GENETICS

5EHD9N

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தினைக் கற்றபின் மாணவர்கள் பெறும் திறன்களாவன

- மெண்டலின் விதிகளைப் பற்றி அறிதல்
- புறத்தோற்றப் பண்பு மற்றும் ஜீனாக்கப் பண்பு ஆகியவற்றை வேறுபடுத்துதல்
- ஒரு பண்பு மற்றும் இரு பண்புக் கலப்பு பற்றிப் புரிந்து கொள்ளுதல்
- குரோமோசோம், டி.என்.ஏ. மற்றும் ஜீன் ஆகியவற்றை வேறுபடுத்துதல்
- குரோமோசோமின் அமைப்பைப் புரிந்து கொள்ளுதல்
- சென்ட்ரோமியரின் நிலைக்குத் தகுந்தவாறு குரோமோசோம்களை வகைப்படுத்துதல்
- டி.என்.ஏ.வின் அமைப்பு மற்றும் இரட்டிப்பாதலைப் புரிந்து கொள்ளுதல்.
- சடுதி மாற்றத்தை வரையறுத்தல் மற்றும் குரோமோசோம் மற்றும் ஜீன் சடுதி மாற்றத்தினை வகைப்படுத்துதல்.
- டவுன் நோய்க் கூட்டு அறிகுறியின் குரோமோசோம் குறைபாட்டை அடையாளம் காணுதல்.

அறிமுகம்

ஒத்த உயிரிகள் ஒத்த உயிரிகளைத் தோற்றுவிக்கும் ("Like Begets Like") என்பது உலகறிந்த உண்மை. உயிரிகள், தம்மை ஒத்த இளம் உயிரிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. கண்ணின் நிறம், முடியின் நிறம், மூக்கின் வடிவம், காது மடலின் அமைப்பு ஆகிய பண்புகள் மரபுவழித் தோன்றுவன ஆகும். இந்தப் பண்புகள் நமது தாய்தந்தையரிடமிருந்து எப்படி நமக்கு வருகின்றன என்பதைப் பற்றி நீங்கள் வியந்தது உண்டா? சில பண்புகள் நமது தாத்தா பாட்டியிடம் இருந்து நமக்கு வருகின்றன. இப்பண்புகள் ஒரு தலைமுறையிலிருந்து அடுத்த தலைமுறைக்கு எப்படி கடத்தப்படுகின்றன? இவை மரபணுக்களால் (ஜீன்களால்) கடத்தப்படுகின்றன. ஜீன்கள் வெளிப்புறத் தோற்றத்திற்கும், உயிரியல் செயல்பாடுகளுக்கும் காரணமாக அமைகின்றன.

மரபணுக்கள், மரபியல் மாற்றம் மற்றும் உயிரிகளில் பாரம்பரியமாதல் பற்றிப் படிக்கும் அறிவியல் மரபியல் எனப்படும்.

ஒரு தலைமுறையிலிருந்து அடுத்த தலைமுறைக்குப் பண்புகள் கடத்தப்படுவது பாரம்பரியம் எனப்படும். ஆனால் வேறுபாடு என்பது ஒரே சிற்றினத்தைச் சார்ந்த உயிரிகளிடையே மற்றும் ஒத்த பெற்றோரிடமிருந்து உருவாகும் சந்ததிகளுக்கிடையே உள்ள மாறுபாடுகளைக் குறிப்பதாகும். இவையெல்லாம் குரோமோசோம்கள் மூலம் நடைபெறுகின்றன. குரோமோசோம்கள் என்றால் என்ன? மற்றும் அவை மரபுப் பொருளால் (டி. என்.ஏ) எவ்வாறு ஆக்கப்பட்டுள்ளன என்பது குறித்து இனிக் காண்போம்.

18.1 கிரிகர் ஜோகன் மெண்டல் மரபியலின் தந்தை

மெண்டல் (1822 – 1884) என்ற ஆஸ்திரிய துறவி மரபியலின் அடிப்படைத் தத்துவங்களைத் தனது சோதனைகள் மூலம் கண்டுபிடித்தார். அவரது கண்டுபிடிப்புகள் நவீன மரபியலுக்கு அடித்தளமிட்டன. அவர் 1822 ஆம் ஆண்டு செக்கஸ்லோவியாவிலுள்ள சிலிசியன் என்ற ஊரில் ஒரு விவசாயக் குடும்பத்தில் பிறந்தார். உயர்நிலைப் பள்ளிப் படிப்பை முடித்துவிட்டு பதினெட்டாம் வயதில் பிரன் என்ற ஊரில் உள்ள அகஸ்தினியன் துறவி மடத்தில் துறவியாக நுழைந்தார். இங்கிருந்து இயற்பியல், கணிதம் மற்றும் இயற்கை அறிவியலில் பயிற்சி பெற வியன்னா பல்கலைக்கழகத்துக்குச் சென்றார். 1854 ஆம் ஆண்டு மீண்டும் மடத்துக்கு வந்து பாதிரியாராகவும்

