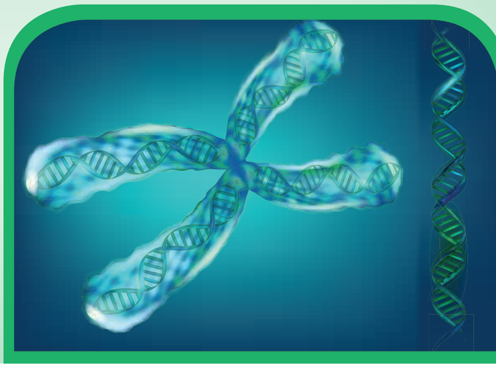
அலகு VII: மரபியல்

பாடம்

# 3

# குரோமோசோம் அடிப்படையிலான பாரம்பரியம்



## கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினை கற்போர்

- குரோமோசோம்களின் பாரம்பரியக் கோட்பாடுகளைப் புரிந்து கொள்ளவும்
- முப்புள்ளி சோதனைக் கலப்புகள் பற்றி ஆய்வு செய்து, அதன் முடிவுகளை மரபணு பிணைப்பு வரைபட உருவாக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தவும்
- சடுதிமாற்ற வகைகளை எடுத்துக்காட்டுகளுடன் வேறுபடுத்தவும்

SJ6XT1

## பாட உள்ளடக்கம்


3.1 பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாடு

3.2 பிணைப்பு – *ட்ரோசோஃபிலா* வில் கண் நிறம் மற்றும் மக்காச்சோளத்தில் விதை நிறம்

3.3 குறுக்கேற்றம், மறுகூட்டிணைவு மற்றும் மரபணு வரைபடம்

3.4 பல்கூட்டு அல்லீல்கள் (multiple alleles)

3.5 சடுதிமாற்றத்தின் வகைகள், காரணிகள் மற்றும் முக்கியத்துவம்


மெண்டலிய மரபியல் பற்றி இதற்கு முந்தைய பாடத்தில் கற்றீர்கள். இப்போது இப்பாடப்பகுதியில் மெண்டலிய மரபியல் தொடர்புடைய மாறுபட்ட கருத்துக்கள் மற்றும் குரோமோசோம்களின் பாரம்பரியக் கோட்பாடுகள் பற்றி படிக்க உள்ளீர்கள். இதற்கு முன் பதினொன்றாம் வகுப்பில் கற்ற குரோமோசோம்களின் அமைப்பு மற்றும் செல் பகுப்பு நிலைகள் பற்றி நினைவுகூர்தல் வேண்டும்.

## 3.1 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.

### 3.1.1 குரோமோசோம் கோட்பாடு வளர்ச்சியின் வரலாறு

பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாட்டிற்குத் தொடர்புடைய முக்கிய செல்லியல் கண்டுபிடிப்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- **வில்ஹெல்ம் ராக்ஸ் (1883)** என்பவர் ஒரு செல்லில் காணப்படும் குரோமோசோம்களே பாரம்பரியப் பண்புகளைக் கடத்துவதற்குக் காரணம் என்பதை வெளியிட்டார்.



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 53 4/14/2020 4:49:29 PM

- **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.

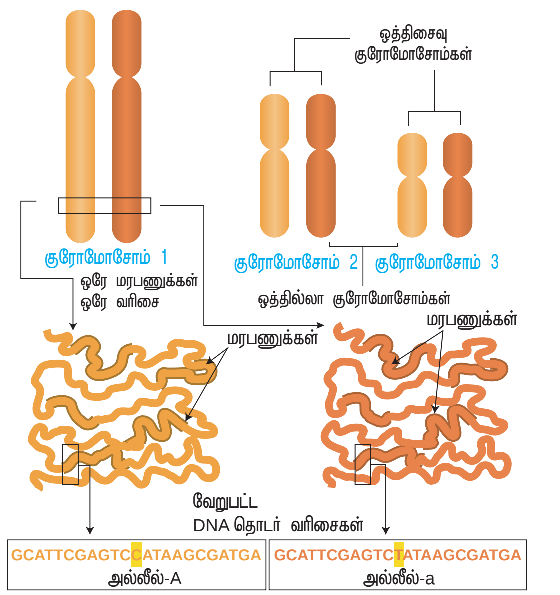
சட்டன் மற்றும் போவேரி (1903) பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாட்டினைத் தனித்தனியாக முன்வைத்தனர். சட்டன் என்பவர் குரோமோசோம்களின் தனித்துப் பிரிதலின் கருத்துக்களை மெண்டலிய கொள்கைகளோடு இணைத்தார். இது பாரம்பரியத்திற்கான குரோமோசோம் கோட்பாடு என்று அழைக்கப்பட்டது.

### 3.1.2 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 தனித்துவமான அமைப்பு மற்றும் 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.

### 3.1.3 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 கருத்துகளைப் பெற உதவுகிறது.




**படம் 3.1:** குரோமோசோம் மற்றும் மரபணு செயல்பாடு – ஓர் ஒப்பீடு

| 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 சுயமாகத் தனித்துப் பிரிய முடியும். | குன்றல் பகுப்பின் போது ஒத்திசைவு குரோமோசோம்கள் சுயமாகப் பிரிய முடியும். ஆனால் ஒரே குரோமோசோமில் உள்ள பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் வழக்கமாகத் தனித்துப் பிரிவதில்லை |

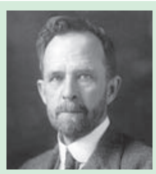
**அட்டவணை 3.1:** மெண்டலிய காரணிகளுக்கும், குரோமோசோம் செயல்பாடுகளுக்கும் இடையேயான ஒற்றுமை



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 54 4/14/2020 4:49:30 PM

| 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 |

**அட்டவணை 3. 2:** குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை



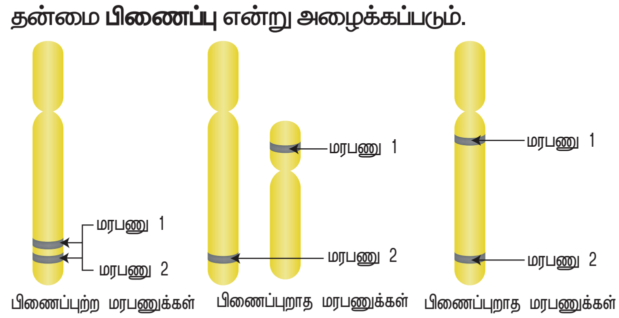
**தாமஸ் ஹண்ட் மார்கன்** (Thomas Hunt Morgan – 1933) என்பவர் பாரம்பரியத்தில் குரோமோசோம்களின் பங்கு பற்றிய கண்டுபிடிப்புகளுக்காகச் மருத்துவம் சார்ந்த துறைக்கான நோபல் பரிசைப் பெற்றார்.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

**தொல்லுயிர் எச்ச மரபணுக்கள்** விரையமாகக் கருதக்கூடிய சில DNA க்கள் பொய்யான மரபணுக்களால் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவ்வகையான மரபணுக்கள் கடந்த காலங்களில் உயிரூட்டத்துடன் செயல்பட்டவைகள். ஆனால், தற்போது தகுந்த புரதத்தினை உருவாக்கம் செய்யும் தன்மையை இழந்துவிட்டன. இத்தொல்லுயிர் எச்சப் பகுதிகள் பரிணாமத்திற்கான வரலாற்றைக் கூறுகின்றன.

## 3.2 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 ($F_1$) அனைத்துத் தாவரங்களும் ஊதா நிற மலர்கள் மற்றும் நீண்ட மகரந்தங்களைப் பெற்ற தாவரங்களே உருவாகின. எனவே ஊதா நிறமுடைய மலர்கள் மற்றும் நீண்ட மகரந்தங்கள் பெற்ற தாவரங்கள் ஓங்குத்தன்மை பெற்றவையாகவும் **(PL / PL)**, சிவப்பு மலர்கள் மற்றும் வட்ட வடிவ மகரந்தங்கள் உடைய தாவரங்கள் ஒடுங்குத்தன்மை பெற்றவையாகவும் அறியப்பட்டன **(pl / pl)**. இவை மீண்டும் $F_1$ சந்ததியோடு இரட்டை ஒடுங்கு தன்மை பெற்றோருடன் கலப்பு (சோதனை கலப்பு) செய்யப்படும்போது $F_2$ சந்ததியில், மெண்டலின் தனித்துப் பிரிதல் விதியின் படி, 1:1:1:1 என்ற எதிர்பார்க்கப்பட்ட விகிதத்தில் தாவரங்கள் உருவாகவில்லை. மாறாக $F_2$ 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.




**படம் 3.2:** 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** (படம் 3.2) 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

