ஒரு கார இணை அல்லது மிக அருகில் உள்ள கார இணைகளில் மாற்றம் நடைபெறுவதை இது குறிக்கிறது.

### புள்ளி சடுதி மாற்றத்தின் வகைகள் (Types of Point mutation)

DNA வில் நடைபெறும் புள்ளி சடுதிமாற்றம் இரண்டு முக்கிய வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. கார இணை பதிவேடுகள் மற்றும் கார இணை இடைச்செருகல் அல்லது நீக்குதல் ஆகியவையாகும். கார இணை பதிலீடு சடுதிமாற்றம் என்பது DNA வின் ஒரு கார இணை மற்றொரு கார இணையால் பதிலீடு செய்வதாகும் (படம்). இவை இரு துணை வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒத்த பதிலீடு(Transition), வேறுபட்ட பதிலீடு (transversion) சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதல் சடுதிமாற்றம் என்பது நியுக்ளியோடைடு இணைகளின் சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதல் மற்றும் கார இணை சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதல் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

கூட்டாக, இந்த நிகழ்வுகள் அனைத்தும் **இன்டெல் சடுதிமாற்றம் (indel mutation)** (Insertion-deletion) எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

பதிலீடு சடுதிமாற்றம் அல்லது இன்டெல் சடுதிமாற்றங்கள் மரபணுக்களின் மரபுச்செய்தி பெயர்வுகளைப் பாதிக்கின்றன. இதன் அடிப்படையில் பல்வேறு வகையான சடுதி மாற்றங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒரு அமினோ அமிலத்திற்கான ஒரு மரபுக்குறியினை (codon) அதே அமினோ அமிலத்திற்கான வேறொரு மரபுக்குறியினாக மாற்றியமைக்கப்படும் சடுதிமாற்றம் **ஒத்த அல்லது அமைதியான சடுதிமாற்றம்(synonymous or Silent)** என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு அமினோ அமிலத்திற்கான ஒரு மரபுக்குறியினை வேறொரு அமினோ அமிலத்திற்கான மரபுக்குறியினாக மாற்றியமைக்கப்படும் சடுதிமாற்றம் **தவறுதலாகப் பொருள்படும் அல்லது ஒத்திலாச் சடுதிமாற்றம் (Missense or non-synonymous mutation)** என்ற அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு அமினோ அமிலத்திற்கான மரபுக்குறியின் முடிவு அல்லது நிறுத்துக் குறியினாக மாற்றமடையும் சடுதிமாற்றம் **பொருளுணர்த்தாத சடுதிமாற்றம்(Nonsense mutation)** என்று அழைக்கப்படுகிறது.

### புள்ளி சடுதிமாற்றத்தின் வகைகள்

ஒரு DNA வில் ஒரு கார இணை சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதலால் மரபுச்செய்திப்பெயர்வு கட்டமைப்புகளை மாற்றப்படுவதன் விளைவால் இயல்பான புரதத்தின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாடு இழக்கப்படுவது **கட்ட நகர்வு சடுதிமாற்றம் (Frame shift mutation)** என்று அழைக்கப்படுகிறது.

### சடுதிமாற்றக் காரணிகள் (mutagenic agents)

மரபணு சடுதிமாற்றத்தை உண்டாக்கும் காரணிகள் சடுதிமாற்றக் காரணிகள் அல்லது சடுதிமாற்றிகள் (Mutagens) என்ற அழைக்கப்படுகிறது. இவை இரண்டு வகைப்படும், இயற்பிய சடுதிமாற்றிகள் மற்றும் வேதிய சடுதிமாற்றிகள். முல்லர் (1927) என்பவரால் **டுரோசோ.பிலாவில்** முதன் முதலாக இயற்பிய சடுதிமாற்றியை கண்டறிந்தார்.

### இயற்பிய சடுதிமாற்றிகள் (physical mutagens)

அறிவியலறிஞர்கள் பல்வேறு தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளில் சடுதிமாற்றங்களை ஏற்படுத்த வெப்பநிலை மற்றும் கதிர்வீச்சுகளான X-கதிர்கள், காமா கதிர்கள், ஆல்.பா கதிர்கள், பீட்டா கதிர்கள், நீயூட்ரான்கள், காஸ்மிக் கதிர்கள், கதிரியக்க மாற்றியங்கள் புறஊதாக்கதிர்கள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

**வெப்பநிலை:** வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் பொழுது சடுதிமாற்றத்தின் வீதமும் அதிகரிக்கின்றது. வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் பொழுது இரண்டு DNA நியுக்ளியோடைடுகளுக்கு இடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் உடைக்கப்பட்டு இரட்டித்தல் (replication) படியாக்கம் நிகழ்வுகளைப் பாதிக்கின்றன.

**கதிர்வீச்சுகள்:** கண்ணுறு நிறமாலையை விட மின்காந்த நிறமாலையானது குறுகிய மற்றும் நீளமான அலைநீளங்களைக் கொண்ட கதிர்களைக் கொண்டுள்ளது. இவை அயனியாக்கும் மற்றும் அயனியாக்காத கதிர்வீச்சுகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அயனியாக்கும் மற்றும் அயனியாக்காத கதிர்வீச்சுகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அயனியாக்கும் கதிர்வீச்சுகளின் குறுகிய அலை நீளம் மற்றும் அணுவிலுள்ள எலக்ட்ரான்களை அயனியாக்கப் போதுமான அதிக ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளது. X-கதிர்கள், காமா கதிர்கள், ஆல்.பா கதிர்கள், பீட்டா கதிர்கள் மற்றும் காஸ்மிக் கதிர்கள் போன்ற கதிர்வீச்சுகளுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட செல்களிலுள்ள குரோமோசோம்களையும் குரோமோசோம்களையும் உடைக்கிறது. (குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம்), அயனியாக்காத கதிர்வீச்சான UV கதிர்கள் நீண்ட அலைநீளங்களையும், குறைவான ஆற்றலையும் கொண்டவையாகும். அவை அயனியாக்கும் கதிர்வீச்சுகளை விடக் குறைந்த ஊடுருவக் கூடிய திறன் கொண்டவை. மேற்படிச்



சவ்வுகளுக்கு அருகாமையில் உட்கரு கொண்ட ஒரு செல் நுண்ணுயிரிகள், வித்துகள், மகரந்தத்துக்களை கதிரியக்கத்திற்கு உட்படுத்தப் பயன்படுகிறது.

### சார்பதி சொனோரா (Sharbati Sonara)

மெக்சிகன் வகையிலிருந்து (சொனோரா-64) காமா கதிர்வீச்சின் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட சடுதிமாற்ற கோதுமை வகை சார்பதி சொனோரா ஆகும். இது முனைவர் M.S. சுவாமிநாதன் மற்றும் அவரது குழுவினரால் உருவாக்கப்பட்டது. இவர் இந்தியப் பசுமைப் புரட்சியின் தந்தை(Father of Indian green revolution) என அழைக்கப்படுகிறார்.

### ஆமணக்கு அருணா (Castor Aruna)

ஆமணக்கு தாவரத்தின் சடுதிமாற்ற வகையே ஆமணக்கு அருணா ஆகும். இவை ஆமணக்கு விதைகளில் வெப்ப நியூட்ரான்களைச் செலுத்தி முன் முதிர்ச்சியடையத் தூண்டப்படுகின்றன. (270 நாட்களில் முதிர்ச்சியாகும் சாதாரண ஆமணக்கு, இதன் மூலம் 120 நாட்களில் முதிர்கின்றன).

### வேதிய சடுதிமாற்றிகள்(Chemical Mutagens)

வேதி பொருட்களின் மூலம் துண்டப்படும் சடுதிமாற்றங்கள் வேதிய சடுதிமாற்றிகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. அவையாவன, கடுகு வாயு (mustard gas), நைட்ரஸ் அமிலம், எத்தில் மற்றும் மெத்தில் மீத்தேன் சல்போனேட் (EMS மற்றும் MMS), எத்தைல் யூரித்தேன், மாக்னஸ் உப்பு, ஃபார்மால்டிஹைடு, இயோசின் மற்றும் எந்த்ரோசின் எடுத்துக்காட்டு: நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு DNA வின் நைட்ரஜன் கார இணைகளில் இரட்டித்தல் மற்றும் படியெடுத்தலில் மாற்ற இடையூறு ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் மரபுச் செய்திபெயர்வின் போது முழுமையற்ற, குறையுடைய பாலிபெப்டைடுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

### இணை சடுதிமாற்றிகள் (Co-mutagens)

சில வேதியல் சேர்மங்கள் அதற்குரிய சடுதிமாற்றி பண்புகளைப் பெற்றிருக்காமல் மற்ற சடுதிமாற்றிகளோடு சேர்ந்து அதன் திறனை அதிகரித்தால் அவை இணை சடுதிமாற்றிகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு: அஸ்கார்பிக் அமிலம், ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு மூலம் ஏற்படும் பாதிப்பை அதிகப்படுத்துகிறது.

இதுபோல் காஃபீன், மீதோட்ரெக்ஷெட்டின் நச்சுத்தன்மையை அதிகமாக்குகிறது.

- முதல் உலகப்போரில் இரசாயன ஆயுதமாகக் கடுகு வாயு (Mustard gas) (டைகுளோரோ எத்தில் சல்பைடு) பயன்படுத்தப்பட்டது.
- X-கதிர்களைக் கொண்டு, பழப்புச்சியில் H J முல்லர் (H J Muller - 1928) என்பவர் முதன் முதலாகச் சடுதிமாற்றத்தினை தூண்டினார்.
- X-கதிர்கள் மற்றும் காமா கதிர்கள் மூலம் L J ஸ்டேட்லர் (L.j. Stadlr) என்பவர் தாவரங்களில் ஏற்படும் தூண்டப்படும் சடுதிமாற்றத்தை அறிவித்தார்.
- வேதிய சடுதி மாற்றக் செயல்முறையை C. அயர்பேக் (C. Auerback - 1944) என்பவர் முதன் முதலில் வெளியிட்டார்.

### குரோமோசோம்களின் சடுதிமாற்றம் (Chromosomal mutations)

குரோமோசோம்களின் அமைப்பு மற்றும் எண்ணிக்கையில் உண்டாகும் மாற்றங்கள், ஒரு செல்லின் மரபணு தொகையத்தில் மிகப்பெரிய மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த மிகப் பெரிய மாற்றங்களே குரோமோசோம் சடுதிமாற்றங்கள் அல்லது குரோமோசோம் பிறழ்ச்சிகள் (Chromosomal aberrations) எனக் கருதப்படுகிறது. ஒரு மரபணுவிற்குள் நடைபெறும் மாற்றமானது, மரபணு

சடுதிமாற்றம் எனவும் அதிக மரபணுக்களைக் கொண்ட குரோமோசோம் பகுதியில் நடைபெறும் மாற்றமானது குரோமோசோம் சடுதி மாற்றம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இவை நுண்ணோக்கி ஆய்வு, மரபணு பகுப்பாய்வு அல்லது இரண்டின் மூலமாகவோ கண்டறிய முடியும். மாறாக மரபணு சடுதிமாற்றத்தை நுண்ணோக்கி ஆய்வு மூலம் கண்டறிய இயலாது. குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் மற்றும் குரோமோசோம் அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்.

## I. குரோமோசோம் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

உயிரினங்களின் ஒவ்வொரு செல்களிலும் காணப்படும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை நிலையானது. ஆனால் சிற்றினத்திற்கேற்ப இவை மாறுபடும். இருப்பினும், சில தாவர மற்றும் விலங்கு சிற்றினங்களில் ஒரே எண்ணிக்கையிலான குரோமோசோம்களைப் பெற்றிருந்தாலும் கூட ஒரே மாதிரியான பண்புகளைக் கொண்டிருக்காது. எனவே குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை சிற்றினத்தின் பண்பினை மற்றொரு சிற்றினத்திலிருந்து வேறுபடுத்துவதில்லை ஆனால் குரோமோசோமில் காணப்படும் மரபுப்பொருளின் (மரபணு) தன்மையே சிற்றினத்தின் பண்பினை நிர்ணயிக்கிறது.

இயற்கையிலேயே சில சமயம் உடலச் செல்களின் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையில் சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதலால் தனித்த அல்லது அடிப்படையிலான தொகுதி குரோமோசோம்களில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இந்த நிலைக்குக் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையில் பிறட்சிகள் (numerical chromosomal aberrations) அல்லது மடியம் (ploidy) என்ற பெயர். மடியம் இரு வகைப்படும்.

- i. இருமடிய தொகுதிக்குள் தனிக் குரோமோசோம்களால் ஏற்படும் மடியம் (மெய்யிலாமடியம்).
- ii. குரோமோசோம்களின் மொத்தத் தொகுதியால் ஏற்படும் மடியம் (மெய்மடியம்) (படம்)
- iii. இருமடிய தொகுதியில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமோசோம்களை சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதல் மாற்றத்தினால் ஏற்படும் நிலையாகும். மெய்யிலாமடியம் கொண்டிருக்கும் உயிரிகளுக்கு **மெய்யிலாமடிய உயிரிகள்** அல்லது **மாற்றுமடிய உயிரிகள் (Heteroploidy)** என்று பெயர். இது இரு வகைப்படும். மிகு மடியம் மற்றும் குறை மடியம்.

### 1. மிகு மடியம் (Hyperploidy)

இருமடியத் தொகுதி குரோமோசோம்களில் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட குரோமோசோம்கள் அதிகரித்துக் காணப்படும் நிலைக்கு **மிகுமடியம்** எனப்படும். இருமடிய தொகுதி குரோமோசோம்களுக்கு டைசோமி (Disomy) எனக் கருதப்படுகிறது. மிகுமடியம் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை பின்வருமாறு.

#### அ) டிரைசோமி (Trisomy)

இருமடிய குரோமோசோம் தொகுதியில் ஒரு குரோமோசோம் அதிகரித்துக் காணப்படும் நிலை **எளிய டிரைசோமி** ( $2n+1$ ) எனப்படும். **பிளாக்ஸ்லீ** (1910) என்பவர் **டாட்ரூரா ஸ்ட்ராமோனியம்** தாவரத்தில் (ஜிம்சன் களை) டிரைசோமி நிலையினைக் கண்டறிந்தார். பின்னர் **நிக்கோட்டியானா**, **பைசம்** மற்றும் **ஈனோதீரா** போன்ற தாவரங்களில் கண்டறியப்பட்டது. சில சமயங்களில் இரு வெவ்வேறு குரோமோசோம் இணைகளிலிருந்து இரு தனிக் குரோமோசோம்கள் சாதாரண இருமடிய தொகுதி குரோமோசோம்களுடன் அதிகரித்துக் காணப்படும் நிலை **இரட்டை டிரைசோமி** ( $2n+1+1$ ) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

#### ஆ) டெட்ராசோமி (Tetrasomy)

ஒரு இணை அல்லது இரண்டு இணை குரோமோசோம்கள் இருமடிய தொகுதியுடன் அதிகரித்துக் காணப்படும் நிலைகள் முறையே **டெட்ராசோமி** ( $2n+2$ ) மற்றும் **இரட்டை டெட்ராசோமி** ( $2n+2+2$ ) என அழைக்கப்படுகிறது. கோதுமையில் அனைத்து விதமான டெட்ராசோமிகளும் காணப்படுகிறது.

#### இ) பெண்டாசோமி (Pentacosomy)

வெவ்வேறு குரோமோசோம் இணைகளிலிருந்து மூன்று தனித்த குரோமோசோம்கள் இருமடிய தொகுதியுடன் அதிகரித்துக் காணப்படுவது பெண்டாசோமி ( $2n+3$ ) என அழைக்கப்படுகிறது.

## 2. குறைமடியம் (Hypoploidy)

ஒரு செல்லில் உள்ள இருமடிய தொகுதியிலிருந்து ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமோசோம்கள் இழக்கப்பட்டால் குறைமடியம் எனப்படும். இது இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை

### அ) மானோசோமி(Monosomy)

இருமடிய தொகுதி குரோமோசோம்களிலிருந்து ஒரு தனிக் குரோமோசோம் இழக்கப்பட்டால் மானோசோமி ( $2n-1$ ) என அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் இரண்டு அல்லது மூன்று தனித்த குரோமோசோம்கள் இழக்கப்பட்டால் முறையே இரட்டை மானோசோமி (Double monosomy) ( $2n-1-1$ ) மற்றும் மூன்று மானோசோமி(Triple monosomy)( $2n-1-1-1$ ) என அழைக்கப்படுகிறது. இரட்டை மானோசோமி தாவரங்கள் மக்காச்சோளத்தில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

### ஆ) நல்லிசோமி (Nullisomy)

ஒரு இணை ஒத்திசைவு குரோமோசோம்கள் அல்லது இரு இணை ஒத்திசைவு குரோமோசோம்கள் இருமடிய தொகுதியிலிருந்து இழக்கப்பட்டால் முறையே நல்லிசோமி ( $2n-2$ ) மற்றும் இரட்டை நல்லிசோமி (Double Nullisomy) ( $2n-2-2$ ) என அழைக்கப்படுகிறது. மானோசோமிக் தாவரங்களைத் தன் கலப்பு செய்வதனால் நல்லிசோமி தாவரங்களை உருவாக்க இயலும். பொதுவாக இவை இறந்து விடுகின்றன.

### மெய்யிலாமடியத்தின் வகைகள்

#### (ii) மெய்மடியம் (Euploidy)

ஒரு உயிரினத்தில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அடிப்படை தொகுதி குரோமோசோம்கள் பெற்றுள்ள தன்மைக்கு மெய்மடியம் என்று பெயர். மெய்மடியமானது ஒற்றைமடியம், இருமடியம் மற்றும் பன்மடியம் என வகைப்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு உயிரினத்தில் அல்லது உடலச் செல்லில் இரு தொகுதி குரோமோசோம்களை பெற்றுள்ள தன்மைக்கு இருமடியம் ( $2n$ ) எனப்படுகிறது. உடலக் குரோமோசோம்களின் பகுதியளவு எண்ணிக்கை கேமீட் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிப்பிடுகிறது. இது ஒருமடியம்( $n$ ) எனப்படுகிறது. குறிப்பாக ஒற்றைமடியம் (monoploidy) ( $x$ ) ஒருமடியத்திலிருந்து (haploidy) ( $n$ ) வேறுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாகச் சாதாரணக் கோதுமை தாவரமானது பன்மடியத்தன்மையுடன் (ஹெக்சாபிளாய்ட்) கூடிய  $2n=6x=72$  குரோமோசோம்களை கொண்டது. இதன் ஒருமடிய ( $n$ ) குரோமோசோம் எண்ணிக்கை 36, ஆனால் இதன் ஒற்றை மடிய ( $x$ ) குரோமோசோம் எண்ணிக்கை 12ஆகும். ஆகவே ஒருமடிய மற்றும் இருமடியத் தன்மையுடைய குரோமோசோம்களை தலைமுறை தலைமுறையாக ஒத்த எண்ணிக்கையில் தொடர்ச்சியாக நிலைநிறுத்துகிறது. ஒரு உயிரினம் பன்மடியத் தன்மையில் உள்ள போது மட்டும் தான் ஒற்றைமடியத் தன்மை வேறுபடுகிறது. ஒரு உண்மையான இருமடியத்தில், ஒற்றைமடியம் மற்றும் ஒருமடிய குரோமோசோம் ஆகிய இரண்டின் எண்ணிக்கையும் ஒரே மாதிரியாகக் காணப்படும். ஆகையால் ஒற்றைமடியமானது ஒருமடியமாக இருக்க முடியும் ஆனால் ஒருமடியங்கள் அனைத்தும் ஒற்றைமடியமாக இருக்க முடியாது.

### பன்மடியம் (Polyploidy)

ஒரு உயிரினத்தில் இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட அடிப்படை தொகுதி குரோமோசோம்களை பெற்றுள்ள தன்மைக்குப் பன்மடியம் எனப்படுகிறது. மூன்று, நான்கு, ஐந்து அல்லது ஆறு அடிப்படை தொகுதி

குரோமோசோம்களை பெற்றுள்ளதற்கு முறையே மும்மடியம் (3x), நான்மடியம் (4x), ஐம்மடியம் (5x) மற்றும் அறுமடியம் (6x) என்று அழைக்கப்படுகிறது. பொதுவாகப் பன்மடியம் தாவரங்களில் சாதாரணமாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால் விலங்குகளில் அரிதாக உள்ளது. புதிய தாவரச் சிற்றின உருவாக்கத்திற்குக் குரோமோசோம் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பு முக்கியக் காரணியாகும். ஆனால் அதீத மடியத்தன்மை இறப்பினைத் தோற்றுவிக்கும். பன்மடியம் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை தன்பன்மடியம் மற்றும் அயல்பன்மடியம்.

## 1. தன்பன்மடியம் (Autopolyploidy)

ஒரு உயிரினத்தில் இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட ஒருமடிய தொகுதி குரோமோசோம்கள் ஒரே சிற்றினத்திற்குள் இருந்து பெறப்பட்டால் தன்பன்மடியம் எனப்படும். இவை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை தன்மும்மடியங்கள் மற்றும் தன் நான்மடியங்கள்.

**தன்மும்மடியத் தாவரங்கள்** தன்னடைய மூன்று தொகுதி மரபணுதொகையத்தினை பெற்றிருக்கிறது. தன் நான்மடியம் மற்றும் இருமடிய சிற்றினக் கலப்பு செய்வதனால் இவைகளைச் செயற்கையாக உருவாக்க முடியும். இவைகள் குறைபாடுடைய கேமீட்டுகளை உருவாக்குவதால் அதீத மலட்டுத்தன்மை பெற்றுள்ளது. எடுத்துக்காட்டு: சாகுபடி செய்யப்படும் வாழை பொதுவாக மும்மடியங்கள் மற்றும் இருமடியங்களை விட விதைகளற்ற பெரிய கனிகளையுடையது. இருமடியங்களை விட மும்மடிப் பீட்டுட் அதிக அளவு சர்க்கரையையும் மற்றும் மோல்டுகளுக்கு (Moulds) எதிரான தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. அருகம்புல் (*சயனோடான் டாக்டைலான்*) ஒரு இயற்கையான தன்மும்மடியம், விதைகளற்ற தர்பூசணி, ஆப்பிள், பீட்டுட், தக்காளி, வாழை ஆகியவை மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட தன்மும்மடியங்களாகும்.

**தன்னான்மடியத் தாவரங்கள்** தன்னுடைய நான்கு தொகுதி மரபணுதொகையத்தினை பெற்றிருக்கிறது. இருமடியத் தாவரங்களின் குரோமோசோம்களை இரட்டிப்படைய செய்வதின் மூலம் இவை தூண்டப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: ரை, திராட்சை, குதிரைமசால் (alfalfa), நிலக்கடலை, உருளைக்கிழங்கு மற்றும் கா.பி

## 2. அயல்பன்மடியம் (Allopolyploidy)

இரு வெவ்வேறான சிற்றினங்களிலிருந்து இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அடிப்படைத் தொகுதி குரோமோசோம்களைப் பெற்ற உயிரினங்களுக்கு அயல்பன்மடியம் என்று பெயர். சிற்றினத்திற்கிடையேயான கலப்புகளால் இதனை உருவாக்க முடியும். மேலும் கோல்ச்சிசினைப் பயன்படுத்தி குரோமோசோம் இரட்டிப்படைய செய்வதால் இதன் வளத்தன்மை தக்க வைக்கப்படுகிறது. நெருங்கிய சிற்றினங்களுக்கிடையே மட்டும் அயல்பன்மடியத் தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு:1 **ராப்னோபிராஸிகா**G.D. கார்பேசென்கோ(1927)ரஷ்ய மரபியலாளர், முள்ளங்கி (*ராப்பினஸ் சட்டைவஸ்*,  $2n=18$ ) மற்றும் முட்டைகோஸ் (*பிராஸிகா ஒலிரேசியா*,  $2n=18$ ) தாவரங்களைக் கலப்பு செய்து முதலாம் மகவுச் சந்ததியில் ( $F_1$ ) மலட்டுத் தன்மை கொண்ட கலப்புயிரிகளை உற்பத்தி செய்தார். அவர் முதலாம் மகவுச் சந்ததி ( $F_1$ ) மலட்டுத் தன்மை கொண்ட கலப்புயிரிகளை உற்பத்தி செய்தார். அவர் முதலாம் மகவுச்சந்ததி ( $F_1$ ) களிடையே குரோமோசோம் இரட்டிப்பு செய்யும்போது அவைகள் வளமானதாக (fertile) மாறின. முள்ளங்கித் தாவர வேரும் முட்டைக்கோஸ் தாவர இலைகளையும் கொண்ட முழுத் தாவரமும் உண்ணக்கூடியதாக இருக்கும் என அவர் எதிர்பார்த்தார், ஆனால் அவரின் எதிர்பார்ப்பிற்கு மாறாக இருந்ததால் பெரிதும் ஏமாற்றமடைந்தார்.

எடுத்துக்காட்டு:2 **டிரிடிகேல்**, (Triticale) மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட தானியமாகும். மடியத்தன்மை அடிப்படையில் ட்ரிட்டிகேல் மூன்று முக்கியப் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

- நான்மடியம்: இருமடிய கோதுமை மற்றும் ரை தாவரங்களுக்கு இடையேயான கலப்பு
- அறுமடியம்: நான்மடிய கோதுமை ட்ரிடிகம் டியூரம் (மக்ரோனி கோதுமை) மற்றும் ரை தாவரங்களுக்க இடையேயான கலப்பு.

iii. எண்மடியம்: அறுமடிய கோதுமை ட்ரிடிகம் ஏஸ்டிவம் (ரொட்டி கோதுமை) மற்றும் ரை தாவரங்களுக்கு இடையேயான கலப்பு.

அறுமடிய டிரிடிகேல் கலப்பு தாவரமானது மக்ரோனி கோதுமை மற்றும் ரை தாவரப் பண்புகளைக் கொண்டிருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, கோதுமையின் அதீதப் புரதச் சத்து தன்மையும் ரை தாவரத்தின் அதிக அமினோ அமில லைசினையும் ஒருங்கே பெற்றுள்ளது. ஆனால் இது கோதுமையில் குறைவாக உள்ளது. இது கீழ்க்காணும் விளக்கப்படம் மூலம் கூறப்பட்டுள்ளது (படம்).

### ட்ரிட்டிகேல்

**கோல்ச்சிகம் ஆட்டம்னேல்** (*Colchicum autumnale*) தாவர வேர் மற்றும் கந்தம் (corm) ஆகியவற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் ஆல்கலாய்டு **கோல்ச்சிசின்** ஆகும். தாவர வளர்நுனிகளில் குறைந்த செறிவில் பயன்படுத்தும்போது பன்மடியத்தை தூண்டுகிறது. ஆச்சரியமூட்டும் விதமாகக் **கோல்ச்சிகம்** எனும் மூலத் தாவரத்தில் எதிர்கோல்ச்சிசின் இருப்பதால் எவ்விதப் பாதிப்பும் ஏற்படுவதில்லை.

### மடியத்தின் முக்கியத்துவம்

- இருமடியத் தாவரங்களை விடப் பல பன்மடியத் தாவரங்கள் அதிக வீரியத்துடன் அதிக தகவமைப்புடனும் காணப்படும்.
- பெரும்பாலான அலங்காரத் தாவரங்கள் தன்நான்மடியத் தாவரங்கள் ஆகும். இவை இருமடியத் தாவரங்களை விட பெரிய மலர் மற்றும் நீண்ட மலரும் காலத்தைக் கொண்டிருக்கும்.
- அதிகப்படியான நீர் சத்தினைக் கொண்டிருப்பதனால் தன்பன்மடியத் தாவரங்கள் அதிக உயிர் எடையை (fresh weight) பெற்றுள்ளது.
- மெய்யிலா மடியத் தாவரங்கள் வேறுபட்ட குரோமோசோம்களில் இழப்பு மற்றும் சேர்ப்பின் புறத்தோற்ற விளைவுகளைத் தீர்மானிக்க பயன்படுகின்றன.
- பல ஆஞ்ஜியோஸ்பெர்ம் தாவரங்கள் அயல் பன்மடியம் கொண்டவை. அவைகள் பரிணாமத்தில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

## II. குரோமோசோம் அமைப்பில் மாற்றங்கள் (குரோமோசோம் அமைப்பில் பிறழ்ச்சி)

அமைப்பு மாறுபாடுகள் காரணமாகக் குரோமோசோம் பகுதி சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதலால் மரபணுக்களின் மறு ஒழுங்கு அமைவிற்குக் குரோமோசோம் அமைப்பு பிறழ்ச்சி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது அயனியாக்கும் கதிர்வீச்சு அல்லது வேதி கூட்டுப் பொருள்களால் ஏற்படுகிறது. குரோமோசோமில் ஏற்படும் பிளவு மற்றும் மறுஇணைவு அடிப்படையில் பிறழ்ச்சிகளின் நான்கு வகைகளைக் கீழ்க்காணும் இரு பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

### அ) மரபணு அமைவிட எண்ணிக்கையில் மாற்றங்கள்

1. நீக்கம் அல்லது குறைபாடு
2. இரட்டிப்பாதல் அல்லது மீளுருவாதல்

### ஆ) மரபணு அமைவிட வரிசையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

3. தலைகீழ்த் திருப்பம்
4. இடம்பெயர்தல்

### 1. நீக்கம் அல்லது குறைபாடு (Deletion of Deficiency)

குரோமோசோமின் ஒரு பகுதி இழப்பு ஏற்படின் அது **நீக்கம்** எனப்படும். குரோமோசோம் பகுதியில் பிளவு ஏற்படும் பகுதியைப் பொறுத்து **நுனி நீக்கம்** மற்றும் **இடைப்பட்ட நீக்கம்** எனப்படும்.

வேதிப்பொருள்கள், மருந்துகள் மற்றும் கதிர்வீச்சுகளால் இது நிகழ்கிறது. *டுரோசோ.பிலா* மற்றும் *மக்காச்சோளத்தில்* இது காணப்படுகிறது (படம்). நீக்கம் இரு வகைப்படும்.

- i. **நுனி நீக்கம்:** ஒரு குரோமோசோமின் ஏதேனும் முனையில் ஒரு பிளவினால் ஏற்படுவது.
- ii. **இடைப்பட்ட நீக்கம்:** இடைப்பகுதியில் இரு இடங்களில் பிளவு ஏற்பட்டு இடைப்பகுதியை இழந்து நுனி பகுதிகளின் மறு இணைவு ஏற்படுகிறது. பாலிடின் குரோமோசோம் மற்றும் குன்றல் பகுப்பின் பாக்கிடின் நிலையின் போது இவ்விரு நீக்கங்களும் காணப்படுகிறது. குரோமோசோம்கள் இணைசேர்தலின் போது இயல்பான குரோமோசோமின் இணையா வளையத்தால் உருவாகிறது.

### நீக்கம்

இவ்வகை வளைவுகளுக்குக் குறைபாடுகளுடைய வளைவுகள் (deficiency loops) மற்றும் இவற்றைக் குன்றல் பகுப்பின் புரோபேஸ் நிலையின்போது காணலாம். அதிகப்படியான நீக்கங்கள் இறப்பு விளைவிற்கு வழிவகுக்கும்.

## 2. இரட்டிப்பாதல் அல்லது மீளுறுவாதல் (Duplication or Repeat)

ஒரே வரிசையிலான மரபணுக்கள் ஒரு குரோமோசோமில் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட இடத்தில் இடம் பெறுவதற்கு **இரட்டிப்பாதல்** எனப்படும். இரட்டிப்பாதலினால் சில மரபணுக்கள் இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட நகல்களாக உள்ளன. இது முதலில் பிரிட்ஜஸ் (1919) என்பவரால் *டுரோசோ.பிலா*வில் முதன்முதலில் கண்டறியப்பட்டது. மேலும் எடுத்துக்காட்டுகளாக *மக்காச்சோளம்* மற்றும் *பட்டாணி*. இது மூன்று வகைகளாக உள்ளன.

### I. தொடர்ந்திணைந்த இரட்டிப்பாதல் (Tandem duplication)

குரோமோசோம்களின் இரட்டிப்படைந்த பகுதி உடனடியாக அதன் இயல்பான பகுதிக்குப் பின் அதே வரிசையில் அமைவதாகும்.

### II. தலைகீழ் தொடர்ந்திணைந்த இரட்டிப்பாதல் (Reverse tandem duplication)

குரோமோசோம்களின் இரட்டிப்படைந்த பகுதி உடனடியாக அதன் இயல்பான பகுதிக்குப் பின் மரபணு தொடர் வரிசை தலைகீழாக அமைவதாகும்.

### III. இடம் மாறிய இரட்டிப்பாதல் (Displaced duplication)

குரோமோசோம்களின் இரட்டிப்படைந்த பகுதி அதன் இயல்பான பகுதிக்குச் சற்றுத் தொலைவில் அதே வரிசையில் அமைவதாகும்.

## தலைகீழ்த் திருப்பம் (inversion)

ஒரு குரோமோசோமில் உள்ள மரபணுக்கள்  $180^\circ$  கோணத்தில் தலைகீழாக மாற்றப்படுகிறது. இதில் இரண்டு இடங்களில் பிளவுபட்டு மறு இணைவு நடைபெறுகிறது. இந்நிலையின் போது எவ்வித ஆதாயமும் இழப்பும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் மரபணு வரிசையில் மறு ஒழுங்கமைவு நடைபெறுகிறது. தலைகீழ்த் திருப்பத்தை முதன் முதலில் ஸ்டர்வண்ட் (1926) என்பவரால் *டுரோசோ.பிலா*வில் கண்டறியப்பட்டது. தலைகீழ்த் திருப்பம் இரு வகைப்படும். அவை பாராசென்ட்ரிக் தலைகீழ்த் திருப்பம், பெரிசென்ட்ரிக் தலைகீழ்த் திருப்பம் (படம்).

- i. **பாராசென்ட்ரிக் தலைகீழ்த் திருப்பம் (paracentric inversion):** சென்ட்ரோமியர் அல்லாத பகுதியில் தலைகீழ்த் திருப்பம் நடைபெறுதல்
- ii. **பெரிசென்ட்ரிக் தலைகீழ்த் திருப்பம் (pericentric inversion)**  
சென்ட்ரோமியர் உள்ள பகுதியில் தலைகீழ்த் திருப்பம் நடைபெறுகிறது.

தலைகீழ்த் திருப்பம் பரிணாமத்தில் புதிய சிற்றினங்கள் தோன்ற வழிவகுக்கிறது.

## 4. இடம்பெயர்தல் (Translocation)

ஒத்திசைவு அல்லாத குரோமோசோம்களுக்கிடையே குரோமோசோம் துண்டுகள் பரிமாற்றம் நடைபெறுவதால் **இடம்பெயர்தல்** என்று அழைக்கப்படும். இடம்பெயர்தலைக் குறுக்கேற்றத்துடன் குழப்பத்தை ஏற்படுத்திக் கொள்ளக் கூடாது. ஏனெனில் குறுக்கேற்றத்தில் ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களுக்கு இடையே மரபுப் பொருள் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. இடம்பெயர்தலில் ஒத்திசைவு அல்லாத குரோமோசோம்களுக்கு இடையே குரோமோசோம் துண்டுகள் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. இவை மூன்று வகைப்படும்.

### i. எளிய இடம்பெயர்தல் (Simple translocation)

ஒரு குரோமோசோமில் மட்டும் ஒரு பிளவு ஏற்படுகிறது. பிளவுபட்ட துண்டு ஒத்திசைவு அல்லாத குரோமோசோமின் ஒரு முனையில் இணைகிறது. இது மிக அரிதாக நடைபெறும்.

### ii. நகர்வு இடம்பெயர்தல் (Shift translocation)

ஒரு குரோமோசோமின் பிளவுபட்ட துண்டு ஒத்திசைவு அல்லாத குரோமோசோமின் இடைச்செருகலாக இணைகிறது.

### iii. பரிமாற்ற இடம்பெயர்தல் (Reciprocal translocation)

இது இரு ஒத்திசைவு அல்லாத குரோமோசோம்களுக்கு இடையே குரோமோசோம் துண்டுகள் பரஸ்பரப் பரிமாற்றமடைவதாகும். இது **முறையற்ற குறுக்கேற்றம் (illegitimate crossing over)** எனவும் அழைக்கப்படும். இது மீண்டும் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன (படம்).

#### அ) ஒத்தபண்பிணைவு இடம்பெயர்தல் (Homozygous translocation)

இடம்பெயர்தலில் இரண்டு இணைகளின் இரண்டு குரோமோசோம்களும் பங்கு கொள்கிறது. இரண்டு ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் இடம்பெயர்ந்த பகுதி ஒரே மாதிரியாக இருக்கும்.

#### ஆ) மாற்றுப்பண்பிணைவு இடம்பெயர்தல் (Heterozygous translocation)

ஒவ்வொரு இணை ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் ஒரே ஒரு குரோமோசோம் மட்டும் இடம்பெயர்தலில் பங்கு கொள்கிறது. மற்ற ஒரு குரோமோசோம் இயல்பான நிலையில் உள்ளது.

சிறிதளவு உருவாக்கத்தில் இடம்பெயர்தல் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

### தாவரங்களில் DNA வளர்சிதை மாற்றம் (Metabolism in plants)

உயிரினங்களின் பெருமூலக்கூறுகளில் மரபுசார் செய்திகளின் களஞ்சியமாகத் திகழும் DNA தனித்துவமான மற்றும் மையப்பொருளாக அமைந்துள்ளது. மரபுசார் செய்திகளைச் சேமித்துவைக்க, ஒரு அதிசயத்தக்க அமைப்பாக DNA திகழ்வதால், அதன் இரட்டிப்பு, பழுதுபார்க்கப்படுதல், மறுசேர்க்கையடைதல் போன்ற நிகழ்வுகள் அறிந்து கொள்ளுதல் மிக அவசியமாகும்.

இவை அனைத்தும் ஒருங்கே DNA வளர்சிதைமாற்றம் என அழைக்கப்படுகிறது. இதைப்பற்றிச் சுருக்கமாக இனிக் காண்போம்.

**DNA இரட்டிப்பு (DNA Replication):**இந்நிலையின்போது DNA-வின் ஈரிழை பிரிவடைந்து, ஒவ்வொரு தாய் இழையிலிருந்தும் அதற்கு உகந்த கிளை இழை உருவாக்கப்படுகிறது. இந்த இரட்டிப்பு பாதி தக்கவைத்துக் கொள்ளும் இரட்டிப்பு முறையாகும். அதாவது சேய் DNA -களாகத் தோன்றும் இரண்டு இழைகளில் ஒன்று புதியதாகவும், மற்றொன்று தாய் DNA-யின் இழையையும் பெற்றிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும்.

**DNA பழுது நீக்கம் (DNA Repair):** அனைத்து உயிரினங்களிலும் அவற்றின் மரபணு தொகையை நிலைத்ததன்மை பெற்றுள்ளது? அவ்வுயிரினங்களின் நீடித்த வாழ்விற்கு DNA எவ்வாறு உதவுகிறது? உயிர் வாழ்வதற்கான தேவைகள் அனைத்துயிரிகளிலும் பேணப்படுகிறது. உயிரினங்கள் பூமியில்

நிலைத்திருக்கத் தேவைகள் என்னென்ன? மேலும் அவை நிலைப்பெற்றிருக்க அத்தியாவசியங்கள் யாது?

DNA தனித்துவம் வாய்ந்தது. ஏனெனில் பழுதுநீக்குதல் முறைமை இதில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. ஊறு விளைவிக்கும் சடுதிமாற்றங்கள் நிகழும்போது அதை அறிந்து தானே பழுதுநீக்கிக் கொள்ளும் அதிசயக்கத்தக்க மூலக்கூறாக DNA திகழ்கிறது. சுற்றுச்சூழல் காரணிகள் அல்லது இயற்கையில் உயிரினங்களின் உள்ளார்ந்த நிகழ்வுகளினால் தோன்றும் அபாயகரமான சேர்மங்கள் போன்றவற்றால், DNA -களில் பழுதுகள் ஏற்படுகின்றன. சில புரதங்கள் மற்றும் நொதிகளின் உதவியால் இவை அவ்வப்போது நீக்கப்படுவதன் மூலம் சரிசெய்யப்பட்டு DNA மீட்டெடுக்கப்படுகிறது. இந்தப் பழுது நீக்கம் செயல்களே உயிரிகளின் மரபணு தொகையத்தை நிலையாகத் தக்க வைக்க உதவுகின்றன. மரபணுத்தொகை நச்சு அழுத்தங்களைப் பழுதுபார்க்கும் விதமாக DNA செயல்படுகிறது.

தாவரங்கள் விலங்கினங்களைப்போல், இடர்பாடுகளிலிருந்து உடனடியாக இடம்பெயர்ந்து ஒதுங்க இயலாதவை. இருப்பினும் நாள் முழுவதும் சூரிய ஒளியில் நின்று வாழும் அவை ஒளியின் சில பாதக விளைவுகளிலிருந்து எவ்வாறு தப்பித்துக் கொள்கின்றன?

சூரிய ஒளியின் புற ஊதாக் கதிர்கள் DNA-யில் தைமின் இரட்டை இணைவிகள் தோன்றச் செய்து பாதகமான விளைவுகளை ஏற்படுத்தலாம். ஆனால் தாவரங்களில் உள்ள **போட்டோலையேஸ்** என்ற நொதி இந்த இரட்டைக் கிளைகளைத் தகர்த்து இயல்புநிலைக்கு DNA மூலக்கூறுகள் மாற உதவுவது குறிப்பிடத்தக்கது.

**மறுசேர்க்கை (Recombination):** ஒரு DNA மூலக்கூறின் உள்ளகவோ அல்லது DNA மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலோ மரபுச் செய்திகள் மாற்றிக் கொள்ளப்படுவது மறுசேர்க்கை செயல் என்ற செயலினால் சாத்தியமாகிறது. குன்றல் பகுப்பின்போது ஒத்திசைவு குரோமோசோம் இணைகளுக்கிடையே குறுக்கேற்றம் என்ற செயல் மூலம் இது நிகழ்கிறது. குறுக்கேற்றத்தின்போது நிகழும் இந்தக் குரோமோசோம் பரிமாற்றச்செயலை, முன் பயின்ற வகுப்புகளில் படித்திருப்பீர்கள். குரோமோசோம்களை அமைக்கும் DNA-வின் பாலிநியூக்ளியோடைட் இழை துண்டிக்கப்பட்டு, மறு இணைவு நிகழ்வது மூலக்கூறு அளவில் நிகழும் மறுசேர்க்கைச் செயலாகும்.

**மெய்யுட்கரு உயிர்களில் (யூகாரியோட்டுகளில்) DNA இரட்டிப்பு**

DNA-யின் நியூக்ளியோடைட் தொடர் வரிசையில் ஒரு குறிப்பிட்ட இலக்கிலிருந்து அதன் இரட்டிப்பு தொடங்குகிறது. இது **இரட்டிப்பு தொடங்கும் இலக்கு** எனப்படுகிறது. மெய்யுட்கரு உயிரிகளின் DNA-வில் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட இரட்டிப்பு இலக்குகள் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, *சக்காரோமைசெஸ் செர்வீசியே* என்ற ஈஸ்ட் பூஞ்சையில் ஏறத்தாழ 400 தொடக்க இலக்குகள் இருப்பதாக அறியப்பட்டுள்ளது. பதினான்கு வெவ்வேறு வகையான புரதங்களின் தொகுப்பு அடங்கிய **இரட்டிப்பு முன்னோடித் தொகுப்பு (pre-replication complex - preRC)** ஒன்று இரட்டிப்பு இலக்கில் தொகுக்கப்பட்டுப் பின்னர் இரட்டிப்பு நிகழ்த்தப்படுகிறது. இத்தொகுப்பில் ஆறு புரதங்கள் அடங்கிய பகுதி மெய்யுட்கரு உயிரிகளின் DNA இரட்டிப்பு இலக்கைக் **கண்டறிய உதவும் பகுதி (Origin recognition complex - ORC)** யாக செயல்படுகிறது. ஈஸ்ட்டின் DNA இரட்டிப்பு தொடக்கப்புள்ளிகள், சுயமாக **இரட்டிக்கும் தொடர்வரிசை கொண்ட இலக்குகள் (Autonomously Replicating Sequence - ARS Sites)** என அழைக்கப்படுகின்றன. இரட்டிப்பு இலக்கை இனமறிய உதவும் பகுதி இவ்விலக்குகளில் மட்டுமே பிணைந்து கொள்கின்றன.

இரட்டிப்பு இலக்கில் DNA-யின் ஈரிழை தளர்ந்து இரு இழைகளாகப் பிரிக்கப்படும் இலக்கு **இரட்டிப்பு கவட்டைப் பகுதி** எனப்படுகிறது. மெய்யுட்கரு உயிரிகளில் பல இரட்டிப்பு இலக்குகள் இருப்பதால் எண்ணற்ற இரட்டிப்பு கவட்டைகள் காணப்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது. DNA-வின் ஈரிழைகளுக்கிடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை அகற்றி அதை இரு தனி இழைகளாகப் பிரிக்க ஹெலிகேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது. பிரிக்கப்பட்ட பாலிநியூக்ளியோடைட் இழைகள் மீண்டும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் இரட்டை இழைகளாகிவிடாமல் தடுக்க **இரட்டித்தலுக்கான புரதம்- A (RPA)** உதவுகிறது.



முறுக்குத் தளர்வின் காரணமாக இரட்டிப்புக் கவட்டைக்கு அப்பால் ஏற்படும் நேர்மறை முறுக்குச் செறிவின் இறுக்கத்தை அகற்றிட **டோபோஜசோமேரேஸ்** என்ற நொதி உதவுகிறது.

இரட்டிப்பின் மூலம் தோன்றும் இரு இழைகளில் ஒன்று முன்னேறு இழை (தொடர் இழை) (leading strand) என்றும் மற்றொன்று பின்தங்கு இழை (தொடர்பிலா இழை) (lagging strand) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. DNA இரட்டிப்பு **DNAபாலிமேரேஸ்  $\alpha$**  என்ற நொதியினால் தொடக்கி வைக்கப்படுகிறது. இது பிரைமேஸ் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இரட்டிப்பு தொடங்குவதற்கு முன்பு ஆரம்பத் துண்டமாக ஒரு சிறிய RNA துண்டம் உற்பத்தி செய்யப்படுதல் வேண்டும். இதற்கு **RNA பிரைமர்** என்று பெயர். இதை உருவாக்கப் பிரைமேஸ் நொதி உதவுகிறது.

DNA பாலிமேரேஸ் நொதி இரட்டிப்பை நிகழ்த்துவதற்கு 3' நுனியில் தனித்துவிடப்பட்ட OH ஒன்று தேவைப்படுகிறது. அப்போதுதான் DNA-யின் பாலிமேரேஸ் 5' முனையிலிருந்து இரட்டிப்பைத் தொடங்க முடியும். இதனை RNA-பிரைமர் தந்து உதவுகிறது.

நியூக்ளியார் (உட்கரு) DNA இரட்டிப்பிற்கு DNA பாலிமேரேஸ்  $\alpha$  (ஆல்.பா), DNA பாலிமேரேஸ்  $\beta$  (பீட்டா) மற்றும் DNA பாலிமேரேஸ்  $\epsilon$  (எப்சலான்) என மூன்று வகையான நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன.

இவற்றுள்

**DNA Pol  $\alpha$**  - பாலிமேரேஸ் RNA பிரைமர் உருவாக்கத்திற்கும்

**DNA Pol  $\beta$**  - பாலிமேரேஸ் RNA இரட்டிப்பிற்கான முதன்மை நொதியாகச் செல் உட்கருவில் காணப்படுகிறது.

**DNA Pol  $\epsilon$**  - பாலிமேரேஸ் இரட்டிப்புக் கவட்டை விரிவடைய உதவும் நொதியாகவும் செயல்படுகின்றன.

DNA பாலிமேரேஸ் (பீட்டா) DNA இரட்டிப்பில் எந்தவிதப் பங்கையும் அளிப்பதில்லை. ஆனால் தவறான நியூக்ளியோடைட்கள் பொருத்தப்பட்டுப் பழுதுபட்ட DNA உருவாகும்போது அவற்றை நீக்கிச் சரியான நியூக்ளியோடைட்களை பொருத்திப் பழுது நீக்க உதவுகிறது.

DNA இரட்டிப்பு 5' 3' திசையில் நிகழ்கிறது. உருவாகும் (புதிய இழை பாதி தொடர்பில்லா) DNA இழையின் நீட்சி RNA பிரைமரின் 3' முனையில் அதாவது OH-ஐ சுதந்திரமாகப் பெற்ற முனையில் நிகழ்கிறது. 1960-ஆம் ஆண்டு ரெய்ஜி ஓகாசாகி என்பவரும் அவரது சகாக்களும், புதிதாகத் தோன்றும் இரு இழைகளில் ஒன்று, சிறு துண்டங்களாக உருவாகிறது எனக் கண்டறிந்தனர். இந்தத் தொடர்பற்ற துண்டங்கள் ஓகாசாகி துண்டங்கள் (Okasaki fragments) எனப்படுகின்றன. லைகேஸ் என்ற நொதி தொடர்பற்ற துண்டங்களை ஒட்டுவதற்குப் பயன்படுகின்றன. இவ்வாறு ஓகாசாகி துண்டங்கள் பிணையுற்று உருவாகும் இழை பின்தங்கு இழை எனப்படுகிறது.

இது உருவாக்கப்படும் திசை இரட்டிப்புக் கவட்டை முன்னேறி நகரும் திசைக்கு எதிராக அமைந்தள்ளது. மாறாகத் தொடர்ச்சியான இழையாக உருவாகும் முன்னேறும் இழை, உருவாக்கப்படும் திசை, இரட்டிப்புக் கவட்டை முன்னேறி நகரும் திசைக்கு ஒப்பானதாக உள்ளது. லைகேஸ் நொதியால் இரு ஓகாசாகி துண்டங்கள் பிணைக்கப்படுவது, ஒரு துண்டத்தின் 3' முனையில் உள்ள OH தொகுப்பிற்கும், மற்றொன்றின் 5' தொகுப்பில் உள்ள பாஸ்.பேட் தொகுப்பிற்கும் இடையே பிணைப்பு ஏற்படுவதன் மூலம் இது நிகழ்கிறது.

**அராபிடாப்சிஸ் டீலோமியர் தொடர்வரிசை TTTAGGG**

**தாவரங்களில் டீலோமியர் நேரம் காட்டி இல்லாமை (Plants lacks Telomere Clock)**

தாவர ஆக்குத்திசை செல்களில் டீலோமெரேஸ் நொதி உருவாகிறது. ஆக்குத்திசை செல்கள் கட்டுப்பாடற்ற செல் பகுப்படையும் திறனைப் பெற்றுள்ளன. ஏற்கனவே 11-ஆம் வகுப்பில் அத்தியாயம் 6 மற்றும் 8-இல் டீலோமியர்கள் பற்றி பயின்றிருப்பீர்கள். குரோமோசோம்களின் நுனியில் மாறி மாறி அமைந்த ஒரே வகை நியூக்ளியோடைட் தொடர்வரிசைகள் ஒன்று உருவாக்கப்பட்டு டீலோமியர்

தோன்றுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக அராபிடாப்சிஸ்தாவரக் குரோமோசோமின் டீலோமியரில் TTAGGG என அமைந்த நியூக்ளியோடைட் தொடர் வரிசை டீலோமியரை அமைக்கிறது. டீலோமெரேஸ் என்ற நொதி இதன் உருவாக்கத்திற்கு உதவுகிறது. முதுகுநாண் விலங்குகளில் உள்ளது போல் இந்நொதியின் அளவு, தாவர உடலசெல்களில் படிப்படியாகக் குறைவதில்லை. விலங்கினங்களின் வயது அதிகரிக்கும்போது இதன் அளவு படிப்படியாகக் குறைந்து செல்கள் பகுபடும் திறனை இழக்கின்றன. எனவே மூப்படைதலைச் சுட்டிக் காட்டும் நேரம் காட்டியாக உள்ளது. ஆனால் வயதான தாவரங்களின் செல்களிலும் இந்நொதியின் செறிவு குறையாதிருப்பதால் அவற்றில் டீலோமியர் நேரம் காட்டி இல்லாதிருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இலை போன்ற அதிகப் பகுப்படையும் செல் அமைப்புகளைக் காட்டிலும் தாவரங்களின் வேர்நுனிகள் மற்றும் நாற்றுக்களில் (புதுப்பித்தல் திசுக்கள்) அதிக அளவு ஆக்குத்திசு செல்கள் கொண்டுள்ளதால் அவற்றில் டீலோமெரேஸ் நொதி அதிகம் காணப்படுகிறது.

**குரோமோசோம் முனைகளின் இரட்டிப்பிற்கான தனிப்பட்ட இயக்குமுறை எது?**

செல்பகுப்பின்போது குரோமோசோம் இரட்டிப்படைந்ததும் அதன்முனைகளில் துரித இரட்டிப்பு நிகழ்கிறது. இதற்கு டீலோமெரேஸ் (telomerase) என்ற நொதி உதவுகிறது. ஒரு சிறிய RNA மூலக்கூறை வார்ப்பாகக் கொண்டு அதாவது பிரைமராகக் கொண்டு, ஒரே வகை நியூக்ளியோடைட்களால் ஆன தொடர்வரிசைகளை இந்நொதி உருவாக்கி டீலோமியர் தோன்றச் செய்கிறது (DNA நியூக்ளியோடைட் பாலிமரைசேஷன்)

**DNA இரட்டிப்பு சார் ஆற்றலியல் (The Energetics of DNA Replication)**

DNA உற்பத்திக்கான ஆற்றலை டி ஆக்ஸிரிபோநியூக்ளியோடைட்களான டிஆக்ஸிஅடினோசைன்டிரைபாஸ். :பேட் (dATP), டிஆக்ஸிசைன்டிரைபாஸ். :பேட் (dGTP), டிஆக்ஸிசைட்டோசின்டிரைபாஸ். :பேட் (dCTP) மற்றும் டிஆக்ஸிதைமிடிநைடிரைபாஸ். :பேட் (dTTP) ஆகியவை கொடுத்து உதவுகின்றன. எனவே நியூக்ளியோடைட்கள் DNA ஆக்கத் தேவையான தளப்பொருட்களாக விளங்குவதுடன் அதன் பல அலகுகளை உருவாக்கும் செயலுக்குத் தேவையான ஆற்றலையும் தந்து உதவுகின்றன.

**DNA இரட்டித்தலில் ஆய்வுச் சான்று டெய்லரின் ஆய்வு (Experimental evidence of DNA replication - Taylor's Experiment)**

J. ஹெர்பர்ட் டெய்லர், பிலிப் உட்ஸ் மற்றும் வால்டர் ஹீயூஜஸ் ஆகியோர் பாதி பழமை பேணும் DNA பெருக்கத்தை விசியா :பேபா தாவர வேரில் விளக்கியுள்ளனர். DNAவின் கதிரியக்க முன்னோடியான 3H தைமிடின் கொண்டு DNA வைக் குறியிட்டு அதற்குப் பின் ஆட்டோரேடியோகிராபி மேற்கொள்ளப்பட்டது. கதிரியக்கக் குறியீட்டுத் தையமிடினைக் கொண்ட வளரூடகத்தில் வேர் நுனிகளை வளர்த்து அச்செல்களிலுள்ள DNAவில் கதிரியக்கத்தன்மை பெறச் செய்யப்பட்டது. புகைப்படத்தில் இக்குறியிடப்பட்ட குரோமோசோம்களின் வெளிப்பரப்பு கருப்புப் புள்ளிகளில் வெள்ளி துகள்கள் சிதறடிக்கப்பட்டதைப் போன்று காணப்பட்டது.

இந்தக் குறியிடப்பட்ட குரோமோசோம்களைக் கொண்ட வேர் நுனிகளைக் குறியிடப்படாத கால்சைசன் கொண்ட வளரூடகத்தில் வளர்த்து அதன் மூலம் செல் பகுப்பின் மெட்டாநிலையில் அதன் மூலம் செல் பகுப்பின் மெட்டாநிலையில் அதன் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தி ஆட்டோரேடியோகிராபி மூலம் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தி ஆட்டோரேடியோகிராபி மூலம் இந்தக் குரோமோசோம்கள் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. இந்த ஆய்வின் மூலம் கண்டறிந்தவை,

1. கதிரியக்கத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்ட முதல் தலைமுறை குரோமோசோம்களில் கதிரியக்கமானது இரு குரோமோசோம்களிலும் காணப்பட்டது. ஏனெனில் பெற்றோர் DNA ஈரிழையில் இக்கதிரியக்கம் குறியிடப்பட்டுள்ளது. ஆனால் சேய் DNA இழையில் கதிரியக்கக் குறியீடுகள் காணப்படுவதில்லை.
2. இரண்டாம் தலைமுறை குரோமோசோமின் இரு குரோமோசோம்களில் ஒன்றில் மட்டும் தான் கதிரியக்கக் குறியீடு காணப்பட்டது.

இம்முடிவுகள் பாதி பழமைபேணும் முறையில் DNA இரட்டித்தலை நிரூபிக்கிறது.

### தாவரங்களில் புரதச்சேர்க்கை (Protein synthesis in Plants)

புரதச்சேர்க்கை செயல் மரபணு படியெடுத்தல் மற்றும் தகவல்பெயர்வு (translation) என்ற இருநிலைகளில் நடைபெறுகிறது.

#### தாவரங்களில் புரதச்சேர்க்கை

#### மரபணு படியெடுத்தல்(Transcription)

இந்த நிகழ்வின்போது DNA -வின் வடிவமைப்புச் செயலும் **உட்கருவில்** நிகழ்கின்றன. ஆனால் mRNAவில் உள்ள செய்தியின்(கார வரிசை) **மரபுத் தகவல் பெயர்வு** நிகழ்ச்சி மூலம் **சைட்டோபிளாசுத்தில்** காணப்படும் ரிபோசோம்களில் நிகழ்கிறது. மெய்யுட்கரு பெற்ற உயிரிகளில் (Eukaryotes) உருவாக்கம் mRNA-க்கள் ஒற்றைப் புரத உற்பத்திக்கான மரபுச் செய்திகளைப் பெற்று **மான்னோசிஸ்ட்ரோனிக் (monocistronic)** தன்மை கொண்டவைகளாக உள்ளன.

மரபணு படியெடுத்தலானது, படியெடுக்க வேண்டிய மரபணுவின் அமைவிடத்தில் உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் அகற்றப்பட்டு ஈரிழை DNA பிரிதலில் துவங்குகிறது.

#### வார்ப்பு இழை/குறியீடு செய்யா இழை / வெளிப்பாடடையா இழை (Template Strand / Non coding Strand / Antisense Strand)

DNA-வில் 3' → 5' திசையில் அமையப்பெற்ற mRNA படியெடுத்தலுக்கு வார்ப்பாக அமைந்த இழை **வார்ப்பு இழை** எனப்படுகிறது. இந்த இழை வெளிப்பாடடையா இழை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

#### குறியீடு கொண்ட இழை / வார்ப்பில்லாத இழை / வெளிப்பாடடையும் இழை (Coding Strand / Non-Template Strand / Sense Strand)

DNA-யின் வார்ப்பு இழைக்கு எதிராக 5' → 3' திசையிலமைந்த இழை **குறியீடு உற்ற இழை** எனப்படுகிறது.

படியெடுக்கப்பட்ட mRNAயின் கார வரிசைக்கு இயைந்த கார வரிசையை (தைமினுக்கு பதிலாக யுராசில் கொண்டு) பெற்றிருப்பதே இப்பெயர் வரக் காரணமாகும்.

படியெடுத்தல் நிகழ்விற்கு DNA-யில் அமைந்த ஒரு குறிப்பிட்ட கார வரிசை **முன்னியக்கியாக (promoter)** தேவைப்படுகிறது. இது TATA என்று அமைந்த கார வரிசையாகும். எனவே இப்பகுதி **TATA பேழை** என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த இலக்கிலிருந்து மட்டுமே mRNA படியெடுத்தல் நிகழ முடியும்.

இதே போல் DNA-யில் எந்த இலக்கில் mRNA பாலிமரேஸ் நொதி படியெடுத்தல் நிகழ்வை நிறுத்திக் கொள்ள வேண்டும் என்பதை உணர்த்த உதவும் கார வரிசை ஒன்றும் உள்ளது. DNA-யின் இந்த இலக்கு **முடிவுநிலை தொடர் வரிசை (Termination sequences)** என அழைக்கப்படுகிறது.

மெய்யுட்கரு பெற்ற உயிரிகளின் அமைப்பு மரபணு ஒன்று தனது நுண்ணியக்கியில் மூன்று பகுதிகளைப் பெற்றுள்ளது.

1. ஒழுங்குபடுத்தும் கூறுகள்
2. TATA பேழை

### 3. படியெடுத்தல் தொடக்க இலக்கு

#### படியெடுத்தல்

இவற்றுள் படியெடுத்தல் தொடக்க இலக்கு 25 கார வரிசைகளை இனங்கண்டறிய மேலோட்டத் தொடர்வரிசை TATAAT எனப்படும் TATA அல்லது ஹாக்னஸ் பேழை (Hogness box) மைய முன்னியக்கியாக காணப்படுகிறது. இவை படியெடுத்தல் நிகழ்வைக் கட்டுப்படுத்தும் புரதங்களாகும். இவற்றிற்குப் பொதுவான படியெடுத்தல் காரணிகள் (General Transcriptional Factor - GTF) என்று பெயர். சில படியெடுத்தல் காரணிகள் முன்னியக்கியுடன் நேரடியாகப் பிணைந்து கொள்கின்றன.

வேறு சில படியெடுத்தல் காரணிகள் ஒழுங்குபடுத்தும் கூறுகளுடன் இணைந்து பின்னர் படியெடுத்தல் நிகழ்வைத் துரிதப்படுத்துகிறது.

படியெடுத்தல் நிகழ்வு தொடங்க ஒழுங்குபடுத்தும் கூறுகள் உதவியால் RNA பாலிமரேஸ் மைய முன்னியக்கியை அடையாளம் காணுகிறது. இந்த ஒழுங்குபடுத்தும் கூறுகள் இரு பகுதிகளாகச் செயல்படுகின்றன.

1. தூண்டும் தொடர் வரிசை (Enhancer sequence)-இது செயலூக்கும் வரிசை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. படியெடுத்தல் நிகழ்வை ஊக்கப்படுத்துவதே இதற்குக் காரணமாகும்.
2. அமைதிப்படுத்தும் தொடர் வரிசை (Silencer sequence) -படியெடுத்தல் நிகழ்வை ஒடுக்க அல்லது குறைக்க உதவும் கார வரிசையாகும்.

**ஒருமித்த தொடர்வரிசை (Consensus sequence) -** ஒரு காரவரிசை மீண்டும் மீண்டும் ஓர் ஏற்கத்தக்க வரிசையில் ஒவ்வொரு அமைவிடத்திலும் அடிக்கடி அமைந்திருத்தல்.

இதைத் தொடர்ந்து பொதுவான படியெடுத்தல் காரணிகள் (GTF) மற்றும் RNAபாலிமரேஸ் II உடன்வழிநடத்தி (mediator) ஒன்றும் தேவைப்படுகிறது. இது தூண்டும் தொடர் வரிசை மற்றும் அமைதிப்படுத்தும் தொடர் வரிசைகளுடன் RNA பாலிமரேஸ் II-வை பொருத்த உதவுகிறது.

RNA பாலிமரேஸ் DNA-வுடன் நேரடியாகப் பிணைந்து கொள்வதில்லை. மாறாகப் படியெடுத்தல் காரணிகளை அரிய உதவும் முன்னியக்கியுடன் முதலில் இணைந்து பின்னர் படியெடுத்தல் செயலை நிகழ்த்துகிறது. இதில் முன்னியக்கியானது

DNA-விலுள்ள புரதத்திற்கான குறியீடு இலக்குகளைக் கண்டறிய உதவுகிறது.

முன்னியக்கியுடன் இணைந்து RNA பாலிமரேஸை வழிநடத்தப் படியெடுத்தல் காரணி முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. இதன் பின்னர் mRNA-விற்கான நியூக்ளியோடைட்கள் 5' → 3' திசையில் வரிசைப்படுத்தப்பட்டு RNA -யின் வளர் இழை உருவாக்கப்படுகிறது.

மெய்யுட்கரு உயிரிகள் மூன்று வகையான RNA பாலிமரேஸ் காணப்படுகிறது. இவை முறையே I, II மற்றும் III எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

நொதி	உற்பத்தி
RNA பாலிமரேஸ் I	ரிபோசோமின் பெரிய வகை RNAக்கள் (5S rRNA-வைத் தவிர)
RNA பாலிமரேஸ் II	mRNA - க்களின் முன்னோடிகள் (இவை hnRNAக்கள் எனப்படுகின்றன)
RNA பாலிமரேஸ் III	tRNA-க்கள், ரிபோசோமின் 5S RNA, உட்கருவின் சிறிய வகை snRNA-க்கள் (இவை snRNA-க்கள் (இவை snRNAக்கள் எனப்படுகின்றன.

முன்னோடி mRNA செயலாக்கத்தில் பக்குவப்பட்ட mRNA/RNA உருமாற்றத்தில் மூலக்கூறு செயல்முறை

மெய்யுட்கரு உயிரிகளிலுள்ள mRNA, tRNA, rRNA ஆகிய மூன்றும் முதல்நிலைப்படி எனப்படும் (primary transcript) முன்னோடி RNA-விலிருந்து உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த முன்னோடி RNA-வை படியெடுக்க RNA பாலிமரேஸ் II உதவுகிறது. மாற்றுயிரி உட்கருசார் RNA (heterogenous nuclear RNA) அல்லது hnRNA எனப்படும் முன்னோடி RNA சைட்டோபிளாசத்தை வந்து அடைவதற்கு முன்பு உட்கருவில் பதப்படுத்தப்படுகிறது.

**நுனி மூடல் (Capping)**

முதல்நிலை RNA படியின் (hnRNA) 5' முனையில் மெத்தில் குளுக்கோசைன் டிரைபாஸ். பேட் கொண்டு செய்யப்படும் சில மாற்றங்கள் நுனி மூடல் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

**உள் மெத்திலாக்கம்**

நுனிமூடலைத் தவிர்த்து mRNA-வில் காணப்படும் உள் நியூக்ளியோடைட்களுடன் மெத்தில் தொகுதி இணைகிறது. மரபுச்செய்திப் பெயர்வு, மரபுச்செய்திப் பெயர்வு அல்லாத பகுதிகள், இண்ட்ரான்கள் மற்றும் எக்சான்கள் ஆகியவற்றில் உள் மெத்திலாக்க இலக்குகள் காணப்படுகின்றன.

**நுனி மூடலின் தேவை**

1. RNA சிதைவைத் தடுக்க உதவுதல்
2. mRNA-யில் முன் அமைந்த முதல் இண்ட்ரான் நீக்க
3. mRNA-வை உட்கருவிலிருந்து சைட்டோபிளாசத்திற்கு கடத்துவதை ஒழுங்குபடுத்த
4. ரிபோசோமூடன் mRNA-வை பிணைக்க

**வால் உருவாக்கம் (Tailing / polyadenylation)**

1. hnRNA படியினைத் தகவல்பெயர்வு செய்வதற்கு உதவுதல்
2. பாலிபெப்டைட்களை தோற்றுவிப்பதற்கு உதவுதல்
3. சைட்டோபிளாசத்தில் mRNA-வின் நிலைத்தன்மையை அதிகரித்தல்

மெய்யுட்கரு உயிரிகளின் DNA-வில் உள்ள புரதம் ஒன்றைக் குறியிடும் பகுதிகள் தொடர்ச்சியாக இருப்பதில்லை. மாறாகத் தனித் துண்டங்களாக அமைந்து மரபணுக்களாகக் காணப்படுகின்றன. இதனை **ரிச்சர்டு J. ராபெர்ட்ஸ்** மற்றும் **ஃபிலிப் ஸார்ஃப்** என்ற இரு அறிஞர்கள் 1977-ல் கண்டறிந்து, இக்கண்டுபிடிப்பிற்காக 1993-ல் நோபல் பரிசு பெற்றனர். ஒரு மரபணுவின் இத்துண்டங்கள் **இண்ட்ரான்கள் (Introns)** மற்றும் **எக்ஸான்கள் (Exons)** என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றுள் எக்ஸான்கள் அமினோ அமிலங்களில் தொடர்வரிசைக்கான குறியன்களைப் பெற்ற துண்டங்களாகும். இவற்றிற்கிடையே அமைந்துள்ள இண்ட்ரான்கள் அமினோ அமிலங்களின் தொடர்வரிசைக்கான குறியன்கள் எதையும் பெற்றிருப்பதில்லை. எனவே இவை உருக்கொடுக்கும் புரதங்கள், பாலிபெப்டைடுகள், நொதிகள் போன்ற எவற்றையும் உருவாக்க உதவுவதில்லை. இந்த எக்ஸான்களும் இண்ட்ரான்களும் தற்போது **பிளவுபட்ட மரபணுக்கள்** என அழைக்கப்படுகின்றன.

**தாவரங்களில் RNA-விலிருந்து புரதத்தை அமைக்க உதவாத இண்ட்ரான்கள்** அகற்றப்பட்டு, எக்ஸான்கள் பின்னப்படும் செயலுக்கு RNA இயைத்தல் என்று பெயர். புரதங்கள் பலவற்றின் தொகுப்பாலான கோளவடிவ இயைத்தலுறுப்புகள் (**Spliceosomes**) என்ற துகள்கள் இதற்கு உதவுகின்றன. ஏறத்தாழ 40 முதல் 60 நானோ மீட்டர் விட்டம் கொண்ட துகள்களாக இவை உள்ளன. இவை, பல சிறிய உட்கரு RNAகளையும் (sn RNAs), சிறிய உட்கரு ரிபோநியூக்ளிய புரதத் துகள்களையும் (snRNPs) பெற்றவை. இவை இண்ட்ரான்களை இனமறியவும் நீக்கவும் உதவுகின்றன.

## தாவரங்களில் RNA இயைத்தல்

ரிசோஸைம் (Ribozymes) என்ற நொதியின் உதவியோடு, இயைத்தலுறுப்பு, இண்ட்ரான்களை அகற்றுகிறது. அதன் பின்னர் பக்குவப்பட்ட mRNA இயைத்த உறுப்பைவிட்டு வெளிவந்து, உட்கரு துளை வழியாக உட்கருவை விட்டுச் சைட்டோபிளாஸத்தை அடைந்து அங்குள்ள ரிபோசோம்களுடன், மரபுத்தகவல் பெயர்விற்காக இணைந்து கொள்கிறது. புரதங்கள் RNA-க்கள் ஆகிய அனைத்தும் உட்கருதுளை வழியாகச் சைட்டோபிளாஸத்திற்குக் கடத்தப்படுவது ஆற்றல் சார்ந்த ஒரு செயலாகும்.

### மரபுத் தகவல் பெயர்வு (Translation)

DNA-யில் உள்ள மரபுத் தகவல்களைப் பிரதி செய்து எடுத்துவரும் mRNA ரிபோசோமில் பிணைந்து பாலிபெப்டைடுகளை உருவாக்க உதவுகிறது. mRNA-வில் உள்ள நியூக்ளியோடைட் தொடர் வரிசை குறியீடுகள், புரதத்தில் உள்ள அமினோ அமிலத் தொடர் வரிசைக்கான குறியீடுகளாக, ரிபோசோமின் செயலாக்கத்தால் மாற்றப்படும் நிகழ்விற்கு மரபுத் தகவல் பெயர்வு என்று பெயர்.

### புரதச் சேர்க்கையில் கையாளப்படும் சொல்லாக்கங்கள்

**குறியன் (Codon):** DNA-யில் அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள மூன்று நியூக்ளியோடைட்கள் அமினோ அமிலம் ஒன்றிற்குரிய குறியீடாகக் கருதப்படுகிறது. இதற்கு முக்குறியீடு (Triplet code) என்று பெயர். படிபெடுத்தலுக்குப்பின் mRNA-யில் உள்ள குறியன்கள் 5' → 3' திசையில் படித்தறியப்பட்டு அமினோ அமிலத் தொடர் வரிசையாக மாற்றப்படுகிறது. மொத்தம் 64 குறியன்கள் உள்ளன. இவற்றுள் 61 குறியன்கள் அமினோ அமிலங்களைக் குறிக்கும் குறியன்களாகும். UAA, UAG மற்றும் UGA ஆகிய குறியன்கள் எந்த அமினோ அமிலங்களைக் குறிப்பதில்லை. எனவே இவை பொருள் உணர்த்தாக் குறியன்கள் எனப்படுகின்றன.

**தொடக்கக் குறியன் (Start codon) - AUG** மெத்தியோனின் என்ற அமினோ அமிலத்தைக் குறிக்கும் குறியன் தொடக்கக் குறியன் எனப்படுகிறது.

**நிறுத்த அல்லது இறுதி செய்யும் குறியன் (Stop or Termination codon):** ஆக்ரி எனப்படும் UAA, ஆம்பெர் எனப்படும் UAG, ஓபல் எனப்படும் UGA ஆகிய குறியன்கள் எந்தவித அமினோ அமிலத்தையும் குறிக்காத, பொருள் உணர்த்தாக் குறியன்களாகும். இவை நிறுத்த அல்லது இறுதி செய்யும் குறியன்கள் எனப்படுகின்றன.

**எதிர்குறியன்கள் (Anticodons):** அமினோ அமிலங்களைத் தாங்கி வரும் t RNA எனப்படும் மாற்று RNA-யில் உள்ள அடுத்தடுத்தமைந்த மூன்று நியூக்ளியோடைட்கள் எதிர்குறியன் எனப்படுகிறது. இது mRNA-வில் உள்ள ஒவ்வொரு குறியனுக்கும் இணை ஒத்தாக உள்ளது. mRNA-யில் உள்ள குறியன்கள் tRNA-வின் எதிர்க் குறியன்களால் tRNA -யின் 3' → 5' திசையில் இனமறியப்படுகின்றன.

### மரபுத் தகவல் பெயர்வின் செயலாக்கம்

இது கீழ்க்கண்ட முதன்மையான படிகளில் நிகழ்கிறது.

#### I. துவக்கமடைதல் (Initiation)

தூதுவ RNA எனப்படும் mRNA-யின் AUG என்ற குறியன் மரபுத் தகவல் பெயர்வைத் தொடங்கி வைக்கும் குறியன்களாகும். பெரு மூலக்கூறுகள் அடங்கிய ரிபோசோம் என்ற சைட்டோபிளாஸ நுண்உள்ளுறுப்பில் மரபுத்தகவல் பெயர்வு நிகழ்கிறது. பெரிய துணை அலகு சிறிய துணை அலகு என இரு கூறுகளைப் பெற்ற இது சவ்வு சூழப்படாத நுண் உள்ளுறுப்பாகும். தகவல் பெயர்வு சமயத்தில் மட்டுமே இந்த இரு துணை அலகுகளும் இணைந்து, mRNA-வை பிடித்துவைக்க உதவுகின்றன. பின்னர் mRNA-வில் உள்ள குறியன்களை படித்தறிவதன் மூலம் புரதச்சேர்க்கை

நிகழ்வு தொடங்குகிறது. அமினோ அமிலங்களை ரிபோசோமிற்குக் கொண்டு வந்து mRNA-வில் உள்ள மரபுத்தகவல்களுக்கு ஏற்ப வரிசைப்படுத்த உதவும் மூலக்கூறு இயக்கிகளாக மாற்று RNA-கள் என்ற tRNAகள் செயல்படுகின்றன. ரிபோசோம் RNA எனப்படும் rRNA அமைப்பு மற்றும் வினையூக்கி செயலாக்கத்தில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

ரிபோசோம் ஒவ்வொன்றும், mRNA-வை பிணைத்து வைக்க உதவும் இலக்கு ஒன்றையும், tRNA-வை பிணைத்து வைக்கத் தேவையான இரு இலக்குகளையும் பெற்றுள்ளது. tRNA-வை பிணைத்து வைக்க உதவும் இரு இலக்குகளில் ஒன்று P-இலக்கு என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

- P-இலக்கு-பெட்டைல் tRNAவை பிணைக்கும் இலக்கு இதுவாகும். இவ்விலக்கில் உள்ள tRNA, வளரும் பெட்டை சங்கிலியின் அடிநிலையின் இணைந்துள்ளது.
- A-இலக்கு - அமினோ அசைல் tRNA பிணைக்கும் இலக்கு இதுவாகும். இவ்விலக்கில் உள்ள tRNA, உள் கொண்டு வரப்படும் அமினோ அமிலங்களான அமினோஅஸில் பிணைப்பின் மூலம் தாங்கி வருகிறது. இந்த இலக்குகளில் tRNAவின் எதிர்க்குறியன்கள் mRNAவின் குறியன்களுடன் இணைந்து கொள்கிறது.

## 2. பாலிபெப்டைட் சங்கிலி நீட்சியடைதல் (Elongation of polypeptide chain)

ரிபோசோமின் P மற்றும் A இலக்குகள் அருகருகே உள்ளதால் அங்கு அமையும் tRNA-களை, mRNAயின் அருகமைந்த இணை ஒத்த குறியன்களுடன் கார இணை சேர ஏதுவாகிறது. mRNA-வின் நியூக்ளியோடைட் தொடர்வரிசைக்கு ஏற்பக் குறியன்களும் எதிர்க்குறியன்களும் இணைசேர்ந்து பாலிபெப்டைட் சங்கிலி உருவாகிறது.

**மரபணு குறியீடு பெயர்ப்பிகள் (Translators of the genetic code - tRNA):** tRNA கள், மரபணுக் குறியீடு பெயர்ப்பிகளாக இருந்து, மரபணுக் குறியீடான நியூக்ளிக் அமிலத் தொடர்வரிசையை அமினோஅமிலத் தொடர் வரிசையாக மாற்றுகின்றன. அதாவது மரபணுவிலிருந்து பாலிபெப்டைட்கள் தோன்ற உதவுகின்றன.

### மரபுத்தகவல் பெயர்வு

tRNAவுடன் அமினோ அமிலம் ஒன்று அஸில் தொகுப்பால் இணைந்து, தூண்டப்பட்ட அமினோ அஸில் tRNA முதலில் உருவாகிறது. இந்நிகழ்ச்சிக்குத் தேவையான ஆற்றலை ATP தந்து உதவுகிறது. mRNA-வின் தொடக்கக் குறியான AUG மரபுத் தகவல் பெயர்வைத் தொடங்கி வைக்கிறது. இது மெத்தியோனின் அமினோ அமிலத்திற்குரிய குறியனாகும். இதற்கு இணை ஒத்த எதிர் குறியனைப் பெற்ற tRNA இந்த அமினோ அமிலத்தைத் தாங்கி வந்து ரிபோசோமின் P-இலக்கில் அமர்கிறது.

அலனின் அமினோ அமிலத்திற்கான எதிர்க்குறியனைத் தாங்கிய இரண்டாவது tRNA மூலக்கூறு, ரிபோசோமின் A-இலக்கில் பிணைந்து அங்கு அமைந்துள்ள mRNA-யின் இணை ஒத்த குறியனுடன் இணை சேரும்போது **மெத்தினோனின்** மற்றும் **அலனைன்** அருகருகே கொண்டு வரப்படுகின்றன. பின்னர் அவற்றிற்கிடையே பெட்டைடு இணைவு தோன்றுகிறது.

இத்தருணத்தில் P-இலக்கில் உள்ள tRNA -விற்கும் **மெத்தியோனின்** அமினோ அமிலத்திற்குமிடையே உள்ள அஸில் பிணைப்பு துண்டிக்கப்பட்டு முதல் tRNA ரிபோசோமின் p-இலக்கைவிட்டு விலகுகிறது. பின்னர் mRNA இழையின் ஒருகுறியன் தூரம் (முன்று கார வரிசை தூரம்) ரிபோசோம் நகர்கிறது. இதனால் மெத்தியோனின் - **அலனைன்** தாங்கிய இரண்டாவது tRNA P-இலக்கிற்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது. இதற்கிடையில் மூன்றாவது tRNA அதற்குரிய மூன்றாவது அமினோ அமிலமான **சீரானுடன்** A-இலக்கில் வந்தடைகிறது. பின்னர் அலனின் மற்றும் சீரானுக்குமிடையே பெட்டைடு இணைவு ஏற்படுகிறது.

இதனை அடுத்து ரிபோசோம், mRNA யின் மூன்று கார வரிசை தூரம் நகர்ந்து, A-இலக்கில் உள்ள மூன்று அமினோ அமிலங்களைப் பெட்டை இணைவில் பெற்ற பெட்டைத் தர்பை tRNA, P-இலக்கிற்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது. இதனால் A இலக்கு காலி செய்யப்பட்டு அவ்விடத்திற்கு அடுத்த அமினோஅஸில் RNA கொண்டு வரப்படுகிறது.

இவ்வாறு tRNA A-இலக்கிலிருந்து, P-இலக்கிற்கு நகர்வது ரிபோசோமல் இடப்பெயர்வு எனப்படுகிறது. இந்த இடப்பெயர்விற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலை GTP-கொடுத்து உதவுகிறது.

பாலிபெப்டைட் உருவாக்கத்திற்காக அமினோ அமிலங்களுக்கிடையே பெட்டைடு பிணைப்பை ஏற்படுத்தும் ரிபோசோமில் உள்ள ரிபோசைம் - பெட்டைடு டிரான்ஸ்பெரேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது. ரிபோசோம், mRNA-வின் 5' → 3' திசையில் மூன்று காரவரிசை தூரம் படிப்படியாக நகரும்போது அமினோ அமிலங்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக, mRNAயின் வழிகாட்டலின்படி, பெட்டைடு இணைவின் மூலம் பிணையுற்று பாலிபெப்டைடாக இடப்பெயர்வடைகிறது. மரபு தகவல் பெயர்வு ஒரு ஆற்றல்சார் தேவை செயலாக்கம். துரிதமாகப் புரதச்சேர்க்கை நிகழும்போது ஒரு mRNA-யில் பல ரிபோசோம்கள் இணைவுற்று கணக்கற்ற பாலிபெப்டைடுகள் உருவாகின்றன. இவ்வாறு பல ரிபோசோம்கள் ஒரு mRNA-யுடன் இணைவு பெற்ற நிலைக்குப் பாலிசோம்கள் அல்லது பாலிரிபோசோம்கள் என்று பெயர்.

### 3. பாலிபெப்டைட் உற்பத்தி முடிவடைதல் (Termination of polypeptide synthesis)

முடிவுறுத்தம் குறியன்களான UAA, UAG அல்லது UGA இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்று ரிபோசோமின் A-இலக்கிற்கு வந்ததையும்போது, சைட்டோபிளாஸு புரதங்களில் ஒன்றான விடுவிக்கும் காரணி (release factors) அதனை இனமறிய உதவுகிறது. இந்த முடிவுறுத்தம் குறியன் ரிபோசோமை அடைந்ததும் புரதச்சேர்க்கை முடிவுக்கு வருகிறது. ஆகவே ரிபோசோம்கள் செல்லின் புரத உற்பத்தி தொழிற்சாலை எனப்படுகிறது. அத்துடன் ரிபோசோமின் இணை துணை அலகுகளும் பிரிந்து, பிணையுற்றிருந்து mRNA விடுவிக்கப்படுவதுடன் உருவான பாலிபெப்டைட் mRNA-வை விட்டு விலகுகிறது.

### தாவரங்களில் மாற்றுமுறை RNA இயைத்தல் (Alternative Splicing in plants)

தாவரங்களில் சூழல் அழுத்தங்களால் ஏற்படும் விளைவுகளிலிருந்து விடுபடுதலுக்குச் சீராக்கி மரபணு வெளிப்பாடு உதவுகிறது.

படியெடுக்கப்பட்ட mRNA ஒன்றின், இயைத்தல், களங்களை, வெவ்வேறு இலக்குகளில் தெரிவு செய்து இயைத்தல் செய்யப்பட்ட mRNA-கள் உண்டாகின்றன. இந்நிகழ்விற்கு மாற்றுமுறை RNA இயைத்தல் என்று பெயர். இவ்வாறு உருவான பல்வேறுவகை mRNAகளிலிருந்து வேறுபட்ட புரதமூலக்கூறுகள் தோன்றுதலுக்கு ஒத்த உருபுரதங்கள் என்று பெயர். மாற்றுமுறை RNA இயைத்தலில் பலமுறைகள் காணப்படுகின்றன. ஒரு மரபணுவிலிருந்து உருவாகும் இப்பலதரப்பட்ட புரதங்கள் ஒத்த வகையினப் புரதங்களாகக் கருதப்படுகின்றன அதிக எண்ணிக்கையில் இண்ட்ரான்கள் உள்ள mRNA-வில் இயைத்தல் நடைபெறும்போது இச்செயல் நிகழ்கிறது.

### தாவரங்களில் மாற்றுமுறை RNA இயைத்தல்

#### மாற்று முறை இயைத்தலின் முக்கியத்துவம்

1. மாற்றுமுறை இயைத்தலினால் உருவாகும் பலவகைப்பட்ட mRNA களினால், பல்வேறு வகையில் அமினோ அமில வரிசைகளைப் பெற்றும் மேலும் செயல்பாட்டில் வேறுபட்ட புரதங்கள் உருவாகின்றன.
2. ஒரு மரபணுவிலிருந்து ஒத்த உரு பெற்ற பல்வேறு புரதங்கள் தோன்றுகின்றன.
3. ஒரு மரபணுவிலிருந்து பல mRNA படிக்கள் தோன்றுகின்றன. மரபணு ஒன்றின் விளைபொருட்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகிறது.



4. சூழல் நிர்பந்தங்களைச் சமாளித்து அதற்கேற்ற தக அமைவுகளைப் பெற இது உதவுகிறது. அதாவது சூழலுக்கேற்ற பண்பைத் தேர்வு செய்ய இது உதவுகிறது.

### RNA - திருத்தப்படுதல் (RNA Editing) - தாவரங்களில் படியெடுத்தல் நிகழ்விற்குப் பின் நிகழும் RNA செயலாக்கம் (Post Transcriptional RNA Processing in Plants)

குறிப்பிட்ட புரதத்தை உருவாக்குவதற்காகப் படியெடுக்கப்பட்ட mRNA-வில் நியூக்ளியோடைட் ஒன்றைச் செருகுதல், நீக்குதல் அல்லது பதிலீடு செய்தல் நிகழ்வுகளின் மூலம், உருவாக்கப்படும் பாலிபெப்டைடின் அமினோஅமில தொடர்வரிசையில் மாற்றங்களை உண்டாக்குவதே இந்நிகழ்வாகும். முடிவாக உருவாகும் RNA-யில் அமினோ அமிலங்களைக் குறியீடு செய்யும் தொடர்வரிசை மாற்றப்படுவதால் தேவையான புரதத்தைப் பெறமுடிகிறது. பசுங்கணிகத்தின் மரபணுத்தொகையத்தில் குறியீடு செய்யப்பட்டு மரபுச்செய்தி, mRNA படியெடுத்தலுக்குப்பின் மாற்றியமைக்கப்படுதல் ஒரு குறிப்பிட்ட இலக்கில் மட்டுமே நிகழ்வது குறிப்பிடத்தக்கது. இந்த இலக்கு C → U இலக்காகும். அதாவது சைட்டோசின் காரத்திற்குப் பதிலாக யூராசில் காரம் அமைவதாகும்.

### RNA - திருத்தப்படுதல் - தாவரங்களில் படியெடுத்தல் நிகழ்விற்குப் பின் நிகழும் RNA வரிசை

இதே போன்ற திருத்தம் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தில் நிகழ்வதும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இவை இரண்டிலும் நிகழும் திருத்தம் பிரிமிடின் இடமாற்றம் என அழைக்கப்படுகிறது. அதாவது ஒரு பைரிமிடினுக்குப் பதிலாக மற்றொன்று மாற்றீடு செய்யப்படுதலாகும். இருவகையான RNA திருத்தியமைதல் அறியப்பட்டுள்ளது. (1) பதிலீடு திருத்தம்: மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள், பசுங்கணிகங்களில் காணப்படும் பிரிமிடின் இடமாற்றம் இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகும். (2) செருகல் அல்லது நீக்கல் திருத்தம்: இங்குப் புதியதாக ஒரு நியூக்ளியோடைட் இடையே செருகப்படுகிறது அல்லது முன்பிருந்த ஒரு நியூக்ளியோடைட் நீக்கப்படுகிறது.

### RNA திருத்தப்படுதலின் வகைகள்

ஆண்டு	Editing வகை	தாவரச்செல்லின் உள்ளூறுப்பு	இலக்கு	முடிவு
1989	C → U	தாவர மைட்டோகாண்ட்ரியா	mRNA	அமினோ அமிலங்களைப் பாதுகாத்தல் கோடான்களில் ஏற்படும் பல வேறுபாடுகள்
1990	U → C	தாவர மைட்டோகாண்ட்ரியா	mRNA	முதல் மேற்கோள் editing (U → C)
1991	C → U	தாவர பசுங்கணிகம்	mRNA	பசுங்கணிகத்தின் முதல் மேற்கோள்

### RNA திருத்தப்படுதலின் முக்கியத்துவம்

- உயர் தாவரங்களின் பசுங்கணிகத்தில் பேணப்பட வேண்டிய அமினோ அமிலங்களை மீட்டெடுக்க இச்செயல் உதவுகிறது. தொடக்கக் குறியன் மற்றும் முடிவு குறியன் ஆகியவை இதில் உள்ளடங்கும்.
- செல் நுண்உள்ளூறுப்புசார் மரபுப்பண்பு வெளிப்பாட்டைத் தாவரங்களில் ஒழுங்குபடுத்த உதவுகிறது.
- பரிணாமத் தோற்ற வளர்ச்சியில் பேணப்பட்ட அமினோ அமில எச்சங்களுக்குரிய மரபு குறியன்களை மீட்டெடுக்க இது உதவுகிறது.

### தாவும் மரபணுக்கள் (Jumping genes)

## தாவும் மரபணுக்களைப் பற்றி கேள்விப்பட்டிருக்கிறீர்களா?

‘இடமாற்றமடையும் மரபணுசார்கூறு’ எனவும் இது அழைக்கப்படுகிறது. மரபணு தொகையத்தில், ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு இடம்பெயரும் DNA தொடர் வரிசைகள் இவ்வாறு அழைக்கப்படுகின்றன. இதனை 1948-ஆம் ஆண்டு பார்பரா மெக்ளின்டாக் என்ற அமெரிக்க மரபியலாளர், மக்காச்சோளத் தாவரத்தில் கண்டறிந்து ‘இடம்பெயரும் கட்டுப்படுத்திக் கூறுகள்’ எனப் பெயரிட்டார். 20-ஆம் நூற்றாண்டின் மரபணு உருஅமைப்பிற்கான ஆய்வுகளில் பெரியதொரு மாற்றத்தினை இவரின் கண்டுபிடிப்பு ஏற்படுத்தியதால், 1983-ஆம் ஆண்டிற்கான நோபல் பரிசு இப்பெண்மணிக்கு வழங்கப்பட்டது. பார்பரா மெக்ளின்டாக் சோள விதையுறைகளில் தனித்த அல்பூரான் செல்களை ஆய்வு செய்தபோது வாக்யூலார் ஆந்தோசயனின் உற்பத்தியால் வேறுபட்ட வண்ணங்கொண்ட நீலம், பழுப்பு மற்றும் சிவப்பு புள்ளிகளுடன் நிலையற்ற பாரம்பரியமாதலைக் கண்டறிந்தார்.

சோளத்தாவரத்தின் மரபணுதொகையத்தில் Ac/Ds என்ற தாவும் மரபணுக்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் Ac செயலூக்கியாகவும், Ds தொடர்புக்கும் காரணியாகவும் உள்ளன. இவை இரண்டில் Ac தனித்துவமானது. உடலச் செல்களில் இது Dsவுடன் சேர்ந்துள்ள நிலையில், சோள விதையின் வண்ணத்திற்கான ஒங்கு மரபணு உள்ள இடத்திற்கு இடமாற்றமடைந்து, அதனைச் செயல்படாத மரபணுவாக மாற்றி வண்ணமற்ற விதைகள் தோன்றச் செய்கிறது. எனவே சீரான வண்ணம் கொண்ட விதைக்குப் பதிலாகத் திட்டிட்டுத்தான வண்ணம் கொண்ட விதைகள் தோன்றக் காரணமாகிறது. இந்த Ac - Ds கூறுகளை இடம்பெயரும் கட்டுப்படுத்திக் கூறுகள் என மெக்ளின்டாக் எடுத்துரைத்தாலும், சோளம் பற்றிய மரபணு ஆய்வாலான அலெக்ஸாண்டர் பிரிங் என்பவர் இடமாற்றக் கூறுகள் (Transposable elements) எனப் பெயரிட்டார். மரபணுத்தொகையங்கள் நிலைத்தன்மையுடையவை அல்ல, மாறாக நெகிழ்வுத்தன்மையுடையவை என்பதற்கான ஆதாரமாக விளங்கும் சோதனை மெக்ளின்டாக்கின் சோதனையே ஆகும்.

### இடமாற்றக் கூறுகளின் முக்கியத்துவம்:

1. புலப்படக்கூடிய சடுதி மாற்றங்களை, மற்றும் உயிரினத்தின் சடுதி மாற்ற வீதத்தைக் கண்டறிய இவை உதவுகின்றன.
2. பரிணாமத்தில் மரபணுசார் பன்மங்கள் உண்டாக இவை வழிவகுக்கின்றன.
3. மரபணுசார் ஆய்வுகளில் இவை சடுதிமாற்றிகளாகவும் நகலாக்கத்தின் அடையாளங்களாகவும், ஒரு மாதிரி உயிரினத்தினுள் அன்னிய DNA-வைப் புகுத்த உதவும் தாங்கிக் கடத்திகளாகவும் சிறந்த முறையில் கையாளப்படுகின்றன.

**தாவர மரபணு தொகையம் (Plant genome)** - ஓர் உயிரினத்தில் காணப்படும் மொத்த மரபணுக்கள் மற்றும் அவற்றிற்கிடையே அமைந்த பகுதிகள் ஆகிய அனைத்திற்கும் உரிய ஒட்டு மொத்த DNA அவ்வுயிரியின் மரபணுத்தொகையம் எனப்படுகிறது. உயிரினம் ஒன்றின் உயிரியல்சார் செயல்களுக்கான செய்திகளைக் குறிப்பதாக இது உள்ளது. தாவர மெய்யுட்கரு உயிரிகள் மூன்று தனிப்பட்ட மரபணு தொகையங்களைப் பெற்றுள்ளன. (1) உட்கரு மரபணு தொகையம் (2) மைட்டோகாண்ட்ரிய மரபணுத்தொகையம் (3) பசங்கணிக மரபணு தொகையம் தாவரங்களில் மட்டும் காணப்படுகிறது.

### அராபிடாப்சிஸ் தாலியானா

அராபிடாப்சிஸ் தாலியானா-சுவரொட்டிக் கொடி வகை(Thale cress) - எலி காது தாவரம்

1. மரபணுவியல் மற்றும் மூலக்கூறின் படிம வளர்ச்சியை அறிந்து கொள்ள உதவும் ஒரு மாதிரித்தாவரம் இதுவாகும்.
2. மரபணு தொகையம் முழுவதுமாகத் தொடர்வரிசைப்படுத்தப்பட்ட முதல் பூக்கும் தாவரமாகிய இது கடுகு குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.
3. ரிபோசோம் DNA வில் காணப்படும் உட்கருமணி அமைப்பான்களின் இரு பகுதியும் ரிபோசோமல் RNA-வைக் குறிக்கிறது. இது 2 மற்றும் 4-வது குரோமோசோம்களின் விளிம்பில் காணப்படுகிறது.

4. குறைந்த அளவு மரபணுத்தொகையம் பெற்ற அதாவது 10 குரோமோசோம்களை இருமடியாகப் பெற்ற ( $2n = 10$ ) தாவரம் இதுவாகும். ஓராண்டில் பல சந்ததிகளை உண்டாக்கும் தாவரமாகிய இது மரபணுசார் பகுப்பாய்விற்குப் பயன்படக்கூடியதாக உள்ளது. இதன் மரபணு தொகையத்தில் தொடர் DNA (Repetitive DNA)- யின் அளவு குறைவாகவே உள்ளது. 60 விழுக்காட்டிற்கும் மேலான DNA, தாவரத்தின் புரதங்களுக்குரிய குறியீடு பெற்றதாக இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது.
5. ஆய்வகங்களில் எளிதில் வளரக்கூடிய இத்தாவரம் மிகச் சிறியதாகவும், தற் கருவுறும் தாவரமாகவும், ஓராண்டு வாழும் நீள் நாள் தாவரமாகவும், அதிக விதைகளை உருவாக்கும் குறுகிய வாழ்க்கைச்சூழல் பெற்ற தாவரமாகவும் உள்ளது (ஆறு வாரங்கள் மட்டும்). தூண்டப்பட்ட சடுதிமாற்றங்களை இத்தாவரத்தில் எளிதில் மேற்கொள்ளலாம். மரபணுத்தொகைய வளம் இதில் அதிகமிருப்பதால் மரபுத்தோற்ற மாற்றங்களை எளிதில் மேற்கொள்ளலாம்.
6. நுண்புவி ஈர்ப்பு உள்ள இடங்களில் அதாவது விண்வெளியில் இத்தாவரம் வெற்றிகரமாகத் தனது வாழ்க்கைச்சூழலை முடிக்கிறது என்பதை 1982-ஆம் ஆண்டில் செய்யப்பட்ட சோதனைகளே நிரூபித்துள்ளன. மனிதனுடன் கூட்டாளியாக இத்தாவரத்தை அனுப்பி விண்வெளி ஆய்வு செய்ய முடியும் என்பதை இது காட்டுகிறது.



அலகு- 4

**உயிரிதொழில்நுட்பவியல் நெறிமுறைகளும் செயல்முறைகளும்**

உயிரிதொழில்நுட்பவியல் என்பது பயன்பாட்டு உயிரியல் செயல்முறை அறிவியலாகும். முனித இனத்திற்கும் மற்ற உயிரினங்களுக்கும் பயன்படக்கூடிய அறிவியல் வளர்ச்சி, உயிரியல் செயல்முறைகளின் பயன்பாடு, அமைப்பு மற்றும் தொகுதி எனக் கூறலாம். 1919 ஆம் ஆண்டு ஹங்கேரிய பொறியாளரான கார்ல் ஏர்கி என்பவரால் உயிரிதொழில் நுட்பவியல் என்ற சொல் உருவாக்கப்பட்டது. உயிரிதொழில் நுட்பவியல் என்ற சொல் உருவாக்கப்பட்டது. உயிரிதொழில்நுட்பவியல் என்பது உயிரினங்கள், திசுக்கள், செல்கள், நுண்ணுறுப்புகள் அல்லது தனிமைபடுத்தப்பட்ட மூலக்கூறுகளான நொதிகளை பயன்படுத்தி உயிரியல் அல்லது பிற மூலக்கூறுகளை அதிக மதிப்புடைய பொருட்களாக மாற்றும் செயல்பாடுகளை உள்ளடக்கியதாகும்.

**உயிர்தொழில்நுட்பவியலின் வளர்ச்சி**

கடந்த நூற்றாண்டுகளில் உயிரிதொழில் நுட்பவியல் மிக அபரிமிதமான வளர்ச்சியைப் பெற்றுள்ளது. இவ்வளர்ச்சியானது வழக்கமான அல்லது பாரம்பரிய உயிரிதொழில்நுட்பவியல் மற்றும் நவீன உயிரிதொழில்நுட்பவியல் எனும் இரு தலைப்புகளின் கீழ் நன்கு புரிந்துக்கொள்ள இயலும்.

**1. வழக்கமான அல்லது பாரம்பரிய உயிரிதொழில்நுட்பவியல்**

நம் மூதாதையர்களால் உருவாக்கப்பட்ட சமையலறை தொழில்நுட்பம் தான் இது. இத்தொழில்நுட்பத்தில் பாக்டீரியங்களையும், நுண்ணுயிரிகளையும் பயன்படுத்தி தயிர், நெய், பாலாடைக்கட்டி போன்ற பால்சார் பொருட்களும், இட்லி, தோசை, நாண், ரொட்டி, பிட்சா போன்ற உணவுப் பொருட்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பாரம்பரிய உயிரிதொழில்நுட்பம் ஓயின், பீர் போன்ற மதுபானத் தயாரிப்பிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

18ஆம் நூற்றாண்டுகளில் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்ப முன்னேற்றத்தின் காரணமாக சமையலறைத் தொழில்நுட்பம் அறிவியல் பூர்வ மதிப்பைப் பெற்றது.