உயர்நிலைப் பள்ளி ஆசிரியராகவும் பணியாற்றினார். அவர் தனது ஓய்வு நேரத்தில் தோட்டத்தில் உள்ள பட்டாணிச் செடியில் புகழ்மிக்க வரலாற்றுச் சிறப்புடைய அவரது சோதனைகளைச் செய்ய ஆரம்பித்தார். இந்தச் சோதனைகளை மடத்தில் தங்கியிருந்து 1856 முதல் 1865 வரை ஒன்பது வருடங்கள் செய்தார். 34 வகைக்குட்பட்ட 10000 தாவரங்களைத் தனது சோதனைகளுக்கு உட்படுத்தினார். ஒவ்வொரு தாவரமும் மற்ற தாவரத்திலிருந்து பல வகைகளில் வேறுபட்டிருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். இவ்வாறு அவர் ஏழு ஜோடி பண்புகளில் வேறுபட்ட தாவரங்களைத் தனது ஆய்வுக்குத் தேர்ந்தெடுத்தார்.

அட்டவணை 18.1 மெண்டல் பயன்படுத்திய பட்டாணி தாவரத்தின் வேறுபட்டப் பண்புகள்

ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பண்பு	ஓங்கு பண்பு	ஒடுங்கு பண்பு
விதையின் வடிவம்	உருண்டை	சுருங்கியது
விதையின் நிறம்	மஞ்சள்	பச்சை
விதையுறையின் நிறம்	நிறமுடையது	வெண்மை
கனியின் வடிவம்	உப்பியது	சுருங்கியது
கனியின் நிறம்	பச்சை	மஞ்சள்
மலரின் அமைவிடம்	கோண மலர்	நுனி மலர்
தண்டின் உயரம்	நெட்டை	குட்டை

மெண்டலின் வெற்றிக்கான காரணங்கள்

பட்டாணிச் செடியில் தனது சோதனைக்குத் தேவையான கீழ்க்கண்ட பல பயனுள்ள பண்புகள் இருந்ததால் அவர் தனது ஆய்விற்குப் பட்டாணிச் செடியைத் தேர்ந்தெடுத்தார்.

1. இதில் இயற்கையாகவே தன் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுவதால், தூய தாவரங்களைப் பெருக்கம் செய்வது எளிது.
2. இது ஓராண்டு (ஒரு பருவ) தாவரமாக இருப்பதால் வாழ்க்கைக் காலம் மிகக் குறுகியது. எனவே குறுகிய காலத்தில் பல தலைமுறைகளை விரைவில் அறிந்து கொள்ளலாம்.
3. இதில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை செய்வது மிகவும் எளிது.
4. ஆழமாக வரையறுக்கப்பட்ட பல வேறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது.
5. மலர்கள் அனைத்தும் இருபால் தன்மை கொண்டவை.

18.2. ஒரு பண்புக் கலப்பு – ஒரு ஜீன் பாரம்பரியம்

ஒரு பண்பின் இரு மாற்றுத் தோற்றங்களைத் தனித்தனியாகப் பெற்ற இரு தாவரங்களைக் கலவியுறச் செய்வது ஒரு பண்புக் கலப்பு எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக இந்தக் கலப்பிற்காகப் பட்டாணிச் செடியின் உயரம் என்ற பண்பை எடுத்துக் கொண்டு, நெட்டை, குட்டை ஆகிய பண்புகளில் வேறுபட்ட இரு தாரவங்களைக் கலப்புறச் செய்தார்.

மெண்டலின் ஒரு பண்புக் கலப்பு ஆய்வு

பெற்றோர் தலைமுறை (P): அவர் தனது ஆய்விற்கு ஒரு தூய நெட்டைத் தாவரத்தையும் தூய குட்டைத் தாவரத்தையும் தேர்ந்தெடுத்தார்.