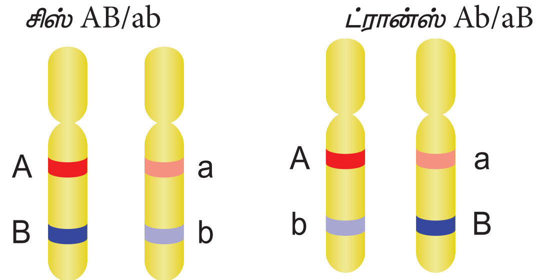


TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 55 4/14/2020 4:49:30 PM

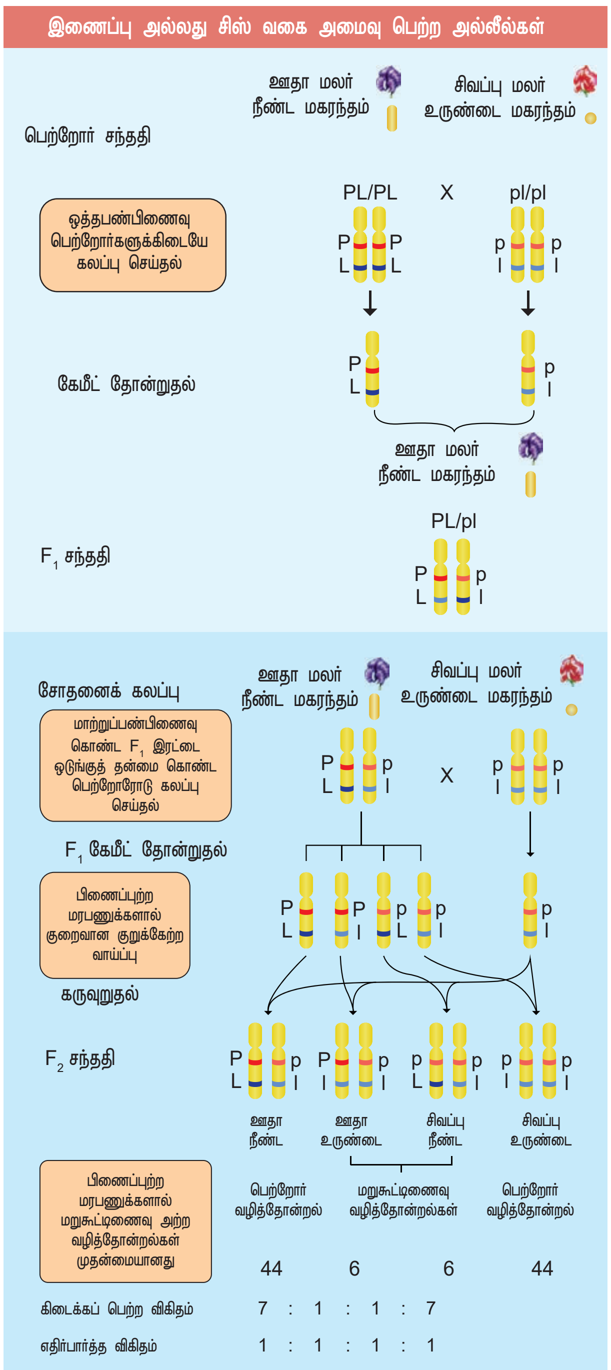
மரபணுக்கள் என்றும், 50%–க்கும் குறைவாக இருப்பின் பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் என்றும் வகைப்படுத்தலாம். அருகருகே அமைந்த மரபணுக்கள் வலுவான பிணைப்பையும், தொலைவில் அமைந்த மரபணுக்கள் தளர்ந்த பிணைப்பையும் வெளிப்படுத்துகிறது.

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

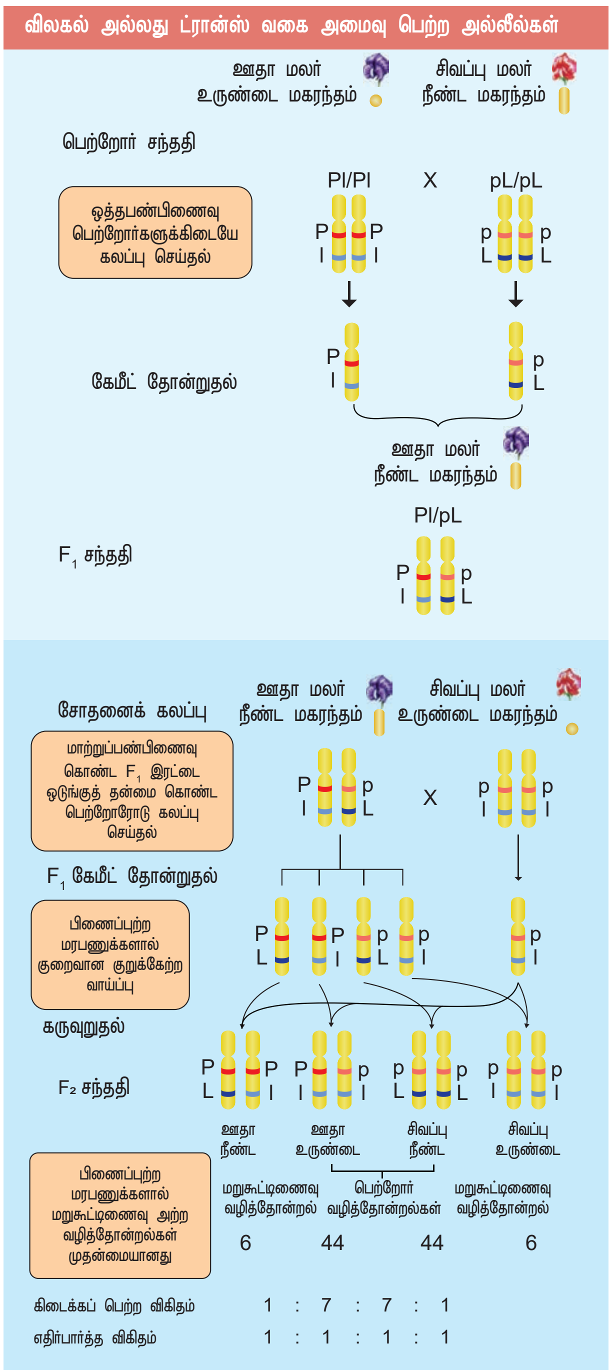
ஒரே ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் காணப்படும் இரு ஓங்குத்தன்மை அல்லீல்கள் அல்லது ஒடுங்குத்தன்மை அல்லீல்கள் ஒரே கேமீட் மூலம் ஒன்றாகவே மரபுவழி அடைந்தால் **இணைப்பு அல்லது சிஸ் வகை** அமைவு (cis configuration) என்று அழைக்கப்படுகிறது (படம் 3.4).




**படம் 3.3:** *சிஸ்* மற்றும் *ட்ரான்ஸ்* வகை மரபணுக்கள் அமைந்துள்ள விதம்




**படம் 3.4:** இணைப்பு அல்லது *சிஸ்* வகை அமைவு பெற்ற அல்லீல்கள்




**படம் 3.5:** விலகல் அல்லது *ட்ரான்ஸ்* வகை அமைவு அல்லீல்கள்



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 56 4/14/2020 4:49:30 PM

ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் ஓங்கு மற்றும் ஒடுங்குத்தன்மை கொண்ட அல்லீல்கள் வெவ்வேறு குரோமோசோம்களில் அமைந்து வேறுபட்ட கேமீட்டுகள் மூலம் தனியாகவே மரபுவழி அடைந்தால் அதற்கு **விலகல்** அல்லது **டிரான்ஸ் வகை அமைவு** (trans configuration) என்று அழைக்கப்படுகிறது (படம் 3.5).

### 3.2.2 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.

**முழுமையான பிணைப்பு** (Complete linkage)

பிணைப்புற்ற இரு மரபணுக்களுக்கிடையே பிரிந்து செல்லும் வாய்ப்பு மிகக் குறைவாக இருக்கும் பட்சத்தில் அவை ஒருசேர மரபுவழி அடைவதால் பெற்றோர்களின் சேர்க்கை மட்டுமே காணப்படுகிறது. ஏனெனில் ஒரே குரோமோசோசோமில் காணப்படும் பிணைப்புற்ற மரபணுக்களின் இருப்பிடம் மிக அருகருகே அமைந்துள்ளதால் குறுக்கேற்றம் நிகழ வாய்ப்பில்லை. இந்நிகழ்வு **முழுமையான பிணைப்பு** என்று அழைக்கப்படுகிறது. இவை அரிதாக நடைபெற்றாலும் ஆண் டுரோசோஃபிலாவில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. C. B. பிரிட்ஜஸ் (1919) ஆண் டுரோசோஃபிலாவின் சில சிற்றினங்களில் குறுக்கேற்றம் முற்றிலுமாக நடைபெறுவதில்லை எனக் கண்டறிந்தார்.

**முழுமையற்ற பிணைப்பு** (Incomplete linkage)

பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் மிக விலகி அமைந்திருந்தால் குறுக்கேற்றம் நிகழ அதிக வாய்ப்புள்ளது. இதன் விளைவாகப் பெற்றோர் மற்றும் பெற்றோர் அல்லாத சேர்க்கைகள் அறியப்பட்டது. இந்தப் பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் குறுக்கேற்றத்தை வெளிப்படுத்துகிறது. இது **முழுமையற்ற பிணைப்பு** என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்வை ஹட்சின்சன் மக்காச்சோளத்தில் முதலில் கண்டறிந்தார்.

### 3.2.3 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. எடுத்துக்காட்டு:

| உயிரினத்தின் பெயர்கள் | பிணைப்புத் தொகுதிகள் |
|---|---|
| *மியூகர்* | 2 |
| *டுரோசோஃபிலா* | 4 |
| இனிப்பு பட்டாணி | 7 |
| *நியூரோஸ்போரா* | 7 |
| மக்காச்சோளம் | 10 |

**அட்டவணை 3.3:** சில உயிரினங்களின் பிணைப்புத் தொகுதிகள்

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 பங்குபெறும். | இதில் ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் சகோதரி அல்லாத குரோமாட்டிட்களுக்கு இடையே உள்ள துண்டுகளின் பரிமாற்றம் நிகழும் |
| 3 | புதிய மரபணுச் சேர்க்கைகளைக் இது குறைக்கிறது. | புதிய மரபணுச் சேர்க்கைகள் தோன்றுவதன் மூலம் வேறுபாடுகளை அதிகரிக்கிறது, புதிய உயிரினம் தோன்ற வழிவகுக்கிறது. |

**அட்டவணை 3.4:** பிணைப்பு மற்றும் குறுக்கேற்றத்திற்கு இடையேயான வேறுபாடுகள்

## 3.3 குறுக்கேற்றம் (Crossing over)

ஒத்திசைவு குரோமோசோம் இணைகளின் சகோதரி அல்லாத குரோமாட்டிட்களுக்கிடையே இணையான துண்டங்கள் பரிமாற்றப்பட்டுப் புதிய மரபணுச் சேர்க்கை தோன்றும் உயிரிய நிகழ்விற்குக் **குறுக்கேற்றம்** என்று பெயர். 'குறுக்கேற்றம்' என்ற சொல் மார்கன் (1912) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்டது. இது குன்றல் பகுப்பின் புரோபேஸ் I ல் பாக்கிடீன் (pachytene) நிலையில் நடைபெறுகிறது. வழக்கமாகக் கேமீட்டுகள் உருவாக்கத்தின் போது குறுக்கேற்றம் இனசெல்களில் நடைபெறுகிறது. இது **குன்றல் பகுப்பு குறுக்கேற்றம்** அல்லது **இனசெல் குறுக்கேற்றம்** என்று



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 57 4/14/2020 4:49:31 PM

அழைக்கப்படும். இது பொதுவாகக் காணப்படும் மிகவும் முக்கியத்துவம் பெற்ற நிகழ்வாகும். அரிதாக மைட்டாசிஸ் நிலையின் போது குறுக்கேற்றம் உடலச் செல்களில் நிகழ்கிறது. இது **உடலச் செல் குறுக்கேற்றம்** அல்லது **மைட்டாடிக் குறுக்கேற்றம்** என்று அழைக்கப்படுகிறது.