**2. நவீன உயிரிதொழில்நுட்பவியல்**

நவீன உயிரிதொழில்நுட்பம் இரு முக்கிய அம்சங்களைக் கொண்டுள்ளது. இவை பாரம்பரியத் தொழில்நுட்பத்திலிருந்து வேறுபட்டவை.

- (i) மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பத்தின் மூலம் குறிப்பிட்ட தேவைக்காக புதியத் தயாரிப்புகள் பெறுவதற்கு மரபணு மாற்றம் செய்யப்படுதல்.
- (ii) புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட தொழில்நுட்பத்தின் உரிமை மற்றும் அதன் சமூகத் தாக்கம். இன்றையக் காலகட்டத்தில் உயிர்தொழில்நுட்பவியல் மூலம் உலகெங்கும் ஒரு பில்லியன் டாலர் வர்த்தகம் நடைபெறுகிறது. மருந்து நிறுவனங்கள், மதுபானத் தொழிலகங்கள், வேளாண் தொழிற்சாலைகள் மற்றும் பிற உயிரிதொழில்நுட்பம் அடிப்படையிலான தொழில்கள் அவற்றின் தயாரிப்புகளின் முன்னேற்றத்திற்காக உயிரிதொழில்நுட்பக் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நவீன உயிரிதொழில்நுட்பவியல் மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பம் மூலம் ஏற்படும் மரபணு மாற்றம் மட்டுமின்றி செல்லிணைவுத் தொழில்நுட்பத்தின் அனைத்து வழிமுறைகளையும் உள்ளடக்கியது. உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் முக்கிய அம்சங்களாவன பின்வருமாறு:

- நொதித்தல் : அமிலங்கள், நொதிகள், ஆல்கஹால்கள், உயிரி எதிர்ப்பொருட்கள், நுண் வேதியப்பொருட்கள், வைட்டமின்கள் மற்றும் நச்சுப் பொருட்களின் உற்பத்தி.
- ஒற்றை செல் புரதம், ஆல்கஹால் மற்றும் உயிரி எதிர்ப்பு பொருள் பெருமளவில் உற்பத்தி செய்வதற்கான உயிரித்திரள்
- நொதிகள் பதப்படுத்தும் தொழிற்சாலைகளில் உயிரி உணர்விகளாக செயல்படுதல்.
- ஹைட்ரஜன், ஆல்கஹால், மீத்தேன் போன்ற உயிரி எரிபொருள் உற்பத்தியில்

- நுண்ணுயிரி உட்புகட்டல்கள் (Inoculants) உயிரி உரங்கள் மற்றும் நிலைநிறுத்திகளாக
- இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சிதைப் பொருட்கள் மற்றும் மானோகுளோனல் ஆண்டிபாடி (Monoclonal Antibody) உற்பத்திக்கு தாவர மற்றும் விலங்கு செல் வளர்ப்பு.
- நுண்வேதியப்பொருட்கள், நொதிகள், தடுப்பூசிகள், வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள், உயிரி எதிர்ப்பொருட்கள் மற்றும் இண்டர்பெரான்களின் உற்பத்தியில் மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பம்.
- செயல்முறை பொறியியல் (Process Engineering) நீர் மறு சுழற்சி மற்றும் கழிவுப் பொருட்கள் சுத்திகரிப்பில் பயன்படுத்த உயிரிதொழில் நுட்பவியல் கருவிகளின் பயன்பாடு துறையில் பதப்படுத்தும் பொறியியல்.

இந்த அலகில் நவீன தொழில்நுட்பவியலின் பல்வேறு அம்சங்கள், அதன் உற்பத்திப் பொருட்கள், பயன்பாடு போன்றவை விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

### **உயிரி தொழில்நுட்பவியலுடன் இணைந்த துறைகள்**

21ஆம் நூற்றாண்டில் உயிரி தொழில்நுட்பவியல் பலத் துறைகளில் பயன்படுத்தப்படும் மிக முக்கிய பிரிவாகும். நம்முடைய வாழ்வில் பயன்படுத்தக்கூடிய ஒரு நம்பகமான துறையாகும். உயிரி தொழில்நுட்பவியல் வேறுபட்ட துறைகளாகிய வேளாண்மை, மருத்துவம், சுற்றுச் சூழல் மற்றும் வணிகம் ரீதியான தொழிற்சாலைகளில் விரிவான பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது.

#### **வரலாற்றுப் பார்வையில்**

பலதரப்பட்ட பயன்பாடுகள் கொண்ட இடைத்தொடர்புடைய அறிவியல் புலமாகத் திகழும் உயிரிதொழில்நுட்பவியல் வளர்ச்சியின் முக்கிய வரலாற்று நிகழ்வுகள் கீழே பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

#### **பொதுவான சகாப்தத்திற்கு முன்பு**

6000 கி.மு (பொ.ஆ.மு) – 3000 கிமு (பொ.ஆ.மு) - ஈஸ்ட்டைப் பயன்படுத்தி ரொட்டித் தயாரித்தல், பழச்சாறு மற்றும் தாவரக் கழிவுகளில் நொதித்தல் மூலம் மதுபானங்கள் தயாரித்தல்

#### **20ஆம் நூற்றாண்டிற்கு முன்பு**

1770 – ஆண்டோய்ன் லாவோசியர் வேதிய அடிப்படையிலான ஆல்கஹால் நொதித்தலை தந்தார்.

1798 – எட்வர்ட் ஜென்னர் பெரியம்மை நோய்க்கான முதல் வைரஸ் தடுப்பூசியை குழந்தைக்கு உட்செலுத்தினார்.

1838 – ஜெரார்டஸ் ஜோன்ஸ் முல்டர் மற்றும் ஜான் ஜேக்கப் பெர்சிலியஸ் ஆகியோரால் புரதம் கண்டுபிடிப்பு, பெயரிடல் மற்றும் பதிவு செய்யப்படல்.

1871 – எர்னஸ்ட் ஹோப், செய்லர் ஆகிய இருவரும் நொதி இன்வர்டேஸை கண்டுபிடித்தனர். அது தற்போதும் செயற்கை இனிப்பூட்டியாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

1876 – லூயிஸ் பாஸ்டர் நொதித்தலில் நுண்ணுயிரிகளின் பங்கினைக் கண்டறிந்தார்.

#### **20ஆம் நூற்றாண்டில்**

1917 – உயிரிதொழில்நுட்பவியல் என்ற சொல் கார்ல் எர்கி என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது.

1928 – அலெக்சாண்டர் பிளம்மிங் என்பவரால் பெனிசிலின் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

1941 – ஜார்ஜ் பீடில் மற்றும் எட்வர்டு டாட்டம் ஆகியோரால் நியூரோஸ்போரா கிராசாவில் மேற்கொள்ளப்பட்ட பரிசோதனையின் விளைவாக ஒரு மரபணு – ஒரு நொதி கருதுகோளை (One gene one enzyme hypothesis) முன்மொழிந்தனர்.

1944 – அவேரி, மேக்லியாட், மெக்கார்ட்டி ஆகியோர் DNAவை ஒரு மரபுப் பொருள் என கண்டறிந்தனர்.

1953 – ஜேம்ஸ் வாட்சன், பிரான்சிஸ் கிரிக் ஆகியோரால் DNA வின் இரட்டை இழை அமைப்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

1972 – ஆர்பர், ஸ்மித், நார்தர்ன்ஸ் ஆகியோரால் தடைகட்டு (Restriction) நொதிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

1973 – DNAவைத் துண்டித்தல் - பிளாஸ்மிட் DNA உடன் இணைத்தல், DNA மறுகூட்டணைவு தொழில்நுட்பம் - மரபுப் பொறியியல் - ஸ்டான்லி கோஹன், அன்னி சாங்க், இராபர்ட்

ஹீலிங் மற்றும் ஹெபர்ட் போயர் ஆகியோரால் மரபணு மாற்றம் செய்யப்படுதல்.

1975 – கோஹ்லர், மில்ஸ்டன் ஆகியோரால் மானோகுளோனல் ஆண்டிபாடி (Monoclonal antibody) உற்பத்தி செய்யப்பட்டது.

1976 – சாங்கர், கில்பர்ட் ஆகியோர் DNA தொடர்வரிசையாக்கத் தொழில் நுட்பத்தை உருவாக்கினார்கள்.

1978 – ஈ.கோலையில் மனித இன்கலின் உற்பத்தி

1979 – H.G.கோராணா என்பவரால் உயிருள்ள செல்லுக்குள் செயல்படக்கூடிய செயற்கை மரபணு உருவாக்கம்.

1982 – ஐக்கிய அமெரிக்க நாடு மனித பயன்பாட்டிற்கான மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பவியலின் முதல் மருந்தியல் உற்பத்திப் பொருளான ஹியூமுலினை (Humulin) அங்கீகரித்தது.

1983 – தாவரங்களின் மரபணு மாற்றத்திற்கு Ti- பிளாஸ்மிட் பயன்பாடு.

1986 – கேரி முல்லிஸ் என்பவரால் பாலிமரேஸ் சங்கிலித் தொடர் வினை (PCR) உருவாக்கப்பட்டது.

1987 – பையோலிஸ்டிக் மாற்ற முறையில் மரபணு மாற்றம்.

1992 – ஈஸ்ட்டின் முதல் குரோமோசோம் தொடர்வரிசைப்படுத்தப்பட்டது.

1994 – முதல் மரபணு மாற்றப்பட்ட உணவு: பிளேவர்சேவர் தக்காளியை அமெரிக்கா அங்கீகரித்தது.

1997 – அயன் வில்மர்ட் உட்கரு நகலாக்கத்தின் மூலம் முதல் மரபணு மாற்ற விலங்கான பாலூட்டி வகை ஆடு டோலியை உருவாக்கினார்.

2000 – முதல் தாவர மரபணு தொகையம் அராபிடாப்சிஸ் தாலியானாவில் தொடர் வரிசைப்படுத்தப்பட்டது.

## 21 ஆம் நூற்றாண்டில்

2001 – மனித மரபணுத் தொகைய செயல் திட்டம் மனித மரபணுத் தொகைய தொடர் வரிசையின் முதல் வரைவைக் கொடுத்தது.

2002 – ஓரைவா சட்டைவாவில் முதல் பயிர் தாவர மரபணு தொகையம் தொடர் வரிசைப்படுத்தப்பட்டது.

2003 – மனித மரபணு தொகைய செயல் திட்டம் நிறைவற்றது. இது மனிதனின் அனைத்து 46 குரோமோசோம்களில் உள்ள மனித மரபணுவின் தொடர்வரிசை மற்றும் இருப்பிடத்தின் தகவல்களை வழங்கியது.

2010 – சர் இராபர்ட் G.எட்வர்ட் ஆய்வுக்கூட சோதனை வளர்ப்பு முறையில் விலங்கு கருவுறுதலை நடத்திக் காட்டினார்.

2016 – பக்கவாத நோயாளிகளில் மீண்டும் நடக்க செய்ய தண்டு செல்கள் (stem cell) உட்செலுத்தப்பட்டது – தண்டு செல் சிகிச்சை.

2017 – இரத்த தண்டு செல்கள் ஆய்வகத்தில் வளர்ப்பு.

2018 – ஜேம்ஸ் அலிசன், டாக்டர் ஹோன்ஜோ ஆகிய இருவரும் நோய் தடுப்பு செல்களில் புரதம் இருப்பதை கண்டறிந்தனர். புற்று நோய் சிகிச்சையில் இதற்கு முக்கிய பங்கு காணப்பட்டது.

## பாரம்பரிய உயிரிதொழில்நுட்பவியல்

### (Traditional Biotechnology)

ஏற்கனவே விவரித்தது போல் நம்முடைய மூதாதையர்களால் உருவாக்கப்பட்ட இந்த சமையலறை தொழில்நுட்பம் தான் நொதிக்க வைக்கும் பாக்டீரியங்களை பயன்படுத்தியது. எனவே, இது உயிரினங்களில் இயற்கையாக அமைந்த திறன்களை அடிப்படையாக கொண்ட செயல்பாடுகளை உள்ளடக்கியது.

### நொதித்தல் (Fermentation)

நொதித்தல் எனும் சொல் இலத்தீன் மொழியின் “..பெர்விர் (fervere) லிருந்து பெறப்பட்டது. இது காய்ச்சுதல் (to boil) என்று பொருள்படும். நொதித்தல் என்பது வளர்சிதை மாற்றச் செயலில் கரிம மூலக்கூறுகளை (பொதுவாக குளுக்கோஸ்) ஏதேனும் எலக்ட்ரான் கடத்து சங்கிலி அல்லது ஆக்ஸிஜனற்ற நிலையில் அமிலங்கள், வாயுக்கள் அல்லது ஆல்கஹாலாக மாற்றுவது ஆகும். நொதித்தல் மற்றும் அவற்றின் நடைமுறை பயன்பாடுகளை பற்றிப் படிப்பது சைமோலாஜி ஆகும். இது 1856ஆம் ஆண்டு உருவாக்கப்பட்டது. அந்த ஆண்டில் பிரான்ஸ் நாட்டு வேதியியலார் லூயிஸ் பாஸ்டர்

ஈஸ்ட்டினால் நொதித்தல் உண்டாகிறது என்பதை நிரூபித்தார். உயிர் வாழ ஆக்சிஜனற்ற சூழல் தேவைப்படும் போது சில வகை பாக்டீரியங்களும் பூஞ்சைகளும் நொதித்தலை மேற்கொள்கின்றன. உணவு மற்றும் மதுபான தொழில்களில் நொதித்தல் செயல்கள் மிகவும் பயன்படக்கூடியதாக உள்ளன. இங்கு ஆல்கஹால் பானங்களை உருவாக்க சர்க்கரை கரைசல் எத்தனாலாக மாற்றப்படுகின்றன. ரொட்டிகளை உட்பச்செய்ய ஈஸ்டால் வெளியிடப்படும் CO<sub>2</sub> உதவுகிறது; காய்கறிகள் மற்றும் பால்சார் பொருட்களைப் பாதுகாக்கவும் மணமூட்டவும் பயன்படும் கரிம அமிலங்களின் உற்பத்தியிலும் பயன்படுகிறது.

## உயிரி வினைகலன் -Bioreactor (நொதிகலன் - Fermentor)

உயிரிவினைகலன் (நொதிகலன்) என்பது ஒரு பாத்திரம் அல்லது கொள்கலன் ஆகும். இது வினைபடு பொருட்களுடன் நுண்ணுயிரிகள் அல்லது அவற்றின் நொதிகள் தேவையான பொருட்களை உற்பத்தி செய்வதற்கு வினைபுரியும் வகையில் உகந்த சூழ்நிலையை வழங்கக் கூடியதாக வடிவமைக்கப்பட்டு இருக்கும். இந்த உயிரிவினை கலனில் காற்றோட்டம், கிளர்வூட்டம் (agitation), வெப்பநிலை, pH போன்றவை கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கும். நொதித்தல் மேற்கால் பதப்படுத்தம் மற்றும் கீழ்க்கால் பதப்படுத்தம் என இரு செயல்முறைகளை உள்ளடக்கியது.

### i. மேற்கால் பதப்படுத்தம் (Upstream process)

நொதித்தல் தொடங்குவதற்கு முன்பாக உள்ள அனைத்து செயல்முறைகளும் அதாவது நொதிகலனில் நுண்ணுயிர் நீக்கம், தயார்படுத்துதல், வளர்ப்பு ஊடக நுண்ணுயிர் நீக்கம் மற்றும் பொருத்தமான உட்புகட்டலின் (inoculum) வளர்ச்சி ஆகியவை மேற்கால் பதப்படுத்தம் எனப்படும்.

### ii. கீழ்க்கால் பதப்படுத்தம் (Downstream Process)

நொதித்தலுக்கு பிறகு உள்ள அனைத்து செயல்முறைகளும் கீழ்க்கால் பதப்படுத்தம் எனப்படும். இச்செயல்முறையில் வாலை வடித்தல் மையவிலக்கல், விசைக்கு உட்படுத்துதல், வடிகட்டுதல் மற்றும் கரைப்பான் மூலம் பிரித்தெடுத்தல் போன்றவை உள்ளடங்கியுள்ளன. பெரும்பாலும் இச்செயல்முறை விரும்பப்படும் விளை பொருளின் தூய்மையை உள்ளடக்கியது.

### நொதித்தல் செயல்முறை

- உற்பத்திப் பொருட்களைச் சார்ந்து உயிரி வினைகலன் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.
- குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை, pHல் பொருத்தமான வளர்தளப் பொருள் (substrate) நீர்ம ஊடகத்தில் சேர்க்கப்பட்டு பின்னர் நீர்க்கப்படுகிறது.
- இதில் உயிரினம் (நுண்ணுயிரிகள், விலங்கு / தாவர செல், செல் நுண்ணுறுப்புகள் அல்லது நொதிகள்) சேர்க்கப்படுகிறது.
- இது குறிப்பிட்ட கால அளவிற்கு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வைக்கப்படுகிறது.
- உயிரினம் காற்றுள்ள நிலையிலோ அல்லது காற்றற்ற நிலையிலோ தேவைகேற்ப வைக்கப்படலாம்.
- கீழ்க்கால் பதப்படுத்துதல் முறையைப் பயன்படுத்தி விளைப்பொருட்கள் பெறப்படுகின்றன.

### தொழிற்சாலையில் நொதித்தலின் பயன்பாடுகள்

நொதித்தல் பின்வரும் தொழில்சார் பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. அவையாவன:

1. நுண்ணுயிரி உயிரித்திரள் உற்பத்தி: நுண்ணுயிரி செல்களான (உயிரித்திரள்) பாசிகள், பாக்டீரியங்கள், ஈஸ்ட், பூஞ்சைகள் போன்றவை வளர்க்கப்பட்டு உலர்த்தப்பட்டு ஒற்றை செல் புரதம் (SCP) என்றழைக்கப்படும் முழு புரத மூலமாகப் பயன்படுகின்றன. இவை மனித உணவாகவோ, விலங்கு தீவனமாகவோ செயல்படுகின்றன. இதற்கு ஒற்றை / தனி செல் புரதம் என்று பெயர்.
2. நுண்ணுயிரி வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் நுண்ணுயிரிகள் மனித மற்றும் விலங்குகளுக்கு பயனுள்ளதாக இருக்கும் வேதியப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. இந்த பொருட்கள் வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவை இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

- **முதல்நிலை வளர்சிதை மாற்றப்பொருட்கள்:** நுண்ணுயிரிகளின் உயிர் செயல்முறைகளை பராமரிப்பதற்காக உற்பத்தி செய்யக்கூடியவை முதல்நிலை வளர்சிதை மாற்றப்பொருட்கள் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டு: எத்தனால், சிட்ரிக் அமிலம், லாக்டிக் அமிலம், அசிட்டிக் அமிலம்.
  - **இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப்பொருட்கள்:** இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப்பொருட்கள் நுண்ணுயிரிகளின் முக்கிய வாழ்க்கை செயல்முறைக்கு தேவப்படுவதில்லை. ஆனால் இவை மதிப்புக்கூட்டும் தன்மையுடையவை. இவற்றில் உயிரி எதிர்ப்பொருட்களும் (Antibiotics) உள்ளடங்கும். எடுத்துக்காட்டுகள்: ஆம்போடெரிசின்-B (ஐரெப்டோமைசஸ் நோடோஸ்), பெனிசிலின் (பெனிசீலியம் கிரைசோஜீனம்), ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் (ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் கிரைசஸ்), டெட்ராசைக்ளின் (ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் ஆரியோ. பேசியன்ஸ்), ஆல்கலாய்டுகள், நச்சு நிறமிகள், வைட்டமின்கள் மற்றும் பிற.
3. **நுண்ணுயிர் நொதிகள்:** நுண்ணுயிரிகளை வளர்க்கும் போது அவை வளர்ப்பு ஊடகத்தில் சில நொதிகளைச் சுரக்கின்றன. இந்த நொதிகள் சோப்பு, உணவு பதப்படுத்தும், மதுபானம் (brewing), மருந்தியியல் ஆகிய தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: புரோட்டீயேஸ், அமைலேஸ், ஐசோமெரேஸ், லைப்பேஸ் போன்றவை.
4. **ஊயிர்-சார் மாற்றம், உயிர்-சார் வேதிய மாற்றம் அல்லது தளப்பொருள் மாற்றம்:** நொதிக்க வைக்கும் நுண்ணுயிரிகள் மதிப்பு மிக்க தயாரிப்புக்களை உற்பத்தி செய்யும் திறனைக் கொண்டுள்ளன. எத்தனாவை அசிட்டிக் அமிலமாக (வினிகர்), ஐசோ புரோப்பனாவை அசிட்டோனாக, சார்பிட்டாவை சார்போஸ் சர்க்கரையாக (வைட்டமின் C உற்பத்திக்கு பயன்படுவது) ஸ்ராவை ஸ்ராய்டாக மாற்ற நொதித்தல் பயன்படுகிறது.

### தனிசெல் புரதம் (Single Cell Protein - SCP)

தனி செல் புரதம் என்பது விலங்கு உணவாக அல்லது மனித துணை உணவாக (supplementary food) பயன்படுத்தப்படும் நுண்ணுயிரிகளின் உலர்ந்த செல்களாகும். தனி செல் புரத உற்பத்தியில் பயன்படுத்தப்படும் நுண்ணுயிரிகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- பாக்டீரியங்கள் - மெத்தைலோபில்லஸ் மெத்தைலோட்ரோபஸ், செல்லுலோமோனாஸ் அல்கலிஜீன்ஸ்.
- பூஞ்சைகள் - அகாரிகஸ் கேம்பஸ்டிரிஸ், சாக்கரோமைசஸ் செர்வீசியே (ஈஸ்ட்), கேண்டிடா யுட்டிலிஸ்.
- பாசிகள் - ஸ்பைருலினா, குளோரெல்லா, கிளாமிடோமோனாஸ்

தனி செல் புரதங்கள் அவற்றின் புரதச்சத்து, கார்போஹைட்ரேட்டுகள், கொழுப்புகள், வைட்டமின்கள், தாது உப்புகள் போன்றவற்றின் காரணமாக முக்கியமான உணவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை உணவின் முக்கிய ஆதார அமைப்பாகிறது. மேலும் இது விண்வெளி வீரர்கள் மற்றும் அண்டார்டிக் கா பயணம் மேற்கொள்ளும் விஞ்ஞானிகளால் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உருளைக்கிழங்கு பதப்படுத்தப்படும் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து கிடைக்கும் கழிவுநீர் (தரசம் கொண்டது), வைக்கோல், வெல்ல சக்கைப்பாகு, விலங்கு உரம் மற்றும் கழிவுநீர் போன்ற பொருட்களில் ஸ்பைருலினாவை எளிதில் வளர்த்து அதிகளவில் புரதங்கள் தாது உப்புகள், கொழுப்புகள், கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் வைட்டமின்கள் நிறைந்த உணவை உண்டாக்கலாம். மேலும், இத்தகைய பயன்பாடுகள் சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டைக் குறைக்கிறது. 250 கி மெத்தைலோபில்லஸ் மெத்தைலோட்ரோபஸ், அதனுடைய மிக அதிகளவு உயிரித்திரள் பயன்பாட்டின் மூலம் 25 டன் புரத உற்பத்தியை உருவாக்கக்கூடும்.

### தனி செல் புரதத்தின் பயன்பாடுகள்

- இது புரதத்திற்கு மாற்றாகப் பயன்படுகிறது.
- இது ஆரோக்கியமான முடி மற்றும் தோலுக்கான அழகுப் பொருட்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



- இது புரதத்தின் மற்றும் ஊட்டச் சத்துக்களின் சிறந்த ஆதாரமாக கோழி வளர்ப்பில் பயன்படுகிறது. இது பறவைகள், மீன்கள், கால்நடைகள் போன்றவற்றின் உணவிற்காக பரவலாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- இது உணவுத் தொழிற்சாலைகளில் மணமூட்டியாக வைட்டமின் கொண்டதாக, அடுமனை பொருட்களின் ஊட்டச்சத்து மதிப்பை அதிகரிக்கும் காரணியாக, சூப்புகள், தயார்நிலை உணவுகள் மற்றும் உணவுக்குறிப்புகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- காகித தயாரிப்பிலும், தோல் பதப்படுத்துதலிலும், நுரை நிலைநிறுத்தியாகவும் இது பயன்படுகிறது.

### **நவீன உயிரிதொழில்நுட்பத்தில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்கள்**

நவீன உயிரிதொழில் நுட்பவியல் அனைத்து மரபணு-சார் பையாளுதல் முறைகள், புரோட்டோபிளாச இணைவு தொழில்நுட்பங்கள் மற்றும் பழைய உயிரிதொழில்நுட்பவியல் செயல்முறைகளில் மேற்கொள்ளப்பட்ட மேம்பாடுகள் போன்றவற்றை உள்ளடக்கியுள்ளது. நவீன உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் ஒரு சில முக்கிய மேம்பாடுகள் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

### **மரபணு- சார் பொறியியல்**

மரபணு சார் பொறியியல் அல்லது DNA மறுகூட்டிணைவு தொழில் நுட்பம் அல்லது மரபணு நகலாக்கம் என்பது ஒரு தொகுப்பான சொல்லாகும். இதில் வெவ்வேறு சோதனை செயல்முறைகள் உள்ளடக்கப்பட்டுள்ளன. இவை DNA மாற்றுவாக்கம் மற்றும் DNA ஐ ஒரு உயிரியிலிருந்து இருந்து மற்றொரு உயிரிக்கு மாற்றுதல் ஆகியவை நடைபெறுகின்றன.

முன்பே அலகு II ல் பாரம்பரிய மறுகூட்டிணைவிற்கான வரையறையை அறிந்திருப்பீர்கள். பாரம்பரிய மறுகூட்டிணைவு குன்றல் பகுப்பின் போது ஒத்த இணை குரோமோசோம்களுக்கிடையே ஏற்படுத்த மரபணு பரிமாற்றம் அல்லது மறுகூட்டிணைவைக் குறிக்கும். நவீன தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி செயற்கையாக மறுகூட்டிணைவை செயல்படுத்தப்படுவது மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பம் (rDNA தொழில்நுட்பம்) என்றழைக்கப்படுகிறது. மேலும் இது மரபணு மாற்ற தொழில்நுட்பம் என்றும் அழைக்கப்படும். குறிப்பிட்ட மரபணுவிற்கு குறியீடு செய்யும் DNA ஐ ஒரு உயிரியிலிருந்து இருந்து மற்றொரு உயிரிக்கு மாற்றம் செய்வதை இந்த தொழில்நுட்பமுறை தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. இதில் குறிப்பிட்ட தாங்கிக்கடத்திகள் (Vectors) முகவர்களாக செயல்படுத்தப்படுகின்றன அல்லது மின்துளையிடல் கருவி, மரபணு துப்பாக்கி போன்ற கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன அல்லது இது லிப்போசோம் மூலமோ, வேதியப் பொருட்கள் மூலமோ, நுண் உட்செலுத்துதல் (Microinjection) மூலமோ மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

### **மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பத்தின் படிநிலைகள்**

- நிகலாக்கம் செய்யப்பட வேண்டிய, விரும்பத்தகுந்த, மரபணுவை கொண்டுள்ள DNA துண்டைத் தனிமைபடுத்துதல். இதற்கு செருகி (Insert) என்று பெயர்.
- ஓம்புயிர் செல்லுக்குள்ளேயே சுயமாக பெருக்கமடையக்கூடிய தாங்கிக்கடத்தி எனும் ஒரு கடத்தி மூலக்கூறுடன் DNA துண்டுகளை செருகுவதினால் மறுகூட்டிணைவு DNA (rDNA) மூலக்கூறு உருவாக்கப்படுகிறது.
- rDNA மூலக்கூறை தாங்கியிருக்கும் மாற்றப்பட்ட ஓம்புயிரி செல்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் மற்றும் அவற்றை பெருக்கமடைய செய்தல்; இதன் மூலம் rDNA பெருக்கமடைகிறது.
- எனவே, இந்த அனைத்து செயலினால் செருகி அதிகளவு rDNA வையோ அல்லது அதன் பண்புகளை வெளிப்படுத்தும் அதிகளவு புரதங்களையோ உருவாக்குகிறது.
- எங்கெல்லாம் தாங்கிக்கடத்திகள் ஈடுபடுத்தப்படவில்லையோ அங்கெல்லாம் அந்த விரும்பத்தகுந்த மரபணு பாலிமேரேஸ் சங்கிலி வினை (PCR) தொழில்நுட்பத்தின் மூலம் பெருக்கமடையச் செய்யப்படுகிறது. இந்த பெருக்கமடைந்த நகல்கள் ஓம்புயிரி செல்லின் புரோட்டோபிளாஸ்த்தினுள் ஊசி மூலமோ அல்லது மரபணு துப்பாக்கி மூலமோ செலுத்தப்படுகின்றன.

PCR: பாலிமரேஸ் சங்கிலி வினை DNA வின் குறிப்பிட்ட பகுதியை நகலாக்கம் (மில்லியன்) செய்யப் பயன்படுத்தப்படும் பொதுவான ஆய்வக தொழில்நுட்பமாகும்.

### மரபணுப் பொறியியலுக்கான கருவிகள் (Tools for Genetic Engineering)

மேலே விவரிக்கப்பட்டதிலிருந்து இந்த தொழில்நுட்பத்தில் சில அடிப்படைக் கருவிகள் மறுகூட்டிணைவு DNA மூலக்கூறு உற்பத்தி செய்வதற்கு தேவைப்படுகிறது என்பது நமக்கு தெரிய வருகிறது. அடிப்படைக் கருவிகளாவன நொதிகள், தாங்கிக்கடத்திகள் மற்றும் ஒம்புயிரிகள். மரபணுப் பொறியியலில் தேவைப்படும் மிக முக்கிய நொதிகள் தடைகட்டு நொதிகள் (Restriction enzymes), DNA லைகேஸ் மற்றும் ஆல்கலைஞன் பாஸ்.படேஸ் ஆகும்.

### தடைகட்டு நொதிகள் (Restriction enzymes)

1963 ஆம் ஆண்டு பாக்டீரியோ .பாஜின் வளர்ச்சியை கட்டுப்படுத்தக் காரணமான இரண்டு நொதிகள் ஈஸ்டிரிச்சியா கேலையில் இருந்து தனிமைப்படுத்தப்பட்டன. ஒரு நொதி DNA உடன் மெத்தைல் தொகுதியை சேர்க்கிறது. மற்றொரு நொதி DNAஐ துண்டிக்கிறது. DNAஐ துண்டிக்கும் நொதி ரெஸ்ட்ரிக்டிவன் எண்டோ நியுக்ளியேஸ் ஆகும். இவை DNA மூலக்கூறுக்குள் குறிப்பிட்ட அடையாளம் காணக்கூடிய பகுதிக்கு அருகில் அல்லது இடத்தில் DNA ஐ துண்டிக்கின்றன. இதற்கு தடைகட்டுக் களம் (Restriction sites) எனப்படும். இவை செயல்படும் விதத்தின் அடிப்படையில் தடைகட்டு நொதிகள் எக்சோநியுக்ளியேஸ் (Exonuclease) மற்றும் எண்டோநியுக்ளியேஸ் (Endonuclease) என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

- எக்சோநியுக்ளியேஸ் நொதி DNA மூலக்கூறின் ஒரு முனையில் இருந்து நியுக்ளியோடைடுகளை நீக்குகிறது. எ-கா: 3', எக்சோ நியுக்ளியேஸ் III.
- எண்டோநியுக்ளியேஸ் நொதி DNA மூலக்கூறின் உட்புறம் உள்ள .பாஸ்.படேஸ் டை எஸ்டர் பிணைப்பை நீக்குகிறது. எ-கா: Hind II, EcoRI, PvuI, Bam HI, Taq I

ரெஸ்ட்ரிக்டிவன் (தடைக்கட்டு) நொதி	நுண்ணுயிர் ஆரம்	அங்கீகரிக்கக்கூடிய தொடர்வரிசை	துண்டுகள்
Alu I	ஆர்த்ரோபாக்டர் லூட்டியஸ்	5' AG/CT3' 3' TC/GA5'	A-GC-Tமழுங்கிய T-CG-Aமுனைகள்
BamHI	பேசில்லஸ் அமைலோலிக்யுபேசியன்ஸ்	5' G/GATCC3' 3' CCTAG/G5'	GG-A-T-Cஒட்டும்     C-C-T-A-GGமுனைகள்
EcoRI	எஸ்செரிச்சியா கோலை	5' G/AATTC3' 3' CCTAG/G5'	GA-A-T-T-Cஒட்டும்     C-T-T-A-AGமுனைகள்
HaeIII	ஹீமோபில்லஸ் ஏஜியாப்டஸ்	5' GG/CC 3' 3' CC/GG5'	G-GC-Cமழுங்கிய C-CG-Gமுனைகள்
HindIII	ஹீமோபில்லஸ் இன்புளுயென்சா	5' A/AGCTT3' 3' TTCGA/A5'	AA-G-C-Tஒட்டும்     T-T-C-G-AA

### ரெஸ்ட்ரிக்டிவன் எண்டோநியுக்ளியேஸ்: மூலக்கூறு கத்திரிகோல்கள்

ரெஸ்ட்ரிக்டிவன் எண்டோநியுக்ளியேஸ் நொதிகள் மூலக்கூறு கத்திரிகோல் எனப்படும். இவை மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பத்தின் அடித்தளமாக செயல்படுகின்றன. இந்த நொதிகள் பல

பாக்டீரியங்களில் உள்ளன. அங்கு இவை பாதுகாப்பு அமைப்பின் பகுதியாக செயல்படுகின்றன. இவற்றிற்கு தடைகட்டு மாற்றுவாக்க தொகுதி (Restriction modification system) என்று பெயர்.

ரெஸ்ட்ரிக்டிவன் எண்டோநியூக்ளியேஸ் மூன்று முக்கிய வகுப்புகளை கொண்டுள்ளது. வகை I, வகை II, வகை III. இவை செயல்படும் விதத்தில் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று வேறுபடுகின்றன.

வகை II நொதி மட்டும் மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பத்தில் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பொதுவாக, இது 4 – 8 bp (base pairs) கொண்டுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர்வரிசைக்குள்ளே DNAஐ அடையாளம் கண்டறிந்து துண்டிக்கிறது. சில நொதிகளுக்கான எடுத்துக்காட்டுகள் அட்டவணையாக 4.1ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ரெஸ்ட்ரிக்டிவன் நொதி Hind II எப்போதும் குறிப்பிட்ட வரிசையில் 6 காரஇணைகளை அடையாளம் கண்டறிந்து அவ்விடத்தில் DNA மூலக்கூறுகளை துண்டிக்கிறது. அவ்வரிசைகள் அடையாளத் தொடர்வரிசையுடன் கூடிய 900 க்கும் மேற்பட்ட தடைகட்டு நொதிகள் 230 வகை பாக்டீரியங்களில் இருந்து பிரித்து எடுக்கப்படுகின்றன.

ரெஸ்ட்ரிக்டிவன் எண்டோநியூக்ளியேஸ்கள் தகுந்த வழிமுறைகள் மூலம் பெயரிடப்படுகின்றன. நொதியின் முதல் எழுத்து பேரினப் பெயரையும், அடுத்த இரண்டு எழுத்துக்கள் சிற்றினத்தையும், அடுத்து வருவது உயிரினத்தின் இனக்கூறியையும், இறுதியாக ரோமானிய எண் அந்தக் கண்டுபிடிப்பின் தொடர்வரிசையையும் குறிப்பிடுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக: EcoRI என்பதில் E- என்ச்சரிசியா, CO - கோலை, R - RY 13 இனக்கூறியையும், I- கண்டுபிடிக்கப்பட்ட முதல் எண்டோநியூக்ளியேஸையும் குறிக்கிறது.

இது பல தடைகட்டு நொதிகளுக்கான இரு வேறு உயிரிஎதிர்ப் பொருள் தடுப்பு மரபணுக்களையும், அடையாளக் களங்களையும் (Recognition sites) கொண்டுள்ளது. இந்த தொடர்வரிசை தடைகட்டு களம் எனப்படுகிறது. இது பொதுவாக முன்பின் ஒத்த வரிசை (Palindrome) ஆகும். அதாவது அந்த களத்தில் இரண்டு DNA இழையின் தொடர்வரிசையில் 5'- 3' திசையிலும் வாசிப்பதற்கு ஒன்றாக உள்ளது.

எடுத்துக்காட்டு: MALAYALAM. இந்த சொல்லை எந்த திசையில் படித்தாலும் ஒன்றேயாகும்.

முன்பின் ஒத்த தொடர்வரிசை மாறிகள் (Palindromic repeats) DNA இழைகளிலுள்ள ஒரு சமச்சீரான மாறி தொடர்வரிசை

5' - CATTATATAATG - 3'  
3' - GTAATATATTAC - 5'

குறிப்பு: கார இணைகளின் தொடர்வரிசை முதல் வரிசையை ஒப்பிடும் போது மறுதலை திசையிலும் (reverse direction) ஒரே மாதிரி உள்ளதைக் காணலாம்.

ஒரு மரபணு நகலாக்கச் சோதனையின் வடிவமைப்பில் ஒரு தடைகட்டு நொதியினால் உண்டாக்கப்படும் சரியான வகை பிளவு முக்கியமானதாகும். ஒரு சில தடைகட்டு நொதிகள் இரண்டு DNA இழைகளின் மையப்பகுதியின் ஊடே பிளவு ஏற்படுத்துவதன் விளைவாக மழுங்கிய (blunt) அல்லது பறிக்கப்பட்ட முனை (flush end) உண்டாகிறது. இவை சமச்சீர் துண்டிப்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. சில நொதிகள் DNA ஐ வெட்டும் போது நீட்டிக் கொண்டு காணப்படும் முனைகள் உண்டாகின்றன. இவை ஒட்டும் (Sticky) அல்லது ஒட்டிணைவான (cohesive) முனைகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய வெட்டுகள் சமச்சீர்ற்ற வெட்டுகள் எனப்படுகின்றன.

ஒட்டும் மற்றும் மழுங்கிய முனைகள்

DNA மறுசூட்டிணைவு தொழில்நுட்பத்தில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்ற வேறு இரண்டு நொதிகள் DNA லைகேஸ் மற்றும் ஆல்கலைன் பாஸ்டிபேஸ் ஆகும்.

## DNA லைகேஸ்

DNA லைகேஸ் நொதி இரட்டை இழை DNA (dsDNA) வின் சர்க்கரை மற்றும் பாஸ்டிபேட் மூலக்கூறுகளை 5' - PO<sub>4</sub> மற்றும் ஒரு 3' - OH உடன், ஒரு அடினோசைன் டிரை பாஸ்டிபேட் (ATP) சார்ந்த வினையில் சேர்க்கின்றது. இதுT .பாஜிலிருந்த பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

## DNA லைகேஸ் வினை

### ஆல்கலைன் பாஸ்டிபேஸ்

ஆல்கலைன் பாஸ்டிபேஸ் என்பது DNA வை மாற்றி அமைக்கும் ஒரு நொதியாகும். இது இரட்டை இழை DNA வின் (dsDNA) 5' முனைப் பகுதியில் அல்லது ஒற்றை இழை DNA வில் (ssDNA) அல்லது RNA வில் குறிப்பிட்ட பாஸ்டிபேட் தொகுதியை சேர்க்கிறது அல்லது நீக்குகிறது. இதனால் அது சுய-கட்டுறுத்தத்தை (self-ligation) தடுக்கிறது. இது பாக்கிரியங்களிலிருந்தும் கன்றுக்குட்டி சிறுகுடல் பகுதியிலிருந்தும் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

### ஆல்கலைன் பாஸ்டிபேஸ் செயல்பாடு தாங்கிக்கடத்தி (Vectors)

மரபணு நகலாக்க சோதனையின் மற்றொரு முக்கியக் கூறு பிளாஸ்மிட் போன்ற ஒரு தாங்கிக்கடத்தியாகும். ஒரு தாங்கிக்கடத்தி என்பது சுய இரட்டிப்படையக் கூடிய ஒரு சிறிய DNA மூலக்கூறாகும். இது ஒரு கடத்தியாக செயல்படுகிறது மற்றும் நகலாக்கப் பரிசோதனைக்காக அதனுள் செருகப்பட்ட ஒரு DNA துண்டின் கடத்தியாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. தாங்கிக்கடத்தி நகலாக்க ஊர்தி (cloning vehicle) அல்லது நகலாக்க DNA (cloning DNA) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. தாங்கிக்கடத்திகளில் இரு வகைகள் உள்ளன. (1) நகலாக்கத் தாங்கிக்கடத்தி (Cloning vector) (2) வெளிப்படுத்தும் (Expression vector) தாங்கிக்கடத்தி. நகலாக்கத் தாங்கிக்கடத்தி பொருத்தமான ஒம்புயிரி செல்லுக்குள் நகலாக்க DNA செலுகலை (DNA-Insert) நகலாக்கம் செய்ய பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெளிப்படுத்தும் தாங்கிக்கடத்தி ஒம்புயிரினுள் புரதத்தை உண்டாக்குவதற்கான DNA செருகியை வெளிப்பாடடைய உதவுகிறது.

தடைக்கட்டு நொதிகளின் உதவியுடன் அயல் DNA துண்டு பிளாஸ்மிட் உடன் செருகப்படுகிறது

### தாங்கிக்கடத்தியின் பண்புகள்:

தாங்கிக்கடத்திகள் ஒம்புயிரி செல்லுக்குள் அவற்றுடைய DNA செருகலுடன் கூடவே பல மடங்கு நகல்களின் உற்பத்திக்காக தன்னிச்சையாக பெருக்கமடையும் திறனுடையது.

- இது அளவில் சிறியதாக இருக்க வேண்டும்; குறைந்த மூலக்கூறு எடை கொண்டிருக்க வேண்டும், அதாவது 10 கிலோபேஸிக்கும் (10kb) குறைவான அளவை எடையுடையது. இதன் காரணமாக ஒம்புயிரி செல்லுக்குள் நுழைதல் / மாறுதல் எளிதாகிறது.
- தாங்கிக்கடத்தி பெருக்கமடைதலுக்கான ஒரு தோற்றுவின (Origin) கொண்டிருக்க வேண்டும். இதனால் அது ஒம்புயிரி செல்லுக்குள் தன்னிச்சையாக பெருக்கமடையும் திறனைப் பெறும்.

- இது உயிரிஎதிர்ப்பொருள் தடுப்பு போன்ற பொருத்தமான அடையாளக் குறியை (marker) கொண்டிருக்க வேண்டும். இதனால் மரபணு மாற்றமடைந்த ஒம்புயிரி செல்லுக்குள் அதனை அடையாளம் கண்டறிய முடியும்.
- தாங்கிக்கடத்தி DNA செருகல் உடன் ஒருங்கிணைவதற்கு தனிப்பட்ட இலக்குக்களங்களைப் பெற்றிருக்க வேண்டும் மற்றும் அது தாங்கியிருக்கும் DNA செருகல் உடன் சேர்ந்து ஒம்புயிரி செல்லின் மரபணு தொகையத்துடன் ஒருங்கிணையும் திறனைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். பெரும்பாலான சாதாரணமாக பயன்படுத்தக்கூடிய நகலாக்கக் தாங்கிக்கடத்திகள் ஒன்றிக்கும் மேற்பட்ட தடைகட்டு தளங்களைக் கொண்டுள்ளன. இவை பல நகலாக்க களங்கள் (Multiple Cloning Site MCS) அல்லது பல இணைப்பான்கள் (Polylinker) எனப்படும். பல நகலாக்க களங்களின் (MCS) இருப்பு தேவைப்படும் தடைக்கட்டு நொதிகளை பயன்பாட்டிற்கு வழிவகை செய்கிறது.

ஒரு தாங்கிக்கடத்திக்குள் நகலாக்கத்தை எளிதாகுவதற்கு பின்வரும் பண்புகள் தேவைப்படுகின்றன.

### தாங்கிக்கடத்தியின் பண்புகள்

1. பெருக்கமடைதலின் தோற்றம்(Origin of replication - Ori): இந்த தொடர்வரிசையிலிருந்து தான் இரட்டிப்பாதல் தொடங்கப்படுகிறது. இந்த தொடர்வரிசையுடன் ஒரு துண்டு DNA இணைக்கப்பட்டால் ஒம்புயிரி செல்லுக்குள் அதனைப் பெருக்கமடையச் செய்ய முடியும்.
2. தேர்ந்தெடுக்கும் அடையாளக்குறி (Selectable marker): Ori ஐயும் சேர்த்து தாங்கிக்கடத்திக்கு ஒரு தேர்ந்தெடுக்கும் அடையாளக்குறி தேவைப்படுகிறது. இது மரபணு மாற்றமடையாத செல்களை அடையாளம் கண்டறிந்து அவற்றை நீக்குவதிலும் மரபணு மாற்றமடைந்த செல்களின் வளர்ச்சியை தேர்ந்தெடுத்து அனுமதிக்கிறது.
3. நகலாக்கக் களம் (Cloning Site): அன்னிய DNA ஐ இணைக்கும் பொருட்டு, தாங்கிக்கடத்திக்கு சில களங்கள் இருப்பினும் ஒரே ஒரு அடையாளக் களம் விரும்பத்தக்கதாக உள்ளது.

### தாங்கிக்கடத்தியின் வகைகள்

ஒரு சில தாங்கிக்கடத்திகள் கீழே விரிவாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

### பிளாஸ்மிட்

பிளாஸ்மிட் என்பது பாக்டீரிய குரோமோசோமைத் தவிர பாக்டீரிய செல்களில் குரோமோசோமிற்கு வெளியே காணப்படும் தன்னிச்சையாக பெருக்கமடையக் கூடிய இரட்டை இழை (ds circular DNA) வட்ட வடிவ DNA மூலக்கூறு ஆகும். பிளாஸ்மிட் அவற்றுடைய சொந்த பெருக்கமடைவதற்கான மரபணுசார் தகவல்களைக் கொண்டுள்ளது.

### pBR 322 பிளாஸ்மிட்

### pBR 322

pBR 322 மறுக்கட்டமைக்கப்பட்ட பிளாஸ்மிட் ஆகும். இது நகலாக்க தாங்கிக்கடத்தியாக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது 4361 bp கொண்டுள்ளது. pBRல் p என்பது பிளாஸ்மிட், B மற்றும் R முறையே பிளாஸ்மிட் உருவாக்கிய அறிவியல் அறிஞர்களின் பெயர்களான பொலிவர் மற்றும் ரோட்டிரிகஸ் ஆகிய இருவரையும் குறிக்கின்றன. 322 என்ற எண் அவர்களுடைய ஆய்வகத்தில் உருவாக்கப்பட்ட பிளாஸ்மிட்டின் எண்ணிக்கையாகும். இதில் இரண்டு வேறுபட்ட உயிரிஎதிர்ப்பொருள் தடுப்பு மரபணுக்களும் ( $amp^R$ ,  $tet^R$ ), பல தடைகட்டு நொதிகளுக்கான (Hind II, EcoRI, BamH I, Sal I, Pvu II, Pst I, Cla I) அடையாளக்களங்களும் மற்றும் Ori மரபணுவும் உள்ளன. பிளாஸ்மிட் பெருக்கமடைவதில் ஈடுபடும் புரதங்களும் Rop குறியீடு செய்கிறது.

## Ti பிளாஸ்மிட்

Ti பிளாஸ்மிட் பல இருவதையிலைத் தாவரங்களில் கழலைகளைத் தூண்டுவதற்கு காரணமான அக்ரோபாக்டீரியம் டியுமிபேசியன்ஸ் பாக்டீரியத்தில் காணப்படுகிறது. இது மாற்றும் (tra) மரபணுவைத் தாங்கியுள்ளது. மற்றும் இது T - DNA வை ஒரு பாக்டீரியத்திலிருந்து மற்றொரு பாக்டீரியம் அல்லது தாவர செல்லிற்கு மாற்றுவதற்கு உதவுகிறது. இந்த பிளாஸ்மிட் மாற்றும் மரபணுவை எடுத்துச் செல்கிறது. இது புற்று நோயூக்கிக்கான Onc மரபணு, பெருக்கமடைதலுக்கு தேவையான ori மரபணு மற்றும் ஒவ்வாத்தன்மைக்கான Inc மரபணுவை இந்த பிளாஸ்மிட் பெற்றுள்ளது. Ti பிளாஸ்மிட்டின் T - DNA தாவர-DNA உடன் நிலையாக ஒருங்கிணைக்கப்படுகிறது. அக்ரோபாக்டீரியம் பிளாஸ்மிட்கள் தாவரங்களில் விரும்பத்தக்க பண்புகளுக்கான மரபணுக்களை நுழைப்பதற்கு பயன்படுகிறது.

## தாங்கி கடத்திகளாக இடமாற்றிக்கூறுகள் (Transposon as Vector)

இடமாற்றிக்கூறுகள் (இடமாற்றம் செய்யப்பட வேண்டிய கூறு அல்லது இடம்பெயரும் கூறு) ஒரு புதிய அமைவிடத்தில் தம்மைச் செருகிக்கொள்ளத்தக்க DNA தொடர்வரிசையாகும். இந்த நிகழ்வில் இலக்கு அமைவிடத்தோடு எந்த ஒரு தொடர்வரிசை தொடர்பையும் பெற்றிராமல் மரபணுதொகையத்தில் இவை செருகப்பட வேண்டும். எனவே, இடமாற்றிக்கூறுகள் நடக்கும் மரபணுக்கள் (walking genes or jumping genes) எனப்படுகிறது. எனவே மரபணு மற்றும் புரத செயல்பாடுகளை பகுப்பாய்வு செய்வதற்கான மரபணுச் சார் கருவிகளாக இவை பயன்படுகின்றன. இவை ஒம்புயிரி செல்லில் புதிய புறவகையத்தை உண்டாக்குகிறது. அராபிடாப்சிஸ் தாலியானா மற்றும் ஈ.கோலை போன்ற பாக்டீரியங்களில் இடமாற்றிக்கூறுகளின் பயன்பாடு நன்கு ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளது.

நடக்கும் மரபணுக்கள் - மரபணு நடத்தலில் 1 kbக்கும் மேற்பட்ட நீண்ட DNA முழுமையாக தொடர்வரிசைப்படுத்தப்படுகிறது.

## வெளிப்பாடுடைய தாங்கிக்கடத்திகள் (Expression Vectors)

அயல் புரதங்களை வெளிப்படுத்துவதற்கு பொருத்தமான தாங்கிக்கடத்திகள் வெளிப்பாடுடைய தாங்கிக்கடத்திகள் ஆகும். இத்தாங்கிக்கடத்தி ஒம்புயிரியின் புரதங்களுக்கான படியெடுத்தல் மற்றும் தகவல் பெயர்வுக்குத் தேவையான சமிக் கைகளைக் கொண்டுள்ளது. அதிகளவில் அயல் புரதங்களை உற்பத்தி செய்வதற்கு ஒம்புயிரிக்கும் இது உதவுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: pUC 19 Vector.

## வெளிப்பாடு தாங்கிக்கடத்தி

தகுந்த ஒம்புயிரி (Competent Host) (மறுகூட்டிணைவு DNA கொண்டு மரபணு மாற்றம் செய்வதற்கான)

ஒரு உயிர் தொகுதி அல்லது ஒம்புயிருக்குள் மறுகூட்டிணைவு DNA மூலக்கூறுகள் பெருக்கம் அடைய வேண்டும். ஈ.கோலை, ஈஸ்ட் விலங்கு அல்லது தாவர செல்கள் போன்ற பல வகை ஒம்புயிர் செல்கள் மரபணு நகலாக்கத்தில் காணப்படுகின்றன. ஒம்புயிர் செல்களின் வகை நகலாக்கச் சோதனையைச் சார்ந்தது. ஈ.கோலை பெரும்பாலும் அதிகமாக பயன்படுத்தப்படும் உயிரியாகும். ஏனெனில் இதனுடைய மரபணு அமைப்பு விரிவாக ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளது. இதனை எளிதில் கையாளவும், வளர்க்கவும் முடியும். பல்வேறு வகை தாங்கிக்கடத்திகளை ஏற்கும் மற்றும் பாதுகாப்புமிக்கது. ஓர் ஒம்புயிர் செல்லாக ஈ.கோலையை விருப்பத் தேர்வு செய்வதற்கு ஒரு முக்கியமான பண்பு உகந்த வளர்ப்பு நிலையில் இதன் செல்கள் ஒவ்வொரு 20 நிமிடத்திற்கும் இரண்டாக பகுப்படைகின்றன.

## காஸ்மிட் (Cosmid)

காஸ்மிட்கள் ஒத்திணைவு நுணியைக் கொண்ட தொடர்வரிசையை அதாவது ஒத்திணைவு நுணியைக் (cohesive terminus - Cos) கொண்டுள்ள பிளாஸ்மிட் ஆகும். இவை அதனுடைய Cos

களத்தோடு உள்ள லாம்ப்டா (1) ஃபாஜ் ( $\lambda$ :பாஜ்) DNA வின் ஒரு துண்டையும், ஒரு பாக்டீரிய பிளாஸ்மிட்டையும் பெற்றுள்ள பிளாஸ்மிட்களிலிருந்து பெறப்பட்ட கலப்பு தாங்கிக்கடத்திகளாகும்.

### பாக்டீரியோஃபாஜ் தாங்கிக்கடத்திகள் (Bacteriophage Vectors)

பாக்டீரியோஃபாஜ் என்பது பாக்டீரியாவைத் தொற்றக்கூடிய வைரஸ்கள் ஆகும். மிகவும் சாதாரணமாக பயன்படுத்தப்படும் ஈ.கோலை ஃபாஜ்கள்,  $e$ -ஃபாஜ் ( $\lambda$ :பாஜ்) மற்றும் M13 ஃபாஜ் போன்ற ஃபாஜ் தாங்கிக்கடத்திகள் பிளாஸ்மிட் கடத்திகளை விட அதிக திறனுடையவையாகும். ஃபாஜ் தாங்கிக்கடத்திகளில் 25 kb வரை உள்ள DNA வை இணைக்க முடியும்.

லாம்ப்டா ஃபாஜ் ( $\lambda$ :பாஜ்): ஈஸ்டிரிச்சியா கோலையைத் தொற்றும் ஒரு வகைதொற்றல் நிலை பாக்டீரியோ  $e$ -ஃபாஜ் ( $\lambda$ :பாஜ்) ஆகும். லாம்ப்டா ஃபாஜின் ( $\lambda$ :பாஜ்) மரபணுத் தொகையம் 48502 bp நீளமுடையது. அதாவது 49 kb மற்றும் 50 மரபணுக்களைக் கொண்டுள்ளது.

### ஃபாஜ்மிட் தாங்கிக்கடத்திகள் (Phagemid Vectors)

ஃபாஜ்மிட் தாங்கிக்கடத்திகள் மறுகட்டமைப்பு செய்யப்பட்ட பிளாஸ்மிட் தாங்கிக்கடத்திகளாகும். இவற்றில் சொந்த தோற்றுவிமான  $ori$  மரபணு காணப்படுகிறது. இதை தவிர ஒரு ஃபாஜிலிருந்து பெருக்கமடையும் தோற்றுவிமையும் பெற்றுள்ளது. pBluescript SK (+/-)என்பது ஃபாஜ்மிட் தாங்கிக்கடத்திக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

### பாக்டீரிய செயற்கை குரோமோசோம் (Bacterial Artificial Chromosome Vector - BAC Vector)

பாக்டீரியாவின் செயற்கை குரோமோசோம் (BAC) என்பது ஒரு குறுகிய தூரம் கடத்தும் பிளாஸ்மிட் தாங்கிக்கடத்தியாகும். இது மிகப்பெரிய அளவிலாக அயல் DNA ஐ நகலாக்கம் செய்ய உருவாக்கப்பட்டதாகும். தாங்கிக்கடத்தி மறுகட்டமைவு DNA (rDNA) தொழில்நுட்பத்தில் மிகவும் பயனுள்ள நகலாக்கத் தாங்கிக்கடத்தியாகும். இவை 300 kb வரையிலான DNA செருகிகளை நகலாக்கம் செய்ய முடியும். மேலும் இவை நிலையானவை மற்றும் பயன்படுத்துவதற்கு எளிதானவை.

### ஈஸ்ட் செயற்கை குரோமோசோம் (Yeast Artificial Chromosome Vector - YAC Vector)

ஈஸ்ட் செயற்கை குரோமோசோம் பிளாஸ்மிட் கடத்தியும் ஈஸ்ட் குரோமோசோம் போன்றே செயல்படுகிறது. இது இரு வடிவங்களில் காணப்படுகிறது. அதாவது வட்ட வடிவ மற்றும் கோடு வடிவம். வட்ட வடிவ ஈஸ்ட் செயற்கை குரோமோசோம் பாக்டீரியங்களிலும், கோடு வடிவம் ஈஸ்ட் செயற்கை குரோமோசோம்கள் ஈஸ்ட் செல்லிலும் பெருக்கமடைகின்றன.

### குறைதாரத் தாங்கிக்கடத்திகள் (Shuttle Vectors)

இரு வேறுபட்ட சிற்றினங்களின் செல்களிற்குள் பெருக்கமடைவதற்கான வகையில் வடிவமைக்கப்பட்ட பிளாஸ்மிட்கள் தான் குறைதாரத் தாங்கிக்கடத்திகளாகும். இந்த தாங்கிக்கடத்திகள் மறுகட்டமைவு தொழில் நுட்பத்தினால் உருவாக்கப்பட்டவை. இந்த குறைதாரத் தாங்கிக்கடத்திகள் ஒரு ஒம்புயிரி செல்லில் பெருக்கமடைந்து வேறு எந்த மாற்றமும் தேவைப்படாமல் மற்றொரு ஒம்புயிரிக்கு இடம் பெயருகின்றன. பெரும்பாலான உண்மையுட்கரு தாங்கிக்கடத்திகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவையாகும்.

DNA ஒரு நீர் விரும்பும் மூலக்கூறு என்பதால் அது செல் சவ்வுகள் ஊடே கடக்க முடியாது. பிளாஸ்மிட்டை கட்டாயமாக பாக்டீரியங்களுக்குள் நுழைக்க, பாக்டீரிய செல்கள் DNA ஐ எடுத்துக்கொள்ள தகுந்தவையாக மாற்ற வேண்டும். இதற்கு கால்சியம் போன்ற இரு பிணைப்பு உடைய நேர் அயனியைக் கொண்ட ஒரு குறிப்பிட்ட செறிவில் பாக்டீரிய செல்கள் வைக்கப்பட வேண்டும். பின்பு மறுகூட்டிணைவு DNA இத்தகைய செல்களில் கட்டாயமாக நுழைக்கப்படுகிறது. இதற்கு இந்த செல்கள் மறு கூட்டிணைவு DNA உடன் பனிக்கட்டியில் வைக்கப்படுகின்றன மற்றும் இதனைத் தொடர்ந்து குறுகிய காலத்திற்கு 42°C (வெப்ப அதிர்ச்சி)ல் வைக்கப்பட்டு மற்றும் அதன் பின்பு மீண்டும் பனிக்கட்டியில் வைக்கப்படுகின்றன. இது மறுகூட்டிணைவு DNA வை பாக்டீரியங்கள் எடுத்துக் கொள்வதற்கு ஏதுவாக்கிறது.

உண்மையுட்கரு புரதங்களை வெளிப்பாடு அடையச் செய்ய உண்மையுட்கரு செல்கள் விருப்ப பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஏனெனில் ஒரு செயல்திறன் வாய்ந்த புரதத்தை உண்டாக்குவதற்கு அந்த புரதம் சரியாக மடிப்படைய வேண்டும் மற்றும் தகவல் பெயர்விற்கு பின் ஏற்படும் மாற்றங்களும் ஏற்பட வேண்டும். இது தொல்லுட்கரு செல்களில் (ஈ.கோலை) சாத்தியமில்லை.

### மரபணு மாற்ற முறைகள்

மறுகூட்டிணைவு DNA மூலக்கூறு உருவாக்கிய பின்னர் அடுத்த படிநிலை அவற்றை பொருத்தமான ஓம்புயிர் செல்லில் நுழைத்தலாகும். மறுகூட்டிணைவு தாங்கிக்கடத்திகளை நுழைப்பதற்கு பல செயல்முறைகள் உள்ளன. அவை தாங்கிக்கடத்தி வகை மற்றும் ஓம்புயிரி செல் போன்ற பல காரணிகளைச் சார்ந்தது.

தாவரங்களில் மரபணு மாற்றத்தை அடைவதற்கு அடிப்படை முன் தேவையாக தாங்கிக்கடத்தியை கட்டமைப்பு செய்ய வேண்டும். இந்த தாங்கிக்கடத்தி மரபணுவை தாங்கிச் செல்கிறது. இந்த மரபணு அதன் இரண்டு பக்கமும் தேவையான கட்டுப்பாட்டு தொடர்வரிசைகளால் சூழப்பட்டுள்ளது. அதாவது ஒரு முன்னியக்கி (Promotor) மற்றும் ஒரு முடிவுறுத்தி (Terminator) ஆகியவற்றால் சூழப்பட்டுள்ளது. பின்பு இந்த மரபணுக்கள் ஓம்புயிரி தாவரத்தில் வைக்கப்படுகிறது.

தாவரங்களில் இரண்டு வகையான மரபணு மாற்ற முறைகள் உள்ளன. அவை

- நேரடி (அ) தாங்கிக்கடத்தி அற்ற மரபணு மாற்றம் (Direct or vectorless gene transfer)
- மறைமுக (அ) தாங்கிக்கடத்தி வழி மரபணு மாற்றம் (Indirect or vector - mediated gene transfer)

### நேரடி அல்லது தாங்கிக்கடத்தி அற்ற மரபணு மாற்றம்:

நேரடி அல்லது தாங்கிக்கடத்தி அற்ற மரபணு மாற்ற முறையில் விரும்பத்தகுந்த அயல் மரபணுவை தாங்கிக்கடத்தி உதவி இல்லாமல் ஓம்புயிர் தாவரத்திற்குள்ளாக செலுத்தப்படுகிறது. பின்வருவன தாவரங்களில் நேரடி மரபணு மாற்றத்திற்கு சில பொதுவான முறைகளாகும்.

**அ. வேதியியல் வழி மரபணு மாற்றம்:** பாலி எத்திலீன் கிளைக்கால் மற்றும் டெக்ஸ்ட்ரான் சல்ஃபேட் போன்ற சில வேதிப் பொருட்கள் தாவரங்களில் புரோட்டோபிளாஸ்ட்களுக்குள் DNA வை எடுத்துக்கொள்ளத் தூண்டுகின்றன.

**ஆ. நுண் உட்செலுத்துதல் (Microinjection):** தாவர செல்களை மரபணு மாற்றம் செய்ய DNAவை நேரடியாக ஒரு மிக நுண்ணிய முனையுடைய கண்ணாடி ஊசி அல்லது நுண் பிப்பெட்டினைப் பயன்படுத்தி உட்கருவினுள் உட்செலுத்தப்படுகிறது. புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள் ஒரு திட தாங்கியின் மேல் (நுண்ணோக்கி கண்ணாடி கண்ணாடி தகட்டின் மேல் வைக்கப்பட்ட அகரோஸ்) நகர்வு முடக்கம் செய்யப்படுகின்றன. அல்லது உறிஞ்சு நிலையில் பிப்பெட்டால் நிலைநிறுத்தி வைக்கப்படுகிறது

**இ. மின்துளையாக்க முறையில் மரபணு மாற்றம் (Electroporation methods of gene transfer):** புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள் செல்கள் அல்லது திசுக்களுக்கு உயர் மின்அழுத்த விசை கொடுக்கப்படுகிறது. இது பிளாஸ்மா சவ்வில் தற்காலிக துளைகளை உண்டாக்குகிறது. இந்த துளைகள் மூலம் அயல் DNA உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.



## மின்துணையாக்க முறை மரபணுமாற்றம்

ஈ லிப்போசோம் வழி மரபணு மாற்ற முறை: செயற்கை பாஸ்போ லிப்பிடு லிப்போசோம்கள் என்ற நுண்பைகள் மரபணு மாற்றத்தில் பயன் உள்ளவையாக உள்ளன. மரபணு அல்லது DNA லிப்போசோமிலிருந்து தாவர செல்களின் நுண்பைகளுக்கு மாற்றப்படுகின்றது. இது காற்று உறை சூழப்பட்ட DNAவினால் நுண்குமிழ் பைக்குள் தாங்கிச் செல்லப்படுகிறது. இந்த தொழில்நுட்பமுறை அனுசூலமானது, ஏனெனில் லிப்போசோம் நுழைக்கப்பட்ட DNAவை நுண்குமிழ் பைகளிலுள்ள அமில pH, புரோட்டீயேஸ் நொதி ஆகியவற்றால் ஏற்படும் சிதைவிலிருந்து பாதுகாக்கிறது. மரபணு மாற்றத்தின் விளைவாக லிப்போசோம் மற்றும் காற்றுக் குமிழியின் டோனோபிளாஸ்ட் இணைகிறது. இந்த செயல்முறை லிப்போபெக்சன் என்று பெயர்.

### லிப்போசோம் மரபணுமாற்றம்

உ. பையோலிஸ்டிக் முறை: நுண்ணிய தங்க அல்லது டங்ஸ்டன் (1-3  $\mu\text{m}$ ) துகள்களால் பூச்சு செய்யப்பட்ட அயல் DNA இலக்கு திசு அல்லது செல்களின் மீது துகள் துப்பாக்கியை (மரபணு துப்பாக்கி (gene gun) / நுண் எறிதல் துப்பாக்கி (micro projectile gun) / வெடிப்புத் துப்பாக்கி (shot gun)) பயன்படுத்தி அதிக விசையுடன் செலுத்தப்படுகிறது. பின்பு தாக்கப்பட்ட செல்கள் அல்லது திசுக்கள் தேர்வு செய்யப்பட்ட ஊடகத்தில் வளர்க்கப்படுகின்றன. இதன் மூலம் மரபணு மாற்றமடைந்த செல்களிலிருந்து தாவரங்களை மீளருவாக்கம் செய்ய முடியும்.

## மரபணு துப்பாக்கிவழி மரபணுமாற்றம்

### மறைமுக அல்லது தாங்கிக்கடத்தி வழி மரபணு மாற்றம்:

ஒரு பிளாஸ்மிட் தாங்கிக்கடத்தி உதவியோடு ஏற்படுத்தப்படும் மரபணு மாற்றம் மறைமுக அல்லது தாங்கிக்கடத்தி வழி மரபணு மாற்றம் எனப்படுகிறது. தாவர மரபணு மாற்றத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் பல்வேறு தாங்கிக்கடத்திகளில் முக்கியமாக பயன்படுத்தப்படுவது அக்ரோபாக்டீரியம் டிபுமிபேசியன்ஸின் Ti பிளாஸ்மிட் ஆகும். இந்த பாக்டீரியம் Ti பிளாஸ்மிட் (கழலையை உண்டாக்கும்) என அழைக்கப்படும் பிளாஸ்மிட்டையும் பெரிய பரிமாற்ற DNAவின் (T-DNA – கடத்து DNA) ஒரு பகுதியையும் கொண்டுள்ளது. இவை தொற்றுதலுக்குள்ளாகும் செல்களின் தாவர மரபணுத் தொகையறத்திற்கு மாற்றப்பட்டு தாவர கழலையை (மகுட கழலை-Crown gall) உண்டாக்குகின்றன. இந்த பாக்டீரியத்திற்கு அதனுடைய பிளாஸ்மிட்டின் T-DNA பகுதியை தாவர மரபணு தொகையறத்திற்குள் செலுத்தக்கூடிய இயல்பான திறன் உள்ளதால், காயமடைந்த களங்களில் உள்ள செல்கள் தொற்றுதல் அடைகின்றன. இதன் காரணமாக இது தாவரங்களின் இயற்கை மரபணுப் பொறியாளர் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

அயல் மரபணுவும் (எடுத்துக்காட்டாக பூச்சிகளின் தாக்கத்திற்கு தடை ஏற்படுத்தும் Bt மரபணு) தாவர தேர்வு அடையாளக் குறி மரபணுவும் (இது பொதுவாக npt II போன்ற உயிரி எதிர்ப் பொருள் மரபணுவாகும்; இது கேனாமைசீன் என்ற உயிரிஎதிர்பொருளுக்கு தடையை உண்டாக்குகிறது.) Ti பிளாஸ்மிட்டின் T-DNA பகுதியில் நகலாக்கம் செய்யப்படுகின்றன. இவை தேவையற்ற DNA தொடர்வரிசை இடங்களுக்கு பதிலாக நகலாக்கம் செய்யப்படுகின்றன.

## மறுகூட்டிணைவு செல்களுக்கான சலிக்கை செய்தல் (Screening for Recombinants)

பொருத்தமான ஒம்புயிர் செல்லில் மறுகூட்டிணைவு DNAவை நுழைத்த உடன் rDNA மூலக்கூறைப் பெற்ற செல்களை அடையாளம் கண்டறிவது மிகவும் அவசியமாகும். இந்த செயல் சலிக்கைச் செய்தல் (Screening) என்று அழைக்கப்படுகிறது. மறுகூட்டிணைவு அடைந்த செல்லில் உள்ள தாங்கிக்கடத்தி அல்லது அயல் DNA பண்புகளை வெளிப்படுத்துகின்றது. மாறாக மறுகூட்டிணைவு அடையாத செல்கள் இந்த பண்புகளை வெளிப்படுத்துவது இல்லை. இதற்காக சில முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றில் ஒரு முறை நீலம் வெண்மைத் தேர்வு முறையாகும்.

## உட்செருகுதல் செயலிழப்பு – நீலம் - வெண்மை காலனி தேர்வு முறை

இது மறுகூட்டிணைவு பிளாஸ்மிட்டை சலிக்கைச் செய்ய பயன்படுத்தப்படும் ஒரு திறன் மிக்க முறையாகும். இம்முறையில் lacZ என்ற ரிப்போர்டர் மரபணு ஐ தாங்கிக்கடத்திற்குள் செருகப்படுகிறது. இந்த lacZ –காலக்டோசிடேஸ் என்ற நொதிக்கு குறியீடு செய்கிறது. மேலும் இது தடைகட்டு நொதிக்கு குறியீடு செய்கிறது. மேலும் இது தடைகட்டு நொதிக்கு பல அடையாளக் களங்களை கொண்டுள்ளது.

X - gal என்றழைக்கப்படும் (5-புரோமோ -4 குளோரோ - இண்டோலைல் - - D-காலக்டோபைரனோசைட்) செயற்கை தளப்பொருட்களை-காலக்டோசிடேஸ் உடைக்கிறது மற்றும் கரையாத நீல நிற விளைபொருளை உருவாக்குகிறது. lacZ க்குள் அயல் மரபணுவை வைக்கும் போது இந்த மரபணு செயலிழக்கிறது. எனவே நீலநிறம் உண்டாகாது. வெண்மை நிறம் காணப்படுகிறது. ஏனெனில் lacZ செயலிழப்பினால் β-காலக்டோசிடேஸ் உண்டாக்கப்படுவதில்லை. எனவே தளப்பொருளில் வெண்மை நிற காலனிகளை உருவாக்கும். rDNA கொண்ட ஒம்புயிரி செல் X-galஐ பெற்றுள்ளன. மாறாக மறுகூட்டிணைவு DNA பெற்றிராத இதர செல்கள் நீலநிற காலனிகளை உண்டாக்குகின்றன. காலனி நிற அடிப்படையில் மறுகூட்டிணைவு அடைந்த செல்கள் தெரிவு செய்யப்படுகின்றன.

- அ) நீல – வெண்மைக்காக வடிவமைக்கப்பட்ட பிளாஸ்மிட் தாங்கிக்கடத்தி  
ஆ) நீல- வெண்மை காலனி தேர்வு

### உயிரி எதிர்ப்பொருள் தடுப்பு அடையாளக் குறி (Antibiotic Resistance Marker)

உயிரி எதிர்ப்பொருள் தடுப்பு அடையாளக் குறி என்பது ஒரு மரபணுவாகும். இது செல்களில் உயிரி எதிர்ப்பொருளுக்கான எதிர்ப்புத் தன்மையை வழங்கும் ஒரு புரதத்தை உண்டாக்குகிறது. மரபணு மாற்றப்பட்ட DNA கொண்ட பாக்டீரியங்களை உயிரிஎதிர்ப்பொருள் கொண்ட ஒரு வளர்தளத்தில் வளர்ப்பதின் மூலம் அடையாளம் கண்டறியலாம். மறுகூட்டிணைவு அடைந்த செல்கள் இந்த வளர்தளத்தில் வளர்கின்றன. ஏனெனில் ஆம்பிசிலின், குளோரோம்.பினிக்கால், டெட்ராசைக்கிளின் அல்லது கேனாமைசின் கொண்ட எதிர் உயிரி பொருட்களுக்கு தடையைக் குறியீடு செய்யும் மரபணுக்களை இவை பெற்றுள்ளன. மாறாக இதர செல்கள் இந்த வளர்தளத்தில் வளர முடியாது. எனவே இது ஒரு பயனுள்ள தேர்வு செய்யப்படக்கூடிய அடையாளக் குறியாக பயன்படுகிறது.

### நகல் தட்டிடுதல் தொழில்நுட்பமுறை (Replica plating technique)

இத்தொழில்நுட்பத்தில் வளர்ப்புத் தட்டில் வளர்க்கப்படும் காலனிகள் நகல் எடுக்கப்படுகின்றன. வளர்ப்பு தட்டில் வளரும் காலனிகளின் வளர்ப்பு தட்டின் மீது நுண்ணுயிர் நீக்கப்பட்ட ஒரு வடிதட்டை ஒற்றி எடுக்கப்படுகிறது. பின்னர் வடிக்கட்டையை இரண்டாவது நுண்ணுயிர் நீக்கப்பட்ட வளர்ப்பு தட்டில் ஒற்றி எடுக்க வேண்டும். இதன் விளைவாக புதிய தட்டு முந்தையத் தட்டில் காலனிகள் இருந்த அதே ஒப்பு அமைவிடங்களில் தொற்று பெற்ற செல்களைக் கொண்டுள்ளது. பொதுவாக இரண்டாவது தட்டில் பயன்படுத்தப்படும் ஊடகம் முதல் தட்டில் பயன்படுத்தப்படும் ஊடகத்திலிருந்து வேறுபடுகிறது. இதில் உயிரிஎதிர்ப்பொருள் கொண்டுள்ளது அல்லது வளர்ச்சி காரணிகள் இல்லை. இவ்வகையில் மாற்றப்பட்ட செல்கள் தெரிவு செய்யப்படுகின்றன.

### நகலாக்க தட்டிடுதல் தொழில்நுட்ப முறை

மூலக்கூறு தொழில்நுட்பமுறைகள் (Molecular Techniques) – மரபணுப் பொருளின் பிரித்தெடுத்தலும், இழும் மின்னாற்பிரித்தலும் (Isolation of Genetic Material and Gel Electrophoresis)

மின்னாற்பிரித்தல் என்பது ஒரு பிரித்தல் தொழில்நுட்பமுறையாகும். இது நேர் மற்றும் எதிர் மின்னூட்டம் கொண்ட வெவ்வேறு உயிரி மூலக்கூறுகளை பிரிக்கப் பயன்படுகிறது.

### நெறிமுறை

மின்சாரம் (DC) செலுத்தும் போது மூலக்கூறுகள் அவற்றின் மின்சமையைப் பொறுத்து இடம் பெயர்கின்றன. வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளின் மின்சமைகள் வெவ்வேறானவை.

+ve மின்னூட்டம் பெற்ற நேர்மின் அயனிகள் ஆனது (-ve) எதிர்மின்வாய் நோக்கி நகர்கிறது.

-ve மின்னூட்டம் பெற்ற எதிர்மின் அயனிகள் ஆனது (+ve) நேர்மின்வாய் நோக்கி நகர்கிறது.

### அகரோஸ் இழும் மின்னாற்பிரிப்பு (Agarose GEL electrophoresis)

குறிப்பிட்ட DNA துண்டுகளை தூய்மைப்படுத்த இம்முறை முக்கியமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. சில 100 முதல் 20,000 வரையிலான கார இணைகள் உள்ள DNA துண்டுகளை பிரித்தெடுக்க அகரோஸ் பொருத்தமான DNA துண்டுகளை தூய்மைப்படுத்த பாலிஅக்ரலமைட் இழும் (Polyacrylamide)

உகந்ததாக கருதப்படுகிறது. இந்த இழும் பல்படிய சிக்கலான மூலக்கூறுகளால் ஆன கூட்டமைப்பாகும். DNA மூலக்கூறு எதிர் மின்சமையுடைய மூலக்கூறு ஆகும். இது மின் புலத்தில் வைக்கப்படும்போது இழும் வழியாக இடம் பெயர்கிறது. அளவு தெரிந்த அடையாள குறி பெற்ற DNA துண்டுகளில் அடிக்கடி மின்னாற்பிரித்தல் நிகழ்த்தப்படும் போது அது தெரியாத னுயே மூலக்கூறின் இடைசெருகுதலினால் துல்லியமாக அளவிட அனுமதிக்கிறது.

**அகரோஸ் இழும் மின்னாற்பிரித்தலின் நன்மைகளாவன:** அதிக உணர் DNA திறனில் பட்டையானது நன்கு கண்டறியப்படுகிறது. இந்த இழும்த்தில் உள்ள DNA வின் பட்டையானது எத்தியம் புரோமைட் (Ethidium bromide) என்னும் சாயத்தைக் கொண்டு சாயமேற்றப்படுகிறது. DNA ஐ கண்ணுக்கு புலனாகும் மிளிர் ஒளியில் கண்டறியலாம். அதாவது புறஊதா கதிரில் மிளிர் ஒளி மூலம் ஒளியூட்டும் போது இது ஆரஞ்சு மிளிர் ஒளியை உண்டாக்குகிறது மற்றும் இதை புகைப்படம் எடுக்கலாம்.

விவசாயத்தில் கண்டறிதல் என்பது தாவரத் திசுக்களில் நோய்க் காரணிகளைக் கண்டறிப் பயன்படுத்தப்படும் பல்வேறு வகைச் சோதனைகளை குறிப்பதாகும். மிகவும் திறன்மிக்க இரண்டு முறைகளாவன.

1. ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) நொதிகளுடன் இணைக்கப்பட்ட நோய் தடுப்பைக் கூராய்ந்தறிதல்.

ELISA என்பது எதிர்புரதம் மற்றும் கண்டறிய உதவும் காரணிகளைப் பயன்படுத்தி நோய்க்காரணிக்குறி சிற்றினங்களை அறிய உதவும் முறையாகும் அதிகளவும் நடவுகளிலிருந்து வைரஸ் பாதிக்கப்பட்ட தாவரங்களை தாவர நோய் அறிகுறி உள்ளவற்றை களையெடுக்க ELISA வின் பயன்பாடு நன்கு அறியப்பட்டுள்ளது.

### 2. DNA துருவி

வைரஸ்கள் மற்றும் பிற நோய் காரணிகளைக் அடையாளம் காண்பதற்கு DNA துருவிகள், கதிரியக்க மற்றும் கதிரியக்கம் அல்லாதவைகள் (நார்தன் மற்றும் சதர்ன் ஒற்றியெடுப்பு) பிரபலமான கருவியாகும்.

### உட்கரு அமில கலப்புறுத்தம் (Nucleic Acid Hybridization) – ஒற்றியெடுப்பு நுட்பமுறைகள்

அதிக எண்ணிக்கையிலான மூலக்கூறுகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட தேவைப்படும் DNA அல்லது RNA தூண்டுகளை குறிப்பாக அடையாளம் காண ஒரு பிரித்தறியும் கருவியாக ஒற்றியெடுப்பு முறையானது பரவலாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒற்றியெடுத்தல் என்பது வகைகாட்டு (Sample) உட்கரு அமிலங்களை நகரும் முடக்கம் அல்லது திட தாங்கியில் (solid support) நைட்ரோசெல்லுலோஸ் (நைலான்படலம்) ஈடுபடுத்தும் செயல்முறையாகும். ஒற்றியெடுக்கப்பட்ட உட்கரு அமிலங்கள் பின்பு கலப்புறுத்தச் சோதனைகளில் அவற்றின் குறிப்பிட்ட இலக்கை கண்டறியப் பயன்படுகிறது.

## ஒற்றியெடுப்பு தொழில்முறைகளின் வகைகள் (Types of Blotting Techniques)

**சுதர்ன் ஒற்றியெடுப்பு (Southern Blotting):** அகரோஸ் இழுமத்திலிருந்து நைட்ரோசெல்லுலோஸ் சவ்விற்கு DNA-வை மாற்றுவது சுதர்ன் ஒற்றியெடுப்பு எனப்படும்.

**நார்தர்ன் ஒற்றியெடுப்பு (Northern Blotting):** நைட்ரோசெல்லுலோஸ் சவ்விற்கு RNA -வை மாற்றுவது நார்தர்ன் ஒற்றியெடுப்பு எனப்படும்.

**வெஸ்டர்ன் ஒற்றியெடுப்பு (Western Blotting):** புரதத்தை நைட்ரோசெல்லுலோஸ் சவ்விற்கு மன்னாற்பிரிப்பு மூலம் மாற்றுவது வெஸ்டர்ன் ஒற்றியெடுப்பு எனப்படும்.

**சுதர்ன் ஒற்றியெடுப்பு தொழில்நுட்பமுறைகள் (Southern Blotting Techniques)–DNA:** இந்த செயல்முறை 1975ல் சுதர்ன் (Southern) என்பவரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இதில் இயல்பிழந்த னுயே (Denatured DNA) அகரோஸ் கூழ்மத்திலிருந்து நைட்ரோசெல்லுலோஸ் தாளிற்கு அல்லது வடிகட்டிதாளுக்கு (Filter Paper Technique) மாற்றப்படுகிறது. இந்த தொழில்நுட்பமுறை சுதர்ன் ஒற்றியெடுப்பு தொழில்நுட்பமுறை சுதர்ன் ஒற்றியெடுப்பு தொழில்நுட்பமுறை (Southern Blotting Technique) என அழைக்கப்படுகிறது.

### படிநிலைகள்

அகரோஸ் கூழ்மத்திலிருந்து நைட்ரோசெல்லுலோஸ் வடிகட்டிதாளுக்கு DNA வை மாற்றுவது நுண்புழை செயல்பாட்டின் (Capillar action) மூலம் சாத்தியமாகிறது.

சோடியம் சலைன் சிட்ரேட் (SSC) என்ற தாங்கல் கரைசல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் DNA அதிகமாக கரைகிறது. இதனை நைட்ரோ செல்லுலோஸ் சவ்விற்கு இழுமம் மூலம் மாற்றப்படுகிறது.

இந்த நிகழ்வின் காரணமாக ssDNA-வானது சவ்வின் ஊடகத்தில் பிடிக்கப்படுகிறது.

இந்த DNA உட்கரு அமிலத்துடன் கலப்புறுத்தம் செய்யப்படுகிறது மற்றும் இதை கதிரியக்க படமெடுப்பு மூலம் கண்டுணரலாம்.

கதிரியக்க படமெடுப்பு (Autoradiography) – கதிரியக்கம் உண்டாக்கும் ஒரு பொருளில் அடையாளமிடப்பட்ட ஒரு கூறு (component) வெளிப்படுத்தப்படாத ஒளிப்படச் சுருளோடு வைக்கப்படும் போது அடையாளமிடப்பட்ட கூறிலிருந்து உமிழப்படும் ஒளி அல்லது கதிரியக்கதால் உண்டாக்கப்படும் ஒரு பிம்பத்தை ஒளிப்படப் பால்மத்தில் (Photographic emulsion) உருவாக்கும் தொழில்நுட்ப செயல்முறையாகும்.

### நார்தர்ன் ஒற்றியெடுப்பு (Northern Blot)

RNA செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டுடன் பிணைக்கப்படுவதில்லை என்பது அறியப்பட்டுள்ளது. எனவே, ஆல்வின் மற்றும் அவரது குழுவினர் (1979) ஒரு செய்முறையை திட்டமிட்டனர். இதில் RNA பட்டைகள் அகரோஸ் இழுமத்திலிருந்து நைட்ரோஸ் செல்லுலோஸ் வடிகட்டிதாளுக்கு மாற்றப்படுகின்றன. இழுமத்திலிருந்து சிறப்பு வடிகட்டிதாளுக்கு (Special Filter Paper) RNA மாற்றப்படுவது நார்தர்ன் ஒற்றியெடுப்பு கலப்புறுத்தம் எனப்படுகிறது. நார்தர்ன் ஒற்றியெடுப்பு கலப்புறுத்தம் எனப்படுகிறது. நார்தர்ன் ஒற்றியெடுப்பிற்கு பயன்படுத்தப்படும் வடிகட்டிதாள் வாட்மேன் 540 எனும் தாளில் இருந்து தயாரிக்கப்படும் அமைனோ பென்சைலாக்சிமெத்தில் (Amino Benzyloxymethyl) தாள் ஆகும்.

### வெஸ்டர்ன் ஒற்றியெடுப்பு (Western Blot)

ஒற்றியெடுப்பு தாளுக்கு மின்னாற்பிரிப்பு முறையில் புரதங்கள் மாற்றப்படுவது வெஸ்டர்ன் ஒற்றியெடுப்பு எனப்படுகிறது. வெஸ்டர்ன் ஒற்றியெடுப்பு தொழில்நுட்பமுறையில் நைட்ரோ செல்லுலோஸ்

வடிதாள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கதிரியக்க அடையாளமிடப்பட்ட எதிர்ப்புரதம் (antibody) ஒன்றினால் ஒற்றியெடுப்பு துருவி மூலம் ஆய்வு செய்யும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட புரதம் அடையாளப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த எதிர்ப்புரதம் ஒரு குறிப்பிட்ட புரதத்துடன் இணைகிறது. இந்த புரதத்திற்கு எதிராகத்தான் இந்த எதிர்ப்புரதம் தயாரிக்கப்பட்டதாகும்.

### இலக்கு மரபணு விளைவை உயிராய்ந்தறிதல் (Bioassay for Target Gene Effect)

இலக்கு மரபணு என்பது நகலாக்கம் செய்யப்பட வேண்டிய அல்லது சிறப்பாக சடுதிமாற்றம் செய்ய வேண்டிய இலக்கு DNA, அயல் DNA (foreign DNA), பயணி DNA (Passenger DNA), வெளியில் உருவாகும் DNA (exogenous DNA), தேவப்படும் DNA அல்லது செருகல் DNA (insert DNA) ஆகும். மரபணு இலக்கு சோதனைகள் உட்கருக்களை இலக்குகளாக கொண்டுள்ளன. மரபணு வெளியேற்றத்திற்கு (Gene Knock-out). வழிவகுக்கின்றன. நோக்கத்திற்கு இரண்டு வகை இலக்குகள் தாங்கி கடத்திகள் (Vectors) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. (i) உள் செருகும் தாங்கிக்கடத்திகள் (insertion vectors) (ii) பதிலீடு அல்லது மாற்றீடு தாங்கிக்கடத்திகள் (replacement vectors.)

**ஊடுதொற்றுதல் (Transfection):**வைரஸ் அல்லாத முறைகளால் செல்லினுள் அயல் உட்கரு அமிலங்கள் (foreign nucleic acid) நுழைக்கப்படுதலாகும்.

1. உட்கருகும் தாங்கிக்கடத்தி (Insertion vectors) ஒத்த இடத்திற்குள் (homologous regions) தாங்கிக்கடத்திகள் நேர்க்கோட்டு அமைப்புகளாக (linearised) மாற்றப்படுவதால் இலக்காக தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அமைவிடத்தில் முழுவதுமாக செருகப்படுகின்றன. முதலில், இந்த தாங்கிக்கடத்திகள் வட்ட வடிவமாக உள்ளன என்றாலும் நேர் கோட்டு அமைப்புகளாக மாறுகின்றன. தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அடையாளக்குறிகளுக்கு (selectable markers) அருகில் உள்ள தொடர்வரிசைகளின் இரட்டிப்படைதலுக்கு வழிவகுக்கின்றன.

2. மாற்றீடு தாங்கிக்கடத்தி (replacement vector) ஒரே இடத்தைப் பெற்றுள்ளது (Homology region) மற்றும் ஒத்த நேர்க்கோட்டில் (Co-linear) அமைந்ததாகும். இந்த தாங்கிக்கடத்தி ஊடுதொற்றுதலுக்கு (transfection) முன்னர் ஒத்த இடத்திற்கு வெளியே தன்னை நேர்க்கோட்டு அமைப்பாக மாற்றிக் கொள்கிறது. ஒரு குறுக்கேற்றம் ஏற்பட்டு உள் நுழையும் DNA- ஆல் வெளியில் உருவான DNA மாற்றீடு செய்யப்படுகிறது.

### மரபணு தொகையத் தொடர்வரிசையாக்கமும் மற்றும் தாவர மரபணு தொகைய செயல்திட்டங்களும் (Genome sequencing and Plant Genome Projects)

ஒரு உயிரினத்தின் / செல்லின் அனைத்து பண்புகளையும் நிர்ணயிக்கின்ற அனைத்து மரபணுக்களின் தொகுப்பு மரபணுத் தொகையம் எனப்படும். இந்த மரபணுத் தொகையம் உட்கரு மரபணுத் தொகையமாகவோ, மைட்டோகாண்டிரிய மரபணுத் தொகையமாகவோ அல்லது கணிக மரபணுத் தொகையமாகவோ இருக்கலாம். பல தாவரங்களின் மரபணுத் தொகையம் செயல்படும் மற்றும் வெளிப்பாடு அடையாத DNA (non expressive DNA) புரதங்களைக் கொண்டிருக்கும். மரபணுத் தொகைய செயல் திட்டத்தில் மொத்த தாவரத்தின் மரபணுத் தொகையமும் பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகிறது. இதில் தொடர்வரிசையாக்கமும் மற்ற தாவரங்களோடு உள்ள தொடர்வரிசையாக்க ஒப்புமையும் பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகிறது. இது போன்ற மரபணுத் தொகைய செயல்திட்டங்கள் கிளாமிடோமோனஸ் (பாசி), அராபிடாப்சிஸ் தாலியானா (Arabidopsis thaliana), அரிசி, மக்காசோளம் போன்ற தாவரங்களில் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

ஒரு உயிரினத்தின் மரபணு தொகைய உள்ளடக்கப் பொருள் கார (அடி) இணைகளின் எண்ணிக்கைகளிலோ, அல்லது C-மதிப்பில் குறிப்பிடப்படும் DNAவின் அளவிலோ சொல்லப்படுகிறது.

மரபணுத் தொகையம் தொடர்வரிசையாக்கம் (Genome sequencing): ஒரு உயிரினத்தின் முழு இருமடிய குரோமோசோம்களில் மரபணுக்களின் அமைவிடத்தை அறியும் முறையாகும்.

## DNAஐப் பயன்படுத்தி பரிணாமப் பாங்கை மதிப்பீடு செய்தல் (Evolutionary Pattern assessed using DNA)

அண்மை ஆண்டுகளில் பல்வேறு தாவர இனங்களுக்கு இடையேயான பரிணாம உறவுமுறைகள் DNA அளவையும், DNA தொடர் வரிசையில் உள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளையும் பயன்படுத்தி மதிப்பீடு செய்யப்படுகின்றன. இத்தகைய பகுப்பாய்வின் அடிப்படையில் உயிரினங்கள் மற்றும் அவற்றின் உறவுமுறைகள் கிளைப் பரிணாம வரைபடத்தில் (cladogram) குறிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய கிளைப் பரிணாம வரைபடம் இரு வேறுபட்ட இனங்களுக்கு இடையேயான மரபணுசார் இடைவெளியைக் (Genetic distance) காட்டும். மேலும் இது ஒரு இனம் மற்றொரு இனத்தை ஒப்பிடும் போது எந்த அளவிற்கு தொல்தன்மை அல்லது அண்மைத் தன்மை கொண்டுள்ளது என்பதைக் காட்டுகிறது.

## மரபணுத் தொகைய சீர்வரிசையாக்கம் (Genome editing) மற்றும் CRISPR - Cas 9

ஓர் உயிரினத்தின் DNA-வில் மாற்றம் ஏற்படுத்தும் திறன் கொண்ட தொழில்நுட்பங்களின் ஒரு தொகுதி தான் மரபணுத் தொகைய சீர்வரிசையாக்கம் அல்லது மரபணு சீர்வரிசையாக்கமாகும். இந்த தொழில்நுட்பங்கள் மரபணுத் தொகையத்தின் எந்த ஒரு மரபணு சார் பொருட்களை சேர்க்கவோ, நீக்கவோ, மாற்றவோ அனுமதிக்கிறது. மரபணுத்தொகைய சீர்வரிசையாக்கத்தின் பல்வேறு அணுகுமுறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் அண்மைக் காலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட ஒன்று CRISPR - Cas 9 எனப்படுகிறது. இது ஒன்று திரண்ட ஒழுங்கான இடைவெளி கொண்ட குட்டையான முன்பின் ஒத்த மாறிகள் (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats - CRISPR) மற்றும் CRISPR தொடர்புடைய புரதம் 9 என்பதன் சுருக்க வடிவமாகும். இந்த CRISPR - Cas 9 தொகுதி அறிவியல் சமுதாயத்தில் அதிக அளவிடான ஆர்வத்தை உருவாக்கியுள்ளது. ஏனெனில் முந்தைய, பழைய மரபணுத் தொகை சீர்வரிசையாக்க முறைகளை விட இது வேகமானது, மலிவானது, அதிக துல்லியமானது மற்றும் அதிக செயல் திறனுடையது. CRISPR வழி மேற்கொள்ளப்பட்ட இலக்கு திடீர் மாற்றம் (targeted mutagenesis), மரபணு பதிலீடு (gene replacement) போன்றவற்றில் நடைமுறைச் சாத்தியக்கூறை எடுத்துக்காட்டுவதற்கு பயன்படுத்தப்பட்ட முதல் தாவரங்களில் முக்கியமானது அரிசி தாவரமாகும். மரபணுத் தொகைய சீர்வரிசையாக்க கருவியான CRISPRஐ பயன்படுத்தி கலப்பின் அரிசியை உருவாக்கலாம்; இவற்றின் விதைகளை நகலாக்கம் செய்ய முடியும். இம்தியாஸ் காண்ட், வெங்கடேசன் சுந்தரேசன் மற்றும் அவர்களிடையே சகாக்களும் ஒரு புதிய ஆய்வின் மூலம் அரிசியை எப்படி பால்நிலையிலிருந்து பாலிலா நிலைக்கு மாற்றுவதற்கு அரிசி தாவரத்தை மறுமாற்றம் செய்யலாம் என்பதைத் தெளிவாக காட்டியுள்ளனர்.

## RNA குறுக்கீடு (RNA Interference - RNA i)

உயிரினத்தின் அனைத்து பண்புகளும் உட்கரு DNA வின் பகுதிகளிலுள்ள பல்வேறு மரபணுக்கள் வெளிப்பாட்டின் விளைவாகும். இந்த வெளிப்பாடு படியெடுத்தல் (transcription) மற்றும் தகவல் பெயர்வு (translation) ஆகியவை உள்ளடக்கியது. படியெடுத்தல் என்பது DNAவின் ஒரு இழையிலிருந்து (வெளிப்பாட்டையும் இழை) மரபணுசார் தகவல்கள் RNA வால் நகலாக்கப்படும் நிகழ்வாகும். இந்த RNA உருவாக்கப்பட்ட உடனேயே நேரடியாக சைட்டோபிளாசத்திற்கு அனுப்ப முடியாது. அங்கு தகவல் பெயர்வை மேற்கொள்ள முடியாது. இது சீர்வரிசையாக்கம் (edited) செய்யப்பட வேண்டும். தகவல் பெயர்வுக்கு ஏற்ற முறையில் மாற்றப்பட்டு புரதச் சேர்க்கையை மேற்கொள்கிறது. RNA இழையின் ஒரு முக்கிய பகுதியான இண்ட்ரான்கள் (introns) நீக்கப்பட வேண்டும். இந்த அனைத்து மாற்றங்களும் தகவல்பெயர்வுக்கு முன்பு நடைபெறும் இயல்பான மாற்றங்களாகும். அங்கு DNAவின் சில பகுதிகள் செயல்படாமல் உள்ளன. எனினும், ஒரு RNA குறுக்கீட்டு வழித்தடம் (RNA interference pathway / RNAi pathway) காணப்படுகிறது. RNA குறுக்கீடு என்பது ஒரு ஓயிரிய செயல் நிகழ்வாகும். இதில் RNA மூலக்கூறுகள் மரபணு வெளிப்பாட்டை அல்லது தகவல் பெயர்வை தடை செய்கின்றன. இது இலக்கு mRNA மூலக்கூறுகளை செயலிழக்கச் செய்வதன் மூலம் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

வழித்தடத்திற்கு ஒரு எளிமையாக்கப்பட்ட முன்மாதிரி உள்ளது. இது இரண்டு படிநிலைகளின் அடிப்படையில் நடைபெறுகிறது. ஒவ்வொன்றிலும் ரிபோநியுக்ளியேஸ் நொதி ஈடுபடுகிறது. முதல் படிநிலையில் தூண்டும் RNA [இது dsRNA -ஆகவோ miRNA - இன் முதன்மை படியாக (transcript) இருக்கலாம்] RNAase - II நொதிகளால் ஒரு குட்டையான இடையீட்டு (interfering) RNA ஆக (siRNA) பதப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த நொதிகள் டைசர் மற்றும் டிரோசா (Dicer and Drosha) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இரண்டாவது படிநிலையில், siRNA க்கள் வினைவூக்கி கூட்டுப்பொருள் (effector complex), சிக்கலான RNA தூண்டப்பட்டு வெளிப்பாடடைவதைத் தடுக்கும் (silencing) கூட்டு அமைப்பான RISC (RNA induced silencing complex) - இல் செலுத்தப்படுகின்றன. RISC கோர்த்தலின் போது (assembly) siRNA அதனுடைய சுருள் அமைப்பை இழக்கிறது மற்றும் ஒற்றை இழையுடைய RNA, mRNA இலக்குடன் கலப்பறுகிறது. இத்தகைய RNAi தாவரத்தை உண்ணும் உருளைப் புழுக்களில் (nematodes) காணப்படுகிறது.

## மரபணு மாற்றப்பட்டத் தாவரங்கள் (Transgenic plants / Genetically modified crops - GM crops)

### களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத்தன்மை - கிளைபோசேட் (Glyphosate)

பயிர் நிலங்களில் எப்போதும் காணப்படும் ஒரு பிரச்சினை களைகளாகும். களைகள் பயிர்களுடன் சூரிய ஒளி, நீர் உணவு மற்றும் நோய்களின் கடத்திகளாக உள்ளன. இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தாவிட்டால் களைகள் பயிர்விளைச்சலை குறிப்பிடத்தக்க அளவு குறைத்துவிடும்.

மரபணு மாற்றப்பட்டத் தாவரங்கள் வேறொரு உயிரியின் புதுமையான DNA நுழைக்கப்பட்ட மரபணுத் தொகையம் பெற்றத் தாவரங்களாகும்.

கிளைபோசேட் களைக்கொல்லி அமெரிக்க நிறுவனமான மான்சான்டோ (Monsanto) மூலமாக தயாரிக்கப்படுகிறது. இதன் வணிக பெயர் 'ரவுண்ட் அப்' ஆகும். இது தாவரங்களில் 5 ஈனோபைருவேட் சிக்கிமேட் - 3 :பாஸ்டீபேட் சிந்தேஸ் நொதியை (5 enopyrucate shikimate 3, phosphate synthase - EPSPS) தடை செய்வதன் மூலம் தாவரங்களைக் கொல்லுகிறது. இந்த நொதி நறுமணமூட்டும் அமினோ அமிலங்கள், வைட்டமின்கள், பல இரண்டாம் நிலை தாவர வளர்சிதை பொருட்களின் உற்பத்தியில் ஈடுபடுகிறது.