முதல் சந்ததி (F1) பெற்றோர்: தூய பெற்றோர் கலப்பின் மூலம் பெறப்பட்ட விதைகளிலிருந்து தோன்றும் தாவரங்கள் முதல் சந்ததி தாவரங்கள் ஆகும். அனைத்துத் தாவரங்களும் நெட்டைத் தன்மைக் கொண்ட ஒரு பண்புக் கலப்புயிரிகள்.

இரண்டாம் சந்ததி (தலைமுறை) F2: F1 சந்ததியின் ஒரு பண்புக் கலப்புயிரிகளைத் தன் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தும் போது நெட்டை மற்றும் குட்டைத் தாவரங்கள் 3 : 1 என்ற விகிதத்தில் தோன்றின. அவை 784 நெட்டைத் தாவரங்களும், 277 குட்டைத் தாவரங்களும் ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பின் வெளித்தோற்றத்தைப் புறத்தோற்றம் (பீனோடைப்) என்கிறோம். எனவே புறத்தோற்ற விகிதம் 3 : 1 ஆகும்.

F2 சந்ததியில் மூன்று வகையான தாவரங்கள் தோன்றின.

கலப்பற்ற நெட்டை (ஹோமோசைகஸ்) TT – 1

கலப்பின நெட்டை (ஹெட்டிரோசைகஸ்) Tt – 2

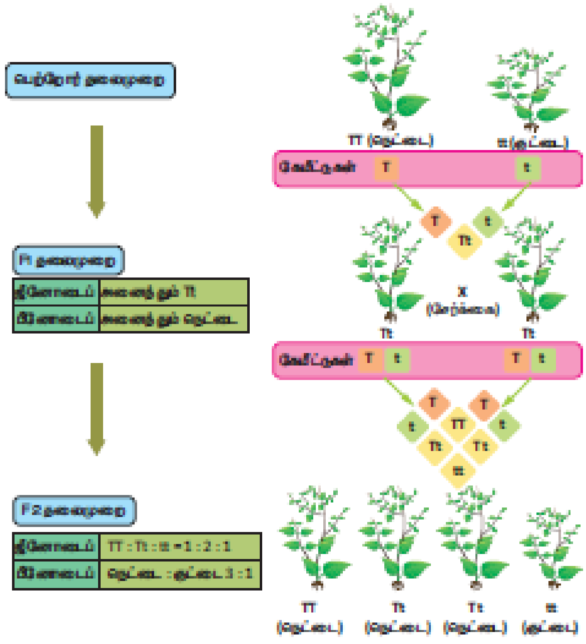
கலப்பற்ற குட்டை tt – 1

தாவரங்களின் ஜீனாக்கம் ஜீனோடைப் எனப்படும். எனவே ஒரு பண்புக் கலப்பின் ஜீனாக்க விகிதம் 1:2:1 (படம் 18.1).

மெண்டலின் ஒரு பண்புக் கலப்பு பற்றி விளக்கம்

மெண்டல் தன் ஆய்வின் முடிவில் காரணிகள் ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்குக் கடத்தப்படுவதைக் கண்டறிந்தார். காரணிகள் தற்போது ஜீன்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. நெட்டை மற்றும் குட்டைப் பண்புகள் வேறுபட்ட ஒரு ஜோடி ஜீன்களைக் கொண்டுள்ளன. நெட்டைத் தாவரத்தில் காணப்படும் ஒரு ஜோடி காரணிகள் T என்ற எழுத்தால் அறிவிக்கப்படுகின்றன. (ஓங்கு பண்பின் (Tall) முதல் எழுத்து) குட்டைத் தாவரத்தின் காரணிகள் (t) என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது (ஒடுங்கு பண்பு) இந்தக்

காரணிகள் ஜோடியாகக் காணப்படும், கலப்பற்ற நெட்டை (TT) , குட்டை (tt) பெற்றோரில் உள்ளது போல காரணிகள் ஒரே வகையைச் சேர்ந்தவையாக இருப்பின் அவை ஹோமோசைகஸ் (ஒத்த கருநிலை) எனவும் ஒரு பண்புக் கலப்புயிரியில் உள்ளது போல் காரணிகள் வெவ்வேறு வகையைச் (Tt) சேர்ந்தவையாக இருந்தால் ஹெட்டிரோசைகஸ் (வேறுபட்ட கருநிலை) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.