### 3.3.1 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.

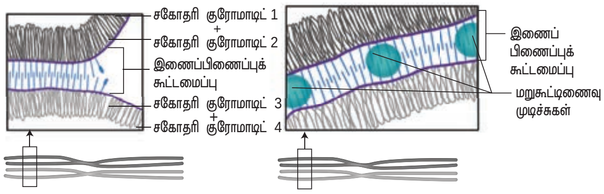
1. **மையம் தொடங்கி இணை சேர்தல்** (Procentric synapsis) – இணைதல் குரோமோசோமின் மையப்பகுதியில் இருந்து தொடங்குகிறது.
2. **நுனி தொடங்கி இணை சேர்தல்** (Proterminal synapsis) – இணைதல் குரோமோசோமின் டீலோமியர்களில் இருந்து தொடங்குகிறது.
3. **இயைபிலா இணை சேர்தல்** (Random synapsis)– இணைதல் குரோமோசோம்களின் எந்தப்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

**(ii) நான்கமை உருவாதல்** (Tetrad formation)

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

**(iii) குறுக்கேற்றம்**

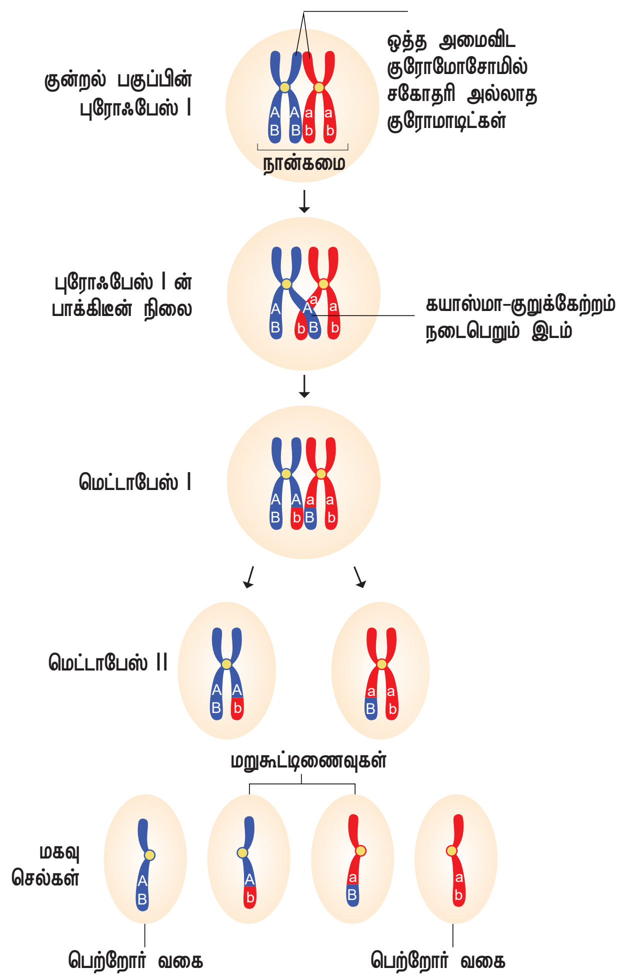
நான்கமை நிலை உருவான பின்னர், பாக்கிடீன் நிலையில் குறுக்கேற்றம் நிகழ்கிறது. ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் சகோதரி அல்லாத குரோமாட்டிட்கள் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட புள்ளிகளில் இணைகிறது. இந்த ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் சகோதரி அல்லாத குரோமாடிட்களுக்கு இடையேயான இணைவுப் புள்ளிகள் **கயாஸ்மாக்கள்** (ஒருமை– கயாஸ்மா) என்று அழைக்கப்படுகிறது. கயாஸ்மா பகுதியில் சிலுவை அமைப்பு அல்லது 'X' வடிவ அமைப்பு உருவாவதோடு, அப்புள்ளியில் இரண்டு குரோமாடிட்கள் உடைதல் மற்றும் மறுஇணைவு நடைபெறும். இதன் விளைவாகச் சகோதரி அல்லாத குரோமாடிட்களுக்கிடையே சமமான துண்டுகள் பரஸ்பரப் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது.




**படம் 3.6: இணைபிணைப்புக் கூட்டமைப்பு**

**(iv) முடிவுறுதல்** (Terminalization)

குறுக்கேற்றம் நடைபெற்ற பின் கயாஸ்மாவானது குரோமாடிட்களின் நுனிப்பகுதியை நோக்கி நகர்கிறது. இந்நிகழ்வே **முடிவுறுதல்** எனப்படுகிறது. இதன் விளைவாக ஒத்திசைவு குரோமோசோம்கள் முழுமையாகப் பிரிகிறது.




**படம் 3.7: குறுக்கேற்றத்தின் செயல்முறை**

### 3.3.2 குறுக்கேற்றத்தின் முக்கியத்துவம்

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

1 குரோமாடிட் 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.

**செயல்பாடு: தீர்வு காண்**

உடலக் குரோமோசோமில் 'a' மற்றும் 'b' என்ற இரண்டு ஒடுங்கு மரபணுக்கள் இருப்பதாகக் கருதவும், இதன் மாற்றுப்பண்பு கருமுட்டையோடு (heterozygote) சடுதிமாற்ற இரட்டை ஒத்தபண்பிணைவு பெற்ற வகையுடன் சோதனைக் கலப்பு செய்யப்படுகிறது. இதற்குக் கீழ்க்கண்ட கூற்றுகளை மனதில் கொண்டு புறத்தோற்றவகைய விகிதங்களை (phenotypic ratios) கண்டுபிடிக்கவும்.

1. 'a', 'b' தனித்தனி உடலக் குரோமோசோம்களில் காணப்பட்டால்

2. 'a', 'b' இரண்டும் ஒரே உடலக் குரோமோசோமில் தொலைவில் அமையும் விதத்தில் பிணைப்புற்று ஆனால் இவைகளுக்கிடையே குறுக்கேற்றம் நடைபெற்றால்

3. 'a', 'b' இவை இரண்டும் ஒரே உடலக் குரோமோசோமில் மிக அருகில் அமைந்திருந்து ஆனால் குறுக்கேற்றம் நிகழாதிருந்தால்.

### 3.3.3 மறுகூட்டிணைவு (Recombination)

குறுக்கேற்றத்தின் விளைவாக உருவாகும் புதிய பண்புகளைப் பெற்ற உயிரினங்களே **மறுகூட்டிணைவிகள்** என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்வில் DNAவின் துண்டங்கள் உடைந்து மறுகூட்டிணைவு கொண்ட புதிய அல்லீல்கள் சேர்க்கை உருவாகின்றன. இந்தச் செயல்முறை **மறுகூட்டிணைவு** என்று அழைக்கப்படுகிறது

**மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவுக் (RF) கணக்கீடு:**

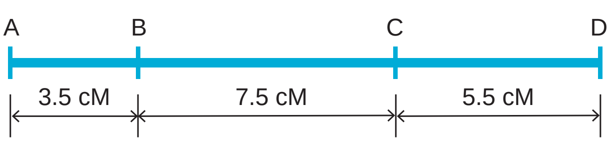
ஒரு கலப்பின் போது தோன்றும் மறுகூட்டிணைவு வழித்தோன்றல்களின் விழுக்காடு மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவு எனப்படுகிறது. மறுகூட்டிணைவு நிகழ்வரைவு (RF) (குறுக்கேற்ற நிகழ்விரைவு) கீழ்காணும் சூத்திரத்தினால் கணக்கிடப்படுகிறது. இணைப்பு வகை அமைவு பெற்ற அல்லீல்களிலிருந்து பெறப்பட்ட தரவினைப் பயன்படுத்தி மறுகூட்டிணைவு நிகழ்விரைவு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

### 3.3.4 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. இது **பிணைப்பு வரைபடம்** (linkage map) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. மரபணு வரைபடம் என்ற கருத்தாக்கத்தை முதன்முதலில் T.H. மார்கனின் மாணவராகிய **ஆல்ஃபிரட் H. ஸ்டர்டீவண்ட்** 1913 ல் உருவாக்கினார். இது மரபணுக்கள் குரோமோசோமில் அமைந்துள்ளன என்ற குறிப்பினைத் தருகிறது.

#### வரைபடத் தொலைவு (Map distance)

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




**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.



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 59 4/14/2020 4:49:31 PM

- குறிப்பிட்ட உயிரினத்தின் சிக்கலான மரபணுத் தன்மையை மரபியலாளர்கள் புரிந்து கொள்ளவும் இது உதவுகிறது.

## 3.4 பல்கூட்டு அல்லீல்கள் (Multiple alleles)

ஒரு உயிரினத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள 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.

**கற்றதைச் சோதித்தறிக**

உயிரினத்தொகைக்குள் பல்கூட்டு அல்லீல்கள் இருக்கலாம் ஆனால் தனி உயிரினத்தில் அவற்றில் இரண்டு அல்லீல்களை மட்டுமே கொண்டுள்ளன. ஏன்?