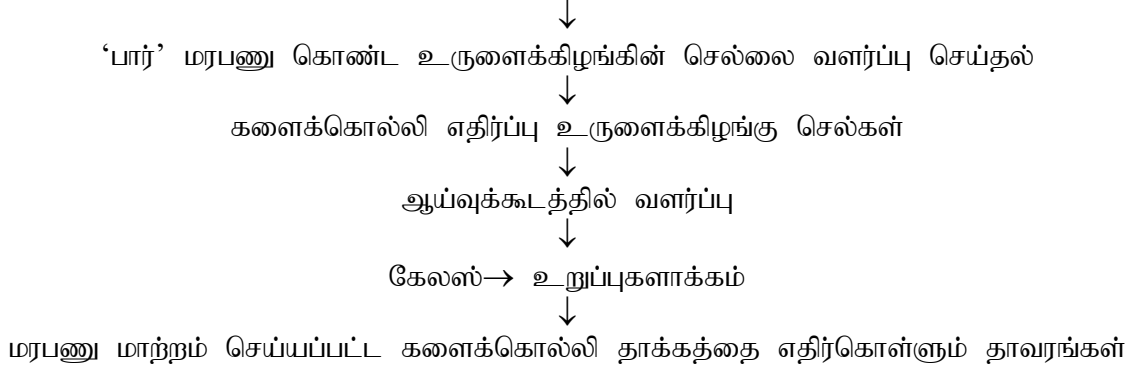
தாவரப்பயிர்களில் கிளைபோசேட் சகிப்புத்தன்மையை உருவாக்க பல வழிகள் உள்ளன. இவற்றில் ஒரு உத்தி மண்வாழ் பாக்டீரிய மரபணு ஒன்றை நுழைப்பதாகும். இந்த மரபணு ஒரு கிளைப்போசேட் - தாங்கு வகை EPSPS-சை உண்டாக்குகிறது. மற்றொரு உத்தி ஒரு வேறுபட்ட மண்வாழ் பாக்டீரிய மரபணுவை நுழைப்பதாகும். இது கிளைபோசேட் சிதைக்கும் நொதியை உற்பத்தி செய்கிறது.

### களைக்கொல்லியைத் தாங்கும் தன்மையுடைய தாவரங்களின் அனுகூலங்கள் (Advantage of herbicide tolerant crops):

- களைகள் குறைக்கப்படுவதால் விளைச்சல் அதிகரிக்கிறது.
- களைக்கொல்லி தெளிப்பு குறைகிறது.
- தாவரங்களுக்கும், களைகளுக்கும் இடையேயான போட்டி குறைகிறது.
- குறைவான நச்சுப் பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படுவதால் அவற்றின் பாதிப்பு மண்ணில் குறைவாகவோ, செய்திறன் குறைவாகவோ காணப்படும்.
- மண்ணின் தன்மையையும், நுண்ணுயிரிகளையும் இதன் மூலம் பாதுகாக்கலாம்

**கிளைபோசேட் சகிப்புத் தன்மை கொண்ட உருளைக்கிழங்கு தாவரத்தை உருவாக்கும் வழிமுறை:**

'பார்' கடத்தி மூலமாக நுழைத்தல்



### ∴பாஸ்டா களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத் தன்மை (Herbicide Tolerant - Basta)

∴பாஸ்பினோத்ரிசின் என்னும் வேதியியல் பொருள் அடங்கிய பொதுவாக செயல்படும் களைக்கொல்லியின் வணிகப் பெயர் பாஸ்டா (basta) ஆகும். பாஸ்டா களைக்கொல்லி எதிர்ப்பு மரபணு (PPT) (L-∴பாஸ்பினோத்திரிசின்) மெடிகாகோ சடைவா (Medicago Sativa) எனும் தாவரத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இது அம்மோனியா உள்ளேர்ப்பில் பங்கேற்கும் குளுட்டமைன் சிந்தேஸ் என்ற நொதியைத் தடை செய்கிறது. PPT மரபணு புகையிலையில் உள்ளுழைக்கப்பட்டது மற்றும் மரபணு மாற்றமடைந்த புளையிலைத் தாவரம் PPTக்கு எதிர்ப்புத் தன்மையுடையது. இதனைப் போன்ற ஒரு நொதி ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் ஹைக்ரோஸ்கோபிகஸ் (Streptomyces hygroscopicus)-லிருந்தும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதிலுள்ள பார் (bar) மரபணு ∴பாஸ்பினோத்ரைசின் அசிட்டைல் ட்ரான்ஸ்-∴பரேஸ் (PAT) என்பதை குறிக்கிறது. இது பருத்தி மற்றும் பீட்ரூட் போன்ற பயிர்த் தாவரங்களில் உள்ளுழைக்கப்பட்டு மரபணு மாற்றம் செய்யப்பட்ட தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

### பூச்சிகள் எதிர்ப்புத் தன்மை –Bt ம பயிர்கள் (Insect resistance - Bt crops)

#### i. Bt பருத்தி (Bt Cotton)

Bt பருத்தி என்பது மரபணு மாற்றப்பட்ட ஒரு உயிரினம் (GMO) அல்லது மரபணுச் சார் மாற்றம் செய்யப்பட தீங்குயிரி (pest) எதிர்ப்பு பெற்ற பருத்தித் தாவர ரகமாகும். இது காய்ப்புழிவிற்கு (bollworm) எதிரான பூச்சி எதிர்ப்புத்தன்மையை கொண்டுள்ளது.

பேசில்லஸ் துரிஞ்சியென்சிஸ் (Bacillus thuringiensis) என்ற பாக்டீரியத்தின் ரகங்கள் 200-க்கு அதிகமான வெவ்வேறு Bt நச்சுப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு பூச்சிகளுக்கு தீங்கிழைக்கின்றன. பெரும்பாலான Bt நச்சுகள் லார்வா நிலையிலுள்ள அந்துப்பூச்சிகள், வண்ணத்துப்பூச்சிகள், வண்டுகள், பருத்திக்காய்ப்புழுக்கள், உண்ணி (gad flies) போன்றவற்றை அழிக்கிறது. ஆனால் மற்ற உயிரினங்களுக்கு எவ்வித பாதிப்பையும் ஏற்படுத்துவதில்லை.

இந்த Cry தொகுதியைச் சேர்ந்த எண்டோடாக்சினில் (endotoxin) உள்ள நச்சுப் படிக்களுக்கு மரபணு குறியீடு செய்யப்படுகின்றது. பருத்தித் தாவரத்தை தாக்கி அதனை உண்ணும் போது Cry நச்சு பூச்சியின் வயிற்றினுள் சென்று கரைகிறது.

குடலின் எபிதீலிய சவ்வுகள் ஒரு சில அவசியமான ஊட்டப் பொருட்களின் உள்ளெடுப்பை தடுக்கின்றன. இதன் மூலம் பொட்டாசியம் அயனிகளின் போதுமான அளவு சீரியக்கம் பூச்சிகளில் இழக்கப்படுகிறது. இதனால் சிறுகுடலின் படலத்தில் உள்ள எபிதீலிய செல்கள் இறக்கின்றன. இது பூச்சியின் லார்வாக்கள் இறப்பிற்கு காரணமாகிறது.

#### நன்மைகள்

Bt பருத்தியின் நன்மைகள் பின்வருமாறு



- பருத்தி விளைச்சல் அதிகரிக்கிறது, ஏனெனில் காய்ப்புழுக்களின் தாக்குதல் நன்கு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.
- Bt பருத்தி பயிரிடுவதில் பயன்படுத்தப்படும் பூச்சி மருந்து குறைக்கப்படுகிறது.
- பயிர் வளர்ப்பில் உண்டாக்கும் செலவு குறைகிறது.

### தீமைகள்

#### Bt பருத்தியின் தீமைகள் பின்வருமாறு

- Bt பருத்தி விதையின் விலை அதிகம்.
- இதன் வீரியம் முதல் 120 நாட்கள் மட்டுமே. பின்னர் இதன் வீரியம் குறைகிறது.
- சாறு உறிஞ்சும் தத்துப்பூச்சிகள் (Jassids), அசுவினிப் பூச்சிகள் (aphids), வெள்ளை ஈக்கள் (white flies) போன்றவற்றிற்கு எதிராக இது செயல்படுவதில்லை.
- மகராந்தச்சேர்க்கையில் துணை புரியும் பூச்சிகளை பாதிக்கிறது. இதனால் விளைச்சல் குறைகிறது.

#### ii. Bt கத்திரிக்காய் (Bt Brinjal)

மற்றொரு மரபணு மாற்றமடைந்தத் தாவரம் இதுவாகும். இது வெவ்வேறு வகை கத்திரிக்காய் பயிர் ரகங்களின் மரபணுத் தொகையத்திற்குள் பேசில்லஸ் துரிஞ்சியென்சிஸ் எனும் மண்வாழ் பாக்டீரியத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட படிசு புரத மரபணு (Cry1Ac) என்ற மரபணுவை நுழைப்பதால் உருவாக்கப்பட்டதாகும். இந்த மரபணுவுடன் சேர்ந்து முன்னியக்கிகள் (promoters), முடிவுறுத்தி (terminator) ஒரு உயிரிஎதிர்ப்பொருள் தடை (antibiotic resistance), அடையாளக் குறி மரபணு (marker gene) போன்றவை அக்ரோபாக்டீரியம் வழி ஏற்படுத்தப்படும் உள்நுழைத்தல் மூலம் மரபணு மாற்றம் செய்யப்படுகிறது. Bt கத்திரிக்காய் லெபிடோப்டெரா (lepidoptera) வகை பூச்சிகளுக்கு குறிப்பாக கத்திரிக்காய் மற்றும் தண்டு துளைப்பானுக்கு (leucinodes orbonalis) எதிராக உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

#### iii.தாரா கடுகு கலப்பினம் (Dhara mustard Hybrid - DMH)

அரசு உதவி செயல்திட்டத்துடன் டில்லி பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த பயிர்களில் மரபணுச்சார் மாற்றங்களை கையாளும் அறிவியல் மையத்தின் அறிவியல் அறிஞர் குழுவினரால் மரபணு மாற்றமடைந்த DMH - 11 என்ற கடுகு ரகம் உருவாக்கப்பட்டது. இது களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத்தன்மை பெற்ற (Herbicide tolerant - HT), மரபணு மாற்றப்பட்ட தாவரமாகும். இது பர்னேஸ் / பார்ஸ்டார் (Barnase / Barstar) என்னும் தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி மண்ணில் வாழும் பாக்டீரியத்தின் மரபணு சேர்க்கப்பட்டு உருவாக்கப்படும் கடுகு வகையாகும். இது ஓர் தன்மகரந்தச்சேர்க்கை தாவரமாகும். மண்வாழ் பாக்டீரியத்திலிருந்து DMH - 11 மூன்று மரபணுக்களைக் கொண்டுள்ளது. அவை :.பார் மரபணு (Bar gene), பர்னேஸ் மரபணு (Barnase gene) மற்றும் :.பார்ஸ்டார் மரபணு (barstar gene). இந்த பார் மரபணு, தாவரத்தை :.பாஸ்டா என்னும் களைக்கொல்லிக்கு எதிர்ப்புத்தன்மை உடையதாக்குகிறது.

#### வைரஸ் எதிர்ப்புத்தன்மை (Virus Resistance)

பல தாவரங்கள் வைரஸ் தாக்குதலால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் அதிக இழப்பும் மற்றும் இறப்பும் உண்டாகின்றன. உயிரி தொழில்நுட்பம் பயன்படுத்தப்பட்டு வைரஸிற்கு எதிரான மரபணுக்கள் ஒம்புயிரினுள் செலுத்தப்படுகின்றன. இதன் மூலம் வைரஸ் எதிர்ப்புத் தன்மை உருவாக்கப்படுகிறது. வைரஸ் DNA வைச் செயலிழக்கச் செய்யக்கூடிய தடை மரபணுக்களை நுழைப்பதன் மூலம் இது சாத்தியமாகிறது.

#### :.பிளேவர்சேவர் தக்காளி (FlavorSavr tomato)

அக்ரோபாக்டீரியத்தைப் பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளப்பட்ட மரபணுப் பொறியியல் மூலமாக FlavrSavr தக்காளி உருவாக்கப்படுகிறது. அதாவது, தக்காளி நீண்ட நாட்களுக்கு இயல்பான நிறம் மற்றும் மணம் மாறாமல் நிலைநிறுத்தி வைக்கப்படுகிறது.

மரபணுப் பொறியியலின் மூலம் தக்காளிக்காய் பழுத்தல் தாமதப்படுத்தப்படுகிறது மற்றும் இதன் மூலம் கனி மென்மையாவது தடுக்கப்படுகிறது மற்றும் நீண்ட நாட்கள் கெடாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. உணர்தடை மரபணு (anti sense gene) அக்ரோபாக்டீரிய வழி மரபணு மாற்ற செயல்பாட்டு முறையால் நீண்ட நாட்கள் கெடாமல் இருக்கும் தக்காளி உருவாக்கப்படுகிறது. இதில் வெளிப்பாட்டிற்கு எதிரான மரபணு (antisense gene) நுழைக்கப்படுகிறது.

இந்த மரபணு பாலிகேலக்ரோனேஸ் (polygalacturonase) நொதியின் உற்பத்தியை இடையீடு (interferes) செய்கிறது. இதனால் காய் கனியாவது தாமதமாகிறது. இதன் மூலம் தக்காளியை நீண்ட நாள் சேமிப்பின் போதும் நெடுந்தாரம் எடுத்துச் செல்லும் போதும் தக்காளியை கெடாமல் பாதுகாக்கலாம்.

### பொன்றிற அரிசி - உயிரிவழி ஊட்டம் சேர்த்தல் (Golden rice - Biofortification)

இது மரபணு பொறியியலைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்பட்ட பொன்றிற அரிசி (ஓரைசா சட்டைவா - அரிசி) இன் ஒரு ரகமாகும். உயிரிச் செயல் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட வைட்டமின் A-வின் முன்னோடியான பீட்டா கரோட்டின் அரிசியின் உண்ணும் பகுதியில் நுழைக்கப்படுவதாகும். இது இங்கோ போட்ரிகஸ் (Ingo Potrykus) மற்றும் அவரது குழுவினரால் உருவாக்கப்பட்டது. இதன் நோக்கம் நெல் பயிரிடப்படும் பகுதி மற்றும் பயன்படுத்தப்படும் பகுதிகளில் நிலவும் வைட்டமின் A குறைப்பாட்டை நீக்குதலாகும். இதனால் ஐந்து வயதிற்குட்பட்ட அதிக அளவிலான குழந்தைகளின் இறப்பு குறைக்கப்படும். பொன்றிற அரிசி அதன் பெற்றோரை விட கூடுதலாக சேர்க்கப்பட்ட மூன்று வகையான பீட்டா - கரோட்டின் உருவாக்க மரபணுக்களைக் கொண்டுள்ளது. அவையாவன நார்சிஸ்ஸஸ் சூடோநார்சிஸ்ஸஸ் (Narcissus pseudonarcissus) என்ற தாவரத்திலிருந்து (daffodil) பெறப்பட்ட 'psy' என்ற (phytoene synthase) மரபணு, எர்வினியா யுரிடோவோரா (Erwinia uredorara) என்ற மண்-வாழ் பாக்டீரியாத்திலிருந்து பெறப்பட்ட 'crt.1' என்ற மரபணு மற்றும் இயல் நெல் ரகத்தின் (wild rice) கருவூண் திசுவிடிலிருந்து பெறப்பட்ட 'lyc' (lycopene cyclase) என்ற மரபணு போன்றவை ஆகும்.

சாதாரண அரிசி ரகத்தின் கருவூண் திசு பீட்டா கரோட்டினைக் கொண்டிருப்பதில்லை. பொன்றிற அரிசி மரபணு மாற்றப்பட்ட அரிசி வகையாகும். இதனால் தற்போது இதன் கருவூண் திசுவில் பீட்டா கரோட்டின் சேர்க்கையுறுகிறது. இது மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி செய்யப்படுகிறது. பொன்றிற அரிசி குழந்தைகளில் நிலவும் குருட்டுத் தன்மை (blindness), விழிவெண்படல வறட்சி (Xerophthalmia) ஆகியவற்றை கட்டுப்படுத்துகிறது.

### மரபணு மாற்றப்பட்ட உணவுகள் (GM food) - நன்மைகள்

- தீங்குயிரி (pest) அற்ற அதிக விளைச்சல்
- பூச்சிக் கொல்லி பயன்பாடு 70% அளவு குறைப்பு
- மண் மாசுப்பாடு பிரச்சனையைக் குறைக்கிறது.
- மண் நுண்ணுயிரித் தொகை பேணப்படுகிறது.

### ஆபத்துகளாக நம்பப்படுபவை

- கல்லீரலை பாதிக்கிறது, சிறுநீரக செயல்பாட்டை பாதிக்கிறது, புற்றுநோயை உண்டாக்குகிறது.
- ஹார்மோன் சமமின்மை மற்றும் உடல்நிலை சீர்குலைவு (physical disorder)
- பாக்டீரிய புரதத்தின் காரணமாக நோய் எதிர்ப்புத்தன்மை தொகுதியில் மோசமான விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

எதிர்ப்புத்தன்மை தொகுதியில் மோசமான விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன

- பிறழ்ச்சியடைந்த அதிர்ச்சி (திடீர் மிகையுணர்வு வினை) (Anaphylactic shock) மற்றும் ஒவ்வாமை.
- விதைகளின் உயிர்ப்புத் தன்மை இழப்பு GM பயிர்களின் முடிவுறுத்தி விதைத் தொழில்நுட்பத்தில் (Terminator seed technology) காணப்படுவது.

### பாலிஹைட்ராசிபியுட்டரேட் (Polyhydroxybutyrate - PHB)

செயற்கைப் பாலிமர்கள் (synthetic polymers) எளிதில் சிதைவடையாமலும், மண் மாசுறுத்தியாகவும், எரிக்கும் போது சூழலில், புற்றுநோய் உண்டாக்கும் டையாக்சின் (dioxin) சேர்க்கையுறுத்திகளாகவும் உள்ளன. எனவே, சூழல் மாசுறுத்தாத மாற்று பாலிமர்களை பெறுவதற்கான முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. பாலிஹைட்ராக்க்லி ஆல்கனோவேட்கள் (Polyhydroxyalkanoates - PHAS), பாலிஹைட்ராசிபியுட்டரேட்கள் (PHB) ஆகிய இரண்டும் சிதைவடைய கூடிய உயிரி பாலிமர்களாகும். இவற்றிற்கு பல மருத்துவப் பயன்பாடுகள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக சரியான ஏற்பிடத்தில் மருந்து சேர்க்கப்படுதல் (drug delivery), சாரக்கட்டு அமைக்க (scaffold) மற்றும் இதய வால்வுகள் அமைக்க இவை உதவுகின்றன. PHAs பொதுவாக உயிரிய பெரு மூலக்கூறுகளாகவும் (biological macro molecules) வெப்ப பிளாஸ்டிக்குகளாகவும் (thermoplastics) செயல்படுகின்றன. இவை உயிரிய சிதைவடையக் கூடியவை. உயிரிய ஒத்துபோகும் தன்மை உடையவை.

பல்வேறு வகையான நுண்ணுயிர்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு பல்வேறு வகையான PHA -க்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் கிராம நேர் பாக்டீரியங்களான பேசில்லஸ் மெகாஸ்டிரியம், பேசில்லஸ் சப்டைலிஸ், கார்னிபாக்டீரியம்

குளுடேனிக்கம் போன்றவையும், கிராம் எதிர் பாக்டீரியங்களான சூடோமோனாஸ் சிற்றினங்கள், ஆல்கலிஜீன்ஸ் யூட்ரோபாஸ் (Alcaligenes utrophus) போன்றவையும் அடங்கும்.

### பாலிலாக்டிக் அமிலம் (polylactic acid - PLA)

பாலிலாக்டிக் அமிலம் அல்லது பாலிலாக்டைடு (polylactide) உயிரிய சிதைவடையக்கூடியது. உயிரிய செயல்பாடுடைய வெப்ப பிளாஸ்டிக் ஆகும்.

இது மக்காச் சோள தரசம் (corn starch), மரவள்ளிக் கிழங்கு வேர்கள் (cassava roots), சீவல்கள், தரசம் அல்லது கரும்பு போன்ற மீள்புதுப்பிக்கத்தக்க மூலப்பொருட்களிலிருந்து பெறப்படும் கரிம வளைய (aliphatic), பாலியெஸ்டர் (polyester) ஆகும். PLA தயாரிப்பில் இரண்டு முக்கிய ஒற்றை அலகுகள் (monomers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. லாக்டிக் அமிலம் மற்றும் லாக்டைட் என்ற சூழல் டையெஸ்டர் (cyclic diester) கரைநிலையிலுள்ள தகர ஆக்டோவேட போன்ற உலோக வினையூக்கி (catalyst) போன்றவற்றின் உதவியோடு இந்த வேதிப்பொருளின் வளைய அமைப்பை திறத்தல் தான் மிகவும் சாதாரணமான வழிமுறையாகும். உலோக வினையூக்கி வினை  $\alpha$  மற்றும் | பாலிலாக்டிக் அமிலத்தின் சம அளவுகளில் முடிவடைகிறது.

### பச்சை மிளர்வொளிப் புரதம் (Green flurescent protein - GFP)

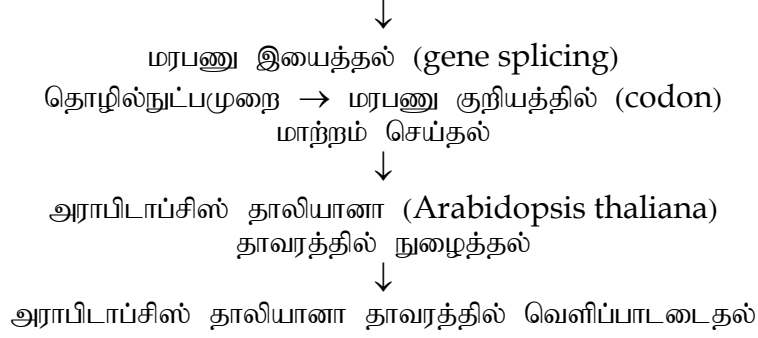
இது 238 அமினோ அமில எச்சங்களால் (26.9 kDa) ஆக்கப்பட்டுள்ளது. நீலம் முதல் புற ஊதா கதிர்களால் ஒளியூட்டப்படும் போது (395 nm) இது ஆழ்ந்த பச்சை நிறமாக ஒளிர்கிறது.

#### செயல்வழிமுறை

பச்சை மிளர்வொளிப் புரதம் (Green Fluorescent Protein - GFP)



அக்குவாரியா விக்டோரியாவிலிருந்து (ஜெல்லி மீன்) பிரித்தெடுத்தல்



உயிரியலில் GFP மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜன் தவிர வேறு எந்த கூடுதல் துணைக் காரணிகள் (cofactor), மரபணுசார் விளைப்பொருட்கள் (gene products), நொதிகள், தள பொருட்கள் (substrators) போன்றவை தேவைப்படாமல் அக நிறமித்தாங்கிகளை (chromatophores) உண்டாக்கும் இதனால் GFP ஒரு மிகச்சிறந்த உயிரியல் கருவியாகச் செயல்படுகிறது.

GFP முதன்முதலில் அக்குவாரியா விக்டோரியா (Aequorea victoria) என்னும் ஜெல்லி மீனில் இருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஓர் புரதமாகும். செல் மற்றும் மூலக்கூறு உயிரியலில் GFP மரபணு அடிக்கடி ஒரு மரபணு வெளிப்பாட்டு அறிவிப்பாளர் (reporter) கருவியாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது உயிரி உணர்விகளை (biosensor) உருவாக்க மாற்றுரு பெற்ற வடிவங்களில் பயன்படுகிறது.

### உயிரி மருந்தாக்கம் (Biopharming)

மூலக்கூறு மருந்தாக்கம் எனவும் அழைக்கப்படும் உயிரி மருந்தாக்கம் மனித பயன்பாட்டுக்காக மருந்து சார் பொருட்களை உண்டாக்க மரபணுப் பொறியியல் மூலம் மரபணு மாற்றமடைந்த தாவரங்களை உருவாக்கிப் பயன்படுத்துவதாகும். இது “மூலக்கூறு வேளாண்மை அல்லது மூலக்கூறு மருந்தாக்கம்” எனவும் அறியப்படுகிறது. இயல்பான மருத்துவத் தாவரங்களிலிருந்து இவை மாறுபட்டவை. தாவரங்களை உயிரி வினைக்கலன்களாக (bioreactors) மாற்றிப் பயன்படுத்துதல் நவீன உயிரி தொழில்நுட்பத்தில் அதிக முக்கியத்துவம் பெற்று வருகிறது. மரபணு மாற்றமடைந்த தாவரங்களைப் பயன்படுத்திப் பல வகையான மருந்துப் பொருட்களை பெறலாம். எடுத்துக்காட்டு : பொன்றிற அரிசி.

### உயிரி வழித்திருத்தம் (Bioremediation)

சூழல் மாசுறுதலை சுத்தம் செய்ய நுண்ணுயிர்கள் அல்லது தாவரங்களைப் பயன்படுத்துவது உயிரி வழித்திருத்தம் எனப்படுகிறது. கழிவுநீர், தொழிற்சாலை கழிவு, திடக்கழிவுகள் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய கழிவுகளை சரிசெய்ய இந்த அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. உயிரி வழித்திருத்தம் மண், நிலத்தடி நீர் ஆகியவற்றில் இருக்கும் எண்ணெய் கசிவு, பெட்ரோலிய வேதிய எச்சங்கள், பூச்சிக்கொல்லிகள் அல்லது வன்உலோகங்கள் போன்றவற்றை நீக்குகிறது. பல எடுத்துக்காட்டுகளில் இயற்பிய மற்றும் நீரில் பயன்படுத்தப்படும் உயிரிவழித்திருத்த உத்திகள் பின்வருமாறு:

- உயிரி வழித்திருத்தம் செயல்பாட்டிற்கு சூழல் சிற்றினங்களாக உள்ளூட்டு நுண்ணுயிர்த் தொகையைப் (microbial population) பயன்படுத்துதல்.
- தகவமைப்பு மேற்கொண்ட அல்லது வடிவமைப்பு செய்யப்பட்ட நுண்ணுயிரி உட்புகட்டல்களை (Inoculants) கொண்டு உயிரி வழித்திருத்தம் செய்தல்.
- பசுமைத் தொழில்நுட்பம் - தாவரங்களை உயிரி வழித்திருத்தத்திற்கு பயன்படுத்துதல்.

### உயிரி வழித்திருத்த தொழில்நுட்பத்திற்கான சில எடுத்துக்காட்டுகள்:

- தாவர வழித்திருத்தம் (Phytoremediation) - சூழல் மாசுறுத்திகளை தாவரங்களைப் பயன்படுத்தி திருத்தம் செய்தல்.
- பூஞ்சை வழித்திருத்தம் (Mycoremediation) - பூஞ்சைகளைக் கொண்டு சூழல் மாசுறுத்திகளை திருத்தம் செய்தல்.

- உயிரிவழி காற்றோட்டமளித்தல் (Bioventing) - இது ஆக்சிஜன் அல்லது காற்றோட்டத்தை அதிகரிக்கும் ஒரு செயலாகும். இதன் மூலம் சூழல் மாசுறுத்திகளின் சிதைவைத் துரிதப்படுத்தலாம்.
- உயிரி வழி கரைத்துப் பிரித்தல் (Bioleaching) – மாசுறுத்தப்பட்ட இடங்களிலிருந்து கரைசல் உலோக மாசுறுத்திகளை (metal pollutant) கரைசல் நிலையில் நுண்ணியிரிகளைப் பயன்படுத்தி மீட்டல்.
- உயிரி வழி பெருக்குதல் (Bioaugmentation) – ஒரு சில தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நுண்ணியிரிகளை சேர்ப்பதன் மூலம் சிதைவடையும் வேகத்தினை அதிகரிக்கச் செய்யும் செயல்முறை.
- உரமாக்குதல் (Composting) – நுண்ணியிரிகளைக் கொண்டு திட கழிவுகளை உரமாக மாற்றும் செயல்முறை. இது தாவர வளர்ச்சிக்கு ஊட்டப் பொருளாக பயன்படும்.
- வேர்ப்புல வடிகட்டல் (Rhizofiltration) – நுண்ணியிரிகளைக் கொண்டு உள்ளெடுத்தல் அல்லது கரிம சேர்மங்களை சிதைத்தல்.
- வேர்ப்புல நுண்ணுயிரித் தூண்டல் (Rhizostimulation) – தாவர வளர்ச்சியை வேர்ப்புல நுண்ணுயிரிகள் மூலம் தூண்டல்; இது சிறந்த வளர்ச்சி சூழ்நிலைகளை கொடுப்பதன் மூலமாகவோ நச்சுப் பொருட்களை குறைப்பதனாலோ தூண்டப்படுகிறது.

### வரம்புகள் (Limitations)

- உயிரி வழித்திருத்த முறையில் உயிரியசிதைவிற்குள்ளாகும் மாசுறுத்திகளை மட்டுமே மாற்ற இயலும்.
- மாசுறுத்தப்பட்ட இடங்களில் உள்ள சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்ப மட்டுமே உயிரி வழித்திருத்த செயல்முறைகளைக் குறிப்பாக செய்ய முடியும்.
- மாசுறுத்தப்பட்ட இடத்தில் பெரிய அளவிலான செயல்பாடுகளை சிறிய அளவிலான முன்சோதனைகள் செய்த பின்னரே பின்பற்ற வேண்டும்.
- உயிரி வழித்திருத்தம் செயலுக்காக மரபணுப் பொறியியல் தொழில்நுட்பத்தின் பயன்பாடு மரபணு மாற்றமடைந்த நுண்ணுயிரிகளை உருவாக்க அல்லது நுண்ணுயிரிக் கூட்டமைப்புகளை உருவாக்க மிகவும் அதிக திறன் வேண்டியிருத்தல்.

### உயிரிஎரிபொருள் (Biofuel) / பாசி உயிரிஎரிபொருள் (Algal Biofuel)

பாசி உயிரி வழி எரிபொருள் அல்லது பாசி வழி எண்ணெய் என்றும் அழைக்கப்படும் பாசி எரிபொருள் பெட்ரோலிய எண்ணெய் என்ற தொல்லையில் எச்ச திரவ எரிபொருளுக்கு ஒரு மாற்றாக உள்ளது. அது பாசிகளை அதிக ஆற்றலைக் கொண்ட எண்ணெய்யின் மூலப்பொருளாக பயன்படுத்துகிறது. மேலும் பாசி எரிபொருட்கள் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் மூலங்களான மக்காச் சோளம், கரும்பு போன்றவற்றிலிருந்து பெறப்படும் ஆற்றலுக்கு ஒரு மாற்றாக விளங்குகின்றன. ஆற்றல் நெருக்கடியும் உலக உணவு நெருக்கடியும் பாசி வளர்ப்பில் (Algal culture) ஒரு ஆர்வத்தை தூண்டியுள்ளன. இந்த வளர்ப்பு உயிரி டீசல் உற்பத்திக்காகவும், இதர உயிரி எரிபொருட்களின் உற்பத்திக்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த உற்பத்தி வேளாண்மைக்குப் பயன்படாத நிலத்தைப் பயன்படுத்துகிறது. போட்ரியோகாக்கஸ் பிரானிஜ் (*Botryococcus braunii*) என்ற பாசி பொதுவாக உயிரிஎரிபொருள் தயாரிப்பிற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

### பாசி உயிரிஎரிபொருள்

#### பாசிகளால் உயிரிய ஹைட்ரஜன் உற்பத்தி (Biological hydrogen production by algae)

உயிரிய ஹைட்ரஜன் உற்பத்தி பாசிகளில் ஒளி உயிரிய முறையில் நீர்பிளக்கும் செயல் முறையாகும். பொதுவான ஒளிச்சேர்க்கையின் போது கிளாமிடோமோனஸ் ரீன்ஹார்டிஜ் (*Chlamydomonas reinhardtii*) என்ற பாசி ஆக்சிஜனை வெளியேற்றுகிறது. இதற்கு கந்தகம் கொடுக்கப்படாத போது ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்வில் இது ஹைட்ரஜன் உற்பத்திக்கு மாறுகிறது மற்றும் எலக்ட்ரான்கள் ∴ பெர்ரடாக்சினுக்கு கடத்தப்படுகின்றன. (Fe) – ஹைட்ரோஜினைஸ் நொதிகள் இவற்றை இணைத்து ஹைட்ரஜன் வாயு உற்பத்தி செய்கின்றன.

### உயிரிவளம் நாடல் (Bioprospecting)

உயிரி வளம் நாடல் என்பது உயிரிய மூலப்பொருட்களிலிருந்து புதிய விலை பொருட்களை கண்டறிதல் மற்றும் வணிகமயமாக்கல் ஆகும். உயிரிவளம் நாடலில் உயிரிபொருள் கொள்ளையும் சேரலாம். இதில் உள்ளூர் மக்களிடமிருந்து தோன்றும் இயற்கை பற்றிய வட்டார அறிவு இதர மக்களால் ஆதாயத்திற்காக உள்ளூர் மக்களின் ஒப்புதல் இன்றியோ அவர்களுக்கு எவ்வித இழப்பீடும் கொடுக்காமல் சுரண்டப்பட்டு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

### உயிரிப்பொருள் கொள்ளை (Biopiracy)

தேசிய மரபணு வளங்களின் மீது தனிப்பட்ட கட்டுப்பாட்டை பெறும் நிறுவனங்களினால் அவ்வளங்களின் உண்மையான உரிமையாளர்களுக்கு போதுமான அங்கீகாரம் அல்லது ஊதியம் வழங்காமல் அறிவுசார் சொத்துரிமை சட்டங்களை கையாளுதல் உயிரிப் பொருள் கொள்ளை என வரையறுக்கப்படுகிறது. உயிரிப் பொள் கொள்ளைக்கு எடுத்துக்காட்டாக மஞ்சள், வேம்பு மற்றும் மிகவும் நன்கறிந்த பாசமதி அரிசியின் அமெரிக்க நிறுவனங்களுக்கு அமெரிக்க காப்புரிமை மற்றும் வணிக முத்திரை அலுவலகத்தினால் வழங்கப்பட்ட சமீபத்திய காப்புரிமை. இந்த மூன்று உற்பத்திப் பொருட்களும் இந்திய – பாகிஸ்தான் துணைக் கண்டத்தின் உள்நாட்டுக்குரியதாகும்.

### வேம்பில் உயிரிப்பொருள் கொள்ளை (Biopiracy of Neem)

இந்திய மக்கள் பூஞ்சை மற்றும் பாக்டீரிய தோல் நோய் தொற்றல்களை கட்டுப்படுத்த பல வழிகளில் வேம்பினையும் அதன் எண்ணெய்யையும் பயன்படுத்தி வந்தனர். வேம்பின் பண்புகளை இந்தியர்கள் உலகம் முழுவதும் உள்ள மக்களுடன் பகிர்ந்து கொண்டனர். W.R. கிரேஸ் (W.R. Grace) என்ற அமெரிக்க பன்னாட்டு நிறுவனமும் (MNC) அமெரிக்க வேளாண்துறையும் (USDA – United States Department of Agriculture) 1990 ஆம் ஆண்டின் முற்பகுதியில் இந்த அறிவைத் திருடி ஐரோப்பிய காப்புரிமை நிறுவனத்தில் (EPO) ஓர் காப்புரிமை உரிமை “பிரித்தெடுக்கப்பட்ட நீர் வெறுப்பு (hydrophobic) வேப்ப எண்ணெய்யின் உதவியுடன் தாவரங்களின் மேல் ஏற்படும் நோய்களைக் கட்டுப்படுத்தும் ஒரு செயல்முறைக்காக கோரப்பட்டது”. வேம்பின் பூஞ்சை எதிர்ப்பு மற்றும் பாக்டீரிய எதிர்ப்பு பண்புகளை காப்புரிமை செய்வது உயிரிப் பொருள் கொள்ளைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். எனினும் இந்தியர்களின் பாரம்பரிய அறிவானது இறுதியில் பாதுகாக்கப்பட்டு, காப்புரிமை இரத்து செய்யப்பட்டது.

### மஞ்சளில் உயிரிப்பொருள் கொள்ளை (Biopiracy in Turmeric)

1995-ஆம் ஆண்டு அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் காப்புரிமை மற்றும் வணிக குறியீடு அலுவலகம் (United States Patent and Trademark Office) மஞ்சளை ஒரு கிருமி நாசினியாக பயன்படுத்துவதற்கு காப்புரிமையை வழங்கியது. மஞ்சள் இந்திய மக்களால் புண்களை வேகமாக குணப்படுத்தவும், புண் தடிப்புகளை குணப்படுத்தவும், ஒரு வீட்டுமருந்தாக பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. மஞ்சள் இந்திய மக்களால் புண்களை வேகமாக குணப்படுத்தவும், புண் தடிப்புகளை குணப்படுத்தவும் ஒரு வீட்டு மருந்தாக பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. 1953-ல் இந்திய மருத்துவ கழகத்தால் ஒரு சஞ்சிகை கட்டுரை (Journal article) வெளியிடப்பட்டது. அதில் இந்த மருத்துவக் குறிப்பு உள்ளது. எனவே, இதன் மூலம் மஞ்சளின் கிருமி நாசினிப் பண்பு உலகத்திற்கு புதியதல்ல என்பதும், இது ஒரு புதிய கண்டுபிடிப்பல்ல என்பதும், இந்தியர்களின் பாரம்பரிய அறிவின் ஒரு பகுதி என்பதும் நிரூபணமானது. US காப்புரிமை மற்றும் வணிகக் குறியீடு அலுவலகத்திற்கான எதிர்ப்பு இந்த எடுத்துக்காட்டில் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது மற்றும் இந்தியர்களின் பாரம்பரிய அறிவு பாதுகாக்கப்பட்டது. இது உயிரிப் பொருள் கொள்ளைக்கான மற்றொரு எடுத்துக்காட்டாகும்.

### பாசமதி அரிசியில் உயிரிப்பொருள் கொள்ளை (Biopiracy of Basmati Rice)

1997 ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் 2-ஆம் தேதி US காப்புரிமை மற்றும் வணிகக்குறி அலுவலகம் “பாசமதி அரிசி கால்வழிகள் மற்றும் தானியங்கள் தொடர்பான காப்புரிமத்தை ரைஸ் டெக் (Rice tec) என்ற டெக்ஸால் நிறுவனத்திற்கு பல உரிமைகளைக் கொடுக்கிறது. இதில் “பாசமதி” என்ற சொல்லை இந்நிறுவனம் மட்டுமே பயன்படுத்தும் உரிமையும் அடங்கும். மேலும் எந்த ஒரு கலப்புறுத்தங்களின் விளைவாகத் தோன்றும் விதைகளை பயன்படுத்துதல் சார்பான உரிமையும் அடங்கும். தாவர மேம்படுத்தும் செயலையும் இந்த காப்புரிமை வழங்குகிறது. RiceTec-ன் புதிய அரிசி கால்வழிகளும்

சமையல் பண்புகள், தரசப் பொருளின் அளவு, அரிசி தானியங்களில் எவ்வளவு உள்ளது என்பனவற்றை நிர்ணயிக்கும் வழிமுறைகளும் இந்த காப்புரிமத்தில் அடங்கும்.

இந்தியா இந்த பாஸ்மதி அரிசி உயிரிகொள்ளையை WTOவிற்கு TRIPS ஒப்பந்தத்தை மீறிய செயல் என எடுத்துச் சென்றது. இதனால் 2002ஆம் ஆண்டு US காப்புரிமம் அலுவலகம் ரைஸ் டெக் நிறுவனத்திடமிருந்து 15 உரிமைக் கோருதல்களை ரத்து செய்தது. அதில் முக்கியமாக பாஸ்மதி என்ற பெயரும் அடங்கும். காப்புரிமம் நிறுவனம் ரைஸ் டெக் நிறுவனத்தின் ரகத்தை 'ரைஸ் லைன் 867' (Rice line 867) என்று மாற்றியது. இதன்மூலம் இந்திய பாஸ்மதி ரகத்தின் வெளிநாட்டு ஏற்றுமதிக்கான உரிமம் பாதுகாக்கப்பட்டது.

### உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் பயன்பாடுகள் (Applications of Biotechnology)

- 21ஆம் நூற்றாண்டின் மிகவும் முக்கியமான பயன்பாட்டு தொடர்புடைய அறிவியல்களில் ஒரு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த துறை உயிரிதொழில்நுட்பமாகும். இது நம் வாழ்க்கையை ஒரு பயனுள்ள முறையில் செலவிட நமக்குள்ள ஒரு நம்பத்தகுந்த துறையாகும்.
- உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் பயன்பாடுகள் வேளாண்மை, மருத்துவம், சூழல், வணிக தொழில்கள் போன்ற பல துறைகளில் அதிகமாக பயன்படுகிறது.
- இந்த அறிவியல் மரபணு மாற்றத் தாவர வகைகளைப் பெறுவது போன்ற அதிக மதிப்புள்ள விளைவுகளைப் பெற்றுள்ளது. எடுத்துக்காட்டுகளாக மரபணு மாற்றமடைந்த பருத்தி (Bt – பருத்தி), அரிசி, தக்காளி, புகையிலை, காலி.பிளவர், உருளைக்கிழங்கு, வாழை போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.
- வேளாண் பயிர்களில் களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத்தன்மை, இறுக்க எதிர்ப்புத் தன்மை (strees resistant), நோய் எதிர்ப்புத்தன்மை போன்றவற்றைக் கொண்ட வகைகளை உருவாக்குவது உயிரிதொழில்நுட்பத்தின் மகத்தான விளைவு ஆகும்.
- மனிதர்களில் இன்சலின் குறைப்பாட்டு நோயை சரி செய்யவும் ஈகோலையை பயன்படுத்தி மனித இன்சலின் மற்றும் இரத்த புரதத்தை உருவாக்க மருத்தவ உயிரி தொழில்நுட்ப தொழிற்சாலைகள் பயன்படுகின்றன.
- உயிரிதொழில்நுட்ப தொழிற்சாலை மூலம் தடுப்பூசி மருந்து (Vaccine), நொதிகள், உயிர் எதிர்ப்பொருட்கள், பால் சார்ந்த தயாரிப்புகள், பானங்கள் (Beverages) போன்றவற்றை உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.
- உயிரிதொழில்நுட்பத்தின் மூலம் உயிரி சில்லுகளை (biochips) அடிப்படையாக கொண்ட உயிரிய கணினி உருவாக்குதல் மேலும் ஓர் சாதனையாகும்.
- மரபணு பொறியியல் மரபணு கையாளுதலை உள்ளடக்கியது; திசு வளர்ப்பு முழுஆக்குத் திறன் பெற்ற (totipotent plant cell) தாவர செல்லை நுண்ணுயிரி நீக்கப்பட்ட முறையில் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழலில் தாவர நகலாக்கம் செய்வதாகும்.
- உணவுத் தொழிற்சாலையில் ஸ்பைருலினா (Spirulina)-வைப் பயன்படுத்தி தனி செல் புரதம் பெறப்படுகிறது.
- இரண்டாம் நிலை வளர்சிதைப் பொருட்கள், உயிரி உரங்கள், உயிரி தீங்குயிரிக் கொல்லிகள், நொதிகள் போன்றவை உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.
- சூழல்சார் உயிரிதொழில்நுட்பத்திற்காக, உயிரித்திரள் ஆற்றல் (Biomass energy), உயிரி எரிபொருள், உயிரிவழி திருத்தம், தாவர வழிதிருத்தம் போன்றவை உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

### அலகு- 5 தாவரத் திசு வளர்ப்பு

தாவரப் புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள், செல்கள், திசுக்கள் அல்லது உறுப்புகளை அவற்றின் இயல்பான அல்லது சாதாரணச் சூழலில் இருந்து பிரித்தெடுத்துச் செயற்கையான சூழ்நிலையில் வளர்த்தலைத் திசு வளர்ப்பு என்கிறோம். இவை சோதனை கலத்தில் தாவரப் புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள், செல்கள், திசுக்கள் மற்றும் உறுப்புகள் வளர்ப்பு என்றும் அழைக்கப்படும் (in vitro (லத்தீன்) – கண்ணாடி / சோதனை குழாயினுள்) ஒரு தின்ப பிரிகூறு குறுகிய காலத்திலும், இடத்திலும் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையில் பல்லாயிரக்கணக்கான தாவரங்களாகப் பெருக்கமடைகிறது. திசு வளர்ப்பு தொழில்

நுட்பம் வணிக நோக்கில் தாவர உற்பத்தி மட்டுமின்றித் தாவர ஆராய்ச்சிகளுக்கும் பயன்படுகிறது. தாவரத் திசு வளர்ப்பு மரபணு மாற்றப்பட்ட தாவரங்களின் மீளுருவாக்கத்தில் தவிர்க்க முடியாத கருவியாகப் பங்காற்றுகிறது. இது தவிர்த்து, தாவரத் திசு வளர்ப்பின் சில முக்கியப் பயன்பாடுகளாக அரிய தாவரப் பெருக்கம், உயர்தர (elite varieties) தாவரங்களின் பாதுகாப்பு, வைரஸ் அற்ற தாவர உற்பத்தி, மரபணு வளக்கூறு (Germplasm) பாதுகாத்தல், தொழிற்சாலையில் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சிதை மாற்றப் பொருள்கள் உற்பத்தி மற்றும் பல உள்ளன. இந்தப் பாடத்தில் திசு வளர்ப்பின் வரலாறு, தொழில் நுட்பம், வகை, பயன்பாடு மற்றும் அறநெறி பிரச்சினைகளுக்கான விழிப்புணர்வு ஆகியன விவாதிக்கப்படுகின்றன.

ஜெர்மனி நாட்டுத் தாவரவியலார் காட்லிப் ஹேபர்லேண்ட் (1902) முழு ஆக்குத் திறன் கருத்தை முன்மொழிந்தார். மேலும் அவர் வளர்ப்பு ஊடகத்தில் லேமியம் பர்பியூரியம் தாவர இலையிடைத் திசு செல்களைப் பயன்படுத்திச் செயற்கையான சூழலில் தாவரச் செல்களை முதன் முதலில் வளர்த்துப் பெருக்கமடைந்த செல்களைப் பயன்படுத்திச் செயற்கையான சூழலில் தாவரச் செல்களை முதன்முதலில் வளர்த்துப் பெருக்கமடைந்த செல்களைக் கிடைக்கப் பெற்றார். இவர் தாவரத் திசு வளர்ப்பின் தந்தையாகக் கருதப்படுகிறார்.

### திசு வளர்ப்பின் அடிப்படைக் கொள்கைகள்:

தாவரத் திசு வளர்ப்பின் அடிப்படைக் கருத்துக்களாவன முழு ஆக்குத்திறன், வேறுபாடுறுதல், மறுவேறுபாடு அடைதல், வேறுபாடு இழத்தல் போன்றவையாகும்.

### முழு ஆக்குத்திறன் (Totipotency):

மரபியல் திறன்களைக் கொண்டுள்ள உயிருள்ள தாவரச் செல்களை ஊட்ட (கரைசல்) ஊடகத்தில் வளர்க்கும் போது அவை முழுத் தனித் தாவரமாக வளர்ச்சியடையும் பண்பே முழு ஆக்குத்திறன் எனப்படும்.

### வேறுபாடுறுதல் (Differentiation):

செல்களில் உயிரி வேதியிய மற்றும் அமைப்பிய மாற்றங்கள் ஏற்படுத்தி அவற்றைச் சிறப்பான அமைப்பு மற்றும் பணியினை மேற்கொள்ளச் செய்தல்.

### மறுவேறுபாடுறுதல் (Redifferentiation):

ஏற்கனவே வேறுபாடுற்ற ஒரு செல் மேலும் வேறுபாடுற்று மற்றொரு செல்லாக மாற்றமடைதல். எடுத்துக்காட்டு: ஊட்டச் சத்து ஊடகத்தில் கேலஸ் திசுவின் செல்கூறுகள் முழுத்தாவர அமைப்பை உருவாக்கும் திறன் பெற்றுள்ளதை மறுவேறுபாடுறுதல் எனலாம்.

### வேறுபாடிழத்தல் (Dedifferentiation):

முதிர்ச்சி அடைந்த செல்கள் மீண்டும் ஆக்குத்திசுவாக மாறிக் கேலஸ் போன்ற திசுவை உருவாக்கும் நிகழ்ச்சி வேறுபாடு இழத்தல் என அழைக்கப்படுகிறது. உயிருள்ள தாவரச் செல்களின், திசுக்களின் வேறுபாடுறுதலும், வேறுபாடிழத்தலும் உள்ளார்ந்து ஒரு சேரக் காணப்பட்டால் அவை முழு ஆக்குத்திறன் பெற்றதாகக் கருதப்படும்.

### தாவரத் திசு வளர்ப்பு (Plant Tissue Culture – PTC):

தாவரத் திசு வளர்ப்பு என்பது ஆய்வு கூடச் சோதனை வளர்ப்பு முறை மற்றும் நுண்ணுயிர் நீக்கிய நிலையில் திசு வளர்ப்பு ஊடகத்தில் ஏதேனும் தாவரப் பகுதிகளை வளர்த்தல் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இத்தொழில்நுட்பச் செயல்முறை மூன்று அடிப்படை நெறிமுறைகளைக் கொண்டுள்ளது.

- தேவையான தாவரப்பகுதி அல்லது அதன் பிரிகூறு தேர்வு செய்யப்பட்டு, பின்பு இதர உடலப் பகுதியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.



- இது கட்டுப்படுத்தப்பட்ட இயற்பியல் சூழ்நிலையிலும், வரையறுக்கப்பட்ட வேதியிய (ஊட்ட ஊடகம்) சூழலிலும் பராமரிக்கப்படுகிறது.

பிரிகுறு என்பது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தாவரத்தை உருவாக்குவதற்கு வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வைத்து வளர்க்கத் தேவைப்படும் தாவரத் திசு.

#### தாவரத் திசு வளர்ப்பிற்கான அடிப்படை ஆய்வக வசதிகள்:

தாவரத் திசு வளர்ப்பிற்கு ஆய்வகம் பின்வரும் வசதிகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

- கண்ணாடிக் கலன்களைக் கழுவுவதற்கான வசதி மற்றும் அவற்றை உலர்த்துவதற்கான நுண்ணலை அடுப்பு (oven) வசதி.
- தன்னழுத்தக் கலன் (Autoclave), எலக்ட்ரானிய தராசு மற்றும் pH மீட்டருடன் கூடிய வளர்ப்பு ஊடகம் தயாரிப்பதற்கான அறை
- **நுண்ணுயிர் நீக்கப்பட்ட அறை:** இது ஒரு சீரடுக்கு காற்று பாய்வு அமைப்பும், உயர்திறன் துகள் காற்று (HEPA-High Efficiency Particulate Air) வடிப்பான் என்றழைக்கப்படும் அழுத்தக் காற்றோட்ட அலகும் உள்ளன. இவற்றின் வேலை நுண்ணுயிர் அற்ற ஒரு சூழலை உருவாக்குவதாகும்.
- **வளர்ப்பு வசதி:** பிரிகுறு வளர்ப்புக் குழாயில் பொதிக்கப்பட்டு 22 - 28°C வெப்ப நிலையிலும், 24000 லக்ஸ் ஒளிச்செறிவிலும், 8 - 16 மணி நேரம் ஒளிக்காலத்துவத்திலும், ஏறத்தாழ 60% ஈரப்பதத்திலும் வளர்க்கப்படுகிறது.

#### தாவரத் திசு வளர்ப்பில் அடங்கியுள்ள அடிப்படைத் தொழில்நுட்ப முறை:

##### நுண்ணுயிர் நீக்கம்: (Sterilization):

நுண்ணுயிர் நீக்கம் என்பது வளர்ப்பு ஊடகம், வளர்ப்பு கலன்கள், பிரிகுறு போன்றவற்றிலிருந்து நுண்ணுயிர்களான பாக்டீரியங்களையும், பூஞ்சைகளையும் நீக்கும் தொழில்நுட்பம்.

1. **நுண்ணுயிர் நீக்கப்பட்ட நிலையைப் பராமரித்தல்:** ஆய்வகச் செயற்கை வளர்ப்பில் நுண்ணுயிர் நீக்கப்பட்ட நிலையைப் பராமரிக்கப் பின்வரும் முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன. கண்ணாடிக் கலன்கள், இடுக்கி, கத்தி, அனைத்து உபகரணங்கள் ஆகியவை தன்னழுத்தக்கலனில் 15 psi (121°C வெப்பநிலை) அழுத்தத்தில், 15 - 30 நிமிடங்களுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது அல்லது 70% ஆல்கஹாலில் நனைக்கப்படுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து வெப்பமுட்டலும் குளிர்வித்தலும் நடைபெற்று நுண்ணுயிர்நீக்கம் செய்யப்படுகின்றன.
2. **வளர்ப்பு அறை நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்தல்:** முதலில் தரை மற்றும் சுவர்களைச் சோப்பு கொண்டும் பிறகு 2% சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட் அல்லது 95% எத்தனால் கொண்டும் கழுவ வேண்டும். சீரடுக்கு காற்று பாய்வு அறையின் மேற்பரப்பு 95% எத்தனால் கொண்டு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்பட வேண்டும். பிறகு 15 நிமிடங்களுக்குப் புறஊதாக் கதிர் வீச்சிற்கு உட்படுத்தப்பட வேண்டும்.
3. **ஊட்ட ஊடகத்தை நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்தல்:** வளர்ப்பு ஊடகம் கொண்டுள்ள கண்ணாடிக் கலனை ஈரம் உறிஞ்சாத பருத்தி அல்லது பிளாஸ்டிக் கொண்டு மூடி, தன்னழுத்தக்கலனில் 15 psi (121°C) ல் 15 - 30 நிமிடங்களுக்கு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்படுகிறது. தாவரச் சாறு, வைட்டமின்கள், அமினோ அமிலங்கள் மற்றும் ஹார்மோன்கள் ஆகியவை 0.2 µm துளை விட்டமுடைய மில்லிபோர் வடிகட்டி வழியாகச் செலுத்தப்பட்டு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்படுகின்றன. நுண்ணுயிர் நீக்கிய சீரடுக்கு காற்று பாய்வு அறையில் நுண்ணுயிர் நீக்கிய வளர்ப்பு ஊடகம் வைக்கப்படுகிறது.

4. பிரிகூறுக்கு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்தல்: திசு வளர்ப்பிற்குப் பயன்படும் தாவரப் பொருளை முதலில் ஓடுகின்ற குழாய் நீரில் வைத்து நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்படுகிறது. அதற்குப் பின் 0.1% மெர்குரிக் குளோரைடு, 70% ஆல்கஹால் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி நுண்ணுயிர் அற்ற நிலையில் சீரடுக்கு காற்று பாய்வு அறையில் புறப்பரப்பு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்படுகிறது.

#### ஊடகமட் தயாரித்தல் (Preparation of Culture medium):

திசு வளர்ப்பின் வெற்றி, வளர்ப்பு ஊடகத்தின் கூறுகள், தாவர வளர்ச்சி சீரியக்கிகள், வெப்பநிலை, pH, ஒளி மற்றும் ஈரப்பதம் போன்றவற்றைப் பொறுத்து அமையும். எந்தத் தனி ஊடகமும் அனைத்துத் தாவரத் திசுவின் உகந்த வளர்ச்சிக்கு உகந்தல்ல. திசு வளர்ப்பு நெறிமுறைக்கேற்பத் தகுந்த ஊட்ட ஊடகம் தயாரிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

MS ஊட்ட ஊடகம் (முராஷிகி மற்றும் ஸ்கூஜ் 1962) தாவரத் திசு வளர்ப்பில் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது தகுந்த வைட்டமின்கள் மற்றும் ஹார்மோன்களுடன் தகுந்த கார்பன் மூலங்களையும் கொண்டுள்ளன. MS ஊடகத்தைத் தவிரத் தாவரத் திசு வளர்ப்பிற்காக B5 ஊடகம் (கேம்போர்க் குமுவினர் 1968), ஓயிட் ஊடகம் (ஓயிட் 1943) நிட்ச் ஊடகம் (நிட்ச் மற்றும் நிட்ச் 1969) போன்றவை உள்ளன. ஒரு ஊடகம் திட, பகுதிதிட அல்லது நீர்ம நிலையில் இருக்கலாம். ஊடகத்தைத் திடப்படுத்துவதற்குக் கூழ்மக் காரணியான அகார் சேர்க்கப்படுகிறது.

அகார்: ஊடகத் தயாரிப்பில் திட நிலைப்படுத்துவதற்கு பயன்படுத்தப்படும் கடல் பாசிகளிலிருந்து (sea weeds) கிடைக்கும் ஒரு சிக்கலான மியூசிலேஜ் (mucilagenous) பாலிசாக்காரைடுகளாகும்.

#### வளர்ப்பு குழல்:

pH

சிறந்த முடிவினைப் பெறுவதற்கு ஊடகத்தின் pH ஐ 5.6 முதல் 6.0 வரை வைக்க வேண்டும்.

#### வெப்பநிலை:

இவ்வளர்ப்பிற்கு 25°C ± 2°C நிலையான வெப்பநிலை உகந்தது.

#### ஈரப்பதம் மற்றும் ஒளிச்செறிவு:

50 –60µ ஒப்புஈரப்பதமும், தோராயமாக 1000 லக்ஸும், 16 மணி ஒளிக்காலத்துவமும் வளர்ப்பதற்குத் தேவைப்படுகின்றன.

#### காற்றோட்டம்:

சோதனைக் குழாய் அல்லது குடுவையில் காற்றோட்டம் தானியங்கி குலுக்கியின் மூலம் கொடுக்கப்படுகிறது. இது காற்று வடிகட்டி மூலம் நுண்ணுயிர் நீக்கப்பட்டு ஊடகத்தில் செலுத்தப்படுகிறது.

#### கேலஸ் தூண்டப்படுதல் (Induction of callus):

கேலஸ் : தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட இலை, தண்டு, கிழங்கு மற்றும் வேரின் 1 – 2 செ.மீ நோய் கிருமி நீக்கப்பட்ட துண்டுகளின் பிரிகூறுகள் ஆக்ஸின் கூடுதலாகச் சேர்க்கப்பட்ட MS ஊட்டக் கரைசலில் வைக்கப்படுகிறது. இவை 25°C ± 2°C வெப்பநிலையில் 12 மணி நேரம் ஒளி மற்றும் 12 மணி நேரம் இருள் என மாறி மாறி வைக்கப்படும் போது செல் பிரிதல் தூண்டப்பட்டுப் பிரிகூறின் மேற்பரப்பில் கேலஸ் வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. கேலஸ் என்பது ஆய்வுகூடச் சோதனை வளர்ப்பு ஊடகத்தில் தாவரச் செல்கள் அல்லது திசுக்களின் முறையற்ற வளர்ச்சி ஆகும்.

#### MS (முராஷிகி, ஸ்கூஜ் 1962) ஊடகத்தின் கூறுகள்:

பெரும் ஊட்டப் பொருள்கள் அமோனியம் நைட்ரேட் (NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub>) 1650.0 மிகி/லி

பொட்டாசியம் நைட்ரேட் (K NO<sub>3</sub>)

1900.0 மிகி/லி

கால்சியம் குளோரைடு ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )	440.0 மிகி/லி
மெக்னீசியம் சல்ஃபேட் ( $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )	370.0 மிகி/லி
பொட்டாசியம் டை ஹைட்ரஜன் ஃபாஸ்பேட் ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )	170.0 மிகி/லி

**நுண் ஊட்டப் பொருள்கள்:**

மாங்கனீஸ் சல்ஃபேட் ( $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )	22.3 மிகி/லி
துத்தநாகச் சல்ஃபேட் ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )	8.6 மிகி/லி
போரிக் அமிலம் ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )	6.2 மிகி/லி
பொட்டாசியம் அயோடைடு (KI)	0.83 மிகி/லி

**சிறிய ஊட்டப் பொருள்கள்**

சோடியம் மாலிப்டேட் ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )	0.250 மிகி/லி
கியூப்ரிக் சல்ஃபேட்	

**கருவுருவாக்கம் (Embryogenesis):**

கேலஸ் செல்கள் வேறுபாடுகளுக்கு உள்ளாகி உடலக் கருக்களை உருவாக்குகின்றன. இவை கருவுருக்கள் (Embryoids) எனப்படும். இந்தக் கருவுருக்களை துணை வளர்ப்பிற்கு உட்படுத்தி நாற்றுருக்கள் (Plantlets) உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

**வன்மையாக்குதல் (Hardening):**

ஆய்வகச் சோதனை முறையில் வளர்க்கப்பட்ட நாற்றுருக்களுக்கு காலம் தேவைபடுவதால் அவை பசுமை இல்லம் அல்லது வன்மையாக்கி அறைக்கும், பின்னர் இயற்கை சூழலுக்கும் மாற்றப்படுகின்றன. வன்மையாக்குதல் என்பது ஆய்வகச் சோதனை முறையில் ஈரப்பதமான அறையில் உருவாக்கப்பட்ட நாற்றுருக்களை ஒளியின் இயற்கையான களச் சூழலில் வளர்வதற்கு ஏற்ப படிப்படியாக வெளிக்கொணர்தல் ஆகும்.

**திசு வளர்ப்பின் வகைகள்:**

பிரிகூறு அடிப்படையில் தாவரத் திசு வளர்ப்பின் வகைகளாவன

1. உறுப்பு வளர்ப்பு
2. ஆக்குத் திசு வளர்ப்பு
3. புரோட்டோபிளாஸ்ட் வளர்ப்பு
4. செல் மிதவை வளர்ப்பு

**1. உறுப்பு வளர்ப்பு:**

வளர்ப்பு ஊடகத்தில் கருக்கள், மகரந்தப் பை, சூலகப்பை, வேர்கள், தண்டு அல்லது தாவரத்தின் பிற உறுப்புகளை வளர்த்தல்.

**2. ஆக்குத் திசு வளர்ப்பு:**

வளர்ப்பு ஊடகத்தில் தாவரத்தின் ஆக்குத் திசுவை வளர்த்தல்.

**3. புரோட்டோபிளாஸ்ட் வளர்ப்பு:**

புரோட்டோபிளாஸ்ட் என்பது செல் சுவரற்ற, ஆனால் செல்சவ்வு அல்லது பிளாஸ்மா சவ்வினால் சூழப்பட்ட செல் அமைப்பாகும். புரோட்டோபிளாஸ்ட்டை பயன்படுத்தி ஒற்றைச் செல்லிலிருந்து முழுத் தாவரத்தை மீளுருவாக்கம் செய்ய இயலும் மற்றும் உடலக் கருக்களை உருவாக்க முடியும். புரோட்டோபிளாஸ்ட் வளர்ப்பில் அடங்கியுள்ள படிநிலைகள்.

1. புரோட்டோபிளாஸ்ட்டை பிரித்தெடுத்தல்: இலைத் திசு போன்றதாவரத்திசுவின் சிறு பகுதி புரோட்டோபிளாஸ்ட் பிரித்தெடுப்பதற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. pH 5.4 நிலையில் 0.5% மேசரோசைம் மற்றும் 13% சார்பிட்டாலில் அல்லது மானிட்டாலில் கரைந்துள்ள 2% ஒசோசுகா செல்லுலேஸ் நொதியில் இலைத் திசுக்களின் சிறு துண்டுகளை மூழ்கி இருக்குமாறு

வைக்கப்படுகிறது. இவற்றை 25°C வெப்பநிலையில் இரவு முழுவதும் வைத்துப் பிறகு மென்மையாகச் செல்களைத் தனிமைபடுத்தும் (teasing) போது புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள் பெறப்படுகின்றன. இவ்வாறு பெறப்பட்ட புரோட்டோபிளாஸ்ட் அதன் உயிர்ப்புத் தன்மையை நிலை நிறுத்த 20% சுகரோஸ் கரைசலுக்கு மாற்றப்படுகிறது. பிறகு மையவிலக்கிற்கு உட்படுத்தப்பட்டுச் செல் சுவரிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட தூய புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள் பெறப்படுகின்றன.

2. **புரோட்டோபிளாஸ்ட் இணைவு:** புரோட்டோபிளாஸ்ட் இணைவு தகுந்த இணைவு காரணியால் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இது பொதுவாகப் பாலிஎத்திலீன் கிளைக்கால் (PEG) மூலம் நிகழ்கிறது. பிரித்தெடுக்கப்பட்ட புரோட்டோபிளாஸ்ட் 25% முதல் 30% செறிவுள்ள பாலி எத்திலீன் கிளைக்கால் மற்றும் Ca<sup>++</sup> அயனியில் வைக்கும் போது இணைவு ஏற்படுகிறது.

3. **புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள் வளர்ப்பு:**

புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள் சில மாற்றங்கள் செய்யப்பட்ட MS வளர்ப்பு ஊடகத்தின் நுண் துளி, தட்டு அல்லது நுண் துளி வரிசை (array) முறையில் வளர்க்கப்படுகின்றன. புரோட்டோபிளாஸ்ட்டை வளர்ப்பதற்கு முன்பாக ஃப்ளூரிசின் டை அசிட்டேட்டைக் கொண்டு அதன் உயிர்ப்புத் திறன் சோதிக்கப்படுகிறது. பிறகு வளர்ப்பானது தொடர்ந்து 25°C வெப்பநிலையில், 1000 முதல் 2000 லக்ஸ் ஒளிச் செறிவில் வைக்கப்படுகிறது. 24 - 48 மணி நேரத்தில் செல் சுவர் தோற்றமும், 2 முதல் 7 நாட்களுக்கிடையே முதல் செல் பிரிதலில் புதிய செல் தோற்றமும் வளர்ப்பு ஊடகத்தில் நிகழ்கிறது.

4. **உடல் கலப்பினச் செல்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல்:**

வேறுபட்ட செல்களின் உட்கரு அற்ற புரோட்டோபிளாஸ்ட்டை இணைத்துப் பெறப்படுவது சைபிரிட் (cybrid) என அழைக்கப்படுகிறது. இதன் பின்பு உட்கரு இணைவு நடைபெறுகிறது. இந்த நிகழ்வானது உடல் கலப்பினமாக்கல் (somatic hybridization) என அழைக்கப்படும்.

**செல் மிதவை வளர்ப்பு (Cell suspension Culture):**

ஆய்வுக்கூடச் சோதனை முறையில் சில தனிச் செல்களையோ அல்லது செல் தொகுப்பையோ நீர்ம ஊடகத்தில் வளர்க்கும் முறை செல் மிதவை வளர்ப்பு எனப்படுகிறது.

மேலும், சுழற்சி கலக்கி கருவியைப் பயன்படுத்திக் கிளர்வூட்டப்பட்ட (agitated) கேலஸின் ஒரு பகுதியை நீர்ம ஊடகத்திற்கு மாற்றுவதன் மூலம் செல் மிதவை தயாரிக்கப்படுகிறது. கேலஸ் திசுவின் செல்கள் தனிமைப்படுத்தப்பட்டு செல் மிதவை வளர்ப்பிற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்கள் உற்பத்தி:**

செல் மிதவை வளர்ப்பின் மூலமாக இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்களான ஆல்கலாய்டுகள், ஃபிளேவினாய்டுகள், டெர்பினாய்டுகள், ஃபீனால்கூட்டுப் பொருள்கள், மறுகூட்டிணைவுப் புரதங்கள் போன்ற பொருள்களை உருவாக்கலாம். பொதுவாக, இரண்டாம் நிலை வளர்சிதைப் பொருள்கள் வேதியப் பொருள்களாகவும், தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவைப்படாமலும் உள்ளன. ஆனால் தாவரங்களின் செல் வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது உபபொருள்களாக இவை உருவாக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கேதராந்தஸ் ரோசியஸ் தாவரத்தின் செல் வளர்ப்பிலிருந்து இண்டோல் ஆல்கலாய்டுகள் உயிரி உற்பத்தி மூலம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

வணிக உற்பத்திக்காக உயிரிகலன்களைப் பயன்படுத்தி இரண்டாம் நிலை வளர்சிதைப் பொருள்களின் உற்பத்தி செயல்முறைகளைத் தானியங்கி முறையில் அளவிடலாம். அதிகத் திறனுடைய இரண்டாம் நிலை வளர்சிதைப் பொருள்கள் உற்பத்தியைச் செல் மிதவை வளர்ப்பின் மூலம் மேற்கொள்வதற்குச் சில உத்திகளான உயிரிசார் நிலை மாற்றம் (Bio transformation) வளர்ச்சிதை மாற்றப் பொருள் தூண்டல் (Elicitation) மற்றும் முடக்க வளர்ப்பு (immobilization) போன்றவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தொழிற்துறை முக்கியத்துவம் வாய்ந்த இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்கள் கீழ்காணும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

**தாவரங்களின் மீளருவாக்க வழித்தடம் (Plant Regeneration Pathway):**

பிரிவுவிலிருந்து உடல் கருவுருவாக்கம் அல்லது உறுப்புகளாக்கம் மூலம் தாவரங்கள் மீளுருவாக்கம் செய்யப்படுகிறது.

#### உடல் கருவுருவாக்கம்:

கேலஸ் திசுவிருந்து நேரடியாகக் கரு உருவாதலுக்கு உடல் கருவுருவாக்கம் என்று பெயர். இக்கருக்கள் உடல்கருக்கள் அல்லது கருவுருக்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

கருவுருக்கள் அல்லது ஆய்வுக்கூடச் சோதனை முறை வாய்ப்பு செல்களிலிருந்து நேரடியாக முன் கரு செல்கள் வளர்ந்து கருவுருக்களாக வேறுபாடு அடைகின்றன.

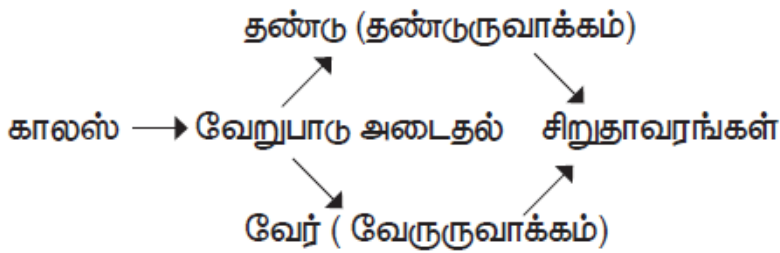
#### பயன்பாடுகள்:

- உடல் கருவுருவாக்கம் திறன்மிக்க நாற்றுருக்களை வழங்கி, பின்னர் வன்மையாக்கத்திற்குப் பின்பு முழுத் தாவரங்களைக் கொடுக்கிறது.
- செயற்கை விதைகள் உற்பத்திக்கு உடல் கருக்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- அல்லியம் சட்டைவம், ஹார்டியம் வல்கேர், ஓரைசா சட்டைவா, சியா மெய்ஸ் போன்ற பல தாவரங்களில் உடல் கருவுருவாக்கம் தற்போது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. மேலும், இம்முறை எவ்வகை தாவரத்திலும் சாத்தியமாகும்.

அக்ரோஸ் இழமம் அல்லது கால்சியம் ஆல்ஜினேட் கொண்டு கருவுருக்களை உறையிட்டுச் செயற்கை விதைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

#### உறுப்புகள் உருவாக்கம்:

கேலஸில் காணப்படும் புறத்தோற்ற மாறுபாடுகளின் காரணமாக அதிலிருந்து தண்டு மற்றும் வேர் உருவாக்கத்திற்கு உறுப்புகள் உருவாக்கம் என்று பெயர்.



- MS ஊடகத்தில் தாவர வளர்ச்சி சீரியக்கிகளைச் சேர்ப்பதனால் ஆய்வுக்கூடச் சோதனை முறையில் உறுப்புகளின் உருவாக்கம் தூண்டப்படுகிறது.
- ஆக்சின் மற்றும் சைட்டோகைனின் தண்டு மற்றும் வேர் உருவாக்கத்தைத் தூண்டுகின்றன.

#### தாவரத் திசு வளர்ப்பின் பயன்பாடுகள்:

தாவரத் திசு வளர்ப்பு பல்வேறு பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது.

1. உடல் கலப்பினமாதல் மூலம் மேம்பட்ட கலப்புயிரிகள் உற்பத்தி செய்யப்படுதலுக்கு உடல் கலப்பயிரியாக்கம் என்று பெயர்.
2. உறை சூழப்பட்ட கருக்கள் அல்லது செயற்கை விதைகள் தாவரங்களின் உயிரிப்பன்மத்தைப் பாதுகாக்க உதவுகிறது.

3. உடல் கலப்பினமாதல் மூலம் மேம்பட்ட கலப்புயிரிகள் உற்பத்தி செய்யப்படுதலுக்கு உடல்
4. உறை சூழப்பட்ட கருக்கள் அல்லது செயற்கை விதைகள் தாவரங்களின் உயிரிப்பன்மத்தைப் பாதுகாக்க உதவுகிறது.
5. ஆக்குத் திசு மற்றும் தண்டு நுனி வளர்ப்பின் மூலம் நோய் எதிர்ப்பு தாவரங்களை உற்பத்தி செய்தல்.
6. களைக்கொல்லி சகிப்புத்தன்மை, வெப்பச் சகிப்புத்தன்மை கொண்ட தாவரங்கள் போன்ற அழுத்தத்தை (இறுக்கத்தை) எதிர்க்கக் கூடிய தாவரங்களின் உற்பத்தி.
7. வருடம் முழுவதும் குறைந்த காலத்தில் பயிர் மற்றும் வனத்திற்குப் பயன்படும் மரச் சிற்றினங்கள் அதிக எண்ணிக்கையிலான நாற்றுருக்கள் நுண் பெருக்க தொழில்நுட்பம் மூலம் கிடைக்கின்றன.
8. செல் வளர்ப்பில் இருந்து உற்பத்தி செய்யப்படும் இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்கள் மருந்து உற்பத்தி, அழகு சாதனப் பொருள்கள் மற்றும் உணவு தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

உடல் நகல்சார் வேறுபாடு (Somaclonal Variation) ஆய்வுக்கூடச் சோதனை வளர்ப்பிலிருந்து உருவாகும் தாவர மீள் உருவாக்கத்தில் மூலத்தாவரத்திலிருந்து சில வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. இந்த வேறுபாடுகள் இலை, தண்டு, வேர், கிழங்கு, இனப்பெருக்க வித்து (Propagule) ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன.

கேமிட்டக நகல்சார் வேறுபாடு (Gametoclonal Variation) ஆய்வுக்கூடச் சோதனை வளர்ப்பின் போது கேமிட்டகளிலிருந்து உருவாகும் கேமிட்டகத் தாவர மீள் உருவாக்கத்தில் வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. (கேமிட்டிலும், கேமிட்டகத் தாவரத்திலும் காணப்படும் வேறுபாடு)

#### வாழையில் நுண்பெருக்கம் (Micropropagation in banana):

தொழிற்சாலை அளவில் தாவர நுண்பெருக்கம் அன்னாசி, வாழை, ஸ்ட்ராபெர்ரி, உருளைக்கிழங்கு போன்ற தாவரங்களில் அதிக நிலையான ஒத்த மரபியல் தன்மை பராமரிக்கப்படுவதற்கு உதவுகிறது.

#### வாழையில் நுண்பெருக்க செயல்முறை:

வாழையின் ஆய்வுக்கூட சோதனைமுறை நுண்பெருக்கம் (மியூசா சிற்றினம்)

தரைகீழ் உந்து தண்டின் புறப்பரப்பு 1% சோடியம் ஆக்சி குளோரைடு (NaCl) கொண்டு 30 நிமிடத்திற்கு கிருமி நீக்கம் செய்யப்படுகிறது.

நுனி ஆக்குத்திசு தனிமைப்படுத்தப்பட்டு பென்சைல் அமினோ பியூரைன் (BAP) 10.0 மிகி / லி மற்றும் இண்டோல் அசிட்டிக் அமிலம் 1.0 மிகி/லி MS அடிப்படை ஊடகத்தில் வளர்க்கப்படுகிறது.

168 நாட்களுக்குள் தண்டு வளர்ச்சி தூண்டப்படுதல்

வேர் வளர்ச்சியை தூண்டுவதற்கு கைனடின் 2.0 மிகி / லி மற்றும் நா.ப்தலீன் அசிட்டிக் அமிலம் (NAA) 0.5 மிகி/லி சேர்க்கப்படுகிறது.

காலநிலை இணக்கப்பாடு செய்தல் (பசுமை குடிலில்)

நிழற்பாங்கான குடிலைத் தொடர்ந்து 50% ஒளியில் வன்மையாக்குதல்.

சீரான மரபியல் தன்மையை சோதித்தல்.

பயிர் நிலத்திற்கு மாற்றுதல்

## செயற்கை விதைகள் (Artificial seeds or Synthetic Seeds):

ஆய்வுக்கூடச் சோதனை வளர்ப்பு மூலம் கிடைக்கக் கூடிய கருவுருக்களைப் பயன்படுத்திச் செயற்கை விதைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இவை தாவரத்தின் எந்த ஒரு பகுதியிலிருந்து எடுக்கக்கூடிய தனிச் செல்களிலிருந்தும் பெறப்படலாம். இந்தச் செல்கள் பின்பு பகுப்படைந்து அடர்த்தியான சைட்டோபிளாசத்தையும், பெரிய உட்கருவையும், தரச மணிகளையும், புரதங்களையும், எண்ணெய்களையும் கொண்டிருக்கும். செயற்கை விதைகள் தயாரிப்பதற்கு அகரோஸ் மற்றும் சோடியம் ஆல்ஜினேட் போன்ற மந்தமான பொருள்கள் கருவுருக்களின் மீது பூசப்படுகின்றன.

### செயற்கை விதைகளின் நன்மைகள்:

- செயற்கை விதைகள் உண்மை விதைகளைக் காட்டிலும் பல நன்மைகளைப் பெற்றுள்ளன.
- குறைந்த செலவில் எந்தக் காலத்திலும் மில்லியன் கணக்கான செயற்கை விதைகளை உற்பத்தி செய்யலாம்.
- விரும்பிய பண்புகளைக் கொண்ட மரபணு மாற்றப்பட்ட தாவரங்களை இம்முறையில் எளிதாக உருவாக்கலாம்.
- தாவரங்களின் மரபணுசார் வகைய விகிதத்தை எளிதாகச் சோதனை செய்யலாம்.
- உறைகுளிர் பாதுகாப்பு முறையில் செயற்கை விதைகளை நீண்ட நாட்களுக்குத் திறன் மிக்கவையாகச் சேமித்து வைக்கலாம்.
- செயற்கை விதைகள் மூலமாக உருவொத்த தாவரங்களை உருவாக்கலாம்.
- செயற்கை விதைகளில் விதை உறக்கக் காலம் பெருமளவில் குறைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் குறுகிய வாழ்க்கை சுழற்சியுடன் கூடிய வேகமான வளர்ச்சியைப் பெற்றுள்ளது.

### வைரஸ் அற்ற தாவரங்கள்:

நிலத்தில் வளரக்கூடிய பயிர்கள் போன்ற பல்லாண்டு தாவரங்களில் பூஞ்சை, பாக்டீரியங்கள், மைக்கோபிளாஸ்ட்மா, வைரஸ் போன்ற பல்வேறு நோய்க் காரணிகளின் தொற்றலினால் பொதுவாகக் குறிப்பிடத்தக்க அளவு பொருளாதார இழப்பு ஏற்படுகிறது. பூஞ்சை, பாக்டீரியங்கள் போன்றவற்றை வேதியியல் முறையினால் கட்டுப்படுத்தலாம். என்றாலும் வைரஸ்கள் பொதுவாக வேதியியல் கட்டுப்பாட்டிற்கு உட்படுவதில்லை.

### வைரஸ் அற்ற துணி ஆக்குத் திசு வளர்ப்பிற்கான செயல்முறைகள்

பிரிகூறிலிருந்து நுண்ணுயிர் நீக்கப்பட்ட நிலையில் ஒன்று அல்லது இரண்டு இலை தோற்றுவிக்களுடன் கூடிய நுனி ஆக்குத் திசு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.
கூடுதலான வளர்ச்சி ஹார்மோன்களுடன் கூடிய 10 மி.லி திட MS ஊடகத்தில் ஆய்வுக்கூட செயற்கை சோதனை வளர்ப்பு செய்யப்படுகிறது.

வைரஸ் அற்ற தாவரங்களின் உற்பத்திக்குத் தண்டு நுனி ஆக்குத் திசு வளர்ப்பு ஒரு முறையாகும். தண்டு நுனியின் ஆக்குத் திசு எப்போதும் வைரஸ் அற்றதாக உள்ளது.

### தாவர மரபணுசார் வளங்களைப் பாதுகாத்தல்:

### மரபணுவளக்கூறைப் (Germplasm) பாதுகாத்தல்:

மரபணுவளக்கூறு பாதுகாத்தல் என்பது பயிர் பெருக்க நோக்கத்திற்காக உயிருள்ள நிலையில் தாவரப் பொருள்களான மகரந்தம், விதைகள் அல்லது திசுக்கள் போன்றவற்றைப் பராமரித்துப் பாதுகாப்பதாகும். மேலும் இவை பல்வேறு ஆராய்ச்சி பணிகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மரபணுவளக்கூறுகளைப் பாதுகாத்தல் என்பது சேகரிக்கப்பட்ட விதைகள் மற்றும் மகரந்தத்தின் ஒரு பகுதியை விதைவங்கி அல்லது மகரந்த வங்கியில் சேமித்தல் ஆகும். இதனால் அவற்றின் உயிர்ப்புத் தன்மை மற்றும் வளத்தன்மை பாதுகாக்கப்பட்டு பிறகு கலப்பினமாக்கம் மற்றும் பயிர் பெருக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மரபணுவளக்கூறு பாதுகாத்தலில் மரபணு வங்கி, DNA வங்கி போன்றவை ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன. இந்த மரபணுக்களும், DNA வும் உயர்ந்த, மேம்படுத்தப்பட்ட தாவர மூலங்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்டு இந்த வங்கிகளில் உயிரிபம் பேணலுக்கும், உணவுப் பாதுகாப்பிற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

### உறைகுளிர்ப்பாதுகாப்பு (Cryopreservation) (-196°C)

உறைகுளிர்ப்பாதுகாப்பு என்பதை உறை குளிர் வெப்பநிலை பாதுகாப்பு பேணல் (Cryoconservation) எனவும் அழைப்பர். இம்முறையில் சிதைவுக்கு உட்பட்டுள்ள அல்லது சிதைவடைகின்ற புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள், செல்கள், திசுக்கள், செல் நுண்ணுறுப்புகள், (உறுப்புகள், செல்லுக்கு வெளியே உள்ள பொருள்கள், நொதிகள் அல்லது பிற உயிரிப் பொருள்கள்) -196°C திரவ நைட்ரஜனைப் பயன்படுத்தி மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் குளிர வைத்து பதப்படுத்துதல் உறைகுளிர்ப்பாதுகாப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

தீவிர குறைந்த வெப்பநிலையில் உயிர் பொருள்களின் ஏதேனும் ஒரு நொதியின் செயல்பாடு அல்லது வேதிய செயல்பாடுகள் முழுவதுமாக நின்றுவிடுகின்றன. இதன் விளைவாகப் பொருள்கள் உறக்கநிலையில் பதப்படுத்தப்படுகின்றன. பிறகு மற்ற பரிசோதனை பணிக்காக மெதுவாக அறை வெப்பநிலைக்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றன. உறைகுளிர்ப்பாதுகாப்பு செயல்முறைக்கு முன்பாகத் தாவரப் பொருள் தயாரித்தல் பாதுகாப்பு காரணிகளான டை மெத்தில் சல்பாக்கைட்டு, கிளிசரால் அல்லது சுக்ரோஸ் ஆகியன சேர்க்கப்படுகின்றன. இத்தகைய பாதுகாப்பு காரணிகள் உறைகுளிர்ப்பாதுகாப்பு செயல் பாதுகாப்பான்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த பாதுகாப்பு காரணிகள் தீவிர குளிர் விளைவுகளில் இருந்து செல்கள் அல்லது திசுக்களை பாதுகாக்கின்றன.

### அறிவுசார் சொத்துரிமை (Intellectual Properties Right - IPR):

அறிவுசார் சொத்துரிமை என்பது ஒரு வகை சொத்து ஆகும். இது பிரித்தறிய முடியாத மனித அறிவின் படைப்புகள், பதிப்புரிமை, காப்புரிமை, மற்றும் வணிக முத்திரை ஆகியவற்றை முதன்மையாக உள்ளடக்கியது. மேலும் இதுபிற வகை உரிமைகளான வணிக ரகசியங்கள், விளம்பர உரிமைகள், தார்மீக உரிமைகள் மற்றும் நேர்மையற்ற போட்டிகளுக்கு எதிரான உரிமைகள் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது.

- உயிரிதொழில் நுட்பவியலில், வணிக உற்பத்திக்காக மாற்றப்பட்ட நுண்ணுயிர்கள், தாவரங்கள் மற்றும் தொழில்நுட்பங்கள் கண்டுபிடிப்பாளர்களுக்கே உரிய சொத்தாகும்.
- கண்டுபிடிப்பாளர்களின் உரிமைகள் ஒரு நாட்டில் உருவாக்கப்பட்ட சட்டங்களினால் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.
- அறிவுசார் சொத்துரிமை பல்வேறு வழிகளில் அதாவது காப்புரிமை, வணிக ரகசியம், வணிக முத்திரை, வடிவமைப்பு மற்றும் புவிசார் குறியீடுகள் ஆகியவற்றால் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

#### காப்புரிமை:

- காப்புரிமை என்பது கண்டுபிடிப்பவருக்கு / உருவாக்கப்பட்டவருக்கு ஒரு சிறப்பு உரிமை ஆகும். இது புதிய பொருள்களை வணிகம் செய்வதற்காகச் சட்டங்கள் மூலம் அரசால் வழங்கப்படுகிறது.
- ஒரு காப்புரிமை தனிப்பட்ட சொத்தாகும் இதனை ஒரு தனி மனிதர் (அல்லது) நிறுவனம் வேறு எந்தச் சொத்து போன்றே வாடகைக்கு விடலாம் அல்லது விற்கலாம்.



- காப்புரிமம் என்ற சொல் மற்றவர்களைத் தவிர்த்துக் கண்டுபிடிப்பவர்களுக்கு அவர்களின் கண்டுபிடிப்புகளைத் தயாரித்தல், பயன்படுத்துதல் மற்றும் விற்பனை செய்தலுக்கு உரிய உரிமையைக் கொடுக்கிறது.

- சில உருவாக்கங்களுக்கு அவற்றின் ரகசியத்தைக் காப்பது கடினம். எனவே தகுதி வாய்ந்த காப்புரிம வழக்கறிஞர் மூலம் வழிக்காட்டுதல் பெறப்படுகிறது.

காப்புரிமம் மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. அவை அனுமதி, விவரக் குறிப்பு மற்றும் உரிமை கோருதல் ஆகும்.

- அனுமதி (புசயவெ): காப்புரிம அனுமதி விண்ணப்பம் காப்புரிம அலுவலகத்தில் நிரப்பப்படுகிறது. இவை வெளியிடப்படுவதில்லை. இவை கையொப்பமிடப்பட்ட ஆவணங்களாகும்.

#### காப்புரிமம்சார் பொதுவான படிநிலைகள்:

- உண்மையில் இது உருவாக்குபவருக்கு கொடுக்கப்படும் காப்புரிமை அனுமதி ஒப்பந்தம் ஆகும்.
- விவரக் குறிப்பு (Specification): விவரக் குறிப்புகள் மற்றும் உரிமை கோருதல் ஒற்றை ஆவணமாக வெளியிடப்படுகிறது. அவை பொது மக்களுக்கும் காப்புரிம அலுவலகத்திற்கும் இடையில் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. விவரக் குறிப்பு பகுதியில் உருவாக்கத்தின் விவரிப்பும், எவ்வாறு உருவாக்கம் மேற்கொள்ளப்பட்டது என்பதும் தொகுக்கப்பட்டிருக்கும்.

**உரிமை கோருதல் பகுதி (Claim):**இதில் உருவாக்கத்தின் எந்த நோக்கம் பாதுகாக்கப்பட வேண்டுமோ அது காப்புரிமத்தால் குறிப்பாக வரையறுக்கப்படுகிறது. இந்த நோக்கம் மற்றவர்களால் நடைமுறைப்படுத்த முடியாததாகும்.

#### உயிரி பாதுகாப்பு மற்றும் உயிரி அறநெறி:

உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் மேம்பாடு மட்டுமின்றி அவற்றின் பயன்பாடுகள் பற்றி அதிகக் கருத்து வேறுபாடுகள் உள்ளன. ஏனெனில், நவீன உயிரி தொழில்நுட்பவியலின் பெரும்பாலான பகுதிகள் மரபணு கையாளுதலுடன் தொடர்புடையன. ELSI (Ethical, Legal, Social and Implications) என்பது உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் அகன்ற அறநெறி, சட்ட மற்றும் சமுதாயப் பிரச்சினைகளின் விளைவுகள் தொடர்பானதாகும். இது உயிரிதொழில்நுட்ப அறிவியலுக்கும் சமுதாயத்திற்குமிடையே உள்ள அறநெறி மற்றும் சட்டப்பூர்வமான கூறுகள் பற்றிய தொடர்பை உள்ளடக்கியது.

#### உயிரி பாதுகாப்பு (Biosafety):

உயிரி ஒருங்கிணைந்த தன்மையின் பெரியளவு இழப்பைத் தடுப்பது தான் உயிரி பாதுகாப்பாகும். இதில் சூழ்நிலையியலும், மனித உடல்நலமும் கவனத்தில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இந்தத் தடுப்பு செயல்முறைகள் ஆய்வகச் சூழலில் உயிரி பாதுகாப்பு பற்றிய தொடர் மீளாய்வு செய்தலையும் பின்பற்ற வேண்டிய கடுமையான வழிகாட்டுதல்களையும் உள்ளடக்கியுள்ளன. உயிரி பாதுகாப்பு தீங்கு நிறைந்த நிகழ்வுகளிலிருந்து மக்களைப் பாதுகாப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. உயிரி தீங்கு விளைவிக்கும் பொருள்களை (Biohazards) கையாளும் பல ஆய்வகங்களில், தொடர்ந்து செயல்படும் தீங்கு மேலாண்மை மதிப்பீடு மற்றும் உயிரி பாதுகாப்பை உறுதி செய்யும் நடைமுறைகளையும் மேற்கொள்கின்றன. இத்தகைய நடைமுறைகளையும் மேற்கொள்கின்றன. இத்தகைய நடைமுறைகளை பின்பற்ற தவறினால் தீங்கு விளைவிக்கும் வேதிப் பொருள்களாலும் நோய் காரணிகளாலும் அதிகளவு பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. மனிதத் தவறும் மோசமான தொழில்நுட்ப முறைகளும் தீங்கு விளைவிக்கும் பொருள்களால் ஏற்படும் தேவையற்ற பாதிப்பும் பாதுகாப்பு செயல்முறைகளை பாதிக்கின்றன.

#### சாத்தியமான ஆபத்துகளும் பாதுகாப்பு அம்சங்களுக்கான கருத்துகளும்:

- இயல்பான மரபணு மாற்றமடைந்த உயிரினங்கள், வைரஸ்கள் போன்றவைகளின் நோயூட்டும் தன்மை – மனிதர்கள், விலங்குகள், தாவரங்களில் நோய் தொற்றினை ஏற்படுத்துதல்.
- நுண்ணுயிரி உற்பத்தி திறன் தொடர்புடைய ஒவ்வாமையின் நச்சுத்தன்மை.

- உயிரி எதிர்ப் பொருள் தடுப்பு பெற்ற நோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பு.
- செலவிடப்பட்ட நுண்ணுயிரி சார் உயிரித்திரளின் (Biomass) கழிவு நீக்கத்தோடு தொடர்புடைய பிரச்சினைகள் மற்றும் உயிரி தொழில்நுட்பச் செயல்முறைகளின் காரணமாகச் சுத்தமாக்கப்பட்ட கழிவுநீர் தொடர்பான பிரச்சினைகள்.
- கலப்படம், தொற்றுதல் அல்லது சடுதிமாற்ற செயல்முறை நுண்ணுயிரி ரகங்களுடன் தொடர்புடைய பாதுகாப்பு அம்சங்கள்.
- செயற்கையாக நுழைக்கப்பட்ட மறுகூட்டிணைவு மரபணுக்களைக் கொண்ட நுண்ணுயிரிகளின் தொழில்சார் பயன்பாட்டுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள பாதுகாப்பு அம்சங்கள்.

உயிரி பாதுகாப்பு வழிகாட்டு முறைகளை நடைமுறைப்படுத்துதல் பின்வரும் முறைகளில் செய்யப்படுகின்றன.

- நிறுவனங்கள் அளவில் ஆராய்ச்சி செயல்பாடுகளை உயிரி பாதுகாப்புக் குழு கண்காணித்தல் (IBSC - Institutional BioSafety Committee)
- உயிரி தொழில்நுட்பத்துறையில் (DBT - Department of Biotechnology) செயல்பட்டு வரும் மரபணு கையாளுதல் ஆய்வுக் குழு (RCGM - Review committee on Genetic Manipulation) ஆய்வகங்களில் மேற்கொள்ளப்படும் ஆபத்தான ஆய்வுச் செயல்களைக் கண்காணித்தல்.
- வணிக மட்டத்திலும் வேளாண்மை பயிர்கள், தொழில் சார் உற்பத்தி பொருள்கள், உடல்நலப் பேணல் பொருள்கள் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய மரபணு மாற்றமடைந்த பொருள்களைப் பயிர் நில முன் சோதனைகளிலும், மரபணு சார் மாற்றமடைந்த உயிரியின் பயன்பாட்டையும் அனுமதிக்கும் அதிகாரம் சுற்றுச் சூழல் மற்றும் வன அமைச்சகத்தின் மரபுப் பொறியியல் அங்கீகாரக் குழுவிற்கு (GEAC - Genetic Engineering Approval Committee) உள்ளது.

### உயிரி அறநெறி - அறம்சார், சட்டப்பூர்வமான மற்றும் சமூக விளைவுகள் (ELSI - Ethical Legal Social Implications):

உயிரி அறநெறி என்பது மேம்பட்ட உயிரியல் மற்றும் மருத்துவத்தில் காணப்படும் அறம் சார்ந்த பிரச்சினைகள் பற்றிய படிப்பாகும். இது உயிரியல் மற்றும் மருத்துவத்தில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்களிலிருந்து தோன்றுகிறது. இது மருத்துவ விதிமுறை மற்றும் பயிற்சியோடு தொடர்புடைய அறநெறிசார் பகுத்தறிவை உள்ளடக்கியது. உயிரி அறவியல், உயிரி தொழில்நுட்பம், மருத்துவம் ஆகியவற்றிற்கு இடையேயுள்ள தொடர்புகளில் எழும் அறநெறிசார் கேள்விகள் உயிரி அறநெறியாளர்களைச் சார்ந்துள்ளது. முதல்நிலை உடல்பேணல் மற்றும் மருத்துவத்தின் இதர துறைகளின் விழுமியங்கள் பற்றிய ஆய்வை இது உள்ளடக்கியது.

உயிரி அறத்தின் நோக்கமானது நகலாக்கம், மரபணு சிகிச்சை, உயிர் நீட்டிப்பு, மனித மரபணுசார் பொறியியல், வான்வெளியில் உயிர் தொடர்பான வான் அறநெறி மற்றும் மாற்றப்பட்ட DNA, RNA மற்றும் புரதங்கள் மூலம் அடிப்படை உயிரியலைக் கையாளுதல் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய உயிரிதொழில்நுட்பவியலோடு நேரடியாகத் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. உயிரிதொழில்நுட்பவியலில் ஏற்பட்டுள்ள இந்த வளர்ச்சிகள் வருங்காலப் பரிணாமத்தைப் பாதிக்கும் மற்றும் புதிய நெறிமுறைகளின் தேவையை உருவாக்கும். இவற்றில் உயிரையும் அதன் அடிப்படை உயிரி பண்புகளையும் அமைப்புகளையும் மதிக்கும் உயிரி அறநெறிகள் அடங்கும்.

அறநெறிசார், சட்டப்பூர்வ மற்றும் சமூக விளைவுகள் (ELSI) செயல்திட்டம் 1990 ல் மனித மரபணு தொகைய திட்டத்தின் ஒருங்கிணைந்த பகுதியாக உருவாக்கப்பட்டது. ELSI செயல்திட்டத்தின் சீரிய நோக்கம் மரபணு தொகைய ஆய்வினால் எழுப்பப்பட்ட பிரச்சினைகளை அடையாளம் கண்டறிவதும் அவற்றிற்குத் தீர்வு காண்பதும் ஆகும். இந்தப் பிரச்சினைகள் தனிப்பட்ட மனிதர்கள், குடும்பங்கள்,

சமுதாயம் போன்றவற்றைப் பாதிக்கக்கூடும். "நேஷனல் இன்ஸ்டிடியூட் ஆஃப் ஹெல்த்" (National Institutes of Health) மற்றும் US ன் "டிபார்ட்மெண்ட் ஆஃப் எனர்ஜி" (Department of Energy) ல் மனித மரபணு தொகைய செயல்திட்டத்தின் பட்ஜெட்டில் ஒரு குறிப்பிட்ட விழுக்காடு ELSI ஆய்விற்குப் பகிர்ந்தளிக்கப்பட்டுள்ளது.

**மரபணு தொகைய ஆராய்ச்சியில் அறம்சார் பிரச்சனைகள்:**

- தொழிலில் அமர்த்துதல் மற்றும் காப்பீட்டில் (Insurance) மரபணுசார் வேறுபாட்டை உள்ளடக்கிய மரபணுசார் தகவல் பயன்பாட்டில் தனிமனித ரகசியத்தையும், நேர்மையையும் செயல்படுத்துதல்.
- மரபணுசார் சோதனை போன்ற புதிய மரபணுசார் தொழில் நுட்பங்களைச் சிகிச்சைச் சார் மருத்துவ நடைமுறையில் ஒன்றிணைத்தல்.
- மக்களின் முன் ஒப்புதலுடன் கூடிய மரபணு ஆராய்ச்சி மற்றும் வடிவமைப்பைச் சார்ந்த அறநெறி சார் பிரச்சனைகள்.

**மரபணுப் பொறியியல் மதிப்பீட்டு குழு (GEAC - Genetic Engineering Appraisal Committee):**

தீங்கு செய்யும் நுண்ணுயிரிகள் அல்லது மரபணு மாற்றமடைந்த உயிரிகள் (GMOs) மற்றும் செல்கள் போன்றவற்றின் உற்பத்தி, பயன்பாடு, இறக்குமதி, ஏற்றுமதி சேமிப்பு போன்றவற்றை நாட்டில் ஒழுங்குபடுத்தச் சூழலியல், வனங்கள் காலநிலை மாற்ற அமைச்சகத்தின் கீழ் அமைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு முதன்மை குழு தான் GEAC ஆகும். ஆய்விலும், தொழிற்துறை உற்பத்தியிலும், தீங்கு செய்யும் நுண்ணுயிர்களையும், மறுகூட்டிணைவு உயிரிகளையும் பெரிய அளவில் பயன்படுத்துவதில் ஈடுபட்டுள்ள செயல்பாடுகளுக்கு அனுமதிகளைக் கொடுப்பதற்கு உருவாக்கப்பட்ட இது ஒரு முக்கியமான அமைப்பாகும். சோதனை அடிப்படையில் கள முயற்சிகளையும் உள்ளடக்கிய சூழலில் மரபணு மாற்றமடைந்த உயிரிகளையும், உயிரிப் பொருள்களையும் வெளியிடுவது தொடர்பான செயல்திட்டங்களுக்கு அனுமதி அளிப்பதற்கும் (GEAC) காரணமாகிறது. (Biosafety Research level trial - I and II known as BRI - I, BRI - II)

**உயிரிதொழில் நுட்பவியலின் எதிர்காலம்:**

மனித மரபணு தொகையும் மட்டுமின்றி ஒரு சில முக்கியமான உயிரிகளின் மரபணு தொகையத்தின் தொடர்வரிசையாக்கத்திற்கு பின்பு ஒரு குறுகிய காலத்திற்குள் அறிவுசார் மற்றும் வணிக நோக்கில் உயிரிதொழில்நுட்பவியல் ஒரு ஒருங்கிணைந்த அறிவியல் முயற்சியாக மாறியுள்ளது. உயிரிதொழில் நுட்பவியலின் வருங்கால வளர்ச்சிகள் மிகவும் வியக்கத்தக்கதாக இருக்கும். இதன் காரணமாக உயிரி தொழில்நுட்பவியலில் ஏற்படும் வளர்ச்சி ஒரு புதிய அறிவியல் புரட்சிக்கு வழிவகுக்கும். இந்தியப் புரட்சி மக்களின் வாழ்க்கைகளையும் எதிர்காலத்தையும் மாற்றும் தொழில் மற்றும் கணினி புரட்சி போன்று, உயிரிதொழில்நுட்பவியல் புரட்சியும் நவீன வாழ்க்கையின் பல அம்சங்களில் முக்கிய மாற்றங்களை ஏற்படுத்தக்கூடும்.