படம் 18.1 ஒரு பண்பு கலப்பு

1. இரு வகையான காரணிகள் ஒரு ஜோடி பண்புகள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாக உள்ளன. அவை அல்லீல்கள் அல்லது அல்லிலோமார்ஃபுகள் எனப்படும்.
2. ஒரு பண்பின் இரு வேறுபட்ட நிலைகளுக்கான காரணிகளில் கருவுறுதல் நடைபெறும் போது, ஒரு பண்பு மட்டும் வெளிப்படுகிறது (நெட்டை) மற்றொன்று மறைக்கப்படுகிறது (குட்டை) வெளிப்படும் பண்பு ஓங்கு பண்பு (dominant) எனவும், மறைக்கப்படும் பண்பு ஒடுங்கு பண்பு (recessive) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.
3. காரணிகள் அனைத்தும் தூய நிலை உடையன. கேமீட்டுகள் (பாலின செல்கள்) உருவாகும் போது காரணிகள் தனித்தனியாகப் பிரிந்து இரு வேறுபட்ட பண்புகளுக்கான காரணிகளில் ஒன்று மட்டும் ஒரு கேமீட்டுக்குச் செல்கிறது. நெட்டை (T) மற்றும் குட்டை (t) தன்மைக்குரிய காரணிகள் தனியாக உள்ளன. முதல் சந்ததி கலப்புயிரில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறும் போது இவ்விரு காரணிகளும் பிரிந்து பின்பு சார்பின்றி இணைந்து நெட்டை மற்றும் குட்டைத் தாவரங்களை உருவாக்குகின்றன.

தகவல் துணுக்கு

புன்னட் கட்டம் என்பது R.C புன்னட்டால் உருவாக்கப்பட்ட சோதனைப் பலகை ஆகும். மரபியல் கலப்பில் ஜீனோடைப் எவ்வாறு உருவாகிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளும் ஒரு வரைபட முறையாகும்.

18.3. இரு பண்புக் கலப்பு– இரு ஜோடி பண்புகளை உள்ளடக்கிய கலப்பு மற்றும் தனித்துப் பிரிதல் விதி

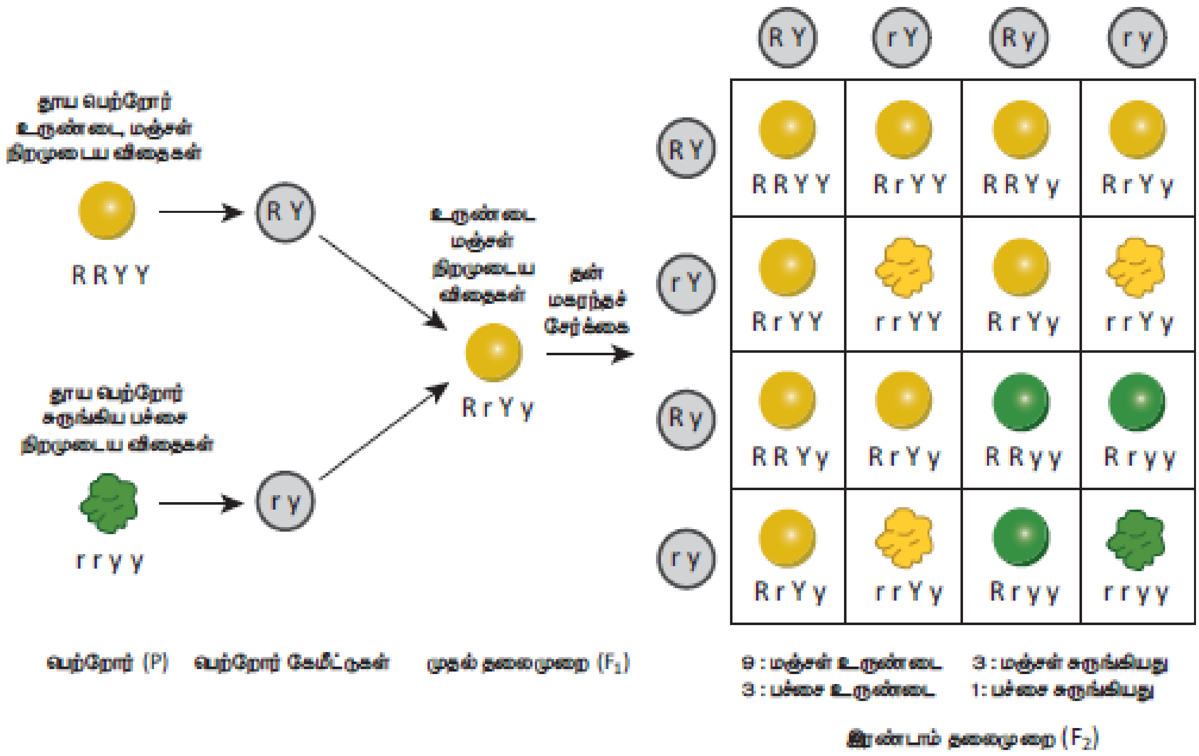
இரண்டு இணை எதிரெதிரான பண்புகளைப் பற்றிய இனக் கலப்பு இருபண்பு கலப்பு எனப்படும். மெண்டல், விதையின் நிறம் மற்றும் வடிவத்தைத் தன் ஆய்வுக்குத் தேர்ந்தெடுத்தார். (விதையின் நிறம் – மஞ்சள் மற்றும் பச்சை. விதையின் வடிவம் – உருண்டை மற்றும் சுருங்கியது.)