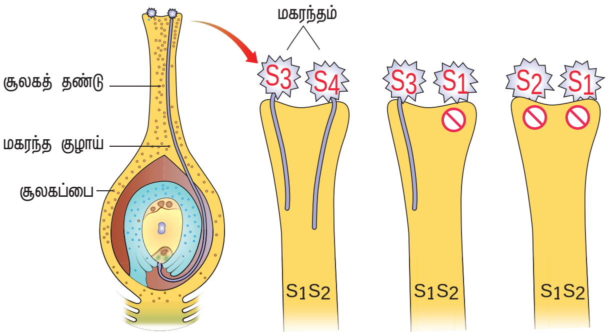
### 3.4.1 பல்கூட்டு அல்லீல்களின் பண்புகள்

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

### 3.4.2 *நிகோட்டியானா* தாவரத்தில் தன்மலடாதல் (Self sterility in *Nicotiana*)

தாவரங்களில், தன் மலடாதல் அல்லது சுயப்பொருந்தாத்தன்மைக்கு (self incompatability) பல்கூட்டு அல்லீல்கள் காரணமாக உள்ளன என அறியப்பட்டுள்ளது. தன்மலடாதல் என்பது ஒரு தாவரத்திலிருந்து பெறப்படும் அதன் மகரந்தத்துகள் அதே தாவரத்தின் சூலக முடியில் முளைக்க இயலாத தன்மையினால் முட்டைகளுக்குள் கருவுருதல் நிகழ்வைச் செய்ய இயலாத நிலையாகும். **ஈஸ்ட்** (East – 1925) என்பவர் *நிகோட்டியானா* தாவரத்தில் சுயப்பொருந்தாத்தன்மை அல்லது தன் மலடாதல் தன்மைக்குக் காரணமான பல்கூட்டு அல்லீல்களைக் கண்டறிந்தார். சுயப்பொருந்தாத்தன்மை (Self–incompatibility) பண்பைக் குறிக்கும் மரபணுவை 'S' எனக் கொண்டால், அவற்றின் அல்லீல்களின் வரிசை $S_1$, $S_2$, $S_3$, $S_4$ மற்றும் $S_5$ ஆகும் (படம் 3.8).

அயல் கருவுறுதல் மூலம் உருவாகும் புகையிலை தாவரங்கள் எப்போதும் $S_1S_1$ அல்லது $S_2S_2$ போன்ற ஒத்தபண்பிணைவு கொண்டவையாக இருப்பதில்லை ஆனால் அனைத்துத் தாவரங்களும் $S_1S_2$, $S_3S_4$, $S_5S_6$ போன்ற மாற்றுப்பண்பிணைவு 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.




**படம்: 3.8** புகையிலையில் சுயபொருந்தாதன்மை தொடர்புடைய இதன் மரபணுவகையம்

$S_1$ $S_2$ கொண்ட பெண் பெற்றோருடன் $S_2$ $S_3$ கொண்ட ஆண் பெற்றோரைக் கலப்பினம் செய்யும் போது இரு வகை மகரந்தக்குழாய்கள் வேறுபடுத்தப்படுகிறது. $S_2$ வை கொண்டிருந்த மகரந்தத்துகள் திறன் மிக்கவையல்ல ஆனால் $S_3$ யைக் கொண்ட மகரந்தத்துகள் கருவுருதலுக்கு ஏற்புடையதாக இருந்தது. இவ்வாறாக $S_1$ $S_2$ x $S_3$ $S_4$ 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 அட்டவணை 3.5 ல் தரப்பட்டுள்ளது.



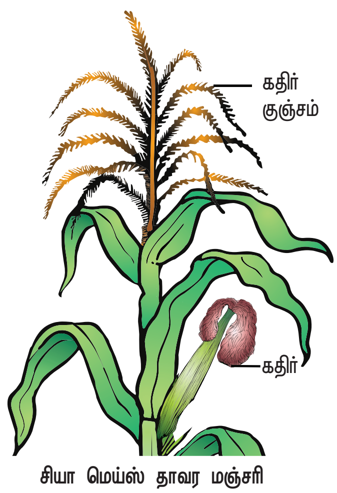
TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 60 4/14/2020 4:49:32 PM

| பெண் பெற்றோர் (சூலகமுடி பகுதி) | ஆண் பெற்றோர் (மகரந்த மூலம்) | | |
|---|---|---|---|
| | $S_1S_2$ | $S_2S_3$ | $S_3S_4$ |
| $S_1S_2$ | தன் மலடு | $S_3S_2$ $S_3S_1$ | $S_3S_1$ $S_3S_2$ $S_4S_1$ $S_4S_2$ |
| $S_2S_3$ | $S_1S_2$ $S_1S_3$ | தன் மலடு | $S_4S_2$ $S_4S_3$ |
| $S_3S_4$ | $S_1S_3$ $S_1S_4$ $S_2S_3$ $S_2S_4$ | $S_2S_3$ $S_2S_4$ | தன் மலடு |

**அட்டவணை: 3.5 சுயப்பொருந்தாத்தன்மை வழித்தோன்றல்களின் வேறுபட்ட சேர்க்கைகள்**

**மக்கா சோளத்தில் 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 ஆக்குத்திசுவிலிருந்து 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 ஒருபால் தன்மை கதிர் சிறு மலர்களின் மகரந்தத்தாள் 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 அல்லீல் (ba) பட்டிழைகள்



சியா மெய்ஸ் தாவர மஞ்சரி

மற்றும் கதிர் மஞ்சரியை நீக்குவதுடன் ஆண் மலர்கள் கொண்ட தன்மையாக மாற்றி விடுகிறது. டாசல் விதைக்கான அல்லீல் (ts) டாசலை மகரந்தம் அற்ற பெண் மலராக மாற்றி விடுகிறது. அது மகரந்தத்தை உற்பத்தி செய்வதில்லை. அட்டவணை 3.7ல் இந்த அல்லீல்களின் சேர்க்கையின் அடிப்படையில் பால்தன்மை வெளிப்பாடு முடிவு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தப் பெரும்பான்மையான சடுதிமாற்றங்கள் ஜிப்ரெலின் உற்பத்திக் குறைபாட்டினால் ஏற்படுகின்றன. கதிர்களில் காணப்படும் சிறுமலர்களின் மகரந்தத்தாள் ஒடுக்கத்திற்கு ஜிப்ரெலின்கள் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

| மரபணு வகையம் | ஓங்கு / ஒடுங்குத் தன்மை | மாறுபாடு | பாலினம் |
|---|---|---|---|
| ba/ba ts/ts | இரட்டை ஒடுங்குத் தன்மை | பட்டிழை அற்று காணப்படும், ஆனால் டாசல் சூலகமாக மாற்றப்படுகிறது | வளர்ச்சியுறா பெண் தாவரம் |
| ba/ba $ts^+/ts^+$ | ஒடுங்கு மற்றும் ஓங்குத் தன்மை | பட்டிழை இருப்பதில்லை ஆனால் டாசல் காணப்படுதல் | ஆண் தாவரம் |
| $ba^+/ba^+$ $ts^+/ts^+$ | இரட்டை ஓங்குத் தன்மை | கதிர் மற்றும் டாசல் ஆகிய இரண்டும் கொண்டவை | ஒருபால் மலர்களைப் பெற்ற தாவரம் |
| $ba^+/ba^+$ ts/ts | ஓங்கு மற்றும் ஒடுங்குத் தன்மை | கதிர் கொண்டவை ஆனால் டாசல் அற்றவை | இயல்பான பெண் தாவரம் |

**அட்டவணை 3.7: மக்காச் சோளத்தில் பால் நிர்ணயம் (உயர் அமை குறியீடு (+) ஓங்கு பண்பிணைக் குறிக்கிறது)**

## 3.5 சடுதிமாற்றம் (Mutation)

உயிரினங்களுக்குள் ஏற்படும் மரபணு வேறுபாடுகள் பரிணாம மாற்றத்திற்கு மூல ஆதாரமாக விளங்குகிறது. சடுதி மாற்றம் மற்றும் மறுகூட்டிணைவு ஆகிய இரண்டும் மரபணு வேறுபாடு களுக்கான முக்கிய செயல்முறைகளாகும். ஒரு உயிரினத்தின் மரபுப் பொருளில் திடீரென ஏற்படும் மாற்றம் **சடுதி மாற்றம்** என அழைக்கப்படுகிறது. சடுதிமாற்றம்என்றசொல்*ஹியுகோ டீவ்ரிஸ்* (1901) என்பவரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இவர் அந்தி ப்ரிம்ரோஸ் *(ஈனோதீரா*

VXV11B



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 61 4/14/2020 4:49:32 PM

*லாமார்க்கியானா)* என்ற தாவரத்தில் செய்த ஆய்வின் அடிப்படையில் **'சடுதி மாற்றக் கோட்பாட்டை'** வெளியிட்டார். மரபுப் பொருளில் 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 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.

**சடுதிமாற்றமுற்ற இலை**

## 3.5.1 சடுதிமாற்றத்தின் வகைகள் (Types of mutation)

மரபணு சடுதிமாற்றத்தின் பொதுவான இரு வகுப்புகளைக் காண்போம்.

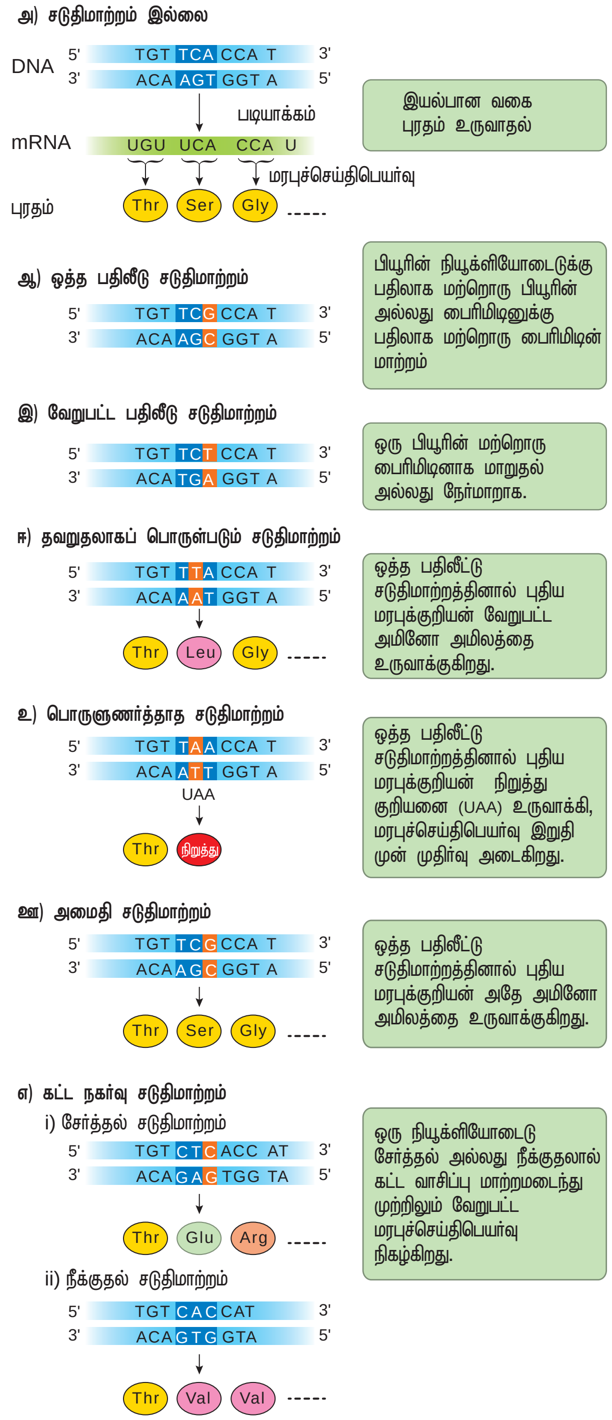
- DNA வில் உள்ள ஒரு காரம் (base) அல்லது ஒரு இணை காரம் பாதிக்கப்படும் சடுதிமாற்றம் **புள்ளி சடுதிமாற்றம்** என்று அழைக்கப்படுகிறது.
- ஒரு மரபணுவுக்குள் காணப்படும் ஒரு சிறிய நியூக்ளியோடைடு வரிசை பிரதிகளின் எண்ணிக்கையை மாற்றி அமைக்கும் சடுதிமாற்றங்கள்