12வர் மீழுவயலுலகு 6  
சூழ்நிலையியல் (நுஉழடழபல)

சூழ்நிலையியல் (முநமழடழபறை) என்பது ழமைழள (வீடு அல்லது குடியிருப்பு) மற்றும் டழபழள (படித்தல்) என்ற இரண்டு சொற்களால் ஆனது. இது முதலில் ரெய்ட்டர் (1868) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்டது. சூழ்நிலையியல் பற்றிய பரவலாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட வரையறை ள்னஸ்ட் ஹெக்கெல் (1869) என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது.

**சூழ்நிலையியல் வரையறை:**

இயற்கை வாழிடங்கள் அல்லது உறைவிடங்களிலுள்ள உயிரினங்களான, தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளைப்பற்றிய படிப்பு இதுவாகும் -ரெய்ட்டர் (1885)

உயிரினங்களுக்கும் அவற்றின் சூழலுக்கும் இடையேயான பரஸ்பர உறவு பற்றிய படிப்பே சூழ்நிலையியல் எனப்படுகிறது.

- ள்னஸ்ட் ஹெக்கெல் (1889)

**சூழ்நிலையியல் படிகள் (நுஉழடழபலையட ாநசயசஉால) :**

சூழ்நிலையியல் படிகள் அல்லது உயிரினங்களின் சூழ்நிலையியல் படிகள் என்பவை, சூழலோடு உயிரினங்கள் செயல்படுவதால் ஏற்படும் உயிரினத் தொகுதிகள் ஆகும். படிநிலை அமைப்பின் அடிப்படை அலகு ஒரு தனித்த உயிரினம் ஆகும். சூழ்நிலையியல் அமைப்பின் பல்வேறு படிகள் கீழே விளக்கமாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

சூழ்நிலையியல்

↑  
உயிரிக்கோளம்

↑  
உயிர்மம்

↑  
நிலப்பரப்பு

↑  
சூழல் மண்டலம்

↑  
சூழமம்

↑  
உயிரித்தொகை

↑  
தனி உயிரினம்

**சூழ்நிலையியலின் வகைகள்:**

சூழ்நிலையியல் முக்கியமாக இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை சுய சூழ்நிலையியல் மற்றும் கூட்டுச் சூழ்நிலையியல் ஆகும்.

1. **சுய சூழ்நிலையியல்(யரவநஉழடழபல):** ஒரு தனிச் சிற்றினத்தின் சூழ்நிலையியல், சுய சூழ்நிலையியல் எனப்படும். இது சிற்றினச் சூழ்நிலையியல் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.
2. **கூட்டுச் சூழ்நிலையியல் (ளுலநெஉழடழபல):** ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உயிரித்தொகை அல்லது உயிரினச் சூழமத்தின் சூழ்நிலையியல், கூட்டுச் சூழ்நிலையியல் எனப்படும். இது சமுதாய சூழ்நிலையியல் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. சூழ்நிலையியல் துறையில் ஏற்பட்ட பல்வேறு முன்னேற்றங்கள் மற்றும் வளர்ச்சிகளின் விளைவாக, இதில் புதிய பரிமாணங்களும் வகைகளும் தோன்றின. மூலக்கூறு சூழ்நிலையியல், சூழ்நிலையியல் தொழில்நுட்பம், புள்ளியியல் சூழ்நிலையியல் மற்றும் சூழல் நச்சு இயல் ஆகியன இவற்றின் சில மேம்பட்ட துறைகளாகும்.

**புவிவாழிடம் மற்றும் செயல்வாழிடம் (ர்யடிவையவ யனெ ளைாந):**

**புவிவாழிடம்:** உயிரினங்கள் அல்லது சிற்றினங்கள் வாழும் ஒரு குறிப்பிட்ட புறச்சூழல் காரணிகள் பெற்ற இடத்திற்கு புவிவாழிடம் என்று பெயர் ஆனால் ஒரு குழுமத்தின் சூழலுக்கு உயிரி நில அமைவு (உழைவழிந) என்று பெயர்.

**செயல் வாழிடம்:**

உயிரிக்காரணிச்சூழலில் ஓர் உயிரினத்தின் அமைவிடம் மற்றும் சூழ்நிலைத் தொகுப்பில் அதன் வினையாற்றல் ஆகியவை கொண்ட அமைப்பு அவ்வுயிரினத்தின் செயல் வாழிடம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ரோஸ்வெல் ஹில் ஜான்சன் என்ற இயற்கையாளர் இச்சொல்லை உருவாக்கினாலும், கிரைனெல் (1917) என்பவர் இந்தச் சொல்லை கையாண்டவராகக் கருதப்படுகிறது. ஒரு உயிரினத்தின் வாழிடம் மற்றும் செயல் வாழிடத்திற்கிடையேயான வேறுபாடுகள் கீழ்க்கண்டவாறு

வாழிடம்	செயல் வாழிடம்
உயிரினம் (சிற்றினம்) அமைந்திருக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட புவி இடமாகும்	ஒரே சூழ்நிலை தொகுப்பிலுள்ள ஓர் உயிரினம் பெற்றிருக்கும் செயலிடமாகும்
ஒத்த வாழிடம், ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட உயிரினங்களால் (சிற்றினங்களால்) பகிர்ந்து கொள்ளப்படுகிறது	ஒரு செயல் வாழிடத்தில் ஒரேயொரு சிற்றினம் அமைந்திருக்கும்.
உயிரினம் புவி வாழிடத் தன்மையை வெளிப்படுத்துகிறது.	உயிரினங்கள் காலம் மற்றும் பருவ நிலைக்கு ஏற்பச் செயல் வாழிடங்களை மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளும்

**பயன்பாட்டு சூழ்நிலையியல் அல்லது சூழல் தொழில்நுட்பம் (யூடனை நஉழழபல ழச நளசைழஅநவெயட வநஉாழெழபல):**

சூழ்நிலையியல் அறிவியல் பயன்பாடு, பயன்பாட்டு சூழ்நிலையியல் அல்லது சூழல் தொழில்நுட்பம் என அழைக்கப்படுகிறது. இயற்கை வளங்களை நிர்வகிக்கவும், குறிப்பாகச் சூழல் அமைப்புகள், காடு வள உயிரி ஆகியவற்றின் பாதுகாப்பு மற்றும் மேலாண்மை போன்றவற்றை நிர்வகிக்கவும், பாதுகாக்கவும் உதவுகிறது. உயிரி பன்மப்பாதுகாப்பு, சூழல் மறுசீரமைப்பு, புவிவாழிட வாழ்வாதார மேலாண்மை, ஆக்கிரமிப்பு இனங்களின் மேலாண்மை, பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகளின் மேலாண்மை, இயற்கை நிலத்தோற்றத்தை திட்டமிடல், சூழலின் தாக்கம், வடிவமைப்பு ஆகியவற்றை எதிர்காலச் சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்ப உட்படுத்தப்படுவது சூழல் மேலாண்மை எனப்படுகிறது.

**சூழ்நிலையியல் சமனங்கள் (நுஉ ழுழபலஉயட நங்ரளையடநவள):**

வகைப்பாட்டியலில் வேறுபட்ட சிற்றினங்கள் வெவ்வேறு புவிப் பரப்புகளில் ஒரே மாதிரியான வாழிடங்கள் (செயல் வாழிடங்கள்) பெற்றிருந்தால் அவற்றைச் சூழ்நிலையியல் சமனங்கள் என அழைக்கின்றோம்.

**எடுத்துக்காட்டு:**

- இந்திய மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளிலுள்ள குறிப்பிட்ட சில தொற்றுதாவர ஆர்கிட் சிற்றினங்கள், தென் அமெரிக்காவில் உள்ள தொற்றுத்தாவர ஆர்கிட்களிலிருந்து வேறுபடுகிறது. இருப்பினும் அவை அனைத்தும் தொற்று தாவரங்களே.
- இந்திய மேற்கு தொடர்ச்சி மலையிலுள்ள புல்வெளி சிற்றினங்கள் அமெரிக்காவின் குளிர் பிரதேசப்புல்வெளி (ளுவநீந) சிற்றினங்களிலிருந்து வேறுபடுகிறது. இருப்பினும் அவை அனைத்தும் சூழ்நிலையியல் புல்வெளி இனங்களே. இவை அனைத்தும் முதல்நிலை உற்பத்தியாளர்கள் ஆகும். மேலும் இவை சூழ்நிலை தொகுப்பில் ஒரே மாதிரியாகச் செயல்படுகின்றன.

**சூழ்நிலையியல் காரணிகள் (நுஉ ழுழபலஉயட கயஉவழசள):**

பல்வேறு உயிரினங்களும் சூழலோடு ஒருங்கிணைந்துள்ளன. சூழல் என்பது (சுற்றுப்புறம்) இயற்பியல், வேதியியல் மற்றும் உயிரியல் ஆகிய கூறுகளை உள்ளடக்கியது. உயிரினத்தைச் சுற்றியுள்ள ஒரு கூறானது ஒரு உயிரினத்தின் வாழ்க்கையைப் பாதிக்கும் போது அது ஒரு காரணியாகிறது. இத்தகைய அனைத்துக் காரணிகளும் ஒன்றாக, சூழல் காரணிகள் அல்லது சூழ்நிலைக் காரணிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்தக் காரணிகள் ஒரு உயிரினத்தின் சூழலை உருவாக்கும் உயிருள்ள மற்றும் உயிரற்ற காரணிகள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. இருப்பினும் சூழல் காரணிகள் நான்கு வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

இவை பின்வருமாறு

1. காலநிலை காரணிகள்
2. மண் காரணிகள்

3. நிலப்பரப்பியல் காரணிகள்

4. உயிரி காரணிகள்

மேற்கண்ட காரணிகளைப் பற்றி நாம் சுருக்கமாக விவாதிப்போமாக.

பாப்பி, சிக்கரி, ரோஜா வகை மற்றும் பல தாவரங்கள் அதிகாலை முற்பகுதியில் (அதிகாலை 4 – 5 மணி) மலரும். ப்ரைம் ரோஸ் அஸ்தமனம் பொழுதில் (மாலை 5 – 6 மணி) மலரும். இது தினசரிப் பகலிரவு (னூரைசயெட்) நிகழ்வாகும்.

**கால நிலை காரணி** (ஊடையவகை குயஉவழசள)

கால நிலையானது தாவர வாழ்க்கையினைக் கட்டுப்படுத்தும் முக்கியமான இயற்கை காரணிகளில் ஒன்றாகும். கால நிலை காரணிகள் ஒளி, வெப்பநிலை, நீர், காற்று மற்றும் தீ ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியதாகும்.

**ஒளி(டுபாவ):**

ஒளி என்பது தாவரங்களின் அடிப்படை வாழ்வியல் செயல்முறைகளான ஒளிச்சேர்க்கை, நீராவிப்போக்கு, விதை முளைத்தல் மற்றும் மலர்தல் ஆகியவற்றிற்குத் தேவையான நன்கு அறியப்பட்ட காரணியாகும். மனிதனுக்குப் புலனாகும் சூரிய ஒளியின் பகுதியே வெளிச்சம் (கண்ணுரு ஒளி) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒளியில் காணக்கூடிய பகுதியின் அலைநீளம் சுமார் 400 லெ (ஊதா) முதல் 700 லெ (சிவப்பு) வரை அமைந்துள்ளது. ஒளிச்சேர்க்கையின் வீதம் நீலம் (400 – 500 லெ) மற்றும் சிவப்பு (600 – 700 லெ) அலைநீளத்தில் அதிகபட்சமாக உள்ளது. நிறமாலையில் பச்சை (500 – 600 லெ) அலைநீளம் குறைவாகவே தாவரங்களால் உறிஞ்சப்படுகிறது.

ஒளியின் தீவிரச் சகிப்புத் தன்மையின் அடிப்படையில் தாவரங்கள் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவைகள்,

1. ஒளிநாட்டத் தாவரங்கள் (நடழைலவநள) - ஒளியினை விரும்பும் தாவரங்கள். எடுத்துக்காட்டு: ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்கள்
2. நிழல் நாட்டத் தாவரங்கள் (ளுஉழைலவநள) - நிழலை விரும்பும் தாவரங்கள் எடுத்துக்காட்டு: பிரையோ.பைட்டுகள் மற்றும் டெரிடோ.பைட்டுகள்

தொல்காலநிலையியல் (யெயழஉடையவழழபல): தற்போது புவியில் வாழும் தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் சூழல் மண்டலம் ஆகியவை, கற்காலக் காலச் சூழ்நிலையை வடிவமைக்க உதவுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன் பனி குமிழ்களுக்குள் காணப்படும் மகரந்தம், பவளப் பாறை, மற்றும் மட்கிய விலங்கு மற்றும் தாவரங்கள்.

**வெப்பநிலை:**

வெப்பநிலை என்பது ஒரு உயிரினத்தின் கிட்டத்தட்ட அனைத்து வளர்சிதை மாற்றங்களையும் பாதிக்கும் முக்கியக் காரணிகளில் ஒன்றாகும்.

உயிரினத்தின் ஒவ்வொரு வாழ்வியல் செயல்முறையும், அதிக அளவு வளர்சிதை மாற்ற விகிதத்தை உண்டாக்க ஒரு உகந்த வெப்பநிலை தேவைப்படுகிறது. வெப்பநிலையின் மூன்ற வரையறைகள் எந்த உயிரினத்திற்கும் அங்கிகரிக்கப்படலாம். அவை

1. குறைந்த பட்ச வெப்பநிலை – குறைந்த வாழ்வியல் நடவடிக்கைகளுக்கு உகந்தது.
2. உகந்த வெப்பநிலை – அதிகமான வாழ்வியல் நடவடிக்கைகளுக்கு உகந்தது.
3. அதிகபட்ச வெப்பநிலை – வாழ்வியல் நடவடிக்கைகள் தடைப்படுகிறது.

ஒரு பகுதியில் நிலவும் வெப்பநிலையின் அடிப்படையில், ராங்கியர் (சுயரமெயைநச) உலகின் தாவரங்களைப் பின்வரும் நான்கு வகைகளில் வகைப்படுத்தியுள்ளார். அவை மெகாடெர்ம்கள், மீசோடெர்ம்கள், மைக்ரோடெர்ம்கள் மற்றும் ஹெக்கிஸ்ட்டோடெர்ம்கள். வெப்ப நீர் ஊற்றுகளிலும், ஆழமான கடல் நீரோட்டங்களிலும் சராசரி வெப்பநிலை 100°ஊ க்கு அதிகமாக இருக்கும்.

வெப்ப சகிப்புத் தன்மையின் அடிப்படையில் உயிரினங்கள் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவை

1. **யூரிதெர்மல்:** இவை அதிக வெப்பநிலை ஏற்ற இறக்கங்களைப் பொறுத்துக் கொள்ளும் உயிரினங்கள், எடுத்துக்காட்டு ஜோஸ்ஹா (கடல் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்) மற்றும் ஆர்டீமீசியா ட்ரைடென்டேட்டா.

2. **ஸ்டெனோதெர்மல்:** இவை குறைந்த வெப்பநிலை மாறுபாடுகளை மட்டும் பொருத்து கொள்ளக்கூடிய உயிரினங்கள். எடுத்துக்காட்டு: மா மற்றும் பனை (நில வாழ் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்கள்).

வெப்ப மண்டல நாடுகளான கனடா, மற்றும் ஜெர்மனி போன்றவற்றில் மா தாவரமானது வளர்வதுமில்லை காணப்படுவதுமில்லை.

**வெப்ப அடுக்கமைவு (வாநசஅயட ஞவசயவகைஉயவழை):**

பொதுவாக இது நீர் சார்ந்த வாழ்விடத்தில் காணப்படுகிறது. நீரின் ஆழம் அதிகரிக்க அதன் வெப்பநிலை அடுக்குகளில் ஏற்படும் மாற்றமே வெப்பநிலை அடுக்கமைவு என அழைக்கப்படுகிறது. மூன்று வகையான வெப்ப அடுக்கமைவுகள் காணப்படுகின்றன.

1. எபிலிம்னியான் : நீரின் வெப்பமான மேல் அடுக்கு
2. மெட்டாலிம்னியான்: நீரின் வெப்பநிலை படிப்படியாகக் குறையும் ஒரு மண்டலம்
3. ஹைப்போலிம்னியான்: குளிர்ந்த நீருள்ள கீழ் அடுக்கு

**வெப்பநிலை அடிப்படையிலான மண்டலங்கள் (வநஅநசயவரசந டியளநன ணழயெவழை):**

விரிவகலம் மற்றும் குத்துயரம் ஆகியவற்றில் உள்ள மாறுபாடுகள் பூமியின் மேற்பரப்பில் வெப்பநிலை மற்றும் தாவரக்கூட்டங்களை பாதிக்கிறது. விரிவகலம் மற்றும் குத்துயரம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் தாவரக்கூட்டங்களானவை.

**விரிவகலம் (டுயவவைரனந):** விரிவகலம் என்பது பூமத்திய ரேகையின் 0° முதல் துருவங்களின் 90° வரையில் காணப்படும் கோணமாகும்.  
**குத்துயரம் (யுடவவைரனந):** கடல் மட்டத்திலிருந்து எவ்வளவு மேலே அந்தப் பகுதியானது அமைந்துள்ளது என்பதைக் குறிப்பதாகும்.

**வெப்ப நிலையினால் ஏற்படும் விளைவுகள்:**

கீழ்க்கண்ட வாழ்வியல் செயல் முறைகள் வெப்பநிலையால் பாதிக்கின்றன.

- வெப்பநிலை ஒரு தாவர உடலில் நடைபெறும் அனைத்து உயிர்வேதியியல் வினைகளுக்கு உதவும் நொதிகளின் செயல்பாட்டைப் பாதிக்கின்றன.
- இது உயிரியல் அமைப்புகளில் ஊழ் மற்றும் முடி கரைதிறனை பாதிக்கிறது. சுவாசத்தை அதிகரிக்கிறது மற்றும் நாற்றுக்களின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது.
- உயர் ஈரப்பதத்துடன் கூடிய குறைந்த வெப்பநிலை தாவரங்களுக்கிடையே நோய்களைப் பரப்புகிறது.
- ஈரப்பதத்துடன் மாறுபடும் வெப்பநிலை தாவரக்கூட்ட வகைகளின் பரவலைத் தீர்மானிக்கிறது.

**நீர் (றுயவநச):**

நீர் மிகவும் முக்கியமான காலநிலை காரணிகளில் ஒன்றாகும். இது அனைத்து உயிரினங்களின் முக்கியச் செயல்பாடுகளைப் பாதிக்கின்றன. பரிணாம வளர்ச்சியின் போது நீரிலிருந்து தான் புவியின் உயிரினங்கள் தோன்றியதாக நம்பப்படுகிறது. பூமியின் மேற்பரப்பு 70% க்கும் மேற்பட்ட நீரை உள்ளடக்கியுள்ளது. இயற்கையில் நீரானது மூன்று விதங்களில் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கின்றன. அவை வளிமண்டல ஈரப்பதம், மழைபொழிவு மற்றும் மண் நீர் முதலியனவாகும்.

**பசுமை மாறாக் காடுகள் (நுளநசபசநநெ கழசநளவன)-** இவை ஆண்டு முழுவதும் மழை பெய்யும் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.

**ஸ்கினிரோபில்லஸ் காடுகள் (ளுஉடநசழிாலடடழரள கழசநளவள):** இவை குளிர் காலத்தில் அதிக மழையையும் கோடை காலத்தில் குறைவான மழையையும் பெறும் பகுதிகள் காணப்படுகிறது.

தாவரங்களின் உற்பத்தி திறன், பரவல், ஆகியவைகள் நீர் கிடைப்பதன் அளவினைச் சார்ந்தது. மேலும் நீரின் தரம் குறிப்பாக நீர் வாழ் உயிரினங்களுக்கு முக்கியமானதாகும். பல்வேறு நீர்நிலைகளில் நீரில் காணப்படுகின்ற உப்புத்தன்மையின் மொத்த அளவு

1. உள் நாட்டு நீர் அல்லது நன்னீர், குடிநீர் ஆகியவற்றில் 5மூ
2. கடல் நீரில் 30 - 35மூ
3. உப்பங்கழி (டயபழழளெ) - 100மூ மேலான உப்பு தன்மை

உப்பு சகிப்புத் தன்மையின் அடிப்படையில் உயிரினங்கள் இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவை

1. **யூரிஹாலைன்:** இவை உப்புத்தன்மை அதிகமான நீரிலும் வாழக்கூடிய உயிரினங்கள். எடுத்துக்காட்டு: கடல் பாசிகள் மற்றும் கடல் வாழ் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்கள்
2. **ஸ்டெனோஹாலைன்:** இவை குறைவான உப்புத்தன்மை உள்ள நீரில் மட்டுமே வாழக்கூடிய உயிரினங்கள். எடுத்துக்காட்டு: கழிமுகத்துவாரத் தாவரங்கள்.

சொல் வழக்கு		சூழல் காரணி
ஸ்டெனோதெர்மல்	யூரிதெர்மல்	வெப்பநிலை
ஸ்டெனோஹாலைன்	யூரிஹாலைன்	உப்புத்தன்மை
ஸ்டெனோசியஸ்	யூரிசியஸ்	வாழிடத்தேர்வு (செயல் வாழிடம்)
ஸ்டைனோஹைட்ரிக்	யூரிஹைட்ரிக்	தண்ணீர்
ஸ்டெனோ.பாஜிக்	யூரி.பாஜிக்	உணவு
ஸ்டைனோபேதிக்	யூரிபேதிக்	நீர் வாழ் இடத்தின் ஆழம்

**ந்ச சகிப்புத் தன்மைக்கான (வுழடநசயஉந வழ வழஓவைவை) எடுத்துக்காட்டு:**

1. சோயா, தக்காளி போன்ற தாவரங்கள் காட்மியத்தை பிரித்தெடுத்துச் சில சிறப்பு கூட்டுச் செல்களில் சேமித்துக் காட்மியத்தின் நச்சுத்தன்மை மற்ற செல்களைப் பாதிக்காமல் நிர்வகிக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.
2. நெல், ஆகாயத் தாமரை போன்ற தாவரங்கள் காட்மியத்தை தங்களது புரத்தோடு இணையச் செய்து சகிப்புத்தன்மையை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. இந்தத் தாவரங்கள் மாசடைந்த மண்ணிலிருந்து காட்மியத்தை அகற்றவும் பயன்படுகின்றன. இதற்குத் தாவரங்களால் சீரமைக்கப்படுதல் (ரால்வழ சநஅநனயைவழை) என்று பெயர்.
3. **காற்று:**  
விசையுடன் கூடிய இயங்கும் வளி, காற்று என அழைக்கப்படுகிறது. இது ஒரு முக்கியச் சூழல் காரணியாகும். வளிமண்டலக் காற்று பல வளிகள், துகள்கள் மற்றும் பிற கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது. வளிமண்டலத்தில் காணப்படும் வளிகளின் கலவை கீழ்வருமாறு: நைட்ரஜன் 78மூ ஆக்ஸிஜன் 21மூ கார்பன்டை ஆக்ஸைடு 0.03மூ ஆர்கான் மற்றும் இதர வாயுக்கள் 0.93மூ நீராவி, வளி மாசுக்கள், தூசி, புகைத்துகள்கள், நுண்ணியிரிகள், மகரந்தத் துகள்கள், வித்துக்கள் போன்றவை காற்றில் காணப்படுகின்றன ஏனைய கூறுகளாகும். காற்றின் வேகத்தை அளவிடுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கருவி அனிமோமீட்டர் ஆகும்.

**பசுமை இல்ல விளைவு .: ஆல்பிடோ விளைவு:** வளிமண்டலத்தில் வெளியேறும் வளிகள் காலநிலை மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. தொழிற்சாலைகள், மோட்டார் வாகனங்கள், காட்டுத் தீ, கார்பன் டை ஆக்ஸைடு மற்றும் டி.எம்.எஸ். (டை மித்தைல் சல்பர்) ஆகியவற்றிலிருந்து வெளியேறும் தூசு ஏரோசால்கள் (வளிமண்டலத்தில் காணப்படும் சிறிய திட அல்லது திரவத் துகள்கள்) போன்றவை எந்த ஒரு பகுதியிலும் வெப்பநிலை அளவில் பாதிப்பினை ஏற்படுத்துவதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

சிறிய துகள்களைக் கொண்ட ஏரோசால்கள் வளிமண்டலத்தினுள் நுழையும் சூரியக் கதிர்வீச்சினை பிரதிபலிக்கின்றன. இது ஆல்பிடோ விளைவு (பசுமை இல்ல விளைவு) எனப்படுகிறது. எனவே இது வெப்பநிலை (குளிர்ச்சி) வரம்புகள், ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் சுவாசச் செயல்களைக் குறைக்கிறது. கந்தகக் கலவைகள் மழை நீரை அமிலமாக்கி அமில மழைக்குக் காரணமாக அமைகின்றன மற்றும்



ஒசோன் அழிக்கப்படவும் காரணமாகின்றன.

#### 4. தீ (குசைந):

எரிபொருள்களின் வேதியியல் செயல் முறை காரணமாக, வெப்பம் மற்றும் ஒளி ஆகியவை வெளியிடுவதால் ஏற்படக்கூடிய வெப்ப உமிழ் காரணியே தீ எனப்படுகிறது. இது பெரும்பாலும் மனிதர்களால் உருவாக்கப்படுகின்றன. சில நேரங்களில் மரத்தின் மேற்பரப்புகளுக்கு இடையே உராய்வு ஏற்படுவதாலும் இயற்கையாக இது உருவாக்கப்படுகிறது. தீப் பொதுவாகக் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கப்படுகிறது. அவை

1. தரைத் தீ (புசுழரனெ கசைந): இது சுடறற்ற நிலையில் நிலத்தடியில் எரிகின்றன.
2. பரப்புத் தீ (னரசகயஉந கசைந): இது சிறு செடிகள் மற்றும் புதர் செடிகளை எரிக்கின்றன.
3. கிரீடத் தீ (ஊசமுறெ கசைந) : இது காடுகளின் மேற்பகுதிகளை எரிக்கின்றன.

#### தீயின் விளைவுகள்

- தீயானது தாவரங்களுக்கு நேரடியான அழிவுக்காரணியாக விளங்குகிறது.
- எரிகாயம் அல்லது எரிதலால் எற்படும் வடுக்கள் ஒட்டுண்ணி பூஞ்சைகள் மற்றும் பூச்சிகள் நுழைவதற்கான பொருத்தமான இடங்களாகத் திகழ்கின்றன.
- ஒளி, மழை, ஊட்டச்சத்து சுழற்சி, மண்ணின் வளம், ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவு, (ரிர்) மண் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் ஆகியவற்றில் இது மாறுபாடுகளை உண்டாக்குகிறது.
- எரிந்த பகுதியிலுள்ள மண்ணில் வளரும் சில வகையான பூஞ்சைகள் எரிந்த மண் விரும்பி (லசழிாடைமுரள) எனப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: பைரோனிமா கன். :ப்புளுயென்ஸ்.

**தீச் சுட்டிக்காட்டிகள்** டெரிஸ் (பெரணி) மற்றும் பைரோனிமா (பூஞ்சை) தாவரங்கள் எரிந்த மற்றும் தீயினால் அழிந்த பகுதிகளைச் சுட்டும் காட்டிகளாக திகழ்கின்றன. எனவே இவை தீச் சுட்டிக்காட்டிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

**தீத் தடுப்பான் (குசைந டிசநயம):** தீயின் வேகத்தைக் குறைக்கவும் அல்லது தீ முன்னேறாமல் நிறுத்தவும் தாவரப் பகுதிகளுக்கிடையே காணப்படுகின்ற இடைவெளியே ஆகும். இயற்கை தீத்தடுப்பு (யு யெவரசயட கசைந டிசநயம): தாவரங்களிடையே காணப்படுகின்ற ஆறுகள், ஏரிகள், பள்ளத்தாக்குகள் ஆகியவை தீத்தடுப்பிற்கு இயற்கையாகவே அமைந்துள்ள தடைகளாகும்.

**ரைட்டிடோம் (காலவழனழஅந):** தாவரங்களில் காணப்படும் தீக்கு எதிரான உடற்கட்டமைவு இதுவாகும். இது குறுக்கு வளர்ச்சியின் முடிவாகத் தோன்றிய சூபரினால் ஆன பெரிடெர்ம், புறணி, :புளோயம் திசுக்களான பல அடுக்குகளை கொண்டது. இப்பண்பு, தீ, நீர், இழப்பு, பூச்சிகளின் தாக்குதல், நுண்ணுயிர் தொற்று ஆகியவற்றிலிருந்து தாவரங்களின் தண்டுகளைப் பாதுகாக்கின்றன.

#### மண் காரணிகள்: (நுனயிாடை கயஉவழசள):

ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் உருவான மண்ணின் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் கூறமைப்பை பெற்ற ஒரு உயிரற்ற காரணி மண் காரணிகள் எனப்படுகின்றன. மண்ணைப் பற்றிப் படிக்கும் பிரிவு பெடாலஜி (நுனழடழபல) எனப்படும்.

#### மண்

தாவரங்கள் வளர்வதற்கு உகந்த, உதிர்வடைந்த புவியின் மேற்புற அடுக்கு மண் எனப்படுகிறது. இது நீர், காற்று, மண்வாழ் உயிரினங்கள் போன்றவற்றைக் கொண்ட ஒருங்கிணைந்த கூட்டுக்கலவை ஆகும்.

சூழல் மற்றும் காலநிலை செயல்முறைகளின் அடிப்படையில் பாறைகளிலிருந்து படிப்படியாக வெவ்வேறு வீதங்களில் மண் உருவாக்கப்படுகின்றது.

மண் உருவாக பாறை உதிர்வடைதல் முதற்காரணமாகிறது. உயிரியல் வழி உதிர்வடைதல் (நுநயவாநசபெ) உருவாக மண் உயிரிகளான பாக்டீரியம், பூஞ்சை, லைக்கன்கள் மற்றும் தாவரங்களின் மூலம் உருவாக்கப்படும் சில வேதி பொருட்கள், அமிலங்கள் ஆகியவை உதவுகின்றன.

**மண்ணின் வகைகள்:**

மண் உருவாக்க (பெராஜெனிசிஸ்) அடிப்படையில் மண் பின்வருமாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை

1. வீழ்ப்படி மண் (சுநளணையட ளுழடைள): இது உதிர்ந்தல் காரணமாகப் பாறை சிதைவுற்றுத் தோன்றிய மண் ஆகும்.
2. இடம் பெயர்ந்தமைந்த மண் (வுசயளெிழ்சவநன ளுழடைள): பல்வேறு காரணிகள் மூலம் இடம் பெயர்ந்து உருவான மண் ஆகும்.

**மண்ணின் காரணிகள் தாவரக்கூட்டங்களை பின்வருமாறு பாதிக்கின்றன.**

1. **மண் ஈரப்பதன்:** தாவரங்கள் மழைநீர் மற்றும் வளி மண்டல ஈரப்பதத்திலிருந்து நீரை உறிஞ்சுகின்றன.
2. **மண்ணின் நீர்:** தாவரங்களின் பரவலைப் பாதிக்கும் மற்ற சூழ்நிலை காரணிகளை விட மண் நீர் மிகவும் முக்கியமான காரணியாகும். மழை நீர் மண்ணின் முக்கிய ஆதாரமாக உள்ளது. மண் துகள்களுக்கு இடையில் காணப்படும். நுண் துளை மற்றும் கோணங்களில் உள்ள நுண்புழை நீர் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கும் முக்கியமான நீரின் வடிவமாகும்.
3. **மண் வினைகள்:** மண் அமில அல்லது கார அல்லது நடுநிலைத் தன்மையுடன் இருக்கலாம். மண் கரைசலில் காணப்படுகின்ற நைட்ரஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அயனி செறிவை (pH) பொறுத்தே தாவரங்களுக்கு ஊட்டச் சத்துக்கள் கிடைப்பது நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. பயிர் தாவரங்களின் சாகுபடிக்கு மிகச் சிறந்த ஹைட்ரஜன் அயனி செறிவு மதிப்பு 5.5 முதல் 6.8 வரை ஆகும்.
4. **மண் ஊட்டச்சத்து:** தாவர ஊட்டங்களுக்கு தேவையான தனிமங்கள், கரிம ஊட்டப் பொருட்கள் ஆகியவற்றினை அயனி வடிவில் கிடைக்கச் செய்ய உதவும் திறனே மண்ணின் வளம் மற்றும் உற்பத்தித்திறன் எனப்படுகிறது.
5. **மண் வெப்பநிலை:** ஒரு பகுதியின் மண் வெப்பநிலையானது தாவரங்களின் புவியியல் பரவலைத் தீர்மானிப்பதில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. வேர்கள் மூலம் தண்ணீர் மற்றும் திரவக்கரைசல் உறிஞ்சுதலைக் குறைவான வெப்பநிலை குறைக்கிறது.

அடுக்கு	விவரம்
மு- அடுக்கு (கரிமப் பகுதி - இலைமட்கு)	இது புதிய பாதி மட்கிய கரிமப் பொருட்களைப் பெற்றது. மு1- புதிதாக உதிர்ந்த இலைகள், கிளைகள், மலர்கள் மற்றும் கனிகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டது. மு2- நுண்ணுயிரிகளால் மட்கிய தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் அதன் கழிவுப் பொருட்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டது. இது சாகுபடி நிலங்களிலும் பாலைவனங்களிலும் காணப்படுவதில்லை.
யு- அடுக்கு (திரவப் பொருட்களைக் கசியவிடும் பகுதி) (இதன் மேற் பகுதி மண் - அதிக அளவு இலை மட்கு மற்றும் கனிமங்களைக் கொண்டது)	இது இலைமட்குகள், உயிரினங்கள் மற்றும் கனிமப் பொருட்கள் கொண்ட மண்ணின் மேற்பட்ட பகுதி யு1- கரிம மற்றும் கனிமப் பொருட்கள் இரண்டும் அதிக அளவில் கொண்ட கருநிறப் பகுதி யு2- பெரிய அளவுள்ள கனிமப் பொருட்களைக் கொண்ட வெளிறிய பகுதி
டீ- அடுக்கு (திரட்சியான பகுதி) (இதன் அடி மண் - குறைந்த அளவு இலைமட்கு அதிகக்	இது இரும்பு, அலுமினியம் மற்றும் சிலிக்கா அதிகம் கொண்ட கரிமக் கலவை கொண்ட களிமண் பகுதி

கனிமங்களைக் கொண்ட பகுதி)	
ஊ- அடுக்கு (பகுதி உதிர்வடைந்த அடுக்கு) உதிர்வடைந்த பாறை துண்டுகள் - குறைவான அல்லது தாவரங்கள் விலங்குகள் அற்ற பகுதி	இது மண்ணின் முதன்மைப் பொருளாகும். இது உயிரினங்கள் காணப்படாத குறைவான கரிமப் பொருட்களைக் கொண்டது.
சு - அடுக்கு (கற்படுகை) இது தாய்பாறை எனப்படுகிறது	இது முதன்மை கற்படுகை இதன் மீது தான் நில நீராந்து சேமிக்கப்படுகிறது.

**மண்வளி மண்டலம்:** மண் துகள்களிடையே காணப்படுகின்ற இடைவெளிகள் மண்வழி மண்டலத்தை அமைக்கிறது. இது ஆக்ஸிஜன் மற்றும் கார்பன் டை ஆக்சைடு ஆகிய வளிகளைக் கொண்டுள்ளது.

**மண் வாழ் உயிரினங்கள்:** மண்ணில் காணப்படுகின்ற பாக்டீரியங்கள், பூஞ்சைகள், பாசிகள், புரோட்டோசோவான்கள், நெமட்டோட்கள், பூச்சிகள் மண் புழு ஆகியவை மண் உயிரினங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

**மண்ணின் நெடுக்குவெட்டு விவரம் (எழுடை \*சமூகடைந்):**

மண் பொதுவாக வெவ்வேறு அடுக்குற்ற மண்டலங்களாக, பல்வேறு ஆழத்தில் பரவியுள்ளது. இந்த அடுக்குகள் அவற்றின் இயற்பியல், வேதியியல் மற்றும் உயிரியல் பண்புகளின் அடிப்படையில் வேறுபடுகின்றன. தொடர்ச்சியான ஒன்றின் மீது ஒன்றாக அடுக்கப்பட்ட மண்ணின் பகுதியே மண்ணின் நெடுக்க வெட்டு விவரம் என அழைக்கப்படுகிறது.

**மண் துகள்களின் வகைகள்:**

மண் துகள்களின் ஒப்பீட்டளவில் நான்கு வகையான மண் வகைகள் அடையாளம் காணப்படுகின்றன.

	மண் வகை	அளவு	ஒப்பீட்டளவு
1.	களிமண் (ஊடயலநல எழுடை)	0.002 லெ - க்கு குறைவாக	50மூ களிமண் மற்றும் 50மூ வண்டல் மண் (குளிர்ந்த கடினமான மண்)
2.	வண்டல் மண் (எழுடைவ எழுடை)	0.002 முதல் 0.02 லெ வரை	90மூ வண்டல் மற்றும் 10மூ மணல்
3.	பசலை மண் (டுழயஅல எழுடை)	0.002 முதல் 2லெ வரை	70மூ மணல் மற்றும் 30மூ களிமண் ∴ வண்டல் அல்லது இரண்டும் (இது தோட்டத்து மண் எனப்படுகிறது)
4.	மணல் (எழுடைவ எழுடை)	0.2 முதல் 2 லெ வரை	85மூ மணல் மற்றும் 15மூ களிமண் (இது மென் மணல் எனப்படுகிறது)

பசலைமண் சாகுபடிக்கு ஏற்ற மண் வகையாகும். இது 70மூ மணல் மற்றும் 30மூ களிமண் அல்லது வண்டல் மண் அல்லது இரண்டும் கலந்திருப்பது ஆகும். இது நன்கு நீர் தேக்குதல் மற்றும் மெதுவாக வடிகால் பண்புகளை உறுதி செய்கிறது. இந்த வகை மண்ணில் மண் துகள்களிடையே இடைவெளியுடன் நல்ல காற்றோட்டம் இருப்பதால் தாவரங்களின் வேர்கள் நன்கு மண்ணில் ஊடுருவி வளர முடிகிறது.

மண்ணின் நீர் தேக்குத்திறன், காற்றோற்றம் மற்றும் ஊட்டசத்துப் பொருட்கள் அடிப்படையில் தாவரங்கள் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. உவர் சதுப்பு நிலத் தாவரங்கள் (ர்யடழிலவநள): உவர் மண்ணில் வாழும் தாவரங்கள்.
2. மணல்பகுதி வாழும் தாவரங்கள் மணற்பாங்கான பகுதியில் வாழும் தாவரங்கள்.
3. பாறை வாழ் தாவரங்கள் (டுவாழிலவநள): பாறை மீது வாழும் தாவரங்கள்.

4. பாறை இடைவாழ்த்தாவரங்கள் (ஊயாளஅழிாலவநள): பாறையின் இடுக்குகளில் வாழும் தாவரங்கள்.
5. புவிடிவாழ்த் தாவரங்கள் (ஊசலிவழிாலவநள): புவிப்பரப்பின் கீழ் வாழும் தாவரங்கள்
6. பனி பகுதிவாழ்த் தாவரங்கள் (ஊசலழிாலவநள): பனிப்படலம் மீது வாழும் தாவரங்கள்
7. அமில நிலத் தாவரங்கள் (முஓலடழிாலவநள): அமில மண்ணில் வாழும் தாவரங்கள்.
8. சுண்ண மண் வாழ்த்தாவரங்கள் (ஊயடஉலாலவநள) கால்சியம் அதிகமான காரமண்ணில் வாழும் தாவரங்கள்

ஹாலார்டு (ர்ழடடயசன)	மண்ணில் காணப்படும் மொத்த நீர்
கிரிஸ்ஸார்டு (ஊாசநளயசன)	தாவரங்களுக்குப் பயன்படும் நீர்
எக்ஹார்டு (நுடயசன)	தாவரங்களுக்குப் பயன்படாத நீர்

**நிலப்பரப்பு வடிவமைப்புக்காரணிகள் (வுழிழபசயிாடை கயஉ வழசள):**

இது புவியின் மேற்பரப்பு வடிவம் மற்றும் அம்சங்களை ஆய்வது ஆகும். இது இயற்கை நில அமைவு என அழைக்கப்படுகிறது. சூரிய ஒளி கதிர்வீச்சு, வெப்ப நிலை, ஈரப்பதம், மழைப்பொழிவு, விரிவகலம், குத்துயரம் ஆகியவற்றின் ஒருங்கமைப்பால் எந்தவொரு பகுதியின் தட்ப வெப்ப நிலை இவற்றால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. குறைவான பரப்பில் ஏற்படும் காலநிலை மாற்றங்கள் (நுண் காலநிலை) மூலம் மண்ணின் தன்மையை மாற்றி அங்கு வாழும் தாவரக்கூட்டச்செறிவை மாற்றியமைக்கிறது.

நிலப்பரப்பு காரணிகள் விரிவகலம், குத்துயரம், மலையின் திசைகள். மலையின் செங்குத்து ஆகிய பண்புகளை உள்ளடக்கியது.

**விரிவகலம் மற்றும் குத்துயரம் (டுயவவைரனளள யனெ யடவவைரனளள):**

விரிவகலம் எனப்படுவது பூமத்திய ரேகை பகுதியிலிருந்து காணப்படுகின்ற தூரம், பூமத்திய ரேகை பகுதியில் வெப்பநிலையானது அதிகமாகவும், துருவங்களை நோக்கிப் படிப்படியாகக் குறைந்தும் காணப்படுகின்றன. பூமத்திய ரேகை பகுதியிலிருந்து துருவங்களை நோக்கிக் காணப்படுகின்ற வெவ்வேறு வகையான தாவரக்கூட்டங்கள்.

கடல் மட்டத்திலிருந்து காணப்படும் உயரமே குத்துயரம் எனப்படுகிறது. அதிகக் குத்துயரத்தில் காற்றின் வேகம் அதிகமாக உள்ளது. வெப்பநிலை மற்றும் காற்றின் அழுத்தம் குறைந்தும், ஈரப்பதம் மற்றும் ஒளியின் தீவிரம் அதிகரித்தும் காணப்படுகின்றன. இந்தக் காரணிகளால் வெவ்வேறு குத்துயரங்களில் தாவரங்கள் மாறுபட்டுத் தனித்துவமான மண்டலத்தை உருவாக்குகின்றன.

**மலைகளின் நோக்கு திசைகள்: (னுசைநஉவழைமெ ழக ஆழரவெயவை):**

வடக்கு மற்றும் தெற்கு நோக்கி அமைந்த மலைகளில் ஏற்படும் வேறுபட்ட மழைப்பொழிவு, ஈரப்பதம், ஒளியின் தீவிரம், ஒளியின் கால அளவு, அப்பகுதியின் வெப்பநிலை போன்ற காரணங்களால், பலவிதமான தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் காணப்படுகின்றன.

ஒரு மலையின் இரண்டு பக்கங்களும் வெவ்வேறான சூரிய ஒளி, கதிர்வீச்சு, காற்று செயல்கள் மழை ஆகியவற்றினைப் பெறுகின்றன. இந்த இரண்டு பக்கங்களின் மழை பெறும் பகுதியில் (றுனெ நழசன சநபழைமெ) அதிகத் தாவரங்களையும் மழை மறைவு பகுதியில் மழை பற்றாக்குறை காரணமாகக் குறைவான தாவரங்களையே காணலாம்.

இடைச்சூழலமைப்பு (நுஉழவழநெ): இரண்டு சூழல் மண்டலங்களுக்கு இடையே காணப்படும் இடைநிலை மண்டலம் இதுவாகும். எடுத்துக்காட்டு: காடுகளுக்கும் புல்வெளிகளுக்கும் இடையே காணப்படும் எல்லை ஆகும்.  
விளிம்பு விளைவு (நுனபந நககநஉவ): சில சிற்றினங்கள் இரு வாழ்விடச் சூழலின் விளைவு காரணமாக இடைச்சூழலமைப்பு (நுஉழவழநெ) பகுதியில் காணப்படின் அது விளிம்பு விளைவு என அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: ஆந்தை காடுகளுக்கும் புல்வெளிகளுக்கும் இடையேயான இடைச்சூழலமைப்பு பகுதியில் காணப்படுகிறது.

இதே போல நீர்நிலைகளான குளங்களில் மண்ணின் சரிவமைப்பு காரணமாக விளிம்பு மற்றும் மையப் பகுதியில் நீர் பல்வேறு ஆழங்களைக் கொண்டும், வேறுபட்டுள்ள அலை இயக்கத்தின் காரணமாகவும் ஒரே பரப்பளவில் வேறுபட்ட பகுதிகளில் பல்வேறு வகையான உயிரினங்களைக் கொண்டுள்ளன.

**மலையின் செங்குத்தான பகுதி (ஞவநநிநெளள முக வாந அழரவெயவை):**

குன்று அல்லது மலையின் செங்குத்தான பகுதி மழை நீரை விரைந்து ஓட அனுமதிக்கிறது. இதன் விளைவாக நீரிழப்பு மற்றும் மேல் மண் விரைவாக அகற்றப்பட்டு மண் அரிப்பு நிகழ்கிறது. இதன் காரணமாகக் குறைந்த தாவரக்கூட்ட வளர்ச்சி இங்கு ஏற்படுகிறது. இதன் மறுபுறம் உள்ள சமவெளி மற்றும் பள்ளத்தாக்குப்பகுதிகளில் மண்ணில் மேற்பரப்பு நீர் மெதுவாக வடிவதாலும் மற்றும் நீர் நன்கு பராமரிக்கப்படுவதாலும் தாவரக்கூட்டங்கள் இங்கு நிறைந்துள்ளன.

**உயிரி காரணிகள் (ஐழைவவை கயஉவழசள):**

தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் ஆகிய உயிரினங்களுக்கிடையே ஏற்படும் இடைச்செயல் விளைவுகள் உயிரிக்காரணிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. அவை தாவரங்களின் மீது குறிப்பிடத்தக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்தக்கூடும். விளைவுகள் நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ சூழலை மாற்றியமைக்கலாம். பெரும்பாலும் தாவரங்கள் குழமம் ஒன்றில் வாழும்போது ஒன்றின் மீது ஒன்று ஆதிக்கம் செலுத்துகின்றன. இதே போலத் தாவரங்களுடன் தொடர்புடைய விலங்குகளும் ஒன்று அல்லது பல வழிகளில் தாவரங்களின் வாழ்க்கையினைப் பாதிக்கின்றன. இவற்றின் மத்தியில் காணும் பல்வேறு இடைச்செயல்களை பின்வரும் இரண்டு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுத்தலாம். அவை நேர்மறை இடைச்செயல்கள் மற்றும் எதிர்மறை இடைச்செயல்கள் ஆகும்.

**நேர்மறை இடைச்செயல்கள் (முளவைவைந வைநசயஉவழைளெ):**

இவ்வகை இடைச்செயல்களில், பங்கேற்கும் சிற்றினங்களில் ஒன்று மட்டுமே அல்லது இரண்டுமே பயன் அடைகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: ஒருங்குயிரிநிலை (ஆரவரயடளைஅ)இ உடன் உண்ணும்நிலை (ஊழஅஅநளெயடளைஅ).

**1. ஒருங்குயிரி நிலை (ஆரவரயடளைஅ):**

இங்கு இரண்டு வகையான சிற்றினங்களுக்கு இடையில் ஏற்படும் கட்டாய இடைச்செயல்களால் இரண்டு சிற்றினங்களும் பயனடைகின்றன. இதற்கான சில பொதுவான எடுத்துக்காட்டு பின்வருமாறு:

**நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்திகள் (வேசமுபநடு கலையவழை):**

- லெகூம் வகை தாவரங்களின் வேர்களில் காணப்படும் முடிச்சுகளில் ரைசோபியம் (பாக்டீரியம்) ஒருங்குயிரி நிலையில் வாழ்கிறது. லெகூம் தாவர வேர்களிலிருந்து ரைசோபியம் உணவினை எடுத்துக்கொள்கிறது அதற்குப் பதிலாக வளி மண்டல நைட்ரஜனை நிலைநிறுத்தி நைட்ரேட்டாக மாற்றி ஒம்புயிரித் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்குமாறு செய்கிறது.

**மற்ற உதாரணங்கள்:**

- நீர் பெரணியாகிய அசோலா மற்றும் நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்தும் சயனோ பாக்டீரியம் (அனபீனா)
- சைகஸ் (ஜிம்னோஸ்பெர்ம்) தாவரப் பவள வேர் பகுதியில் காணப்படுகின்ற அனபீனா
- ஆந்தோசெராஸ் (பிரையோ.பைட்டுகள்) உடலத்தில் காணப்படுகின்ற சயனோபாக்டீரியம் (நாஸ்டாக்)
- அத்தி பழங்களில் காணப்படும் குளவிகள் (றயளி)
- லைக்கன்கள் - ஆல்கா மற்றும் பூஞ்சையிடையேயான ஒருங்குயிரி நிலை
- மைக்கோரைசா - (பூஞ்சைவேரிகள்) - உயர் தாவர வேர்களுக்கும் பூஞ்சைகளுக்கும் இடையேயான உறவு

**2. உடன் உண்ணும் நிலை (ஊழஅஅநளெயடளைஅ):**

இரு வேறு சிற்றினங்களுக்கு இடையிலான இடைச் செயல்களால் ஒன்று பயன் அடைகிறது மற்றொன்று பயன் அடைவதில்லை அல்லது பாதிப்பு அடைவதில்லை. இதில் பயன் அடைகின்ற சிற்றினமானது கமன்செல் (உழஅஅநளெயட) எனவும் அதே சமயம் மற்ற சிற்றினமானது ஒம்புயிரி (ாழளவ) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்குப் பொதுவான எடுத்துக்காட்டு பின்வருமாறு.

**தொற்றுத் தாவரங்கள் (நூலினாலவநள):**

- ஒரு தாவரமானது மற்றொரு தாவரத்தின் மீது எந்தவொரு தீங்கும் விளைவிக்காமல் தொற்றி வாழ்வது தொற்றுத் தாவரங்கள் எனப்படும். இவை பொதுவாக வெப்ப மண்டல மழைக்காடுகளில் காணப்படுகின்றன.

உயர்நிலை தொற்றுத் தாவரங்கள் (ஆர்கிட்கள்) வளிமண்டலத்திலிருந்து ஊட்டச்சத்துக்கள், நீர் ஆகியவற்றை உறிஞ்சும் வேர்களில் (ரீலபசுமஉழிடை) தாவரம் - வாண்டா காணப்படும் வெலாமன் (ஏநடயஅநடு) எனும் சிறப்பு வகை திசுக்கள் மூலம் பெறுகின்றன. எனவே இத்தாவரங்கள் தங்களுக்குத் தேவையான உணவினை அவைகளே தயாரித்துக் கொள்கின்றன. இவை பிற ஓம்புயிரி தாவரங்களை உறைவிடத்திற்காக மட்டும் நம்பியுள்ளன இதனால் ஓம்புயிரி தாவரத்திற்கு எந்தத் தீங்கும் ஏற்படுவதில்லை.

- பல ஆர்கிட்கள், பெரணிகள், வன்கொடிகள், தொங்கும் மாஸ்கள், பெப்பரோமியா, மணித்தாவரம், அஸ்னியா (லைக்கன்) ஆகியவை தொற்றுத் தாவரங்களுக்கான பிற எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.
- ஸ்பானிய மாஸ், டில்லான்ஷியா ஆகியன ஓக் மற்றும் பைன் மரப்பட்டைகளின் மேலே வளர்கின்றன.

	இடைச்செயல்கள்	சேர்க்கை		விளைவுகள்	எடுத்துக்காட்டு
1	<b>நேர்மறை இடைச்செயல்கள்</b>				
1	ஒருங்குயிரி நிலை (ஆரவரயடளைஅ)	(+)	(+)	இரண்டு சிற்றினங்களும் பயனடைகின்றன.	லைக்கன்கள், பூஞ்சைவேரிகள் முதலியன
2	உடன் உண்ணும் நிலை (ஊழஅஅநளெயடளைஅ)	(+)	(0)	ஒரு சிற்றினம் பயனடைகிறது. மற்றொரு சிற்றினம் பயனடைவதில்லை அல்லது பாதிப்படைவதில்லை	ஆர்கிட்கள், வன்கொடிகள் முதலியன
2	<b>எதிர்மறை இடைச்செயல்கள்</b>				
4	கொன்று உண்ணும் வாழ்க்கை முறை (சேநயயவழைடு)	(+)	(-)	ஒரு சிற்றினம் பயனடைகிறது. மற்றொரு சிற்றினம் பாதிப்படைகிறது	ட்ரீசீரா, நெப்பந்தஸ் முதலியன
5	ஒட்டுண்ணி (யசயளவைவைழைடு)	(+)	(-)	ஒரு சிற்றினம் பயனடைகிறது. மற்றொன்று பாதிப்படைகிறது.	கஸ்குட்டா, ரூரண்டா, விஸ்கம் முதலியன
6	போட்டியிடுதல் (ஊழஅநவவைழைடு)	(-)	(-)	இரண்டு சிற்றினங்களும் பாதிப்படைகின்றன.	புல்வெளி சிற்றினங்கள்
7	அமன்சாலிஸம் (யுஅநளெயடளைஅ)	(-)	(0)	ஒன்று பாதிப்படைகிறது. ஆனால் மற்றொரு சிற்றினம் பாதிப்படைவதில்லை	பெனிசீலியம் மற்றும் ஸ்டெப்பைலோ காக்கஸ்

**முன்னோடி கூட்டுறவு சீழவழ உழழிநசயவழைடு:**  
ஒரு வெவ்வேறு சிற்றினங்களுக்கிடையேயான இடைச் செயல்களில் இரண்டும் பயனடைகிறது ஆனால் ஒன்றை ஒன்று சார்ந்திராத உறவு முறை கொண்ட நிகழ்வாகும். எடுத்துக்காட்டு: மண்வாழ் பாக்டீரியங்கள் ∴ பூஞ்சைகள் மற்றும் தாவரங்களுக்கு இடையேயான கூட்டுறவு.

**எதிர்மறை இடைச்செயல்கள் (யேபயவளைந வைநசயஉவழைடு):**  
பங்கேற்கும் சிற்றினங்களில் ஒன்று பயனடைகிறது. ஆனால் மற்றொன்று பாதிக்கப்படுகிறது. இது எதிர்மறை இடைச்செயல் என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

எடுத்துக்காட்டு: கொன்று உண்ணும் வாழ்க்கை முறை, ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கை, போட்டியிடுதல் மற்றும் அமன்சாலிஸம்.

**1. கொண்டு உண்ணும் வாழ்க்கை முறை (சீநயவழிமுறை):**

இரண்டு வகையான உயிரினங்களுக்கு இடையிலான இடைச்செயல்களில் ஒரு உயிரி மற்றொன்றை அழித்து உணவினைப் பெறுகிறது. உயிரினங்களில், கொல்லும் இனங்கள் கொண்டு உண்ணிகள் (நசனயவயச) என்றும் கொல்லப்பட்டவை இரை உயிரிகள் (சீநல) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இதில் கொண்டு உண்ணிகள் நன்மையடையும் போது இரை உயிரிகள் பாதிப்படக்கின்றன.

**எடுத்துக்காட்டு:**

- ட்ரசிரா (சூரியப் பனித்துளி தாவரம்), நெப்பந்தஸ் (குடுவைத் தாவரம்), டையோனியா (வீனஸ் பூச்சி உண்ணும் தாவரம்), யுட்ரிகுலேரியா (பை தாவரம்), சாரசீனியா போன்ற பல்வேறு பூச்சி உண்ணும் தாவரங்கள் பூச்சிகள் மற்றும் சிறு விலங்குகளைச் சாப்பிடுவதன் மூலம் தேவையான நைட்ரஜனைப் பெறுகின்றன.
- பல தாவர உண்ணிகள் கொண்டு உண்ணிகள் எனப்படுகின்றன. கால்நடைகள், ஓட்டகங்கள், ஆடுகள் முதலியன அடிக்கடி சிறுசெடிகள், புதர் செடிகள் மற்றும் மரங்களின் இளம் தாவரத் தண்டினுடைய இளம் துளிர்களை மேய்கின்றன. பொதுவாகப் பல்பருவத்தாவரங்களைக்காட்டிலும் ஒருபருவத் தாவரங்களே அதிக அளவில் பாதிப்புக்கு உள்ளாகின்றன. மேய்தல் மற்றும் இளந்துளிர் மேய்தல் தாவரச் செறிவில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. பூச்சிகளின் கிட்டத்தட்ட 25 சதவீதம் பூச்சிகள் தாவரக் கொல்லிகளாகும் (ராலவழியாய்பரள) தாவரசாறு மற்றும் தாவரப் பாகங்களை உண்ணுதல்).
- தாவரங்களில் பல தற்காப்பு செயல்கள் உருவாக்கப்படுவதன் மூலம் கொண்டு உண்ணுதல் தவிர்க்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: எருக்கு இதயத்தைப்பாதிக்கும் நச்சுத்தன்மையுள்ள கிளைக்கோசைடுகளை உற்பத்தி செய்கிறது. புகையிலையானது நிக்கோடினை உற்பத்தி செய்கிறது. கா.பி தாவரங்கள் கா.பினை உற்பத்தி செய்கிறது.
- சின்கோனா தாவரம் குவினைனை உற்பத்தி செய்வதன் மூலமும், போகன்வில்லாவின் முட்களும், ஓபன்ஷியாவின் சிறுமுட்களும், கள்ளி செடிகளில் சுரக்கப்படும் பால் ஆகியவை கொண்டு திண்ணிகளை வெறுக்கச் செய்து அத்தாவரங்களைப் பாதுகாத்துக்கொள்ள உதவுகின்றன.

**2. ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கை (யசயளவைளைஅ):**

இவை இரண்டு வெவ்வேறான சிற்றினங்களுக்கு இடையிலான இடைச்செயல்களாகும். இதில் சிறிய கூட்டாளியானது (ஒட்டுண்ணி) பெரிய கூட்டாளியிடமிருந்து (ஓம்புயிரி அல்லது தாவரம்) உணவினைப் பெறுகின்றது. எனவே ஒட்டுண்ணி சிற்றினமானது பயன்பெறும் போது ஓம்புயிரியிகளானது பாதிப்படக்கின்றது. ஓம்புயிரி - ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கையானது இரண்டு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவை முழு ஒட்டுண்ணி மற்றும் பாதி ஒட்டுண்ணி.

**முழு ஒட்டுண்ணிகள் (முழுயசயளவைநள):**

ஒரு உயிரினமானது தனது உணவிந்காக ஓம்புயிரி தாவரத்தினை முழுவதுமாகச் சார்ந்திருந்தால் அது முழு ஒட்டுண்ணி என அழைக்கப்படுகிறது. இவை மொத்த ஒட்டுண்ணிகள் (வழுவயடியசயளவைநள) என அழைக்கப்படுகின்றன.

**எடுத்துக்காட்டு:**

- ஓம்புயிரிகளான அக்கேசியா, நூரண்டா மற்றும் பல்வேறு தாவரங்களின் மீது கஸ்குட்டா என்ற தாவரம் முழுதண்டு ஒட்டுண்ணியாகக் காணப்படுகின்றன. மல்தலைத் தூண்ட தேவையான ஹார்மோன்களைக் கூட கஸ்குட்டா, ஓம்புயிரி தாவரத்திலிருந்து பெறுகிறது.

**உயர் தாவரங்களின் மீது** பெலனோ.போரா, ஓரபாங்கி, ரெ.பல்சியா போன்றவை முழுவேர் ஒட்டுண்ணிகளாகக் காணப்படுகின்றன.

**பாதி ஒட்டுண்ணிகள் (நாஅசயளவைநள):**

ஓர் உயிரினமானது ஓம்புயிரியிலிருந்து நீர் மற்றும் கனிமங்களை மட்டும் பெற்று, தானே ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலமாகத் தனக்குத் தேவையான உணவினைத் தயாரித்துக் கொள்பவை பாதி

ஒட்டுண்ணி எனப்படும். இது பகுதி ஒட்டுண்ணி (ரியசவையட ரியசயளவைநள) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

### எடுத்துக்காட்டு:

- விஸ்கம் மற்றும் லோரான்தஸ் தண்டுவாழ் பகுதி ஒட்டுண்ணியாகும்.
- சேண்டலம் (சந்தனக்கட்டை) வேர்வாழ் பகுதி ஒட்டுண்ணியாகும்.
- ஒட்டுண்ணித் தாவரங்கள் ஒம்புயிரி தாவரத்தின் வாஸ்குலத் திசவிலிருந்து ஊட்டச்சத்துக்களை உறிஞ்சுவதற்குத் தோற்றுவிக்கும் சிறப்பான வேர்கள் ஒட்டுண்ணி உறிஞ்சு வேர்கள் (ர்யரளவழசயைட சழழவள) எனப்படுகின்றன.

### 3. போட்டியிடுதல்: (ஊழிநவவைழை):

இதில் இரு வகையான உயிரினங்கள் அல்லது சிற்றினங்களுக்கு இடையிலான இடைச்செயல்களில் இரண்டு உயிரினங்களும் பாதிப்படைகின்றன. ஒழுங்கற்ற முறையில் பரவியிருக்கும் எந்த ஒரு உயிரித்தொகையின் உயிரிகளுக்கிடையே நிகழும் போட்டி இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகும். போட்டியிடுதலானது ஒத்த சிற்றினத்திற்கிடையே நிகழும் போட்டி மற்றும் வேறுபட்ட சிற்றினங்களிடையே நிகழும் போட்டி என வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

ஒத்த சிற்றினத்திற்கிடையே நிகழும் போட்டி (ஐவெசயளிநஉகைகை உழிநவவைழை) இது ஒரே சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த தனி உயிரிகளுக்கிடையேயான இடைச்செயல் ஆகும். இந்தப்போட்டி மிகவும் கடுமையானது ஏனெனில் இவற்றின் உணவு, வாழிடம், மகரந்தச்சேர்க்கை ஆகியவற்றின் தேவை ஒரே விதத்தில் எல்லா உறுப்பினருக்கும் இருப்பதேயாகும். இதனைப் பூர்த்தி செய்வதற்கு ஒரே மாதிரியான தகவமைப்புகளைப் பெற வேண்டியுள்ளது.

வேறுபட்ட சிற்றினங்களிடையே நிகழும் போட்டி (ஐவெநசளிநஉவகைகை உழிநவவைழை): இது பல்வேறு உயிரினச் சிற்றினங்களுக்கு இடையேயான இடைச்செயல்களாகும். பல்வேறுபட்ட சிற்றினங்கள் வளர்ந்து அவற்றிற்குத் தேவைப்படும் ஊட்டச்சத்துக்கள், நீர் ஆகியவற்றைக் கூட்டாகப் பெறுவதால் சிறிய அளவிலான போட்டி காணப்படுகின்றது. வறட்சியில் நீர் பற்றாக்குறை ஏற்படும் போது பல்வேறுபட்ட சிற்றினங்களிடையே வாழ்வா, சாவா என்ற போட்டி துவங்குகிறது. இந்தப் போட்டிகளில், உயிர் பிழைத்திருக்கப் போதுமான ஊட்டச்சத்துக்களின் அளவு, நீர் கிடைக்கும் அளவு ஆகியவற்றைப் பெற அவை பல்வேறு புதிய இடங்களுக்கு இடம் பெயர நேரிடுகிறது.

பல்வேறு தாவர உண்ணிகள், லார்வா, வெட்டுகிளி போன்றவை தங்களுடைய உணவுக்காகப் போட்டியிடுகின்றன. காடுகளில் வாழ்கின்ற மரங்கள், புதர்ச்செடிகள், சிறுசெடிகள் ஆகியவை சூரிய ஒளி, நீர், ஊட்டச்சத்துப் பொருட்களுக்காக மட்டுமல்லாமல் மகரந்தச்சேர்க்கை மற்றும் கனி, விதை பரவுதலுக்காகவும் போட்டியிடுகின்றன. நீர் வாழ்த்தாவரமாகிய யூட்ரிகுலேரியா (பைத்தாவரம்) சிறு மீன்கள், சிறிய பூச்சிகள் மற்றும் சிறிய ஒடுடைய இனங்கள் ஆகியவற்றிற்காகப் போட்டியிடுகின்றன.

### 4. அமன்சாலிஸம் (புஅநளையடஅள):

இங்கு இரண்டு உயிரிகளுக்கிடையே நிகழும் இடைச்செயல்களில் ஒரு உயிரி ஒடுக்கப்பட்டாலும் மற்றொரு உயிரி எந்தப் பயனையும் அடைவதில்லை அல்லது பாதிக்கப்படுவதில்லை. இடைத்தடை வேதிப் பொருட்கள் என்ற சில வேதிப்பொருட்களைச் சுரப்பது மூலம் இந்த ஒடுக்கப்படுதல் நிகழ்கிறது. அமன்சாலிஸம் நுண்ணுயிரி எதிர்ப்பு (யவெழைழைளளை) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

- பெனிசீலியம் நோட்டேட்டம் பெனிசிலினை உற்பத்தி செய்து குறிப்பாக ஸ்டெஃப்பைலோ காக்கஸ் என்ற ஒரு வகையான பாக்டீரியாவின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கின்றன.
- அஸ்பர்ஜில்லஸ் பூஞ்சையின் வளர்ச்சியை ட்ரைக்கோடெர்மா பூஞ்சை தடுக்கிறது.
- ஜீகூலன்ஸ் நிக்ரா என்ற கருப்பு வால்நெட் தாவரத்தின் கனிகளின் மேல் ஓடு மற்றும் வேர்களில் ஜீகூலோன் என்ற அல்கலாய்டைச் சுரந்து அருகில் வளரும் ஆப்பிள், தக்காளி, ஆல்ஃபால்ஃபா போன்ற தாவரங்களின் நாற்றுகள் வளர்ச்சியினைத் தடுக்கிறது.

சிற்றினங்களுக்கிடையேயான இடைச்செயல்கள் ∴ இணைப்பரிணாமக்குழு இயக்கவியல் (ஐவெநசளிநஉகைகை வைவெநசயஉவழைளெ ∴ ஊழிநவவைழையெசல னலயெஅழை):

1. பாவனை செயல்கள் (ஆகைஅழைசல):



ஒரு உயிரி தனது அமைப்பு, வடிவம், தோற்றம், நடத்தை ஆகியவற்றை மாற்றிக் கொள்வதன் மூலம் வாழும் வாய்ப்பைப் பெருக்கவும் தன்னை பாதுகாத்துக் கொள்ளவும் நிகழ்த்தப்படும் ஒரு செயலாகும். பூக்களில் காணப்படும் பாவனை செயல்கள் மகரந்தச்சேர்க்கையாளர்களைக் கவரவும், விலங்கு பாவனை செயல்கள் பெரும்பாலும் பாதுகாப்பிற்காகவும் அமைந்தவை. இயற்கை தேர்வு முறைகளைப் பேணுவதற்காக நிகழும் மரபுவழி அடையும் சடுதி மாற்றங்களாலும் ஏற்படும் பாவனை செயல்கள் பரிணாம முக்கியத்துவம் கொண்டவை.

#### எடுத்துக்காட்டு:

- ஒ.:பிரிஸ் என்ற ஆர்கிட் தாவரத்தின் மலரானது பெண் பூச்சியினை ஒத்து காணப்பட்டு, ஆண் பூச்சிகளைக்கவர்ந்து மகரந்தச்சேர்க்கையை நிகழ்த்துகின்றன. இது மலர் பாவனை செயல்கள் (கடழ்சயட அலைஅடைசல) என அழைக்கப்படுகிறது.
- காராசியஸ் மோரோஸஸ் என்ற குச்சி பூச்சி அல்லது ஊன்றுகோல் பூச்சி - இது ஒரு பாதுகாப்பிற்கான பாவனை செயல்கள் (சீழவநஉவளைந அலைஅடைசல) ஆகும்.
- .:பில்லியம் .:ப்ராண்டோஸம் என்ற இலைப்பூச்சி பாதுகாப்பிற்கான பாவனை செயல்களின் மற்றொரு எடுத்துக்காட்டாகும்.
- 2. **மிர்மிகோ.:பில்லி (ஆலசஅநஉழிாடைல):** எறும்புகள் சில நேரங்களில் மா, லிட்சி, ஜாமுன், ஆக்கேஷியா போன்ற சில தாவரங்களைத் தங்குமிடமாக எடுத்துக்கொள்கின்றன. இந்த எறும்புகள் அந்தத் தாவரங்களுக்குத் தொந்தரவு அளிக்கும் உயிரினங்களிடமிருந்து காக்கும் காப்பாளராகவும், இதற்குப் பதிலாகத் தாவரங்கள் எறும்புகளுக்கு உணவு மற்றும் தங்குமிடத்தையும் அளிக்கின்றன. இது மிர்மிகோ.:பில்லி என அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: அக்கேஷியா மற்றும் அக்கேஷியா எறும்பு.
- 3. **கூட்டுப்பரிணாமம் (ஊழ-நஎழடரவழை):** உயிரினங்களுக்கு இடையிலான இடைச்செயல்களில் இரு உயிரிகளின் மரபியல் மற்றும் புற அமைப்பியல் பண்புகளில் ஏற்படும் பரிமாற்ற மாறுபாடுகள் பலதலைமுறையை கருத்தில் கொண்டு தொடர்கிறது. இத்தகைய பரிணாமம் கூட்டுப்பரிணாமம் என அழைக்கப்படுகிறது. இடைச்செயல் புரியும் சிற்றினங்களில் நிகழும் ஒருங்கு நிலை மாற்றம் ஒருவகை கூட்டுத் தகவமைப்பாகும்.

#### எடுத்துக்காட்டு:

- பட்டாம்பூச்சிகள் மற்றும் அந்துப்பூச்சிகள் (ஹாபினேரியா மற்றும் மோத்) ஆகியவற்றின் உறிஞ்சும் குழலின் நீளமும், மலரின் அல்லிவட்டக்குழல் நீளமும் சமமானவை.
- பறவையின் அலகு வடிவம் மற்றும் மலரின் வடிவம் மற்றும் அளவு.

#### பிற எடுத்துக்காட்டு:

- ஹாரன் பில்கள் மற்றும் முட்புதர்க்காடுகளின் பறவைகள்.
- அபோசினேசி தாவரங்களில் காணப்படும் பொலினியா பிளவின் அளவும் மற்றும் பூச்சிகளின் காலின் அளவும்.

கைரமோன் (முயசைழஅழநெ)

.:பிரஸ் ரே.:பே சிற்றினக் கம்பளிப்புழு வெளியிடும் கைரமோன் என்ற சேர்மம் காட்டுவகை முள்ளங்கியின் வாயிலாக, காப்புத்தன்மையை அதன் சந்ததிகளுக்குக் கடத்துகிறது.

#### சூழ்நிலையியல் தக அமைவுகள் (ருஉமுடழபடையட யனயிவயவழைனெ):

ஒரு சூழ்நிலையில் வெற்றிகரமாக வாழ உயிரினங்களின் கட்டமைப்பில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள் உயிரினங்களின் தக அமைவுகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. வாழ்விடத்தில் நிலவும் சூழலுக்கேற்ப உயிரினங்கள் உயிர்வாழ இத்தக அமைவுகள் உதவுகின்றன.

தாவரங்களின் வாழ்விடங்கள் மற்றும் அதற்கான தக அமைவுகளைப் பொறுத்து அவை கீழ்வருமாறு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. நீர் வாழ் தாவரங்கள், வறண்ட நில வாழ் தாவரங்கள், வள நிலத்

தாவரங்கள், தொற்றுத்தாவரங்கள் மற்றும் உவர் சதுரப்பு நில வாழ் தாவரங்கள் என்பன இவைகளாகும்.

**நீர்வாழ் தாவரங்கள் (ர்லனசழிாலவநள):**

நீர் அல்லது ஈரமான சூழலில் வாழ்கின்ற தாவரங்கள் நீர்வாழ் தாவரங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. நீர் மற்றும் காற்றின் தொடர்பினைப் பொறுத்து அவை கீழ்கண்ட வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

1. மிதக்கும் நீர்வாழ் தாவரங்கள்
2. வேரூன்றி மிதக்கும் நீர்வாழ் தாவரங்கள்
3. நீருள் மூழ்கி மிதக்கும் நீர்வாழ் தாவரங்கள்
4. நீருள் மூழ்கி வேரூன்றிய நீர்வாழ் தாவரங்கள்
5. நீர், நில வாழ்த்தாவரங்கள்

மிதக்கும் நீர்வாழ் தாவரங்கள் (குசநந கடழயவபெ ர்லனசழிாலவநள): இவ்வகை தாவரங்கள் நீரின் மேற்பரப்பில் சுதந்திரமாக மிதக்கின்றன. இவைகள் மண்ணுடன் தொடர்பு கொள்ளாமல் நீர் மற்றும் காற்றுடன் மட்டுமே தொடர்பு கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டு: ஆகாயத் தாமரை (நுடைமூழ்சயெ)இ பிஸ்டியா மற்றும் உல்பியா என்ற மிகச் சிறிய பூக்கும் தாவரம்.

வேரூன்றி மிதக்கும் நீர்வாழ் தாவரங்கள் (சுழுவநன கடழயவபெ லனசழிாலவநள): இத் தாவரங்களின் வேர்கள் மண்ணில் பதிந்துள்ளன. ஆனால் அவற்றின் இலைகள் மற்றும் மலர்கள் நீரின் மேற்பரப்பில் மிதக்கின்றன. இத் தாவரங்கள் மண், நீர், காற்று ஆகிய மூன்றுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டு : நிலம்போ (தாமரை) நிம்பல்பெயா (அல்ல), போட்டமோஜிட்டான் மற்றும் மார்சீலியா (நீர்வாழ்பெரணி).

தாவர உலகில் தாமரையின் விதைகள் தான் மிகவும் நீடித்த வாழ்நாளைக் கொண்டவை.

நீருள் மூழ்கி மிதக்கும் நீர்வாழ் தாவரங்கள் (ஞரடிஅநசபநன கடழயவபெ லனசழிாலவநள): இத்தாவரங்கள் முற்றிலும் நீரில் மூழ்கியுள்ளது. இவைகள் மண் மற்றும் காற்றோடு தொடர்பு பெற்றிருப்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டு: செரட்டோபில்லம் மற்றும் யுட்ரிக்குலேரியா.

நீருள் மூழ்கி வேரூன்றிய நீர்வாழ் தாவரங்கள் (சுழுவநன - ஞரடிஅநசபநன லனசழிாலவநள): இத்தாவரங்கள் நீருள் மூழ்கி மண்ணில் வேறுவற்றி காற்றுடன் தொடர்பு கொள்ளாதவை. எடுத்துக்காட்டு: ஹைட்ரில்லா, வாலிஸ்தேரியா மற்றும் ஐசாய்டெஸ்.

நீர் நில வாழ்பவை அல்லது வேர் ஊன்றி வெளிப்பட்டு நீர்வாழ் தாவரங்கள் (யுஅிராடிழைரள ர்லனசழிாலவநள ழச சுழுவநன நஅநசபநவெ லனசழிாலவநள): இத்தாவரங்கள் நீர் மற்றும் நிலப்பரப்பு தக அமைவு முறைகளுக்கு ஏற்றவற்று வாழ்கின்றன. இலைகள் ஆழமற்ற நீரில் வளர்கின்றன. எடுத்துக்காட்டு: ரெனன்குலஸ், டைபா மற்றும் சாஜிடேரியா.

ஹைக்ரோபைட்கள் (ர்லபசழிாலவநள): ஈரத்தன்மையுடைய சூழல் மற்றும் நிழல் உள்ள இடங்களில் வளரும் தாவரங்கள் ஹைக்ரோபைட்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: ஹெபினேரியா (ஆர்கிட்கள்), மாஸ்கள் (பிரையோபைட்கள்) முதலியன.

**புற அமைப்பில் தக அமைவுகள் (ஆழ்சிாமுடழபடையட யனயிவயவழைளெ):  
வேர்:**

- பொதுவாக உல்பியா மற்றும் சால்வீனியாவில் வேர்கள் முற்றிலும் காணப்படுவதில்லை அல்லது ஹைட்ரில்லாவில் குறைவுற்ற வளர்ச்சியுடனும், ரனென்குலஸில் நன்கு வளர்ச்சி அடைந்த வேர்களும் காணப்படுகின்றன.
- வேர்மூடிகளுக்கு பதிலாக வேர் பைகள் அமைந்திருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: ஆகாயத் தாமரை.

**தண்டு:**

- நீருள்மூழ்கித்தாவரங்களில் நீண்ட, மிருதுவான, பஞ்சு போன்ற நீட்சியடைந்த தண்டு காணப்படுகிறது.

- மிதக்கும் தாவரங்களில் தண்டானது தடித்த, குறுகிய, பஞ்சு போன்ற ஒரு தண்டுடனும், வேருன்றி மிதக்கும் தாவரங்களில் இது கிடைமட்டத் தண்டாகவும் (கிழக்கு) காணப்படுகிறது.
- தரைபடர் ஓடுதண்டு, தரைகீழ் உந்து தண்டு, தரைமேல் ஓடுதண்டு, தண்டு மற்றும் வேர் பதியன்கள், கிழங்குகள், உறங்கு நிலை நுனிகள் ஆகியவற்றின் மூலம் உடல இனப்பெருக்கம் நிகழ்கிறது.

**இலைகள்:**

- வாலிஸ்நேரியாவில் இலைகள் மெல்லியவை. நீண்டவை மற்றும் பட்டையான நாடா வடிவமுடையது. பொட்டோமோஜிடானில் இலைகள் மெல்லியவை, நீண்டவை, செரட்டோ.பில்லம் தாவரத்தில் நுன்பிளவுற்ற இலைகள் காணப்படுகின்றன.
- அல்லி (லேலியாநய) மற்றும் தாமரையில் (நேடரஅடிழ) மிதக்கும் இலைகள் பெரியது மற்றும் தட்டையானது ஐக்கார்னியா மற்றும் டராப்பாவில் இலைக்காம்பு பருத்தும், பஞ்சு போன்று காணப்படுகின்றன.
- வேருன்றி வெளிப்பட்ட நீர்வாழ் தாவரங்களில் இரு வகையான இலைகள் (நீர் மட்டத்திற்குக் கீழே பிளவுற்ற இலைகளும், நீர் மட்டத்திற்கு மேலே முழுமையான இலைகளும்) காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: ரெனன்குலஸ், லிம்னோ.பில்லா எட்டிரோபில்லா மற்றும் சாஜிடேரியா.
- கியூட்டிக்கள் முழுமையாகக் காணப்படாமலோ அல்லது காணப்பட்டால் மெல்லியதாகவோ அல்லது குறைவாகவோ வளர்ச்சி அடைந்திருத்தல்.
- ஓர் அடுக்கு புறத்தோல் காணப்படுவது.
- நன்கு வளர்ச்சியடைந்த ஏரங்கைமாவினால் ஆன புறணி காணப்படுவது
- வாஸ்குலத் திசுக்கள் குறைவான வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது. வேருன்றி வெளிப்பட்ட நீர்வாழ் தாவரங்களில் வாஸ்குலத்திசுக்கள் நன்கு வளர்ச்சி பெற்றுள்ளது.
- வேருன்றி வெளிப்பட்ட நீர்வாழ் தாவரங்களைத் தவிர மற்ற தாவரங்களில் வலுவைக் கொடுக்கும் திசுக்கள் பொதுவாகக் காணப்படுவதில்லை. பித் செல்கள் ஸ்கிளிர்ங்கைமாவினால் ஆனது.

**வாழ்வியல் தக அமைவுகள் (ரீலாஜைடழபடையட யனயிவயவழைளெ):**

- நீர்வாழ்தாவரங்கள் காற்றிலாச் சூழலைத்தாங்கிக் கொள்ளும் திறன் கொண்டது.
- இவை வாயு பரிமாற்றத்திற்கு உதவும் சிறப்பு உறுப்புகளைக் கொண்டுள்ளது.

**வறண்ட நிலத்தாவரங்கள் (ஓநசழிாலவறள):**

உலர் அல்லது வறள் நிலச்சூழலில் வாழ்கின்ற தாவரங்கள் வறண்ட நிலத் தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன. வறண்ட நில வாழிடங்கள் இருவகையானது. அவை

1. **இயல்நிலை வறட்சி(ரீலாஜைடழபடையட னசலநெளள):** இவ்வகை வாழிடங்களில் காணப்படும் மண் குறைந்த மழையளவு பெறுவதாலும் மற்றும் நீரைக் குறைந்த அளவில் சேமிக்கும் திறன் கொண்டுள்ளதாலும் மண்ணானது சிறிதளவு நீரையே பெற்றுள்ளது.
2. **செயல்நிலை வறட்சி (ரீலாஜைடழபடையட னசலநெளள):**இவ்வகை வாழிடங்களில் தேவைக்கு அதிகமான நீர் கொண்டிருந்தாலும் மண்ணில் புழைவெளிகள் (ஊயிடைடயசல எரியஉநள) காணப்படுவதில்லை. எனவே நீரை வேர்கள் உறிஞ்சிக்கொள்ள முடிவதில்லை. எடுத்துக்காட்டு: உவர் மற்றும் அமில மண்ணில் வாழும் தாவரங்கள்.

தக அமைவு அடிப்படையில் வறண்ட நிலத் தாவரங்கள் மூன்று வகைகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அவை

1. குறுகிய காலம் வாழும் ஒரு பருவத்தாவரங்கள்
2. சதைப்பற்றுடைய அல்லது நீரைச் சேமித்து வைக்கக் கூடிய தாவரங்கள்
3. சதைப்பற்றுற்ற அல்லது நீரைச் சேமிக்க இயலாத தாவரங்கள்

1. **குறுகிய காலம் வாழும் ஒரு பருவத்தாவரங்கள் (நூரிநஅநசயடள):** இவைகள் வறட்சி நிலையைத் தவிர்க்கும் அல்லது சாமாளிக்கும் தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன. இத்தாவரங்கள் மிகக் குறைந்த காலத்தில் (ஒரு பருவம்) தன் வாழ்க்கை சுழற்சியினை முடித்துக் கொள்கின்றன. இவை

உண்மையான வறண்ட நிலத் தாவரங்கள் இல்லை. எடுத்துக்காட்டு: ஆர்ஜிமோன், மொல்லுகோ, ட்ரிபுலஸ் மற்றும் டெஃப்ரோசியா.

2. சதைப்பற்றுடைய அல்லது நீரைச் சேமித்து வைக்கக் கூடிய தாவரங்கள் (ஸுரஉ உரடநவெள): இவை வறட்சியைச் சமாளிக்கும் திறனுடைய தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன. இத்தாவரங்கள் வறட்சியின் போது அதன் உடல் பகுதிகளில் நீரைச் சேமித்து வைத்துக் கொள்வதுடன் கடுமையான வறட்சி நிலைகளை எதிர்கொள்ளச் சிறப்பான சில தகவமைவுகளை கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டு: ஒப்பன்ஷியா, ஆலோ, பிரையோஃபில்லம் மற்றும் பிகோனியா
3. சதைப்பற்றுற்ற அல்லது நீரைச் சேமிக்க இயலாத தாவரங்கள் (மேடு ஸுரஉ உரடநவெள): இவை வறட்சியை எதிர்கொண்டு தாங்கிக்கொள்ளும் தாவரங்கள். எனவே இவை உண்மையான வறண்ட நிலத் தாவரங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை வெளிப்புற மற்றும் உட்புற வறட்சியினை எதிர்கொள்கின்றன. உலர் நிலைகளை எதிர்த்து வாழப் பல தகவமைவுகளைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டு: கேசவரைனா, நீரியம் (அரளி), ஜிஜிபஸ் மற்றும் அக்கேஷியா.

**புற அமைப்பில் தகவமைவுகள்:**  
**வேர்:**

- வேர்த்தொகுப்பு நன்கு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது. தண்டு தொகுப்பினைக் காட்டிலும் வேர்த்தொகுப்பு அதிக வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது.
- வேர் தூவிகள் மற்றும் வேர் மூடிகள் நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளன.

**தண்டு:**

- தண்டு பெரும்பாலும் கடினமானது. கட்டை தன்மையுடையது. இது தரைமேல் அல்லது தரைகீழ்க் காணப்படலாம்.
- தண்டு மற்றும் இலைகளின் மேற்பரப்புகளில் மெழுகு பூச்சு காணப்படுவதுடன் அடர்த்தியான தூவிகளும் காணப்படுகின்றன.
- சில வறண்ட நிலத் தாவரங்களின் தண்டின் அனைத்துக் கணுவிடைப் பகுதிகளும் சதைப்பற்றுள்ள இலை வடிவ அமைப்பாக மாற்றமடைந்துள்ளன. இவை இலைத்தொழில் தண்டு (ஃபில்லோகிளாட்) (ஒப்பன்ஷியா) எனப்படுகின்றன.
- வேறு சில தாவரங்களில் ஒன்று அல்லது அரிதாக இரண்டு கணுவிடைப் பகுதிகள் சதைப்பற்றுள்ள பசுமையான அமைப்பாக மாறுபாடு அடைந்துள்ளது. இவை கிளாடோடு (ஆஸ்பராக்ஸ்) எனப்படும்.
- சிலவற்றில் இலைக் காம்பானது சதைப்பற்றுள்ள இலை போன்று உருமாற்றம் அடைந்துள்ளது. இது காம்பிலை (ஃபில்லோடு) (அக்கேஷியா மெலனோசைலான்) என அழைக்கப்படுகிறது.

1. சதைப்பற்றுடைய வறண்ட நிலத் தாவரம்
2. சதைப்பற்றுற்றது – பல்லாண்டு வாழ்பவை – கெப்பாரிஸ்
3. கிளடோடு – ஆஸ்பராக்ஸ்
4. காம்பிலை – அக்கேஷியா

தண்டு, இலை ஆகியவை பல தூவிகளால் சூழப்பட்டுள்ள வறண்ட நிலத் தாவரங்கள் ட்ரைக்கோஃபில்லஸ் தாவரங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: பூசணி வகைகள். (மிலோத்ரியா மற்றும் முகியா)

**இலைகள்:**

- சூரிய ஒளி மற்றும் வெப்பத்தினைப் பிரதிபலிக்க உதவும் தோல் போன்றும், பளபளப்பாகவும் உள்ள இலைகள் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன.

- யூ.பி.பி.யா, அக்கேஷியா, ஜிஜிபஸ், கெப்பாரிஸ் போன்ற தாவரங்களில் இலையடிச் செதில்கள் முட்களாக மாறுபாடு அடைந்துள்ளன.
- முழு இலைகளும் முட்களாகவோ (ஒபன்ஷியா) மற்றும் செதில்களாகவோ (ஆஸ்பராகஸ்) மாற்றுரு அடைந்து காணப்படுகின்றன.

#### உள்ளமைப்பில் தக அமைவுகள்:

- நீராவிப் போக்கின் காரணமாக நீர் இழப்பினைத் தடுப்பதற்காகப் பல்லுக்கு புறுத்தோலுடன் தடித்த கியூட்டிகளும் காணப்படுகின்றன.
- ஸ்கிலிரங்கைமாவினாலான புறுத்தோலடித்தோல் (ர்லிழனநசஅளை) நன்கு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது.
- உட்குழிந்த குழிகளில், தூவிகளுடன் கூடிய உட்குழிந்தமைந்த இலைத்துளைகள் (ளுரமெநெளவழஅயவய) கீழ்புறத் தோலில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன.
- இரவில் திறக்கும் (ளுஉழவய யஉவளைந எவழஅயவய) வகையான இலைத்துளைகள் சதைப்பற்றுள்ளதாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.
- பல்லுக்கு கற்றை உறை கொண்ட வாஸ்குலத் தொகுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது.
- இலையிடைத் திசுவானது பாலிசேடு மற்றும் பஞ்சு திசுவாக நன்கு வேறுபாடு அடைந்துள்ளது.
- சதைப்பற்றுள்ளவற்றில் தண்டுப்பகுதியில் நீர்சேமிக்கும் திசுக்களைப்பெற்ற பகுதியாக விளங்குகிறது.

#### வாழ்வியல் தக அமைவுகள்:

- பெரும்பாலான வாழ்வியல் நிகழ்வுகள் நீராவிப் போக்கினைக் குறைக்கின்ற வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.
- வாழ்க்கை சுழற்சியைக் குறுகிய காலத்திலேயே முடித்துக் கொள்கின்றன. (குறுகிய காலம் வாழும் ஒரு பருவத்தாவரங்கள்)

#### வளநிலத் தாவரங்கள் (ஆநளழிாலவநள):

- மிதமான சூழ்நிலையில் (மிக ஈரமாகவோ அல்லது மிக வறண்டோ அல்லாத) வாழும் தாவரங்கள் வளநிலை தாவரங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.
- இவை பொதுவாக நிலத் தாவரங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: சோளம் (ஆயணைந) மற்றும் செம்பருத்தி (ர்டைளைஉரள).

#### புற அமைப்பில் தக அமைவுகள்:

- வேர்தாவிகள் மற்றும் வேர் முடிச்சுகளுடன் வேர் தொகுப்பானது நன்கு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது.
- தண்டு பொதுவாகத் தரைக்கு மேலே தடித்து நன்கு கிளைத்துக் காணப்படுகிறது.
- இலைகள் பொதுவாகப் பெரிய, பரந்த, மெல்லிய, பல வடிவங்களுடன் காணப்படுகிறது.

#### உள்ளமைப்பில் தக அமைவுகள்:

- தரைமேல் பகுதியின் தாவரப் பாகங்களில் மிதமான கியூட்டிகள் வளர்ச்சி அடைந்து காணப்படுகின்றது.
- நன்கு வளர்ச்சியடைந்த புறுத்தோல் மற்றும் இலைத்துளைகள் பொதுவாக இரு புறுத்தோல்களிலும் காணப்படுகின்றன.
- இலையிடைத் திசு நன்கு வேறுபட்ட பாலிசேடு மற்றும் பஞ்சு பாரங்கைமாவினை கொண்டுள்ளது.

- வாஸ்குலத்திசுக்கள் மற்றும் வலுவூட்டும் திசுக்கள் மிதமான வளர்ச்சியுடன் நன்கு வேறுபாடு அடைந்து காணப்படுகின்றன.

#### வாழ்வியல் தக அமைவுகள்:

- அனைத்து வாழ்வியல் நிகழ்வுகளும் இயற்கையாகவே காணப்படுகிறது.
- நீர் பற்றாக்குறை ஏற்படுமானால் அறை வெப்ப நிலைகளில் தற்காலிக வாடல் நிலையை ஏற்படுத்திக்கொள்கின்றன.

கோடைக் காலங்களில் வறண்ட நிலத்தாவரங்களாகவும், மழைக்காலங்களில் வளநிலத் தாவரங்களாகவோ அல்லது நீர்வாழ் தாவரங்களாகவோ செயல்படும் தாவரங்கள் ட்ரோப்போபைட்கள் (வுசுழிழிலவநள) என அழைக்கப்படுகின்றன.

#### தொற்றுத் தாவரங்கள் (நுரினாலவநள):

மற்ற தாவரங்களின் மேல் (ஆதாரத் தாவரங்கள்) தொற்றி வாழ்பவை தொற்றுத் தாவரங்கள் எனப்படுகின்றன. இதில் ஆதாரத் தாவரத்தை உறைவிடத்திற்காக மட்டுமே பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. ஆனால் நீர் அல்லது உணவினைப் பெற்றுக் கொள்வதில்லை. தொற்றுத் தாவரங்கள் பொதுவாக வெப்ப மண்டல மழைக் காடுகளில் அதிகம் காணப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு: ஆர்கிட்குகள், வன்கொடிகள் (டயையெள)இ தொங்கும் மாஸ்கள், மணி தாவரங்கள்.

#### புற அமைப்பியல் தக அமைவுகள்:

- வேர்த் தொகுப்புகள் விரிவாக வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது. இதில் இருவகை வேர்கள் காணப்படுகின்றன. இவை
  1. பற்று வேர்கள் மற்றும் 2. உறிஞ்சும் வேர்கள்
- தொற்றுத் தாவரங்களின் பற்று வேர்கள் (ஊடபெபெ சமுழவள) ஆதாரத் தாவரங்களின் மீது உறுதியாக நிலை நிறுத்த உதவுகின்றன.
- நிலப்புற வேர்கள் (யுநசயைட சமுழவள) பசுமையானது. இவை கீழ்நோக்கித் தொங்கிக் கொண்டிருப்பவை. மேலும் இது வளி மண்டலத்திலிருந்து ஈரப்பதத்தை உறிஞ்சுவதற்காக வெலாமன் (ஏநடயஅநெ) என்ற பஞ்சு போன்ற திசுவுடையது.
- சில தொற்றுத் தாவரங்களின் தண்டு சதைப் பற்றுள்ளதாகவும் மற்றும் போலி குமிழ்களையோ அல்லது கிழங்குகளையோ உருவாக்குகின்றன.
- இலைகள் பொதுவாகக் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும் தடிப்பான தோல் போன்றும் காணப்படுகின்றன.
- கொன்று உண்ணிகளிடமிருந்து தன்னைக் காத்துக் கொள்ளத் தொற்று தாவரக் கூட்டங்களில் மிர்மிகோ:பில்லி பொதுவாகக் காணப்படுகிறது.
- கனிகள் மற்றும் விதைகள் மிகவும் சிறியவை. பொதுவாக இவை காற்று, பூச்சிகள் மற்றும் பறவைகள் மூலம் பரவுகின்றன.

#### உள்ளமைப்பில் தக அமைவுகள்:

- பல்லடுக்கு புறத்தோல் காணப்படுகிறது. வெலாமன் திசுவினை அடுத்துச் சிறப்பாக அமைந்த எக்சோடெர்மிஸ் (நுஓழனநசஅனை) அடுக்கு ஒன்று காணப்படுகிறது.
- நீராவிப் போக்கினை வெகுவாகக் குறைப்பதற்காகத் தடித்த கியூட்டிகிள் மற்றும் உட்குழிந்த இலைத்துளைகள் ஆகியன காணப்படுகின்றன.

- சதைப்பற்றுள்ள தொற்றுத் தாவரங்களில் நீரிணைச் சேமிக்க நன்கு வளர்ச்சி அடைந்த பாரங்கைமா திசுக்கள் காணப்படுகின்றன.

#### உவர் சதுப்பு நில வாழ்த்தாவரங்கள் (ர்யடழிாலவநள):

மிகையான உப்புகள் காணப்படும் நிலப்பகுதியில் வளரும் சிறப்பு வகை தாவரங்கள் உவர் சதுப்பு நிலவாழ்த் தாவரங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு: ரைசோ.:போரா, சொனரேலியா மற்றும் அவிசென்னியா

இவை கடற்கரை ஓரங்களிலும், முகத்துவாரங்களிலும் வாழ்கின்றன. இங்கு நிலம் ஈரத்தன்மையொடிருந்தாலும் வாழ்வியல் ரீதியாக உலர்தன்மையுடையது. தாவரங்கள் உப்புநீரை நேரடியாகப் பயன்படுத்த முடியாது. ஆகையால் அவை உப்பை வடிகட்டுவதற்காக வாழ்வியல் செயல்முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது. இவ்வகையான தாவரக்கூட்டங்கள் சதுப்புநிலக்காடுகள் அல்லது அலையாத்திக்காடுகள் (ஆயபெசுழந கழசநளவ) என அழைக்கப்படுகின்றன. இதில் வாழும் தாவரங்கள் சதுப்புநிலத் தாவரங்கள் என அறியப்படுகின்றன.

#### புற அமைப்பியல் தக அமைவுகள்:

- மித வெப்பமண்டலப் பகுதிகளில் காணப்படும் உவர் சதுப்பு நிலத்தாவரங்கள் சிறு செடிகளாகவும், வெப்ப மண்டலப்பகுதிகளில் காணப்படும் உவர் சதுப்பு நிலத் தாவரங்கள் பெரும்பாலும் புதர் செடிகளாகவும் காணப்படுகின்றன.
- இயல்பான வேர்களுடன் கூடுதலாக முட்டு வேர்கள் (ளுவடைவ சமுழவள) இவற்றில் தோன்றுகின்றன.
- புவிஈர்ப்புவிசைக்கு எதிராக இவற்றில் தோன்றும் சிறப்பு வகை வேர்கள் நிமட்டோ.:போர்கள் (நெரஅயவழிாழசநள) எனப்படுகின்றன. அதில் அமைந்துள்ள நிமத்தோடுகள் (நெரஅயவாழனநள) கொண்டு தாவரம் அதற்குத்தேவையான அளவு காற்றோட்டத்தைப் பெறுகிறது. இவை சுவாசிக்கும் வேர்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: அவிசென்னியா
- தாவர உடலத்தின் தரைமேல் பகுதிகள் தடித்த கியூட்டிக்கிளை பெற்றுள்ளது.
- இலைகள் தடித்தவை, முழுமையானவை, சதைப்பற்றுள்ளவை, பளபளப்பானவை. சில சிற்றினங்களில் இலைகள் காணப்படுவதில்லை (புாலட்டரள)
- கனிக்குள் விதை முளைத்தல் (ஏனையசல) வகையான விதை முளைத்தல் அதாவது கனியில் உள்ளபோதே விதைகள் முளைப்பது உவர் சதுப்பு நிலத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

#### வாழ்வியல் தக அமைவுகள்:

- சில தாவரங்களின் செல்கள் அதிக அழுத்தச் சவ்வுடு பரவல் அழுத்தத்தைக் கொண்டுள்ளன.
- விதை முளைத்தலானது கனி தாய் தாவரத்தில் இருக்கும்போதே நடைபெறுகின்றது. (கனிக்குள் விதை முளைத்தல்)

#### உள்ளமைப்பில் தக அமைவுகள்:

- தண்டில் காணப்படும் சதுர வடிவப் புறத்தோல் செல்கள் மிகையான க்யூட்டின் பூச்சைப் பெற்றிருப்பதுடன் அவற்றில், எண்ணெய்ப் பொருட்கள் மற்றும் டான்னின் நிரம்பிக் காணப்படுகின்றன.
- தண்டின் புறணிப் பகுதியில் வலுவூட்டவதற்காக நட்சத்திர வடிவ ஸ்கிலிரைட்களும், 'ர்' வடிவ தடித்த அடர்த்தியுற்ற 'ஸ்பிகியூல்களும்' காணப்படுகின்றன.

- இலைகள் இருபக்க இலைகளாகவோ அல்லது சமபக்க இலைகளாகவோ இருப்பதுடன் உப்பு சுரக்கும் சுரப்பிகளையும் பெற்றுள்ளன.

வாழ்வியல் தக அமைவுகள்:

- சில தாவரங்களின் செல்கள் அதிக அழுத்தச் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தத்தைக் கொண்டுள்ளன.
- விதை முறைத்தலானது கனி தாய் தாவரத்தில் இருக்கும்போதே நடைபெறகின்றது.

தமிழ்நாட்டின் மூன்று மாவட்டங்களில் (நாகப்பட்டினம், தஞ்சாவூர் மற்றும் திருவாரூர்), இவ்வகை காடுகள் காணப்படுகின்றன. கஜா புயல் (புயதய உலடழநெ) விளைவாக (நவம்பர் 2018) முத்துப்பேட்டையில் மட்டும் (திருவாரூர் மாவட்டம்) குறைந்த அளவு சேதமே ஏற்பட்டது. இதற்கு அங்குள்ள அலையாத்திக்காடுகளே (உவர் சதுப்பு நிலக்காடுகள்) காரணம்.