**புள்ளி சடுதிமாற்றம்** (Point mutation)

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

**புள்ளி சடுதிமாற்றத்தின் வகைகள்**
(Types of Point mutation)

DNA வில் நடைபெறும் புள்ளி சடுதிமாற்றம் இரண்டு முக்கிய வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. கார இணை பதிலீடுகள் மற்றும் கார இணை இடைச்செருகல் அல்லது நீக்குதல் ஆகியவையாகும். கார இணை பதிலீடு சடுதிமாற்றம் என்பது DNA வின்




**படம் 3. 9 புள்ளி சடுதிமாற்றத்தின் வகைகள்**

ஒரு கார இணை மற்றொரு கார இணையால் பதிலீடு செய்வதாகும். இவை இரு துணை வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுள்ளது. ஒத்த பதிலீடு (Transition), வேறுபட்ட பதிலீடு (transversion). சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதல் சடுதிமாற்றம் என்பது நியூக்ளியோடைடு இணைகளின் சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதல் மற்றும் கார இணை சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதல் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. கூட்டாக, இந்த நிகழ்வுகள் அனைத்தும் **இன்டெல் சடுதிமாற்றம்** (Indel mutation) (Insertion–deletion mutation) எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 62 4/14/2020 4:49:34 PM

| வ. எண் | வகைப்பாட்டின் அடிப்படை | சடுதிமாற்றத்தின் முக்கிய வகைகள் | முக்கிய பண்புகள் |
|---|---|---|---|
| 1. | தோற்றம் | தன்னிச்சையான | தெரியாத சடுதிமாற்றிகளால் நிகழ்வது |
| | | தூண்டப்பட்ட | தெரிந்த சடுதிமாற்றிகளால் நிகழ்வது |
| 2. | செல் வகை | உடல வழி | இனப்பெருக்கமல்லாத செல்களில் நிகழ்வது |
| | | இன வழி | இனப்பெருக்கச் செல்களில் நிகழ்வது |
| 3. | பணிகளின் மீது பாதிப்பு | செயல் இழப்பு (வெளியேற்றுதல் (knockout), இன்மை (null)) | இயல்பான செயல்பாட்டினை நீக்குவது |
| | | குறை அமைப்பு நிலை (hypomorphic) (லீக்கி) | இயல்பான செயல்பாட்டினைக் குறைப்பது |
| | | மிகை அமைப்பு நிலை (hypermorphic) | இயல்பான செயல்பாட்டினை அதிகரிப்பது |
| | | செயல் ஏற்பு (இடமறியா வெளிப்பாடு) | தவறான நேரத்தில் அல்லது பொருத்தமற்ற செல்களில் வெளிப்படுவது |
| 4. | மூலக்கூறு அளவில் மாற்றம் | **நியூக்ளியோடைடு பதிலீடு** | 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 பைரிமிடினுக்கு பதிலாகப் பியூரின் (C⟶G). |
| | | • இடைசெருகல் (insertion) | ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நியூக்ளியோடைடுகள் கூடுதலாக இருப்பது |
| | | • நீக்கம் (deletion) | ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நியூக்ளியோடைடுகள் இல்லாமல் இருப்பது |
| 5. | மரபுச்செய்தி பெயர்வினை பாதிப்பது | • 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 மரபுக்குறியனை (codon) நகர்த்துவது |

**அட்டவணை 3.7: சடுதிமாற்றத்தின் முக்கிய வகைகள்**



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 63 4/14/2020 4:49:34 PM

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

ஒரு அமினோ அமிலத்திற்கான ஒரு மரபுக்குறியனை (codon) அதே அமினோ அமிலத்திற்கான வேறொரு மரபுக்குறியனாக மாற்றியமைக்கப்படும் சடுதிமாற்றம் **ஒத்த அல்லது அமைதியான சடுதிமாற்றம்** (Synonymous or Silent mutation) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு அமினோ அமிலத்திற்கான ஒரு மரபுக்குறியனை வேறொரு அமினோ அமிலத்திற்கான மரபுக்குறியனாக மாற்றியமைக்கப்படும் சடுதிமாற்றம் **தவறுதலாகப் பொருள்படும் அல்லது ஒத்திலாச் சடுதிமாற்றம்** (Missense or non–synonymous mutation) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு அமினோ அமிலத்திற்கான மரபுக்குறியன் முடிவு அல்லது நிறுத்துக் குறியனாக மாற்றமடையும் சடுதிமாற்றம் **பொருளுணர்த்தாத சடுதிமாற்றம்** (Nonsense mutation) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு DNA வில் ஒரு கார இணை சேர்த்தல் அல்லது நீக்குதலால் மரபுச்செய்திபெயர்வு கட்டமைப்புகளை மாற்றப்படுவதன் விளைவால் இயல்பான புரதத்தின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாடு இழக்கப்படுவது **கட்ட நகர்வு சடுதிமாற்றம்** (Frame shift mutation) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

## 3.5.2 சடுதிமாற்றக் காரணிகள் (Mutagenic agents)

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

**இயற்பிய சடுதிமாற்றிகள்** (Physical mutagens):

அறிவியலறிஞர்கள் பல்வேறு தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளில் சடுதிமாற்றங்களை ஏற்படுத்த வெப்பநிலை மற்றும் கதிர்வீச்சுகளான X–கதிர்கள், காமா கதிர்கள், ஆல்ஃபா கதிர்கள், பீட்டா கதிர்கள், நியூட்ரான்கள், காஸ்மிக் கதிர்கள், கதிரியக்க மாற்றியங்கள் புற ஊதாக் கதிர்கள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

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

**கதிர்வீச்சுகள்:** கண்ணுறு நிறமாலையை விட மின்காந்த நிறமாலையானது குறுகிய மற்றும் நீளமான அலைநீளங்களைக் கொண்ட கதிர்களைக் கொண்டுள்ளது. இவை அயனியாக்கும் மற்றும் அயனியாக்காத கதிர்வீச்சுகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அயனியாக்கும் கதிர் வீச்சுகளின் குறுகிய அலை நீளம் மற்றும் அணுவிலுள்ள எலக்ட்ரான்களை அயனியாக்கப் போதுமான அதிக ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளது. X–கதிர்கள், காமா கதிர்கள், ஆல்ஃபா கதிர்கள், பீட்டா கதிர்கள் மற்றும் காஸ்மிக் கதிர்கள் போன்ற கதிர்வீச்சுகளுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட செல்களிலுள்ள குரோமோசோம்களையும் குரோமேடிட்களையும் உடைக்கிறது (குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம்), அயனியாக்காத கதிர்வீச்சான UV கதிர்கள் நீண்ட அலைநீளங்களையும், குறைவான ஆற்றலையும் கொண்டவையாகும். அவை அயனியாக்கும் கதிர்வீச்சுகளை விடக் குறைந்த ஊடுருவக் கூடிய திறன் கொண்டவை. மேற்புறச் சவ்வுகளுக்கு அருகாமையில் உட்கரு கொண்ட ஒரு செல் நுண்ணுயிரிகள், வித்துகள், மகரந்தத்துகள்களை கதிரியக்கத்திற்கு உட்படுத்தப் பயன்படுகிறது.

### சார்பதி சொனோரா (Sharbati Sonora)

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 தூண்டப்படும் 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 மரபுச்செய்திபெயர்வின் போது முழுமையற்ற, குறையுடைய பாலிபெப்டைடுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 64 4/14/2020 4:49:34 PM

**இணை சடுதிமாற்றிகள்** (Co–mutagens)

சில வேதியல் சேர்மங்கள் அதற்குறிய 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, மிதோட்ரெக்ஷேட்டின் நச்சுத்தன்மையை அதிகமாக்குகிறது.

- முதல் உலகப் போரில் இரசாயன ஆயுதமாகக் கடுகு வாயு (Mustard gas) (டைகுளோரோ எத்தில் சல்பைடு) பயன்படுத்தப்பட்டது.
- X–கதிர்களைக் கொண்டு பழப்பூச்சியில் H J முல்லர் (H J Muller – 1928) என்பவர் முதன் முதலாகச் சடுதிமாற்றத்தினை தூண்டினார்.
- X–கதிர்கள் மற்றும் காமா கதிர்கள் மூலம் L J ஸ்டேட்லர் (L.J. Stadler) என்பவர் தாவரங்களில் ஏற்படும் தூண்டப்படும் சடுதிமாற்றத்தை அறிவித்தார்.
- வேதிய சடுதி மாற்றச் செயல்முறையை C. அயுர்பேக் (C Auerback – 1944) என்பவர் முதன் முதலில் வெளியிட்டார்.

## 3.5.3 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 சடுதிமாற்றம் 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. குரோமோசோம் 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 பண்பிணை மற்றொரு சிற்றினத்திலிருந்து வேறுபடுத்துவதில்லை ஆனால் குரோமோசோமில் காணப்படும் மரபுப்பொருளின் (மரபணு) தன்மையே சிற்றினத்தின் பண்பிணை நிர்ணயிக்கிறது.

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

i) இருமடிய தொகுதிக்குள் தனிக் குரோமோசோம்களால் ஏற்படும் மடியம் (**மெய்யிலாமடியம்**).

ii) குரோமொசோம்களின் மொத்தத் தொகுதியால் ஏற்படும் மடியம் (**மெய்மடியம்**) (படம் 3.10)

#### (i) மெய்யிலா மடியம் (Aneuploidy)

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. மிகுமடியம்** (Hyperploidy)

இருமடியத் தொகுதி குரோமோசோம்களில் ஒன்று அல்லது அதற்கு 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 *டாட்டுரா ஸ்ட்ராமோனியம்* தாவரத்தில் (ஜிம்சன் களை) டிரைசோமி



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 65 4/14/2020 4:49:34 PM

நிலையினைக் கண்டறிந்தார். பின்னர் **நிக்கோட்டியானா, பைசம்** மற்றும் **ஈனோதீரா** போன்ற தாவரங்களில் கண்டறியப்பட்டது. சில சமயங்களில் இரு வெவ்வேறு குரோமோசோம் இணைகளிலிருந்து இரு தனிக் குரோமோசோம்கள் சாதரண 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** (Pentasomy)

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

2. **குறைமடியம்** (Hypoploidy)

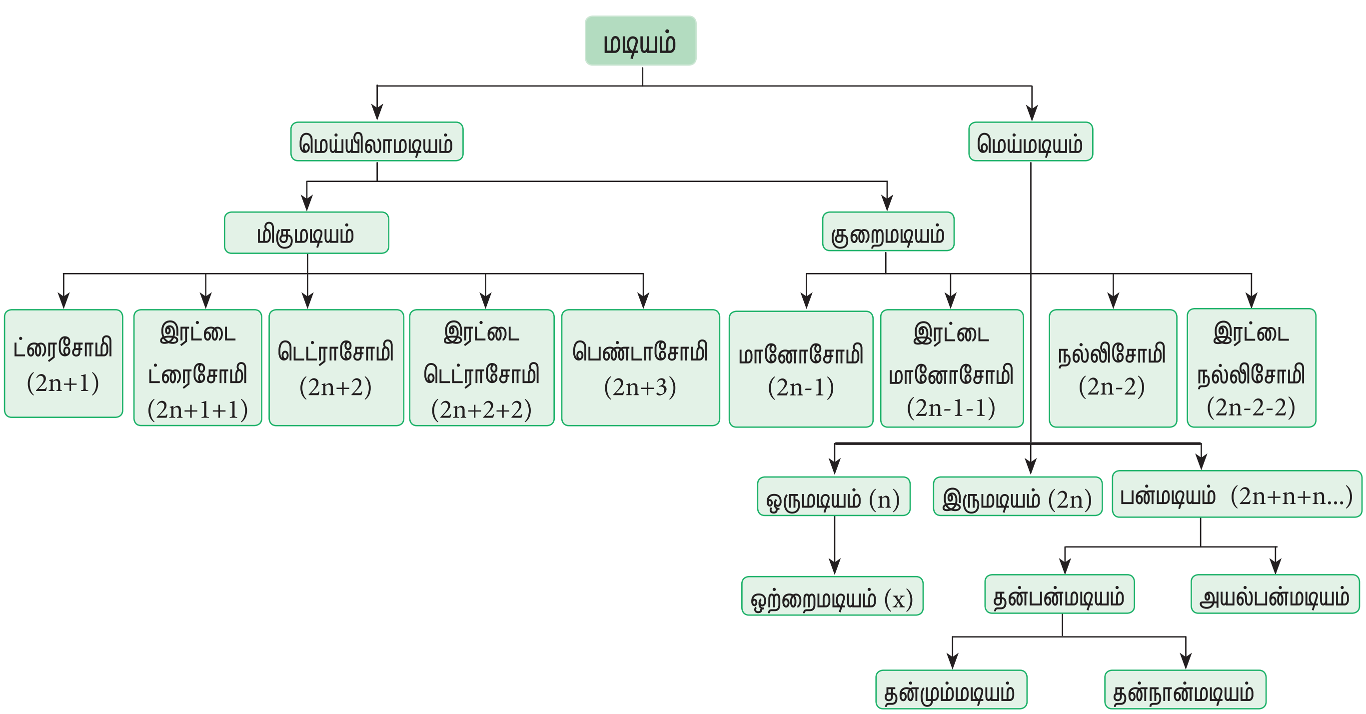
ஒரு செல்லில் உள்ள இருமடிய தொகுதியிலிருந்து ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமோசோம்கள் இழக்கப்பட்டால் **குறைமடியம்** எனப்படும். இது இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை

**அ) மானோசோமி** (Monosomy)

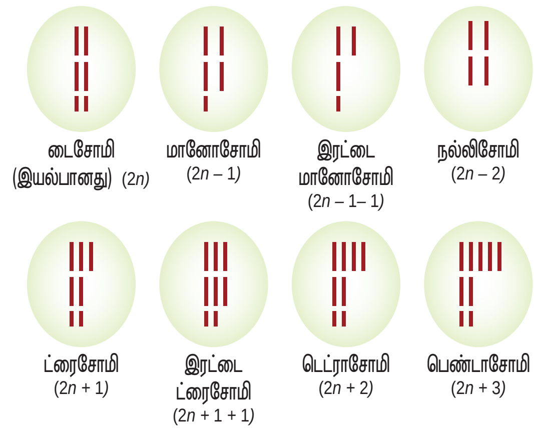
இருமடிய தொகுதி குரோமோசோம்களிலிருந்து ஒரு தனிக் குரோமோசோம் இழக்கப்பட்டால் **மானோசோமி** (2n–1) என அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் இரண்டு அல்லது மூன்று தனித்த குரோமோசோம்கள் இழக்கப்பட்டால் முறையே **இரட்டை மானோசோமி (Double monosomy)** (2n–1–1) மற்றும் **மூன்று மானோசோமி (Triple monosomy)** (2n–1–1–1) என அழைக்கப்படுகிறது.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




**படம்: 3.10 மடியத்தின் வகைகள்**




**படம்: 3.11 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 (ஹெக்சாபிளாய்டி) கூடிய 2n=6x=72 குரோமோசோம்களை கொண்டது. இதன் ஒருமடிய (n) குரோமோசோம் எண்ணிக்கை 36, ஆனால் இதன் ஒற்றை மடிய (x) குரோமோசோம் எண்ணிக்கை 12 ஆகும். 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 கானப்படும். 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 தன்நான்மடியங்கள்.

**தன்மும்மடியத் தாவரங்கள்** தன்னுடைய 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 மும்மடிய பீட்ரூட் அதிக அளவு சர்க்கரையையும் மற்றும் மோல்டுகளுக்கு (Moulds) எதிரான தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. அருகம்புல் (*சயனோடான் டாக்டைலான்*) ஒரு இயற்கையான தன்மும்மடியம். விதைகளற்ற தர்பூசணி, ஆப்பிள், பீட்ரூட், தக்காளி, வாழை ஆகியவை மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட தன்மும்மடியங்களாகும்.

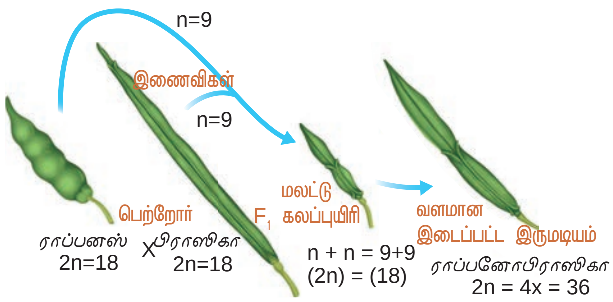
**தன்நான்மடியத் தாவரங்கள்** தன்னுடைய நான்கு தொகுதி மரபணுதொகையத்தினை பெற்றிருக்கிறது. இருமடியத் தாவரங்களின் குரோமோசோம்களை இரட்டிப்படைய செய்வதின் மூலம் இவை தூண்டபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: ரை, திராட்சை, குதிரை மசால் (alfalfa), நிலக்கடலை, உருளைக்கிழங்கு மற்றும் காஃபி.

**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


TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 67 4/14/2020 4:49:34 PM

வைக்கப்படுகிறது. நெருங்கிய சிற்றினங்களுக்கிடையே மட்டும் அயல்பன்மடியத் தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகிறது (படம் 3.12).




படம்: 3.12 ***ராப்பனோபிராஸிகா***

எடுத்துக்காட்டு:1 ***ராப்பனோபிராஸிகா,*** G.D. **கார்பெசென்கோ** (1927) ரஷ்ய மரபியலாளர், முள்ளங்கி *(ராப்பனஸ் சட்டைவஸ்,* 2n=18) மற்றும் முட்டைக்கோஸ் *(பிராஸிகா ஒலிரேசியா,* 2n=18) தாவரங்களைக் கலப்பு செய்து முதலாம் மகவுச் சந்ததியில் ($F_1$) மலட்டுத் தன்மை கொண்ட கலப்புயிரிகளை உற்பத்தி செய்தார். அவர் முதலாம் மகவுச் சந்ததி ($F_1$) களிடையே குரோமோசோம் இரட்டிப்பு செய்யும் போது 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.