**கனிகள் மற்றும் விதை பரவுதல் (னுளைநசளயட முக குசரவைள யனெ ளநநளள):**

பறவைகள், பாலூட்டிகள், ஊர்வன, மீன், எறும்புகள் மற்றும் பூச்சிகள், மண் புழு ஆகியவற்றால் பரவுவதற்குக் தேவையான கவர்ச்சியான நிறம், நறுமணம், வடிவம், சுவை ஆகியவற்றைக் கனிகள் மற்றும் விதைகள் பெற்றுள்ளன. விதை ஒன்று கரு, சேகரிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருட்கள் மற்றும் பாதுகாப்பு உறையான விதையுறை ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது.

ஒவ்வொரு விதையும் உறங்கு நிலையிலுள்ள, எதிர்காலத் தாவரங்களைத் தன் உள்ளே கொண்டிருக்கிறது. புவியியல் பகுதிகளில் மீது பரவலாக விதைகளை விநியோகிப்பதற்கும், அவற்றை நிலை நிறுவுவதற்கும் விதை பரவுதல் ஒரு முக்கியக் காரணியாக விளங்குகிறது.

ஒரு தாய் தாவரத்திலிருந்து பல்வேறு தூரத்திற்குக் கனிகள் மற்றும் விதைகள் பரவுதலே விதை மற்றும் கனி பரவுதல் என அழைக்கப்படுகிறது. இது காற்று, நீர் மற்றும் விலங்குகள் போன்ற சூழ்நிலை காரணிகளின் உதவியுடன் நடைபெறுகிறது.

தாவர இனங்களின் மீளருவாக்கவும் மற்றும் புதிய பரப்பில் வளரவும், அப்போது ஏற்படும் நாற்றுகளின் போட்டி மற்றும் இயற்கை எதிரிகளான தாவர உண்ணிகள், பழ உண்ணிகள் மற்றும் நோய்க்கிருமிகளிடமிருந்து தப்பித்துப் புதிய தாவரங்களைக் குடியேற்றுவதற்கும் தேவைப்படும் ஒரு பொதுவான வழிமுறையே விதை பரவுதல் ஆகும்.

கனிமுதிர்ந்தல் மற்றும் விதைப்பரவல் பல உகந்த சூழல் காரணிகளால் ஊக்குவிக்கப்படுகின்றன. கோடை போன்ற தகுந்த காலம், தக்கச்சூழல் மற்றும் காலநிலைக்கேற்ப காணப்படும் பரவல் முகவர்களான பறவைகள், பூச்சிகள் ஆகியவை இதற்கு உதவுகின்றன.

உலகளவில் பல சூழல் மண்டலங்களில் காணப்படும் பல்வேறு தாவரச் சமுதாயங்கள் உருவாக்கத்திற்கு ஏதுவாக விதைகள் பரவுதலடைய முகவர்கள் தேவைப்படுகின்றன. உணவு, ஊட்டச்சத்துமிக்க வாழ்விடங்களில் விதைகளை இடம்பெயரச் செய்யவும், தாவர மரபணு பன்முகத்தன்மையை ஏற்படுத்தவும், இம்முகவர்கள் உதவுகின்றன.

**காற்றின் மூலம் பரவுதல் (னுளைநசளயட டில றனென) யுநெஅழஉாழசல):**

தனி விதைகள் அல்லது முழுக் கனிகளில் தோன்றும் பல மாற்றுருக்கள் காற்றின் மூலம் அவை பரவ உதவி செய்கின்றன. உயரமான மரங்களில் கனிகள் மற்றும் விதைகள் பரவுவது அதிகம் நிகழ்கிறது. காற்றின் மூலம் பரவ உதவும் தகஅமைவுகள் பின்வருமாறு.

- **மிகச்சிறிய விதைகள் (ஆரெவந ளநநளள):** விதைகள் நுண்ணியதாக, மிகமிகச் சிறியதாக, லேசானதாக, தட்டையான வெளிஉறையை பெற்றதாக இருப்பின் அவற்றினால் எளிதில் பரவுதலடைய முடியும். எடுத்துக்காட்டு: ஆர்கிட்கள்.
- **இறக்கைகள் (றுபெள):** தட்டையான அமைப்பு கொண்ட இறக்கைகள் கொண்ட விதைகள் மற்றும் முழுக் கனிகள் காணப்படுவது. எடுத்துக்காட்டு: மேப்பிள், கைரோகார்ப்பஸ், டிப்டிரோகார்பஸ் மற்றும் டெர்மினேலியா.
- **இறகு வடிவ இணை அமைப்புகள் (குநயவாநசல யீநனெயபநள):** கனிகள் மற்றும் விதைகளில் காணப்படுகின்ற இறகு வடிவ இணையுறுப்பமைப்புகள் பரவுதலில் மிதக்கும் திறனை அதிகரித்து



உயர்ந்த இடங்களை அடைய உதவுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: வெர்னோனியா மற்றும் அஸ்கிலிபியாஸ்.

- **காற்று விசை உணரும் செயல்முறை (ஊந்ளெழச ஆநஉயயனெள):** ஒரு வலுவான காற்று மூலம் கனிகள் அதிர்வடைய செய்யும் போது, அவை பிளக்கப்பட்டு அதன் மூலம் விதைகள் வெளியேறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: அரிஸ்டோலோக்கியா, பாப்பி.

**நீர் மூலம் பரவுதல் (ஐனெளிநசளயட டில நயவநச) ஈ்லசமுஉாழசல):**

- நீர் நிலைகள் அல்லது நீர் நிலைகளுக்கு அருகில் வளரும் தாவரங்களின் விதைகள் மற்றும் கனிகள் பொதுவாக நீர் மூலமாகப் பரவுகின்றன.

**நீர் மூலம் பரவுதலின் தக அமைவுகள்**

- தலைகீழ்க் கூம்பு வடிவப் பூத்தளம் (சுநஉநிவயஉடந) கொண்டு அவற்றில் காற்று அறைகள் காணப்படுதல் எடுத்துக்காட்டு: தாமரை.
- கனியில் மெல்லிய வெளியுறையும், நார்களாலான நடு உறையினையும் கொண்டிருப்பது. எடுத்துக்காட்டு: தேங்காய்.
- இலேசான சிறிய மற்றும் காற்றினை உள்ளடக்கிய விதை ஒட்டு வளரிகளை விதைகள் பெற்றிருப்பது. எடுத்துக்காட்டு: அல்லி.
- உப்பியத்தன்மையுடன் கூடிய கனிகளைக் கொண்டிருத்தல். எடுத்துக்காட்டு: ஹெரிட்மீரா லிட்டோராலிஸ்.
- தானாகவே காற்றில் மிதக்க இயலாத தன்மைகொண்ட விதைகள் ஒரு நீரின் வேகத்தினால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: தேங்காய்

**விலங்குகள் மூலம் பரவுதல் (ஐனெளிநசளயட டில யுனெஅயடள) (ஐமுழஉாழசல):**

கனிகள் மற்றும் விதைகள் பரவுதலின் மனிதன் உள்ளிட்ட பாலூட்டிகள், பறவைகள் மிக முக்கியமான பங்கு வகிக்கின்றன. இவைகள் பின்வரும் அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

1. கொக்கிகளுடன் கூடிய கனிகள் (ஈழமுநன கசரவை): கனிகள் மற்றும் விதைகளில் காணப்படும் கொக்கிகள் (சாந்தியம்) நுண்ணிழை செதில்கள் (அன்ட்ரொபோகன்) முள் போன்ற அமைப்புகள் (அரிஸ்டிடா) விலங்குகளின் உடல்கள் மீது அல்லது மனிதனின் உடைகளின் மீது ஒட்டி கொண்டு எளிதில் பரப்புகின்றன.

**ஓட்டிக் கொள்ளும் கனிகள் மற்றும் விதைகள் (ளவடைமல கசரவைள யனெ ன்நனள):**

சில கனிகளில் ஓட்டிக் கொள்ளும் சுரப்புத்தாவிடிகள் காணப்பட்டு அவற்றின் உதவியால் மேயும் விலங்குகளின் ரோமங்கள் மீது ஓட்டிக் கொண்டு எளிதில் பரவுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: போயர் ஹூவியா மற்றும் கிளியோம்.

கனிகளின் மீது காணப்படும் பிசுபிசுப்பான அடுக்கு பறவைகள் கனிகளை உண்ணும் போது அவற்றின் அலகுகளில் ஓட்டிக் கொண்டு, பறவைகள் அலகினை மரக்கிளைகளின் மீது தேய்க்கும் போது விதைகள் பரவிப் புதிய இடங்களை அடைகிறது. எடுத்துக்காட்டு: கார்டியா மற்றும் அலாஞ்சியம்

**சதைப்பற்றுள்ள கனிகள் (குடநளால கசரவைள):** சில பகட்டான நிறமுடைய சதைப்பற்றுள்ள கனிகள் மனிதர்களால் உண்ணப்பட்டுப் பின்னர் அவற்றின் விதைகள் வெகு தொலைவில் வீசப்பட்டுப் பரவுகின்றன.

**வெடித்தல் வழிமுறை மூலம் சிதறிப் பரவுதல் (ஐனெளிநசளயட டில நுஷிடமுளனெள ஆநஉயயனெளஅ (யரவழஉாழசல):**

சில கனிகள் திடீரென்று ஒரு விசையுடன் வெடித்து அதனுடைய விதைகள் அந்தத் தாவரத்தின் அருகிலேயே பரவ உதவுகிறது. இவ்வகை கனிகளில் காணப்படும் தக அமைவுகள் பின்வருமாறு:

சில கனிகளைத் தொடுவதன் மூலம் அவை திடீரென வெடித்து விதைகள் மிகுந்த விசையுடன் தூக்கி எறியப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: காசித்தும்பை (இம்பேசியன்ஸ் - பால்சம்), ஹீரா.

சில கனிகளில் மழை தூரலுக்குப்பின், மழைநீருடன் தொடர்பு கொள்ளும் போது திடீரெனச் சத்தத்துடன் வெடித்து விதைகளானது பரவப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: காசித்தும்பை (இம்பேசியன்ஸ் - பால்சம்), ஹீரா.

சில கனிகளில் மழை தூரலுக்குப்பின், மழைநீருடன் தொடர்பு கொள்ளும் போது திடீரெனச் சத்தத்துடன் வெடித்து விதைகளானது பரவப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: ருயில்லியா மற்றும் கிரசான்ட்ரா.

- சில கனிகள், பட்டாசு போன்ற அதிகச் சத்தத்துடன் வெடித்து அனைத்து திசைகளிலும் விதைகளைச் சிதறடிக்கச் செய்கின்றன. எடுத்துக்காட்டு: பாஹினியா வாஹ்லி என்ற ஓட்டகப்பாதக்கொடி (ஊயஅநட“ள கழழவ உடலையடிநச).
- கனிகள் முதிர்ச்சியடைந்தவுடன் விதைகளைச் சுற்றியுள்ள திசுக்கள் பிசின் போன்ற அடர்த்தியான திரவமாக மாற்றமடைவதால் கனிகளின் உள்ளே அதிகத் விறைப்பழுத்தம் (ர்பா வரசபழச ிசுநளளரசந) ஒன்று உண்டாக்கப்பட்டுக் கனியானது வெடித்து விதைகள் பரவ உதவுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: எக்பெல்லியம் எலேட்டிரியா என்ற பீய்ச்சம் வெள்ளரி (ளுநரசைவபை உரஉரஅடிநச) கைரோகார்பஸ் மற்றும் டிப்டீரோ கார்ப்பஸ்.

#### மனித உதவியுடன் விதை பரவுதல்:

**விதைப்பந்து (ளுநநன டியட்ட):** கனிமண் மற்றும் இலைமட்குடன் (பசுமாட்டின் சாணம் உட்பட) விதைகளைக் கலந்து உருவாக்கப்படும் விதைப்பந்துகள் ஜப்பானியர்களின் பழமையான நுட்பமாகும். இம்முறையில் நேரடியாகத் தாவரங்களைத் தக்க சூழலில் வளர, பொருத்தமான இடங்களுக்குக் கொண்டு சேர்க்க மனிதன் உதவுகின்றன.

இம்முறையானது தாவரமற்ற வெற்று நிலங்களில் தாவரங்களைப் மீள் உருவாக்கவும், தாவரங்களை பருவமழை காலத்திற்கு முன் தகுந்த பரவல் முறையில் அரிதான இடங்களில் பரவச் செய்வதற்கும் துணை புரிகின்றது.

#### சூழ்நிலையியலில் முக்கிய தினங்கள்:

- மார்ச் 21 – உலக வன தினம்
- ஏப்ரல் 22 – புவி தினம்
- மே 22 – உலக உயிரிபன்ம தினம்
- சூன் 05- உலக சுற்றுசூழல் தினம்
- சூலை 07 -வன மகோற்சவ தினம்
- செப்டம்பர் 16 – அகில உலக ஓசோன்தினம்

#### விதை பரவலின் நன்மைகள்

- தாய் தாவரத்தின் அருகில் விதைகள் முளைப்பதைத் தவிர்ப்பதால் விலங்குகளால் உண்ணப்படுவது அல்லது நோயுறுவது அல்லது சக போட்டிகளைத் தவிர்ப்பது போன்ற செயல்களிலிருந்து தாவரங்கள் தப்பிக்கின்றன.
- விதை பரவுதல் விதை முளைத்தலுக்கு உகந்த இடத்தினைப் பெறும் வாய்ப்பை அளிக்க விதை பரவுதல் உதவுகிறது.
- தன்மகரந்தசேர்க்கையை நிகழ்த்தும் தாவரங்களில் அவற்றின் மரபணுக்களின் இடம் பெயர்வதற்கு உதவும் ஒரே முக்கியச் செயலாக இது உள்ளது. அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையில் ஈடுபடும் வெளிகலப்பு தாவரங்களில் தாய் வழி மரபணு பரிமாற்றத்திற்கு விதை பரவுதல் உதவி செய்கிறது.

மனிதர்களால் மாற்றியமைக்கப்பட்ட சூழல் மண்டலத்திலும் கூடப் பல சிற்றினங்களின் பாதுகாப்பிற்கு விலங்கின் உதவியால் விதை பரவும் செயல் உதவுகிறது.

பாலவனம் முதல் பசுமை மாறாக் காடுகள் வரையிலான பல்வேறு சூழல் மண்டலங்களின் நிலை நிறுத்தம் மற்றும் செயல்பாடுகளை அறிந்து கொள்ளவும் உயிரி பன்மத்தை தக்க வைத்துப் பாதுகாக்கவும் கனிகள் மற்றும் விதைகள் பரவுதலடைதல் அதிகம் உதவுகிறது.



## 7 - சூழல்மண்டலம்

### சூழல்மண்டலத்திற்கு இணையான சொற்கள்

- பையோசீனோசிஸ் - கார்ல் மோபியஸ்
- மைக்ரோகாஸம் - S.A. ஃபோர்ப்ஸ்
- ஜியோபையோசீனோசிஸ் - V.V. டோக் கூச்செவ், G.P. மோரோசோவ்
- ஹோலோசீன் - ஃபிரட்ரிக்ஸ்
- பையோசிஸ்டம் - தியென்மான்
- பையோஎனர்ஜி - வெர்னாட்ஸ்கி

### சூழல்மண்டலத்தின் அமைப்பு

சூழல்மண்டலம் இரண்டு முக்கிய கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது. அவைகளாவன.

i) உயிரற்ற கூறுகள் (Abiotic (non-living) components): இது காலநிலைக் காரணிகள் (காற்று, நீர், சூரிய ஒளி, மழை, வெப்பநிலை மற்றும் ஈரப்பதம்), மண் காரணிகள் (விரிவகலம், குத்துயரம்); கரிம பொருட்கள் (கார்போஹைட்ரேட்டுகள், புரதங்கள், கொழுப்புகள் மற்றும் மட்குப் பொருட்கள்), கனிமப் பொருட்கள் (C, H, O, N மற்றும் P) ஆகியவைகளை உள்ளடக்கியது. உயிரற்ற கூறுகள் சூழல்மண்டலத்தில் மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. எனவே சூழல்மண்டலத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் காணப்படும் மொத்த கனிமப் பொருட்கள் நிலைத்த தரம் (standing quality) அல்லது நிலைத்த கூறு (standing state) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

ii) உயிரினக் கூறுகள் (Biotic (living) components): இது உயிரினங்களான தாவரங்கள், விலங்குகள், பூஞ்சைகள், பாக்டீரியங்கள் ஆகியவைகளை உள்ளடக்கியது. இவை சூழல்மண்டலத்தின் ஊட்ட மட்டங்களை உருவாக்குகின்றன. ஊட்டச்சத்து உறவுகளின் அடிப்படையில், சூழல்மண்டலத்தின் ஊட்ட மட்டங்கள் இரண்டு கூறுகளாக அறியப்பட்டுள்ளன. (1) தற்சார்பு ஊட்டக்கூறுகள் (2) சார்புட்டக் கூறுகள்

(1) தற்சார்பு ஊட்டக் கூறுகள் (Autotrophic components): தற்சார்பு ஊட்ட உயிரிகள் ஒளிச்சேர்க்கை என்ற நிகழ்வின் மூலம் எளிய கனிமக்கூறுகளிலிருந்து கரிமக்கூறுகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. பெரும்பாலான சூழல்மண்டலத்தில், தாவரங்களே தற்சார்பு ஊட்ட உயிரிகளாக உள்ளதால் இவை உற்பத்தியாளர்கள் (producers) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

(2) சார்புட்டக் கூறுகள் (heterotrophic components): உற்பத்தியாளர்களை உண்ணும் உயிரினங்கள் நுகர்வோர்கள் (consumers) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவை பெரு மற்றும் நுண் நுகர்வோர்கள் என அறியப்படுகின்றன பெரு நுகர்வோர்கள் (macroconsumer) என்பவை தாவர உண்ணிகள், ஊண் உண்ணிகள் மற்றும் அனைத்துண்ணிகளைக் (முதல்நிலை, இரண்டாம்நிலை மற்றும் மூன்றாம் நிலை நுகர்வோர்கள்) குறிக்கும். நுண் நுகர்வோர்கள் (microconsumers) சிதைப்பவைகள் (decomposers) என்றழைக்கப்படுகின்றன. சிதைப்பவைகள் இறந்த தாவரங்களையும், விலங்குகளையும் சிதைத்து கரிம மற்றும் கனிம ஊட்டங்களை சுற்றுச்சூழலில் விடுவித்து மீண்டும் தாவரங்களால் பயன்படுத்தப்படுத்துவதற்கு உதவுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: பாக்டீரியங்கள், ஆக்டினோமைசீட்டுகள் மற்றும் பூஞ்சைகள்.

ஓர் உயிரினக் கூட்டத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் காணப்படும் உயிரினத்தின் அளவிற்கு நிலைத்த உயிரித்தொகுப்பு (standing crop) என்று பெயர். இது ஓர் அலகு இடத்தில் இவைகளின் எண்ணிக்கை அல்லது உயிரித்திரள் அடிப்படையில் குறிப்பிடப்படுகிறது. உயிரித்திரள் (biomass) என்பது உயிரினத்தின் பசுமை எடை அல்லது உலர் எடை அல்லது கார்பன் எடையால் அளவிடப்படுகிறது. உணவுச்சங்கிலி, உணவுச்சங்கிலி, உணவு வலை, சூழல் பிரமிட்கள் ஆகியவையின் உருவாக்கத்திற்கு உயிரிக்கூறுகள் உதவுகின்றன.

## சூழல்மண்டலத்தின் செயல்பாடுகள்

சூழல்மண்டலத்தின் ஆற்றல் உருவாக்கம், ஆற்றல் பரிமாற்றம், உயிரிள், உயிரற்ற கூறுகளுக்கிடையே நடைபெறும் பொருட்களின் சுழற்சி ஆகியவை சூழல்மண்டலச் செயல்பாடுகளாகும்.

எந்தவொரு சூழல்மண்டலத்தின் உற்பத்தித்திறனைப் பற்றி படிக்கும்முன், முதல் ஊட்ட மட்டத்தில் உள்ள உற்பத்தியாளர்களால் பயன்படுத்தப்படும் சூரிய ஒளியின் முக்கிய பங்கை நாம் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். தாவரங்களினால் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஆற்றல் சூரிய ஒளியின் அளவிற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

## ஒளிச்சேர்க்கைசார் செயலூக்கக் கதிர்வீச்சு –PAR (Photosynthetically Active Radiation - PAR)

தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கைக்குக் கிடைக்கக்கூடிய ஒளியின் அளவு, ஒளிச்சேர்க்கைசார் செயலூக்கக் கதிர்வீச்சு எனப்படுகிறது. இது 400 – 700 nm க்கு இடைப்பட்ட அலைநீளங்களைக் கொண்ட கதிர்வீச்சாகும். இது ஒளிச்சேர்க்கைக்கும், தாவர வளர்ச்சிக்கும் இன்றியமையாததாகும். இதன் அளவு எல்லா நேரங்களிலும் நிலையாக இருப்பதில்லை. ஏனென்றால் மேகங்கள், மர நிழல்கள், காற்று, தூசு துகள்கள், பருவகாலங்கள், விரிவகலம், பகல் நேரத்தில் கிடைக்கும் ஒளியின் அளவு போன்றவைகளால் மாற்றமடைகிறது. பொதுவாக, தாவரங்கள் திறம்பட ஒளிச்சேர்க்கை செய்ய அதிக அளவில் நீலம் மற்றும் சிவப்பு நிற ஒளிக்கதிர்களை ஈர்க்கின்றன.

மொத்த சூரிய ஒளியில், வளிமண்டலத்தை அடையும் 34% மீண்டும் வளிமண்டலத்திற்கே திருப்பப்படுகிறது. மேலும் 10% ஓசோன், நீராவி, வளிமண்டல வாயுக்களால் ஈர்க்கப்பட்டு, மீதுமுள்ள 56% மட்டுமே பூமியின் மேற்பரப்பை வந்தடைகிறது. இந்த 56 விழுக்காட்டில் 2-10 விழுக்காடு சூரிய ஒளி மட்டுமே தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கைக்காக பயன்படுத்தப்பட்டு மீதுமுள்ள பகுதி வெப்பமாக சிதறடிக்கப்படுகிறது.

ஒளிச்சேர்க்கைசார் செயலூக்க கதிர்வீச்சின் அளவு, சிலிகான் ஒளிமின் காண்கலம் ஒன்றின் உதவியால் நுண் அறியப்பட்டு மில்லிமோல்கள்/சதுரமீட்டர்/வினாடி என்ற அலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இது 400 – 700 nm அலை நீளம் கொண்ட ஒளியை மட்டுமே நுண்ணறிய முடியும். ஒளிச்சேர்க்கைசார் செயலூக்கத்திற்கான கதிர்வீச்சின் (PAR) அளவு இலக்கு 0 – 3000 மில்லிமோல்கள் / சதுரமீட்டர் / வினாடி வரை இருக்கும், இரவு நேரங்களில் PAR பூஜ்யமாகவும், கோடை காலங்களின் மதிய வேளையில் 2000 – 3000 மில்லிமோல்கள் / சதுரமீட்டர் / வினாடி ஆகவும் உள்ளது.

### கார்பனின் வகைகள் பசுமைக் கார்பன்:

பசுமைக் கார்பன்: உயிர்க்கோளத்தில் சேமிக்கப்படும் கார்பன் (ஒளிச்சேர்க்கை செயல் மூலம்).

சாம்பல் கார்பன்: தொல்லுயிர் படிவு எரிபொருளாக சேமிக்கப்படும் கார்பன் (நிலக்கரி, எண்ணெய் மற்றும் உயிரி வாயுக்களாக பூமிக்கடியில் படிந்திருக்கும்.)

நீல கார்பன்: வளிமண்டலம் மற்றும் கடல்களில் சேமிக்கப்படும் கார்பன்.

பழுப்பு கார்பன்: தொழில் ரீதியாக உருவாக்கப்படும் காடுகளில் சேமிக்கப்படும் கார்பன் (வணிக ரீதியாக பயன்படுத்தப்படும் மரங்கள்)

கருமைக் கார்பன்: வாயு, டீசல் என்ஜின், நிலக்கரியைப் பயன்படுத்தும் மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் கார்பன்.

### சூழல்மண்டலத்தின் உற்பத்தித்திறன்

ஓர் அலகு காலத்தில் ஓர் அலகுப் பரப்பில் உற்பத்தி செய்யப்படும் உயிரத்திரள் வீதமே உற்பத்தித்திறன் எனப்படுகிறது. இது கிராம / சதுரமீட்டர் / வருடம் அல்லது கிலோ கலோரி .:

சதுரமீட்டர் ∴ வருடம் ஆகிய அலகுகளால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இது கீழ்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

1. முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன்
2. இரண்டாம்நிலை உற்பத்தித்திறன்
3. குழும உற்பத்தித்திறன்

### 1. முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் (Primary Productivity):

ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் வேதிச்சேர்க்கை செயல்பாட்டின் மூலம் தற்சார்பு ஊட்ட உயிரிகளினால் உற்பத்தி செய்யப்படும் வேதியாற்றல் அல்லது கரிம கூட்டுப்பொருட்கள் முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் எனப்படுகிறது. இது பாக்டீரியங்கள் முதல் மனிதன் வரை உள்ள அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் கிடைக்கும் ஆற்றல் மூலமாகும்.

#### அ. மொத்த முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் (Gross Primary Productivity - GPP)

குழல்மண்டலத்திலுள்ள தற்சார்பு ஊட்ட உயிரிகளால் ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் உற்பத்தி செய்யப்படும் மொத்த உணவு ஆற்றல் அல்லது கரிமப்பொருட்கள் அல்லது உயிரித்திரள் மொத்த முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் எனப்படுகிறது.

#### ஆ. நிகர முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் (Net Primary Productivity - NPP)

தாவரத்தின் சுவாசச் செயலால் ஏற்படும் இழப்பிற்குப் பிறகு எஞ்சியுள்ள ஆற்றல் விகிதமே நிகர முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் எனப்படுகிறது. இது வெளிப்படையான ஒளிச்சேர்க்கை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. எனவே GPP-க்கும் சுவாச இழப்பிற்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடே NPPயாகும்

$$NPP = GPP - \text{சுவாச இழப்பு}$$

மொத்த உயிரிக்கோளத்தின் நிகர முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் ஒரு வருடத்திற்கு சுமார் 170 மில்லியன் டன்கள் (உலர் எடை) என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒரு வருடத்தில் ஓர் நிகர முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் மட்டும் 55 மில்லியன் டன்கள் ஆகும்.

### 2. இரண்டாம்நிலை உற்பத்தித்திறன் (Secondary Productivity):

சார்புட்ட உயிரிகள் அல்லது நுகர்வோர்களின் திசுக்களில் சேமித்து வைக்கப்படும் ஆற்றலின் அளவே இரண்டாம்நிலை உற்பத்தித்திறன் ஆகும்.

#### அ. மொத்த இரண்டாம்நிலை உற்பத்தித்திறன் (Gross secondary productivity)

தாவர உண்ணிகளால் உட்கொள்ளப்படும் மொத்த தாவரப் பொருட்களில், அவற்றினால் கழிவாக வெளியேற்றப்படும் பொருட்களைக் கழித்து வரும் மதிப்பே இதுவாகும்.

#### ஆ. நிகர இரண்டாம்நிலை உற்பத்தித்திறன் (Net Secondary Productivity)

ஓர் அலகு இடத்தில் ஓர் அலகு காலத்தில் சுவாச இழப்பிற்குப் பிறகு நுகர்வோர்களால் சேமிக்கப்படும் ஆற்றல் அல்லது உயிரித்திரளே நிகர இரண்டாம்நிலை உற்பத்தித்திறன் எனப்படுகிறது.

### 3. குழும உற்பத்தித்திறன் (Community Productivity)

ஓர் அலகு இடத்தில் ஓர் அலகு காலத்தில் ஒரு தாவரக் குழுமத்தினால் உற்பத்தி செய்யப்படும் நிகர கரிம பொருட்களின் உயிரித்திரள் விகிதமே குழும உற்பத்தித்திறன் எனப்படுகிறது.

## முதல்நிலை உற்பத்தித்திறனை பாதிக்கும் காரணிகள்

முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் காணப்படும் தாவரச் சிற்றினங்கள், அவைகளின் ஒளிச்சேர்க்கைத் திறன், கிடைக்கும் ஊட்டச்சத்துக்களின் தன்மை, சூரிய ஒளி, மழையளவு, மண் வகை, நிலப்பரப்பு காரணிகள் (குத்துயரம், விரிவகலம், திசைகள்) மற்றும் பிற சுற்றுச்சூழல் காரணிகளைப் பொறுத்தது. இது சூழல்மண்டலத்தின் வகைகளுக்கேற்ப மாறுபடுகிறது.

## பல்வேறு வகையான சூழல்மண்டலங்களின் உற்பத்தித்திறன்

ஒரு சூழல்மண்டலத்தின் முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் அதன் இனத்தொகையின் உருஅளவு மற்றும் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் நிர்ணயிக்கப்படுவதில்லை.

ஆனால் நிலைநிறுத்தப்படும் மொத்த ஒளி ஆற்றல் வீதத்திலே நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. பொதுவாக, உலக சராசரி நிகர உற்பத்தித்திறன் நீர் சூழல்மண்டலங்களில், திறந்த கடற்பரப்புகளிலும், நில சூழல்மண்டலங்களில் வெப்பமண்டல மழைக்காடுகளிலும் அதிகமாக உள்ளது. வரைப்படம் 7.1 உலகின் பல்வேறு வகையான சூழல்மண்டலங்களின் நிகர முதல்நிலை உற்பத்தித்திறனை குறிக்கிறது.

## சூழல்மண்டலத்தின் ஊட்டமட்டம் தொடர்பான கருத்துரு

(கிரேக்க சொல் "Trophic" = ஊட்டமளித்தல்)

உணவுச்சங்கிலியில் உயிரினங்கள் அமைந்திருக்கும் இடத்தை குறிப்பதே ஊட்டமட்டமாகும். ஊட்ட மட்டங்களின் எண்ணிக்கை, உணவுச்சங்கிலி படநிலைகளின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருக்கும். முதல் ஊட்ட மட்டத்தில் (T<sub>1</sub>) பசுந்தாவரங்கள் இடம் பெற்றுள்ளதால், அவை உற்பத்தியாளர்கள் (producers) எனப்படுகின்றன. தாவரங்கள் உற்பத்தி செய்யும் ஆற்றலை, பயன்படுத்தும் தாவர உண்ணிகள் முதல்நிலை நுகர்வோர்கள் (primary consumers) என்று அழைக்கப்படுவதோடு, இரண்டாவது ஊட்ட மட்டத்தில் (T<sub>2</sub>) இடம் பெறுகின்றன. தாவர உண்ணிகளை உண்டு வாழும், ஊண்உண்ணிகள், மூன்றாவது ஊட்ட மட்டத்தில் (T<sub>3</sub>) இடம்பெறுகின்றன. இவை இரண்டாம்நிலை நுகர்வோர்கள் (Secondary Consumers) அல்லது முதல்நிலை ஊண்உண்ணிகள் (Primary Carnivores) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

ஒரு ஊண் உண்ணியை உணவாகக் கொள்ளும் மற்றொரு ஊண் உண்ணி நான்காவது ஊட்ட மட்டத்தில் (T<sub>4</sub>) இடம் பெறுகின்றது. இவை மூன்றாம்நிலை நுகர்வோர்கள் (tertiary consumers) அல்லது இரண்டாம்நிலை ஊண் உண்ணிகள் (secondary carnivores) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் இரண்டையும் உண்ணும் உயிரினங்கள் அனைத்துண்ணிகள் (omnivores) (காகம்) எனப்படுகிறது. இந்த உயிரினங்கள் உணவுச்சங்கிலியில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஊட்ட மட்டத்தில் இடம் பெறுகின்றன.

## ஆற்றல் ஓட்டம்

சூழல்மண்டலத்தில் ஆற்றல் ஊட்ட மட்டங்களுக்கிடையே பரிமாற்றம் அடைவது ஆற்றல் ஓட்டம் என குறிப்பிடப்படுகிறது. இது சூழல்மண்டலத்தின் முக்கிய செயல்பாடு ஆகும். உற்பத்தியாளர்களால் சூரிய ஒளியிலிருந்து பெறப்படும் ஆற்றல் நுகர்வோர்களுக்கும், சிதைப்பவைகளுக்கும், அவற்றின் நுகர்வோர்களுக்கும், சிதைப்பவைகளுக்கும். அவற்றின் ஒவ்வொரு ஊட்ட மட்டத்திற்கும் பரிமாற்றம் அடையும் ஒவ்வொரு ஊட்ட மட்டத்திற்கும் பரிமாற்றம் அடையும்பொழுது சிறிதளவு ஆற்றல் வெப்பமாக சிதறடிக்கப்படுகிறது. சூழல்மண்டலத்தின் ஆற்றல் ஓட்டம் எப்பொழுதும் ஓர் திசை சார் ஓட்டமாக உள்ளது. அதாவது ஒரே திசையில் பாய்கிறது.

## வெப்ப இயக்கவியலின் விதிகள்

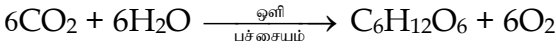
ஒரு சூழல்மண்டலத்தின் ஆற்றல் சேமிப்பு மற்றும் இழப்பு வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டு விதிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

### i. வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி

ஆற்றல் வெவ்வேறு வடிவங்களில் ஒரு அமைப்பில் இருந்து மற்றொன்றுக்கு கடத்தப்படுகிறது என்பதே முதல் விதியாகும். ஆற்றலை ஆக்கவோ ஆழிக்கவோ முடியாது ஆனால் ஒரு வகை ஆற்றலை மற்றொரு வகை ஆற்றலாக மாற்ற முடியும். இதனால், இந்த பேரண்டத்தில் உள்ள ஆற்றலின் அளவு நிலையானது.

#### எடுத்துக்காட்டு:

ஒளிச்சேர்க்கையில் வினைபடு பொருட்கள் (பச்சையம், நீர், கார்பன்-டை-ஆக்சைடு) சேர்க்கைச்செயல் மூலம் தரசம் (வேதி ஆற்றல்) உருவாகிறது. தரசத்தில் சேகரிக்கப்படும் ஆற்றல் புற ஆதாரங்களிலிருந்து (ஒளி ஆற்றல்) பெறப்படுகிறது. அதனால், மொத்த ஆற்றலில் லாபமும் இல்லை, இழப்பும் இல்லை. இங்கு ஒளி ஆற்றல் வேதி ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.



ஒளி ஆற்றல் → வேதி ஆற்றல்

### ii. வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி

ஒவ்வொரு ஆற்றல் மாற்றத்தின்போதும் அமைப்பில் உள்ள கட்டிலா ஆற்றல் அளவு குறைக்கப்படுகிறது என்பதே இரண்டாம் விதியாகும். அதாவது ஆற்றல் மாற்றம் 100% முழுமையாக இருக்க முடியாது. அதனால் ஆற்றல் ஒரு உயிரினத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு, உணவு வடிவில் கடத்தப்படும்பொழுது ஆற்றலின் ஒரு பகுதி உயிரித்திசுவில் சேகரிக்கப்படுகிறது. அதேசமயம் அதிகப்படியான ஆற்றல் பிறச்செயலின் வாயிலாக வெப்பமாக சிதறடிக்கப்படுகிறது. ஆற்றல் மாற்றம் ஒரு மீளா தன்மையுடைய இயற்கை நிகழ்வாகும். எடுத்துக்காட்டு: பத்து விழுக்காடு விதி.

#### பத்து விழுக்காடு விதி (Ten Percent Law)

இந்த விதி லின்டிமேன் (1942) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்டது. உணவுவிழி ஆற்றல் ஒரு ஊட்ட மட்டத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு கடத்தப்படும்போது, 10% மட்டுமே ஒவ்வொரு ஊட்ட மட்டத்திலும் சேமிக்கப்படுகிறது. மீதமுள்ள ஆற்றல் (90%) சுவாசித்தில் போன்ற நிகழ்வின் மூலம் வெப்பமாக இழக்கப்படுகிறது. எனவே இவ்விதி பத்து விழுக்காடு விதி (Ten percent law) எனப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக: 1000 ஜூல்கள் சூரியஒளி உற்பத்தியாளர்களால் ஈர்க்கப்படுகிறது எனக் கொண்டால், அதில் ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் 100 ஜூல்கள் ஆற்றல் வேதியாற்றலாக சேமிக்கப்பட்டு மீதமுள்ள 900 ஜூல்கள் சுற்றுச்சூழலில் இழக்கப்படுகிறது. அடுத்த ஊட்ட மட்டத்தில் தாவர உண்ணிகள், உற்பத்தியாளர்களை உண்ணும்போது 10 ஜூல்கள் ஆற்றலை மட்டும் அவை பெறுகின்றன. மீதமுள்ள 90 ஜூல்கள் சுற்றுச்சூழலில் இழக்கப்படுகிறது. இதே போல் அடுத்த ஊட்ட மட்டத்தில், உண்ணுண்ணிகள், தாவர உண்ணிகளை உண்ணும்போது 1 ஜூல் ஆற்றல் மட்டுமே சேகரிக்கப்பட்டு மீதமுள்ள 9 ஜூல்கள் சிதறடிக்கப்படுகிறது. இறுதியாக மூன்றாம்நிலை நுகர்வோர்களால் உண்ணுண்ணிகள் உண்ணப்படும்பொழுது 0.1 ஜூல் ஆற்றல் மட்டுமே சேகரிக்கப்பட்டு மீதமுள்ள 0.9 ஜூல் சுற்றுச்சூழலில் இழக்கப்படுகிறது. எனவே மொத்தத்தில் 10 சதவீது ஆற்றல் மட்டும் அடுத்தடுத்த ஊட்ட மட்டங்களில் சேமிக்கப்படுகிறது.

#### உணவுச்சங்கிலி (Food Chain)

உற்பத்தியாளர்களிடமிருந்து ஆற்றல் இறுதி உண்ணிகள் வரை கடத்தப்படுவது உணவுச்சங்கிலி என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதாவது எந்த உணவுச்சங்கிலியானாலும், ஆற்றல் உற்பத்தியாளர்களிடம் இருந்து முதல்நிலை நுகர்வோர்கள், பிறகு முதல்நிலை நுகர்வோர்களிடம்



இருந்து இரண்டாம்நிலை நுகர்வோர்களிடமிருந்து மூன்றாம்நிலை நுகர்வோர்களுக்கு கடத்தப்படுகிறது. எனவே, இது நேர்க்கோட்டில் அமைந்த பின்னல் இணைப்பை வெளிப்படுத்துகிறது. இரண்டு வகை உணவுச்சங்கிலிகள் உள்ளன, (1) மேய்ச்சல் உணவுச்சங்கிலி (2) மட்குப்பொருள் உணவுச்சங்கிலி.

## 1. மேய்ச்சல் உணவுச்சங்கிலி (Grazing Food Chain)

மேய்ச்சல் உணவுச்சங்கிலிக்கு சூரியனே முதன்மை ஆற்றல் மூலமாகும். இதன் முதல் இணைப்பு உற்பத்தியாளர்களிடமிருந்து (தாவரங்கள்) தொடங்குகிறது. உணவுச்சங்கிலியின் இரண்டாவது இணைப்பினை அமைக்கும் முதல்நிலை நுகர்வோர்கள் (எலி), உற்பத்தியாளர்களிடமிருந்து உணவைப் பெறுகின்றன. உணவுச்சங்கிலியின் மூன்றாவது இணைப்பை அமைக்கும் இரண்டாம்நிலை நுகர்வோர்கள் (பாம்பு) முதல்நிலை நுகர்வோர்களிடமிருந்து உணவைப் பெறுகின்றன. நான்காம் இணைப்பை அமைக்கும் மூன்றாம்நிலை நுகர்வோர்கள் (பருந்து) இரண்டாம்நிலை நுகர்வோர்களிடமிருந்து தங்கள் உணவைப் பெறுகின்றன.

## 2. மட்குப்பொருள் (சிதைவுக்கூளம்) உணவுச்சங்கிலி (Detritus Food Chain)

இந்த வகையான உணவுச்சங்கிலி இறந்த கரிமப்பொருட்களிலிருந்து தொடங்குகிறது. இதுவே முக்கியமான ஆற்றல் மூலமாக உள்ளது. அதிகப்படியான கரிமப்பொருட்கள் இறந்த தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் அவற்றின் கழிவு பொருட்களிலிருந்து பெறப்பட்கிறது. இந்த வகையான உணவுச்சங்கிலி அனைத்து சூழல்மண்டலத்திற்கும் பொதுவானது.

இறந்த உயிரிகளின் கரிமப்பொருட்களிலிருந்து ஆற்றல் கடத்தப்படுவது வரிசையாக அமைந்த மண்வாழ் உயிரினங்களான மட்குண்ணிகள் - சிறிய ஊண்உண்ணிகள் முறையே உண்ணுதலாலும், உண்ணப்படுதலாலும் நிகழ்கிறது. இந்த தொடர் சங்கிலியே மட்குப்பொருள் உணவுச்சங்கிலி எனப்படுகிறது.

## உணவு வலை Food web)

உணவுச்சங்கிலிகள் ஒன்றோடொன்று பின்னிப்பிணைந்து வலை போல் அமைந்திருந்தால் அது உணவு வலை எனப்படுகிறது. ஒரு சூழல்மண்டலத்தின் அடிப்படை அலகாக இருப்பதுடன் அதன் நிலைத்தன்மையை தக்கவைக்க உதவுகிறது. இதற்கு சமநிலை அடைதல் என்று பெயர்.

எடுத்துக்காட்டு: புல்வெளியில் காணப்படும் மேய்ச்சல் உணவுச்சங்கிலியில் முயல் இல்லாதபோது எலி உணவு தானியங்களை உண்ணும். அதேசமயம் எலி நேரடியாக பருந்தால் அல்லது பாம்பினால் உண்ணப்படலாம். மேலும் பாம்பு நேரடியாக பருந்தால் உண்ணப்படலாம். இவ்வாறு பின்னப்பட்ட நிலையிலுள்ள உணவுச்சங்கிலியே உணவு வலையாகும். சில இயற்கைத் தடைகள் ஏற்படினும், சூழல்மண்டலத்திலுள்ள சிற்றினங்களின் சமநிலையைத் தக்கவைக்க உணவு வலை உதவுகிறது.

## உணவு வலையின் முக்கியத்துவம்

- நேரடி இடைச்செயல் எனப்படும் சிற்றினங்களுக்கிடையே நிகழும் இடைவிளைவை விளக்கவே உணவு வலை உருவாக்கப்படுகிறது.
- இது வேறுபட்ட சிற்றினங்களுக்கிடையேயுள்ள மறைமுக தொடர்புகளை விளக்க பயன்படுகிறது.
- குழும் கட்டமைப்பின் கீழ்நிலை - உயர்நிலை அல்லது உயர்நிலை - கீழ்நிலை கட்டுப்பாட்டுகளை அறிய இது பயன்படுகிறது.
- நில மற்றும் நீர்வாழ் சூழல்மண்டலங்களின் வேறுபட்ட ஆற்றல் பரிமாற்றங்களை வெளிப்படுத்த இது பயன்படுகிறது.

## சூழியல் பிரமிட்கள்

ஒரு சூழல்மண்டலத்தின் அடுத்தடுத்த ஊட்ட மட்டங்களின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாடுகளை குறிக்கும் திட்ட வரைபடங்கள் சூழியல் பிரமிட்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இக்கருத்து சார்லஸ் எல்டன் (1927) என்பவரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இதனால் அவை எல்டோனியின் பிரமிட்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

இதில் மூன்று வகைகள் உள்ளன. (1) எண்ணிக்கை பிரமிட் (3) ஆற்றல் பிரமிட்

### 1. எண்ணிக்கை பிரமிட் (Pyramid of number)

ஒரு சூழல்மண்டலத்தின் அடுத்தடுத்த ஊட்டமட்டங்களில் காணப்படும் உயிரினங்களின் எண்ணிக்கையை குறிக்கும் திட்ட வரைபடம் எண்ணிக்கை பிரமிட் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது நேரான, கதிரிழை மற்றும் தலைகீழ் பிரமிட்கள் என மூன்று வெவ்வேறு வடிவங்களில் காணப்படுகிறது.

உற்பத்தியாளர்களில் தொடங்கி முதல்நிலை நுகர்வோர்கள், பிறகு இரண்டாம்நிலை நுகர்வோர்கள் மற்றும் இறுதியாக மூன்றாம்நிலை நுகர்வோர்கள் வரை ஒவ்வொரு ஊட்ட மட்டத்திலும் உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை குறைந்து வருகிறது. எனவே, புல்வெளி மற்றும் குளச் சூழல்மண்டலம் ஆகியவற்றின் பிரமிட்கள் எப்போதும் நேரானவை (படம் 7.8 அ, ஆ).

வனச் சூழல்மண்டலத்தின் எண்ணிக்கை பிரமிட் சற்று வேறுபட்ட வடிவத்தை கொண்டிருக்கிறது. ஏனென்றால் பிரமிடின் அடிப்பகுதி ( $T_1$ ) குறைவான எண்ணிக்கையிலான பெரிய மரங்களை கொண்டுள்ளது. இரண்டாவது ஊட்ட மட்டத்தில் இடம் பெற்றுள்ள தாவர் உண்ணிகள் ( $T_2$ ) (பழம் உண்ணும் பறவைகள், யானை, மான்) உற்பத்தியாளர்களைவிட அதிக எண்ணிக்கையை கொண்டுள்ளது. இறுதி ஊட்ட மட்டத்தில் ( $T_4$ ) காணப்படும் மூன்றாம் ஊட்ட மட்டத்தில் ( $T_3$ ) உள்ள இரண்டாம்நிலை நுகர்வோர்களை விட (நூரி மற்றும் பாம்பு) குறைவான எண்ணிக்கையை கொண்டுள்ளது. எனவே வனச் சூழல்மண்டலத்தின் எண்ணிக்கை பிரமிட் கதிரிழை வடிவத்தில் தோன்றுகிறது. (படம் 7.8 இ).

ஒட்டுண்ணி சூழல்மண்டலத்தின் எண்ணிக்கை பிரமிட் எப்பொழுதும் தழைகீழானது, தனி மரம் ஒன்றிலிருந்து தொடங்குவதே இதற்குக் காரணமாகும். எனவே, உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை படிப்படியாக அடுத்தடுத்த ஊட்ட மட்டங்களில் உற்பத்தியாளர்கள் முதல் மூன்றாம்நிலை நுகர்வோர்கள் வரை படிப்படியாக அதிகரிக்கிறது. (படம் 7.8 ஈ).

### 2. உயிரித்திரள் பிரமிட் (Pyramid of Biomass)

ஒரு சூழல்மண்டலத்தின் அடுத்தடுத்த ஊட்ட மட்டங்களில் காணப்படும் கரிமப்பொருட்களின் (உயிரித்திரள்) அளவை குறிக்கும் திட்ட வரைபடம் உயிரித்திரள் பிரமிட் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

புல்வெளி மற்றும் வனச் சூழல்மண்டலத்தில் உயிரித்திரளின் அளவு அடுத்தடுத்த ஊட்ட மட்டங்களில், உற்பத்தியாளர்களில் தொடங்கி இறுதி உண்ணிகள் (மூன்றாம்நிலை நுகர்வோர்) வரை படிப்படியாகக் குறைகிறது. எனவே இந்த இரண்டு சூழல்மண்டலங்களிலும் உயிரித்திரள் பிரமிட் நேரான பிரமிட்டாக உள்ளது. (படம் 7.9 அ,ஆ).

எனினும், குளச் சூழல்மண்டலத்தில் பிரமிட்டின் அடிப்பகுதியில் உள்ள உற்பத்தியாளர்கள் நுண்ணுயிரிகளாக குறைவான உயிரித்திரளைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் உயிரித்திரள் மதிப்பு பிரமிட்டின் இறுதிவரை படிப்படியாக அதிகரிக்கிறது. எனவே இந்த உயிரித்திரள் பிரமிட் எப்பொழுதும் தழைகீழ் வடிவத்தில் காணப்படும். (படம் 7.9 இ).

### 3. ஆற்றல் பிரமிட் (Pyramid of energy)

ஒரு சூழல்நிலைமண்டலத்தில் ஒவ்வொரு அடுத்தடுத்த ஊட்ட மட்டங்களில் ஆற்றல் ஓட்டத்தை குறிக்கும் திட்ட வரைபடம் ஆற்றல் பிரமிட் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஆற்றல் பிரமிட்டின் அடிப்பகுதியில் உள்ள உற்பத்தியாளர்கள் முதல் இறுதி மட்டம் வரையுள்ள அடுத்தடுத்த ஊட்ட மட்டங்களில் ஆற்றல் கடத்தல் படிப்படியாக குறைகிறது. எனவே, ஆற்றல் பிரமிட்டின் அடிப்பகுதியில் உள்ள உற்பத்தியாளர்கள் முதல் இறுதி மட்டம் வரையுள்ள அடுத்தடுத்த ஊட்ட மட்டங்களில் ஆற்றல் கடத்தல் படிப்படியாக குறைகிறது. எனவே, ஆற்றல் பிரமிட் எப்பொழுதும் நேரானது.

### சிதைத்தல் (Decomposition)

சிதைவுக்கூளங்கள் (இறந்த தவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் அதன் கழிவுகள்) சிதைப்பவைகளால், சிறிய கரிமப்பொருளாக உடைக்கப்படும் செயல்முறைக்கு சிதைத்தல் என்று பெயர். இது, ஒரு சூழல்மண்டலத்தில் ஊட்டங்களின் மறுசுழற்சிக்கும் சமநிலைப்பாட்டிற்கும் தேவைப்படும் முக்கியமான செயலாக உள்ளது.

### சிதைவின் இயல்பு

சிதைவு செயல்முறை கரிமக்கூறுகளின் தன்மையைப் பொருத்து வேறுபடுகிறது. அதாவது செல்லுலோஸ், லிக்னின், கைட்டின், உரோமங்கள், எலும்புகள் ஆகியவற்றை விட கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்பு புரதம் போன்ற கரிமச்சேர்மங்கள் விரைவாக சிதைவடைகின்றன.

### சிதைவு செயல்முறைகள்

சிதைவு என்பது நொதிகளின் செயல்பாட்டால் படிப்படியாக நடைபெறக்கூடிய ஒரு நிலையழிவுச் செயலாகும். சிதைவுக்கூளங்கள் சிதைத்தலுக்கு உதவும் மூலப்பொருட்களாக செயல்படுகின்றன. இது கீழ்கண்ட நிலைகளில் நடைபெறுகிறது.

அ) துணுக்காதல் (Fragmentation): சிதைப்பவைகளாக உள்ள பாக்டீரியங்கள், பூஞ்சைகள் மற்றும் மண் புழுக்களினால் சிதைவுக்கூளங்கள் சிறிய துண்டுகளாக உடைபடுவதற்கு துணுக்காதல் என்று பெயர். இந்த சிதைப்பவைகள் துணுக்காதலை விரைவுபடுத்த சில பொருட்களைச் சுரக்கின்றன. துணுக்காதலால் சிதைவுக்கூளத் துகள்களின் மொத்தப் பரப்பளவு அதிகரிக்கிறது.

ஆ) சிதைமற்றம் (Catabolism): சிதைப்பவைகள் செல்வெளி நொதிகள் சிலவற்றை அவற்றின் சுற்றுப்புறத்தில் சுரந்து அங்குள்ள சிக்கலான கரிம மற்றும் கனிமச்சேர்மங்களை எளிய ஒன்றாக உடைக்க உதவுகின்றன. இது சிதைமாற்றம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இ. கசிந்தோடுதல் (Leaching) அல்லது வடிதல் (Eluviation): சிதைந்த, நீரில் கரையும் கரிம மற்றும் கனிமப்பொருட்கள் மண்ணின் மேற்பரப்பிலிருந்து கீழ் அடுக்கிற்கு இடப்பெயர்ச்சி அடைதலுக்கு அல்லது நீரினால் எடுத்து செல்லப்படுவதற்கு கசிந்தோடுதல் அல்லது வடிதல் என்று பெயர்.

ஈ மட்காதல் (Humification): எளிமையாக்கப்பட்ட சிதைவுக்கூளங்கள் கருமையான படி உருவமற்ற பொருளான மட்காக மாற்றமடையும் செயலுக்கு மட்காதல் என்று பெயர். இது அதிக நுண்ணியிர் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்றிருப்பதால் சிதைத்தல் மிகவும் மெதுவாக நடைபெறுகிறது. இது ஊட்டச்சத்து தேக்கமாகக் கருதப்படுகிறது.

உ. கனிமமாக்கம் (Mineralisation): சில நுண்ணுயிரிகள் மண்ணின் கரிம மட்கிலிருந்து கனிம ஊட்டச்சத்துகளை வெளியேற்றுவதில் ஈடுபடுகின்றன. அத்தகைய செயல்முறை கனிமமாக்கல் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

### சிதைவுச் செயலைப் பாதிக்கும் காரணிகள்:

வெப்பநிலை, மண் ஈரப்பதம், மண் pH, ஆக்ஸிஜன் ஆகிய காலநிலைக் காரணிகளாலும் சிதைவுக்கூளங்களின் வேதித்தன்மையினாலும் சிதைவுச் செயல் பாதிக்கப்படுகிறது.

### உயிரி புவி வேதிச்சுழற்சி (Biogeochemical Cycle) அல்லது ஊட்டங்களின் சுழற்சி (Nutrient cycle)

உயிரினங்களுக்கும் அதன் சுற்றுச்சூழலுக்கும் இடையே நிகழும் ஊட்டங்களின் பரிமாற்றம் ஒரு சூழல்மண்டலத்தின் முக்கிய அம்சங்களில் ஒன்றாகும். அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் அவற்றின் வளர்ச்சி, உருவாக்கம், பராமரிப்பு, இனப்பெருக்கம் ஆகியவற்றிற்கு ஊட்டங்கள் தேவைப்படுகிறது. சூழல்மண்டலம் அல்லது உயிர்கோளத்திற்குள்ளேயான ஊட்டங்களின் சுழற்சி 'பொருட்களின் சுழற்சி' எனவும் இது அழைக்கப்படுகிறது. இதில் இரண்டு அடிப்படை வகைகள் உள்ளன.

1.வளி சுழற்சி (Gaseous cycle) - வளிமண்டல ஆக்ஸிஜன், கார்பன், நைட்ரஜன் ஆகியவற்றின் சுழற்சிகள் இதில் அடங்கும்.

2. படிம சுழற்சி (Sedimentary cycle) – புவியில் படிமங்களாக உள்ள பாஸ்பரஸ், சல்பர், கால்சியம் ஆகியவற்றின் சுழற்சிகள் இதில் அடங்கும்.

ஆகியவற்றின் சுழற்சிகள் இதில் அடங்கும்.

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள பெரும்பாலான சுழற்சிகள் பற்றி முந்தைய வகுப்புகளில் படித்துள்ளீர்கள். எனவே இப்பாடத்தில் கார்பன் மற்றும் பாஸ்பரஸ் சுழற்சிகள் மட்டுமே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

### கார்பன் சுழற்சி (Carbon cycle)

உயிரினங்களுக்கும் சுற்றுச்சூழலுக்கும் இடையே நடைபெறும் கார்பன் ஓட்டத்திற்கு கார்பன் சுழற்சி என்று பெயர். கார்பன் அனைத்து உயிரி மூலக்கூறுகளின் ஒரு தவிர்க்க முடியாத பகுதிக்கூறாகும். இது உலகளாவிய காலநிலை மாற்றத்தினால் கணிசமான விளைவுகளுக்கு உள்ளாகிறது. உயிரினங்களுக்கும் வளிமண்டலத்திற்கும் இடையில் கார்பன் சுழற்சியடைதல், ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் செல் சுவாசம் ஆகிய இரு வாழ்வியல் செயல்பாடுகளின் பரஸ்பர விளைவாகும்.

தால்லுயிர் எச்ச எரிபொருட்களை எரிப்பது, வனஅழிவு, காட்டுத்தீ, எரிமலை வெடிப்புகள், இறந்த கரிமப்பொருட்களின் சிதைவு போன்றவைகளால் கார்பன் மிகையாக வெளிவிடப்படுவதால் வளிமண்டலத்தில் இதன் அளவு அதிகரிக்கிறது. கார்பனட சுழற்சியின் விவரங்கள் படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. (படம் 7.12).

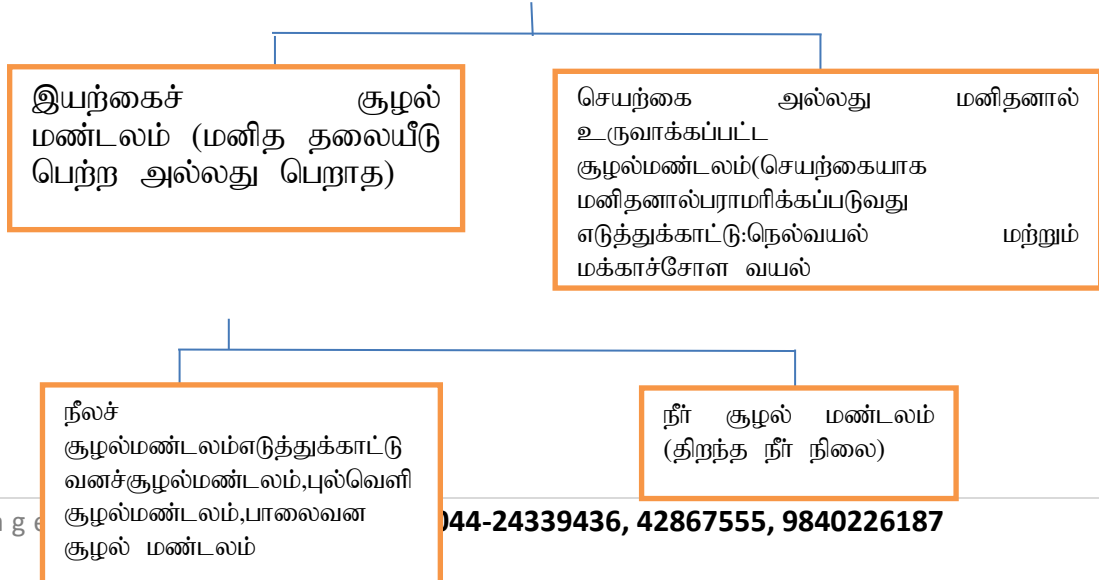
### பாஸ்பரஸ் சுழற்சி (Phosphorus cycle)

இது படிம சுழற்சியின் ஒரு வகையாகும். அனைத்து உயிரினங்களிலும் காணப்படும் DNA, RNA, ATP, NADP மற்றும் அனைத்து பாஸ்போலிப்பிட் போன்ற உயிரிய மூலக்கூறுகளில் பாஸ்பரஸ் இருப்பது ஏற்கனவே நமக்கு தெரிந்ததே. பாஸ்பரஸ் இருப்பது ஏற்கனவே நமக்கு தெரிந்ததே. பாஸ்பரஸ் உயிரிக்கோளத்தில் அதிக அளவில் காணப்படுவதில்லை. அதே சமயம் பாறை படிவுகள், கடல் படிவுகள், கடல் அருகு வாழ் பறவைகளின் எச்சங்கள் போன்றவற்றில் அதிகப்படியான பாஸ்பரஸ் காணப்படுகிறது. உதிர்தல் சிதைவு மூலம் இப்படிமங்களிலிருந்து இது வெளிவிடப்படுகிறது. அதன் பிறகு நிலவெளியிலும், நீர் வெளியிலும் சுழற்சி அடைகிறது. உற்பத்தியாளர்கள் பாஸ்பேட் அயனிகளாக பாஸ்பரனை உள்ளெடுப்பதன் மூலம் உணவுசங்கிலியின் ஒவ்வொரு, ஊட்ட மட்டத்திற்கும் உணவு மூலமாக கடத்தப்படுகிறது. உயிரினங்களின் இறப்பு மற்றும் இறப்பினால் உண்டான எச்சங்கள் சிதைப்பவைகளின் செயல்பாட்டினால் சிதைக்கப்பட்டு மீண்டும் பாஸ்பரஸ் நிலவெளியிலும் நீர்வெளியிலும் திருப்பப்பட்டு பாஸ்பரஸ் சுழற்சி தக்கவைக்கப்படுகிறது. (படம் 7.13)

### சூழல்மண்டலத்தின் வகைகள்

உயிரிக்கோளம் பல்வேறு வகையான சூழல்மண்டலங்களை தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. அவை பின்வருமாறு:

#### சூழல் மண்டலம்



சூழல்மண்டலத்தின் பலவகைகள் மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் இருந்தாலும் கூட குளச் சூழல்மண்டலம் மட்டுமே கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

நன்னீர், நிலை நீர் பெற்ற இயற்கையான நீர் சூழல்மண்டலத்திற்கு சிறந்த எடுத்தக்காட்டு இதுவாகும். இது சூழல்மண்டலத்தின் கட்டமைப்பு மற்றும் செயல்பாட்டை புரிந்துக் கொள்ள மிக உதவுகிறது. ஓரளவிற்கு குழியான பகுதிகளில் மழை நீர் சேகரிக்கப்படும் பொழுது ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் படிப்படியாக பல்வேறு வகையான உயிரினங்கள் (நுண்ணியிரிகள், தாவரங்கள், விலங்குகள்) இச்சூழல்மண்டலத்தின் ஒரு பகுதியாக மாறுகின்றன. இது ஒரு தன்னிறைவு பெற்ற மற்றும் தன்னைத்தானே சரிசெய்து கொள்ளும் தகுதிபெற்ற நன்னீர் சூழல்மண்டலமாகும். இதிலுள்ள உயிரற்ற மற்றும் உயிருள்ள கூறுகளுக்கிடையே ஒரு சிக்கலான கூட்டுச்செயல் காணப்படுகிறது.

### செயல்பாடு

அருகாமையிலுள்ள நீர்நிலைகளிலிருந்து ஒரு சில உயிரி மற்றும் உயிரற்ற கூறுகளை சேகரி.

### உயிரற்ற கூறுகள் (Abiotic Components)

ஒரு குளச் சூழல்மண்டலம் கரைந்த கனிம ( $CO_2$ ,  $O_2$ , Ca, N, பாஸ்பேட்) மற்றும் இறந்த கரிமப் பொருட்களிலிருந்து உருவாகும் கரிமச்சேர்மங்கள் (அமினோ அமிலங்கள், கரிம மட்கு அமிலம்) ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. ஒரு குளச் சூழல்மண்டலத்தின் செயல்பாடு அங்கு நிலவும் ஒளியின் அளவு, வெப்பநிலை, நீரின் pH மதிப்பு மற்றும் பிற காலநிலைத்தன்மை போன்ற காரணிகளால் ஒழுங்குப்படுத்தப்படுகிறது.

### உயிருள்ள கூறுகள் (Biotic Components)

இது உற்பத்தியாளர்கள், பல்வேறு வகையிலான நுகர்வோர்கள் மற்றும் சிதைப்பவைகள் (நுண்ணுயிரிகள்) ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது.

#### அ. உற்பத்தியாளர்கள்

ஆசில்லடோரியா, அனபேனா, யூடோரைனா, வால்வாக்ஸ், டயாட்டம் போன்ற பல்வேறு வகையான மிதவை உயிரிகள்; யூலோத்ரிக்ஸ், ஸ்பைரோகைரா, கிளா. டோபோரா, ஊடோகோனியம் போன்ற இழை உடலப்பாசிகள்; மிதவை தாவரங்களான அசோலா, சால்வியா, பிஸ்டியா உல்பியா மற்றும் ஐகோர்னியா, நீரில் மூழ்கிய தாவரங்களான பொட்ட மோஜியாட்டான் மற்றும் பிராக்மேட்டிஸ்; வேரூன்றிய மிதவை தாவரங்களான தாமரை மற்றும் அல்லி; பெரும் தாவரங்களான டைபா மற்றும் ஐபோமியா ஆகியன குளச் சூழல்மண்டலத்தின் முக்கிய உற்பத்தியாளர்களாக உள்ளன.

#### ஆ. நுகர்வோர்கள்

விலங்குகள் ஒரு குளச் சூழல்மண்டலத்தின் நுகர்வோர்களைக் குறிக்கின்றன. இதில் பரமோசியம், டா. ப்னியா (முதல்நிலை நுகர்வோர்) போன்ற விலங்கு மிதவை உயிரிகள்; மெல்லுடலிகள் மற்றும் வளைதசைப் புழுக்கள் (கீழே வாழும் விலங்குகள்) போன்ற ஆழ்நீர் வாழிகள் அல்லது அடித்தள உயிரினங்கள்; நீர் வண்டுகள்; தவளைகள் போன்ற இரண்டாம்நிலை நுகர்வோர்கள்; வாத்து, கொக்கு போன்ற மூன்றாம்நிலை நுகர்வோர்கள்; வாத்து, கொக்கு போன்ற மூன்றாம்நிலை நுகர்வோர்கள் (ஊண் உண்ணிகள்) மற்றும் சில உச்சநிலை ஊண் உண்ணிகளான பெரிய மீன்கள், பருந்து, மனிதன் போன்றவைகள் அடங்கும்.

கழமுகம் மற்றும் கடலோர சூழ்நிலைமண்டலங்களில் காணப்படும் கடற்புற்கள் மற்றும் சதுப்பு நிலத் தாவரங்கள் அதிக கார்பன் சேகரிக்கும் திறன் கொண்டவை. எனவே இவை நீல கார்பன் சூழல்மண்டலங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவை உலக அளவில் அதிக உயிரி வளங்களை கொண்டிருந்தாலும், சரிவர பயன்படுத்துவதும், பராமரிக்கப்படுவதும் இல்லை.

## இ. சிதைப்பவைகள்

இவை நுண்ணுகர்வோர்கள் என அழைக்கப்படுகிறது. சூழல்மண்டலத்தில் ஊட்டச்சத்துகளை மறுசுழற்சி செய்ய இவை உதவுகின்றன. சிதைப்பவைகள் சேற்றுநீர் மற்றும் குளத்தின் அடித்தளத்தில் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு, பாக்டீரியங்கள் மற்றும் பூஞ்சைகள். குளச் சூழல்மண்டலத்திலுள்ள ஊட்டச் சத்துகளை செறிவூட்ட சிதைப்பான்கள் சிதைவு செயல்முறையை செயல்படுத்துகிறது.

### நன்னீரியல் (Limnology)

இது உள்நில (கடற்கரை யோரத்திற்கு அப்பால்) நன்னீர் சூழல்மண்டலத்தின் உயிரியல், வேதியியல், உடற்கூறு மற்றும் புவியியல் கூறுகளை பற்றி படிக்கும் பிரிவு ஆகும் (குளம், ஏரிகள் முதலியன).

### கடலியல் (Oceanography)

இது கடலின் உயிரியல், வேதியியல், உடற்கூறு மற்றும் புவியியல் கூறுகளை பற்றி படிக்கும் பிரிவாகும்.

குளச் சூழல்மண்டலத்தில் உயிரற்ற மற்றும் உயிருள்ள கூறுகளுக்கிடையே ஊட்டச்சத்துக்களின் சுழற்சி தெளிவாக உள்ளதால், தன்னிறைவு மற்றும் தானே இயங்கவல்ல அமைப்பாக குளச்சூழல்மண்டலம் தன்னை உருவாக்கிக் கொள்கிறது.

### குளச் சூழல்மண்டலத்தின் அடுக்கமைவு

இது கரையிலிருந்து அமையும் தொலைவு, ஒளி ஊடுருவல், நீரின் ஆழம், காணப்படும் தாவரங்கள், விலங்குகள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் கரையோரம், மேல்நிலை மிதவை (லிம்னெடிக்) மற்றும் ஆழ்மிகுமண்டலம் என மூன்று வகை அடுக்குகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. கரைக்கு அருகிலுள்ள ஆழமற்ற, எளிதில் ஒளி ஊடுருவும் பகுதி கரையோரம் எனப்படுகிறது. இது சூடான நீர் மற்றும் வேரூன்றிய தாவர சிற்றினங்களால் ஆக்கிரமிக்கப்பட்டுள்ளது. லிம்னெடிக் மண்டலம் நன்றாக ஒளி ஊடுருவம் மற்றும் மிதவை தாவரங்களால் ஆதிக்கம் செய்யும் குளத்தின் திறந்த நீர்ப்பகுதியைக் குறிக்கிறது. லிம்னெடிக் மண்டலத்திற்கு கீழே காணப்படும் குளத்தின் ஆழமான பகுதி ஆழ்மிகு மண்டலம் எனப்படுகிறது. இது பயனுள்ள ஒளி ஊடுருவல் இல்லாததால் சார்பூட்ட உயிரிகளை கொண்டுள்ளது. குளத்தின் அடிப்பகுதி பென்திக் என குறிப்பிடப்படுகிறது. ஆழ்நீர்வாழ்விகள் (வழக்கமாக மட்குண்ணிகள்) என்றழைக்கப்படும் உயிரி குழுமங்களைக் கொண்டுள்ளது. அதிக ஒளி ஊடுருவலினால் ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் உருவாகும் முதல்நிலை உற்பத்தித்திறன் ஆழ்மிகு மண்டலத்தை விட கரையோர மற்றும் மேல்நிலை மிதவை மண்டலங்களில் அதிகமாகும்.

### சூழல்மண்டலத்தின் சேவைகள்

சூழல்மண்டலத்தின் சேவைகள், மக்கள் இயற்கையிருந்து பெறும் நன்மைகளாக வரையறுக்கப்படுகின்றன. ராபர்ட் கான்ஸ்டான்ஸா மற்றும் அவரது குழுவினர் (1927) “நீர், நிலம், தாவரத்தொகுப்பு ஆகியவற்றை உள்ளடக்கிய சுற்றுச்சூழலின் சொத்துக்கள், இன்றியமையா பொருட்கள் மற்றும் சேவைகளாக ஓட்டமடைதல் மூலம் மனிதனுக்கு சூழல்மண்டலத்தின் நன்மைகள் மற்றும் சேவைகள் கிடைக்கப்பெறுகின்றன” எனக் கூறினர்.

சூழல்மண்டலத்தின் சேவைகள் பற்றிய ஆய்வு, சூழல்மண்டல நன்மைகள் மற்றும் அவற்றின் நீடித்த பயன் பற்றிய அறிவைப் பெற ஒரு சிறந்த கருவியாகச் செயல்படுகிறது. இத்தகைய அறிவாற்றவைப் பெயவில்லையென்றால், எந்த சூழல்மண்டலத்தின் அமைப்பும் ஆபத்தைச் சந்திப்பதோடு எதிர்காலத்தில் அவை நமக்கு வழங்கும் நன்மைகளைப் பாழாக்கிவிடும்.

சூழல்மண்டலத்திலிருந்து பெறப்படும் பல்வேறு வகையான நன்மைகள் கீழ்க்கண்ட நான்கு பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. (படம் 7.17).

மனிதனின் செயல்கள் சூழல்மண்டல சேவைகளை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன?

தற்போது நமது தேவைக்கு அதிகமாக சூழல்மண்டலத்தை நாம் அனைவரும் பயன்படுத்துகிறோம். “கடந்த 50 ஆண்டுகளில் மனித வரலாற்றில் ஒப்பிடக்கூடிய கால அளவிற்கும்

மேலாக, மனிதர்கள் சூழல்மண்டலத்தை மிக வரைவாகவும், விரிவாகவும் மாற்றியுள்ளனர் என்பதை 2005-இன் மில்லினியம் சூழல்மண்டல மதிப்பீடு காட்டுகிறது. இது பெரும்பாலும் வேகமாக வளர்ந்துவரும் தேவைகளான உணவு, தூயநீர், மருந்து, மரக்கட்டை, நார்கள் மற்றும் எரிபொருள் தேவைக்களுக்காகவே என்பதையும் கண்டறிந்துள்ளது”.

பொதுவாக கீழ்க்கண்ட மனித செயல்பாடுகள் ஒவ்வொரு நாளும் சூழல்மண்டலத்தை பாதிக்கின்றன அல்லது மாற்றியமைக்கின்றன.

- புவி வாழிடத்தை அழித்தல்
- வனஅழிப்பு மற்றும் மிகை மேய்ச்சல்
- மண் அரிப்பு
- அயல்நாட்டுத் தாவரங்களை அறிமுகப்படுத்துதல்
- தேவைக்கு அதிகமாக தாவரப் பொருட்களை அறுவடை செய்தல்
- நில, நீர் மற்றும் காற்று மாசுபாடு
- பூச்சிக் கொல்லிகள், உரங்கள் மற்றும் விலங்குக் கழிவுகள் வழிந்தோடல்.

ராபர்ட் காண்ஸ்டான்சா மற்றும் அவருடைய குழுவினர் பல்வேறு அளவுகோல்களின் அடிப்படையில் உலகளாவிய சூழல்மண்டலத்தின் சேவைகளின் மதிப்பை மதிப்பீடு செய்தனர். அவர்களின் ஆய்வின்படி 1997 ஆம் ஆண்டில், சூழல்மண்டல சேவைகளின் உலகளாவிய சராசரி மதிப்பீடு 33 டிரில்லியன் அமெரிக்க டாலராக இருந்தது. 2011ஆம் ஆண்டில் உலகளாவிய சூழல்மண்டல சேவைகளுக்கான மேம்படுத்தப்பட்ட மொத்த மதிப்பை மதிப்பீடு செய்தனர். அவர்களின் ஆய்வின்படி 1997ஆம் ஆண்டில், சூழல்மண்டல சேவைகளின் உலகளாவிய சராசரி மதிப்பீடு 33 டிரில்லியன் அமெரிக்க டாலராக இருந்தது. 2011 ஆம் ஆண்டில் உலகளாவிய சூழல்மண்டல சேவைகளுக்கான மேம்படுத்தப்பட்ட மொத்த மதிப்பீடு 125 டிரில்லியன் அமெரிக்க டாலர்கள் என உயர்ந்திருப்பது, 1997 முதல் 2011 சூழல்மண்டல சேவைகள் நான்கு மடங்கு அதிகரித்திருப்பதைச் சுட்டிக்காட்டுகிறது.

#### சதுப்பு நில சூழல்மண்டலத்தின் சேவைகள்

- வாழிடத்தை வழங்குவதுடன், நீர்வாழ் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளுக்கான நாற்றங்கால்களாகத் திகழ்கிறது.
- மருந்துகள், ஏரி கட்டைகள் மற்றும் மரக்கட்டைகள் ஆகியவற்றை வழங்குகிறது.
- வண்டல் படிதல் மற்றும் மண் அரிப்பை சமநிலைப்படுத்துவதன் மூலம் கடலுக்கும் நதிகளுக்கும் இடையில் ஒரு பாலமாக செயல்படுகிறது.
- சூறாவளி, ஆழிப்பேரலை மற்றும் உயர் அலைக்காலங்களில் நீரின் விசையைக் குறைக்க உதவுகிறது.
- காற்றுத்தடுப்பு, ஆக்ஸிஜன் உற்பத்தி, கார்பன் சேகரிப்பு மற்றும் அலைகளிலிருந்து உப்பு தெளிப்பைத் தடுக்க உதவுகிறது.

#### சூழல்மண்டலத்தின் மீள்திறன்

சூழல்மண்டலம் தீ, வெள்ளம், கொண்டுண்ணுதல், நோய்த்தொற்று, வறட்சி முதலியவற்றின் பாதிப்பால் அதிக அளவிலான உயிரித்திரனை இழக்கிறது. எனினும், சூழல்மண்டலம் சேத எதிர்ப்பையும், விரைவான மீட்சித் திறனையும் தன்னகத்தே கொண்டிருக்கிறது. சூழல்மண்டலத்தின் இத்திறனே சூழல்மண்டல மீள்திறன் அல்லது சூழல்மண்டல வீரியம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

#### சூழல்மண்டலத்தைப் பாதுகாப்பது எப்படி?

தனி மனிதன், நிறுவனங்கள் மற்றும் அரசு மட்டங்களில், இயற்கை மற்றும் மனிதர்களின் நன்மைக்காக சூழல்மண்டலத்தை பாதுகாப்பு ஒரு நடைமுறையாகும். மனித செயல்கள், புவி வெப்பமடைதல், மாசுபாடு போன்ற தீங்கு விளைவிக்கும் பல அச்சுறுத்தல்கள் சூழல்மண்டலத்திற்கு ஏற்படுகிறது. எனவே, நமது அன்றாட வாழ்க்கை முறையை நாம் மாற்றி அமைத்தால் நமது புவிக்கொளையும் அதன் சூழல்மண்டலத்தையும் பாதுகாக்க முடியும்.

“சுற்றுச்சூழலைப் பாதுகாப்பதில் நாம் தோல்வி அடைந்தால், நம் சந்ததிகளை காப்பாற்றுவதிலும் தோல்வி அடைவோம்.”

எனவே அன்றாட வாழ்வில் நாம் கீழ்க்கண்டவற்றை பின்பற்ற வேண்டும்.

- சூழல் நட்புடையப்பொருட்களை மட்டுமே வாங்குதல், பயன்படுத்துதல் மற்றும் மறுசுழற்சி செய்தல்.
- அதிக மரங்களை வளர்த்தல்
- நீடித்த நிலைத்த பண்ணைப் பொருட்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் (காய்கறிகள், பழங்கள், கீரைகள் முதலியன)
- இயற்கை வளங்களைப் பயன்படுத்துவதைக் குறைத்தல்.
- கழிவுகளை மறுசுழற்சி செய்தல் மற்றும் கழிவு உற்பத்தி அளவைக் குறைத்தல்.
- நீர் மற்றும் மின்சார நுகர்வை குறைத்தல்.
- வீட்டில் பயன்படுத்தப்படும் வேதிப்பொருட்கள் மற்றும் பூச்சிக்கொல்லிகளைக் குறைத்தல் அல்லது தவிர்த்தல்.
- உங்கள் மகிழுந்து மற்றும் வாகனங்களை சரியாக பராமரித்தல் (கார்பன் உமிழ்வைக் குறைப்பதற்கு)
- உங்கள் நண்பர்கள் மற்றும் குடும்ப உறுப்பினர்கள் இடையே சூழல்மண்டலம் பற்றிய விழிப்புணர்வு, அதன் பாதுகாப்பு பற்றிய கல்வி அறிவை அளித்தல் மற்றும் இப்பிரச்சினையைக் குறைக்க தீர்வு காணல்.

#### பசுமைக்குச் செல்லுங்கள்

இது சுற்றுச்சூழலின், பாதுகாப்பிற்காகவும், நன்மைக்காகவும் ஒருவர் தனது வாழ்க்கை முறையை மாற்றிக் கொள்வதைக் குறிக்கிறது. (குறைத்தல், மறு பயன்பாடு, மறு சுழற்சி)

- பசுமையைப் போற்றுவதும், பேணுவதும்
- பயன்படுத்தாதபோது மின்சாதனப் பொருட்களை அணைத்து வைத்தல்.
- நெகிழியை ஒருபோதும் பயன்படுத்தாமல், அவற்றிற்கு மாற்றாக உயிரிய சிதைவடையும் பொருட்களை பயன்படுத்துதல்.
- சூழல் நட்புடைய தொழிற்புத்தையும், பொருட்களையும் எப்போதும் பயன்படுத்துதல்.

“சூழல்மண்டலத்தைப் பயன்படுத்து. ஆனால் இழக்காதே; அதை நீடித்த மற்றும் நிலையானதாக மாற்று.”

#### சூழல்மண்டல மேலாண்மை

தற்போதைய மற்றும் எதிர்காலத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்வதற்கும் சூழல்மண்டலத்தின் தரத்தை தக்கவைத்து மேம்படுத்துவதற்கும், சூழலியல், சமூக பொருளாதாரம், தனியார் நிறுவனங்கள் போன்ற காரணிகளை ஒரு விரிவான வியூகம் மூலமாக ஒருங்கிணைக்கும் செயல்முறை இதுவாகும்.

மனிதனின் முறையான பயன்பாடு மற்றும் குறைவான இடையூறுகளின் மூலம் ஏற்படக்கூடிய நீடித்த நிலையான நன்மையை சூழல்மண்டல மேலாண்மை வலியுறுத்துகிறது. சுற்றுச்சூழல் அழிவு மற்றும் உயிரிப்பன்ம இழப்பு ஆகியன இயற்கை வளங்களின் குறைவிற்கு வழிவகுப்பதோடு, இறுதியாக மனிதனின் வாழ்வாதாரத்தை பதிக்கிறது.

“2025ஆம் ஆண்டளவில், குறைந்தபட்சம் 3.5 பில்லியன் மக்கள்-உலகமக்கட்தொகையில் கிட்டத்தட்ட 50 விழுக்காடு-நீர் பற்றாக்குறையைச் சந்திப்பர்”-IUCN

“உலகளாவிய உயிரி பன்மத்தின் 50 விழுக்காட்டை வனங்கள் பெற்றுள்ளன. குறைந்தபட்சம் 300 மில்லியன் மக்கள் தங்கள் நீடித்த நிலையான வாழ்வாதாரத்திற்கு காடுகளிலிருந்து பெறும் பொருட்கள் மற்றும் சேவையை சார்ந்துள்ளனர்.” - IUCN

#### சூழல்மண்டல மேலாண்மை உத்திகள்



- இது சூழல்மண்டலத்தின் உயிரிப்பன்மத்தைப் பராமரிக்க உதவுகிறது.
- சேதமடைந்த சூழல்மண்டலத்தை சுட்டிக்காட்ட இது உதவுகிறது. (சில உயிரினங்கள் சூழல்மண்டலத்தின் ஆரோக்கியத்தை குறிக்கின்றன. இத்தகையச் சிற்றினங்கள் “தலைமை இனங்கள்” (flagship species)) என அழைக்கப்படுகின்றன).
- இது சூழல்மண்டலத்தின் தவிர்க்கவியலாத மாற்றத்தை அடையாளம் காணவும் அதற்கேற்ப திட்டம் தீட்டவும் பயன்படுகிறது.
- இது நீடித்த நிலையான வளர்ச்சி திட்டத்தின் மூலம் சூழல்மண்டலத்தின் நிலைத்தன்மையை அடைவதற்கான கருவிகளில் ஒன்றாகும்.
- புனரமைப்பு தேவைப்படுகிற சூழல்மண்டலங்களை அடையாளம் காண இது உதவுகிறது.
- அரசு நிறுவனங்கள், உள்ளூர் மக்கள், குழுமங்கள் மற்றும் அரசு சாரா நிறுவனங்களின் ஒருங்கிணைந்த நிர்வாகத்துடன் இது தொடர்புடையது.
- சூழல்மண்டல மேலாண்மை நடவடிக்கைகள் முடிந்த பின்னரும் நீண்ட காலமாக செயல்பட உள்ளூர் நிறுவனங்கள் மற்றும் சமுதாய குழுக்கள் பொறுப்பேற்கும் திறன் மேம்பட இது உதவுகிறது.

### நகர்புற சூழல்மண்டல மறுசீரமைப்பு மாதிரி (Urban ecosystem restoration model)

அடையார் பூங்கா சென்னையில் அமைந்துள்ளது. இது அடையாறு சிற்றோடை (கடற்கழி) மற்றும் கழிமுகத்துவாரத்தை சுற்றி, ஏறத்தாழ 358 ஏக்கர் பரப்பளவைக் கொண்டது. இதில் 58 ஏக்கர் சுற்றுச்சூழல் மறுசீரமைப்பிற்காக தமிழ்நாடு அரசு ஆதரவின் கீழ் கொண்டுவரப்பட்டு, சென்னை நதிகள் மறுசீரமைப்பு அறக்கட்டளை (CRRT) மூலம் பராமரிக்கப்படுகிறது. முன்னர் இது ஒரு குப்பைக் கிடங்காக இருந்தது.

தற்பொழுது இது 6 உவர்நிலத் தாவர சிற்றினங்களையும் ஏறத்தாழ 170 கடற்கரையோர மற்றும் வெப்பமண்டல வறண்ட பசுமைமாறாக காடுகளின் சிற்றினங்களையும் கொண்ட ஒரு நீடித்த நிலையான சூழல்மண்டலமாக நிலைப்பெற்றுள்ளது. இந்த தாவர மறுசீரமைப்பின் மூலம், சூழல்மண்டலத்திற்குரிய பட்டாம்பூச்சிகள், பறவைகள், ஊர்வன, நீர் நில வாழ்வன மற்றும் பிற பாலூட்டிகள் போன்ற விலங்குகளையும் கொண்டு வந்துள்ளது.

தற்போது அடையார் பூங்கா பள்ளி, கல்லூரி மாணவர்கள் மற்றும் பொதுமக்களுக்கான சுற்றுச்சூழல் சார் கல்வி மையமாக செயல்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில் நகர்புற மறுசீரமைப்புகளான சிறந்த எடுத்தக்காட்டுகளில் ஒன்றாக இந்த முழு பகுதியும் திகழ்கிறது.

### தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி (Plant Succession)

இயற்கை பேரழிவு (வெள்ளம், பூகம்பம்), மனிதச் செயல்பாடுகள் (தீ, மிகை மேய்ச்சல், மரங்களை வெட்டுதல்) ஆகியவற்றால் காடுகளும், நிலங்களும் கடுமையாக பாதிக்கப்படுவதை நாம் காண்கிறோம். இந்த காரணங்களால் ஒரு பகுதியின் அனைத்து தாவரங்களும் அழிக்கப்பட்டு அப்பகுதி தரிசு நிலமான மாறிவிடுகிறது. இப்பகுதியை நாம் கண்காணிக்கும் போது ஒரு காலத்தில் இது படிப்படியாக தாவர குழுமத்தால் மூடப்பட்டு வளமானதாக மாறிவிடுவதைக் காணலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட வகை தாவர குழுமம் மற்றொரு வகை குழுமத்தை அடுத்துடுத்து அதே இடத்தில் இடம் பெறச் செய்தல் தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி எனப்படும். ஒரு தரிசு நிலத்தில் முதலில் குடிபுகும் தாவரங்கள் முன்னோடிகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மறுபுறம், ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக தோன்றும் இடைநிலை வளர்ச்சித் தாவர குழுமங்கள் படிநிலை தொடரிக் குழுமங்கள் (seral communities) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இறுதியில், உச்சநிலை மற்றும் உச்சநிலைத் தாவரக்குழுமம் அமைவது முறையே உச்சம் மற்றும் உச்சக் குழுமம் என அழைக்கப்படுகிறது.

### வழிமுறை வளர்ச்சிக்கான காரணங்கள்

உயிர்த்தோற்றம் ஆரம்பமான காலம் முதல் உயிரினப் பரிணாமமும் சுற்றுச்சூழல் வழிமுறை வளர்ச்சியும் இணையாக நடைபெற்று வருகின்றன. சுற்றுச்சூழல் வழிமுறை வளர்ச்சி ஒரு சிக்கலான

செயல்முறையாகும். எந்தவொரு சுற்றுச்சூழல் வழிமுறை வளர்ச்சிக்கும் மூன்று காரணங்கள் உள்ளன. அவைகளாவன:

### அ. துவக்கக் காரணங்கள் (Initiating causes)

உயிரற்ற காரணிகளின் (ஒளி, வெப்பநிலை, நீர், தீ, மண் அரிப்பு மற்றும் காற்று) செயல்பாடு, உயிரிக் காரணிகளின் (உயிரினங்களுக்கிடையே நடைபெறும் போட்டி) செயல்பாடு போன்றவற்றால் தோன்றும் வெற்றுநிலை அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட தாவர குழும அழிவுள்ள இடத்தில் முறையே முதல்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி அல்லது இரண்டாம்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி நிகழத் தொடங்குகிறது.

### ஆ. தொடர்காரணங்கள் (Continuing causes)

வலசை பெயர்வு, திரட்சி, போட்டி, எதிர்வினை போன்ற தொடர்ச்சியான காரணங்களின் செயல்களால், ஒரு இடத்திலுள்ள தாவர குழுமங்கள் மற்றும் மண்ணின் தன்மை மாற வழிவகுக்கிறது.

### இ. நிலைக் காரணங்கள் (Stabilizing causes)

ஒரு இடத்திலுள்ள தாவர குழுமங்களை நிலைப்படுத்த பல காரணிகள் இருப்பினும் காலநிலை காரணிகளே முதன்மையானதாகும்.

### சூழலியல் வழிமுறை வளர்ச்சியின் பண்புகள்

- தாவர குழுமத்தின் குறிப்பிட்ட அமைப்பில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும் ஒரு முறையான செயல்முறையாக விளங்குகிறது.
- உயிரற்ற மற்றும் உயிருள்ள காரணிகளின் மாற்றங்கள் விளைவாக உருவாகிறது.
- நிலையற்ற குழுமத்தை நிலையான குழுமமாக மாற்றி அமைக்கிறது.
- சிற்றின பன்மம், மொத்த உயிரினம், செயல்வாழிடத்தன்மை, மண்ணின் கரிம மட்கு போன்றவற்றில் படிப்படியாக முன்னேற்றம் காணப்படுகிறது.
- எளிய உணவுச்சங்கிலியிருந்து சிக்கலான உணவு வலைக்கு முன்னேறுகிறது.
- கீழ்நிலை மற்றும் எளிய உயிரினங்களை முன்னேறிய உயர் உயிரினங்களாக மாற்றியமைக்கிறது.
- தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளுக்கிடையே இடைச்சார்பை உருவாக்குகிறது.

### வழிமுறை வளர்ச்சியின் வகைகள் (Types of succession)

வழிமுறை வளர்ச்சி, பல்வேறு அம்சங்களின் அடிப்படையில் வெவ்வேறு வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவை பின்வருமாறு:

#### 1. முதல்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி (Primary Succession)

எந்தவொரு உயிரின சமுதாயமும் இல்லாத ஒரு வெற்றுப் பகுதியில் தாவர குழுமம் வளர்ச்சி அடைவதற்கு முதல்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி என்று பெயர். வெற்றுப் பரப்பில் முதலில் குடியேறும் தாவரங்கள் முன்னோடி சிற்றினங்கள் (pioneer species) அல்லது முதல்நிலை குழுமம் (primary colonies) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக முதல்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி எந்தவொரு பகுதியிலும் மிக நீண்டகாலமாக நடைபெறும்.

எடுத்தக்காட்டு: நுண்ணுயிரிகள், லைக்கன், மாஸ்கள்

#### 2. இரண்டாம்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி (Secondary succession)

ஒரு இடத்திலுள்ள ஏற்கனவே வளர்ந்த குழுமம் சில இயற்கை இடையூறுகளால் (தீ, வெள்ளப் பெருக்கு, மனித செயல்கள்), அழிக்கப்பட்டு அதே இடத்தில் ஒரு தாவர குழுமம் வளர்ச்சி

அடைவதற்கு ஒரு தாவர குழுமம் வளர்ச்சி அடைவதற்கு இரண்டாம்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி என்று பெயர். பொதுவாக, காலத்தைவிட குறைவான காலத்தையே இது எடுத்துக் கொள்ளும்.

எடுத்துக்காட்டு: தீ மற்றும் அதிகப்படியான மரங்களை வெட்டுதல் ஆகியவற்றால் அழிக்கப்பட்ட காடுகள், காலப்போக்கில் சிறு செடிகளால் மீண்டும் ஆக்கிரமிக்கப்படலாம் (படம் 7.18)

வ.எண்	முதல்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி	இரண்டாம்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி
1.	வெற்று நிலங்களில் ஆக்கமடைதல்.	பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் ஆக்கமடைதல்.
2.	உயிரிய மற்றும் பிற வெளிப்புறக் காரணிகளால் தொடங்கி வைக்கப்படுகிறது.	புறக்காரணிகளால் மட்டுமே தொடங்கி வைக்கப்படுகிறது.
3.	மண் இல்லாத இடங்களிலும் முதல்நிலை வழிமுறை வளர்ச்சி தொடங்க முடியும்.	ஏற்கனவே மண் உள்ள இடங்களில் மட்டுமே இது நிகழ்கிறது.
4.	முன்னோடித் தாவரங்கள் வெளிச் சூழலில் இருந்து வருகின்றன.	முன்னோடித் தாவரங்கள் நிலவிவரும் உட்கூழலிலிருந்து உருவாக்கப்படுகின்றன.
5.	இது முடிவடைய அதிக காலம் எடுத்துக் கொள்கிறது.	இது முடிவடைய ஒப்பீட்டளவில் குறைந்த காலத்தையே எடுத்துக் கொள்கிறது.

### 3. சுய சழிமுறை வளர்ச்சி (Autogenic succession)

உயிரிக் காரணிகளின் விளைவால் இது நடைபெறுகிறது. தாவரத்தொகுப்பு ஒன்று அதன் சுற்றுச்சூழலுடன் செயல்பட்டு, நிலவும் சூழலை மாற்றியமைப்பதால் இருந்த தாவரங்களை இடப்பெயர்வடையச் செய்து புதிய குழுமம் தோன்றுகிறது. இதற்கு சுய வழிமுறை வளர்ச்சி என்று பெயர்.

எடுத்துக்காட்டு: வனச்சூழல்மண்டலத்தில் அகன்ற இலைகளைக் கொண்ட பெரிய மரங்கள் காட்டின் தரைப்பகுதிக்கு நிழலைத் தருகின்றன. அதிகப்படியான ஒளி (ஒளி விரும்பு தாவரங்கள்) தேவைப்படும் சிறுசெடி மற்றும் புதர்ச்செடிகளை இது பாதிக்கிறது. ஆனால் நிழலைப் பொருத்துக் கொள்ளும் தாவரங்கள் (நிழல் விரும்பு தாவரங்கள்) நன்றாக வளர உதவுகிறது.

### 4. வேற்று வழிமுறை வளர்ச்சி (Allogenic succession)

உயிரற்ற காரணிகளின் விளைவால் இது நடைபெறுகிறது தற்போதுள்ள குழுமம், புறக்காரணிகளால் (மண் அரிப்பு, ஓடும் நீரினால் மண் தனிமங்கள் கசிந்தோடுதல்) மாற்றி அமைக்கப்படுகின்றன. ஆனால் தற்போதுள்ள உயிரினங்களால் அல்ல.

எடுத்துக்காட்டு: ஒரு வனச் சூழல்மண்டலத்தில், மண் அரிப்பு மற்றும் கசிந்தோடுதல் ஆகியவை மண்ணின் ஊட்டச்சத்து மதிப்பை மதாற்றியமைத்து அப்பகுதியின் தாவரத்தொகுப்பு மாற்றத்திற்கு வழிவகுக்கிறது.

### 5. தற்சார்பு ஊட்ட வழிமுறை வளர்ச்சி (Autotrophic succession)

வழிமுறை வளர்ச்சியின் ஆரம்ப நிலைகளில் தற்சார்பு ஊட்ட உயிரிகளான பசுந்தாவரங்கள் ஆதிக்கம் செலுத்தினால் அது தற்சார்பு ஊட்ட வழிமுறை வளர்ச்சி என அழைக்கப்படுகிறது. இது கனித பொருட்கள் நிறைந்த வாழிடங்களில் நடைபெறுகிறது. இந்த வழிமுறை வளர்ச்சியின் ஆரம்ப நிலைகளில் பசுந்தாவரங்கள் ஆதிக்கம் செலுத்துவதால் சூழல்மண்டலத்தின் கரிமப் பொருட்களின் அளவு படிப்படியாக அதிகரித்து அதன் விளைவாக ஆற்றல் ஓட்டமும் படிப்படியாக அதிகரிக்கிறது.

### 6. சார்பூட்ட வழிமுறை வளர்ச்சி (Heterotrophic succession)

இதன் ஆரம்ப நிலைகளில் பாக்டீரியங்கள், பூஞ்சைகள், ஆக்டினோமைசீஸ், விலங்குகள் போன்ற சார்பூட்ட உயிரிகள் ஆதிக்கம் செலுத்துகின்றன. இது கரிமப்பொருட்கள் நிறைந்த வாழிடங்களில் நடைபெறுகிறது. இந்த வழிமுறை வளர்ச்சியின் ஆரம்ப நிலைகளில் சார்பூட்ட

உயிரிகள் ஆதிக்கம் செலுத்துவதால், படிப்படியாக கனிமப் பொருட்கள் மற்றும் ஆற்றலின் அளவு குறைகிறது.

### வழிமுறை வளர்ச்சியின் செயல்முறைகள்

முதல்நிலை தற்சார்புஊட்ட வழிமுறை வளர்ச்சியில் பல தொடர்ச்சியான செயல்முறைகள் உள்ளன. அவைகளாவன: (1) தரிசாதல் (2) குடிபுகல் (3) நிலைப்படுத்தல் (4) திரளுதல் (5) போட்டியிடல் (6) எதிர்வினையடைதல் (7) நிலைப்பாடுறுதல் (உச்ச நிலை).

#### 1. தரிசாதல் (Nudation)

இது எவ்விதமான உயிரினமும் இல்லாத இடம் உருவாதலாகும். நில அமைப்பு (மண் அரிப்பு, காற்று செயல்பாடு), காலநிலை (ஆலங்கட்டி, புயல், தீ) மற்றும் உயிரிகாரணிகள் (மனிதச் செயல்கள், தொற்றுநோய்கள் முதலியன) போன்றவைகளால் தரிசு நிலங்கள் உருவாகலாம்.

#### 2. குடிபுகல் (Invasion)

சிற்றினங்கள் வேறு எந்தவொரு பகுதியிலிருந்தும் தரிசு நிலத்தை வந்தடைதல் குடிபுகல் என்று அழைக்கப்படுகிறது. விதைகள், வித்துக்கள் அல்லது பிற தாவர இனப்பெருக்க உறுப்புகள், காற்று, நீர் மற்றும் பல்வேறு காரணிகளின் மூலம் தரிசு நிலங்களை அடைவதற்கு உள்படையெடுப்பு என்று பெயர்.

#### 3. நிலைப்படுத்தல் (Ecesis)

புதிய இடத்தை அடைந்த பிறகு, இப்பகுதியில் நிலவும் நிலைமைக்கேற்ப சிற்றினங்கள் வெற்றிகரமாக தங்களை சரிசெய்து நிலைப்படுத்தலுக்கு நிலைப்படுத்தல் என்று பெயர். இதன் பின்னரே குடிபுகுந்த தாவரங்கள் அந்த குறிப்பிட்ட பகுதியில் பாலினப்பெருக்கம் செய்ய முடியும்.

#### 4. திரளுதல் (Aggregation)

இனப்பெருக்கத்தினால் உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை முந்தைய நிலையைவிட அதிகரிப்பதன் விளைவாக குடிபுகுந்த சிற்றினங்கள் நிலைப்படுத்தப்படுதலுக்கு திரளுதல் என்று பெயர்.

#### 5. போட்டியிடல் (Competition)

சிற்றினங்கள் திரளுற்ற பின்னர் நீர், உணவு, ஒளி ஆற்றல், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, ஆக்ஸிஜன், வாழிடம் ஆகியவற்றிற்கு சிற்றினங்களுக்கிடையேயும் சிற்றினங்களுக்குள்ளேயும் உள்ள தனி நபர்களுக்கிடையே ஏற்படும் போட்டியை இது குறிக்கிறது.

#### 6. எதிர்வினையடைதல் (Reaction)

ஏற்கெனவே உள்ள சிற்றினக் குழுமத்தை மற்றொன்று மாற்றுவதால், ஆக்கிரமித்துள்ள சிற்றினங்கள் படிப்படியாக வாழிட சுற்றுச்சூழல் நிலையை மாற்றிவிடுகிறது. இந்த மாற்றத்திற்கு காரணமான சிற்றினக் குழுமத்திற்கு படிநிலை தொடரிக் குழுமம் (seral community) என்று பெயர்.

#### 7. நிலைப்பாடுறுதல் (Stabilization) / உச்ச நிலை (Climax)

தாவரக் குழுமத்தின் இறுதி செயலாக்கமே நிலைப்பாடுறுதல் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த செயலாக்கம் உச்சநிலையுடன் கூடிய சமநிலையைப் பராமரிக்கவும் பிற இனங்களால் மாற்றி அமைக்க முடியாத உச்சநிலைக் குழுமத்தை ஒரு பகுதியில் ஏற்படுத்தவும் உதவுகிறது. இந்த நிலைக்கு உச்சநிலை என்றும் அங்கு நிலவும் தாவரத்தொகுப்பிற்கு உச்சநிலைக் குழுமம் என்றும் பெயர்.