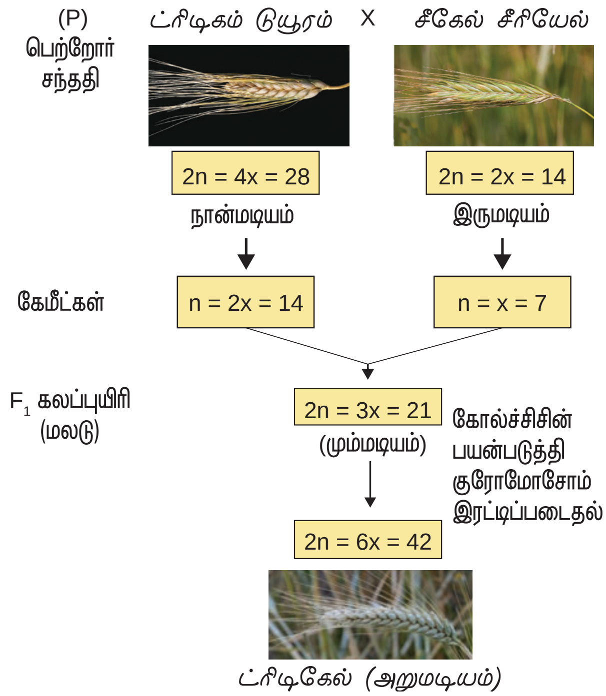
எடுத்துக்காட்டு: 2 ***ட்ரிட்டிகேல்,*** *(Triticale)* மனிதனால் முதன்முதலில் உருவாக்கப்பட்ட தானியமாகும். மடியத்தன்மை அடிப்படையில் *ட்ரிட்டிகேல்* மூன்று முக்கியப் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

(i) நான்மடியம்: இருமடிய கோதுமை மற்றும் ரை தாவரங்களுக்கு இடையேயான கலப்பு

(ii) அறுமடியம்: நான்மடிய கோதுமை *ட்ரிடிகம் டியூரம்* (மக்ரோனி கோதுமை) மற்றும் ரை தாவரங்களுக்கு இடையேயான கலப்பு.

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

அறுமடிய *ட்ரிட்டிகேல்* 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 3.13).




படம் 3.13 ட்ரிட்டிகேல்

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

**செயல்பாடு:** தீர்வு காண்

ஒரே பேரினம் ஆனால் வேறுபட்ட சிற்றினத்தைச் சார்ந்த இரு தாவரங்களை (A மற்றும் B) கலப்பு செய்யும் போது, முதலாம் மகவுச் சந்ததியில் உயிர்த்தன்மையுடனும் அழகிய பூக்களையும் கொண்டிருந்தன. எதிர்பாராமல் இவை மலட்டுக் கலப்புயிரிகளாக காணப்படுகின்றன. மேலும் இவைகள் தழைவழிப் போத்துகள் (vegetative cuttings) மூலம் மட்டுமே பெருக்கம் அடைகின்றன. இந்தக் கலப்புயிரியின் மலட்டுத் தன்மையை விவரிக்கவும். கலப்புயிரியின் மலட்டுத் தன்மையிலிருந்து மீள என்ன செய்ய வேண்டும்?



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 68 4/14/2020 4:49:36 PM

**மடியத்தின் முக்கியத்துவம்**

- இருமடியத் தாவரங்களை விடப் பல பன்மடியத் தாவரங்கள் அதிகத் வீரியத்துடனும் 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**

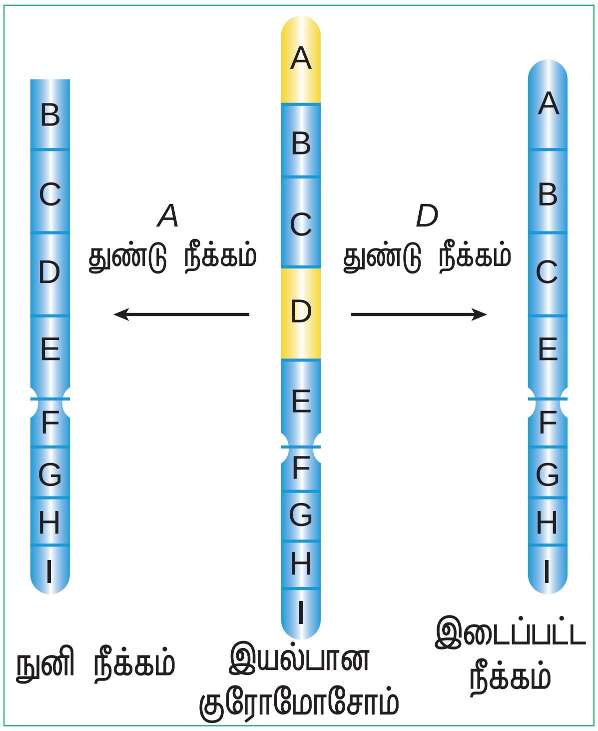
1. நீக்கம் அல்லது குறைபாடு
2. இரட்டிப்பாதல் அல்லது மீளுருவாதல்

**ஆ) மரபணு அமைவிட வரிசையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்**

3. தலைகீழ்த் திருப்பம்
4. இடம்பெயர்தல்

**1. நீக்கம் அல்லது குறைபாடு** (Deletion or Deficiency)

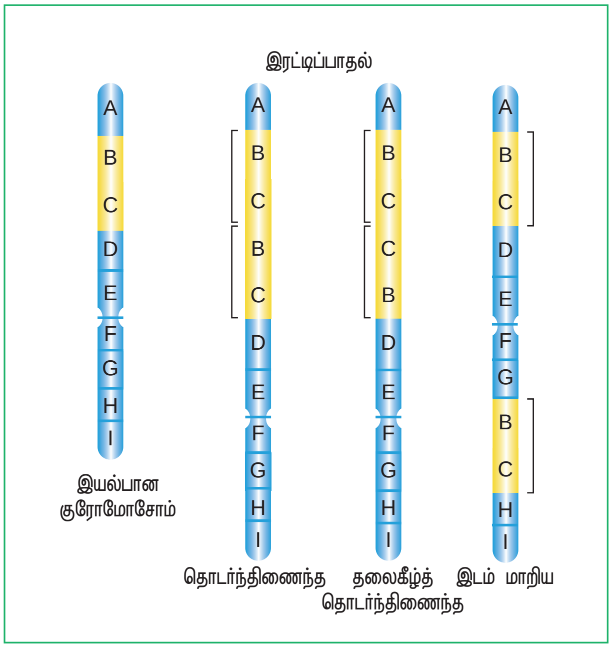
குரோமோசோமின் ஒரு பகுதி இழப்பு ஏற்படின் அது **நீக்கம்** எனப்படும். குரோமோசோம் பகுதியில் பிளவு ஏற்படும் பகுதியைப் பொறுத்து **நுனி நீக்கம்** மற்றும் **இடைப்பட்ட நீக்கம்** எனப்படும். வேதிப்பொருள்கள், மருந்துகள் மற்றும் கதிர்வீச்சுகளால் இது நிகழ்கிறது. *டிரோசோஃபிலா* மற்றும் *மக்காச்சோளத்தில்* இது காணப்படுகிறது (படம் 3.14).




படம் 3.14 நீக்கம்

**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 *டிரோசோஃபிலா* வில் முதன்முதலில் கண்டறியப்பட்டது. மேலும் எடுத்துக்காட்டுகளாக மக்காச்சோளம் மற்றும் பட்டாணி.




படம் 3.15 இரட்டிப்பாதல்



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 69 4/14/2020 4:49:36 PM

**3. இடம்பெயர்தல்** (Translocation)

ஒத்திசைவு அல்லாத குரோமோசோம்களுக்கிடையே குரோமோசோம் துண்டுகள் பரிமாற்றம் நடைபெறுதல் **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**
**ii. நகர்வு இடம்பெயர்தல்**
**iii. பரிமாற்ற இடம்பெயர்தல்**

## பாடச் சுருக்கம்

மெண்டலிய காரணிகள் (மரபணுக்கள்) குரோமோசோமில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தைப் பெற்றிருப்பதோடு ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்குப் பண்புகள் கடத்தப்படுகிறது என்பதைக் குரோமோசோம் அடிப்படையிலான பாரம்பரியக் கோட்பாடு கூறுகிறது. ஒரே குரோமோசோமில் காணப்படும் அருகமைந்த மரபணுக்கள் ஒன்றாகவே பாரம்பரியமாவது பிணைப்புற்ற மரபணுக்கள் எனப்படுகிறது. இந்த ஒருங்கமைந்த தன்மைக்குப் பிணைப்பு என்று அழைக்கப்படும். இருவகையான பிணைப்புகள் உள்ளது. அவை முழுமையான பிணைப்பு மற்றும் முழுமையற்ற பிணைப்பு என்பனவாகும். ஒரு குரோமோசோமில் நீள் வரிசையில் அமைந்துள்ள பிணைப்புற்ற மரபணுக்களின் தொகுப்பிற்குப் பிணைப்புத் தொகுதிகள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒத்திசைவு குரோமோசோம் இணைகளின் சகோதரி அல்லாத குரோமாட்டிட்களுக்கிடையே இணையான துண்டங்கள் பரிமாற்றப்பட்டுப் புதிய மரபணுச் சேர்க்கை தோன்றும் உயிரிய நிகழ்விற்குக் குறுக்கேற்றம் என்று பெயர். இந்நிகழ்வில் DNAவின் துண்டங்கள் உடைந்து மறுகூட்டிணைவு கொண்ட புதிய அல்லீல்கள் சேர்க்கை உருவாகின்றன. இந்தச் செயல்முறை மறுகூட்டிணைவு என்று அழைக்கப்படுகிறது. மரபணுக்களின் அமைவிடம் மற்றும் அருகருகே உள்ள மரபணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு ஆகியவற்றை வெளிப்படுத்தும் வரைபடமே மரபணு வரைபடம் எனப்படுகிறது. ஒரு இணை ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களில் ஒரு மரபணுவின் மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அல்லீல்கள் ஒரே அமைவிடத்தில் அமைந்திருப்பது பல்கூட்டு அல்லீல்கள் என அழைக்கப்படுகிறது. அவை m, M1 மற்றும் M2. தனித்த மரபணுவுக்குள் ஏற்படும் சடுதிமாற்ற நிகழ்வு மரபணு சடுதிமாற்றம் அல்லது புள்ளி சடுதிமாற்றம் என அழைக்கப்படும். அதே போல், குரோமோசோம்களின் அமைப்பு மற்றும் எண்ணிக்கையில் மாற்றம் ஏற்படின் அவை குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம் எனப்படும். சடுதிமாற்றத்திற்கு காரணமான ஊக்கிகளைச் சடுதிமாற்றிகள் என அழைக்கப்படுகிறது.