#### தாவரத்தொகுப்பு (Vegetation)

ஒரு பகுதியில் பரவியிருக்கும் தாவரத்தை இது குறிக்கிறது. புவியியல் ரீதியாக இந்தியத ஒரு வெப்பமண்டல நாடாகும். வலுமான பருவ காலநிலைகளைக் கொண்டுள்ளதால் மற்ற உலக

வெப்பமண்டலப் பகுதிகளிலிருந்து வேறுபடுகிறது. இந்தியா நான்கு காலநிலை மண்டலங்களைக் கொண்டுள்ளது. அவை ஈரமான மண்டலம், இடைநிலை மண்டலம், உலர் மண்டலம் மற்றும் வறண்ட மண்டலம் என்பனவாகும். இப்பகுதிகள் பல்வேறு வகையான இயற்கைத் தாவரத் தொகுப்புகளால் பண்பறியப்படுகின்றன. இங்குள்ள தாவரங்களின் இயல்பு அவற்றின் குத்துயரம், தாவர வகைகள், விலங்குகள், காலநிலை, மண்வகை முதலியவற்றால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. இந்திய துணைக்கண்டத்தின் தாவரத்தொகுப்புகள் உயிரி காரணிகளாலும் நீண்டகாலமாக இருக்கும் மனித கலாச்சாரங்களாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. தாவரத்தொகுப்புகள் உருவாக்கம் மற்றும் பரவல்கள் ஆகியவற்றில் மனிதனால் விளையும் தாக்கங்கள் மனித விளைவுகள் (Anthropogenic effect) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

தமிழ்நாட்டில் மன்னார் வளைகுடாவிலிருந்து மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை வரை ஒரு வளமான உயிரிபன்மத் தாவரம் காணப்படுகிறது. தமிழ்நாடு, மேற்கு தொடர்ச்சி மலையடிவாரங்களை கேரளா, கர்நாடகா, கோவா, மகாராஷ்டிரா, குஜராத் ஆகிய மாநிலங்களுடன் பகிர்ந்துக் கொள்கிறது. கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலையை ஆந்திர மாநிலத்துடன் பகிர்ந்துக் கொள்கிறது.

இந்தியாவில் காணப்படும் 10 புவியியல் மண்டலங்களில் தமிழ்நாட்டில் கொரமண்டல எனப்படும் கிழக்கு கடற்கரையும் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளும் உள்ளன.

### இந்தியா மற்றும் தமிழ்நாட்டின் தாவரத் தொகுப்புகளின் வகைகள்

இந்தியா மற்றும் தமிழ்நாடு பல்வேறு வகையான தாவரத் தொகுப்புகளையும், செறிந்து உயிரிபன்மத்தையும் கொண்டுள்ளன. இது பின்வரும் நான்கு வகைகளில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இவற்றின் தனித்துவமான பண்புகள் மற்றும் பரவல் பற்றிய விளக்கங்களைக் கொண்டு இவை விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. வனத் தாவரத்தொகுப்பு
2. புல்வெளித் தாவரத்தொகுப்பு
3. கரையோரம் வாழும் தாவரத்தொகுப்பு
4. நீர் மற்றும் நீர்நிலை வாழ்ந்த தாவரத்தொகுப்பு

#### 1. வனத் தாவரத்தொகுப்பு (Forest vegetation)

சாம்பியன் மற்றும் சேத் (1968) ஆகியோரால் இந்தியாவில் மொத்தம் 16 வகை காடுகளும், அதே சமயம் 9 வகைகள் தமிழ்நாட்டிலும் இனமறியப்பட்டுள்ளன.

#### I) ஈரமான வெப்பமண்டலக் காடுகள்

இவை வெப்பமான சமவெளிப்பகுதிகளில் உள்ள காடுகளாகும். இவை மிகவும் அடர்த்தியான, பல மட்டங்களில் அமைந்த பல்வேறு மரங்கள், புதர்ச்செடிகள், கொடியினங்கள், முட்டபூக்கள் என பண்பறியப்படுகின்றன. இவற்றில் அதிக மழை மற்றும் வறண்ட காலநிலை நிலவுகிறது. ஈரப்பதனத்தின் அடிப்படையில் கீழ்க்கண்டவாறு இவை வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

#### 1. வெப்பமண்டல பசுமைமாறாக் காடுகள்

சுமார் 1500 மீ குத்துயரத்தில், மலை மற்றும் மலைச்சரிவுகளில் காணப்படும். இவை வெப்பமண்டல மழைக்காடுகள் அல்லது வெப்பமண்டல பசுமைமாறாக் காடுகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இங்கு ஆண்டுக்கு 250 செ.மீக்கும் அதிகமான மழைப்பொழிவு இருக்கும். 45 மீட்டருக்கு மேல் உயரமுள்ள செழிப்பாக வளரும் பெரிய மரங்கள், புதர்ச்செடிகள், கொடியினங்கள், ஏராளமான தொற்றுத் தாவரங்கள் போன்ற பல தாவர வகைகளை இது கொண்டுள்ளது. பொதுவான தாவரங்கள் டிரோகார்பஸ், ஆர்டோகார்பஸ், மாஞ்சி, பெரா, எம்பிளிகா, இக்ஸோரா போன்றவை. இக்காடுகள் அந்தமான் - நிக்கோபார் தீவுகள், மேற்குக் கடற்கரை, ஆனைமலைக் குன்றுகள், அசாம் ஆகிய பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டின் மேற்குத்தொடர்ச்சி மலைப்பகுதிகளான திருநெல்வேலி, கன்னியாகுமரி, ஆனைமலைக் குன்றுகள் அசாம் ஆகிய பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டின் மேற்குத்தொடர்ச்சி மலைப்பகுதிகளான திருநெல்வேலி, கன்னியாகுமரி, ஆனைமலைக் குன்றுகள் ஆகியவற்றில் இவ்வகைக் காடுகள் காணப்படுகின்றன.

#### 2. வெப்பமண்டல பகுதி - பசுமைமாறாக் காடுகள்

இவை மலை மற்றும் மலைச்சரிவுகளில் பொதுவாக 1000 மீ. உயரம் வரை காணப்படுகின்றன. இக்காடுகளில் ஆண்டு மழையளவு 200 முதல் 250 செ.மீ. வரை இருக்கும். செழித்து வளரக்கூடிய பசுமைமாறா தன்மை பெற்ற பெரிய மர வகைகள் மற்றும் புதர்ச்செடிகள் ஆகியவைகளைக் கொண்டுள்ளது. பொதுவாக காணப்படும் மர இனங்கள் டெர்மினாலியா, பாம்பூசா, இக்ஸோரா, ஆர்டோகார்பஸ், மைக்கீலியா, யூஜினியா, சோரியா, இத்துடன் ஆர்கிட்கள், பெரணிகள், சில பூக்கள், சிறுச்செடிகள் ஆகியன மேலாதிக்கம் செலுத்துகின்றன. மேற்குக் கடற்கரைகள், கிழக்கு ஓடிசா மற்றும் அசாமின் மேற்குப்பகுதிகளில் இக்காடுகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வகைக் காணப்படுகின்றன. இவ்வகைக் காடுகள் தமிழ்நாட்டின் கோயமுத்தூர், திருநெல்வேலி, கன்னியாகுமரி ஆகிய மாவட்டங்களில் காணப்படுகின்றன.

### 3. வெப்பமண்டல ஈர இலையுதிர்க் காடுகள்

இது ஆண்டு மழையளவு 100 முதல் 200 செ.மீ. கொண்ட குறுகிய வறண்ட காலத்தை கொண்ட காடுகளாகும். நாட்டின் ஒரு பரந்துவிரிந்த பகுதியாக இக்காடுகள் உள்ளன. இவற்றில் பல தாவரங்கள் வெப்பமான கோடைக் காலங்களில் தங்களுடைய இலைகளை உதிர்க்கின்றன. சில பசுமைமாறா மற்றும் பகுதி பசுமைமாறா தாவரங்களையும் இவை கொண்டுள்ளன. இங்கு காணப்படுத் பொதுவான தாவர இனங்கள் டெர்மினாலியா, க்ருவியா, அடைனா, மீலியா, அல்பிஜியா, பால்பெர்ஜியா மற்றும் சோரியா ஆகியனவாகும். மிக அதிகம் காணப்படும் மரங்கள் டெக்டோனா மற்றும் சால். கேரளா, கர்நாடகா, தென் மத்தியப்பிரதேசம், பீகார், பெங்கால், காணப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டில் கன்னியாகுமரி, தேனி, கடலூர், திண்டுக்கல், மதுரை, நீலகிரி ஆகிய இடங்களில் இவை காணப்படுகின்றன.

### 4. கடலோர மற்றும் சதுப்பு நிலக்காடுகள்

கடற்கரைக் காடுகள், அலையாத்திக் காடுகள் மற்றும் நன்னீர் சதுப்புநிலக் காடுகள் ஆகியவை இதில் அடங்கும்.

#### அ. கடற்கரைக் காடுகள்

இக்காடுகள் கடற்கரையோரங்களிலும் ஆற்றுப்படுகைகளிலும் காணப்படுகின்றன. இந்த பகுதிகள் படுகைகளிலும் காணப்படுகின்றன. இந்த பகுதிகள் அதிகப்படியான சுண்ணாம்பு மற்றும் உப்புக்கள் கொண்ட மணல் நிறைந்த ஆனால் நைட்ரஜன் மற்றும் பிற கனிமச்சத்துகளை குறைவாகப் பெற்ற பகுதிகளாக உள்ளன. மழைப்பொழிவு 75 முதல் 500 செ.மீ. வரை வேறுபடுவதுடன் மிதமான வெப்பநிலை காணப்படுகிறது. இங்குள்ள பொதுவான தாவரங்கள் கேசரைனா, பொராசஸ், போனிக்ஸ், பான்டனஸ், மொரிண்டா மற்றும் தெஸ்பீசியா இவற்றுடன் பல பின்னாக் கொடிகளும், ஏறுக்கொடிகளும் காணப்படுகின்றன.

#### ஆ. அலையாத்தி அல்லது சதுப்புநிலக் காடுகள்

இவை முகத்துவாரங்கள், தீவுகளின் சதுப்பு நில ஓரங்களிலும், கடற்கரையோரங்களுக்கு அருகேயும் வளரும் காடுகளாகும். இங்கு உவ்ரநிலத் தாவரங்கள் அதிகம் காணப்படுகின்றன. இவை தாங்கு வேர்கள், சுவாச வேர்கள் மற்றும் கனிக்குள் விதை முளைத்தல் (விவிபாரி) ஆகிய பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இங்கு காணப்படும் பொதுவான தாவரங்கள் ரைசோபோரா, அவிசினியா, சொனரேசியா ஆகியவைகளாகும். இக்காடுகள், குஜராத், கங்கை, மகாநதி, கோதாவரி, கிருஷ்ணா ஆகிய நதிகளின் டெல்டா, சுந்தரவனப் பகுதிகளிலும் தமிழ்நாட்டில் பழவேற்காடு, பிச்சாவரம், இராமநாதபுரம் ஆகிய பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன.

#### இ. நன்னீர் சதுப்புநிலக் காடுகள்

இவ்வகைக்காடுகள் மழை அல்லது ஆற்றுநீர் சில காலங்கள் சேமித்து வைக்கப்படும் தாழ்வான் படுகைகளில் காணப்படுகின்றன. எனவே நிலத்தடிநீர் பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு அருகில் உள்ளது. இங்குள்ள பொதுவான தாவரங்கள் சாலிக்ஸ், ஏசர், பைகஸ் மற்றும் அனைத்து வகையான பூக்களும், புல் போன்ற தாவரங்களும் ஆகும். இக்காடுகள் தமிழ்நாட்டில் காஞ்சிபுரம், கன்னியாகுமரி ஆகியவற்றின் ஈர நிலங்களில் காணப்படுகின்றன.

### II. வறண்ட வெப்பமண்டலக் காடுகள்

இவை வெப்பமண்டல வறண்ட இலையுதிர் காடுகள், வெப்பமண்டல முட்காடுகள், வெப்பமண்டல வறண்ட பசுமைமாறாக் காடுகள் என மூன்று வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

#### 5. வெப்பமண்டல வறண்ட இலையுதிர்க் காடுகள்

இவ்வகைக் காடுகள் கடல் மட்டத்திலிருந்து (MSL) 400 முதல் 800 மீ உயரத்தில் காணப்படுகின்றன. ஆண்டு மழைப்பொழிவு 70 முதல் 100 செ.மீ வரை குறைவாக உள்ள பகுதிகளில் இவை காணப்படுகின்றன. நாட்டின் மிகப்பெரிய வனப்பகுதி வெப்பமண்டல வறண்ட இலையுதிர்க் காடுகளால் ஆக்கிரமிக்கப்பட்டுள்ளது. வறண்ட பருவம் மிக நீண்டது மற்றும் பெரும்பாலான மரங்கள் இப்பருவத்தில் இலைகளற்றதாகவே உள்ளன. இந்த காட்டில் காணப்படும் மரங்கள் அடர்த்தியானவை அல்ல, மேலும் 10 முதல் 15 மீ. உயரம் வரை வளர்பவை. இங்குள்ள பொதுவான தாவரங்கள் டால்பெர்ஜியா, டயோஸ்பைரஸ், டெர்மினாலியா, அக்கேஷியாகுளோரோசைலான், பாஹனியா மற்றும் ஜூஜிபஸ் ஆகியனவாகும். ஏறுகொடிகளான காம்பிரிடம், ஹிப்டேஜ்; சிறு செடிகளான அபுட்டிலான், அக்கிராந்தஸ், ட்ரிபுலஸ் ஆகிய சிலவும் காணப்படுகின்றன. ஆந்திரபிரதேசம், பஞ்சாப், உத்திரபிரதேசம், பீகார், ஒடிசா, மத்திய பிரதேசம் மற்றும் தமிழ்நாட்டின் அனைத்து மாவட்டங்களின் தாழ்வான இடங்களில் இக்காடுகள் காணப்படுகின்றன.

#### 6. வெப்பமண்டல முட்காடுகள்

இவ்வகைக் காடுகள் சமவெளிப்பகுதிகளிலிருந்து 400 மீ. உயரம் வரை பரவி உள்ளன. இந்த இடங்களில் ஆண்டு மழையளவு 20 செ.மீ. – 70 செ.மீட்டருக்கு இடைப்பட்டது. வறண்ட பருவம் அதிகவெப்பமானது மற்றும் மிகவும் நீண்டது. சிறிய மரங்கள் 8 முதல் 10 மீ. நீளம் மற்றும் பெரிய முட்கள் அல்லது சிறிய முட்களையுடைய புதர்ச்செடிகள் போன்ற வளர்ச்சி குன்றிய திறந்த வெளித் தாவரங்களை இவை கொண்டுள்ளன. இங்குள்ள தாவரங்கள் ஆண்டின் பெரும்பாலான நாட்களில் இலைகளற்றும், லேட்டகஸ் கொண்ட பல சிற்றினங்களும் காணப்படுகின்றன. மழைக்காலங்களில் செழித்து வளரும் குறுகிய கால சிறுச்செடிகள் மற்றும் புற்களை இவை கொண்டுள்ளன. இங்கு காணப்படும் பொதுவான தாவரங்கள் அக்கேஷியா, கேசியா, கலோட்ராபிஸ், அல்பிசியா, ஜூஜிபஸ், டைக்ரோஸ்டாக்கிஸ், யூ போர்பியா, கப்பாரிஸ் மற்றும் பல உண்ண இயலாச் சிற்றினங்களும் ஆகும். இக்காடுகள் கர்நாடகா, ஆந்திரபிரதேசம், மகாராஷ்டிரா, தென் பஞ்சாப், இராஜஸ்தானின் பெரும்பாலான பகுதிகள், குஜராத்தின் ஒரு பகுதி மற்றும் தமிழ்நாட்டில் திருநெல்வேலியிலும் காணப்படகின்றன.

#### 7. வெப்பமண்டல வறண்ட பசுமைமாறாக் காடுகள்

இவ்வகையான காடுகள் ஆண்டு மழையளவு அதிகமாக இருக்கும் இடங்களில் காணப்படுகின்றன. ஆனால் வறண்ட பருவம் ஒப்பீட்டளவில் அதிகமாகக் காணப்படும். இவற்றில் அடர்த்தியான, பசுமைமாறா, குட்டையான 10 முதல் 15 மீ. உயரம் வரை வளரும் மரங்கள் காணப்படுகின்றன. இங்குள்ள பொதுவான தாவரங்கள் மனில்காரா, வால்சுரா, டையோஸ்பைரஸ், மெமிசைலான் ஆகும். இவ்வகைத் தாவரங்கள் தமிழ்நாட்டின் கிழக்குக் கடற்கரை பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை தமிழ்நாட்டின் கடற்கரை மாவட்டங்களான திருவள்ளூரிலிருந்து நாகப்பட்டினம் வரை காணப்படுகின்றன.

### III. மலையக மிதவெப்பமண்டலக் காடுகள்

இக்காடுகள் அதிக மழை பெறும் பகுதிகளில் உள்ளன. ஆனால் வெப்பமண்டலங்களை விட குளிராகவும், குளிர்மண்டலக் காடுகளை விட வெப்பம் மிகுந்தும் இருக்கும் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை 1000 மீ. முதல் 2000 மீ. வரை உயரமுள்ள பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன.

இக்காடுகள் யூஜினியா, சைசிஜியம், டூனா போன்ற பசுமைமாறா தாவரங்களை கொண்டுள்ளன. தொற்றுத் தாவரங்களாக உள்ள பல்வேறு ஆர்கிட்கள் மற்றும் பெரணிகள் காணப்படுகின்றன. இவை நீலகிரி, மகாபலேஷ்வர், அசாம், மணிப்பூர் ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டில் கிழக்கு தொடர்ச்சி மலையின் சேர்வராயன் மலை, கொல்லிமலை மற்றும் பச்சைமலையின் மேல் சரிவு மற்றும் உயர்ந்த சமவெளி பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை,

#### 8. மிக வெப்பமண்டல அகன்ற இலைக்காடுகள்

(தமிழ்நாடு, கேரளா, கர்நாடகம் மற்றும் அசாம்)

#### 9. மித வெப்பமண்டல ஊசியிலைக் காடுகள்

(பஞ்சாப், உத்திரபிரதேசம் மற்றும் சிக்கிம்மின் ஒரு பகுதி)

#### 10. மித வெப்பமண்டல வறண்ட பசுமைமாறாக் காடுகள்

(சிவாலிக் மற்றும் மேற்கு இமயமலையின் அடிக் குன்றுகள்) என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

#### IV) மலையக குளிர்மண்டலக் காடுகள்

இவ்வகைக் காடுகள் ஈரப்பதம் மற்றும் வெப்பநிலை ஒப்பீட்டளவில் குறைவாக இருக்கும் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. மிகவும் அடர்ந்த, பரந்துவிரிந்த புற்களின் வளர்ச்சி மற்றும் 15 முதல் 45 மீட்டர் வரை உயரமுள்ள பசுமைமாறா மரங்கள் இக்காடுகளில் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக ஆர்டோகார்பஸ், பிலானோகார்பஸ், டிரோகார்பஸ், மிரிஸ்டிகா, வன்கொடிகள், பெரணிகள், தொற்றுத் தாவரங்கள் ஆகியவை இவற்றில் காணப்படுகின்றன. இவை மலையக ஈர குளிர்மண்டலக் காடுகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இக்காடுகள் இமயமலைப் பகுதிகளில் அதிகம் காணப்படுகின்றன. இவை மேலும்

#### 11. மலையக ஈர குளிர்மண்டலக் காடுகள்

#### 12. இமயமலை ஈரப்பதமிக்க குளிர்மண்டலக் காடுகள்

#### 13. இமயமலை வறண்ட குளிர்மண்டலக் காடுகள் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

தமிழ்நாட்டில் மலையக குளிர்மண்டலக் காடுகள் ஆனைமலை, நீலகிரி, பழனி மலைகளில் 1000 மீட்டர் உயரத்திற்கு மேலுள்ள ஈரமான பள்ளத்தாக்குகள், குறும்பள்ளத்தாக்குகள் ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகின்றன. தமிழகத்தில் இவை 'சோலைகள்' (sholas) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக ஐல்கன், சைசிஜியம், மைக்கேலியா, யூர்யா, ரோடோடெண்ட்ரான் போன்ற தாவரங்கள் இங்கு காணப்படுகின்றன.

#### V. துணை பனிமலைக் காடுகள்

#### 14. துணை பனிமலைக் காடுகள்

இந்த வகைக் காடுகள் 2900 மீ. முதல் 3500 மீ. உயரத்தில் காணப்படுகின்றன. இங்கு ஒரு ஆண்டின் பல வாரங்களில் பனிப்பொழிவும் 65 செ.மீட்டருக்கு குறைவான மழைப்பொழிவும் காணப்படுகிறது. எனவே வருடத்தின் பெரும்பாலான நேரங்களில் 0°Cக்கு குறைவாகவும், பலத்த காற்றும் வீசுகிறது. இவற்றில் பொதுவாக ஏபிஸ், பைனஸ், பெட்டுலா, குர்காஸ், சாலிக்ஸ், ரோடோடெண்ட்ரான் போன்ற மரங்களும், அதிகப்படியான தொற்றுத் தாவரங்களான ஆர்கிட்கள், மாஸ்கள், லைக்கன்கள் ஆகியவையும் காணப்படுகின்றன. இவை இமயமலையின் லடாக்கின் மேற்குப் பகுதியிலிருந்து அருணாசலப்பிரதேசம், அசாம், ஜம்மு மற்றும் காஷ்மீர் ஆகிய பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன.

#### VI. பனிமலை – புதர் காடுகள்

இந்த வகை காடுகள் இமயமலையின் 3600 மீ. முதல் 4900 மீ. உயரத்தில் காணப்படுகின்றன. உயரம் அதிகரிக்க மரத்தின் உயரம் குறைகிறது. பொதுவாக சிறிய வகை தாவரங்களான சிடம், பிரைமுலா, சாக்ஸி.ப்ரேகா, ரோடோடெண்ட்ரான், ஜூனிபெரஸ் மற்றும் பல வகையான லைக்கன்கள் ஆகியவை இவற்றில் காணப்படுகின்றன. இவை மேலும்

#### 15. ஈரப்பத பனிமலை புதர்க்காடுகள்

#### 16. வறண்ட பனிமலை புதர்க்காடுகள் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.



## 2. புல்வெளி தாவரத்தொகுப்பு

இங்கு புற்கள் மற்றும் புற்கள் ஓத்த தாவரங்கள் ஆதிக்கம் செலுத்துகின்றன. இவை கடல்மட்டத்திற்கு மேல் 150 முதல் 2000 மீ. உயரத்தில் காணப்படுகின்றன. முக்கிய தாவர குடும்பங்களான போயேசி,சைபரேசி, பேபேசி, ஜென்டியனேசி மற்றும் ஆஸ்டரேசி ஆகியன பொதுவாக காணப்படகிறது. இவை புல்இனத் தாவரங்களை மட்டும் கொண்டிருப்பதில்லை. மேலும் பல்வேறு வகையான நுண் மற்றும் பெரிய விலங்குகளின், வாழ்விடங்களாகவும் இவை உள்ளன. மலையின் உயரத்தின் அடிப்படையில் புல்வெளிகள், தாழ்புல்வெளிகள், உயர்புல்வெளிகள் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

மனிதனால் உருவாக்கப்பட்டு, பராமரிக்கப்படும் புல்வெளிகள் மனித இனத்தால் தோன்றிய புல்வெளிகள் (Anthropogenic grassland) எனப்படுகின்றன.

### அ. தாழ் புல்வெளிகள்

இவ்வகையான புல்வெளிகள் 1000 மீ. உயரம் வரை காணப்படுகின்றன. இங்குள்ள பொதுவான தாவரங்கள் ஹாலோபைரம், காட்டுச் சக்காரம், அருண்டினெல்லா, ஹெட்டிரோபோகன் மற்றும் கிரைசோபோகன் போன்றவைகளைக் கொண்டுள்ளன. இந்த வகையான புல்வெளிகள் கடலோரப் பகுதிகள், ஆற்றுப் பாதைகள் மற்றும் வண்டல் படுகைகளான டெக்கான் பீடபூமி, சோட்டாநாக்பூர் பீடபூமி, கங்கை பிரம்மபுத்திரா சமவெளி, கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைகள் போன்ற இடங்களில் பரவிக் காணப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டில் கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைகளில் காணப்படுகின்றன. இவைகள், உள்ளூர் காடுகளோடு சிதறி மற்றும் இடையிடையே கலந்து காணப்படுகின்றன. இவ்வகைப் புல்வெளிகள் பல்வேறு உயிரினங்களினால் கணிசமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. வறண்ட மாதங்களில் தீ உருவாதல் என்பது இங்கு பொதுவாக நிகழக்கூடியது.

### ஆ. உயர் புல்வெளிகள்

இவ்வகைப் புல்வெளிகள் 1000 மீ. உயரத்திற்கு மேல் காணப்படுகின்றன. இங்குள்ள பொதுவான தாவரங்கள் கிரைசோபோகன், அருண்டினெல்லா, ஆன்ட்ரோபோகன், ஹெட்டிரோபோகன், சிம்பபோகன், இம்பிராட்டா, பெஸ்டுகா மற்றும் அக்ரோஸ்டிஸ் ஆகியவையாகும். இது இமயமலையின் தெற்கு சரிவுகள், இமயமலையின் துணை எல்லைகள் நாகாலாந்து, ஹிமாச்சல் பிரதேசம் மற்றும் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை பகுதிகளிலும் பரவிக் காணப்படுகின்றன.

தமிழ்நாட்டில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையின் உயர்ந்த பகுதிகளிலும், பள்ளத்தாக்குகளின் தாழ்வான மற்றும் நீர் உருண்டோடும் பகுதிகளில் ஏற்படும் சிறு பள்ளங்களிலும் காணப்படகின்றன எனவே இப்புல்வெளிகள் உருண்டோடும் புல்வெளிகள் (rolling grassland) அல்லது சோலைகுழ் புல்வெளிகள் (shola grasslands) என அழைக்கப்படுகின்றன. புற்கள், சிறுச்செடிகள், சில புதர்ச்செடிகள், வளர்ச்சி குன்றிய மரங்கள் போன்ற பல்வேறு வகையான தாவர வகைகள் இங்கு காணப்படுகின்றன.

நீலகரியில் சராசரி கடல்மட்டத்திற்கு மேல் (MSL) 7000 அடி உயரமுள்ள மலை உச்சியில் ஒரே காலநிலை தாக்கத்தினால் இரண்டு உச்சநிலை குழுமங்கள் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: சோலைகள் மற்றும் புல்வெளிகள்.

## 3. கரையோரம் வாழும் தாவரத்தொகுப்பு

இவ்வகையான தாவரங்கள் ஓடைகள் மற்றும் ஆறு போன்ற பகுதிகளின் கரையோரங்களில் காணப்படுகின்றன. இங்கு பொதுவான தாவர இனங்களாக டெர்மினேலியா, டையோஸ்பைரஸ், சாலிக்ஸ், பைகஸ் மற்றும் புற்கள் போன்றவை காணப்படுகின்றன. இது கோதாவரி, கிருஷ்ணா, கங்கை, பிரம்மபுத்திரா, நர்மதா, யமுனா நதிக்கரையோரங்களிலும் மற்றும் தமிழ்நாட்டின் காவிரிக் கரையோர படுகையிலும், தாமிரபரணி ஆற்றின் ஓரங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

### செயல்பாடு

அருகிலுள்ள காடு மற்றும் நீர்நிலைகளை பார்வையிட்டு, காணப்படும் இனங்களை

உற்று நோக்கி, பல்வேறு வகையான தாவர தொகுப்புகளை அடையாளம் காண்.

#### 4. நீர் மற்றும் நீர்-நிலம் வாழ் தாவரத்தொகுப்பு

இந்த வகை தாவரங்கள் ஏரிகள், குளங்கள், குட்டைகள், சதுப்பு நிலங்கள் ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகின்றன. இங்குள்ள பொதுவான தாவரங்கள் நிலம்போ, நிம்.பையா, பகோபா, டை.பா, பாண்டனஸ், சைப்ரஸ், அஸ்கீனாமின், ஹைட்ரில்லா, அபனோஜிடான் மற்றும் பொட்டமோஜிட்டான் ஆகியனவாகும். இது தமிழ்நாட்டின் பல்வேறு பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.



அலகு- 8  
சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகள்

**பசுமை இல்லவிளைவும் புவிவெப்பமடைதலும் (Green House effect and Global Warming):**

சூரியனிடமிருந்து வரக்கூடிய வெப்பக்கதிர்கள் வளிமண்டலவாயுக்களால் கவரப்பட்டு வளிமண்டலத்தில் வெப்பம் அதிகரிக்கும் நிகழ்வைப் பசுமை இல்லவிளைவு என்கிறோம். வெப்பக் கதிர்களைக் கவர்ந்திழுக்கும் வாயுக்களைப் பசுமை இல்லவாயுக்கள் (Green House Gases) என அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றுள் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு ( $CO_2$ ), மீத்தேன் ( $CH_4$ ) நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு ஆக்ஸைடு ( $CO_2$ ) மீத்தேன் ( $CH_4$ ), நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு ( $N_2O$ ) ஆகியவை அடங்கும். மேலும் செயற்கை வேதி பொருட்களாகிய குளோரோஃபுளோரோ கார்பன் (ஊகுஊ) போன்றவைகளும் வெப்பக் கதிர்களைக் கவர்ந்து புவியின் வெப்பத்தை அதிகரிக்கின்றன. இத்தகைய வாயுக்களின் அதிகரிப்பு பருவநிலை மாற்றம், பெரும் சூழல்மண்டலங்கள் மாற்றம் போன்றவற்றை ஏற்படுத்துகின்றன. வெப்பத்தினால் பெருமளவில் பாதிக்கப்படுவது பவழப் பாறைகள் அதிகம் நிறைந்த சூழல்மண்டலங்களாகும். எடுத்துக்காட்டாக: பவழப் பாறைகள் வெளிர்நதல் (coral bleaching) தமிழ்நாட்டில் மன்னார் வளைகுடா பகுதியில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

**பசுமை இல்லவிளைவை உண்டாக்கும் மனிதச் செயல்பாடுகள்:**

- தொல்லுயிர் படிமளிபொருட்களை எரிக்கும் போது  $CO_2$  மற்றும்  $CH_4$  அதிகம் வெளிப்படுதல்.
- வேளாண் மற்றும் கால்நடைவளர்ப்பு போன்றவற்றின் செயல்முறைகளில் மாற்றங்களை உண்டாக்குதல்.
- குளிர்சாதனப் பெட்டி, காற்று குளிர்விப்பான்கள் போன்ற மின்னணு சாதனங்களிலிருந்து குளோரோஃபுளோரோ கார்பன் வெளியேறுதல்.
- வேளாண் நிலங்களில் பயன்படுத்தப்படும் உரங்களில் இருந்து  $N_2O$  வெளிப்படுதல்
- தானியங்கிவாகனங்களில் இருந்து வெளிவரும் புகை

பசுமை இல்ல வாயுக்களின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும் போது புவியின் சராசரி வெப்பநிலையும் உயர்கின்றது (அதிகபட்ச 4000 வருடங்கள்). இதுவே புவி வெப்பமடைதல் (global warming) என அழைக்கப்படுகின்றது.

பெருகிவரும் மக்கள் தொகைக்கேற்ப உணவுப் பொருட்களின் உற்பத்தி, நார் பொருட்கள் மற்றும் எரிப்பொருட்களின் தேவையும் அதிகரிக்கப்பட வேண்டியுள்ளது. இதுவே புவி வெப்பமடைதலுக்கு முக்கிய காரணமாகக் கருதப்படுகிறது.

**புவி வெப்பமடைதலின் விளைவுகள்:**

- புவியின் வெப்பம் அதிகரிக்கும் போது துருவப் பகுதியில் பனிக்குன்றுகள் மற்றும் பனிக்கட்டிகள் உருகத் தொடங்குகின்றன. இதன் காரணமாகக் கடல்நீர் மட்டம் உயர்ந்து உலகின் பல பகுதிகளிலுள்ள உயர்ந்து உலகின் பல பகுதிகளிலுள்ள கடலோர நகரங்கள் மூழ்கும் நிலை ஏற்படும்.
- காலநிலையில் தீவிர மாற்றங்களை ஏற்பட்டு அதன் மூலம் கடும் வெள்ளப்பெருக்கு, அதிக வறட்சி போன்றவை நிலவும்.
- உயிரிபன்மைத் தன்மை குறைந்து வருவதோடு, சில சிற்றினங்கள் அழியும் நிலை ஏற்படும். வெப்ப மண்டல மற்றும் மித வெப்பமண்டலப் பிரதேசங்களில் உணவு உற்பத்தி குறையும்.

**பசுமை இல்லவாயுக்கள் வெளிவிடும் மூலங்கள் (இயற்கைமற்றும் மனித, இனம் மூலம்) (Sources of Green House Gases Emission – Natural and Anthropogenic):**

**CO<sub>2</sub> (கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு)**

- நிலக்கரியைச் சாந்துள்ளமின் உற்பத்திநிலையங்களில் தொல்லுயிர் படிமளிப்பொருட்கள் எரிக்கப்படும் போது
- தானியங்கிவாகனங்கள்,வணிகஊர்திகள்,வானூர்திகள் போன்றவற்றின் எரிப்பொருட்கள் எரிக்கப்படுவதால் புவிவெப்பமடைதல் அதிகளவில் ஏற்படுகிறது.
- வேளாண் நிலங்களில் அறுவடையின் போதுஎஞ்சிநிற்கும் அடிக்கட்டைப் பயிர்களைஎரிப்பதாலும் CO<sub>2</sub>வெளியேற்றப்படுகின்றது.
- கரிமப்பொருட்கள்,எரிமலைகள்,மிதவெப்பக்கடல்கள் மற்றும் வீழ்படிவங்கள் மூலம் இயற்கையாகஉருவாதல்.

**புவிவெப்பமடைதலால் தாவரங்களில் ஏற்படும் விளைவுகள்:**

- வெப்பமண்டலப் பிரதேசங்களில் உணவுஉற்பத்திகுறைதல்.
- வளி மண்டலத்தில் அதிகளவில் வெப்பக் கதிர்கள் (heat waves) வீசுதல் (களைகள்,பூச்சிகள் மற்றும் பூஞ்சைகளுக்குஅதிகவெப்பம் தேவைப்படுகிறது)
- நோய் கடத்திகள் மற்றும் தொற்றுநோய்கள் அதிகம் பரவுதல்
- பலத்த குறாவளிக்காற்றும்,கடுமையானவெள்ளப்பெருக்கும் ஏற்படுதல்.
- தண்ணீர் தட்டுப்பாடுமற்றும் நீர்பாசனக் குறைபாடு
- பூக்கள் தோன்றும் காலங்கள் மற்றும் மகரந்தச் சேர்ப்பிகளில் மாற்றங்கள் நிகழ்தல்
- தாவரப் பரவல் பிரதேசங்களின் சிற்றினங்களில் மாற்றங்கள் காணப்படுதல்
- தாவரங்கள் அழிந்துவருதல்

**மீத்தேன் :**

மீத்தேன்,CO<sub>2</sub>-வைக் காட்டிலும் 20மடங்குவெப்பத்தை வளி மண்டலத்தில் கூட்டுகிறது. நெல் பயிரிடல்,கால்நடைவளர்ப்பு,நீர்நிலைகளில் வாழும் பாக்டீரியங்கள் மற்றும் தொல்லுயிர் படிமளிப்பொருட்களின் உற்பத்தி, கடல்,ஈரத்தன்மையற்றநிலம்,காட்டுத்தீவாயிலாகமீத்தேன் உருவாகிறது.

**N<sub>2</sub>O (நைட்ரஸ் ஆக்ஸைட்):**

இயற்கையில் பெருங்கடல்களிலிருந்தும்,மழைக் காடுகளிலிருந்தும் N<sub>2</sub>Oஉருவாகிறது. நைலான்,நைட்ரிக் அமிலஉற்பத்தி,வேளாண் உரங்களைப் பயன்படுத்துதல்,வினைவேகமாற்றிகள் பொருத்தப்பட்டமகிமுந்துகளைப் பயன்படுத்துதல் மற்றும் கரிமப் பொருட்களைஎரித்தல் போன்றவற்றின் மூலம் N<sub>2</sub>O செயற்கையாகஉருவாகிறது.

**புவிவெப்பமடைதலைத் தடுக்கும் வழிமுறைகள்:**

- புவிப் பரப்பின் மீதுதாவரப் போர்வையைஅதிகரித்தல்,அதிகமரங்களைவளர்த்தல்
- தொல்லுயிர் படிமளிப்பொருட்கள்,பசுமை இல்லவாயுக்கள் பயன்பாட்டைக் குறைத்தல்
- புதுப்பிக்கத்தக்கஆற்றல் வளஆதாரங்களைப் பெருக்குதல்
- நைட்ரஜன் உரங்கள் மற்றும் ஏரோசால் (aerosol) குறைந்தஅளவுபயன்படுத்துதல்.

**ஓசோன் குறைதல் (Ozone depletion):**

ஓசோன் அடுக்குபுவியின் மீவளிமண்டலஅடுக்கின் (Stratosphere) ஒருபகுதியாகஅமைந்துள்ளது. இது சூரியனிடமிருந்து வரக்கூடியபுறஊதாக் கதிர்களைப் பெருமளவில் கவர்ந்துகொள்கிறது. இதனால்

இவ்வடுக்கினைஓசோன் கவசம் (Ozone Shield) என்றும் அழைக்கலாம். இவ்வடுக்குப் புறஊதாக்கதிர்களைத் தடுத்துநிறுத்திப் புவியில் வாழும் உயிரினங்களைப் பாதுகாக்கும் அடுக்காகவிளங்குகிறது.

வளி மண்டலத்தின் மேற்பகுதியில் இரண்டுஅடுக்குகள் காணப்படுகின்றன. அவையாவனஅடிவளிமண்டலம் (troposphere) (கீழுக்கு) மற்றும் மீவளிமண்டலம் (stratosphere) (மேலடுக்கு) அடிவளிமண்டலப் பகுதியில் காணக்கூடியஓசோன் படலம் பயனற்றதாகும் (bad ozone).அதேசமயம் மேலடுக்கில் காணப்படும் ஓசோன் படலம் நன்மைத்தரும் அடுக்காகும் (good ozone). ஏனெனில் இவ்வடுக்குமட்டுமே சூரியனிடமிருந்து வெளிப்படும் UVகதிர்களை,பெருமளவில் தடுத்துநிறுத்திDNAசிதைவினால் உயிரினங்களில் தீங்குண்டாவதுதடுக்கப்படுகிறது.

ஓசோன் அடுக்கின் தடிமண் டாப்ஸன் அலகுகளால் (Dobson Units) அளவிடப்படுகின்றன. இதன்மூலம் புவிப் பரப்பிலிருந்து வளி மண்டலத்தின் வெளிப்பகுதிவரையிலும் காற்றில் கலந்துள்ளஓசோன் படலத்தைஅளவிடமுடியும்.

சிலவகையானவேதிப் பொருட்கள் வளி மண்டலத்தில் வெளியிடப்படும் போதுஓசோன் படலம் தொடர்ந்துபாதிப்பிற்குள்ளாகிறது. குறிப்பாக,குளிர்சாதனப் பெட்டிகளிலிருந்துவெளியேறும் குளோரோ.புளோரோகார்பன்,ஏரோசால்,

ஓசோன் ஒருநிறமற்றவாயு. இதுகாற்றின் மாசுப்பொருட்களுடன் துரிதமாகவினைபுரியக்கூடியது. இது இரப்பரில் வெடிப்புகளையும் தாவரஉயிரிகளில் காயத்தையும் மற்றும் நுரையீரல் திசுக்களில் சிதைவினையும் ஏற்படுத்தக்கூடியதாகும். சூரிய ஒளியிலிருந்துUV - aமற்றும் UV - bஎனும் தீங்குவிளைவிக்கும் கதிரியக்கத்தைஓசோன் உட்கிரகிக்கும் தன்மையுடையது.

டாப்ஸன் அலகுஎன்றால் என்ன?

மொத்தஓசோன் அளவிடஉதவும் ஓர் அலகுடாப்ஸன் அலகுஎனப்படும். 0°வெப்பநிலையில் 1 வளிமண்டலஅழுத்தத்தில் (புவிப்பரப்பின் மீதுள்ளகாற்றழுத்தம்)0.01மல்லிமீட்டர் தடிமண் கொண்ட தூய ஓசோன் அடுக்கைஉருவாக்கத் தேவைப்படும் ஓசோன் மூலக்கூறுகள் எண்ணிக்கைஒருடாப்ஸன் அலகுஎனப்படும். புவிப்பரப்பின் மீதுகாணப்படும் மொத்தஓசோன் அடுக்கு 0.3 செ.மீ (3 மி.மீ) தடிப்புள்ளதுஆகும். இது300 DUஎனக் குறிப்பிடப்படும்.

புவியின் மொத்தஓசோன் அமைப்பைக் காண்பிக்கும் பொய் நிறத்தோற்றம் ஊதாமற்றும் நீலநிறங்கள் ஓசோன் மிகக் குறைந்தபகுதியாகும். மஞ்சள் மற்றும் சிவப்புநிறப் பகுதிகள் ஓசோன் மிகுபகுதியெனஅறியலாம்.

தொழிற்சாலைகளில் அழுக்குநீக்கும் வேதிப் பொருட்கள் போன்றவை இத்தகையபாதிப்பினைஏற்படுத்துகின்றன. ஓசோன் அடுக்கின் அடர்வுவெகுவாகக் குறைந்துகாணப்படும் பகுதிகள் அபாயகரமானபகுதியாகக் கண்டறியப்பட்டுஅப்பகுதியைஓசோன் துளை(Ozone hole)எனஅழைக்கப்படுகின்றன.

### செப்டம்பர் 16 –உலகஓசோன் தினம்

மீவளிமண்டலஅடுக்கில் ஓசோன் அளவுகுறைந்துவரும் நிலையில் அதிகப்படியானபுறஊதாக்கதிர்கள் குறிப்பாகUV Bகதிர்கள் புவியைவந்தடைகின்றன. இக்கதிர்கள் உயிரி மூலக்கூறுகளையும்,உயிர்ச் செல்களையும் அழிக்கின்றன (தோல் மூப்படைதல்). UV-Cஎன்பதுஅதிகளவுசேதம் விளைவிக்கும் UVகதிரியக்கவகையாகும். ஆனால் ஓசோன் படலத்தால் இது முற்றிலும் தடுக்கப்படுகிறது. 95சதவீதUVகதிரியக்கம் தோலின் நிறமாற்றம்,தோல் கருகுதல் மற்றும் தோல் புற்றுநோய் போன்றவற்றைத் தூண்டவும் காரணமாகிறது. இதன்வாயிலாகப் புவியில் உயிரினங்கள் அனைத்தும் ஆரோக்கியமாகவாழஓசோன் அடுக்குசீராக இருப்பதுஒன்றேதீர்வாகும் என்றுஉணர்முடிகிறது.

1970-ஆம் ஆண்டுநடத்தப்பட்டஆய்வுமுடிவில் மனிதன் வாயிலாகவெளியிடப்படும் குளோரோ.புளோரோகார்பன் (CFC)ஓசோன் மூலக்கூறுகளைஅதிகளவில் சிதைத்துவளிமண்டலத்தின் ஓசோன் அளவைவெகுவாகக் குறைத்துவிடுவதுகண்டறியப்பட்டது. இத்தகையஓசோன் குறைபாடுமற்றும் ஆபத்துசர்வதேசஅளவில் அச்சுறுத்தலைஉண்டாக்கும் முக்கியமானபிரச்சினையாகஉள்ளதெனஉலகவானிலைஆய்வுஅமைப்பும்,ஐக்கியநாடுகள் சபையும்

எடுத்துரைத்தன. 1985-ஆம் ஆண்டில் நடைபெற்றவியன்னாமாநாட்டில் நிறைவேற்றப்பட்ட ஒப்பந்தங்கள் (நடவடிக்கைகள்) 1988-ல் தீவிரமாக நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டது. சுற்றுச்சூழலைப் பாதுகாக்க ஏற்படுத்தப்பட்ட வியன்னா கூட்டத்தில் ஆக்கப்பூர்வமான ஒழுங்குநடைமுறைகள் ஒப்பந்தம் (உடன்படிக்கைகள்) வகுக்கப்பட்டது. பிற்காலத்தில் இந்தச் செயல்முறைகள் அனைத்தும் சர்வதேச அளவிலான மாண்ட்ரியல் ஒப்பந்தம் பிற்காலத்தில் இந்தச் செயல்முறைகள் அனைத்தும் சர்வதேச அளவிலான மாண்ட்ரியல் ஒப்பந்தம் (உடன்படிக்கை) (Montreal Protocol) என அழைக்கப்பட்டது. 1987-ல் கனடாவில் நடைபெற்ற சர்வதேசப் பிரதிநிதிகள் குழு கூட்டத்தில், வளிமண்டலத்தில் ஓசோன் படலத்தைச் சேதப்படுத்தும் பொருட்களைக் களைவது குறித்தும் படிப்படியாக அத்தகைய பொருட்கள் உற்பத்தியை நிறுத்தி, பயன்பாட்டைக் குறைக்கவும் குறிக்கோளாகக் கொண்டுவாதிக்கப்பட்டது.

தூய்மைமேம்பாடு செயல்திட்டம் (Clean Development Mechanism - CDM) க்யோட்டோ ஒப்பந்தம் / உடன்படிக்கை (Kyoto Protocol (2007) எனவும் இதனை வரையறுக்கலாம். இதில் சரியான குறிக்கோள்களாக செயல்திட்டம் வகுக்கப்பட்டு நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. அதாவது வானிலை மாற்றத்தின் விளைவால் ஏற்படும் அபாயத்திலிருந்து பாதுகாப்பது மற்றும் பசுமை இல்லவாயுக்கள் வளிமண்டலத்தில் வெளியிடப்படுவதைக் குறைப்பது போன்ற முக்கிய குறிக்கோள்களுக்கான செயல் திட்டம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. CDM திட்டத்தின் மூலம் பல்வேறு நாடுகளில் நச்சவாயுக்களின் வெளியேற்றம் குறைந்திருப்பதோடு சுற்றுச்சூழல் தொடர்ந்து மேம்பாடடைய உணக்குவிக்கப்படும் வருகிறது.

CDM திட்டத்தில் குறிப்பிடத்தக்க செயலுக்கு எடுத்துக்காட்டாகச் சூரிய ஒளியிலிருந்து அல்லது வலிமையான கொதிக்கலன்களிலிருந்தும் மின்சாரம் தயாரிக்கப்படுவதைக் குறிப்பிடலாம். இவை மரபுசார் மின்சார உற்பத்திக்குச் சிறந்த மாற்றாக அமைகின்றன. மேற்குறிப்பிட்ட திட்டங்கள் செயல்படுத்தப்படும் போது வளிமண்டலத்தில் மாசு குறைவதால் அவை சான்றளிக்கப்பட்ட உமிழ்வு குறைப்பு ((Certified Emission Reduction - CER) விருகளையும், சான்றிதழ்கள் மற்றும் தரமதிப்பெண்களையும் பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு தர எண்ணும் ஒருடன் CO<sub>2</sub>-விற்கு இணையாகக் கருதப்படுகிறது. இவை க்யோட்டோ (Kyoto) இலக்கினை இலக்கினை அடைய உதவிபுரிகின்றன.

#### தாவரக் சுட்டிக்காட்டிகள்

சில தாவரங்களின் இருப்பு அல்லது இல்லாமை அங்கு நிலவும் சூழலைச் சுட்டிக்காட்டும் விதத்தில் காணப்படும். தனித்த தாவர சிற்றினமோ அல்லது தாவரத் தொகுப்போ சூழல் நிலைகளைக் கண்டு அளவிட உதவுகின்றன. அவை உயிரி சுட்டிக்காட்டிகள் அல்லது தாவரக் சுட்டிக்காட்டிகள் எனப்படும். உதாரணமாக

வ.எண்	தாவரங்கள்	குறிகாட்டுவது
1	லைக்கன்கள், ஃபைகஸ், பீனூஸ், ரோஜா	சல்ஃபர்-டை-ஆக்ஸைடு சுட்டிக்காட்டிகள்
2	பெட்ரோனியா, க்ரைசாந்திமம்	நைட்ரேட் குறிகாட்டி சுட்டிக்காட்டிகள்
3	க்ளோடியோலஸ்	ஃப்ளூரைட் மாசுபாடு சுட்டிக்காட்டிகள்
4	ரொபீனியா சூடோ அகேசியா	குள உலோகத் தூய்மைக்கேட்டைக் சுட்டிக்காட்டும்

#### ஓசோன் குறைதலின் விளைவுகள்:

##### முக்கிய விளைவுகளாவன:

- கண்ணில் புரை உண்டாதல், தோல் புற்றுநோய் அதிகளவில் தோன்றுதல், மனிதனின் நோயெதிர்ப்பு சக்தி குறைந்து விடுதல்.
- இளமைக்காலங்களிலேயே விலங்கினங்கள் மடிந்து போதல்
- சடுதி மாற்றங்கள் அடிக்கடி ஏற்படுதல்

- ஒளிச்சேர்க்கைவேதிப்பொருட்கள் பாதிக்கப்பட்டு அதன் மூலம் தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கை தடைப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கை அளவு குறைந்துவரும் வேளையில் உணவு உற்பத்தி குறைந்து உணவுப் பற்றாக்குறை ஏற்படும். மேலும் வளி மண்டலத்தில் CO<sub>2</sub> அளவு அதிகரித்துப் புவியெவப்பமடையும்.
- வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது வானிலை, மழைப்பொழிவு போன்ற காலநிலையில் மாற்றம் ஏற்படும். இதன் விளைவால் வெள்ளப்பெருக்கு, வறட்சி, கடல்மட்டம் உயர்தல் போன்றவை ஏற்படும். சூழல் மண்டலங்கள் நடுநிலைத்தன்மை இழந்து தாவரங்களும், விலங்குகளும் பாதிப்பிற்குள்ளாகும்.

### வனவியல்

#### வேளாண் காடுகள்:

வேளாண் காடுகள் என்பது ஒரு நிலப்பகுதியில் காணப்படும் மரங்கள், பயிர்கள் மற்றும் கால்நடைகளின் ஒருங்கிணைப்பாகும். அவற்றிற்கிடையேயுள்ள தொடர்புகளை அறிவதே இதன் முக்கிய நோக்கமாகும். எடுத்துக்காட்டு: பல்வேறு வகையான மரங்கள் மற்றும் புதர் செடிகளுக்கிடையே ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பயிர்களை ஊடு பயிரிடுதல், இவை அதிக விளைச்சலைத் தருவதோடு பராமரிப்பு செலவையும் குறைக்கிறது. இந்த வேளாண் மற்றும் வனவியல் கூட்டு செயல்பாடு உயிரிபன்மம் அதிகரிப்பதோடு மண் அரிப்பைத் தடுத்தல் போன்ற பல்வேறு வகையான நன்மைகளைத் தருகிறது.

வணிகரீதியாக வளர்க்கப்படும் வேளாண் காடுகளில் சில முக்கியத் தாவரச் சிற்றினங்களான கேசுரைனா, யூக்களிப்டஸ், மலைவேம்பு, தேக்கு, கடம்பு ஆகியவைகள் அடங்கும். அவைகளில் 20 மரச் சிற்றினங்கள் வணிகரீதியான வெட்டு மரங்களாக அடையாளம் காணப்பட்டுள்ளது. இவைகள் மரம் சார்ந்த தொழிற்சாலைகளில் பெரும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

#### வேளாண் காடுகளின் நன்மைகள்:

- இதுமண் பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதோடு நீர் சேகரிப்பு மற்றும் மண்ணின் நிலைப்புத்தன்மையை நிலைநிறுத்தவும் (உவர்தன்மை மற்றும் நீர்மட்டம்), நிலச்சரிவு மற்றும் நீரின் ஓட்டத்தையும் குறைக்கின்றன.
- உயிரினங்களுக்கு இடையேயான ஊட்டச் சுழற்சியை மேம்படுத்துவதோடு கரிமப் பொருட்களையும் பராமரிக்க உதவுகின்றன.
- மரங்கள் பயிர்களுக்கு நுண் காலநிலையைக் கொடுப்பதோடு ஒரே சீரான O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> சமநிலை, வளிமண்டல வெப்பநிலை மற்றும் ஒப்புசர்ப்பத்தையும் பராமரிக்கின்றன.
- குறைந்தபட்சம் மழையளவுகளைப் பெறும் வறண்ட நிலங்களுக்குப் பொருத்தமானது. ஆகையால் இம்முறை ஒரு சிறந்த மாற்றுநிலப் பயன்பாட்டு முறையாகும்.

பலநோக்குப் பயனுடைய அக்கேஷியா போன்ற மர வகைகள் மரக்கூழ், தோல் பதனிடுதல், காகிதம் மற்றும் விறகாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பின்வரும் நோக்கங்களுக்காக வேளாண் காடுகள் பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. வனங்கள் விரிவாக்கம் செய்வதற்காகப் பண்ணைக் காடுகளாகவும், கலப்பு காடுகளாகவும், காட்டு விசைத் தடுப்பரண்களாகவும், நெடுக்குத்துண்டு நிலங்களில் தோட்டத்தாவர வளர்ப்பு போன்றவற்றிற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

#### நிலையழிந்த வனங்கள் மற்றும் பொழுதுபோக்குக் காடுகளைப் புனரமைத்தல்:

புற்களுடன் கட்டைத்தன்மையுடைய தாவரங்களை வளர்க்கும் முறை மரப்புல் வெளி (Silvopasture) எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

இது கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

## 1. புரத வங்கி(Protein bank):

தீவனஉற்பத்திக்காகப் பல்நோக்குடையமரங்களைவேளாண் மற்றும் சுற்றுப்புறநிலங்களின் உள் மற்றும் எல்லாப் பக்கங்களிலும் நடவுசெய்துவளர்க்கப்படுகிறது.

### எடுத்துக்காட்டு:

அக்கேஷியாநிலோடிகா, அல்பிஜியாலெப்பக், அசாடிராக்டா இண்டிகா, கிளைரிசிட்யாசிபியம், செஸ்பேனியாகிராண்டி. புளோரா.

## 2. உயிரிவேலிமற்றும் காப்பரணாகத் தீவனமரங்கள் (Live fence of fodder trees and hedges):

வெளிவிலங்குகள் அல்லதுபிறஉயிரிக் காரணிகளின் தாக்கத்திலிருந்துசொத்துக்களைப் பாதுகாக்கப் பல்வேறுவகையானதீவனமரங்கள் மற்றும் காப்பரண்கள் ஆகியனஉயிரிவேலியாகவளர்க்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு: கிளைரிசிட்யாசிபியம், செஸ்பேனியாகிராண்டி. புளோரா, எரித்ரைனாசிற்றினம், அக்கேஷியாசிற்றினம்

## சமூகக் காடுகள் (Social forestry):

உள்ளூர் சமூகத்தால் நீடித்தநிலைத்தகாடுகளைப் பராமரிப்பதன் நோக்கம் வளிக் கார்பன் சேகரிப்பு, மாற்றங்களைக் குறைத்தல், மாசுபாடுநீக்கம், காடழிப்புக்காடுகள் மீட்டெடுப்புமற்றும் இளைஞர்களுக்குமறைமுகவளர்ப்புவெற்றுநிலங்களில் காடுகள் பராமரிப்புமற்றும் காடுவளர்ப்பு ஆகியவற்றைக் குறிப்பதோடுசுற்றுச்சூழல், சமூகம் மற்றும் கிராமப்புறவளர்ச்சி ஆகியநன்மைகளுக்கு உதவுகிறது. காடுவளர்ப்புத் திட்டம் மக்களின் நன்மைக்காகவும், அவர்கள் பங்குபெறுவதற்கும் செயல்படுத்தப்படுகிறது. அரசியல் மற்றும் பொதுநிறுவனங்கள் மூலம் காடுகளுக்கு வெளியேமரங்கள் வளர்ப்பதுகாடுகளின் மீதுள்ளதாக்கத்தைக் குறைக்கிறது.

காடுகளுக்கு வெளியேமரம் வளர்ப்பதை ஊக்குவிக்க, 2007-08 முதல் 0211-12 வரை மாநில அரசால் தனியார் நிலங்களில் மரவளர்ப்பு என்ற முறை செயல்படுத்தப்பட்டது. இலாபகரமான மரவகைகளை தேக்கு, கேசரைனா, எய்லாந்தஸ், சில்வர் ஓக் முதலியவற்றைத் தொகுதி நடவடிக்கையும் ஊடுபயிர் நடவு மூலம் விவசாயநிலங்களில் செயல்முறைபடுத்தப்படுவதோடு காடுகரைகளில் நடவு செய்வதற்காக இலாபகரமான மர இனங்கள் இலவசமாக இதற்காக வழங்கப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டில் நீர்நிலைக் கரையோரத் தோட்டத்தாவரவளர்ப்பு எரிப்பொருளுக்கான முக்கிய ஆதாரமாக விளங்குகிறது. தமிழ்நாட்டிலுள்ள 32 வன விரிவாக்கமையங்கள் கிராமப்புறங்களில் மரம் வளர்க்கத் தேவையான தொழில்நுட்ப ஆதாரவழங்குகின்றன. இந்தமையங்களில் தரமான முட்கள்/முட்களற்ற மரக் கன்றுகள் மூங்கில், கேசரைனா, தேக்கு, வேம்பு, மீலியாடுபியா, ஓட்டுரகப் புளிமற்றும் நெல்லி முதலியவற்றை வழங்கித் தனியார் நிலங்களில் வளர்ப்பதோடு பயிற்சி/முகாம்கள் மூலம் மாணவர்களுக்கிடையே விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்தவும் உதவுகின்றன.

### வன விரிவாக்கமையங்களின் முக்கியச் செயல்பாடுகள்:

- மரவளர்ப்பு பயிற்சி அளித்தல்
- மரவளர்ப்பு பற்றிய விளம்பரமும், பிரச்சாரமும் செய்தல்
- நடவுகளை உருவாக்கி விளக்குதல்
- மலிவு விலையில் நாற்றுகள் வழங்குவதை அதிகரித்தல்
- பயிற்சி மற்றும் முகாம்களின் மூலம் பள்ளி மாணவர்கள் மற்றும் இளைஞர்களுக்குக் காடுகளின் முக்கியத்துவம் பற்றிய விழிப்புணர்வை ஏற்படுத்துதல்.

## காடழிப்பு (Deforestation)

காடழிப்பு சமை இல்லவிளைவையும், புவியெப்பமயமாதலையும் அதிகரிப்பதில் முக்கியப் பங்களிப்பாளர்களில் ஒன்றாகும். காடுள்ள பகுதிகளைக் காடற்ற பகுதிகளாக மாற்றப்படுவதற்குக்



காடழிப்புஎன்றுபெயர். வெட்டுமரம்,காகிதம்,மருந்துமற்றும் தொழிற்சாலைதயாரிப்புகள் போன்றபொருட்கள் உட்படப் பலநன்மைகளைநமக்குவழங்குகின்றன.

### காடழிப்பிற்கானகாரணங்கள்:

- காடுகள் விவசாயத் தோட்டங்கள் மற்றும் கால்நடைவளர்ப்புநிலங்களாகமாற்றப்படுதல் ஆகியமுக்கியமானகாடழிப்பிற்கானகாரணங்களாகும்.
- மரத்துண்டுகளுக்காகவெட்டுதல் சாலைமேம்பாடு,மின் கோபுரம் அமைத்தல் மற்றும் அணைகட்டுதல் போன்றமேம்பாட்டுநடவடிக்கைகளுக்காகஅழித்தல்
- மக்கள் தொகைஅதிகரிப்பு,தொழில் மயமாக்கம்,நகரமயமாக்கல் மற்றம் அதிகரித்துவரும் உலகளாவியதேவைகளுக்காகக் காடுகளைஅழித்தல்.

### காடழிப்பின் விளைவுகள்:

- காட்டுமரக்கட்டைகளைஎரிப்பதால் சேகரிக்கப்பட்டகார்பன் வெளிவிடுவதோடு இது கார்பன் சேகரிப்புக்குஎதிர் விளைவைத் தருகிறது.
- மரங்களும் தாவரங்களும் மண் துகள்களைப் பிணைக்கஉதவுகின்றன. காடுகளைஅகற்றுவதுமண் அரிப்பினைஅதிகரிப்பதோடுமண் வளத்தையும் குறைக்கிறது. காடழிப்புஹண்டவளத்தையும் குறைக்கிறது. காடழிப்புஹண்டபகுதிகளில் பாலவனங்களைஉருவாக்கவழிவகுக்கின்றது.
- நீரின் ஓட்டம் மண் அரிப்பைஅதிகரிப்பதோடுதிடீர் வெள்ளப்பெருக்கைஏற்படுத்துகிறது. இவைஈரப்பதம் மற்றும் ஈரத்தன்மையைக் குறைக்கிறது.
- உள்ளூர் மழையளவுமாற்றத்தின் காரணமாகப் பலபகுதிகளின் ஹண்டநிலைக்கு வழி வகுக்கிறது. இதுஎதிர்காலக் காலநிலையைத் தூண்டுவதோடு கூழல்மண்டலத்தின் நீர் சமூகசியையும் மாற்றிஅமைக்கிறது.
- உயிரினங்களின் வாழிடம் பாதிக்கப்படுவதாலும் ஊட்டச்சமூகசித் தகர்வுஏற்படுவதாலும் குறிப்பிடத்தக்கஅளவில் உயிரிப்பன்மம் குறைகிறது.
- கிராமப்புறமற்றும் காடுகளில் வாழ்பவர்களின் வாழ்வாதாரம் பாதிக்கப்படுகிறது.
- மூன்றில் ஒருபங்குகார்பன் வெளியிடப்படுவதால் உலகவெப்பமயமாதல் அதிகரிக்கின்றன.
- வாழ்வாதார மூலங்களானஎரிபொருள்,மருத்துவ மூலிகைகள் மற்றும் இயல்குழலில் காணப்படும் உண்ணத்தக்ககனிகள் ஆகியன இழக்கப்படும்.

### புதியகாடுவளர்ப்பு (Afforestation)

தாவரத்தொகுப்பைமீட்டெடுக்கச் சரியானதாவரங்களைஏற்கனவேதாவரங்கள் இல்லாதபகுதியிலும் காடுஅல்லாதநிலங்களிலும் தாவரங்கள் நடவுசெய்தலேகாடுவளர்ப்புஆகும். எடுத்துக்காட்டு: அணைகளின் சரிவுகளில் உருவாக்கப்படும் இக்காடுகளால் நீர் வழிந்தோடுதல்,மண் அரப்பு,மண் படிதல் போன்றஹற்றைக் குறைக்கஉதவுகிறது.மேலும் பல்வேறு சூழல் சேவைகளானகார்பன் சேகரிப்புமற்றும் நீர் சேமிப்பையும் அளிக்கிறது.

#### ஒருதனிமனிதன் அடர்ந்தகாட்டைஉருவாக்கினார்

ஜாதவ் “மோலாய்”பயேங் (1963 ஆம் ஆண்டுபிறந்தவர்) என்றசுற்றுச்சூழல் ஆர்வலர் தனிமனிதனாகஒருவெற்றையன்படாதநிலத்தின் மத்தியில் தாவரங்களைநடவுசெய்துகாட்டைஉருவாக்கினார். இந்தியாவின் வன மனிதன் என்றழைக்கப்படும் இவர் இந்தியாவின் முக்கியநதிகளில் ஒன்றானபிரம்மபுத்திராவில் அமைந்துள்ளஉலகத்தின் பெரியஆற்றுத் தீவான மஜீலியைஅடர்ந்தகாடுகளாகமாற்றியதன் விறைவாகக் காண்டாமிருகங்கள்,மாண்கள்,யானைகள்,புலிகள் மற்றும் பறவைகளின் பகலிடமாக இது விளங்குகிறது. இன்று இது மத்தியத் தோட்டத்தைவிடப் பெரியது.

ஜவஹர்லால் நேருபல்கலைக்கழகத்தின் முன்னாள் துணைவேந்தர் சுதிர்குமார் சோபோரிஎன்பவரால் ஜாவதவ் “மோலாய்” பயேங்”அக்டோபர் 2013 ஆண்டு‘இந்திய வன மனிதன்’என்றுஅழைக்கப்பட்டார். வன இந்தியமேலாண்மைநிறுவனத்தின் ஆண்டுநிகழ்வில் இவர் கவுரவிக்கப்பட்டார்.

2015 ஆம் ஆண்டு இந்தியாவின் நான்காவது மிகப்பெரிய குடிமகன் விருதானபத்மஸ்ரீ விருது இவருக்கு வழங்கப்பட்டது. இவருடைய பங்களிப்பிற்காக அஸ்ஸாம் வேளாண் பல்கலைக்கழகம் மற்றும் காசிரங்காபல்கலைக்கழகம் இவருக்குக் கௌரவடாக்டர் பட்டம் வழங்கியது.

### புதியகாடுவளர்ப்பின் நோக்கங்கள்:

- காடுகளின் பரப்பளவை அதிகரித்தல், அதிக மரங்களை நடவு செய்தல், ஆக்ஸிஜன் உற்பத்தியை அதிகரித்தல் மற்றும் காற்றின் தரத்தை உயர்த்துதல்
- வளங்குன்றிய காடுகளைப் புனரமைப்பதனால் கார்பன் நிலைநிறுத்துதலை அதிகரித்தல் மற்றும் வளி மண்டலக் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை குறைத்தல்
- மூங்கில் தோட்டங்களை வளர்த்தல்
- சிறிய வனவளப் பொருட்கள் உற்பத்தி மற்றும் மருத்துவத் தாவரங்களை நடவு செய்தல்.
- உள்ளூர் சிறுசெடி/புதர்ச் செடிகளை மிருகவாக்குதல்.
- விழிப்புணர்வு ஏற்படுத்துதல், கண்காணித்தல் மற்றும் மதிப்பீடு செய்தல்.
- நீர்மட்டம் அல்லது நிலத்தடிநீர் மட்டத்தை உயர்த்துதல், மண்ணில் நைட்ரஜன் வழிந்தோடுவதையும், குடிநீரில் நைட்ரஜன் கலப்பதையும் குறைத்தல். ஆதன் காரணமாக நைட்ரஜன் மாசுற்ற தூய நீர் உருவாதல்
- இயற்கையின் துணைகொண்டு செயற்கை மிருகவாக்கம் சாத்தியமாகிறது.

### குறிக்கோள் அடைவுகள் / சாதனைகள்

- சிதைவுற்ற காடுகள் மறுசீரமைக்கப்பட்டுள்ளன.
- சமூகச் சொத்துக்களான மேல்நிலை தொடர்புகள், ஆழ்துறைகிணறுகள், கை பம்புகள், சமுதாயக் கூடங்கள், நூலகங்கள் முதலியன நிறுவப்பட்டுள்ளது.
- சுற்றுசூழ்நிலையியல் மற்றும் சூழலியல் நிலைப்பு தன்மை பராமரிக்கப்பட்டுள்ளது.
- ஊயிரிபன்மம், வன உயிரிகள் மற்றும் மரபணு மூலங்கள் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன.
- காடுமேலாண்மையில் சமூக ஈடுபாடு குறிப்பாகப் பெண்கள் பங்கு குறிப்பிடத்தக்கது.

### வேளாண் வேதிப் பொருட்களும் அதன் விளைவுகளும்

வேளாண் வேதிப்பொருட்களை வேளாண் மேலாண்மை மற்றும் பயிரிடப்படும் பகுதிகளில் பயன்படுத்துவது சுற்றுச்சூழலின் முக்கியப் பிரச்சினைகளில் ஒன்றாகும். வேளாண் வேதிப்பொருட்கள் எனப்படுவது உரங்கள், சுண்ணக்கலப்பு மற்றும் அமிலமாக்கும் காரணிகள், மண் பாங்குபடுத்தும் பொருட்கள் (soil conditioners), பூச்சிக் கொல்லிகள் மற்றும் விலங்குவயர்ப்பில் உபயோகப்படுத்தப்படும் வேதிப்பொருட்கள் ஆகும்.

அதிகப்படியான உரங்கள், பூச்சிக் கொல்லிகளைப் பயன்படுத்துவது நிலத்தடிநீரை மாசுபடுத்துவதோடு குடிக்க இயலாததாகவும், இறுதியாக மண்ணின் வளத்தையும் பாதிக்கிறது. பெரும்பாலான வேதிய உரங்கள் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், பொட்டாசியம் மற்றும் ஊட்டச்சத்துக்கள் போன்றவற்றை வேறுபட்ட அளவில் கொண்டிருக்கிறது. மண்ணின் அமிலத்தன்மை நுண்ணியிரிகளை பாதிப்பதன் மூலம் கார்பன் மற்றும் நைட்ரஜன் சுழற்சியின் மீது தாக்கத்தை ஏற்படுத்துவதோடு பசுமை இல்லவாயுமண்ணில் உள் சென்று உயிரினங்களுக்குத் தேவையப்படும் நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், சல்பர் போன்ற முக்கிய ஊட்டங்களைப் பாதிக்கிறது. இது மண்ணின் அமில அல்லது காரத்தன்மையை கூட்டுவதால் தாவரங்கள் வாழ்வதற்குக் கடினமாகிறது. இதன் எச்சங்கள் மற்றும் செயற்கையான வேதிப்பொருட்கள் போன்றவைகளோடு டீபீனைல் டிரைகுளோரோஈத்தேன் (DDT), பாலிகுளோரின் பைபீனைல் (POB) ஆகிய ஊட்டச்சத்து, pH ஏற்றத்தாழ்வு மற்றும் வேளாண் பொருட்களின் தரத்தையும் பாதிக்கிறது. இப்பிரிச்சினை நேரிடத்தனிலையான வேளாண்மை மூலம் குறைக்கலாம்.

பூச்சிக் கொல்லிகள் மூளைச்சாவு, இரத்தப் புற்றுநோய், நரம்புநசுசுதன்மை, நடுக்கவாதம் போன்ற அறிகுறிகள், மலட்டுத்தன்மை, பிறவிக் குறைபாடுகள், இனப்பெருக்க மற்றும் நடத்தை பிறழ்வுகள் ஆகியவைகளை அதிகரிக்கிறது.

## ஆக்கிரமிப்பு செய்துள்ள அயல்நாட்டு தாவரங்கள்:

அன்னியஆக்கிரமிப்புஅல்லதுஅறிமுகப்படுத்தப்படும் சிற்றினங்கள் சூழல்மண்டல செயல்முறைகளைத் தடுத்தல்,உயிரிபன்மத் தன்மையைஅச்சுறுத்தல்,பிறப்பிடச் சிறுசெடிகளைக் குறைத்தலோடுஅதனால் சூழல்மண்டல சேவைகளையும் (நன்மைகளையும்) குறைக்கிறது.இந்தச் சிற்றினங்களைஅழிக்கப் பயன்படும் வேதிப்பொருட்கள் பசுமை இல்லவாயுக்களைஅதிகரிப்பதோடு,மெதுவாகநுண்காலநிலை,மண்ணின்தன்மை சூழல்மண்டலத்தை மாற்றிஅமைக்கிறது. எனவேபிறப்பிடத் தாவரங்கள் வளரவதற்குஎற்றதல்லாதநிலைஏற்படுகிறது. மனிதர்களுக்குஉடல் நலக்கோடுபோன்றஒவ்வாத்தன்மையும், உள்ளூர் சுற்றுச்சூழல் அழிவுமற்றும் முக்கியமான உள்ளூர் சிற்றினங்கள் இழப்பையும் ஏற்படுத்துகிறது.

உலகப் பாதுகாப்புசங்கத்தின்படிஅன்னியஆக்கிரமிப்புத் தாவரங்கள் வாழிவிட இழப்பிற்கும் மற்றும் உயிரிபன்மத்திற்கும் ஏற்படுத்தும் இரண்டாவதுமிகமுக்கியஅச்சுறுத்தலாகும்.

## ஆக்கிரமிப்புத் தாவரங்கள் என்றால் என்ன?

உள்ளூர் அல்லாதஒருசிற்றினம் இயற்கையாகவே சூழல் தொகுப்பில் அல்லதுகுறிப்பிட்டநாட்டில் பரவி, உள்ளூர் சிற்றினங்களின் உயிரியல் மற்றும் வாழ்நிலையில் குறுக்கீடுசெய்வதுமற்றும் சூழ்த்தொகுப்பிற்கு ஒருபெரியஅச்சுறுத்தலைஏற்படுத்தி,பொருளாதார இயப்பையும் ஏற்படுத்துவதாகும் காற்றுவான் அல்லது கடல் வழியாகத் துறைமுகங்கள் மூலம் பலஆக்கிரமிப்பு இனங்கள் தற்செயலாகஅறிமுகமாகியவைஎனநிலைநிறுத்தப்பட்டது. சிலஆராய்ச்சிநிறுவனங்கள் காட்டு இயல்வகைகளின் மரபணுவளக்கூறுகளை (germplasm) இறக்குமதிசெய்யும்போதும் இவை அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. வழக்கமாகஆக்கிரமிப்புத் தாவரங்களின் உண்ணத் தகுந்தபழங்கள் பறவைகளின் மூலம் பரப்பப்படுகின்றன. ஆக்கிரமிப்புத் தாவரங்கள் வேகமாகவளரக்கூடியதாகவும்,எளிதில் தகவமைத்துக் கொள்வதாகவும் உள்ளது. இவைகள் இலைமட்குத் தரத்தைமாற்றுவதன் மூலம் மண்ணின் சமூகஅமைப்பைமாற்றிமண்ணிலுள்ளஉயிரினங்கள்,மண் விலங்குகள் மற்றும் சூழல்மண்டல செயல்பாடுகளைப் பாதிக்கிறது.

இவைமண்ணில் சிதைத்தலின் மீதுஎதிர்மறைவிளைவைஏற்படுத்திஅருகிலுள்ள உள்ளூர் சிற்றினங்களுக்குஅழுத்தத்தைக் கொடுக்கிறது. சுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகளைஏற்படுத்தும் சிலஆக்கிரமிப்புத் தாவரங்களைப் பற்றிக்மேலிவாதிக்கப்பட்டுள்ளது.

## ஐகோர்னியாகிராஸிபஸ்

இதுதென் அமெரிக்காவைப் புகலிடமாகக் கொண்டஆக்கிரமிப்புத் தாவரமாகும்.இதுநீல் நிலைஅலங்காரத் தாவரமாகஅறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இவைஆண்டுமுழுவதும் வேகமாகவளர்கிறது. இதன் பரந்துவிரிந்தவளர்ச்சி,உலகளவிலானஉயிரிபன்மத்தின் இழப்பிற்குக் காரணமாகிறது. இதன் தாவரமீதவைஉயிரிகளின் வளர்ச்சியைப் பாதிப்பதோடு இறுதியாகநீர் சூழல்மண்டலத்தையே மாற்றிவிடுகிறது.

நீர் நிலைகளில் ஆக்ஸிஜனின் அளவைகுறைப்பதோடுஊட்டமிகுத்தலுக்கும் வழிவகுக்கிறது. இதுமனிதஉடல் நலத்திற்குஅச்சுறுத்தலாகஉள்ளது. ஏனெனில் இதுநோயைஉருவாக்கும் கொசுக்களின் (குறிப்பாகஅனோபிலின்) இனப்பெருக்கம் செய்யும் உறைவிடமாகவும்,தனியாகமிதக்கம் இடர்ந்தவேர்களும்,பாதி மூழ்கிய இலைகளில் நத்தைகளும் உள்ளன. இது ஆழ்நிலைக்கச் சூரிய ஒளிஊடுருவுவதைத் தடைசெய்வதோடு,மீன் பிடித்தல்,பொழுதுபோக்குமற்றும் நீர் மின்சாரம் உற்பத்தியையும் பாதிக்கிறது.

## லேண்டானாகமாரா:

ஊலகஆக்கிரமிப்புசிற்றினங்களின் தரவுத்தளஅமைப்பு மூலம் மிகவும் மோசமானஆக்கிரமிப்புச் சிற்றினமாக இது அடையாளம் காணப்பட்டுள்ளது. இதுவடஅமெரிக்காவிலிருந்துஅழகுத் தாவரமாகஅறிமுகப்படுத்தப்பட்ட ஒருஆக்கிரமிப்புசிற்றினாகும். இரபரவலாகத் தகவமைவடையபல்வேறுவாழிடத்தைஆக்கிரமிக்கிறது.

இதுபறவைகள் மூலம் பரவுகிறது. வேர்சுரப்புஉயிர்வேதிவிளைவை (allelopathic) இவை ஏற்படுத்துவதால் சுற்றிக் காணப்படும் தாவரவிதைமுளைத்தல் மற்றும் வேர் நீட்சியடைதலின்

வளர்ச்சியைத் தடுக்கிறது. வேர்களை நீக்குதல் மற்றும் உயிரிவழிக் கட்டுப்படுத்துதல் ஆகியன இதனைக் கட்டுப்படுத்தும் மக்களுக்கு இவற்றின் தண்டுகளை உபயோகித்து வீட்டு உபயோகப் பொருட்களான கூடைகள், மரச்சாமான்கள் (கட்டில் உட்பட) தயாரிக்கப் பயிற்சி அளிக்கப்படுகிறது.

### பார்த்தீனியம் ஹிஸ்டிரோ: போரஸ்

தென் அமெரிக்காவை இருப்பிடமாகக் கொண்ட பார்த்தீனியம் ஹிஸ்டிரோ: போரஸ் இறக்குமதி செய்யப்பட்ட உணவுத் தானியங்களுடன் எதிர்பாராத விதமாகக் கலந்து உலகின் பல்வேறு பகுதிகளில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இது காடுகளில் காணப்படும் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடியகளைச் செடியாகும். இவை பிறப்பிடச் சிற்றினங்களின் வளர்ச்சியைக் குறைப்பதோடு விலங்குகளுக்குக் கிடைக்கும் தீவனங்களையும் குறைக்கிறது. மேய்ச்சல் மற்றும் விளைநிலங்களிலும் பொதுவாக அதன் விளைச்சலைக் குறைக்கிறது. இத்தாவரங்களால் வேரில் உற்பத்தி செய்யப்படும் உயிர்வேதிப் பொருட்கள் பயிர் மற்றும் பிறப்பிடத் தாவரங்களின் வளர்ச்சியை ஒடுக்குகிறது. இதன் மகரந்தத்துக்கள் மனிதர்களில் நாசியழற்சி, ஆஸ்துமா, தோலழற்சி போன்றவற்றை ஏற்படுத்துகிறது.

### புரோசாபிஸ் ஜூலி: ப்ளோரா:

புரோசாபிஸ் ஜூலி: ப்ளோரா மெக்ஸிகோ மற்றும் தென் அமெரிக்காவிலிருந்து வந்த ஆக்கிரமிப்புத் தாவரமாகும்.

இது குஜராத்தில் முதன் முதலாகப் பாலைவனப் பரவலைத் தடுக்க அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. பிறகு ஆந்திரப் பிரதேசம் மற்றும் தமிழ்நாட்டில் எரிபொருளாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது.

இது ஒரு வலிமைமிக்க ஆக்கிரமிப்பு குடியேறியாகும். இதன் விளைவாக வாழ்விடங்கள் இச்சிற்றினங்களால் விரைவாக ஆக்கிரமிக்கப்படுகிறது. இதன் ஆக்கிரமிப்பு வளரிடவாழ் மருத்துவ மூலிகைச் சிற்றினங்களின் வளர்ப்பைக் குறைக்கிறது. இது காற்றுவழி மண் அரிமாணத்தைத் தடுக்கவும், பாலைவனம் மற்றும் கடற்கரையோரங்களில் காணப்படும் மணற் குன்றுகள் நிலைபெறவும் உதவுகிறது. இவை மண்ணில் காணப்படும் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய அபாயகரமான வேதிப்பொருட்களை உறிஞ்சுவதோடு மரக்கரி உருவாக்கத்திற்கு முக்கிய மூல ஆதாரமாகவும் விளங்குகிறது.

### பாதுகாப்பு:

நிலப்பரப்பு, புவியியல் மற்றும் காலநிலை வடிவங்கள், முறைகள் ஆகியவற்றால் இந்தியா பல்வேறுபட்ட உயிதிவகைகளைக் கொண்டுள்ளன. இம்மாபெரும் பன்முகத்தன்மை பலசுற்றுச்சூழல் பிரச்சினைகள் காரணமாக தற்போது அச்சுறுத்தலுக்கு உள்ளாகியுள்ளது. இதற்குப் பாதுகாப்பு என்ன ஒரு முக்கிய கருவியை நமது சொந்த மண்ணிலிருந்து பல இனங்கள் இழத்தலைக் குறைப்பதற்குப் பயன்படுத்தலாம். இனச்செல் வளக்கூறு பாதுகாப்பு, வாழிடப் பேணுகை (in situ), புறவாழிடப் பேணுகை (ex situ), ஆய்வுக்கூட வளர்ப்பு முறைமாதிரிகள் (in vitro), ஆகிய மேலாண்மை உத்திகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இடவரை (endemic) மற்றும் அச்சுறுத்தப்படும் சிற்றினங்கள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

### வாழிடப் பேணுகை பாதுகாப்பு (in situ conservation)

இவை இயற்கை வாழிடங்களில் காணப்படும் மரபியல் ஆதாரங்களின் மேலாண்மை மற்றும் பாதுகாப்பு என்பதாகும். இங்குத் தாவரங்கள் அல்லது விலங்கினங்கள் தற்போதுள்ள வாழ்விடங்களிலேயே பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இப்பாதுகாப்பு முறை மூலம் அச்சுறுத்தலுக்குட்பட்ட வன வளங்கள், மருத்துவம் மற்றும் நறுமணத்தாவரங்கள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. சமுதாயம் அல்லது மாநிலப் பாதுகாப்பு மூலம் வனவிலங்கு, தேசியப் பூங்காமற்றும் உயிர்கோளகாப்பகங்கள் உள்ளடக்கியவை செயல்படுத்தப்படுகின்றன. சுற்றுச்சூழல் ரீதியாக தனித்துவம் பெற்ற மற்றும் பல்வகைமை நிறைந்த பகுதிகள் சட்டப்பூர்வமாக வன விலங்கு சரணாலயங்கள், தேசியப் பூங்காக்கள் மற்றும் உயிர்கோளம், உயிரியல் காப்பகங்களாகப் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. மேகமலை, சத்தியமங்கலம் வன உயிரிகாப்பகம், கிண்டி மற்றும் பெரியார் தேசியப் பூங்கா, மேற்கு தொடர்ச்சி மலை, நீலகிரி, அகஸ்தியமலை மற்றும் மன்னார் வளைகுடா ஆகியவை தமிழ்நாட்டின் உயிர்கோளகாப்பகங்கள் ஆகும்.

## கோயில் காடுகள் (sacred groves)

இவை சமூகங்களால் பாதுகாக்கப்பட்டுவளர்க்கப்பட்டமரங்களின் தொகுப்புகளாகவோ அல்லது தோட்டங்களாகவோ தொகுப்புகளாகவோ அல்லது தோட்டங்களாகவோ சமூகத்தின் பாதுகாப்பிற்காக ஒரு குறிப்பிட்ட சமயச் சித்தாந்தங்களைக் கொண்டிருக்கும் வலுவான மத நம்பிக்கை கொண்ட அமைப்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. பெரும்பாலும் ஒவ்வொரு கிராமத்துக் கோயில்காடுகளும் ஐயனார் அல்லது அம்மன் போன்ற கிராம ஆண், பெண் தெய்வங்களின் உறைவிடமாகவே இவை கருதப்படுகின்றன. தமிழ்நாடு முழுவதும் 448 கோயில் காடுகள் ஆவணப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இதில் ஆறு கோயில் காடுகள் விரிவான தாவரமற்றும் விலங்கினவகை (floristic and faunistic) ஆய்வுகளுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. (பனங்குடி சோலை, திருகுறுங்குடி மற்றும் உதயங்குடி காடு, சித்தன்னவாசல், புத்துப்பட்டு மற்றும் தேவதானம்). இவை நீர் பாசனம், தீவனம், மருத்துவத் தாவரங்கள் மற்றும் நுண்காலநிலைகட்டுப்பாடு ஆகியவற்றைப் பாதுகாப்பதன் மூலம் ஏராளமான சுற்றுச்சூழல் அமைப்புச் சேவைகளை அண்டை பகுதிகளுக்கு வழங்குகின்றன.

## புறவாழிடப் பேணுகை (Ex-situ conservation)

இப்பாதுகாப்பு முறையில் சிற்றினங்கள் இயற்கைச் சூழலுக்கு வெளியே பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இவை தாவரவியல் தோட்டங்கள், விலங்கியல் பூங்காக்களைத் தோற்றுவித்தல், பாதுகாப்பு உத்திகளான மரபணு, மகரந்தம், விதை, அகவளர் முறை பாதுகாப்பு, உறைகுளிர் பாதுகாப்பு, நாற்றுக்கள், திசுவளர்ப்பு மற்றும் DNA வங்கிகள் மூலம் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இந்தவசதிகள் அச்சுறுத்தலுக்கு உடனான சிற்றினங்களுக்கு உறைவிடம் மற்றும் பராமரிப்பு வழங்குவதோடு மட்டுமல்லாமல் சமுதாயத்திற்கான கல்வி மற்றும் பொழுதுபோக்கு அம்சங்களையும் பெற்றுத் தருகின்றன.

## இயற்கை பாதுகாப்பிற்கான பன்னாட்டு ஒன்றியம் (International Union for Conservation of Nature-IUCN)

இயற்கை பாதுகாப்பிற்கான பன்னாட்டு ஒன்றியம் (IUCN) 1948 ஆம் ஆண்டு தோற்றுவிக்கப்பட்ட உலகின் பழமையான சுற்றுச்சூழல் அமைப்பாகும். இதன் தலைமையகம் சுவிட்ஸர்லாந்து நாட்டிலுள்ள கல்நாந்துளனும் இடத்திலுள்ளது. இது அரசு, அரசு சாரா நிறுவனங்கள், விஞ்ஞானிகள், வணிகம் மற்றும் உள்ளாட்சி சமுதாயங்களுக்கும், ஒரு நடுநிலை அமைப்பாக விளங்குகிறது. சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு மற்றும் நிலையான வளர்ச்சியுடன் தொடர்படைய கொள்கைகளை நடைமுறைப்படுத்தும் நோக்கத்துடன் இது உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

## IUNC சிவப்புப் பட்டியல் (செம்பட்டியல்)

இப் பட்டியலில் பிரிவுகள், தாவரமற்றும் விலங்கினவகைகளுக்கு ஏற்படும் அச்சுறுத்தல்களின் விகிதம் மற்றும் பாதுகாப்பு முன்னுரிமைகள் ஆகியவற்றை மதிப்பீடு செய்ய நமக்கு உதவுகிறது.

இது உலகலாவிய அனைத்துத் தாவரமற்றும் விலங்கினச் சிற்றினங்களின் அச்சுறுத்தலுக்கு உள்ள பாதுகாப்பினை வழங்க அரசினை இணங்கவைப்பதற்கு உதவும் ஒரு சக்திவாய்ந்த கருவியாகும்.

IUNC பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகளை உருவாக்கி மற்றும் அச்சுறுத்தலுக்கு உள்ளான சிற்றினங்களைப் பாதுகாக்க உயிரினங்களுக்குத் தகுந்த அடிப்படைகளை உருவாக்கியுள்ளன. அதன் அடிப்படைகள் பின்வருமாறு:

- அ - உயிரினத்தொகை குறைப்பு
- ஆ - புவியியல் வரம்பு
- இ - சிறிய உயிரினத்தொகை அளவு மற்றும் சரிவு
- ஈ - மிகவும் சிறிய அல்லது குறுக்கப்பட்ட உயிரினத்தொகை
- உ - அளவு குப்பாய்வு

## IUNCசிவப்புப் பட்டியல் வகைப்பாடுகள் ஆழிந்தவை (Extinct - Ex)

கடைசி தனி உயிரியின் இறப்பிற்குள்ளந்தநியாயமானசந்தேகமும் இல்லாதபோதுஅந்தவகைப்பாட்டின் அலகு (taxon) அழிந்துவிட்டது. எனக் கருதப்படும்.மிகவிரிவான கள ஆய்வுகள்,முன்பேபதிவுசெய்யப்பட்ட இடங்களிலும்,அத்தகையபிறவாழிடங்களிலும் பொருத்தமான காலங்களில் (நாள்,பருவம்,மற்றும் ஆண்டுமுழுவதும்) பரவல் எல்லைகள் முழுவதும் ஒருதனிச் சிற்றினத்தைப் பதிவுசெய்யத் தவறினால் அந்தஉயிரினம் முற்றிலும் அழிந்ததாகக் கருதப்படும். எடுத்துக்காட்டு: நியூராகந்தஸ் நீசியானஸ்.

## இயல்வாழிடத்தில் அழிந்தவை (Extinct in the wild - EW)

ஒருவகைப்பாட்டு அலகு இயற்கை சூழலில் அழிந்துவிட்டபோதிலும் கடந்தகாலப் பரவல் வரம்பகளுக்கு வெளியேவளர்ப்பு சூழலிலோ அல்லது இயல்சூழல் மயப்பட்டஉயிரித் தொகையாகவோ, அதனுடையபழைய பரவல் வரம்பிற்குமிகவெளியே (உயிரித்தொகை) மட்டும் உயிர் வாழக்கூடியவை. எடுத்துக்காட்டு: ஜின்கோபைலோபா.

## ஆழி விளிம்பில் உள்ளவை (Critically Endangered - CR)

ஒருவகைப்பாட்டு அலகுகிடைக்கின்றசிறந்தசான்றுகளின் அடிப்படையில் அ முதல் உ வரையிலான காரணிகளில் அழிவிளிம்புகாரணிக்கானஅம்சங்களைப் பெறுமாயின் அழிவிளிம்பில் உள்ளதாகக் கருதப்படும். இந்தப் பட்டியலில் உள்ளதாவரங்கள் மாபெரும் அழிவுவிளைவை நோக்கியதாகக் கருதப்படும் (இயல் சூழலில்). எடுத்துக்காட்டு: யூ.போர்பியாசாந்தப்பாயி,பைப்பர் பார்பெரி,சைஜீஜியம் கேம்பிலியானம்.

## அழிநிலைத் தாவரங்கள் (Endangered - EN)

ஒருவகைப்பாட்டு அலகுகிடைக்கின்றசான்றுகளின் அடிப்படையில் அ முதல் உ வரையிலான காரணிகளில் ஏதேனும் ஒன்றின் அழிநிலைக்கானஅம்சங்களுக்குப் பொருந்துமாயின் அதுஅழிநிலை தாவரமாகக் கருதப்படுகிறது. அவை இயற்கைச்சூழலில் அழியும் கடுமையானஅழிவுகளைஎதிர் நோக்கியதாக வேகருதப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: இலியோகார்பஸ்வெனூஸ்டஸ்,போகோஸ்டெமான் நீல்கிரிகஸ், யூஜீனியாசிங்கம்பட்டியானா.

## பாதுகாப்பு இயக்கம்

ஒருசமூகநிலையிலானபங்களிப்புநமதுசுற்றுச்சூழலின் பேணுகைமற்றும் பாதுகாப்பிற்குஉதவுகிறது. பூமியிலுள்ளஅனைத்துஉயிரினங்களுக்கும் நம்முடையசுற்றுச்சூழல் ஒருபொதுவானபொக்கிஷமாகும். ஒவ்வொருதனிநபரும் இதுபற்றிஎச்சரிக்கையாக இருக்கவேண்டும் மற்றும் உள்ளூர் சூழலைப் பாதுகாப்பிற்காகவடிவமைக்கப்பட்டதிட்டங்களில் தீவிரமாகப் பங்கேற்கவேண்டும். சுற்றுச்சூழலைப் பாதுகாப்பதற்காகப் பலமக்கள் இயக்கங்களை இந்தியவரலாறுகண்டிருக்கிறது.

## சிப்கோ இயக்கம்

1972-ஆம் ஆண்டு இமயமலைபகுதியிலுள்ளபழங்குடிபெண்கள் காடுகள் சுரண்டப்படுவதற்குஎதிர்ப்புதெரிவித்தனர். 1974-ஆம் ஆண்டுசாமோலிமாவட்டத்திலுள்ளமண்டல் கிராமத்தில் சுந்தர்லால் பகுகுணான்பவரால் இது சிப்கோ இயக்கம் எனமாற்றப்பட்டது. ஒருவிளையாட்டுப் பொருள் தயாரிப்புநிறுவனம் மரங்களைவெட்டுவதற்குஎதிராகமரங்களைஒன்றாகக் கட்டித்தழுவிமக்கள் எதிர்ப்பைத் தெரிவித்தனர். சிப்கோ இயக்கத்தின் முக்கியஅம்சங்கள்.

- இந்த இயக்கம் அரசியல் சார்பற்றது.
- இதுகாந்தியச் சிந்தனைகள் அடிப்படையிலானதன்னார்வ இயக்கமாகம்
- சிப்கோ இயக்கத்தின் பிரதானநோக்கங்களானஉணவு,தீவனம்,எரிபொருள்,நார் மற்றும்

உரம் ஆகியஐந்துமுடிக்கங்கள் (Five F's Food, Fodder, Fuel, Fibre and Fertilizer) மூலம் தங்கள் அடிப்படை தேவைகளுக்கானதன்னிறைவை ஏற்படுத்துவதாகும்.

அப்பிக்கோ இயக்கம்

இமயமலையிலுள்ள உத்தரகாண்டில் புகழ்பெற்றசிப்ப்கோ இயக்கத்தால் ஈர்க்கப்பட்டு உத்தரக் கர்நாடகாவின் கிராமவாசிகள் தங்களுடையகாடுகளைக் காப்பாற்றுவதற்காக இதே போன்ற இயக்கத்தினைத் தொடங்கினார்கள். இந்த இயக்கம் கர்நாடகாவில் சிர்சிக்கு அருகிலுள்ள குப்பிகட்டே என்ற ஒரு சிறிய கிராமத்தில் பாண்டுரங்க ஹெக்டேவினால் தொடங்கப்பட்டது. இந்த இயக்கம் மரங்களை வெட்டுதல், ஒற்றைச் சிற்றினவளர்ப்புவனக்கொள்கை, காடு அழிப்பு ஆகியவற்றிற்கு எதிராக ஆர்ப்பாட்டம் நடத்தத் தொடங்கியது.

### பாதிப்பிற்கு உட்பட்டவை (Vulnerable - VU)

ஒருவகைப்பாட்டு அலகு ஏதேனும் கிடைக்கின்ற சிறந்த சான்றுகளின் அடிப்படையில் அ முதல் உ வரையிலான காரணிகளில் ஏதேனும் ஒரு பாதிப்பிற்கான அம்சங்களுக்குப் பொருந்துமாயின் அது பாதிப்பிற்கு உட்பட்ட அம்சங்களுக்குப் பொருந்துமாயின் அது பாதிப்பிற்கு உட்பட்ட தாவரமாகக் கருதப்படும். எனவே இயற்கை சூழலில் அழிவின் பாதிப்பிற்கு உட்பட்டதாகக் கருதப்படும். எடுத்துக்காட்டு: டால்பெர்ஜியாலாட்டி, போலியா, சாண்டலம் ஆல்பம், குளோரோசைலான் சவிட்டினாயா.

### அழிவு அண்மை தாவரங்கள் (Near Threatened - NT)

ஒருவகைப்பாட்டு அலகு கிடைக்கின்ற சிறந்த சான்றுகளின் அடிப்படையில் அ முதல் உ வரையிலான காரணிகளில் ஏதேனும் ஒன்றின் அம்சங்களுக்கு அழிவு அண்மை அலகின் தன்மைக்குப் பொருந்துமாயின் அது அழிவு அண்மை தாவரமாகக் கருதப்படும். இத்தகைய தாவரங்கள் எதிர்காலத்தில் அழிவு அச்சுறுத்தலுக்கு உட்படும் தாவரங்களாகும்.

### குறைந்த கவனத்திற்கு உட்பட்டவை (Least concerned - LC)

ஒருவகைப்பாட்டின் அலகு மேற்கண்ட அலகுகளுக்கு அப்பாற்பட்டவையாய் இருப்பின், அது குறைந்த கவனத்திற்கு உட்பட்டவை எனக் கருதப்படுகிறது.

### தகவல் குறைபாடு உள்ளவை (Data Deficient - DD)

ஒருவகைப்பாட்டின் அலகின் அழிநிலைகளைப் பற்றி அதனுடைய பரவல் மற்றும் உயிரித்தொகையின் அடிப்படையில் நேரடியாகவோ அல்லது மறைமுகமாகவோ மதிப்பிடுவதற்குப் போதுமான தரவுகள் இல்லாத தாவரங்களுக்குத் தகவல் குறைபாடு உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.

### மதிப்பிடப்படாதவை (Not Evaluated - NE)

மேற்கண்ட காரணிகளின் அடிப்படையில் உரிய மதிப்பிடப்படாதவைகளைப்பாட்டின் அலகு மதிப்பிடுவதற்கு உட்பட்டவை எனக் கருதப்படுகிறது.

### இடவரைமையங்கள் மற்றும் இடவரை தாவரங்கள் (Endemic centres and endemic plants)

ஒரு குறிப்பிட்ட புவியியல் பகுதியில் மட்டும் காணப்படும் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் இடவரை சிற்றினங்கள் எனப்படுகின்றன. புவியின் பெரிய அல்லது சிறிய பகுதிகளில் இடவரை சிற்றினங்கள் காணப்படலாம். சில இடவரைத் தாவரங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட கண்டத்திலும் அல்லது ஒரு கண்டத்தின் ஒரு பகுதியிலும் மற்றவை ஒரு தனித் தீவிலும் காணப்படலாம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட புவியியல் வரம்பிற்கு உட்பட்ட எந்த ஒரு சிற்றினமும் இடவரை சிற்றினம் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இதற்குத் தனிமைப்படுத்தல், சிற்றினங்களுக்கு இடையேயான இடைச் செயல்கள், விதை பரவுதலில் சிக்கல்கள், ஒரு குறிப்பிட்ட இடம் தளவிசேடத்துவம், மற்றும் பல சுற்றுச்சூழல் மற்றும் சூழ்நிலையியல் பிரச்சினைகள் போன்ற பல்வேறு காரணங்களாக இருக்கலாம். மூன்று பெரிய இடவரைமையங்கள் மற்றும் 27 நுண்ணிய இடவரைமையங்கள் இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன.

இந்தியாவில் சுமார் மூன்றில் ஒருபங்கு இடவரைத் தாவர இனங்களாக அடையாளம் காணப்பட்டுள்ளன மற்றும் இந்தியாவின் மூன்று முக்கிய தாவரவியல் மண்டலங்களில், அதாவது இந்திய இமயமலை, தீபகற்ப இந்தியா மற்றும் அந்தமான் நிக்கோபார் தீவுகளில் பரவிக் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாக மேற்குத் தொடர்ச்சிமலைப் பகுதியில் அதிகமான செறிவில் இடவரை தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. ஹார்ட் விக்கியாபைனேட்டா மற்றும் பென்டிக்கியாகொண்டப்பனா ஆகியன இடவரைத் தாவரங்களுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். ∴ போயேஸி, ஏப்பியேஸி, ஆஸ்ட்ரேலி மற்றும் ஆர்க்கிடேஸி குடும்பத்தைச் சார்ந்த சிறுசெடிகளே அதிகச் சதவீதத்தில் காணப்படும் இடவரை தாவரங்களாகும்.

இடவரைத் தாவரங்கள்	வளரியல்பு	இடவரைமையம்
பக்காரியாகுற்றாலன்சிஸ்	மரம்	மேற்குத் தொடர்ச்சிமலையின் தெற்குபகுதி
அகஸ்தியமலைய்யாபாசி. ப்ளோரா	மரம்	தீபகற்ப இந்தியா
ஹார்ட் விக்கியாபைனேட்டா	மரம்	தீபகற்பம் மற்றும் வட இந்தியாபகுதி
பென்டிக்கியாகொண்டப்பனா	மரம்	தமிழ்நாடு மற்றும் கேரளாவின் மேற்குத் தொடர்ச்சிமலைகள்
நெப்பந்தஸ் காசியானா	வன்கொடி	காசிமலைகள் மற்றும் மேகாலயா

குறுகிய குறிப்பிடவசியிடம், குறைவான விதை உற்பத்தி, குறைந்த பரவல் விகிதம், குறைந்த வாழும் தன்மையுடையவை மற்றும் மனிதக் குறுக்கீடுகள் ஆகியன பெரும்பாலும் இடவரைத் தாவரச் சிற்றினங்களின் அச்சுறுத்தலுக்கு முக்கிய காரணங்கள் ஆகும். இவற்றின் பாதுகாப்பிற்குத் தீவிர முயற்சிகளை மேற்கொள்ளப்படாவிடின் உலகளவில் இச்சிற்றினங்கள் அழிவது உறுதியாகும்.

#### கார்பன் கவரப்படுதல் மற்றும் சேமிப்பு (Carbon capture and storage - CCS) :

கார்பன் கவரப்படுதல் மற்றும் சேமிப்பு என்பது வளிமண்டலத்தின் கார்பன் டை ஆக்சைடை உயிரிதொழில்நுட்பம் மூலமாகக் கைப்பற்றி ஒரு கிலோமீட்டர் அல்லது அதற்குக் கீழான ஆழத்தில் உள்ள நிலத்தடிப் பாறைகளுக்கிடையே உட்செலுத்திச் சேமிக்கும் முறையாகும். பெரும் மூலங்களான தொழிற்சாலைகள் மற்றும் மின் ஆலைகளிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் கார்பன் டை ஆக்சைடை வளிமண்டலத்திற்கு விடாமல் இறுதியாகச் சேமித்தல் மூலம் புவிவெப்பமாதலை மட்டுப்படுத்தும் ஓர் அணுகு முறையாகும். பல்வேறு ஆழ்ந்த புவியியல் அமைப்புகளில் நிலைத்த சேமிப்பிற்காகப் பலபாதுகாக்கப்பட வேண்டிய இடங்கள் இதற்காகத் தேர்வு செய்யப்பட்டுள்ளன. பெருங்கடல்களில், திரவச் சேமிப்பாகவும், உலோக ஆக்சைடைப் பயன்படுத்தக் கார்பன் டை ஆக்சைடை குறைத்தல் மூலம் திடமான கார்பனேட்டாக மாற்றி உலர் அல்லது திடச் சேமிப்பாகவும் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இது புவியியல் சேகரிப்பு என்றும் அறியப்படுகிறது மற்றும் நிலத்தடி புவியியல் அமைப்புகளில் கார்பன் டை ஆக்சைடை நேரடியாக உட்செலுத்துதலை உள்ளடக்கிய முறையாகும். குறைந்த வரும் எண்ணெய் வயல்கள், எரிவாயு (வயல்கள்) துறைகள், உவர் நீருற்றுக்கள் மற்றும் அகழ்விற்கு உகாத நிலக்கரி சுரங்கங்கள் போன்றவை சேமிப்பு இடங்களாகப் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன.

#### கார்பன் சேகரிப்பு (Carbon sequestration):

கார்பன் சேகரிப்பு என்பது வளிமண்டலக் கரியமிலவாயுவைக் குறைக்கும் நோக்கில் வளிக் கார்பனைப் பிரித்தெடுத்துச் சேமிக்கும் ஒரு செயல்முறையாகும்.

தாவரங்களிலும், கடலிலும் இயற்கையாகவே கார்பன் சேகரிப்பு நிகழ்கிறது. வன மற்றும் மண் பாதுகாப்பு செயல்முறைகள் கார்பன் சேகரிப்பை அதிகரிப்பதன் மூலம் நிலக்கார்பன் சேகரிப்பு மற்றும் சேமிப்பைப் பொதுவாக நிறைவடையச் செய்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக நுண் பாசிகளின் சிற்றினங்களான குளோரெல்லா, செனிடெஸ்மஸ், க்ரூக்காக்கஸ் மற்றும் கிளாமிடோமோனஸ் உலகமெங்கும் கரியமிலவாயுவின் கார்பனைச் சேகரிப்பதற்கு உதவிப் புரிகின்றன. யுஜெனியாகோர்யோ. பில்லேட்டா, டெக்கோமா ஸ்டேன்ஸ், சின்னமோமம் வேரம் ஆகிய மரங்கள் அதிகளவு கார்பன் சேகரிப்புத் திறன் பெற்றுள்ளன. கடற்பெரும்பாசிகள், கடற்புற்கள் மற்றும் சதுப்புநிலக் காடுகளும் கரியமிலவாயுவைக் கட்டுப்படுத்த அதிகத் திறன் பெற்றுள்ளன.

#### கார்பன் வழித்தடம் (Carbon Footprint):



மனிதனின் ஒவ்வொருசெயலும் நம் காலடிச்சுவடுபோல் ஓர் தடத்தினைத் தோற்றுவிக்கின்றன. விவசாயம்,தொழிற்சாலைகள்,காடழிப்பு,கழிவுநீக்கம்,தொல்படிவளிபொருளைளித்தல் போன்றமானுடநடவடிக்கைகள் மூலம் நேரடியாகவோஅல்லதுமறைமுகமாகவோபசுமை இல்லவாயுப் பொருட்களைமொத்தமாகஉருவாக்குதல் “கார்பன் வழித்தடம்” எனப்படுகிறது. இதனைஒருதனிநபர்,குடும்பம்,நிறுவனம் போன்றதொழிற்சாலைகள் ஆகியநிலைகளில் மற்றும் மாநிலஅல்லதுதேசியஅளவில் கணக்கிட்டுக் குறிப்பிடப்படுகிறது. இதனைஒருவருடத்தில் கரியமில்வாயுடன் அளவையில் கணக்கிடப் பொதுவாகமதிப்பிடப்படுகிறது. தொல்படிவளிபொருளைளித்தல் மூலம் கரியமில்வாயுமற்றும் பசுமை இல்லவாயுக்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. இந்தவாயுப்பொருட்கள் சூரிய ஆற்றலைத் தடுப்பதன் காரணமாகஉலகவெப்பநிலைஅதிகரிக்கச் செய்துபணிக்கட்டிகள் கரைதல்,அதனால் பலதாழ்வானபகுதிகள் நீரில் மூழ்குதல் மற்றும் தீவிரக் காலநிலைஏற்றத்தாழ்வுகளின் காரணமாகப் புயல்,காற்றுமற்றும் ஆழிப்பேரலைஏற்பட வழி வகுக்கின்றன. கார்பன் வழித்தடத்தினைக் குறைக்கக் கீழ்க்காணும் முறைகளைப் பின்பற்றலாம்.

1. உள்நாட்டில் விளையும் கனிகள் மற்றும் உற்பத்தியாகும் பொருட்களைஉண்ணுதல்
2. மின்னணுசாதனங்களின் பயன்பாட்டைக் குறைத்தல்
3. பயணங்களைக் குறைத்தல்
4. தூரிதமற்றும் பாதுகாக்கப்பட்ட,பதப்படுத்தப்பட்ட,பெட்டியிலிடப்பட்டஉணவுப் பொருட்களைத் தவிர்த்தல்.
5. தோட்டங்களைஉருவாக்குதல்
6. இறைச்சிமற்றும் கடல் உணவுகள் உட்கொள்வதைக் குறைத்தல். கோழிவளர்ப்புகால்நடைவளர்ப்பைவிடக் குறைந்தஅளவுவளர் இடத்தினையும்,ஊட்டப்பொருட்கள் தேவைமற்றும் குறைவானமாசுபாட்டினைஏற்படுத்துகிறது.
7. மடிக்கணினிபயன்பாட்டினைக் குறைத்தல் (8மணி நேரம் பயன்பாடு 2 கி.கிராம் அளவுகரியமில்வாயுவினைஒருவருடத்தில் வெளியிடுகிறது).
8. துணிகளைக் கொடிகளில் உலர்த்துதல் ஆகியவற்றின் மூலம் குறைக்கலாம்.

(எடுத்துக்காட்டாக ‘கிவி’போன்ற இறக்குமதிசெய்யப்பட்டபழங்களைவாங்கினால்,அதுமறைமுகமாகக் கார்பன் வழித்தடத்தைஊக்குவித்தலாகும். எவ்வாறெனில் இப்பழம் கப்பல் அல்லதுவான்வழியேநெடுந்தாரம் பயணிப்பதால் பல்லாயிரகிலோகிராம் கரியமில்வாயுவெளியிட ஏதுவாகிறது.

### உயிரிமரக்கரிமம் (Biochar):

உயிரிமரக்கரிமம் என்பதுகார்பனைச் சேகரிக்கப் பயன்படும் ஒருநீண்டகாலமுறையாகும். தாவரங்களின் கார்பன் மூலப்பொருள் சேமிப்புத்திறன் அதிகரிப்பு மூலம் மரம் மற்றும் பயிர்க்கழிவுப் பொருட்கள் ஓரளவுளிக்கப்பட்டுக் கார்பன் மிகுந்த,மெதுவாகமட்கும் பொருளாகமாற்றிஉயிரிக்கரிமம் உருவாக்கப்படுகிறது. இதுமண்ணின் வளத்தைச் சீரமைக்க/திருத்தியமைக்கஉதவும் ஓர் வகைகரிச்சேர்மம் ஆகும். இதுஒருதிடமான,உறுதியான,கார்பன் மிகுந்தபல்லாயிரம் ஆண்டுமண்ணில் நீடித்துநிலைத்திருக்கக்கூடியஒன்றாகும். பெரும்பாலானமரக்கரிமபோலஉயிரியகரிமமும் உயிரித்திரள்களைகுறைந்தஅளவுபிராணவாயுவுடன் எரித்துஉருவாக்கும் வழிமுறையாகும். இதன் மூலம் மரம் முற்றிலும் எரிந்துவிடுவதுதவிர்க்கப்படுகிறது. எனவேஉயிரியக்கரிமம் கரிமச் சேகரிப்புத்திறன் மூலம் சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டைமட்டுப்படுத்தஉதவுகிறது. உயிரியகரிமத்தைத் தனித்தேஅமிலமண்ணில் சேர்க்கப்பட்டாலும் அதுமண்ணின் வளத்தைக் கூட்டுவதோடல்லாமல் அதிகவிவசாயமகசூல் தந்து,சிலதழைமற்றும் மண் மூலம் பரவும் நோய்க்காரணிகளிடமிருந்தும் பாதுகாப்பினைஅளிக்கிறது. இதுமரக்கழிவுமற்றும் மரத்துண்டுகள் இயற்கையாகச் சிதைவுறுவதைத் தவிர்த்துக் கார்பன் சேமிப்பு மூலப்பொருளாகஉயிரியகரிமத்தைமாற்றியமைக்கும் ஓர் சிறந்தமுறையாகும்.

## மழைநீர் சேகரிப்பு (Rain water harvesting)

(தண்ணீர் தட்டுப்பாட்டிற்கானதீர்வு-ஒருசுற்றுச்சூழல் பிரச்சினை)

மழைநீர் வழிந்தோடுவதை அனுமதியாதும் பயன்படுத்தும் விதத்தில் சேகரித்து, சேமித்து வைப்பது மழைநீர் சேகரிப்பு எனப்படும். நதிகள் மற்றும் மாடிக் கூரைகளிலிருந்து மழைநீர் சேகரிக்கப்பட்டு ஆழ்குழிகளுக்குத் திருப்பப்பட்டுச் சேமிக்கப்படுகிறது. நீர் வழிந்து ஊடுருவிப் பள்ளங்களில் சேமிக்கப்படுகிறது. மழைநீர் சேகரிப்பு நகரப்பகுதிகளில் மட்டுமல்லாமல் விவசாய நிலங்களில் நிலத்தடிநீர் மேலாண்மை வழி முறையாக நடைமுறைப்படுத்தப்படுகிறது. இது வருங்காலங்களில் ஓர் முக்கிய, சிக்கனமான மற்றும் குறைந்த செலவுடைய முறையாக அமையும்.

### மழைநீர் சேகரிப்பின் சுற்றுச்சூழல் பயன்கள்

- தேவையான அளவு நிலத்தடிநீர் தேவை மற்றும் நீர் பாதுகாப்பிற்கு ஊக்குவிக்கின்றது.
- வறட்சியின் கடுமையை மட்டுப்படுத்துகிறது.
- பரப்பில் வழிந்தோடுவதைத் தடுப்பதால் மண் அரிப்புகறைக்கப்படுகிறது.
- வெள்ள அபாயத்தைக் குறைக்கிறது.
- நிலத்தடிநீர் தரம் மற்றும் நிலத்தடிநீர் மட்டம் மேம்படுத்தப்படுகிறது. உவர்தன்மையை குறைக்கின்றது.
- நீர் சேமிப்பின் போது நிலப்பரப்பு வீணாவதில்லை மற்றும் மக்கள் இடப்பெயர்வுத் தவிர்க்கப்படுகிறது.
- நிலத்தடிநீர் சேமிப்பு ஒரு சிறப்பான சுற்றுச்சூழல் முறையாகும் மற்றும் உள்ளூர் சமூகத்திற்கு உகந்த நிலையான நீர் சேமிப்புக் கிடைக்கும் ஒரு பகுதியாகும்.

### ஏரிகளின் முக்கியத்துவம்

ஏரிகள், குளங்கள் போன்ற நீர்நிலை தொகுப்புகள் பல்வேறு சுற்றுச்சூழல் பயன்பாடுகளை அளிப்பதோடல்லாமல் நம் பொருளாதாரத்தை பலப்படுத்தி நம் தரமான சுகாதார வாழ்விற்கும் வழிவகுக்கின்றது. ஏரிகள் மழைநீரைச் சேமித்து நமக்குத் குடிநீர் அளிக்கிறது மற்றும் நிலத்தடிநீர் மட்டத்தை மேம்படுத்தி நன்றி வாழ்விடங்களையும் பாதுகாக்க உதவுகிறது.

சேவைகளைப் பொருத்தமட்டில் ஏரிகள் நீர் பராமரிப்பு மற்றும் காலநிலை தாக்கங்கள் போன்ற முக்கிய பிரச்சினைகளுக்கும், தொடர் தீர்வுகளை அளித்து வருகின்றன. மேலும் நுண்ணூட்டப் பொருட்களைத் தேக்கி வைப்பதற்கும் உள்ளூர் மழைபொழிவிற்கு வழிவகை செய்வதும், மாசுக்களை அகற்றவும் பாஸ்பரஸ், நைட்ரஜன் மற்றும் கார்பன் சேகரிப்பிற்கும் இவை உதவுகின்றன.

### தமிழ்நாட்டின் முக்கிய ஏரிகள்

ஏரிகள் மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட பரப்புநீர் சேகரிப்பு அமைப்புகளாகும். ஆவையிவசாயம், குடிநீர், மீன்பிடிப்பு மற்றும் பொழுதுபோக்கிற்கும் உதவுகின்றன. நீர்நிலைகளைப் பராமரித்தலும், நிர்வகித்தலும் ஒவ்வொருவரின் மற்றும் சமுதாயத்தின் கூட்டுப் பொறுப்பாகும். நீர் பிடிப்பு பகுதிகளை நாம் அறிந்து கொள்வதன் மூலம் நீர்நிலைகளைச் சீரழிவிடிலிருந்து தடுக்க இயலும் மற்றும் மாசடைவிலிருந்து பாதுகாக்கவும் இயலும்.

சோழவரம் ஏரி: திருவள்ளூர் மாவட்டத்தின் பொன்னேரி வட்டத்தில் அமைந்துள்ளது. மழைநீரால் நிரப்பப்படும் இந்த ஏரிலிருந்து சென்னைக்கான குடிநீர் பெறப்பட்டு வழங்கப்படுகிறது. 65.5 அடி கொள்ளளவு திறன் பெற்றது. பிரித்தானியர்கள் காலத்தில் கட்டப்பட்ட இந்த ஏரி, நீர் விளையாட்டு முகவர்களை மகிழ்விக்கவும் பொறுப்பேற்கிறது. மேலும் பல்வகைத் தாவர மற்றும் விலங்கினச் சிற்றினங்களை அதிக அளவு பெற்றுக் காணப்படுகிறது.

செம்பரம்பாக்கம் ஏரி: சென்னையிலிருந்து 25 கிலோமீட்டர் தொலைவில் அமைந்துள்ளது. 500 வருடப் பழமைவாய்ந்த இந்த ஏரி மழைநீரால் நிரம்பும் ஏரியாகவும், சென்னையின் குடிநீர் வழங்கலுக்கும்

உதவுகிறது. இந்த ஏரியிலிருந்து முதன்மையாக வெளியேறும் நீர், அடையாறு என்ற ஊழ்க்கப்படும் ஆறு தோன்றுமிடமாகவும் விளங்குகிறது. இது 15 சதுரக் கிலோமீட்டர் அளவுபரந்த விரிந்த ஏரியாக உள்ளது.

மதுராந்தகம் ஏரி: மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட இந்த ஏரிகாஞ்சிபுரம் மாவட்டத்தில் அமைந்துள்ளது. மாலைநேரப் பொழுதுபோக்கிடமாகவும், அமைதியாகக் காட்சியளிக்கும் உன்னத இடமாகவும், அகன்ற தூய நீரினைப் பெற்ற ஏரியாகத் திகழ்கிறது. 23.3 அடி முழுக்கொள்ளவுபெற்ற ஓரு நீர்த்தேக்கமாகும். இம்மதுராந்தக ஏரியிலிருந்து 'கிளியாறு' என்ற ஒரு சிற்றாறு தோன்றுகிறது. 2908 ஏக்கர் பரப்பளவில் உத்தமச்சோழனால் கட்டப்பட்டதாகும். (12960 அடி பரந்த அமைப்புடையது). இதன் கரைகள் பிரித்தானியர்களால் வலுவூட்டப்பட்டு, 690 மில்லியம் கன அடி சேமிப்புத் திறனுடையது. செய்யாறு, திருவண்ணமாலை மற்றும் வந்தவாசியிலிருந்து பெறப்படும் மழைநீர் இந்த ஏரியை அடைகிறது.

### கழிவுநீர் வெளியேற்றம் (Sewage Disposal)

கழிவுப்பொருள் நீக்கச் செயல்முறைகள் மூலக்கழிப்பொருட்களை எளிதில் நிர்வகிக்கக் கூடியதாக மாற்றியமைக்க உதவுகிறது மற்றும் கழிவுநீக்கம் செய்யப்பட்ட பொருட்களை மீட்டுமீண்டும் பயன்படுத்த உதவுகிறது. கார்பன்டை ஆக்ஸைட், மீத்தேன், நைட்ரஸ் ஆக்ஸைட் போன்ற பசுமை இல்லவாயுக்கள் கழிவுநீர் சுத்திகரிப்பின்போது உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இது வளி மண்டலத்தின் ஏற்படுத்தும் தாக்கம் மட்டுமல்லாமல் நகர்ப்புறச் சூழல் அமைப்பும் மற்றும் நீர்வாழ் சூழல் அமைப்பையும் பாதிக்கின்றன. மேம்பட்ட கழிவுப் பொருள் சுத்திகரிப்பு நிலையங்கள் பயன்படுத்துவதன் மூலம் காலநிலை மாற்றம் மற்றும் மாசுபாடுகளைக் குறைக்க இயலும்.

வீடு மற்றும் தொழிற்சாலைகளில் இருந்து வெளிவரும் கழிவுப் பொருட்களை, மலக்கழிவு அல்லது அழுக்கடைந்த நீர் போன்றவை கழிவுநீர் குழாய்கள் மூலம் பாய்கிறது. கழிவுநீர் சுத்திகரிப்பு என்பது முழுமையான வீடுசார்ந்த மாசுக்களைக் கழிவுநீரிலிருந்து அகற்றும் செயல்முறையாகும். இயற்கையால், வேதியியல் மற்றும் உயிரியல் செயல்முறைகள் ஆகியவை மாசுபடுத்தலை அகற்றுவதோடு, சுத்திகரிக்கப்பட்ட கழிவுநீரை உருவாக்கிச் சுற்றுச்சூழலுக்கு ஏற்றவகையில் மாற்றி அமைத்து உதவுகின்றன. கழிவுநீர் அதிக அளவில் கரிமப் பொருட்களாலும் மற்றும் நுண்ணுயிரிகளையும் கொண்டுள்ளன. நீரோடைகள், ஆறுகள் போன்ற இயற்கை நீர்நிலைகளுக்கு நேரடியாக இவற்றை வெளியேற்ற முடியாது.

எனவே கழிவுநீர் சுத்திகரிப்பு நிலையங்கள் கழிவுநீரைக் குறைவாக மாசடைவதாக மாற்றியமைக்க உதவுகின்றன. கழிவுநீர் சுத்திகரிப்பு பொதுவாக மூன்று வகைகளை உள்ளடக்கியது. இவை முதன்மை, இரண்டாம் மற்றும் மூன்றாம் நிலை சுத்திகரிப்பு என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

### திடக்கழிவு மேலாண்மை (Solid waste management)

திடக்கழிவு எனப்படுவது திரவமல்லாத கழிவுகளைக் குறிப்பிடுவதாகும். சுகாதாரப் பிரச்சினைகள் மற்றும் மாசுபாட்டிற்கு வழிவகுக்கும் விரும்பத் தகாத வாழ்க்கைச் சூழலை ஏற்படுத்துகிறது. திடக்கழிவு மேலாண்மை திடமான கழிவுகளைச் சேகரித்தல் மற்றும் சுத்திகரித்தல் செயல்முறையை உள்ளடக்கியது. இக்கழிவுகள் பயனுள்ளவளங்களாக மாற்றியமைக்கப்பட்டு மறுசுழற்சி செய்யப்படுவது எப்படி என்பதைக் குறிப்பதாகும்.

நிலத்தில் நிரப்புதல், எரித்துச் சாம்பலாக்குதல், மீட்பு, மறுசுழற்சி, உரமாக்குதல் மற்றும் உயர்வெப்பச் சிதைவு ஆகிய முறைகளைத் திடக்கழிவு மேலாண்மை உள்ளடக்கியதாகும்.

- திடக்கழிவுப் பொருள் சுத்திகரிப்பு மற்றும் அகற்றுவதற்கான தொழில்நுட்ப முன்னேற்றம் புதுப்பிக்கத்தக்க ஆற்றல் மற்றும் கரிம எருவாக மாற்றியமைக்க உதவுகிறது.
- உயரிகளால் சிதைக்க முடியாத நச்சுத்தன்மையினைக் கொண்ட மின்னணுக் கழிவுகள், மனிதநலத்தை அச்சுறுத்துவதற்கு உட்படுத்துவதுடன் மறுசுழற்சியின் போது வெளியிடும் புகை வெளியேற்றம் மற்றும் அவற்றின் கசிதல், நீர் நிலைகளுக்கு மிகப்பெரிய அச்சுறுத்தலை உருவாக்குகின்றன. இந்தப் பிரச்சினைகளைக் குறைக்கவேளாண் நிலநிரப்புதல் ஒரு சிறந்த முறையாகும்.

### திரவக் கழிவு மேலாண்மை (Liquid waste management)

திரவக் கழிவுஎன்பது மூல ஆதாரங்கள் (point source)மற்றும் மூலமறியாஆதாரங்கள் (non- point source) மூலம் வெளியேற்றப்படும் வெள்ளநீர் மற்றும் கழிவுநீர் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியதாகும். வீடுகளிலிருந்து வெளியேறும் கழிவுநீர், தொழிற்சாலைகளில் சுத்தப்படுத்தப் பயன்படும் கழிவுநீர் திரவங்கள், வீணடிக்கப்பட்ட அழுக்குநீக்கிகள் ஆகியன திரவக் கழிவுகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

நகராட்சிகழிவுகளிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் நீர் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய நோய் கிருமிகளைக் கொண்டுள்ளது. இதுவும் பயனுறுநீர் (grey water) எனப்படும். கழிப்பறைநீங்கலாக வீட்டு உபயோகக் கருவிகளிலிருந்து (குளியல் தொட்டி, குளியல் நீர்த்தாவிடிகள், சமையலறை கழுவித் தொட்டிகள் மற்றும் துணிதுவைக்கும் இயந்திரம்) வெளியேறும் நீரும் பயனுறுநீர் எனப்படும். நகராட்சிகழிவுகள் உயிரியல் முறையில் நச்சுக்கள் நீக்கப்பட்டுப் பிறகு மறுச்சுழற்சி செய்யப்படுகின்றன. வீட்டு உபயோகக் கழுவுநீர் மறுசுழற்சி செய்யப்பட்டுத் தோட்டங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

### சுற்றுச்சூழல் தாக்கமதிப்பீடு (Environmental impact Assessment - EIA):

சுற்றுச்சூழல் தாக்கமதிப்பீடு என்பது சுற்றுச்சூழல் மேலாண்மையின் ஒரு உபாயமாகும். சூழல் மண்டலம் மற்றும் உயிரியல் சமுதாயங்கள் மீது ஏற்படுத்தப்படும் தாக்கத்தை வெகுவாகக் குறைக்கவும், இயற்கை வளங்களை உகந்த அளவு பயன்படுத்தவும், கட்டுப்படுத்தவும் பரிந்துரைக்க உதவிபுகிறது. வருங்கால நிதிசார் வளர்ச்சித் திட்டங்கள், அணைக்கட்டுகள், நெடுஞ்சாலைத் திட்டங்கள், முன்மொழியப்பட்ட வளர்ச்சித் திட்டங்களால் ஏற்படும் சுற்றுச்சூழல் விளைவுகளை முன்னரே கணிக்கப் பயன்படுகிறது. சமூக, பொருளாதார, கலாச்சாரம் மற்றும் மனிதநலத்தாக்கம் ஆகியவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு அறியப்படுகிறது. பிராந்தியச் சூழ்நிலைகளுக்கேற்றவாறு திட்டங்களுக்குரிய வடிவத்தினை அளிக்கவும், சுற்றுச்சூழல் தாக்கத்தினைக் குறைக்கவும் உதவுகிறது. மேலும் உறுதியான சுற்றுச்சூழல் சிரழிவினைத் தவிர்க்கவும், கழிவுப் பொருட்களை அகற்றுவதற்கும் இயற்கை ஆதாரங்களை உகந்த அளவு பயன்படுத்தவும் வழிவகுக்கின்றது.

### சமூகத்திற்குச் சுற்றுச்சூழல் தாக்க மதிப்பீட்டினால் ஏற்படும் பயன்கள்:

- ஓர் ஆரோக்கியமான சுற்றுச்சூழல்
- உயிரிப்பன்மத் தொகுப்பினைப் பராமரித்தல்
- குறைந்தளவு வளங்கள் பயன்பாடு
- குறைந்த அளவு வாயுவெளியேற்றம் மற்றும் சுற்றுச்சூழல் சேதம், ஆகிய பயன்கள் ஏற்படுகின்றன.

### உயிரிப்பன்மத் தாக்கமதிப்பீடு (Biodiversity Impact Assessment - BIA):

உயிரிப்பன்மத் தாக்கமதிப்பீடு வளர்ச்சி, திட்மிடல் மற்றும் செயல்படுத்தலுக்கும், முடிவுகளுக்கும் உதவும் ஒரு கருவியாகும். இது வளர்ச்சி திட்டங்களுக்கு உறுதியளிப்பதைக் குறிக்கோளாகக் கொண்டுள்ளது. மேலும் இது உயிரிப்பன்மத் தொடர்பான ஆலோசனைகளை ஒருங்கிணைக்கவும் உதவுகிறது. மேலும் இவைகள் உயிரிப்பன்ம ஆதாரங்களைப் பாதுகாக்கும் செயல்முறைகளுக்கான சட்ட இணக்கத்தை அளிக்கவும் உயிரிப்பன்மநன்மைகளை, சமமான, நியாயமான முறையில் பயன்களைப் பகிர் தலையும் வழங்குகிறது.

### உயிரிப்பன்மத் தாக்கமதிப்பீட்டு பயன்கள்:

- நிலமாற்றம் மற்றும் பயன்பாடு காப்பதிலும்
- நிலத் துண்டாக்குதல் மற்றும் தனிமைப்படுத்துதலும்
- வளங்கள் பிரித்தெடுத்தல்
- புகை வெளியேற்றம், கழிவுகள், வேதிப்பொருட்கள் புற உள்ளீடு செய்யவும்
- மரபுமாற்றப்பட்ட சிற்றினங்கள், அந்நியம் மற்றும் ஆக்கிரமிப்பு சிற்றினங்களை அறிமுகப்படுத்துதல்
- இடவரை மற்றும் அச்சுறுத்தலுக்குட்படும் தாவரம் மற்றும் விலங்கினங்களின் மீது ஏற்படும் தாக்கம் ஆகியவற்றிற்கு உதவுகின்றன.

### புவியியல் சார் தகவல் அமைப்புகள் (Geographic Information system):

புவிப்பரப்பின் மீதுள்ள அமைப்பு சார்ந்த தகவல்களை (GIS) படம்பிடிக்க, சேமிக்க, சோதிக்க மற்றும் காட்சிப்படுத்த உதவும் தகவல்சார் கணினிசார் ஓர் அமைப்பாகும். மேலும் புவிசார்ந்த தகவல், புவி மற்றும் வான்சார் தகவல்கள் அளிக்கவும், திறம்படக் கையாள்வதற்கும், பகுத்தறிதலுக்கும், நிர்வகிக்கவும் உதவுகிறது. பூமிப்பரப்பின் மீதுள்ள ஒரு பொருளின் நிலையை நிர்ணயிக்க உதவும் செயற்கைக்கோள் வழிகாட்டும் ஓர் அமைப்பாகும்.

புவியின் மீதுள்ள ஓர் அமைவிடத்தைமக்கள் துல்லியமாகக் கண்டுணரப் பயன்படும் சம இடைவெளியில் நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளபூமியின் மீதுசுற்றிவரும் நட்சத்திரக் கூட்டம் போன்ற 30 செயற்கைக்கோள்கள் ஒருங்கமைந்த கூட்டமைப்பாகும்.

சுரங்கம்,வான்பயணம்,வேளாண் மற்றும் கடல்சார் சூழல் தொகுப்புஉலகம் முழுவதும் அளந்தறியும் தற்போதையபயன்பாட்டிலுள்ளசெயலிகளாகும்.

### உயிரிகண்காணிப்பு (Biomonitoring)

சூழல்தொகுப்பு,உயிரிபன்மககூறுகள், இயற்கைவாழிடங்கள்,சிற்றினம் மற்றும் உயிரினத்தொகைசார்ந்தநிலப்பரப்புஆகியவற்றில் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் மாற்றங்கள் மற்றும் அவற்றின் தற்போதையநிலைகுறித்துக் கண்காணிக்கவும்,மதிப்பிடவும் உதவும் ஒருசெயலாகும்.

ஆளில்லாவேளாண் பறக்கும் இயந்திரம் (drone)என்பதுபயன்பாட்டுடையபயிர் பெருக்கம் மற்றும் பயிர் வளர்ச்சியைக் கண்காணிக்கும்,வேளாண்மைக்குஉதவும் ஒருஆளில்லாவானூர்தியாகும். விவசாயிகளுக்கு இவ்வேளாண் இயந்திரம் விவசாயிகள் தங்களதுநிலங்களைவானிலிருந்துகண்காணிக்கும் வாய்ப்பினைவழங்குகிறது. நீர்பாசனபிரச்சினைகள்,மண்ணின் மாற்றங்கள்,பூச்சிமற்றும் பூஞ்சைத் தாக்கங்கள் முதலியதொல்லைகளைக் கூரியபார்வையால் (டிசைன்'ள நலந் என்ற) தெளிவுபடுத்ததெடுக்கிறது. பாதுகாப்பான,சிக்கனமான,அபாயங்களற்றபூச்சிமருந்துமற்றும் உரங்களைப் பயன்படுத்துவதற்குஉதவும் மேலும் ஒருஎளியமுறையாகும்.

### புவியியல்சார் தகவல் அமைப்புகளின் முக்கியத்துவம்:

- சூழல் தாக்கமதிப்பீடு
- இயற்கைசீற்றம் மேலாண்மை,நிலச்சரிவு,அபாயங்களைவரையறுக்க
- நிலப்பரப்புமற்றும் பயன்பாடுதீர்மானிக்க
- வெள்ளஅபாயப் பாதிப்புகளைமதிப்பிட
- இயற்கைவளங்களைமேலாண்மைசெய்ய
- மண் வரைபடம் உருவாக்க
- ஈரநிலவரைபடத் தயாரிப்பு
- நீர்பாசனமேலாண்மைமற்றும் எரிமலைஅபாயங்களைகண்டறிய
- அச்சுறுத்தலுக்குட்பட்டமற்றும் இடவரைசிற்றினங்கள் மேலும் தாவரக் கூட்டங்களின் வரைபடம் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது.

### தொலைஉணரி(Remote sensing):

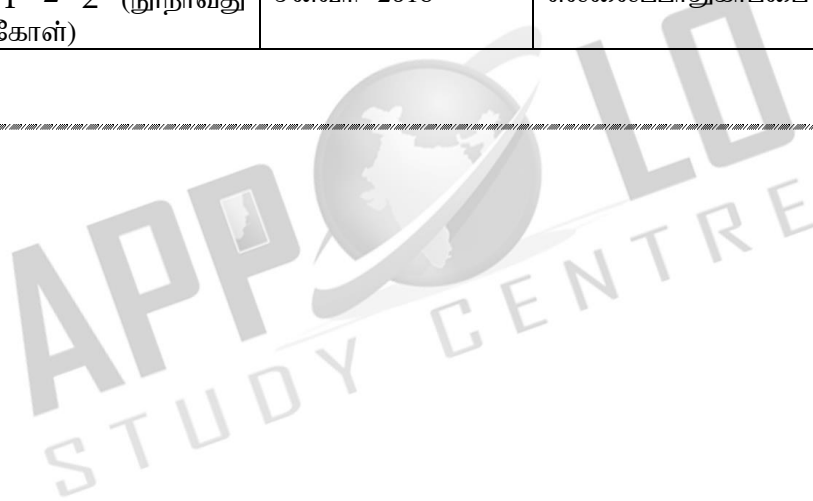
தொலைஉணரிஎன்பதுஒருகுறிப்பிட்ட இடத்தின் இயற்பியல் பண்புகளைகண்டுபிடிக்கவும் மற்றும் கண்காணிக்கவும் உதவும் ஒருசெயல்முறையாகும். இதுஒருகுறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்துகதிரியக்கஉமிழ்வுமறுப்பிரதிபலித்தலைத் தொலைவிலிருந்துகுறிப்பிட்ட இடத்தைஅளவிடஉதவுகிறது. ஒருதனிமரம் முதல் பெரியதாவரத்தொகுப்புமற்றும் வன உயிரிகளைப் பாதுகாக்கின்றசெயல் முறைகளின் சரியானபடக்குறிப்புமற்றும் தகவல்கள் மூலம் கண்டறிதல் கருவியாகும். நிலப்பயன்பாட்டுமுறைகளின் வகைப்பாட்டிற்கும் மற்றும் அவற்றைஅறிந்துகொள்வதற்கும் உயிரிபன்மம் குறைந்தஅல்லதுஅதிகப் பரப்பிலுள்ளதாவரங்கள் இனங்காணுதலுக்கும்,பண்ப்பயிர்,மருத்துவத் தாவரங்கள்,அச்சுறுத்தலுக்குட்பட்டதாவரங்களில் பல்வேறுசிற்றினங்கள் வருங்காலங்களில் பாதுகாக்கவும்,பராமரிக்கவும் உதவுகிறது.

**சிறப்புப் பயன்கள்:**

- விரும்பத்தக்க சூழலை நிர்ணயிக்கவும், நோய் பரவுதல் மற்றும் கட்டுப்படுத்துதல் முதலியவற்றை அறிய உதவுகிறது.
- வனத்தீமற்றும் சிற்றினப் பரவலை வரைபடமாக்கப் பயன்படுகிறது.
- நகர்ப்பகுதி வளர்ச்சிமற்றும் வேளாண் நிலம் அல்லது காடுகளில் பலவருடங்களில் நிகழும் மாறுபாடுகளையும் கண்காணிக்க உதவுகிறது.
- கடலடிமட்டம் மற்றும் அவற்றின் வளங்களையும் படமிடப் பயன்படுகிறது.

**செயற்கைக்கோள்களின் பயன்பாடுகள்:**

செயற்கைக்கோள் பெயர்	ஏவப்பட்ட ஆண்டு	பயன்பாடு
SCATSAT - 1	செப்டம்பர் 2016	காலநிலை முன்னறிவிப்பு, புயல் கணிப்பு மற்றும் இந்தியாவில் கணிப்பு சேவை
INSAT - 3DR	செப்டெம்பர் 2018	இயற்கைச்சீற்ற மேலாண்மை
CARTOSAT - 2	சனவரி 2018	புவி உற்றுநோக்கல்
GSAT - 6A	மார்ச் 2018	தகவல் தொடர்பு
CARTOSAT - 2 (நூறாவது செயற்கைக்கோள்)	சனவரி 2018	எல்லைப்பாதுகாப்பை கண்காணிக்க



## அலகு - 9 பயிர் பெருக்கம்

மனிதர்களுக்கும் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாவரங்களுக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பைப் பற்றி படிப்பது பொருளாதாரத் தாவரவியல் எனப்படும். இது மனிதர்களுக்குப் பயன்படும் உணவுத் தாவரங்கள், மருத்துவத் தாவரங்கள் மற்றும் இதர தேவைகளுக்குப் பயன்படும் தாவரங்களைப் பற்றிய ஆய்வுப் பிரிவாகும். பொருளாதாரத் தாவரவியலானது, உழவியல், மானுடவியல், தொல்லியல், வேதியியல், சில்லறை மற்றும் பெருவணிகத் துறைகளை இணைக்கிறது.

### மனிதர்களுக்கும் தாவரங்களுக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு:

மனிதனானவன் உயிர் வாழ முக்கியத் தேவையான தாவரங்களுடன் பல காலங்களுக்கு முன்னரே பின்னிப்பிணைந்த வாழ்க்கையை மேற்கொண்டுள்ளான். பலகட்ட சோதனை முயற்சிக்குப் பின்னர் நமது முன்னோர்கள் மனிதத் தேவைக்காக உலகின் பல பகுதிகளிலிருந்து பலநூறு காட்டுத் தாவரங்களை வளர்ப்புப் பயிர்களாக (சாகுபடி பயிர்களாக) தேர்ந்தெடுத்தனர். தாவரங்களையும் அவற்றின் பயன்களைப் பற்றியதுமான இந்த அறிவு மனித நாகரிக வளர்ச்சிக்குப் பல வகைகளில் வழிகோலியது.

### தாவரங்களை வளர்ப்புக்குமூலுக்கு உட்படுத்துதல்:

தாவரங்களை வளர்ப்புக்குமூலுக்கு உட்படுத்துதல் என்பது தாவரச் சிற்றினங்களை மனிதனின் கட்டுக்குள் கொண்டு வருவதாகும். இவற்றைக்கவனமாகத் தேர்ந்தெடுத்தல், மரபுபண்பு மாற்றம் செய்தல் மற்றும் கையாளுதல் மூலமாகபடிப்படியாகப் பெரும்பாலான மக்களுக்கு உதவும் வகையில் மாற்றுதலாகும். வளர்ப்புச் சுழலுக்கு இணக்கப்பட்ட தாவரச் சிற்றினங்கள் மனிதனுக்கு உணவு மற்றும் பல்வேறு பயன்களைத் தருகின்ற புதுப்பிக்கக் கூடிய மூலங்களாக விளங்குகின்றன.

வளர்ப்புக்குமூலுக்கு உட்படுத்தப்படுவதால் தாவரச் சிற்றினங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கீழ்கண்டவாறு வரிசைப்படுத்தலாம்.

- பல்வேறு சூழல்காரணிகளுக்கு ஏற்ப தகவமைத்துக்கொள்ளுதல் மற்றும் பரவலான புவிப்பரப்பில் வளரும் தன்மை கொண்டவை.
- ஒருமித்த மற்றும் சீரான முறையில் பூத்தல் மற்றும் காய்த்தல்
- விதை சிதறல் மற்றும் விதை பரப்பல் இல்லாதிருத்தல்.
- கனிகள் மற்றும் விதைகளின் அளவை அதிகரித்தல்
- பலபருவ வளரியல்பிலிருந்து ஒரு பருவ வளரியல்புக்கு மாற்றுதல்
- பயிர்பெருக்க முறையில் மாற்றம்
- அதிக விளைச்சல்
- அதிக நோய் மற்றும் பூச்சி எதிர்ப்பு திறனைப் பெற்றிருத்தல்.
- விதையற்ற கனிகளைக் கருவுறாக் கனியாதல் முறை மூலம் உருவாக்குதல்.
- நிறம், தோற்றம், உண்ணும்தன்மை மற்றும் ஊட்டச்சத்துக்களை அதிகரித்தல்.

### வேளாண்மையின் தோற்றம்

மிகத் தொன்மையான வேளாண்மைக்கான பதிவை டைக்ரிஸ் மற்றும் யு.பரேட்ஸ் நதிப்படுகைகளுக்கு இடையேயுள்ள செழுமை பிறைப் பகுதியில் ஏறக்குறைய 12,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இருந்ததைத் தொல்லியல் தரவுகள் மூலம் அறியலாம்.

பழைய கிரேக்க மற்றும் ரோமானிய இயற்கை வல்லுநர்களான தியோ.பராஸ்டஸ், டையோஸ்கோரிடிஸ், மூத்த பிளினி, கேளன் ஆகியோர் பயிர் தாவரங்களின் தோற்றம் மற்றும் வளர்ப்புக்குமூலுக்கு உட்படுத்துதல் குறித்த அறிவியல் பூர்வமான புரிதலுக்கு வழிகோலினர்.

**வேளாண்மையின் வரலாறு:**

**1807** - அலெக்சாண்டர் ஃவான் அம்போல்ட் பயன்தரும் தாவரங்களின் மூலங்களையும், அவற்றின் தோற்றத்தையும் உட்புக முடியாத இரகசியமென்றே கருதினார். பார்வின் 1868 - ல் முன் வைத்த பரிணாமக் கோட்பாடு, பயிரிடும் தாவரங்களின் தோற்றமானது, இயற்கைத் தேர்வு மற்றும் கலப்புறுதல் மூலமாக நடைபெற்றது என்பதை உணர்த்தியது.

**1883** டி - காண்டோல் என்பவர் தன்னுடைய “ஆரிஜன் ஆஃப் கல்டிவேடட் பிளாஸ்ட்ஸ்” (Origin of cultivated Plants) என்ற நூலில் 247 பயிரிடும் தாவரச் சிற்றினங்களைப் படித்து அவற்றின் மூதாதையர்களின் வடிவம், வளர்ப்புச்சூழலுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பகுதி மற்றும் அவற்றின் வரலாறு போன்றவற்றின் புரிதலின்மையைத் தீர்த்து வைத்தார்.

**1887** - 1943 நிக்கோலை ஐவனோவிச் வாவிலோ என்பவர் முக்கியமாக பயிரிடப்படும் தாவரங்களின் வேறுபட்ட வகைகளையும் அவற்றின் பரவலையும். புற அமைப்பியல், உள்ளமைப்பியல், செல்லியல், மரபியல், தாவரப் புவியியல் போன்ற தரவுகளின் அடிப்படையில் ஆராய்ந்தார். வாவிலோ பயிர் சிற்றினத்தின் தோற்ற மையத்தைப் பயிர் சிற்றினங்களின் பல்வகைமை மையத்தின் மூலம் கண்டறிந்தார்.

இவர் முதலில் 8 பயிர் தோற்ற மையங்களை 1926-ல் முன்மொழிந்தார். பின்னர் (1935) ஒரு சில மையங்களைப் பிரித்து, பதினோரு மையங்களாக அறிவித்தார். மேலும் புதிதாக ஒரு அமெரிக்க மையத்தை உருவாக்கி 12 தோற்ற மையங்களாக்கினார்.

**1968** - சுகோஸ்கி என்பவர் பெரும் மரபணு மையங்களே பயிரிடப்படும் தாவரங்களின் தோற்ற மையங்கள் என்ற கருதுகோளை முன்வைத்தார். அவர் உலகத்தை மொத்தம் பன்னிரண்டு பெரும் மரபணு மையங்களாகப் பிரித்தார்.

**1971** - ஹார்லன் என்பவர் வேளாண்மையானது மூன்று தனி மையங்களில் பல்வேறு காலங்களிலோ அல்லது ஒரே நேரத்திலோ தோன்றியிருக்கலாம் எனக் கருதினார். ஆகையால் பயிர் தோற்றம் ஒரே ஒரு மையத்தைத் தோற்ற மையமாகக் கொண்டிருக்காது. மேலும் பயிர் தோற்ற மையம் என்பது ஒவ்வொரு பயிரும் பயிரிடப்பட்ட வேளாண் மையங்களையே குறிக்கும் என்றும் அவர் கூறினார். மையம் அல்லாத பகுதி என்பது ஒரு பயிர் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுப் பரவிப் பகுதியாகும். எனவே, பயிர் தோற்ற மையமும், மையம் அல்லாத பகுதியும் ஒன்றோடொன்று தொடர்பில் இருக்கின்றன.

	வாவிலோவின் பயிர் தோற்ற மையங்கள்	வளர்ப்புச்சூழலுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பயிர்கள்
1.	சீனா	நரிவால் தினை, வெங்காயம், சோயாபீன்ஸ், மூங்கில், முட்டை கோஸ் குடும்பத் தாவரங்கள்
2.	இந்தியா	நெல், கரும்பு, மா, ஆரஞ்ச், கத்திரி, எள்
2a	தென்கிழக்கு ஆசியா	நெல், வாழை, தென்னை, லவங்கம், சணல்
3	மையக் கிழக்கு பகுதி	கோதுமை, பட்டாணி, சணல், பருத்தி
4	அரேபியப் பகுதி	கோதுமை, ரை, மதிவெப்ப மற்றும் வெப்பமண்டலப் பழங்கள்
5.	மத்தியத்தரைக் கடல் பகுதி	ஆலிவ், காய்கறிகள், எண்ணெய்த் தாவரங்கள், கோதுமை
6	எத்தியோப்பியா (அபிசீனியன்)	கோதுமை, பார்லி, எள், ஆமணக்கு, காஃபி
7.	மைய அமெரிக்கா (தெற்கு மெக்சிகன் - மைய அமெரிக்க மையம்)	சோளம், பீன்ஸ், சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு, பப்பாளி, கொய்யா, புகையிலை
8	தென் அமெரிக்கா	தக்காளி, அன்னாசி
8a	சிலி மையம்	உருளை
8b	பிரேசிலியன் - பராகுயன் மையம்	நிலக்கடலை, முந்திரி, அன்னாசி, மிளகாய், இரப்பர்



## இயற்கை வேளாண்மை (Organic agriculture):

பழைய பாரம்பரிய விவசாய முறையே இயற்கை வேளாண்மையாகும். இது 20-ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கக் காலங்களில் மிக வேகமாக மாறிவரும் விவசாய முறைகளுக்கு எதிராக மீட்டுக் கொண்டு வரப்பட்டது. இது மீள்நிலைத்த மண்வளம், சூழல்வளம் மற்றும் மக்கள் வளத்திற்கான வேளாண் முறையாகும். இது கேடுவிளைவிக்கும் இடுமுறைகளை விட வட்டாரச் சூழல்நடைமுறைகள், உயிரிபல்வகைமை மற்றும் இயற்கை சுழற்சிகள் போன்ற தகவமைப்புகளைச் சார்ந்திருக்கிறது.

## உயிரி உரங்கள் (Biofertilizers):

உயிரி உரம் என்பது உயிருள்ள அல்லது மறையுயிர் செல்களின் செயலாக்கம் மிக்க நுண்ணுயிரி இரகங்களைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படுகிறது.

இவ்வுயிரி உரங்கள் விதை மூலமாகவோ, மண் மூலமாகவோ இடப்படும்போது தங்களுடைய வினையாற்றல் மூலம் வேர்மண்டலத்திலுள்ள ஊட்டச்சத்துக்களைப் பயிர்கள் எடுத்துக்கொள்ள உதவுகின்றன. உயிரி உரங்கள் நுண்ணுயிரி வளர்ப்பு உரம், உயிரி உட்புகுத்திய உரங்கள் மற்றும் பாக்டீரிய உட்புகுத்தி உரங்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

இவை நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்துதலிலும், பாஸ்பேட்டைக் கரைப்பதிலும் மற்றும் செல்லுலோசை சிதைப்பதிலும் செயல்திறன் மிக்கவையாக இருப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் அவற்றின் உயிரிய செயல்பாட்டையும் அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. இவை மண்ணின் வளத்தையும், தாவர வளர்ச்சியையும், மண்ணில் வாழும் பயன்தரு நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையையும், அவற்றின் உயிரிய செயல்களை அதிகரிப்பதிலும் உதவுகின்றன. இவை சுற்றுசூழலுக்கு உகந்த இயற்கை வேளாண்மைக்கு உதவும் இடுபொருளாகவும், வேதிய உரங்களை விடத் திறன்மிக்கவையாகவும், விலை மலிவானதாகவும் உள்ளன.

வ.எண்	குழுக்கள்	எடுத்துக்காட்டு
1.	தனி உயிரிகள்	அசடோபாக்டர், கிளாஸ்டிரிட்யம், அனபீனா, நூஸ்டாக்
	கூட்டுயிர் வாழ்க்கைமுறை	ரைசோபியம், அனபீனா அசோலா
	இணை கூட்டுயிர் வாழ்க்கை முறை	அசோஸ்ஸ்பைரில்லம்
<b>பாஸ்பரசை கரைக்கும் உயிரி உரங்கள்</b>		
1.	பாக்டீரியங்கள்	பேசில்லஸ் சப்டிலிஸ், சூடோமோனாஸ் ஸ்ட்ரையேட்டா
2.	பூஞ்சைகள்	பெனிசிலியம், ஆஸ்பர்ஜில்லஸ்
<b>பாஸ்பரசை திரட்டும் உயிரி உரங்கள்</b>		
1	ஆர்பஸ்குலார் மைக்கோரைசா	குலோமஸ், ஸ்குடெல்லோஸ்போரா
2	புற வேர் பூஞ்சை	அமானிடா
<b>நுண் ஊட்டச்சத்துகளுக்கான உயிரி உரங்கள்</b>		
1	சிலிகேட் மற்றும் துத்தநாக கரைப்பான்கள்	பேசில்லஸ்
<b>தாவர வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் ரைசோபாக்டீரியா</b>		
2	சூடோமோனாஸ்	சூடோமோனாஸ் ப்ரூரசன்ஸ்

## ரைசோபியம் (Rhizobium):

ரைசோபியம் பாக்டீரியாவைக் கொண்டுள்ள உயிரி உரத்திற்கு ரைசோபிய உயிரி வளர்ப்பு உரம் என்று பெயர். வேர் முண்டுகளிலுள்ள கூட்டுயிர் பாக்டீரியமானது வளிமண்டலத்திலுள்ள நைட்ரஜனைத் தாவரங்களுக்குத் தேவையான உயிரி நைட்ரஜனாக மாற்றித் தருகிறது. நைட்ரஜனை நிலைநிறுத்தும் இந்தப் பாக்டீரியாவை மண்ணில் இடும்போது அவை ஆயிரக்கணக்கில் பல்கிப் பெருகி வளிமண்டல நைட்ரஜனை மண்ணில் நிலைநிறுத்துகின்றன. நெல் வயல்களுக்கு உகந்த உயிரி உரம் ரைசோபியம் ஆகும். இது நெல் விளைச்சலை 15 முதல் 40% வரை அதிகரிக்கச் செய்கிறது.

### அசோலா (Azolla):

அசோலா என்பது மிதக்கும் நீர்வாழ் பெரணியாகும். இது நைட்ரஜனை நிலைநிறுத்தும் நீலப்பசும்பாசியான அனப்பீனா அசோலாவுடன் இணைந்து வளிமண்டல நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்துகிறது. நெல் சாகுபடி செய்யும் நிலங்களில் ஒரு ஹெக்டேருக்கு 40 முதல் 60 கி.கி பயிர் விளைச்சலை அதிகப்படுத்துகிறது. நெல் பயிரிடும் உழவு நிலங்களில் அசோலா மிக விரைவாகச் சிதைவடைந்து நெற்பயிர்களின் விளைச்சலை அதிகரிக்கச் செய்கிறது.

### ஆர்பஸ்குலார் வேர் பூஞ்சை (AM)

ஆர்பஸ்குலார் வேர் பூஞ்சை (Arbuscular Mycorrhizae) மூடுவிதைத்தாவரங்களின் வேர்களில் கூட்டுயிர் வாழ்க்கை நடத்தும் பைகோமைசிட்டுஸ் பூஞ்சையால் உருவாகிறது. இவை மண்ணில் அதிகமாக உள்ள பாஸ்பேட்டுகளை கரைக்கும் திறனுடையவை. அதோடு மட்டுமல்லாமல் நோய் எதிர்க்கும் திறனையும், சாதகமற்ற சூழ்நிலையைத் தாங்கும் திறனையும், நிலத்தில் நீர் இருப்பதையும் உறுதிப்படுத்துகின்றன.

### கடற்பாசி திரவ உரம் (Seedweed Liquid Fertilizer - SLF):

கடற்பாசி திரவ உரம் என்பது பெரு மற்றும் நுண்ணூட்டச் சத்துக்கள் மட்டுமின்றி சைட்டோகைனின் ஜிப்ரலின் மற்றும் ஆக்சினையும் கொண்டுள்ளது. பெரும்பாலும் கடற்பாசி திரவ உரமானது கெல்ப் (kelp) எனப்படும் ஒரு வகையான 150 மீட்டர் உயரம் வளரும் பழுப்பு கடற்பாசியிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. திரவக் கடற்பாசி உரம் கரிம உரமாக பயன்படுத்தப்படுவதோடு மட்டுமல்லாமல் சுற்றுசூழலுக்கும் உகந்ததாக உள்ளது. கடற்பாசியிலுள்ள ஆல்ஜினேட்டுகள் மண்ணிலுள்ள உலோகங்களுடன் வினைபுரிந்து, நீண்ட ஒன்றுடன் ஒன்று குறுக்கே இணைந்த பாலிமர்களை உருவாக்குகின்றன. இப்பாலிமர்கள் மண்ணைச் சிறுதுகள்களாக்குவதோடு மட்டுமல்லாமல் நீர் பட்டதும் விரிந்து ஈரப்பதத்தை நீண்டநேரம் தக்கவைக்கின்றன. முக்கியமாக இவை இயற்கை வேளாண்மையில் தாவரங்களுக்கு மாவுச்சத்தை அளிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கடற்பாசிகளில் 70-க்கும் மேற்பட்ட கனிமங்கள், வைட்டமின்கள் மற்றும் நொதிகள் உள்ளதால் தாவரங்களில் அபரிமிதமான வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கின்றன. நோய் மற்றும் உறைபனியைத் தாங்கும் திறனையும் அதிகரிக்கின்றன. கடற்பாசி திரவத்தில் விதைகளை ஊறவைத்து விதைத்தால் அவை வேகமாக முளைப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் சிறந்த வேர்தொகுப்பையும் உருவாக்குகின்றன.

### உயிரி பூச்சிக்கொல்லிகள் (Bio-pesticides):

உயிரிகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட தாவர நோயுயிரிகளை கட்டுப்படுத்தும் பூச்சிக்கொல்லிகள் உயிரி பூச்சிக்கொல்லிகள் எனப்படும். வேதி மற்றும் செயற்கை பூச்சிக்கொல்லிகளுடன் ஒப்பிடும் போது உயிரி பூச்சிக் கொல்லிகள் நச்சுத்தன்மையற்றும், மலிவாகவும், சூழலுக்கு உகந்த தன்மை கொண்டதாகவும் இருப்பதனால் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வேளாண்மையில் பயன்படுத்தப்படும் வேதி பொருட்களால் ஏற்படும் சூழல் மற்றும் உடல்நன் சார்ந்த பிரச்சனைகளினால் உயிர் பூச்சிக் கொல்லிகள் நோயுயிரி மேலாண்மையில் ஒருங்கிணைந்த உட்கூறாக உள்ளன.

ட்ரைகோடெர்மா சிற்றினம் பொதுவாக மண்ணிலும், வேர்தொகுதியிலும் தனித்து வாழும் பூஞ்சையாகும். இவை வேருடனும், மண் சுற்றுச்சூழலுடனும் நெருங்கிய தொடர்புடைய காரணியாகக் கருதப்படுகின்றன. இவை உயிரி கட்டுப்படுத்தும் காரணியாக அங்கீகாரம் பெற்றிருந்தலுக்கான காரணம்:.

1. தாவர நோய்களைக் கட்டுப்படுத்துதல்
2. வேரின் வளர்ச்சிப் பெருக்கத்தைத் திறம்பட மேம்படுத்துகிறது.
3. பயிர் உற்பத்தி
4. உயிரற்ற காரணிகளின் இறுக்கத்தைத் தாங்கும் திறன்
5. சத்துக்களை உள்ளெடுத்தல் மற்றும் பயன்படுத்துதல்

பியூவிரியா சிற்றினம் என்பது உலகெங்கிலும் மண்ணில் இயற்கையாக வாழக்கூடிய ஒரு பூச்சி நோயுயிரி (entomo-pathogenic)பூஞ்சையாகும். இவை பல்வேறு கணுக்காலி சிற்றினங்களில் ஒட்டுண்ணியாக வாழ்ந்து வெள்ளை மஸ்கர்டைன் நோயைத் தாவரத்தின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்காதவாறு ஏற்படுத்துகின்றன. இது ரைசாக்டோனியா சொலானி என்ற பூஞ்சையால் தக்காளியில் ஏற்படுத்தப்படும் நாற்றுமடிதல் நோயைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

### தழை உரமிடல் (Green manuring):

தழை உரப் பயிர்களை வளர்த்து அவற்றை நேரிடையாக வயல்களிலிட்டு உழுவது தழை உர இடலாகும். தழை உர இடலின் முக்கியக் குறிக்கோளில் ஒன்று மண்ணிலுள்ள தழைச்சத்தை (நைட்ரஜனை) உயர்த்துதலாகும். அதோடு மட்டுமல்லாமல் இது மண்ணின் அமைப்பையும். இயற்பியல் காரணியையும் மேம்படுத்துகிறது. தழை உரமாகப் பயன்படுத்தப்படும் முக்கியப் பயிர்கள் க்ரோடலேரியா ஜன்சியே (சணப்பை), டெஃப்ரோசியா பெர்பியூரியா (கொழிஞ்சி), இண்டிகோஃபெரா டிங்டோரியா (அவுரி).

தழை உரத்தை விதைப்புத் தழை உரமாகவும், தழையிலை உரமாகவும் பயன்படுத்தலாம். விதைப்புத் தழை உரம் என்பது தழை உரத் தாவரங்களை நிலங்களின் வரப்புகளிலோ, ஊடுபயிராகவோ அல்லது முக்கியப் பயிராகவோ வளர்க்கும் முறையைக் குறிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: சணப்பை, காராமணி, பச்சைப்பயிறு, தழையிலை உரம் என்பது தாவரங்களின் இலைகள், கிளைகள், சிறு செடிகள், புதர் செடிகள். தரிசு நிலங்களிலுள்ள தாவரங்கள், வயல்வெளிகளின் வரப்புகளிலுள்ள தாவரங்கள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்துவதைக் குறிக்கும். தழையிலை உரத்திற்குப் பயன்படும் முக்கியத்தாவரச் சிற்றினங்கள் கேசியா ஃபிஸ்ஸுலா (கொன்றை), செஸ்பேனியா கிரான்டிஃனோரா (அகத்தி), அசாடிராக்க்டா இண்டிகா (வேம்பு), டெலோனிக்ஸ் ரீஜியா (நெருப்புக் கொன்றை), பொங்கேமியா பின்னேட்டா (புங்கம்).

### பயிர் பெருக்கம்:

தகுந்த சூழ்நிலையில் பயிர் வகைகளில் உயர் விளைச்சல், சிறந்த தரம், நோய் எதிர்ப்புத் திறன், குறுகிய கால வாழ்நாள் ஆகியவற்றை மேம்படுத்துவதற்கான அறிவியலே பயிர் பெருக்கம் ஆகும். மற்றொரு வகையில் இது மனிதப் பயன்பாட்டிற்காகத் தாவரச் சிற்றினங்களின் மரபணுவகைய விகிதத்தையும், புறத்தோற்ற வகைய விகிதத்தையும் ஒரு குறிக்கோளுடன் மாற்றியமைத்துக் கையாளுதலைக் குறிக்கும். பயிர் பெருக்கத்தில் ஈடுபடும் மனிதர்களின் திறன் மற்றும் கையாளுதலைப் பொறுத்து முற்காலப் பயிர் பெருக்க முறைகள் இருந்தன. ஆனால் மரபியல் மற்றும் செல்மரபியல் கோட்பாடுகளின் அடிப்படையில் உருவான பயிர் பெருக்க முறைகளான தேர்ந்தெடுத்தல், அறிமுகப்படுத்துதல், கலப்பு செய்தல், பன்மடியம், சடுதி மாற்றம், திசு வளர்ப்பு மற்றும் உயிரிதொழில் நுட்பவியல் போன்ற தொழில்நுட்பங்கள் பயிர் இரகங்களை மேம்படுத்த ஏற்படுத்தப்பட்டன.

அறிமுகப்படுத்துதல், கலப்பு செய்தல், பன்மடியம், சடுதி மாற்றம், திசு வளர்ப்பு மற்றும் உயிரிதொழில் நுட்பவியல் போன்ற தொழில்நுட்பங்கள் பயிர் இரகங்களை மேம்படுத்த ஏற்படுத்தப்பட்டன.

### பயிர் பெருக்கத்தின் குறிக்கோள்கள்:

- பயிர்களின் விளைச்சலையும், விரியத்தையும், வளமையையும் அதிகரித்தல்.
- வறட்சி, வெப்பநிலை, உவர்தன்மை மற்றும் அணைத்துச் சூழ்நிலைகளையும் தாங்கி வளரும் திறன்.
- முதிர்ச்சிக்கு முன்னரே மொட்டுகள் மற்றும் பழங்கள் உதிர்வடைதலை தடுத்தல்
- சீரான முதிர்ச்சியை மேம்படுத்தல்
- பூச்சி மற்றும் நோய் உயிரிகளை எதிர்த்து வாழும் திறன்.
- ஒளி மற்றும் வெப்பக் கூருணர்வு இரகங்களை உருவாக்குதல்

### பயிர் பெருக்கத்தின் படிநிலைகள் (Steps in plant breeding):

பயிர் பெருக்கத்தின் முக்கியப் படிநிலைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

வளர்ப்புச்சூழலுக்கு உட்படுத்துதல்	மரபிய வேறுபாடுகள் உருவாக்குதல்	சடுதி மாற்றம்
தாவர அறிமுகம்	தேர்ந்தெடுத்தல்	பன்மடியம்
கலப்புறுத்தல் செய்தல்	மதிப்பிடுதல் மற்றும் புதிய வெளியிடுதல் ரகத்தை	திசு வளர்ப்பு
மரபணுகூறு வளம்	விதைப்பெருக்கம் மற்றும்	மரபுப் பொறியியல்

சேகரித்தல்	விநியோகம்	
------------	-----------	--

## பாரம்பரியப் பயிர் பெருக்க முறைகள் (Conventional plant breeding methods):

பாரம்பரியதாவரப் பயிர் பெருக்க முறைகள் கடந்த பத்தாண்டுகளில் பயிர் விளைச்சலில் பெரும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தியுள்ளன. ஒரு புதிய தாவர இரகம் அதில் ஏற்கனவே அமைந்துள்ள மரபுக்கூறுகளைச் சிறந்த முறையில் வெளிக்கொணரத் தெரிவு செய்வதன் மூலம் உருவாக்கப்படுகிறது. இப்பாடத்தில் தாவரப் பயிர் பெருக்க உத்திகளில் சில பாரம்பரிய முறைகளைக் குறித்துக் கலந்தாய்வு செய்வோம்.

## தாவர அறிமுகம் (Plant introduction):

வழக்கமாக வளருமிடத்திலிருந்து ஒரு தாவரத்தின் மரபணுவிய இரகங்களை வேறொரு புதிய இடத்திலோ அல்லது சூழலிலோ அறிமுகப்படுத்துவது தாவர அறிமுகம் எனப்படும். IR 8 நெல் இரகம் பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டிலிருந்து அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. கோதுமை இரகங்களான சோனாரா 63, சோனாரா 64 ஆகியவை மெக்சிகோ நாட்டிலிருந்து அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன.

புதிதாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட தாவரம் புதிய சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு தன்னைத் தகவமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு தகவமைத்துக் கொள்ளுதல் இணக்கமாதல் என்றழைக்கப்படும். அறிமுகப்படுத்தப்படும் அனைத்துத் தாவரங்களும் களைகளற்றும், பூச்சி மற்றும் நோயுண்டாக்கும் உயிரிகளற்றும் இருக்க வேண்டும். இதனை தொற்றுத் தடைக்காப்பு (Quarantine) என்னும் முறையின் மூலம் மிகக் கவனமாகப் பிரிசீலிக்க வேண்டும். தொற்றுத் தடைக்காப்பு என்பது தொற்றுத்தன்மையுடைய நோய்கள் பரவாவண்ணம் தாவரங்களைத் தனிமைப்படுத்துவதாகும்.

அறிமுகப்படுத்துதல், முதல்நிலை மற்றும் இரண்டாம்நிலை அறிமுகப்படுத்துதல் என வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

1. **முதல்நிலை அறிமுகப்படுத்துதல்:** அறிமுகப்படுத்தப்படும் தாவரம் மரபணு வகைய விகிதத்தில் எவ்வித மாறுபாடுறாமல் புதிய சூழ்நிலைக்கு தன்னைத் தகவமைத்துக் கொள்ளுதல்.
2. **இரண்டாம் நிலை அறிமுகப்படுத்துதல்:** அறிமுகப்படுத்தப்படும் இரகமானது தேர்ந்தெடுத்தலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு அதிலிருந்து மேம்பட்ட இரகத்தை தனித்துப் பிரித்து, அதனுடன் உள்ளூர் இரகத்தைக் கலப்பு செய்து ஒன்றோ அல்லது ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட பண்புகளை அவற்றில் மாற்றுவதாகும். உலகின் பல்வேறு பகுதிகளிலுள்ள தாவரவியல் தோட்டங்கள் தாவர அறிமுகப்படுத்துதலில் மிக முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. சீனா மற்றும் வடகிழக்கு இந்தியப் பகுதிகளிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட பல தேயிலை இரகங்கள் முதலில் கொல்கத்தாவிலுள்ள தாவரவியல் பூங்காவில் வளர்க்கப்பட்டன. பின் அவற்றிலிருந்து சிரியான தேயிலை இரகங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு இந்தியாவின் பல பகுதிகளில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன.

## தேர்வு செய்தல் (Selection):

கலந்த இனத் தொகையிலிருந்து ஒன்றோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட விரும்பத்தக்க பண்புகளை உடைய ஒரு சிறந்த தாவரத்தைத் தெரிவு செய்வதற்குத் தேர்ந்தெடுத்தல் (அ) தேர்வு செய்தல் என்று பெயர். தேர்வு செய்தல் என்பது தாவரப் பயிர் பெருக்கத்திலுள்ள மிகப் பழமையான மற்றும் அடிப்படை முறைகளில் ஒன்றாகும். தேர்வு செய்தல் இரண்டு வகைப்படும்.

1. **இயற்கைத் தேர்வு (Natural selection):** இது டார்வினின் பரிணாமக் கோட்பாடான தகுந்தன பிழைத்தல் என்ற இயற்கையிலேயே காணப்படும் இயற்கைத் தேர்வு முறையாகும். இதில் விரும்பத்தகுந்த மாறுபாடுகளைக் கொண்ட தாவரத்தைப் பெற அதிக காலமாகும்.
2. **செயற்கைத் தேர்வு (Artificial Selection):** இது மனிதர்களால் மேற்கொள்ளப்படும் ஒரு வழிமுறையாகும். செயற்கைத் தேர்வு என்பது கலப்பினக் கூட்டத்திலிருந்து

தனித்தன்மையுடைய தாவரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்தலாகும். கீழ்க்கண்டவை செயற்கைத் தேர்வின் மூன்று முக்கிய வகைகளாகும்.

3. **கூட்டுத் தேர்வு (Mass selection):** கூட்டுத்தேர்வில் அதிக எண்ணிக்கையிலுள்ள தாவரத் தொகையிலிருந்து ஒரே மாதிரியான புறத்தோற்ற விகிதம் அல்லது புறத்தோற்றப் பண்புகளைக் கொண்ட தாவரங்களைத் தேர்வு செய்து அவற்றின் விதைகளை ஒன்றாகக் கலந்து புதிய இரகத்தை உருவாக்குதலாகும். தேர்வு செய்யப்பட்ட தாவரங்களிலிருந்து பெறப்படும் சந்ததிகள் அற்றின் தாவரத் தொகுதியை விடப் பெரும்பாலும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன.

இவை தனித்தனியாகச் சோதனை செய்யப்பட்டவை அல்ல. இத்தாவரங்கள் ஐந்து முதல் ஆறு ஆண்டுகள் மீண்டும் தெரிவு செய்யப்பட்டுத் தரமான விதைகள் பெருக்கம் விகிதம் அல்லது புறத்தோற்றப் பண்புகளைக் கொண்ட தாவரங்களைத் தேர்வு செய்து அவற்றின் விதைகளை ஒன்றாகக் கலந்து புதிய இரகத்தை உருவாக்குதலாகும். தேர்வு செய்யப்பட்ட தாவரங்களிலிருந்து பெறப்படும் சந்ததிகள் அவற்றின் தாவரத் தொகுதியை விடப் பெரும்பாலும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன.

செய்யப்படுகின்றன. பின் இவ்விதைகள் விவசாயிகளுக்குப் பகிர்ந்தளிக்கப்படுகிறது. கூட்டுத்தேர்வு முறையிலுள்ள ஒரேயொரு குறை என்னவெனில் சூழ்நிலை மாறுபாடுகளால் ஏற்படும் மரபுவழி வேறுபாடுகளைப் பிரித்தரிய முடிவதில்லை.

### 1. தூயவரிசைத் தேர்வு (Pureline Selection):

தூயவரிசைத் தேர்வு என்ற சொல் 1903-ஆம் ஆண்டு ஜோஹன்சன் என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது. இது ஒத்த மரபுக்கூறுடைய தாவரத்தை மீண்டும் மீண்டும் தன்மகரந்தச்சேர்க்கை செய்து பெறப்படும் தாவரங்களாகும். எல்லா மரபுக்கூறுகளிலும் இவ்வாறு பெறப்பட்ட இரகமானது ஒரே சீர்தன்மையைக் கொண்டிருக்கிறது. இம்முறையிலுள்ள குறைபாடு என்னவெனில் புதிய மரபணுவகையம் கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்க முடியாமல் போவதுடன் இவ்வகை இரகங்கள் குறைந்த தகவமைப்புகளோடும், சூழலியல் காரணிகளின் மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப நிலைக்கும் தன்மையைக் குறைவாகவும் கொண்டுள்ளன.

### 2. தேர்வு செய்தல் (Selection):

கலந்த இனத் தொகையிலிருந்து ஒன்றோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட விரும்பத்தக்க பண்புகளை உடைய ஒரு சிறந்த தாவரத்தைத் தெரிவு செய்வதற்குத் தேர்ந்தெடுத்தல் (அ) தேர்வு செய்தல் என்று பெயர். தேர்வு செய்தல் என்பது தாவரப் பயிர் பெருக்கத்திலுள்ள மிகப் பழமையான மற்றும் அடிப்படை முறைகளில் ஒன்றாகும். தேர்வு செய்தல் இரண்டு வகைப்படும்.

1. **இயற்கைத் தேர்வு (Natural Selection):** இது டார்வினின் பரிணாமக் கோட்பாடான தகுந்தன பிழைத்தல் என்ற இயற்கையிலேயே காணப்படும் இயற்கைத் தேர்வு முறையாகும். இதில் மரபணுவகையத்தில் வேறுபட்ட இரண்டிற்கு மேற்பட்ட தாவரங்களைக் கலப்புறச் செய்யும் முறைக்குக் கலப்புறுத்தம் என்று பெயர். இம்முறையில் தோன்றும் வழித்தோன்றலுக்குக் கலப்புயிரி என்று பெயர். தாவர மேம்பாட்டில் மற்ற பயிர் பெருக்க முறைகளவிடக் கலப்புறுத்தம் மேம்பட்ட முறையாக உள்ளது. இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இரகச் சிற்றினங்களின் தகுந்த பண்புகளை இணைக்கப் பயன்படும் மிகச்சிறிந்த வழிமுறையாகவும் உள்ளது. இயற்கையான கலப்புறுத்தம் நிகழ்வு முதன் முதலாகக் காட்டன் மேதர் என்பவரால் சோளப்பயிரில் அறியப்பட்டது.

### கலப்புறுத்தலின் படிநிலைகள் (Steps in hybridization):

கலப்புறுத்தலின் படிநிலைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

1. **பெற்றோரைத் தேர்ந்தெடுத்தல்:** தெரிவு செய்யப்பட்ட பண்புடைய ஆண் மற்றும் பெண் தாவரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல். இத்தாவரங்களின் ஒத்தபண்பிணைவுத் தன்மையைச் சோதனை செய்தல் மிக முக்கியமாகும்.

2. **ஆண் மலடாக்குதல்:** தன் - மகரந்தச்சேர்க்கையை தடுப்பதற்காக மகரந்தத் தாள்கள் முதிர்வதற்கு முன்னர் அவற்றை நீக்கும் முறை ஆணகச்சிதைவாகவும். இது ஆண் மலடாக்குதல் என்றழைக்கப்படுகிறது.
3. **பையிடுதல்:** தேவையற்ற மகரந்தத்துக்கள் குலக முடிவில் கலந்துவிடாமலிருக்க குலக முடியை உறையிட்டுப் பாதுகாக்கும் முறை உறையிடுதல் அல்லது பையிடுதல் ஆகும்.
4. **கலப்பு செய்தல்:** தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஆண் மலரின் மகரந்தங்களை ஆண் மலடாக்கப்பட்ட பெண் மலரின் குலக முடிக்கு மாற்றம் செய்வது கலப்பு செய்தல் எனப்படும்.
5. **விதைகளை அறுவடை செய்து புதிய தாவரங்களை உண்டாக்குதல்:** மகரந்தச்சேர்க்கைக்குப் பிறகு கருவுறுதல் நடைபெற்று முடிவில் விதைகள் உண்டாகின்றன. இவ்விதைகளிலிருந்து உருவாகும் புதிய சந்ததிக்குக் கலப்பியரி என்று பெயர்.

#### கலப்புறுத்தலின் வகைகள்:

தாவரங்களுக்கிடையே உள்ள உறவுமுறையை வைத்து கலப்புறுத்தல் கீழ்கண்ட வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

1. ஒரே இரகத்தினுள் கலப்புறுத்தம் (Intravarietal hybridization) - இதில் கலப்பு ஒரே இரகத் தாவரங்களுக்கிடையே நடைபெறுகிறது. இம்முறை தன் - மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறும் தாவரங்களில் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படும்.
2. இரகங்களுக்கிடையே கலப்புறுத்தம் (Intervarietal hybridization) - இங்கு ஒரே சிற்றினத்தின் இருவேறு இரகங்களுக்கிடையே கலப்பு செய்யப்பட்டுக் கலப்பியரி உருவாக்கப்படுகிறது. இது உட்சிற்றின கலப்பியரித் தோற்றம் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. தன் - மகரந்தச்சேர்க்கை மற்றும் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை அடையும் தாவரங்களை மேம்படுத்த இம்முறையே அடிப்படையாக உள்ளது.
3. சிற்றினங்களுக்கிடையே கலப்புறுத்தம் (Interspecific hybridization) - இது ஒரு பேரினத்தின் இரு வேறுபட்ட சிற்றினங்களுக்கிடையே கலப்பு செய்து கலப்பியரியை உண்டாக்கும் முறையாகும். இது பொதுவாக நோய், பூச்சி மற்றும் வறட்சியைத் தாங்கும் திறன் கொண்ட மரபணுக்களை ஒரு சிற்றினத்திலிருந்து மற்றொரு சிற்றினத்திற்கு மாற்றப் பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: காசிபியம் ஹர்க்ட்டம் x காசிபியம் ஆர்போரியம் - தேவிராஜ்.

கொண்டவை, இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட குரோமோசோம் தொகுப்புகளைக் கொண்ட அல்லது பெற்ற தாவரங்கள் பன்மடியங்கள் பேரினத் தாவரங்களுக்கிடையே கலப்பு செய்து கலப்பியரியை உண்டாக்கும் முறையாகும். இம்முறையின் குறைகளாவன கலப்பியரி மலட்டுத்தன்மை, எடுத்துக்கொள்ளப்படும் நேரம், நடைமுறை செலவு ஆகியனவாகும். எடுத்துக்காட்டு: ர.பானஸ் பிராசிகா, டிரிடிகேல்.

#### கலப்பின வீரியம் (Heterosis):

கலப்பின வீரியம் (ஹெட்டிரோ - மாறுபட்ட சிஸ் - நிலை) 1912-ஆம் ஆண்டு ஹெட்டிரோசிஸ் என்ற சொல்லை முதன்முதலில் பயன்படுத்திய அறிவியலாளர் G.H. ஷல் ஆவார். பெற்றோரைவிடக் கலப்பியரி முதல் மகவுச்சந்ததியின் செயல்திறன் மேம்பட்டிருப்பதால் இது கலப்பியரி வீரியம் (ஹெட்டிரோசிஸ்) என்றழைக்கப்படுகிறது. வீரியம் என்பது அதிக வளர்ச்சி, விளைச்சல், நோய் எதிர்க்கும் திறன், பூச்சியையும், வறட்சியையும் தாங்கி வளரும் திறனைக் குறிக்கும். கலப்பின வீரியத்தை மேம்படுத்த உடல வழி இனப்பெருக்கமே சிறந்ததாக உள்ளது. இதில் தெரிவு செய்யப்பட்ட பண்புகள் சிதைவடையாமல் சில காலம் தொடர்கின்றன. இரண்டு பெற்றோருக்கிடையே உள்ள மரபணு வேறுபாட்டின் தன்மை கலப்பின வீரியத்தின் வீச்சுக்கு நெருங்கிய தொடர்புடையதாக உள்ளது என்பதைப் பெரும்பாலான கலப்பியரியாளர்கள் நம்புகின்றனர்.

தோற்றம், புதிய சூழலுக்கு உகந்து போதல், இனப்பெருக்கத் திறன் போன்றவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு கலப்பின வீரியம் கீழ்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

1. **மெய்கலப்பினவீரியம் (Enheterosis):** மெய்கலப்பினவீரியம் என்பது மரபு வழியாகப் பெறப்படும் கலப்பு வீரியமாகும். மேலும் இது கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

1. **சடுதிமாற்ற மெய்கலப்பின வீரியம் (Mutational Euheterosis)**-இது மெய்கலப்பினவீரிய வகைகளில் மிக எளிமையானது. அயல் - மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறக்கூடிய பயிர்களில் மேம்பட்ட ஓங்கிய அல்லீல்கள் மூலம் தேவையற்ற, கேடுவிளைவிக்கக்கூடிய, கொல்லும் ஒடுங்குப்பண்புடைய அல்லது சடுதிமாற்றம் பெற்ற மரபணுக்களை நீக்குவதன் மூலம் ஏற்படுகிறது.
2. **சமநிலை பொய்கலப்பினவீரியம் (Balanced Euheterosis)** இவை வேளாண்மைக்கு உதவும் வகையில் பல சூழ்நிலைக் காரணிகளுக்கேற்பத் தகவமைத்துக் கொள்ளும் சமநிலை பெற்ற மரபணு இணைப்பு சமநிலை மெய்கலப்பினவீரியமாகும்.
3. **பொய்கலப்பினவீரியம் (Pseudoheterosis):** சந்ததி தாவரமானது உடல வளர்ச்சியில் பெற்றோர் தாவரங்களை விட மேம்பட்டும் ஆனால் விளைச்சலிலும், தகவமைப்பிலும், மலட்டுத்தன்மையுடனோ அல்லது குறைந்தளவு வளமானதாகவோ காணப்படுகின்றது. இது உடலவளவீரியம் என்றும் அழைக்கப்படும்.

### சடுதி மாற்றப் பயிர் பெருக்கம் (Mutation breeding):

முல்லர் மற்றும் ஸ்டேட்லர் (1927 - 1928) சடுதிமாற்ற பயிர் பெருக்கம் என்ற சொல்லை உருவாக்கினார்கள். இது மரபுவழிப் பயிர் பெருக்க உத்திகளில் மேற்கொள்ளப்படும் புதிய வழிமுறையைகளிலுள்ள குறைபாடுகளை உழவியல் மற்றும் பயிரின் தரப்பண்புகளை மேம்படுத்தும் முறையாகும். ஒரு உயிரினத்தின் மரபணுவகையத்திலோ அல்லது புறத்தோற்ற வகையத்திலோ திடீரென மரபுவழியாக ஏற்படும் மாற்றம் சடுதி மாற்றம் எனப்படும். மரபணு சடுதி மாற்றம் பயிர் பெருக்கத்தில் மிக அவசியமானதாகும். ஏனெனில் இவை பரிணாமம், மறுசேர்க்கை, தேர்ந்தெடுத்தல் போன்றவற்றிற்கு இடுபொருட்களைத் தருவதால் இது முக்கியமானதாக விளங்குகிறது. இது விதையிலாப் பயிர்களை மேம்படுத்துவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஒரே வழிமுறையாகும்.

புறஊதாக் கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்கள், ஆல்.பா, பீட்டா, காமா போன்ற கதிர்வீச்சுகளைக் கொண்டும், சீசியம், இதைல் மீத்தேன் சல்போனேட் (EMS), யூரியா போன்ற காரணிகள் புதிய இரகப் பயிரை உருவாக்குவதற்கான சடுதி மாற்றத்தைத் தூண்டுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: அதிக விளைச்சலையும், உயரத்தையும் கொண்ட மூன்று மரபணு கொண்ட குட்டை இரகக் கோதுமை, உவர்தன்மை மற்றும் பூச்சி எதிர்ப்புத்தன்மை கொண்ட அடோமிடா 2 (Atomita 2) அரிசி இரகம்.

### பன்மடிய பயிர் பெருக்கம் (Polyploid breeding):

பெரும்பாலான பூக்கும் தாவரங்கள் இருமடியம் (2n) கொண்டவை, இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட குரோமோசோம் தொகுப்புகளைக் கொண்ட அல்லது பெற்ற தாவரங்கள் பன்மடியங்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. காட்டுத் தாவரங்கள் மற்றும் வளர்ப்புச் சூழலுக்கு உட்படுத்தப்படும் தாவரங்களின் பரிணாமத்தில் பன்மடியம் மிக முக்கிய அங்கமாக விளங்குகிறது. கலப்பின வீரியம் மாறுபட்ட பண்பிணைவுதன்மை, உயிர் மற்றும் உயிரற்ற காரணிகளின் இறுக்கத்தைத் தாங்கும் திறன், தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய சடுதிமாற்றத்தினை தாங்கும் திறனுடைய தாவரங்களைப் பன்மடியம் அடிக்கடி வெளிப்படுத்துகிறது. மேலும் பன்மடியம் குன்றல்பகுப்புக் குறைப்பாட்டால் குறைந்த வளத்தன்மையுடைய விதையற்ற இரகங்கள் உருவாவதற்கும் வழிவகுக்கிறது.

தன்பன்மடியமாதல் (Autopolyploidy) என்பது ஒரு தாவரத்திலுள்ள குரோமோசோம்கள் தானாகவே இரட்டிப்புறுதலை குறிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டு: பீட்ரூட், ஆப்பிள், போன்றவற்றின் மும்மய பன்மடிய நிலையானது வீரியத்தையும், கனி, வேர், இலை, மலர் போன்றவற்றின் அளவை பெரிதாகவும், அதிக அளவு கனிகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் சர்க்கரையின் அளவையும் அதிகரிக்கின்றன. இம்முறை விதையில்லாத் தக்காளி, ஆப்பிள், ஆரஞ்சு, தர்பூசணி தாவரங்களையும் உருவாக்கியிருக்கிறது. கால்சீசனை பயன்படுத்திக் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையை இரட்டிப்பாக்கத் தூண்டுவதன் மூலம் பன்மடியத்தை ஏற்படுத்தலாம். அயல்பன்மடியம் (Allopolyploidy) என்பது வேறுபட்ட இரண்டு சிற்றினங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட குரோமோசோம் தொகுதிகளைப் பெருக்கமடையச் செய்யும்

முறையாகும். எடுத்துக்காட்டு: டிரீட்டிகேல் (டிரீடிகம் ரூம் × சீகேல் சீரியல்), ரஃபனோ பிராசிகா (பிராசிகா × ஒலரேசியா ரஃபானஸ் சட்டைவஸ்)

### பசுமை புரட்சி (Green revolution):

பசுமை புரட்சி என்ற சொல் வில்லியம், S. காட் (1968) என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது. தொடர் ஆய்வுகள், முன்னேற்றங்கள், புதுமைகள், தொழில்நுட்பப் பரிமாற்றங்களுக்கான முயற்சிகள் போன்றற்றின் ஒருமித்த விளைவே பசுமைப்புரட்சி என வரையறுக்கப்படுகிறது. 1940 முதல் 1960-ன் பிற்பகுதிக்கு இடைப்பட்ட காலத்தில் உலகம் முழுவதிலும், குறிப்பாக வளர்ந்து வரும் நாடுகளில் கோதுமை, அரிசி போன்ற வேளாண் பொருட்களின் உற்பத்தியைப் பன்மடங்கு உயர்த்தியது.

வளரும் நாடுகளில் வேளாண் உற்பத்தியைப் பெருக்குவதற்காக உயர் விளைச்சல் தரும் தாங்கு திறன் கொண்ட இரகங்களை அறிமுகப்படுத்துவதும், நீர் மற்றும் உரப் பயன்பாட்டு முறைகளும். வேளாண் மேலாண்மையை மேம்படுத்தத் தீவிர திட்டமிட்டு 1960-களில் உருவாக்கப்பட்டது பசுமை புரட்சி அல்லது மூன்றாம் வேளாண் புரட்சி எனப்படுகிறது. இந்தத் திட்டம் மெக்சிகோ நாட்டில் 1940-ல் ஆரம்பிக்கப்பட்டுப் பின் இந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் ஆசியா, மத்திய மேற்கு பகுதிகளிலும், இலத்தீன், அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளிலும் வெற்றிகரமாக

அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இந்திய வேளாண் ஆய்வு நிறுவனத்தின் முன்னாள் இயக்குநரான Dr. B.P பால், மெக்சிகோவில் பரவலாகக் காணப்படும் நோரின் 10 என்ற குட்டை இரக மரபணுக்களைக் கொண்ட குட்டை கோதுமை இரகங்களைப் பெறுவதற்காக Dr. N.E. போர்லாகின் இந்திய வருகைக்கான ஏற்பாடுகளைச் செய்யுமாறு இந்தியாவின் பசுமை புரட்சியின் தந்தை என்றழைக்கப்படும் Dr. M.S சுவாமிநாதன் அவர்களைக் கேட்டுக் கொண்டார்.

1963-ஆம் ஆண்டு மெக்சிகோவிலிருந்து அரை குட்டைத்தன்மையுடைய கோதுமை இரகம் இந்தியாவில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இதன் மூலம் உயர் விளைச்சல் தரும் சோனாரா 64, சோனாலிகா, கல்யாண்சோனா போன்ற பல கோதுமை இரகங்களைப் பயிர்பெருக்கம் செய்வதற்காக ஐந்து நீண்ட காலத் திட்டங்கள் வகுக்கப்பட்டன. இத்தகைய இரகங்கள் பரவலான உயிரி மற்றும் உயிரற்ற காரணிகளைத் தாங்கும் திறன் கொண்டவை. கோதுமையைப் போன்றே, உரமேற்கும் திறன் கொண்ட TN 1 (டாய்சிங் நேட்டிவ் 1) என்கின்ற முதல் அரை குட்டைக்கலப்பின நெல் இரகத்தை 1956-ல் தாய்வானில் Dr. M.S. சுவாமிநாதன் அவர்கள் உருவாக்கினார். இதன் வழி தோன்றல்கள் 1966 - ல் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன. பிறகு சிறந்த விளைச்சல் தரும் அரைக்குட்டை நெல் இரகமான ஜெயா மற்றும் ரத்னாவை இந்தியாவில் உருவாக்கினார்.

**பயிர் பெருக்கம் மூலம் நோய் எதிர்க்கும் திறன் கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்குதல்:**

பூஞ்சை, பாக்டீரியா மற்றும் வைரஸ் நோய்களை எதிர்க்கும் திறன்கொண்ட சில பயிர் இரகங்களைக் கலப்பு செய்தல் மற்றும் தேர்ந்தெடுத்தல் முறை மூலம் உருவாக்கி வெளியிடப்பட்டது.

பயிர்	இரகங்கள்	நோய் எதிர்ப்பு திறன்
கோதுமை	ஹிம்கிரி	இலை மற்றும் பட்டைத்துரு, ஹில் பண்ட்
பிராசிகா	பூசா சுவர்னிம் (கரராய்)	வெண் துரு
காலிஃபிளவர்	பூசா சுப்ரா, பூசா ஸ்னோபால் K - 1	சுருள் கருப்பு அழுகல்
காராமணி	பூசா கோமல்	பாக்டீரிய அழுகல்
மிளகாய்	பூசா சடபஹர்	மிளகாய் மொசைக் தேமல் வைரஸ், புகையிலை தேமல் வைரஸ் மற்றும் இலைச்சுருள்

வெண்டை தாவரத்தின் மஞ்சள் தேமல் வைரஸ் நோயை எதிர்க்கும் திறனானது காட்டுச் சிற்றினத்திலிருந்து பெறப்பட்டு ஏபல்மாஸ்கஸ் எஸ்குலண்டஸ் என்ற ஒரு புதிய இரகமாக உருவானது. இது பர்பராணி கிராந்தி என்றழைக்கப்படுகிறது.

**பயிர் பெருக்கத்தின் மூலம் பூச்சி எதிர்கும் திறன் கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்குதல்:**



ஓம்புயிரித் தாவரங்களின் பூச்சி எதிர்க்கும் திறனானது புறத்தோற்றம், உயிரிவேதியியல், உடற்செயலியல் போன்ற பண்புகளைக் கொண்டு அமையலாம் பல தாவரங்களில் தூவிகளுடைய இலைகள் பூச்சி எதிர்க்கும் திறனுடன் தொடர்புடையதாக உள்ளன. எடுத்துக்காட்டு: பருத்தியின் இலைத்தத்துப்பூச்சி எதிர்ப்புத்திறன் மற்றும் கோதுமையின் தானிய இலைவண்டு எதிர்ப்புத் திறன், திடமான தண்டுகள் கொண்ட கோதுமை இரம்பப்பூச்சியால் விரும்பப்படுவதில்லை. மிருதுவான இலை மற்றும் பூத்தென் (Nectar) அற்ற பருத்தி இரகங்கள் காய்ப்புழுக்களை (bollworms) தன்பால் ஈர்ப்பதில்லை. அதிக அஸ்பார்க்டிக் அமிலம், குறைந்த நைட்ரஜன் மற்றும் சர்க்கரை கொண்ட சோளங்கள் சோளத்தண்டு துளைப்பானுக்கு எதிர்ப்புத் திறனைப் பெற்றுள்ளன.

பயிர்	இரகங்கள்	பூச்சி / சிறு பூச்சி
பிராசிகா (கடுகு சிற்றின வகை)	பூசா கவர்ல்	அசிவினி பூச்சி
தட்டை பீன்ஸ்	பூசா செம் 2 பூசா செம் 3	இலைத்தத்துப் பூச்சி, அசவினி மற்றும் பழத்துளைப்பான்
வெண்டைக்காய்	பூசா சவானி பூசா யு - 4	தண்டு மற்றும் பழத்துளைப்பான்

**நவீனதாவரப் பயிர்ப்பெருக்க தொழில்நுட்பம் Modern plant breeding):**

பயிர்ப்பு பெருக்க முறைகளில் முக்கிய நிகழ்வுகளான மரபணுபொறியியல், தாவரத் திசு வளர்ப்பு, புரோட்டோபிளாச இணைவு அல்லது உடல இணைவு முறை, மூலக்கூறு குறிப்பு மற்றும் DNA விரல் பதிவு (Molecular marking and DNA finger printing) போன்ற சில நவீன பயிர்ப்பெருக்க முறைகளைப் பயன்படுத்தி உயர்நகப் பயிர்கள் பெறப்படுகின்றன. மேலே குறிப்பிட்ட கருத்திற்கான பல்வேறு தொழில்நுட்பங்களையும், பயன்பாடுகளையும் ஏற்கனவே அலகு VIII-ல் படித்துள்ளோம்.

**புதிய தாவரப் பொறியியல் தொழில்நுட்ப முறைகள் (New Plant Engineering Techniques) புதிய பயிர் பெருக்கத் தொழில்நுட்ப முறைகள் (NBT) (New Breeding Techniques)**

NBT என்பது தாவரப் பயிர்ப்பு பெருக்கத்தில் புதிய பண்புகளை வளர்க்கவும், வேகப்படுத்தவும் பயன்படுத்தும் வழிமுறையாகும். தாவரங்களுக்குள்ளேயே DNA-வின் குறிப்பிட்ட இடங்களை மரபணு தொகைய திருத்தம் (Genome editing) மூலம் DNA - வை குறிப்பிட்ட இடங்களில் மாற்றிப் புதிய பண்புக்கூறுகளையுடைய பயிர்த் தாவரங்களை உருவாக்கும் முறைகளாகும். பண்புக்கூறுகளில் பல்வேறு மாறுதல்களைச் செய்யப் பயன்படும் படிநிலைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- மரபணு தொகையத்தை வெட்டுதல் மற்றும் மாற்றியமைத்தலை CRISPR / Cas போன்ற முறைகள் செய்கின்றன.
- மரபணு தொகைய திருத்தம் - ஆலிகோ நியூக்ளியோடைடு இயக்கத் திடீர் மாற்றக் காரணி (ODM) என்ற நுட்பத்தின் மூலம் சில இணை காரங்களில் மாற்றங்களைச் செய்தல்.
- ஒரே சிற்றினம் அல்லது நெருங்கிய தொடர்புடைய சிற்றினத்திற்குள் மரபணுக்கள் மாற்றப்படுவது. (Cisgenesis)
- DNA வை மாற்ற செய்யாமல் அதற்குள் இருக்கும் மரபணுவின் செயல்பாடுகளை ஒருங்கமைக்கும் முறை (epigenetic methods)

நார்மன் E. போர்லாக்: நார்மன் E போர்லாக் என்பவர் தாவர நோயியலாளர் மற்றும் பயிர்பெருக்க வல்லுநராவார். இவர் மெக்சிகோவிலுள்ள சோனார்ட் என்ற இடத்திலுள்ள பன்னாட்டு சோளம் மற்றும் கோதுமை மேம்பாட்டு நிறுவனத்தில் தன் வாழ்நாளைக் கழித்தார். உலகின் பல நாடுகளில் தற்போது பயிரிடப்படும் நோரின் 10, சோனாரா 64, லெர்மா ரோஜா 64 போன்ற புதிய உயர் விளைச்சல் மற்றும் துரு நோய் தாங்குத்திறன் கொண்ட சாயாத, புதிய கோதுமை ரகங்களை இவர் உருவாக்கினார். இதுவே பசுமைப்புரட்சிக்கு அடிப்படையாக விளங்கியது. இவருக்கு 1970-ல் அமைதிக்கான நோபெல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

Dr. M.S. சுவாமிநாதன்: இவர் சடுதிமாற்றப் பயிர் பெருக்கத்தின் முன்னோடியாவார். இவர் சடுதி மாற்ற முறை மூலம், பொன்னிறமுடைய ஷர்பதி சோனாரா என்ற கோதுமை இரகத்தை உருவாக்கினார். இது இந்தியாவின் பசுமைப் புரட்சிக்கு வழிகோலியது. இவர் இந்தியப் பசுமைப்புரட்சியின் தந்தை என்று அழைக்கப்படுகிறார்.

நெல் ஜெயராமன்: இவர் திருவாரூர் மாவட்டத்திலுள்ள அதிரங்கம் என்ற கிராமத்தைச் சார்ந்தவர். இவர் கிராமத்தைச் சார்ந்தவர். இவர் Dr. நம்மாழ்வார் அவர்களின் சீடராவார். இவர் "நமது நெல்லைப் பாதுகாப்போம் இயக்கத்தின்" தமிழ்நாடு அமைப்பின் ஒருங்கிணைப்பாளர் ஆவார். இவர் பாரம்பரிய நெல் இரகங்களைப் பாதுகாப்பதில் அயராது பாடுபட்டவர். இவர் விவசாயிகளுக்குப் பயிற்சி அளித்து அவர்களின் நிலங்களில் ஏற்படும் பாதிப்புகளைக் குறித்துக்கொண்டு அவற்றிற்கான ஆலோசனைகளையும் வழங்கினார்.

2005-ஆம் ஆண்டு முதன் முதலில் இவர் தனது பண்ணையில் தனியொருவராக "நெல் விதை திருவிழாவை" நடத்தினார். 10-வது திருவிழாவானது 2016-ல் அதிகரங்கம் என்ற அவருடைய கிராமத்திலேயே நடைபெற்றது. இத்திருவிழாவில் தமிழ்நாட்டிலுள்ள 70000-க்கும் மேற்பட்ட விவசாயிகளின் 156 வகையான பாரம்பரிய நெல் இரகங்கள் கண்காட்சிக்கு வைக்கப்பட்டன. சர்வதேச நெல் ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் (ஐசுசுஐ) உரையாற்றுவதற்காகப் பிலிப்பைன்ஸ் அரசு இவரை அழைத்தது. 2011-ஆம் ஆண்டு இவர் சிறந்த இயற்கை விவசாயத்திற்கான மாநில விருதைப் பெற்றார். 2015-ம் ஆண்டு சிறந்த மரபணு பாதுகாப்பாளர் என்ற தேசிய விருதையும் பெற்றார்.

## 9.8 விதை பாதுகாப்பு:

வேளாண் சமூக வாழ்வாதாரத்தில் முக்கியக் கூறுகளில் ஒன்றாக விளங்குவது விதை. விதை பலகாலமாக மேம்படுத்துதல் மற்றும் தேர்ந்தெடுத்தல் மூலம் உண்டான பயிர் சிற்றினங்கள் மற்றும் அதன் இரகங்களின் மரபின விவரத்தின் உறைவிடமாக உள்ளது. பயிர் உற்பத்தி, உணவு பாதுகாப்பு போன்றவற்றில் விதைகளின் பங்கு அபரிமிதமாக உள்ளது. பயிர் பாதுகாப்பு பொருட்களைப் பயிர் வளர்ச்சியின்போது அளித்தும் அல்லது விதைகளுடன் சேர்த்தும் தரலாம். வளமான பயிர்களை மேம்படுத்துவதில் விதைபாதுகாப்பானது மிக முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. விதை பாதுகாப்பு மற்றும் சேமிப்பு முறைகளைப் பாரம்பரியம் மற்றும் நவீன முறைகள் மூலம் செய்யலாம்.