## மதிப்பீடு

AYKCTI

1. ஒரு அயல்அறுமடியம் கொண்டிருப்பது

அ) ஆறு வேறுபட்ட மரபணுத்தொகையம்

ஆ) மூன்று வேறுபட்ட மரபணுத்தொகையம் ஆறு நகல்கள்

இ) மூன்று வேறுபட்ட மரபணுத்தொகையத்தின் இரண்டு நகல்கள்

ஈ) ஒரு மரபணுத்தொகையத்தின் ஆறு நகல்கள்

2. பட்டியல் I ஐ பட்டியல் II உடன் பொருத்துக.

| பட்டியல் I | பட்டியல் II |
|---|---|
| அ) இரு மடியத்துடன் ஒரு இணை குரோமோசோம்கள் அதிகமாகக் காணப்படுவது | i) மோனோசோமி |
| ஆ) இருமடியத்துடன் ஒரு குரோமோசோம் அதிகமாகக் காணப்படுவது | ii) டெட்ராசோமி |
| இ) இருமடியத்தில் ஒரு குரோமோசோம் குறைவாகக் காணப்படுதல் | iii) ட்ரைசோமி |
| ஈ) இருமடியத்திலிருந்து இரண்டு தனித்தனி குரோமோசோம் குறைவாகக் காணப்படுதல் | iv) இரட்டை மானோசோமி |

அ) அ–i, ஆ–iii, இ–ii, ஈ–iv
ஆ) அ–ii, ஆ–iii, இ–iv, ஈ–i
இ) அ–ii, ஆ–iii, இ–i, ஈ–iv
ஈ) அ–iii, ஆ–ii, இ–i, ஈ–iv



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 70 4/14/2020 4:49:37 PM

3. பின்வரும் எந்தக் கூற்றுகள் சரியானவை?

1. முழுமையற்ற பிணைப்பினால் பெற்றோர் சேர்க்கை வழித்தோன்றல்கள் மட்டுமே வெளிப்படுத்துகின்றன.
2. முழுமையான பிணைப்பில் பிணைந்த மரபணுக்கள் குறுக்கேற்றத்தை வெளிப்படுத்துகின்றன.
3. முழுமையற்ற பிணைப்பில் இரண்டு பிணைந்த மரபணுக்கள் பிரிவடையலாம்.
4. முழுமையான பிணைப்பில் குறுக்கேற்றம் நடைபெறுவதில்லை.

அ) 1 மற்றும் 2   ஆ) 2 மற்றும் 3
இ) 3 மற்றும் 4   ஈ) 1 மற்றும் 4

4. மக்காச்சோளத்தில் முழுமையற்ற பிணைப்பின் காரணமாக, பெற்றோர் மற்றும் மறுகூட்டிணைவு வகைகளின் விகிதங்கள்

அ) 50: 50   ஆ) 7 :1: 1:7
இ) 96.4: 3.6   ஈ) 1 :7 :7 :1

5. புள்ளி சடுதிமாற்றத்தால் DNA வின் வரிசையில் ஏற்படும் ஒத்த பதிலீடு, ஒத்த பதிலீடு வேறுபட்ட பதிலீடு, வேறுபட்ட பதிலீடு முறையே

அ) A → T, T → A, C → G மற்றும் G → C
ஆ) A → G, C → T, C → G மற்றும் T → A
இ) C → G, A → G, T → A மற்றும் G → A
ஈ) G → C, A → T, T → A மற்றும் C → G

6. ஒரு செல்லில் ஒருமடிய குரோமோசோமின் எண்ணிக்கை 18 எனில், இரட்டை மானோசோமி மற்றும் ட்ரைசோமி நிலையில் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை

அ) 35 மற்றும் 37   ஆ) 34 மற்றும் 35
இ) 37 மற்றும் 35   ஈ) 17 மற்றும் 19

7. மரபுக்குறியன் AGC யானது AGA வாக மாற்றமடையும் நிகழ்வு

அ) தவறுதலாகப் பொருள்படும் சடுதிமாற்றம்
ஆ) பொருளுணர்த்தாத சடுதிமாற்றம்
இ) கட்ட நகர்வு சடுதிமாற்றம்
ஈ) நீக்குதல் சடுதிமாற்றம்

8. **கூற்று:** காமா கதிர்கள் பொதுவாகக் கோதுமை வகைகளில் சடுதிமாற்றத்தைத் தூண்டப் பயன்படுகிறது.

**காரணம்:** ஏனெனில் அணுவிலிருந்து வரும் எலக்ரான்களை அயனியாக்க இயலாத குறைவான ஆற்றலை எடுத்துச் செல்கிறது.

அ) கூற்று சரி. காரணம் கூற்றுக்குச் சரியான விளக்கம்
ஆ) கூற்று சரி. காரணம் கூற்றுக்குச் சரியான விளக்கமல்ல
இ) கூற்று சரி. காரணம் கூற்றுக்குச் தவறான விளக்கம்
ஈ) கூற்று காரணம் இரண்டும் தவறு

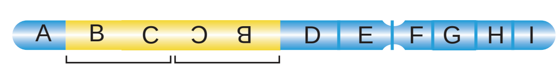
9. ஒரே பெற்றோரிடமிருந்து பெறப்படும் வேறுபட்ட மரபணுக்கள் ஒன்றாகவே காணப்படும் பொழுது,

i) நிகழ்வின் பெயர் என்ன?
ii) தகுந்த எடுத்துக்காட்டுடன் கலப்பினை வரைக.
iii) புறத்தோற்ற விகிதத்தை எழுதுக.

10. PV/PV என்ற ஓங்கு மரபணு கொண்ட ஆண் *டிரோசோஃபிலா*வை இரட்டை ஒடுங்கு மரபணு கொண்ட பெண் *டிரோசோஃபிலா*வுடன் கலப்பு செய்து $F_1$ ஐ பெறுக. பின்பு $F_1$ ஆண் பழப்பூச்சியை இரட்டை ஒடுங்கு பெண் பழப்பூச்சியுடன் கலப்பு செய்க.

i) எந்த வகையான பிணைப்பை காணமுடியும்
ii) சரியான மரபணு வகைய கலப்பிணை வரைக.
iii) $F_2$ சந்ததியின் சாத்தியமான மரபணு வகையம் என்ன?

11. தவறுதலாகப் பொருள்படும், பொருளுணர்த்தாத சடுதிமாற்றத்திற்கு இடையேயான வேறுபாடு என்ன?

12. 


மேலே கொடுக்கப்பட்ட படத்தின் மூலம் சடுதிமாற்ற வகையைக் கண்டறிந்து விளக்குக.

13. சட்டன் மற்றும் பொவேரி கோட்பாட்டின் சிறப்பு அம்சங்களை எழுதுக.

14. குறுக்கேற்ற செயல்முறையை விளக்குக.

15. நிக்கோட்டியானா தாவரம் சுயப் பொருந்தாத் தன்மையை எவ்வாறு வெளிப்படுத்துகிறது? அதன் செயல்முறையை விளக்குக.

16. ஒருபால் மலர்த் தாவரங்களில் பால் நிர்ணயம் எவ்வாறு தீர்மானிக்கப்படுகிறது? அதில் பங்குபெறும் மரபணுக்களை எழுதுக.

17. மரபணு வரைபடம் என்றால் என்ன? இதன் பயன்களை எழுதுக.

18. மெய்யிலாமடியத்தின் வகைகளை படம் வரைக.

19. மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட தானியத்தின் பெயரை எழுதுக. இது எவ்வாறு உருவாக்கப்படுகிறது



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 71   4/14/2020 4:49:37 PM

## கலைச்சொல் அகராதி

**கிளை இடப்பெயர்வு:** ஒத்திசைவு இழைகளின் கார இணைகள் பரிமாற்றம் அடைந்து ஹாலிடே சந்திப்பில் DNA தொடர்வரிசை மேலோ அல்லது கீழோ நகரும் கிளைப்பகுதி.

**சிஸ் அமைவு:** இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இணைகளின் ஓங்கு அல்லீல்களை ஒரு குரோமோசோமிலும் மற்றும் ஒத்திசைவான குரோமோசோமில் ஒடுங்கு அல்லீல்களையும் பெற்றிருப்பது.

**ஆணாக மாறுதல் மற்றும் பெண்ணாக மாறுதல்:** ஆணில் பெண் பண்புகளைத் தூண்டுவது, பெண்ணில் ஆண் தன்மையைத் தூண்டுவது.

வேற்றமைந்த ஈரிழை: பல்வேறு மூலங்களிலிருந்து உண்டாகும் மரபிய மறுகூட்டிணைவால் தோன்றிய நியூக்ளிக் அமிலத்தின் ஒரு ஈரிழை முலக்கூறு.

**சுயபொருந்தாத்தன்மை:** தன் கருவுறுதலை தடுத்தும் வெளியினக் கலப்பை ஊக்குவிக்கும் ஒரு மரபிய செயல்நுட்பம்

**இணை சேர்தல்:** குன்றல் பகுப்பின் போது நடைபெறும் இரண்டு ஒத்திசைவு குரோமோசோம்களின் இணைதல்

**கதிர்குஞ்ச விதை:** கதிர்குஞ்சம் பெண் தன்மை அடைவது

**ட்ரான்ஸ் அமைவு:** ஒரு இணை மரபணுக்களின் ஓங்கு அல்லீல் மற்றும் மற்ற இணையின் ஒடுங்கு அல்லீல் அதே குரோமோசோமில் அமைந்திருப்பதாகும்.

**மாற்று எஸ்டராக்குதல் வினை:** ஒரு வினையின் ஒருங்கிணைந்த மாற்றத்தின் பொழுது வேதிப்பிணைப்பு பிளவுறுதல் மற்றும் உருவாதல் நிகழ்கிறது. இந்த மாற்றத்திற்கு ஆற்றல் தேவைப்படுவதில்லை.

**எச்ச உறுப்புகள்:** பரிணாம வளர்ச்சியின் காலப்போக்கில் உடலின் முதிர்ச்சிபெறா உறுப்பு செயலற்று போகின்றன.



TN_GOVT_BIOLOGY_BOTANY_XII_TM_PAGES_058-099 CH 03.indd 72 4/14/2020 4:49:37 PM