### பாரம்பரிய விதை பாதுகாப்பு முறைகள்

- குறுகிய காலச் சேமிப்பிற்கு விதைகளுக்கு நுண்ணிய செம்மண், குண்டுர் மிளகாய் பொடி, வேப்பிலை பொடியாலும் பாகற்காய் பொடியாலும், முருங்கைக்காய்ச் சாறு மற்றும் புங்கை இலைச் சாறு போன்றவை பாரம்பரியமாக விதைப்புச்சாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- நெல்விதைகளை 1 : 10 என்ற வகிதத்தில் தயாரிக்கப்பட்ட உப்பு நீரில் ஊறவைத்து, அதில் மிதக்கும் பதர்களை நீக்கி நிழலில் உலர்த்தி ஒன்று முதல் இரண்டாண்டுகள் வரை சேமிக்கப்படுகிறது.
- சோள விதைகள் சுண்ணாம்பு நீரில் (1 கி சுண்ணாம்பு + 10 லி நீர்) பத்து நாட்கள் ஊறவைத்து அலசிப் பின்னர் உலர்த்திச் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.
- கொண்டைக்கடலை விதைகள் எலுமிச்சை இலை எண்ணெய், பருத்தி விதை எண்ணெய், சோயா எண்ணெய், ஆமணக்கு எண்ணெய் (100 கிலோ விதைக்கு 500 மி.லி எண்ணெய்) ஆகிய எண்ணெய்க் கலவையில் கலந்து சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.
- சூரியகாந்தி விதைகள் உலர்ந்த விதை நீக்கப்பட்ட பீர்க்கங்காயின் உள்ளே வைத்துப் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இக்காய்கள் காற்று புகாத கலன்களில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

### நவீன விதை பாதுகாப்பு முறைகள்

விதை பாதுகாத்திலுள்ள பல்வேறு முறைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

#### 1. விதை நேர்த்தி

வேளாண்மையிலும், தோட்டக்கலைத் துறையிலும் விதை நேர்த்தியானது வேதிப்பொருட்களைக் கொண்டு முக்கியமாக எதிர்நுண்ணுயிரி அல்லது பூஞ்சைக்கொல்லிகளை நடவுக்கு முன் இட்டு நேர்த்தி செய்யப்படுகிறது.

### விதைநேர்த்தியின் பயன்கள்

- தாவரங்களில் நோய்கள் பரவுவதைத் தடுக்கிறது.
- நாற்றுக் கருகளிலிருந்து விதைகளைப் பாதுகாக்கிறது.
- முளைப்புத் திறனை மேம்படுத்துகிறது.
- சேமித்து வைத்திருக்கும் தானியங்களைப் பூச்சிகள் தாக்காமல் பாதுகாக்கிறது.
- மண்ணிலுள்ள பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

### 2. கடினமாக்கல் விதை நேர்த்தி

கடினமாக்கல் விதை நேர்த்தி என்பது விதையின் உடற்செயலியலை உயர்த்துவதாகும். அதாவது, விதையை நீரிலோ அல்லது சரியான விகிதத்தில் கலந்த வேதியியல் கரைசலிலோ குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு ஊறவைக்க வேண்டும். பின் இந்த விதைகள் தனது சரியான ஈரப்பதத்திற்குத் திரும்பும் வகையில் நிழலில் உலர்த்த வேண்டும்.

### கடினமாக்கல் விதை நேர்த்தியின் பயன்கள்

- விளைச்சல், வேர் வளர்ச்சி, முளைப்புத்திறன் வீரியம் போன்றவற்றை உயர்த்துகிறது.
- நாற்றுகளைச் சீரான முறையில் முளைக்கச் செய்கிறது.
- பூக்கும் பருவத்தை இரண்டு அல்லது மூன்று நாட்களுக்கு முன்னரே எய்தச் செய்கிறது.
- சீரான விதை உற்பத்தி மற்றும் முதிர்ச்சியை உண்டாக்குகிறது.
- வறட்சியைத் தாங்கும் திறனை விதைகளுக்கு அளிக்கிறது.

### 3. விதை உருண்டைகள்

வடிதன்மை அற்ற மந்தப் பொருட்களைப் பசையின் உதவியுடன் உயிர்செயல் வேதிப்பொருட்களையும் சேர்த்து விதையைச் சுற்றிப் பூசி உருண்டைகளாக்குவதற்கு விதை உருண்டைகள் என்று பெயர். இம்முறையில் விதைகளின் எடை, அளவு, வடிவம் போன்றவை அதிகரிக்கின்றன.

### 4. விதைபூச்சு

விதைபூச்சு என்பது விதையை எருவிலோ, வளர்ச்சி ஊக்கிகளைக் கொண்டோ, ரைசோபியம் காரணிப்பொருள், ஊட்டச்சத்து பொருள், எதிர்க்கும் பொருள், வேதிப்பொருள், பூச்சிக் கொல்லிகள் போன்ற பொருட்களைக் கொண்டு அடர்த்தியாக விதையின் மேல் பூசுவதாகும். விதைகளின் மேல் பசையின் மூலம் சேர்க்கப்படும் வேதிப்பொருட்கள் மற்றும் பூச்சிக்கொல்லிகள் விதையின் முளைப்பு மற்றும் செயல்திறனை அதிகரிக்கின்றன.

### 5. விதைகளுக்கான உயிரி திணிப்பு:

இது விதைகளை உயிரியல் முறை மூலம் நேர்த்தி செய்தலாகும். இது விதைகளை நீருட்டம் செய்தல் (Physiological Aspect of disease control and Inoculation - உயிரியல் சார்ந்த நோய்த்தடுப்பு மற்றும் உட்புகுட்டல்) மற்றும் நன்மை தரும் உயிரிகளை விதைகளில் உட்புகுத்துதல் போன்றவைகள் மூலம் விதைகளைப் பாதுகாக்கும் முறையாகும். இது மண் மற்றும் விதை சார்ந்த நோயுயிரிகளுக்கு எதிராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பூஞ்சை எதிரிகளைப் பயன்படுத்தும் சூழல் சார்ந்த அணுகுமுறையாகும். இவ்வகையான நேர்த்தி முறை வேதியியல் தடுப்பு முறைகளுக்கு ஒரு மாற்றாக அமைகிறது.

### விதை சேமிப்பு:

விதையானது வாழ்வியல் முதிர்ச்சியடைந்தவுடன் சேமிப்பானது தாய்த் தாவரத்திலேயே தொடங்குகிறது. விதை சேகரித்த நாளிலிருந்து விதைக்கும் காலம் வரை அதன் முளைத்திறனோடு பாதுகாப்பது விதைச் சேமிப்பு எனப்படும். அறுவடைக்குப் பின் விதைகள் பண்டகசாலையிலோ போக்குவரத்தின் இடைப்பட்ட இடங்களிலோ, சில்லரைக் கடைகளிலோ சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன.

## சேமிப்புகளின் அடிப்படையில் விதைகளின் வகைப்பாடு

### விதை சேமிப்பு

ரபார்ட்ஸ் (1973) என்பவர் சேமிப்பின் போது விதைகளின் வாழ்வியல் தன்மையினை பொருத்து வகைப்படுத்தினார்.

பாரம்பரிய விதை சேமிப்பு	சேமிக்க இசையா விதைகள்
விதைகளானது 5 மூ அளவிற்கு குறைந்த ஈரப்பதத்தில் இருக்குமாறு உலர்த்தி குறைந்த அல்லது உறை வெப்பநிலையில் நீண்டகாலத்திற்கு சேமித்து வைத்தல். எடுத்துக்காட்டு: தானியங்கள், பயறு வகைகள், எண்ணெய் விதைகள்	விதைகளானது 20 - 50% வரை ஈரப்பதத்துடன் உலர்த்தியபோதும் நீண்ட காலம் சேமிக்க முடியாதவையாகும். எடுத்துக்காட்டு: மா, பலா, தேங்காய்

### விதை பாதுகாப்பு

ஈவார்ட் (1908) வாழ்நாளின் அடிப்படையில் விதைகளை மூன்று வகையாக வகைப்பாடு செய்தார்.

#### நுண்ணுயிர்தன்மை

விதையின் வாழ்நாளானது 3 வருடத்திற்கு மிகாமலிருத்தல்

#### இடை உயிர்தன்மை

விதையின் வாழ்நாளானது 3 முதல் 5 வருடத்திற்கு மிகாமலிருத்தல்

#### பெரு உயிர்தன்மை

விதையின் வாழ்நாளானது 15 முதல் 1000 வருடத்திற்கும் மேலாக இருத்தல்

### 9.9.2 விதை சேமிப்பு முறைகள்:

#### 1. பாரம்பரிய விதை சேமிப்பு முறைகள்

பாரம்பரிய விதை சேமிப்பு முறை மூங்கில் அமைப்புகளிலும், மட்பாண்டங்களிலும், மர அமைப்புகளிலும் மற்றும் பூமிக்குள் சேமித்து வைக்கும் முறைகளையும் உள்ளடக்கியுள்ளது. கிராமங்களில் அதிக விதைகளைச் சிமெண்ட் உறைகளிலும், உலோக உருளைகளிலும். நெகிழி உருளைகளிலும் சேமித்து வைத்தனர். நகர்புறங்களில் விதை சேமித்தலுக்குத் தார் உருளை, உதைப்பூர் உருளை, மூங்கில் உருளை, பூசா உருளை மற்றும் உலோக உருளைகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

#### 2. நவீன விதை சேமிப்பு முறைகள்

##### 1. குளிர்பாதுகாப்பு முறையில் சேமித்தல் (Seed storage in cryopreservation)

இது மரபணு வளக்கூறுகளை (germplasm) (செல்கள், திசுக்கள், கரு, விதைகள்) உறைநிலைக்கு மிகவும் கீழான திரவ நைட்ரஜனில்  $-196^{\circ}\text{C}$  க்கும் கீழ்க் குளிர்நிலையில் வைத்து பாதுகாக்கும் தொழில்நுட்ப முறையாகும். வணிக விதை சேமிப்பிற்கு இம்முறை பயன்படாது. இருப்பினும் இம்முறை பாரம்பரிய முறைகளால் பாதுகாக்கமுடியாத மதிப்புமிக்க மரபணு வளக்கூறுகளை எதிர்காலத்தேவைக்காகச் சேமித்து வைக்கப் பயன்படுகிறது.

##### 2. மரபணு வங்கி விதை சேமிப்பு:

மரபணு வங்கியில் விதை சேமிப்பது என்பது ஒரு முறையான கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழலில் பாதுகாக்கப்படுவதாகும். இம்முறையில் வெப்பம், காற்று மற்றும் விதையின் ஈரப்பதம் போன்றவற்றால் விதையின் முளைப்புத் திறன் பாதிக்காதவாறு மிக நீண்ட காலத்திற்குப் பாதுகாக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் ஒவ்வொரு வகை விதைக்கும் கொள்கலன் மற்றும் சேமிக்கும் முறைகள் மாறுபடுகின்றன.

##### 3. ஈவல்பார்ட் விதை வங்கி:

விதைகள் நான்கடுக்கு மூடிய உறைகளில் இடப்பட்டுப் பின்னர் அவை அடர்ந்த திடமான நெகிழி கொள்கலன்களில் வைக்கப்பட்டு, உலோக அலமாரிகளில் அடுக்கப்படுகிறது. இவ்விதை சேமிப்பு அறைகள்  $-18^{\circ}\text{C}$  வெப்பநிலையில் வைக்கப்படுகின்றன. குறைந்த வெப்பநிலையும் வரையறுக்கப்பட்ட ஆக்ஸிஜனும் விதையின் வளர்சிதை மாற்றத்தையும், வயதாவதைத் தள்ளிப்போடுவதையும் உறுதி செய்கின்றன. மின்சாரம் தடைபடும்பொழுது விதைகளுக்குத் தேவையான குறைந்த வெப்பநிலையைக் கொள்கலனைச் சுற்றியுள்ள நிலத்தடி உறைபனியானது வழங்குகிறது.

**பொருளாதாரப் பயனுள்ள தாவரங்களும் தொழில்முனைவுத் தாவரவியலும்**

நிலத்திலும், நீரிலும் பரந்துபட்ட தாவரத் தொகுதிகளை நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ சார்ந்தது அனைத்து வகையான உயிரினங்களும் வாழ்கின்றன. வரலாற்றுக்கு முந்தைய மனிதர்களின் வாழ்நாள் பழங்கள், கீரைகள், கிழங்குகள் முதலியவற்றைச் சேகரிப்பதிலும், விலங்குகளை, வேட்டையாடுவதிலும் கழிந்தது. தாவரங்களையும், விலங்குகளையும் வளர்ப்புச் சூழலுக்கு உட்படுத்தியதன் மூலம் உபரி உணவு உற்பத்திக்கு வழி வகுத்தது. இதுவே நாகரிக வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையாக அமைந்தது. ஆரம்பகாலத்தில் உலகின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் தோன்றிய நாகரிகங்கள் பல்வேறு நோக்கங்களுக்காகப் பலவகையான தாவரங்களை அவற்றின் பயன்பாட்டின் அடிப்படையில் வளர்ப்புச்சூழலுக்கு உட்படுத்தின. இவ்வகை பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாவரங்கள் அவற்றின் பயன்பாட்டின் அடிப்படையில் உணவுத் தாவரங்கள், தீவனத் தாவரங்கள், நார் தாவரங்கள், கட்டை தரும் தாவரங்கள், மூலிகைத் தாவரங்கள், காகிதத் தொழிற்சாலையில் பயன்படுத்தப்படும் தாவரங்கள், சாயத் தாவரங்கள், ஒப்பனைப் பொருட்களில் பயன்படுத்தப்படும் தாவரங்கள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு வகையிலும் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தாவரங்கள் இப்பாடப் பகுதியில் விவாதிக்கப்படுகின்றன.

**உணவுத் தாவரங்கள்:**

ஏறக்குறைய 10,000 உணவுத் தாவரங்கள் தற்போது பயன்பாட்டில் உள்ளன. இவற்றில் ஏறக்குறைய 1,500 சிற்றினங்கள் மட்டுமே பயிரிடப்படுகின்றன. இருப்பினும் பெரும்பான்மை மக்களின் உணவு அடிப்படை அரிசி, கோதுமை, சோளம் ஆகிய மூன்று புல்வகைகளை மட்டுமே அதிகம் சார்ந்துள்ளது.

**தானியங்கள்:**

தானியம் எனும் சொல் “சீரிஸ்” (ceres) எனும் வார்த்தையிலிருந்து உருவானது. இது ரோமானியத் தொன்மத்தில் வேளாண்மைக் கடவுளைக் குறிக்கும். தரசம் மிகுந்த உண்ணக்கூடிய விதைகளுக்காக வளர்க்கப்படும் எல்லாத் தானிய வகைகளுமே போயோசி எனப்படும் புல் குடும்பத் தாவரங்களாகும்.

**தானியங்கள் பின்வரும் காரணங்களால் உணவுத் தாவரங்களில் முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன.**

1. எவ்வகை வளர் சூழலுக்கும் ஏற்ப வெற்றிகரமாகத் தகவமைத்துக் கொள்ளும் தன்மை (Colonization)
2. எளிதில் பயிரிடப்படக்கூடியவை.
3. அதிக அடிகளைத்தல் (tillers) செய்யும் தன்மையினால் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலப்பரப்பில் அதிக விளைச்சல் கிடைக்கச் செய்தல்
4. செறிந்த, உலர்ந்த தானியங்களை எவ்விதச் சேதமுமின்றி எளிதில் கையாளவும், கொண்டு செல்லவும், சேமித்து வைக்கவும் முடியும்.
5. உயர் கலோரி மதிப்புள்ள ஆற்றலை வழங்கக்கூடியவை.

கார்போஹைட்ரேட்டுகள், புரதங்கள், நார்கள் மற்றும் பலவகையான வைட்டமின்கள், கனிமங்கள் போன்ற ஊட்டச்சத்துக்களைத் தானியங்கள் வழங்குகின்றன. அளவின் அடிப்படையில் தானியங்கள் இரண்டு வகையாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அவை

1. பெருந்தானியங்கள்
2. சிறு தானியங்கள்

**பெருந்தானியங்கள்:**

**நெல்**

**தாவரவியல் பெயர்:** ஓரைசா சட்டைவா

தேங்கும் நிலை நீரில் வளரும் பகுதி நீர்வாழ்த் (Semi aquatic) தாவரம் நெல். முக்கியமான உணவுப் பயிரான இது பயிரிடப்படுவதிலும் உற்பத்தியிலும் கோதுமைக்கு அடுத்தபடியாக இரண்டாவது இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. கார்போஹைட்ரேட்டை வழங்கும் முக்கிய ஆதாரமாக அரிசி உள்ளது.

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

நெல்லின் தோற்ற மையம் தென்கிழக்கு ஆசியா எனக் கருதப்படுகிறது. சீனா, இந்தியா, தாய்லாந்து போன்ற நாடுகளில் நெல் பயிரிட்டதற்கான தொன்மைக்கால சான்றுகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. நெல் தமிழகத்தின் டெல்டா மற்றும் பாசனப் பகுதிகளில் பயிரிடப்படுகிறது.

#### பயன்கள்:

அரிசி கலோரி மிகுந்த எளிதில் செரிமானமாகக் கூடிய உணவு. இது தெற்கு மற்றும் வடகிழக்கு இந்தியாவில் முக்கிய உணவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அவல் (Flaked Rice) / பொரி (Puffed Rice) போன்ற அரிசி பொருட்கள் காலை உணவாகவும், சிற்றுண்டியாகவும் இந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அரிசி தவிட்டிலிருந்து பெறப்பட்ட தவிட்டு எண்ணெய் (Rice bran oil) சமையலிலும், தொழிற்சாலைகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

உமி (Husks) எரிபொருளாகவும், பொதி கட்டுவதற்கும், உரம் போன்றவை தயாரிக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

#### கோதுமை:

**தாவரவியல் பெயர்:** டிரிட்டிக்கம் ஏஸ்டிவம்

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

கோதுமை பயிரிடதற்கான தொன்மை ஆதாரச்சான்றுகள் செழுமை பிறை (Fertile crescent) பகுதியில் கிடைத்துள்ளன. பொதுவாகப் பயிரிடப்படும் கோதுமை ரகமான டிரிட்டிக்கம் ஏஸ்டிவம் சுமார் 7500 ஆண்டுகளாகப் பயிரிடப்பட்டு வருகின்றது. உத்திரபிரதேசம், பஞ்சாப், ஹரியானா, இராஜஸ்தான், மத்தியப்பிரதேசம். பீகார் போன்ற வட இந்திய மாநிலங்களில் கோதுமை அதிகமாகப் பயிரிடப்படுகிறது.

#### பயன்கள்:

கோதுமை வட இந்தியாவில் முக்கிய உணவாக உள்ளது. கோதுமை மாவு ரொட்டி மற்றும் பிற அடுமனை பொருட்கள் தயாரிக்க ஏற்றது. மைதா என்றழைக்கப்படும் நார்சத்து அற்ற பதப்படுத்தப்பட்ட கோதுமை மாவு புரோட்டா, ரொட்டி மற்றும் அடுமனை பொருட்களைத் தயாரிக்கப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. முளைகட்டிய கோதுமை (malted wheat) மதுபானம். ஊட்டச்சத்து பானங்கள் போன்றவை உற்பத்தி செய்வதற்கான முக்கிய மூலப்பொருளாகும்.

#### சிறுதானியங்கள் (Millets):

ஆப்பிரிக்கா மற்றும் ஆசியாவில் பழங்கால மக்களால் முதலில் பயிரிடப்பட்ட சிறிய விதைகள் பலவற்றிற்குச் சிறுதானியங்கள் (Millets) எனும் சொல் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவை தரச புரச பசையற்ற (குளுட்டன்) குறைவான சர்க்கரை அளவுக் குறியீட்டைக் கொண்ட தானிய வகையாகும்.

#### கேழ்வரகு (Finger millet):

தாவரவியல் பெயர்: எல்லுசின் கோரகனா

கேழ்வரகு கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து இந்தியாவிற்கு வெகு காலத்திற்கு முன்பே அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட பயிர். இது கால்சியம் நிறைந்தது.

#### பயன்கள்:

இந்தியாவின் பல தெற்கு மலைப்பகுதிகளில் ஒரு முக்கிய உணவாக இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. கேழ்வரகு கஞ்சியாகவோ, கூழாகவோ உண்ணப்படுகிறது. ராகிமால்ட் (Ragi malt) ஒரு பிரபலமான ஊட்டச்சத்துப் பானமாகும். கேழ்வரகு நொதி பானங்கள் தயாரிப்பில் மூலப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

#### சோளம் (Sorghum):

**தாவரவியல் பெயர்:** சொர்க்கம் வல்கேர்  
சோளம் ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. உலகின் முக்கிய சிறுதானியங்களில் சோளமும் ஒன்று. கால்சியம் மற்றும் இரும்பு சத்து அதிக அளவில் உள்ளது.

**பயன்கள்:**

கோழி, பறவைகள், பன்றிகள் மற்றும் கால்நடைகளுக்குச் சோளம் தீவனமாகப் பயன்படுகின்றது. நொதி சாராயப் பாணங்களின் மூலப் பொருளாக உள்ளது.

**மிகச்சிறு தானியங்கள் (Minor Millets):  
தினை (Foxtail Millet):**

**தாவரவியல் பெயர் :** சிட்டேரியா இடாலிக்கா

இந்தியாவில் பாரம்பரியமாகப் பயன்படுத்தப்படும் தினை வகைகளில் இதுவும் ஒன்று. சுமார் 6,000 வருடங்களுக்கு முன்பே சீனாவில் வளர்ப்புச் சூழலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டது. தினையில் புரதம், கார்போஹைட்ரேட், வைட்டமின், டீஇ ஊஇ பொட்டாசியம் மற்றும் கால்சியம் போன்றவை மிகுந்துள்ளன.

**பயன்கள்:**

தினை இதயத்தைப் பலப்படுத்தவும், கண்பார்வையை மேம்படுத்தவும் பயன்படுகிறது. திகைக்கஞ்சி பாலூட்டும் அன்னையருக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது.

**வரகு (Kodo Millet):**

**தாவரவியல் பெயர் :** பஸ்பாலம் ஸ்குரோபிகுலேட்டம்  
வரகு மேற்கு ஆப்பிரிக்காவைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. நார்சத்து, புரதம் மற்றும் கனிமங்கள் நிறைந்தது.

**பயன்கள்:**

வரகு மாவாக அரைக்கப்பட்டுக் களியாக்கப்படுகின்றது (Pudding) சிறுநீர் பெருக்கியாகவும், மலச்சிக்கலைக் குணப்படுத்தவும், உடல் பருமனைக் குறைக்கவும், இரத்தச் சர்க்கரை மற்றும் இரத்த அழுத்தத்தைக் குறைக்கவும் உதவுகிறது.

**பருப்பு வகைகள் (Pulses):**

”பல்சஸ்” என்ற சொல்” அடர்ந்த குப்” எனப் பொருள்படும் லத்தீன் வார்த்தைகளான பல்ஸ் (puls) அல்லது பல்டிஸ் (pultis) என்ற சொல்லிலிருந்து பெறப்பட்டது. பருப்பு என்பது ∴பேபேஸி குடும்பங்களிலிருந்து பெறப்படும் விதைகள் ஆகும். இவை உலகிலுள்ள மக்களுக்குத் தேவையான தாவரசார் (plant based) புரதம், வைட்டமின்கள் மற்றும் கனிமங்களை வழங்குகின்றன.

**உளுந்து (Black gram)**

**தாவரவியல் பெயர் :** விக்னா முங்கோ  
**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

இந்தியாவைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. தொன்மை தொல்தாவரவியல் சான்றுகள் (Archeobotanical) சுமார் 3,500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே இந்தியாவில் உளுந்து இருந்ததை உறுதி செய்கின்றன. இது வறண்ட இடங்களில் மானாவாரி (Rainfed) பயிராகப் பயிரிடப்படுகிறது. உலகளாவிய உளுந்து உற்பத்தியில் இந்தியா 80%பங்களிப்பு செய்கிறது. இந்தியாவில் உத்திரப் பிரதேசம், சட்டிஸ்கர், கர்நாடகா போன்ற மாநிலங்களில் அதிகமாகப் பயிரிடப்படுகின்றது.

**பயன்கள்:**

உளுந்து விதைகள் முழுதாகவோ, உடைத்தோ, வறுத்தோ அல்லது மாவாக அரைத்தோ உண்ணப்படுகிறது. உளுந்துமாவு பிரபலமான தென்னிந்தியக் காலை சிற்றுண்டிகளில் உணவைத் தயாரிப்பதற்கான ஒரு முக்கியப் பொருளாக உள்ளது. உடைத்த உளுந்தம் பருப்பு இந்தியக் குழம்பு வகைகளில் தாளிக்கப்பயன்படுகின்றது.

**துவரை (Red gram):**

**தாவரவியல் பெயர் :** கஜானஸ் கஜன்

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்:**

தென்னிந்தியாவில் தோன்றிய ஒரே பருப்பு வகை துவரை ஆகும். இது மகாராஷ்டிரா, ஆந்திரப்பிரதேசம், மத்தியப் பிரதேசம், கர்நாடகா, குஜராத் போன்ற மாநிலங்களில் அதிகமாகப் பயிரிடப்படுகின்றது.

**பயன்கள்:**

துவரம் பருப்பு தென்னிந்தியாவின் சிறப்பு வகை குழம்பான சாம்பாரின் மிக முக்கிய அங்கமாகும். வறுத்து உப்பிட்ட அல்லது உப்பிடாத பருப்பு ஒரு பிரபலமான நொறுக்குத்தீனியாகும். இளம் காய்கள் (Young pods) சமைத்து உண்ணப்படுகின்றன.

**பாசிப்பயறு / பாசிப்பருப்பு (Green gram):**

**தாவரவியல் பெயர்:** விக்னா ரேடியேட்டா

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

பாசிப்பயறு இந்தியாவில் தோன்றியது என்பதற்கான தொல்லியல் சான்றுகள் மகாராஷ்டிரா மாநிலத்தில் கிடைக்கப்பெற்றன. இது மத்தியப்பிரதேசம், கர்நாடகா, தமிழ்நாடு போன்ற மாநிலங்களில் அதிகமாகப் பயிரிடப்படுகிறது.

**பயன்கள்:**

இதை வறுத்தோ, சமைத்தோ, முளைக்க வைத்தோ பயன்படுத்தலாம். பாசிப்பருப்பு தமிழ்நாட்டில் பிரபலமான காலை உணவான பொங்கலில் ஒரு முக்கியப் பொருளாகப் பயன்படுகின்றது. வறுத்துத் தோல் நீக்கப்பட்ட, உடைத்த அல்லது முழுப் பயிறு பிரபலமான சிற்றுண்டியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் மாவு பாரம்பரியமாகத் தோல் பராமரிப்புக்கான ஒப்பனைப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

காய்கறிகளுக்கு ஆரோக்கியமான உணவில் பங்கு உள்ளது. பொட்டாசியம், நார்சத்துக்கள், ∴போலிக் அமிலம், வைட்டமின் A, E மற்றும் C போன்ற பல ஊட்டச்சத்துக்கள் நமது ஆரோக்கியத்தைப் பராமரிப்பதற்கு மிகவும் அவசியம்.

**வெண்டைக்காய் (Lady's Finger):**

**தாவரவியல் பெயர்:** எபெல்மாஸ்கஸ் எஸ்குலெண்டஸ்

**குடும்பம் :** மால்வேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

வெண்டை வெப்பமண்டல ஆப்பிரிக்காவை பூர்வீகமாகக் கொண்டது. அசாம், மகாராஷ்டிரா, குஜராத் ஆகிய மாநிலங்களில் அதிகமாகப் பயிரிடப்படுகின்றது. தமிழகத்தில் கோயம்புத்தூர், தர்மபுரி, வேலூர் ஆகிய பகுதிகளில் அதிகமாகப் பயிரிடப்படுகின்றது.



**பயன்கள்:**

முற்றாத பசுமையான இளம் காய்கள் காய்கறிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வெட்டப்பட்டு உலரவைக்கப்பட்ட வெண்டை பின்பயன்பாட்டிற்காக பாதுகாக்கப்படுகிறது. இது மிக முக்கியமான ஊட்டச்சத்துக்களைக் கொண்டுள்ளது.

**பழங்கள்:**

உண்ணக்கூடிய பழங்கள் சதைப்பற்றுடன், இனிய வாசனை மற்றும் சுவையுடையன. பழங்கள் பொட்டாசியம். நார்ச்சத்து, ∴போலிக் அமிலம், விட்டமின்கள் போன்ற பல ஊட்டச்சத்துக்களின் மூலமாக உள்ளன. வளரும் தட்பவெப்ப இடத்தைப் பொறுத்துப் பழங்கள் குளிர்மண்டல பழங்கள் (ஆப்பிள், பேரிக்காய், ஊட்டி ஆப்பிள்), வெப்பமண்டலப் பழங்கள் (மா, பலா, வாழை) என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. இந்தப் பாடப்பகுதியில் ஒரு வெப்பமண்டலப் பழம் பற்றிக் காண்போம்.

**மா (Mango)**

**தாவரவியல் பெயர்:** மாஞ்சி ∴பெரா இண்டிகா

**குடும்பம்:** அனகார்டியேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

மா தெற்காசியாவைக் குறிப்பாகப் பர்மா மற்றும் கிழக்கிந்தியாவைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. இது இந்தியாவின் தேசியப் பழமாகும். ஆந்திரப் பிரதேசம், பீகார், குஜராத், கர்நாடகா ஆகியவை மாம்பழம் அதிகமாகப் பயிரிடப்படும் மாநிலங்களாகும். தமிழகத்தில் சேலம், கிருஷ்ணகிரி, தர்மபுரி ஆகியவை அதிக மாம்பழ உற்பத்தி செய்யும் மாவட்டங்களாகும். அல்போன்ஸா, பங்கனபள்ளி, நீலம், மல்கோவா போன்றவை இந்தியாவின் முக்கிய மாம்பழ வகைகள்.

**பயன்கள்:**

பாம்பழம் இந்தியாவில் அதிகளவில் உட்கொள்ளப்படும் பழமாகும். இதில் பீட்டா கரோட்டின் அதிகமாக உள்ளது. இது பின்உணவுப் பண்டமாகவோ, பதப்படுத்தப்பட்டு அடைக்கப்பட்டோ, உலர்த்திப் பாதுகாக்கப்பட்டோ, இந்திய உணவில் பல வழிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. புளித்த, பழுக்காத மாங்காய் சட்னி, ஊறுகாய், கூட்டு தயாரிக்கவும் அல்லது உப்பு, மிளகாய் சேர்த்து நேரடியாக உண்ணவும் பயன்படுகிறது. மாங்காயின் சதைப்பற்றுப் பகுதியிலிருந்து கனிமம் (ஜெல்லி) தயாரிக்கப்படுகிறது. காற்றேற்றப்பட்ட மற்றும் காற்றேற்றப்படாத மாம்பழச்சாறு ஒரு பிரபலமான பழச்சாறு பானமாகும்.

**கொட்டைகள் (Nuts):**

கொட்டைகள் கடினமான ஓட்டுக்குள் உண்ணக்கூடிய பருப்பைக் கொண்ட எளிய உலர் கனியாகும். அவற்றில் ஆரோக்கியமான கொழுப்புகள், நார்ச்சத்து, புரதம், வைட்டமின்கள், தாதுக்கள் மற்றும் எதிர் ஆக்ஸிஜனேற்றிகள் (Antioxidants) அதிகளவு நிறைந்துள்ளன.

**முந்திரி (Cashewnut):**

**தாவரவியல் பெயர்:** அனகார்டியம் ஆக்ஸிடெண்டேல்

**குடும்பம்:** அனகார்டியேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

முந்திரி பிரேசிலைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. 16-ஆம் நூற்றாண்டில் போர்த்துகீசிய மாலுமிகள் மூலமாக இந்தியாவிற்குள் நுழைந்தது. கேரளா, கர்நாடகா, கோவா, மகாராஷ்டிரா, தமிழ்நாடு மற்றும் ஒடிசாவில் அதிகமாக வளர்க்கப்படுகிறது.

**பயன்கள்:**

முந்திரி பொதுவாக இனிப்புகள் மற்றும் பிற பண்டங்களை அலங்கரிக்க பயன்படுகிறது. அரைத்துக் கிடைக்கப்பெறும் பசை (Paste), சில குழம்பு வகைகளுக்கும் இனிப்பு வகைகளுக்கும் மூலப்பொருளாக உள்ளது. வறுத்த முந்திரிப்பருப்பு தின்பண்டமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**சர்க்கரைகள் (Sugars):**

கரும்பின் தண்டை சுவைக்கும்போதும், பீட்டு, ஆப்பிள் போன்றவற்றைச் சாப்பிடும் போதும், பதநீரைப் பருகும்போதும் இனிப்புச் சுவையை உணர்ந்திருப்பீர்கள். இது அவற்றில் வெவ்வேறு விகிதங்களில் காணப்படுகின்ற சர்க்கரையைப் பொறுத்தது. சர்க்கரை என்பது உணவு மற்றும் உற்சாகப் பாணங்களில் பயன்படுத்தக்கூடிய இனிப்புச் சுவையுடைய, கரைக்கூடிய கார்போஹைட்ரேட்டின் பொதுவான பெயராகும். கரும்பு மற்றும் பனையில் காணப்படுகின்ற சர்க்கரை திறம்படப் பிரித்தெடுப்பதற்கு ஏற்றதாக உள்ளதால் வணிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த சர்க்கரை தயாரிக்கப்பயன்படுகின்றது.

### கரும்பு (Sugarcane)

தாவரவியல் பெயர்: சக்காரம் அ.:பிசினாரம்

குடும்பம்: போயேசி

### தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்

தற்போது பயிரிடப்படுகின்ற கரும்பு, நியூ கினியாவிலுள்ள காட்டு ரகமான (Wild varieties) சக்காரம் ஆ.:பிசினாரம் மற்றும் இந்தியாவிலுள்ள சக்காரம் ஸ்பான்டேனியத்துடன் அதன் தரத்தை மேம்படுத்துவதற்காகப் பலமுறை பிற்கலப்பு செய்ததன் மூலம் பரிணமித்தது. தமிழ்நாட்டில் கன்னியாகுமரி, நீலகிரி நீங்கலாக அனைத்து மாவட்டங்களிலும் கரும்பு விளைவிக்கப்படுகின்றது.

### பயன்கள்:

வெள்ளை சர்க்கரை உற்பத்தியில் கரும்பு மூலப்பொருளாக உள்ளது. சுத்திகரிக்கப்பட்ட சர்க்கரைகளை உற்பத்தி செய்யும் ஆலைகள், மதுபான ஆலைகள், லட்சக்கணக்கான வெல்லம் உற்பத்தி செய்யும் ஆலைகளின் ஆதாரமாகக் கரும்பு துணை புரிகின்றது. கரும்புச்சாறு ஒரு புத்துணர்ச்சி தரும் பானமாகும். வெல்லக்கழிவுப் பாகு (Molasses) எத்தில் ஆல்கஹால் உற்பத்திக்கு மூலப்பொருளாக விளங்குகிறது.

### பனை (Palmyra)

தாவரவியல் பெயர்: பொராசஸ் :.பிளேபெல்லி.:பெர்

குடும்பம்: அரிகேசி

(தமிழ்நாட்டின் மாநில மரம்)

### தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்

பனை ஆப்பிரிக்கா, ஆசியா, நியூ கினியாவின் வெப்பமண்டலப் பகுதிகளைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. இம்மரம் தமிழகம் முழுவதும், குறிப்பாகக் கடலோர மாவட்டங்களில் அதிமாக வளர்கின்றது.

பயன்கள் கரும்பட்டி / கரும்புக்கட்டி தயாரிக்க அதன் மஞ்சரி அச்சிலிருந்து வெளியேறும் பதநீர் கரைசல் (Exudate) சேகரிக்கப்படுகிறது. மஞ்சரியை வெட்டுவதிலிருந்து (tapped) கிடைக்கப்பெறும் பதநீர் ஆரோக்கியப் பானமாகப் பயன்படுகிறது. பதநீர் பதப்படுத்தப்பட்டு (Processed) பனை வெல்லமாகவோ அல்லது புளிக்க வைத்துக் கள்ளாகவோ பெறப்படுகின்றது. இதன் கருவூண்திசு (Endosperm) (நூங்கு) புத்துணர்ச்சி தரும் கோடைக்கால உணவாக (நூங்கு) பயன்படுகிறது. முளைவிட்ட விதைகளில் உள்ள நீளமான கருவினைச் சூழ்ந்து காணப்படும் சதைப்பற்றான செதில் இலை (பனங்கிழங்கு) உண்ணக்கூடியது.

### எண்ணெய் விதைகள்:

#### வறுத்த உணவு ஏன் அவித்த உணவைவிடச் சுவையாக உள்ளது?

எண்ணெய்கள் இரண்டு வகைப்படும். இவை அத்தியாவசியமான எண்ணெய்கள் மற்றும் கொழுப்பு எண்ணெய்கள் (தாவர எண்ணெய்). அத்தியாவசியமான எண்ணெய்கள் அல்லது எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய நறுமணம் கொண்ட எண்ணெய்கள் காற்றுடன் கலக்கும் போது ஆவியாகின்றன. அத்தியாவசியமான எண்ணெய்க்கு ஒரு தாவரத்தின் எந்தப் பகுதியும் மூல ஆதாரமாக இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டு: பூக்கள் (ரோஜா), கனிகள் (ஆரஞ்சு), தரைகீழ்த்தண்டு (இஞ்சி), தாவர எண்ணெய்கள் அல்லது ஆவியாகாத எண்ணெய்கள் அல்லது நிலைத்த எண்ணெய்கள் ஆவியாவதில்லை. முழுவிதை அல்லது கருவூண்திசு தாவர எண்ணெய்க்கு மூல ஆதாரமாக உள்ளது.

ஒரு சில எண்ணெய் விதைகளைப் பற்றி தெரிந்து கொள்வோம்.

**வேர்க்கடலை:**

**தாவரவியல் பெயர்:** அராகிஸ் ஹைபோஜியா

**குடும்பம்:** பேபேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

வேர்க்கடலையின் பிறப்பிடம் பிரேசில். போர்ச்சுகீசியர்கள் ஆப்பிரிக்காவிற்கு நிலக்கடலையை அறிமுகப்படுத்தினர். ஸ்பெயின் நாட்டவர்கள் பிலிப்பைன்ஸ் வழியாகத் தென்கிழக்கு ஆசியாவிற்கும் இந்தியாவிற்கும் எடுத்துச் சென்றனர். இந்தியாவில் குஜராத், ஆந்திராபிரதேசம், ராஜஸ்தான் ஆகியவை மிகுந்த உற்பத்தி செய்யும் மாநிலங்களாகும்.

**பயன்கள்:**

நிலக்கடலை 45% எண்ணெய்யைக் கொண்டுள்ளது. நிலக்கடலைப் பருப்பு அதிக அளவில் பாஸ்பரஸ், வைட்டமின்கள் குறிப்பாகத் தயாமின், ரைபோபிளேவின் மற்றும் நயாசின்னைக் கொண்டுள்ளது. இது ஒரு உயர் மதிப்புமிக்க சமையல் எண்ணெய் ஏனெனில் இதை உயர் வெப்பத்திற்குச் சூடேற்றும்போது புகையை வெளிவிடுவதில்லை மலிவுத்தர எண்ணெய் சோப் மற்றும் உயவுப் பொருட்கள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**எள் எண்ணெய் (நல்லெண்ணெய்)**

**தாவரவியல் பெயர் :** செஸாமம் இண்டிகம்

**குடும்பம் :** பெடாலியேஸி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

செஸாமம் இண்டிகம் ஆப்பிரிக்காவைப் பூர்விகமாகக் கொண்டது. எள் ஒரு வறண்ட நிலப்பயிராகப் பயிரிடப்படுகிறது. 2017-18ல் மேற்கு வங்காளம். மத்தியப்பிரதேசம் இந்தியாவின் அதிக உற்பத்தி செய்யும் மாநிலங்கள். தென்னிந்தியக் கலாசாரத்தில் இது ஒரு ஆரோக்கியமான எண்ணெய்யாகச் சமையலிலும், மருத்துவத்துறையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

**பயன்கள்:**

எள் எண்ணெய் பெரும்பாலும் சமையலில் பயன்படுகிறது. குறைந்த தரமுள்ள எண்ணெய் சோப் தயாரிப்பிலும், பெயிண்ட் தொழிற்சாலைகளில் உயவுப் பொருளாகவும், விளக்கெரிக்கவும் பயன்படுகிறது. இந்தியாவில் நறுமணப்பொருட்களில் பயன்படுத்தப்படும் நறுமண எண்ணெய்களில் இது அடிப்படை எண்ணெயாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்தியா முழுவதும் எள் விதையிலான சிற்றுண்டிகள் பிரபலமாக உள்ளன.

**பானங்கள்:**

நாம் எப்போதும் நமது விருந்தினர்களை "ஒரு கோப்பை தேனீர் அல்லது காஃபி சாப்பிடுகிறீர்களா? என்ற உபசரிப்பின் மூலமே வரவேற்கிறோம்.

ஆல்கலாய்டு உள்ளதால் எல்லா ஆல்கஹால் அற்ற பானங்களும் மைய நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டுபவையாகவும், சிறுநீர் பெருக்கியாகவும் உள்ளன.

**காஃபி**

**தாவரவியல் பெயர்:** காஃபியா அராபிகா

**குடும்பம்:** ரூபியேசி

**இரவில் கண்விழித்துப் படிக்கும் மாணவர்களோ, வண்டி ஓட்டும் ஓட்டுனர்களோ தேனீர் அல்லது காஃபி அருந்துவது ஏன்?**

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்:**

காஃபியா அராபியா வணிகக் காஃபியின் தலையாய மூலப்பொருட்களாகும். இது வெப்பமண்டல எத்தியோப்பியாவைப் பூர்விகமாகக் கொண்டது. ஒரு இந்திய இஸ்லாமியத் துறவி பாபா புதான் என்பவர் காஃபியை ஏமனிலிருந்து மைசூர் பகுதிக்கு அறிமுகப்படுத்தினார். இந்தியாவில் கர்நாடகா

கா.:பியின் மிகப்பெரிய உற்பத்தி மாநிலமாகும். அடுத்துத் தமிழ்நாடும், கேரளாவும் உள்ளன. தமிழ்நாடு இந்தியாவில் கா.:பியின் மிகப்பெரிய நுகர்வோர் மாநிலமாக உள்ளது.

#### பயன்கள்:

அளவாகக் கா.:பி குடிப்பது கீழ்க்கண்ட ஆரோக்கிய நன்மைகளை அளிக்கிறது. கா.:பெயின் அசிடைல்கோலைன் எனும், நரம்பிடைக் கடத்தியைச் சுரக்கச் செய்கிறது. இது செயல்திறனை அதிகரிக்கிறது. கொழுப்படைத்த கல்லீரல் நோய், சிர்ரோசிஸ் (கல்லீரல் இழைநார் நோய்), புற்றுநோய்களைக் குறைக்கப் பயன்படுகிறது.

இரண்டாம் வகை சர்க்கரை நோய்க்கான ஆபத்தைக் குறைக்கிறது.

#### நறுமணப் பொருட்கள் மற்றும் சுவையூட்டிகள் "நறுமணம் அனைவரையும் கவரும்"

##### வரலாறு:

பல்லாயிரம் ஆண்டுகளாக நறுமணப்பொருட்கள் உலகமெங்கும் பரவலாக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. வெங்காயமும் பூண்டும் 2500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே உபயோகப்படுத்தப்பட்டதற்குப் பதிவுகள் உள்ளன. பெரும்பான்மையான நறுமணப்பொருட்கள் மத்தியத் தரைக்கடல் பகுதி, இந்தியா மற்றும் தென்கிழக்கு ஆசிய நாடுகளைச் சேர்ந்தவை. ஸ்பானியர்களும், போர்த்துகீசியர்களும் வணிகப் பயணங்கள் மேற்கொள்ளவும் நறுமணப் பொருட்கள், குறிப்பாக மிளகு இந்தியாவிற்குக் கடல் பாதையைத் தேடவும் தூண்டுதலாக இருந்தது.

நறுமணப்பொருட்கள் துணை உணவுகளாக உணவு தயாரித்தலில் உணவுக்குச் சுவையூட்ட உதவுகின்றன. நறுமணப்பொருட்கள் நறுமணத் தாவரப் பொருளாகவும், இனிப்பு அல்லது கசப்புச்சுவை கொண்டவையாகவும் உள்ளன. சமையல் செய்முறைகளில் குறைந்த அளவிலேயே நறுமணப்பொருட்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: மிளகு.

சுவையூட்டிகள் மாறாகக் கூர்மையான சுவையுடையவை, சுவையூட்டும் பொருட்கள் வழக்கமாகச் சமையல் முடியும் போது சேர்க்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: கறிவேப்பிலை.

கீழ்க்கண்ட நறுமணப்பொருட்களையும், சுவையூட்டிகளையும் பற்றி விரிவாக விவாதிக்கலாம்.

#### நறுமணப் பொருட்கள்

##### ஏலக்காய்:

தாவரவியல் பெயர்: எலிட்டரியா கார்டோமோமம்

குடும்பம் : ஜின்ஜிபெரேசி

தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்

இது தென்னிந்தியா மற்றும் ஸ்ரீலங்காவைச் சேர்ந்தது. ஏலக்காய் "நறுமணப்பொருட்களின் அரசி" என அழைக்கப்படுகிறது. மேற்கு தொடர்ச்சி மலைகளிலும், வடகிழக்கு இந்தியாவிலும் முக்கியமாக விளைவிக்கப்படும் பணப்பயிராகும்.

#### பயன்கள்:

இதன் விதைகள் மகிழ்விக்கும் நறுமணம், வெதுவெதுப்பான பண்புடன், லேசான காரச்சுவையும் கொண்டவை. மிட்டாள் தொழிற்சாலைகள், அடுமனை தயாரிப்புகள் மற்றும் புத்துணர்வு பானங்களில் நறுமணப்பொருட்களாகப் பயன்படுகிறது. குழம்புப்பொடி, ஊறுகாய், கேக்குகள் தயாரிப்பில் இதன் விதைகள் பயன்படுகின்றன. மருத்துவத்தில் தூண்டியாகவும், அபானவாயு நீக்கியாகவும் பயன்படுகிறது. வாய் நறுமண மூட்டியாகவும் பயன்படுகிறது.

#### கரு மிளகு

தாவரவியல் பெயர்: பைப்பர் நைக்ரம்

குடும்பம்: பைப்பரேசி

தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்

இது இந்தியாவிலுள்ள மேற்கு தொடர்ச்சி மலையைச் சார்ந்தது. மிளகு இந்தியாவின் மிக முக்கியமான நறுமணப்பொருள். இது நறுமணப்பொருட்களின் அரசன், இந்தியாவின் கருந்தங்கம் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

மிளகின் பண்பான காரத்தன்மைக்கு அதிலுள்ள அல்கலாய்டு பைப்பரின் காரணமாகும். கருமிளகு மற்றும் வெண்மிளகு என இருவகையான மிளகுகள் சந்தையில் கிடைக்கின்றன.

**பயன்கள்:**

சாஸ்கள், சூப்கள், குழம்புப்பொடி மற்றும் ஊறுகாய் தயாரிப்பில் மணமூட்டப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மருத்துவத்தில் நறுமணத் தூண்டியாக உமிழ்நீர், வயிற்றுச் சுரப்புகளிலும், செரிப்பு மருந்தாகவும் உபயோகப்படுகிறது. மருந்துகளின் உயிர்ப்பு உறிஞ்சுதலை அதிகரிக்கிறது.

**மஞ்சள்:**

**தாவரப் பெயர்:** குர்குமா லாங்கா

**குடும்பம்:** ஜிஞ்சிபெரேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

இது தெற்காசியாவைச் சேர்ந்தது. மஞ்சள் மிக முக்கியமான நிறமணப் பொருட்களில் ஒன்று. இந்தியா மிகப் பெரிய மஞ்சள் உற்பத்தி, நுகர்வு, ஏற்றுமதி செய்யும் நாடாகும். தமிழ்நாட்டிலுள்ள ஈரோடு மாவட்டம் சர்வதேச அளவில் மஞ்சளுக்கான மிகப்பெரிய மொத்த விற்பனைச் சந்தையாக உள்ளது.

தொன்மையான இந்திய நறுமணப் பொருளான மஞ்சள் சமையலுக்கும், அலங்காரத்துக்கும், சாயமிடுவதற்கும், மருத்துவப் பயன்பாட்டிற்கும் ஆயிரக்கணக்கான வருடங்களாகப் பாரம்பரியமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது.

**பயன்கள்:**

குழம்புப்பொடியின் முக்கியப் கலவைப் பொருளாக உள்ளது. மருந்தக, இனிப்புப் பண்ட, உணவகத் தொழிற்சாலைகளில் மஞ்சள் நிறமூட்டியாகப் பயன்படுகிறது. பல விழாக்களில் மஞ்சள் தடவிய அரிசி புனிதமாகவும், மங்களகரமானதாகவும் உபயோகிக்கப்படுகிறது. இது மேலும், தோல், நூல், பேப்பர் மற்றும் விளையாட்டுப் பொருட்களை நிறமூட்டவும் பயன்படுகிறது.

இதன் மஞ்சள் நிறத்திற்குக் காரணம் குர்குமின் என்ற வேதிப்பொருளாகும். குர்குமின் ஒரு நல்ல ஆண்டி-ஆக்ஸிடெண்ட் இது பல வகையான புற்றுநோயை எதிர்க்கும். இது வீக்க எதிர்ப்பி, சர்க்கரை நோய் எதிர்ப்பி, பாக்டீரியம் எதிர்ப்பி, பூஞ்சை எதிர்ப்பி, வைரஸ் எதிர்ப்பி செயல்பாடுகளைக் கொண்டது.

இரத்தக் குழாய்களில் தட்டையச்செல்களில் உறைதலைத் தடுப்பதன் மூலம் மாரடைப்பைத் தடுக்கிறது.

**மிளகாய்:**

**தாவரப்பெயர்:** கேப்சிகம் அன்னுவம், கே. ப்ருட்டிசென்ஸ்

**குடும்பம் :** சொலானேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

கேப்சிகம் தென் அமெரிக்காவைப் பூர்வீகமாகக் கொண்டது. ஆங்கிலத்தில் சில்லீஸ் (Chilies) என்றும், ரெட் பெப்பர் என்றும் பிரபலமாக அறியப்பட்டது. இந்தியா உற்பத்தியாளராகவும், ஏற்றுமதியாளராகவும் உள்ளது. கே. அன்னுவம், கே. ப்ருட்டிசென்ஸ் மிளகாயின் விளைவிக்கப்படும் முக்கிய சிற்றினங்களாகும்.

**பயன்கள்:**

கே. ப்ருட்டிசென்சை விடக் கே. அன்னுவம் குறைவான காரத்தன்மை கொண்டது. கே. அன்னுவம் பெரிய, இனிப்பு குடமிளகாய் வகைகளையும் உள்ளடக்கியது. இதன் நீண்ட கனி கொண்ட சிற்றினங்கள் கேய்னி பெப்பர் என்ற வணிகப் பெயரில் அறியப்படுபவை. இவ்வகை மிளகாய்கள் நசுக்கப்பட்டு, பொடியாக்கப்பட்டு, சுவையூட்டியாக உபயோகிக்கப்படும். சூப்கள், குழம்புப் பொடிகள்,

ஊறுகாய் தயாரிப்புகளில் பயன்படுகிறது. கேப்சைசின் மிளகாய்களில் உள்ள செயல்படும் கலவைக் கூறாகும். இது வலி நீக்கும் பண்பு கொண்டதால் பலி நீக்கிக் களிம்புகளில் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. மிளகாய் வைட்டமின் C, A மற்றும் E-க்கு சிறந்த மூலப்பொருளாகும்.

கேப்சைசின் மிளகாயின் காரச்சுவை அல்லது காட்டமாக இருப்பதற்குக் காரணம் மிளகாய் மிளகாய்களின் காரத்தன்மை ஸ்கோவில்லி வெப்ப அலகுகள் (SHU - Scoville Heat Units) மூலம் அளக்கப்படுகிறது. உலகத்தின் மிகக்காரமான மிளகாய் கரோலினா ரீப்பர் 2,200,000SHU அளவுகள் கொண்டது. இந்தியாவின் மிகக்காரமான நாகா வைப்பர் மிளகாய் 1,349,000 SHU அளவுகள் கொண்டது. பொதுவாக உபயோகிக்கும் கேய்னி பெப்பர் மிளகாய் 30,000 - லிருந்து 50,000 வரை SHU அளவுகள் கொண்டது.

**சுவையூட்டி:**

**புளி**

**தாவரப் பெயர்:** டாமெரிண்டஸ் இண்டிகா

**குடும்பம்:** ∴பேபேசி - சீசல்பனியாய்டியே

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

வெப்பமண்டல ஆப்பிரிக்கப்பகுதியை பூர்விகமாகக் கொண்ட புளி இந்தியாவில் பல்லாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பே அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இது இந்தியா, மியான்மர், தெற்காசிய நாடுகள், பல ஆப்பிரிக்க, தென் அமெரிக்க நாடுகளில் விளைவிக்கப்படுகிறது. புளி வெகு காலத்திற்கு முன்பிருந்தே ஆப்பிரிக்காவிலும் தெற்காசியாவிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. 'டாமரிண்டஸ்' என்ற அரேபியச் சொல், 'இந்தியாவின் பேரிச்சை (டமர் - பேரிச்சை, இண்டஸ் - இந்தியா) என்று பொருள்படும்.

**பயன்கள்:**

சூப்புகளை மணமூட்ட அமெரிக்காவிலும் மெக்ஸிகோவிலும் பயன்படுகிறது. பல சமையல் தயாரிப்புகளுக்கு இந்தியாவில் இதன் பழக்கூழ் முக்கிய கலவைப் பொருளாக உள்ளது. இனிப்புப்புளி தாய்லாந்து, மலேசியாவிலிருந்து இறக்குமதி செய்து இந்தியாவில் உண்ணத் தகுந்த பழங்களாக விற்கப்படுகிறது.

**நார்கள்:**

தாவரவியலின்படி நார் என்பது ஒரு நீண்ட, குறுகிய மற்றும் தடித்த சுவருடைய செல்லாகும்.

**பருத்தி:**

**தாவரவியல் பெயர்:** காஸிபியம் சிற்றினம்

**குடும்பம்:** : மால்வேசி

பருத்தியானது உலகத்தின் மிக முக்கியமான உணவல்லாத பண்ப்பயிராகும்.

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்:**

இது உலகத்தின் மிகப்பழமையான, பயிரிடப்பட்ட பயிர்களில் ஒன்று. ஏறத்தாழ 8000 ஆண்டுகளாகப் புது உலகிலும், பண்டைய உலகிலும் பயிரிடப்பட்டு வந்துள்ளது. வணிப் பருத்தி நான்கு பருத்தி சிற்றினங்களில் இருந்து கிடைக்கிறது. இரண்டு புது உலகிலிருந்தும், இரண்டு பண்டைய உலகிலிருந்தும் தோன்றின. (1) கா.ஹிர்கூட்டம் (2) ஆர்போரிடம் (4) கா.ஹெர்பேசியம் ஆகிய இரண்டும் பண்டைய உலகச் சிற்றினங்களாகும். இந்தியாவில் குஜராத், மகாராஷ்ட்ரா, ஆந்திரபிரதேசம் மற்றும் தமிழ்நாட்டில் பருத்தி அதிகம் பயிரிடப்படுகிறது.

**பயன்கள்:**

பல வகையான நெசவுத் துணிகள், உள்ளாடைத் தயாரிப்புகள், பொம்மைகள் தயாரிப்புகள் மற்றும் மருத்துவமனைகளிலும்

**சணல்**

**தாவரவியல் பெயர்:** கார்கோரஸ் சிற்றினம்

**குடும்பம்:** மால்வேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம் :**

சணல் (1) கார்தோரஸ் கேப்சலாரிஸ் (2) கா. ஒலிடோரியஸ் என்ற இரண்டு சிற்றினங்களிலிருந்து கிடைக்கிறது. கா.ஒலிடோரியஸ் ஆப்பிரிக்காவைப் பூர்விகமாகக் கொண்டது, ஆனால் கா.கேப்சலாரிஸ் இந்தோ-பர்மாவைப் பூர்விகமாகக் கொண்டதாக நம்பப்படுகிறது. இந்தியாவின் கங்கைச் சமவெளிகள் மற்றும் பங்களாதேஷில் முக்கியமாக விளைவிக்கப்படும் பண்ப்பயிராகும்.

**பயன்கள்:**

இந்தியாவின் தேசியப் பொருளாதாரத்தில் ஒரு முக்கிய இடத்தைப் பிடித்திருக்கிறது. சணல் இயற்கையான, மறுசுழற்சி செய்யக்கூடிய, மக்கக்கூடிய, சுற்றுச்சூலுக்கு உகந்த, பாதுகாப்பான பொதிகட்டும் பொருள். துணிகளைப் போர்த்தவும் மூட்டை கட்டவும் பயன்படுகிறது. சணல் உற்பத்தியில் 75% காலுறை தயாரிக்கவும், பைகள் செய்யவும் பயன்படுகிறது. போர்வைகள், கம்பளிப் போர்வைகள், திரைச்சீலைகள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது. சமீபகாலமாக நெசவு நாராகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**மரக்கட்டை:**

அடிப்படைத் தேவையான இருப்பிடம் கட்டை தரும் மரங்களால் கிடைக்கிறது.

**தேக்கு:**

**தாவரவியல் பெயர்:** டெக்டோனா கிராண்டிஸ்  
**குடும்பம்:** லேமியேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்:**

இது தென் கிழக்கு ஆசியாவைப் பூர்விகமாகக் கொண்டது. அஸ்ஸாமில் காட்டுப்பயிராக அறியப்பட்டுள்ளது. வங்காளம், அஸ்ஸாம், கேரளா, தமிழ்நாடு மற்றும் வடமேற்கு இந்தியாவில் பயிரிடப்படுகிறது.

**பயன்கள்:**

இது உலகத்தின் மிகச்சிறந்த கட்டைகளில் ஒன்று. புதிதாக அறுக்கப்பட்ட வன்கட்டை தங்கநிற மஞ்சளிலிருந்து தங்கநிறப் பழுப்பாகவும், ஒளியில் வெளிப்படும் போது அடர் நிறமாகவும் மாறும். கரையான் மற்றும் பூஞ்சைகளின் எதிர்ப்பாற்றல் கொண்டதால் இது நீண்ட காலப் பயன்பாட்டிற்கு உகந்தது என்பது தெரிந்ததே.

இந்தக் கட்டையானது உடைதல் மற்றும் கீறலுறாததால் தச்சர்களுக்குத் தோழமையானது. இந்தியாவில் முக்கிய ரயில் பெட்டி மற்றும் பாரவண்டி தயாரிக்கப் பயன்படும் கட்டையாகும். கப்பல் கட்டுவதும்,பாலம் கட்டுவதும் தேக்குக்கட்டையைச் சார்ந்துள்ளது. படகு, பிளைவுட், கதவு நிலைகள் மற்றும் கதவுகள் செய்யப் பயன்படுகிறது.

**மரப்பால்:**

**இரப்பர்:**

**தாவரவியல் பெயர்:** ஹீவியா பிரேசியன்ஸிஸ்  
**குடும்பம்:** யூ.போர்பியேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்**

பிரேசிலைப் பூர்விகமாகக் கொண்ட இது காலனிக் காலத்தில் பிற நாடுகளில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டு ஒரு முக்கிய பண்ப்பயிராகவும் ஆனது. உலக உற்பத்தியில் ஆசியாவின் பங்கு 90% ஆகும். இந்தியாவில் கேரளாவிற்கு அடுத்துத் தமிழ்நாடு மிகப்பெரிய உற்பத்தி மாநிலமாக உள்ளது.

**பயன்கள்:**

டயர் மற்றும் மற்ற வாகனப்பாகங்கள் உற்பத்தி தொழிற்சாலைகள் 70% இரப்பர் உற்பத்தியைப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. காலனி, கம்பி மற்றும் கேபிள் சுற்றியுள்ள கடத்தாப்பொருள், மழைக்கோட்டுகள், வீடு மற்றும் மருத்துவமனைப் பொருள்கள், அதிர்வு தாங்கிகள், பெல்ட்கள், விளையாட்டுப் பொருள்கள், அழிப்பான்கள், பசைகள், இரப்பர் பட்டைகள் போன்றவற்றின் தயாரிப்பில் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. கடின இரப்பர் மின் மற்றும் வானொலி பொறியியல் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுகிறது. அடர் மரப்பால் கையறைகள், பலூன்கள் மற்றும் கருத்தடைச் சாதனத் தயாரிப்புகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நுரையூட்டிய மரப்பால் மெத்தைகள், தலையணைகள் மற்றும் உயிரி பாதுகாப்பு பட்டைகள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

#### **இரப்பர் - வல்கனைசேசன்**

சார்லஸ் குட் இயர் 1839-ல் வல்கனைசேசனைக் கண்டுபிடித்தார். இரப்பர் பொருட்களில் உள்ள குறைகளை அதை 150°C-ல் சல்புரடன் அழுத்தத்தில் சூடாக்குவதன் மூலம் சரியாக்க முடியும் எனக் கண்டறிந்தார். இந்தச் செயல்முறை வல்கனைசேசன் எனப்பட்டது. இந்தப் பெயர் ரோம நெருப்புக்கடவுள் வல்கன் - இல் இருந்து கொடுக்கப்பட்டது. இந்த முறையால் முதன் முறையாக 1867-ல் திட இரப்பர் டயர்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. அதனால் தான் நாம் சாலைகளில் அதிர்வின்றிப் பயணம் செய்கிறோம்.

#### **மரக்கூழ்:**

பேப்பர் என்ற சொல் பேப்பரைஸ் என்ற வார்த்தையிலிருந்து வந்தது. அது ஒரு தாவரம் (சைபெரஸ் பேப்பரைஸ்) எகிப்தியர்களால் பேப்பர் மாதிரியான பொருளைத் தயாரிக்கப் பயன்பட்டது. காகித உற்பத்தியானது ஒரு சீனக்கண்டுபிடிப்பு சீனர்கள் 105 பொ.ஆ.பி.ல் காகித மல்பெரி உள்மரப்பட்டையிலிருந்து காகிதத்தைக் கண்டுபிடித்தனர். அராபியர்கள் காகிதம் தயாரிக்கும் கலையைக் கற்று 750 பொ.ஆ.பி. வாக்கில் மேம்படுத்தும் வரை நீண்ட காலமாக அது சீனர்களின் பிரத்யேக உரிமையாக இருந்தது. அச்சுப்பதிபத்தல் கண்டறிந்த பின்பு காகிதத்திற்கான தேவை அதிகரித்தது.

**மரக்கூழ் தயாரிப்பு:** கட்டையானது கூழாக எந்திர மற்றும் வேதிமுறைகளால் கூழாக மாற்றப்படுகிறது. காகிதக்கூழ் தயாரிக்க மீலியா அசுடிர்க்டா (மலை வேம்பு), நியோலாமார்கியா சைனென்சினல் (வேண்கடம்பு), கேசுவரைனா (சவுக்கு) ஆகியவற்றின் கட்டைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ரேயான் அல்லது செயற்கைப்பட்டு, துணிகள், ஒளி ஊடுருவும் பிலிம்கள் (செல்லோபேன், செல்லுலோஸ் அசிட்டேட் பிலிம்கள்) நெகிழிகள் தயாரிப்பிற்கான அடிப்படைப் பொருளாகச் சுத்திகரிக்கப்பட்ட கரையும் கூழ் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. விஸ்கோஸ் செயல்முறையில் ரேயான் தயாரிப்பது ஒரு மிகப்பொதுவான செயல்முறையாகும்.

#### **சாயங்கள்:**

நிறத்தை உணரக்கூடிய திறமை கண்களுக்கு இருப்பது ஒரு ஆச்சரியப்பட வைக்கும் நிலை. சாயங்கள் நாம் உபயோகிக்கும் பொருட்களில் நிறத்தைச் சேர்க்கின்றன. அவை பண்டைய காலங்களிலிருந்து உபயோகத்திலுள்ளன.

பண்டைய எகிப்தின் கல்லறை ஓவியங்களில் சாயங்கள் இருப்பதற்கான நம்பக்கூடிய பதிவுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவுரி, குங்குமப்பூ போன்றவற்றின் சாயங்கள் மம்மியைச் சுற்றிய சிமெண்ட்களில் காணப்படுகின்றன. இச்சாயம் இந்தியாவில் பாறை ஓவியங்களிலும் காணப்படுகிறது.

#### **மருதாணி:**

தாவரவியல் பெயர்: லாசோனியா இனெர்மிஸ்

குடும்பம்: லைத்ரேசி

#### **தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்:**

இது வட ஆப்பிரிக்கா மற்றும் தென்மேற்கு ஆசியாவைச் சேர்ந்தது. இது பெரும்பாலும் இந்தியா முழுவதும் பயிரிடப்படுகிறது குறிப்பாக ராஜஸ்தான், குஜராத், ஆந்திரா மற்றும் தமிழ்நாடு போன்ற மாநிலங்களில் பயிரிடப்படுகிறது.



**பயன்கள்:**

லாசோனியா இனொர்மிஸ் இளம் தண்டுத்தொகுப்பு இலைகளிலிருந்து “ஹென்னை” என்கிற ஆரஞ்சு சாயம்பெறப்படுகிறது. இலைகளின் முக்கிய சாயப்பொருளான “லாகோசோன்” தீங்கற்றது. தோலில் எரிச்சல் கொடுக்காது. இந்தச் சாயம் பல காலமாகத் தோல், முடி மற்றும் நகங்களுக்குச் சாயமிடப் பயன்படுகிறது. தோல், குதிரைவால்களுக்குச் சாயமிடவும், தலைமுடி சாயங்களிலும் பயன்படுகிறது.

**ஒப்பனைப் பொருட்கள்:**

தென்னிந்தியாவில் பாரம்பரியமாக மக்கள் தங்கள் தோல் மற்றும் முடி பராமரிப்பிற்கு மஞ்சள், பாசிப்பயறு பொடி, மருதாணி, சிகைக்காய், உசிலைப் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி வந்தனர். ஒப்பனைக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் இவை பெரும்பாலும் வீட்டில் தயாரிக்கப்பட்டவை. ஒப்பனைப் பொருட்கள் இன்று அதிக வணிக மதிப்பைப் பெற்றுள்ளதால், இவை வேதிப்பொருள் சார்ந்த ஆலைப் பொருட்களாகிவிட்டன. தனிமனிதப் பராமரிப்பு சேவைகளை வழங்குவது ஒரு முக்கியத் தொழிலாக மாறியுள்ளது. சமீபகாலமாக வேதிப்பொருட் சார்ந்த ஒப்பனைப் பொருட்களின் அபாயங்களை மக்கள் உணர்ந்து இயற்கைப் பொருட்களுக்குத் திரும்பி வருகின்றனர். இந்தப் பகுதியில் ஒப்பனைத் தொழில்களில் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு முக்கியத் தாவரமான சோற்றுக்கற்றாழையைப் பற்றி காண்போம்.

**சோற்றுக்கற்றாழை:**

தாவரப்பெயர்: அலோ வீரா  
குடும்பம்: அஸ்.போடேலேசி (முன்பு லிலியேசி)  
தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்  
இது சூடானப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது

**பயன்கள்:**

‘அலாயின்’ (குளுக்கோசைடுகளின் கலவை) மற்றும் இதன் களிம்புதோலுக்கு ஊட்டமளிக்கக் கூடியது. குளிர்ச்சியான மற்றும் ஈரப்பதமூட்டும் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளதால் களிம்புகள், பூச்சுகள், ஷாம்பு, முகச்சவர களிம்புகள் மற்றும் அதையொத்தபொருட்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மூப்படைந்த தோலைப் பொலிவாக்குவதற்கும் இது பயன்படுகின்றது. கற்றாழை இலைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பொருட்கள் குழைவுத்தன்மை, பாக்கிரிய எதிர்ப்பி, ஆக்ஸிஜனேற்ற எதிர்ப்பி, பூஞ்சை எதிர்ப்பி, கிருமிநாசினி போன்ற பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

**நறுமணத்தலைங்கள் (Perfumes):**

பெர்.பியூம் (Perfumes) என்ற சொல் ‘பெர்’ (வழி) மற்றும் ‘பியூம்ஸ்’ (புகை) எனப் பொருள்படும் இரு இலத்தீன் சொற்களிலிருந்து உருவானது. இச்சொல் “புகைவழி” எனப்படும். இது சமய விழாக்களில் நறுமணக் கட்டைகளை எரிக்கின்ற பழம்பெரும் மரபைக் குறிக்கின்றது. மக்கள் சுயச் சுகாதாரத்தைப் பற்றிக் குறைவாக உணர்ந்திருந்த ஆரம்ப நாட்களில், உடல் துர்நாற்றத்தை மறைக்க மட்டுமின்றி, கிருமி நாசினியாகவும் நறுமண எண்ணெய்கள் செயல்பட்டன. குளிர்ந்ததற்கும், உடலைத் தூய்மைப்படுத்தவும் நறுமணத்தலைங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மணமுள்ள, எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையுள்ள பண்ணைகளிலிருந்து நறுமணத்தலைங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. நறுமண எண்ணெய்கள் இலைகள் (கறிவேப்பிலை, புதினா) மலர்கள் (ரோஜா, மல்லிகை) பழங்கள் சிட்ரஸ், ஸ்டிராபெர்ரி), மரம் (சந்தனக்கட்டை பூக்கலிட்டஸ்) போன்ற பல்வேறு தாவரப்பாகங்களில் காணப்படுகின்றது.

**மல்லிகை (Jasmine):**

தாவரவியல் பெயர்: ஜாஸ்மினம் கிராண்டி.புளோரம்  
குடும்பம்: ஓலியேசி

**தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்:**

மலரிலிருந்து பெறப்படும் வாசனைத் திரவியங்களில் ரோஜாவிடமிருந்து அடுத்த இடத்தில் மல்லிகை உள்ளது. வணிக ரீதியாக வளர்க்கப்படும் ஜாஸ்மினம் கிராண்டி.புளோரம் வடமேற்கு இமயமலை பகுதியைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. தமிழ்நாட்டில் மதுரை, கன்னியாகுமரி மாவட்டத்தின் தோவாளை ஆகியவை மல்லிகை வளர்ப்பு மையங்களாகும். இம்மலரின் புல்லி, அல்லியின் மேற்புறத்தோல், மற்றும் கீழ்புறத்தோல்களில் நறுமண எண்ணெய் உள்ளது. ஒரு டன் மல்லிகை மலரிலிருந்து 2.5 முதல் 3 கிலோ நறுமண எண்ணெய் பெறப்படுகிறது. இது பூவின் மொத்த எடையில் 0.25 முதல் 3% வரை இருக்கும்.

**பயன்கள்:**

மல்லிகை மலர்கள் இந்தியாவில் பழங்காலத்திலிருந்தே வழிபாடுகள், சடங்குகள் (Ceremonial purpose), தூபங்கள், புகையூட்டிகள், வாசனையூட்டப்பட்ட முடித் தைலங்கள், ஒப்பனைப் பொருட்கள், சோப்புகள் போன்றவற்றில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. மல்லிகை எண்ணெய் அதன் சுகமான, இதம் தரக்கூடிய, மனச்சோர்வை நீக்குகின்ற பண்புகளால் மதிப்பு வாய்ந்த முக்கிய எண்ணெயாகக் கருதப்படுகிறது. மல்லிகை எண்ணெய் பிற வாசனை திரவியங்களுடன் நன்றாகக் கலக்கின்ற தன்மையுடையதால் நவீன நறுமணத்தலைங்கள், ஒப்பனைப் பொருட்கள், காற்று மணமூட்டி (Air freshners), வியற்றவை குறைப்பி, முகப்பவுடர், ஷாம்பு, நாற்றம் நீக்கி (Deodorant) போன்ற பொருட்களில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

**மதுரை மல்லி:**

மதுரையின் பெருமையான “மதுரை மல்லி” உலகளாவிய தனித்துவமான புகழைக் கொண்டுள்ளதால் அதற்கு இந்தியப் புவிசார் குறியீடு பதிவுகத்தால் (Geographical indication Registry of India) புவிசார் குறியீட்டு முத்திரை வழங்கப்பட்டது. மதுரை மல்லியில் தடித்த இதழ்களையும், இதழ்களின் உயரத்துக்குச் சம அளவான காம்புகளையும், ஜாஸ்மைன் மற்றும் ஆல்பா டெர்பினியால் போன்ற வேதி பொருட்கள் இருப்பதால் தனித்துவமான நறுமணத்தினைக் கொண்டுள்ளது. இத்தகைய பண்பால் மதுரை மல்லி வேறு இடங்களிலுள்ள மல்லிகையிலிருந்து வேறுபடுகிறது. மதுரை மல்லி “மைசூர் மல்லிகைக்குப்” பிறகு புவிசார் குறியீடு வழங்கப்பெற்ற இரண்டாவது மல்லிகை இரகமாகும்.

**பாரம்பரிய மருத்துவ முறைகள் (Traditional system of Medicine):**

இந்தியா ஒரு சிறந்த மருத்துவப் பாரம்பரியத்தைக் கொண்டுள்ளது. பல பாரம்பரிய மருத்துவ முறைகள் இந்தியாவில் நடைமுறையில் உள்ளன. இவற்றில் சில இந்தியாவிற்கு வெளியிலிருந்து வந்தவை. இந்தியாவில் உள்ள பாரம்பரிய மருத்துவ முறைகள் நிறுவன மயமாக்கப்பட்ட அல்லது ஆவணப்படுத்தப்பட்ட மற்றும் நிறுவனமயமாக்கப்படாத அல்லது வாய்வழி மரபு என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. நிறுவனமயமாக்கப்பட்ட இந்திய முறைகளில் சித்தாவும், ஆயுர்வேதமும் இரண்டாயிரம் ஆண்டுகளாக நடைமுறையில் உள்ளன. இம்மருத்துவ முறையில் அறிஞர்கள், நோய் கண்டறிதல், குணப்படுத்தும் மருந்துகள், மருந்துகள் தயாரித்தல், அளவு மற்றும் உணவு, சிகிச்சை உணவு, தினசரி மற்றும் பருவகால உணவு ஆகியவற்றிற்கான பரிந்துரைக்கப்பட ஆவண உரைகள் உள்ளன. நிறுவனமயமாக்கப்படாத முறையில் இத்தகைய ஆவணங்கள் இல்லாமல், இந்தியாவிலுள்ள கிராமப்புற மற்றும் பழங்குடி மக்களால் நடைமுறைப்படுத்தப் படுகின்றது. இத்தகைய அறிவு பெரும்பாலும் வாய்மொழியாகவே உள்ளது. பாரம்பரிய மருத்துவ முறைகள் ஆரோக்கியமான வாழ்க்கை முறை, ஆரோக்கியமான உணவு, ஆரோக்கியத்தைப் பராமரித்தல், நோயைக் குணப்படுத்துதல் போன்றவற்றில் கவனம் செலுத்துகின்றன.

**சித்தி மருத்துவம் (Siddha system of Medicine):**

தமிழ்நாட்டில் சித்த மருத்துவம் மிகவும் பிரபலமாக, பரவலாக நடைமுறை கலாசாரத்தால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட மருத்துவமுறையாகும். இது 18 சித்தர்கள் எழுதிய நூல்களை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இந்த 18 சித்தர்களின் கூட்டமைவு குறித்துப் பல்வேறு கருத்துக்கள் நிலவுகின்றன. சித்தர்கள் தமிழ்நாட்டிலிருந்து மட்டுமின்றி மற்ற நாடுகளிலிருந்தும் வந்துள்ளனர். தமிழ்மொழியில் கவிதை வடிவில் முழு அறிவும் ஆவணப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. சித்த மருத்துவம் முக்கியமாகப் பஞ்சபூதத் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இந்த மருத்துவமுறைப்படி, மனிதர்களின் ஆரோக்கியத்திற்குக் காரணமானவை வாதம், பித்தம், கபம் ஆகிய மூன்று உடல்நீர்மங்கள். இந்த உடல் நீர்மங்களின் சமநிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் உடல்நலத்தைப் பாதிக்கும். சித்த மருத்துவத்தின் மருந்து மூலங்கள் தாவரங்கள், விலங்குகள், பாசிகள், கடற் பொருட்கள், தாதுக்கள் ஆகியவையாகும். இம்மருத்துவ முறையில் கனிமங்களைப் பயன்படுத்தி நீண்ட நாட்கள் இருக்கும் மருந்துப்பொருட்களைத் தயாரிக்கும் நிபுணத்துவம் உள்ளது. இந்த முறையில் மருந்துகளின் ஆதாரமாகச் சுமார் 800 மூலிகைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நோய்தடுப்பு, உடல்நல மேம்பாடு, புதுப்பொலிவாக்கும், குணப்படுத்தும் சிகிச்சைகளில் பெரும் கவனம் செலுத்தப்படுகின்றது.

**ஆயுர்வேத மருத்துவம் (Ayurveda System of Medicine):**

ஆயுர்வேதம் பிரம்மனிமிருந்து தோன்றியதாகக் கருதப்படுகிறது. சரகா, சுஷ்ருதா, வாக்பட்டா ஆகியோரால் எழுதப்பட்ட செறிவடக்க ஏடுகளில் (Compendium) ஆயுர்வேதத்திற்கான மூல ஆதார அறிவு ஆவணப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இம்முறையிலும் கூட ஆரோக்கியமான வாழ்க்கை சமநிலையிலுள்ள மூன்று உடல்நீர்மங்களான வாத, பித்த, கபத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இம்மருத்துவமுறை அதிக மூலிகைகளிலும், சில விலங்குகளிலும் இருந்து மருத்துவ ஆதாரங்களைப் பெறுகின்றது. ஆயுர்வேத மூலிகைகளில் இமாலய மூலிகைகள் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. இந்திய ஆயுர்வேதக் குணப்பாட நூல் (Ayurvedic pharmacopoeia) சுமார் 500 மூலிகைகளைப் பட்டியலிடுகின்றது.

### மக்கள் மருத்துவமுறை (Folk system of medicine):

மக்கள் மருத்துவமுறை இந்தியாவின் எண்ணற்ற கிராமப்புற மற்றும் பழங்குடி இன மக்களின் ஒரு பாரம்பரிய வாய்மொழி மருத்துவமாக இருந்து வருகின்றது. இந்திய அரசு சுற்றுச்சூழல் மற்றும் வனத்துறை அமைச்சகத்தால் பழங்குடிகளால் (ethnic communities) பயன்படுத்தப்படும் மூலிகைகளை ஆவணப்படுத்த அகில இந்திய ஒருங்கிணைந்த பழங்குடி உயிரியல் ஆய்வுத்திட்டம் (All India Coordinated Research Project on Ethnobiology) தொடங்கப்பட்டது. இதன் விளைவாக மருத்துவப் பயன்பாடுள்ள ஏறக்குறைய 8000 தாவரச் சிற்றினங்கள் ஆவணப்படுத்தப்பட்டன. இந்தியாவில் இன்றும் ஆராயப்படாத மற்றும் குறைவாக ஆய்வு செய்யப்பட்ட பகுதிகளில் ஆவணப்படுத்தும் இம்முயற்சி இன்னும் தொடர்கின்றது. தமிழ்நாட்டிலுள்ள முக்கிய பழங்குடி இனங்களான இருளர்கள், மலையாளிகள், குரும்பர்கள், பளியன்கள், காணிகள் ஆகியோர் அவர்களது மருத்துவ அறிவால் அறியப்பட்டவர்கள்.

### மூலிகைத் தாவரங்கள் (Medicinal Plants):

இந்தியா மூலிகைத் தாவரங்கள் செறிந்த நாடு. இம்மூலிகை தாவரங்கள் உள்நாட்டு பாரம்பரியத்துடனும் உலகளாவிய வர்த்தகத்துடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தியாவிலுள்ள அனைத்து நிறுவனமயமாக்கப்பட்ட மருத்துவ முறைகளிலும் (Codified systems) மருந்துகள் தயாரிக்க மூலிகைகளே ஆதாரமாக பயன்படுத்துகின்றன. தற்போது 90% மூலிகைகள் பயிரிடப்படாத மூலங்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றது. மூலிகை தயாரிப்புகளுக்கான வளர்ந்துவரும் தேவை உள்நாட்டிலும், நாடுகளுக்கிடையிலும் மூலிகை வணிகத்தைப் பன்மடங்கு அதிகரித்துள்ளது. பெருகி வரும் தேவை தற்போதைய மூலிகை வளங்களின் மேல் பெரும் சமையை ஏற்படுத்தி உள்ளது. எனவே, மூலிகைத் தாவரங்களைப் பயிரிடுதலுக்கான தொழில்நுட்பங்களை விவசாயிகளுக்கு அறிமுகப்படுத்தத் தற்போது முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

கிராமப்புற மற்றும் பழங்குடி மக்களுக்கான முதல்நிலை சுகாதாரப் பராமரிப்புச் சேவைகளை அளிப்பதில் மூலிகைகள் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றன. இத்தாவரங்கள் சிகிச்சைக்கான காரணிகளாக மட்டுமின்றிப் பாரம்பரிய மற்றும் நவீன மருந்து தயாரிப்பில் முக்கிய மூலப்பொருட்களாகவும் பங்காற்றுகின்றன. தாவரங்களிலிருந்து பெறப்படும் மருத்துவ மூலக்கூறுகளுள்ள மருந்துகள் உயிரி மருந்து (biomedicine) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. பொடிகள், அல்லது வேறு வகைகளில் சந்தைப்படுத்தப்படும் மருத்துவத் தாவரங்கள் தாவர மருந்துகள் (Botanical medicines) என அழைக்கப்படுகின்றன.

### கீழாநெல்லி

தாவரவியல் பெயர்: பில்லாந்தஸ் அமாரஸ்  
குடும்பம்: யூ.போர்பியேசி (தற்போது பில்லாந்தேசி)  
தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்

இத்தாவரம் வெப்பமண்டல அமெரிக்கப் பகுதியைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. இந்தியாவிலும் பிற வெப்பமண்டல நாடுகளிலும் இயல் தாவரம் போல் பரவியுள்ளது.

இது பயிரிடப்படுவதில்லை. மாறாகச் சமவெளிகளிலுள்ள ஈரமான இடங்களிலிருந்து சேகரிக்கப்படுகிறது. வனமல்லாத பகுதிகளிலிருந்து சேகரிக்கப்படும் பில்லாந்தஸ் மெட்ராஸ்பெட்டென்சிஸ் மருத்துவத் தாவரசந்தைகளில் கீழாநெல்லி எனும் பெயரில் விற்கப்படுகின்றது.

செயலாக்க மூல மருந்து : பில்லாந்தின் முக்கிய வேதியப் பொருளாகும்.

**மருத்துவ முக்கியத்துவம்:**

மஞ்சள் காமாலை (jaundice) நோய்க்கும், கல்லீரல் பாதுகாப்பிற்கும் தமிழ்நாட்டில் நன்கு அறியப்பட்ட தாவரம் கீழாநெல்லி ஆகும். டாக்டர் S.P தியாகராஜன் மற்றும் அவரது ஆய்வுக் குழுவினரும் மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சியில் :.பிலாந்தஸ் அமாரஸிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் சாறு ஹெப்படைடிஸ் பி வைரஸ் தாக்குதலுக்கு எதிராகச் செயல்படுகிறது என்பதை அறிவியல் பூர்வமாக நிரூபித்துள்ளனர்.

**நில வேம்பு:**

தாவரவியல் பெயர்: ஆண்ட்ரோகிராபிஸ் பானிகுலேட்டா

குடும்பம்: அக்காந்தேசி

‘கசப்புகளின் அரசன்’ (த கிங் ஆப் பிட்டர்ஸ்’) என அழைக்கப்படும் நிலவேம்பு பாரம்பரியமாக இந்திய மருத்துவ முறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

**பிற பொதுவான மூலிகைத் தாவரங்கள்**

வ.எண்	பொதுப் / தமிழ்பெயர்	தாவரவியல் பெயர்	குடும்பம்	பயன்படு ம் தாவரப் பகுதி	மருத்துவ பயன்கள்
1.	துளசி	ஆசிமம் டெனூயி.:புளோரம்	லேமியே சி	இலைகளும் வேர்களும்	இலைகள் தூண்டியாக, நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பியாக, உயர் இரத்த அழுத்த எதிர்ப்பியாக, பாக்டீரிய நீக்கியாக, கோழை அகற்றியாக பயன்படுகின்றது. இதன் வேரிலிருந்து பெறப்படும் கஷாயம் மலேரிய காய்ச்சலுக்கு வியர்வைபூக்கியாகப் பயன்படுகிறது.
2.	நெல்லி	:.பில்லாந்தஸ் எம்பிளிகா	:.பில்லாந்தேசி	கனி	இது ஒரு சக்தி வாய்ந்த புத்துணர்ச்சியூட்டி மற்றும் நோய் எதிர்ப்பு, ஊக்கி, இதற்கு மூப்பு எதிர்ப்பு பண்புள்ளது. நண்ட ஆயுளை மேம்படுத்தவும், செரிமானத்தை அதிகரிக்கவும், மலச்சிக்கல், காய்ச்சல் மற்றும் இருமலை குறைக்கவும் பயன்படுகிறது.
3.	குப்பைமேனி	அக்காலி.:பாரா இண்டிகா	யூ.:போர்பியேசி	இலைகள்	வளையப் புழுக்களால் (ringworms) ஏற்படுகின்ற தோல் நோய்களை குணப்படுத்த பயன்படுகிறது. இலைப்பொடி படுக்கைப்புண் மற்றும் தொற்றுப் புண்களையும் குணமாக்குகிறது.
4.	வில்வம்	ஏகில் மார்மிலாஸ்	ரூட்டேசி	கனி	இளங்கனி செரிமான குறைபாடுகளை குணப்படுத்தவும் குடல்வாழ் ஒட்டுண்ணிகளை அழிக்கவும் பயன்படுகிறது
5.	பிரண்டை	சிசஸ் குவாட்ராங் குலாரிஸ்	வைட்டேசி	தண்டும் வேரும்	தண்டு மற்றும் வேர்களை அரைத்து தயாரிக்கப்படும் களிம்பு எலும்பு முறிவுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆஸ்துமா மற்றும் வயிறு தொடர்பான குறைபாடுகளுக்கு முழுத்தாவரமும் பயன்படுகிறது. இது கால்சியம் மிகுந்தது

செயலாக்க மூல மருந்து: ஆண்ட்ரோகிரா.:பலைடுகள்  
மருத்துவ முக்கியத்துவம்:

நிலவேம்பு சக்தி வாய்ந்த கல்லீரல் பாதுகாப்பி என்பதால் கல்லீரல் நோய்களுக்காகப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நிலவேம்பும் எட்டு மூலிகைகளும் சேர்ந்து தயாரிக்கப்படும் வடிநீர் (நிலவேம்பு குடிநீர்) மலேரியா, டெங்கு சிகிச்சையில் திறம்படப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

### புலனுணர்வுமாற்ற மருந்துகள் (Psychoactive drugs):

மேலேயுள்ள பாடத்தில் நீங்கள் பல்வேறு நோய்களுக்குச் சிகிச்சையளிக்க மருத்துவ ரீதியாகப் பயன்படும் தாவரங்களைப் பற்றி கற்றுக்கொண்டீர்கள். சில தாவரங்களிலிருந்து பெறப்படும் வேதிப்பொருட்கள் அல்லது மருந்துகள் ஒருவருடைய புலனுணர்வுக் காட்சிகளில் (Perception) மருட்சியை ஏற்படுத்தும் தன்மையுடையதால் புலனுணர்வுமாற்ற மருந்துகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இம்மருந்துகள் அனைத்துப் பண்டைய கலாசாரங்களிலும் குறிப்பாக ஷாமன் எனப்படும் மாந்திரீகக் குருமார்கள் மற்றும் பாரம்பரிய மருத்துவர்களால் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. இதுபோன்ற பண்புகளைக் கொண்ட தாவரங்களான அபின் மற்றும் கஞ்சா என்ற இரண்டு தாவரங்களைப் பற்றி இங்குக் காண்போம்.

### அபின் / கசகசா (Opium poppy):

தாவரவியல் பெயர் பப்பாவர் சாம்னிபெரம்  
குடும்பம்: பாப்பாவரேசி

### தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்

ஒப்பியம் பாப்பி தென்கிழக்கு ஐரோப்பா மற்றும் மேற்கத்திய ஆசியாவைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. மத்தியப் பிரதேசம், இராஜஸ்தான் மற்றும் உத்திரப்பிரதேசம் ஒப்பியம் பாப்பி வளர்ப்பதற்கான உரிமம் பெற்ற மாநிலங்களாகும். பாப்பி தாவரத்தின் கனிகளின் கசிவிலிருந்து ஒப்பியம் பாப்பி பெறப்படுகிறது. இது பாரம்பரியமாகத் தூக்கத்தைத் தூண்டுவதற்கும், வலி நிவாரணியாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டது. ஒப்பியத்திலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் மார்.பின் ஒரு வலுவான வலிநிவாரணி என்பதால் அறுவைச் சிகிச்சைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது எனினும் ஒப்பியம் அடிமைப்படுத்தும் ஒரு மருந்தாகும்.

### கஞ்சாசெடி (Cannabis):

தாவரவியல் பெயர்: கன்னாபிஸ் சட்டைவா  
குடும்பம்: கன்னாபியேசி  
தோற்றம் மற்றும் விளையுமிடம்:

கஞ்சாசெடி சீனாவைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. குஜராத், இமாச்சலப் பிரதேசம், உத்தர்காண்ட், உத்திரப்பிரதேசம், மத்தியப் பிரதேசம் போன்ற மாநிலங்கள் தொழிற்சாலைகளுக்காக இத்தாவரத்தை வளர்க்க (Industrial hemp) சட்டப்பூர்வ அனுமதி பெற்றுள்ளன. கஞ்சாசெடியின் செயலாக்க மூல மருந்து டிரான்ஸ்-டெட்ராஹைட்ரோகெனாபினால் (THC) இது பல மருத்துவக் குணங்களைக் கொண்டது. இது ஒரு சிறந்த வலிநிவாரணியாகவும் உயர் இரத்த அழுத்தத்தைக் குறைக்கும் மருந்தாகவும் உள்ளது. கிளாக்மோ எனப்படும் கண்களில் ஏற்படும் அழுத்தத்திற்குச் சிகிச்சையளிக்க THC பயன்படுத்தப்படுகிறது. புற்றுநோயாளிகளுக்கு அளிக்கப்படும் கதிர்வீச்சு மற்றும் கீமோதெரபி சிகிச்சையில் நோயாளிகளுக்கு ஏற்படும் குமட்டலைக் குறைப்பதில் THC பயன்படுத்தப்படுகிறது. சுவாசக் குழாய்களை விரிவடையச் செய்யும் தன்மையுடையதால் சுவாச நோய்கள், குறிப்பாக ஆஸ்த்மாவிற்கு நிவாரணமாகப் பயன்படுகின்றது. இம்மருத்துவக் குணங்கள் காரணமாகக் கன்னாபிஸ் சில நாடுகளில் சட்டப்பூர்வமாகப் பயிரிடப்படுகிறது. ஆனால் நீண்ட காலப் பயன்பாடு போதையை ஏற்படுத்துவதோடு, தனி நபரின் ஆரோக்கியத்திற்கும், சமுதாயத்திற்கும் கேடு விளைவிக்கிறது. எனவே பெரும்பாலான நாடுகள் இதைப் பயிரிடுவதற்கும், பயன்படுத்துவதற்கும் தடை விதித்துள்ளது.

### போதைப்பொருள் தடுப்புத் துறை (Narcotics contral Bureau - NCB):

போதைப் பொருட்கள் பல்வேறு வடிவங்களில் பல்வேறு வகைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றில் சில அங்கீகாரம் பெற்றவை. சில சட்ட ஆங்கீகாரம் பொறாதவை. போதைப் பொருட்களைத் தவறாகவும், கேடு விளைவிக்கும் வகையிலும் பயன்படுத்துவதால் பலவகையான உடல்நலக்கேடுகளையும், அதீதப் பயன்பாடு இறப்பையும் ஏற்படுத்தும் இந்தியாவின் போதைப்பொருள் தடுப்புத்துறை என்பது போதை தடுப்புச் சட்டத்தை அமல்படுத்தும் மற்றும் அதன் நுண்ணறிவுப் பிரிவாகும். மேலும் போதை மருந்து கடத்தல் மற்றும் தவறாகப் பயன்படுத்துதலைத் தடுக்கும்

பொறுப்பும் இத்துறைக்கு உள்ளது.

### தொழில் முனைவுத் தாவரவியல் (Entrepreneurial Botany):

தொழில் முனைவுத் தாவரவியல் என்பது தாவர வளங்களைப் பயன்படுத்திப் புதிய தொழிலை எவ்வாறு தொடங்குவது என்பதனையும், அதற்கான செயல்முறைகளையும் விளக்கும் தாவரவியல் பிரிவு.

தாவரவியல் மாணவர்களுக்குப் பரந்த வாய்ப்புகள் உள்ளன. தற்போதைய சூழலில் மாணவர்கள் தங்கள் திறனையும் அறிவையும் பொருத்தமுள்ள முறையில் ஒன்றிணைப்பதற்கான திறமையை வளர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். தாவரவியல் அறிவை வாழ்வாதாரத்திற்கான வணிகக் கருத்துருவாக உருவாக்குவதற்கான பயிற்சி மாணவர்களுக்கு மிகவும் தேவைப்படுகிறது.

காளான் வளர்ப்பு, ஒற்றைச்செல் புரத (SCP) உற்பத்தி, திரவக் கடற்களை உரம் (Seaweed liquid fertilizer) இயற்கை வேளாண்மை (Organic farming), கண்ணாடித் தாவரப் பேணகம் (Terrarium), போன்சாய், மூலிகை மற்றும் நறுமணப் பயிர்கள் பயிரிடுதல் போன்றவை ஒரு சில தொழில்சார்ந்த செயல்பாடுகள் ஆகும்.

இப்பாடப்பகுதியில் இயற்கை வேளாண்மையை பற்றி விரிவாகக் காண்போம்.

### இயற்கை வேளாண்மை (Organic farming)

இயற்கை வேளாண்மை என்பது ஒருமாற்று வேளாண்மை முறையாகும். இதில் உயிரியல் இடுபொருட்களைப் பயன்படுத்தி இயற்கையாகத் தாவரங்கள் / பயிர்கள் பயிரிடப்படுவதால் மண்வளமும் சுற்றுச்சூழல் சமநிலையும் பராமரிக்கப்பட்டு மாசு

### இயற்கை பூச்சிக்கொல்லி தயாரிப்பு:

	120 கிராம் காரமான மிளகாயுடன் 110 கிராம் பூண்டு அல்லது வெங்காயம் சேர்த்துத் துண்டுகளாக நறுக்க வேண்டும்
	இவற்றைக் கைகளாலோ அல்லது மின் அரவையை பயன்படுத்தியோ கெட்டியான கூழாக்க வேண்டும்.
	500 மி.லி. வெதுவெதுப்பான நீரைக் காய்கறிக்கூழுடன் சேர்த்து, மீண்டும் நன்கு கலக்க வேண்டும்
	ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் கரைசலை ஊற்றி 24 மணி நேரத்திற்கு அப்படியே சூரிய ஒளிபடும் இடத்தில் வைக்க வேண்டும் இல்லையெனில் குறைந்தபட்சம் வெதுவெதுப்பான இடத்தில் வைக்கவும்
	கலவையை வடிகட்டவும் கரைசலை வடிகட்டியில் ஊற்றும் போது வடிகட்டியில் தங்கும் காய்கறி எச்சங்களை அகற்றிவிட்டு வடிநீரைச் சேகரித்து மற்றொரு கொள்கலனில் ஊற்றி வைக்க வேண்டும். இதுவே பூச்சிக்கொல்லி ஆகும். இதிலிருந்து அகற்றிய காய்கறி எச்சங்களைத் தூக்கியெறியாமல் உரமாகப் பயன்படுத்தலாம்.
	பூச்சிக்கொல்லியை ஒரு தெளிப்பானில் ஊற்றவும். முன்னதாகத் தெளிப்பானை வெதுவெதுப்பான நீர் மற்றும் சோப்பினால் கழுவிப் பிற தொற்றுக்கள் நீக்கப்பட்டுள்ளதை உறுதி செய்ய வேண்டும். புனலைப் பயன்படுத்திக் கரைசலைத் தெளிப்பானில் ஊற்றி மூடி வைக்கவும்.
	நோய் தாக்கிய தாவரங்களில் 4 முதல் 5 நாட்களுக்கு ஒருமுறை தெளிக்கவும். 3 அல்லது 4 தெளிப்புகளில் பூச்சிகள் நீக்கப்படுகின்றன. அப்பகுதி முழுவதும் பூச்சிக்கொல்லி தெளித்திருந்தால் அப்பருவ நிலையின் மற்ற காலத்திலும் பூச்சிகளின் தாக்குதலில் இருந்து தாவரங்களைக் காக்கலாம்.

மற்றும் இழப்பு குறைக்கப்படுகிறது. பசுமைப்புரட்சி நடைமுறைப்படுத்துவதற்கு முன்னர் இந்திய விவசாயிகள் இயற்கை விவசாயம் செய்து வந்தனர். ஒருங்கிணைந்த இயற்கை விவசாய

மேலாண்மையின் முக்கியக் கூறுகளில் ஒன்றாக உயிரி உரங்கள் (bio-fertilizers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை விலை குறைந்த, புதுபிக்கத் தகுந்த மூலமாக இருப்பதால் வேதி உரத்திற்கு மாற்றாகத் தொடர்பயன்தரு வேளாண்மையில் (sustainable agriculture) பங்கு பெறுகின்றன.

உயிரி உரங்கள் தயாரிப்பில் தவாரங்களுடன் தொடர்புடைய பல நுண்ணுயிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு இயற்கை வேளாண்மை என்பது இயற்கைக்குத் திரும்புதல் என்ற தத்துவத்தை நோக்கி இயங்குவதாகக் கருதப்படுகிறது.

### 1. இயற்கை பூச்சிக்கொல்லி (Organic pesticide):

மனிதனுக்கும் சுற்று சூழலுக்கும், பாதுகாப்பற்றவை என நிருபணமாகியுள்ளன. இத்தகைய பழங்கள், காய்கறிகள், போன்றவை உண்பதற்குப் பாதுகாப்பற்றவையாக உள்ளன. எனினும் பூச்சிகளுக்கு எதிராகப் போரிடக்கூடிய பல இயற்கை பூச்சிக்கொல்லிகளை வீட்டிலேயே தயாரிக்க இயலும்.

#### இயற்கை பூச்சிக்கொல்லி தயாரிப்பு:

##### உயிரிப் பூச்சி விரட்டி (Bio Pest Repellent):

வேம்பின் உலர்ந்த இலைகளிலிருந்து தாவரப் பூச்சி விரட்டி, பூச்சிக்கொல்லி போன்றவை தயாரிக்கப்படுகின்றன.

##### உயிரிப் பூச்சிவிரட்டி தயாரிப்பு:

- வேப்பமரத்திலிருந்து இலைகளைப் பறித்துச் சிறிய துண்டுகளாக வெட்டவும்.
- நறுக்கிய இலைகளைச் சுமார் 50 லிட்டர் கொள்ளளவு உள்ள பாத்திரத்தில் பாதியளவு நீரில் போட்டு மூடி மூன்று நாட்கள் நொதிக்க விடவும்.
- மூன்று நாட்கள் நொதித்த கலவையை வடிகட்டியைப் பயன்படுத்தி மற்றொரு பாத்திரத்தில் வடிகட்டி இலைகளை நீக்கவும். வடிகட்டிய நீரைப் பூச்சிகளை விரட்டத் தாவரங்களில் தெளிக்கவும்.
- பூச்சிவிரட்டி தாவரத்தில் ஒட்டுவதை உறுதிசெய்ய 100 மிலி சமையல் எண்ணெயும் அதே அளவு சோப்புக்கரைசலும் சேர்க்க வேண்டும். (சோப்புக்கரைசல் எண்ணெய்ப் பசையை நீக்கவும், எண்ணெய் பூச்சிவிரட்டி இலைகளில் ஒட்டிக் கொள்ளவும் உதவுகிறது).
- கலவையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட நொதித்த இலைகளை உரக்குவியலாகவோ, தாவர வேர்ப்பகுதிகளைச் சுற்றியோ இடலாம்.