மெண்டல் உருண்டை வடிவம் மற்றும் மஞ்சள் நிற விதையுடைய தாவரத்தை சுருங்கிய வடிவம் மற்றும் பச்சை நிற விதையுடைய தாவரத்துடன் கலப்பினம் செய்து கீழ்க்கண்ட முடிவுகளைக் கண்டறிந்தார்.

1. மெண்டல், முதலில் தூய உருண்டை வடிவம் மற்றும் மஞ்சள் நிற விதையுடைய தாவரத்தை தூய சுருங்கிய வடிவம் மற்றும் பச்சை நிற விதையுடைய தாவரத்துடன் கலப்பு செய்யும்போது F1 சந்ததியில் கிடைத்த அனைத்துத் தாவரங்களும் உருண்டை மற்றும் மஞ்சள் நிற விதையுடைய தாவரங்களாகக் காணப்பட்டன. சுருங்கிய பச்சை நிற விதையுடைய தாவரங்கள் F1 ல் தோன்றவில்லை. இதிலிருந்து அவர் உருண்டை மற்றும் மஞ்சள் நிற விதையுடைய தாவரங்கள் ஓங்கு பண்புத் தாவரங்கள் எனவும் சுருங்கிய பச்சை நிற விதையுடைய தாவரங்கள் ஒடுங்கு பண்புத் தாவரங்கள் எனவும் கண்டறிந்தார்.

2. முதல் சந்ததியில் தோன்றிய இரு பண்புக் கலப்புயிரியான உருண்டை வடிவ மஞ்சள் நிற விதைகளைத் தன் மகரந்தச் சேர்க்கைக்குட்படுத்தும் போது நான்கு விதமான தாவரங்கள் தோன்றின. அவை முறையே உருண்டை மஞ்சள் (9), உருண்டை பச்சை (3) , சுருங்கிய மஞ்சள் (3), சுருங்கிய பச்சை (1) நிற விதைகளுடைய தாவரங்கள். எனவே இரு பண்புக் கலப்பின் புறத்தோற்ற விகிதம் 9:3:3:1 ஆகும்.

மேற்கண்ட ஆய்வின் அடிப்படையில் பண்புகளுக்கான காரணிகள் தனித்தன்மையுடனும் சார்பின்றியும் கேமீட்டுகளில் காணப்படுகின்றன. இக்காரணிகள் ஒவ்வொன்றும் சார்பின்றி தனித்தன்மை இழக்காமல் அடுத்த சந்ததிக்குச் செல்லும்.



படம் 18.2 இரு பண்பு கலப்பு

இரு பண்புக் கலப்பின் முடிவுகள்

இரு பண்புக் கலப்பின் இறுதியில் மெண்டல் கீழ்க்காணும் முடிவுகளைக் கண்டறிந்தார்.

1. நான்கு வகைத் தாவரங்கள்

இரு பண்புக் கலப்பின் முடிவில் F2 சந்ததியில் நான்கு விதமான தாவரங்கள் தோன்றின. அவற்றில் 9 தாவரங்கள் ஓங்கு பண்புடனும் 3 தாவரங்கள் ஓர் ஓங்கு பண்பு மற்றும் ஒடுங்கு பண்புடனும் அடுத்த மூன்று தாவரங்கள் மற்றொரு ஓங்கு மற்றும் ஒடுங்கு பண்புடனும், ஒரே ஒரு தாவரம் மட்டும் இரண்டு ஒடுங்கு பண்புடனும் தோன்றின.

2. புதிய தாவரங்கள்

இரண்டு புதிய பண்புகளுடைய தாவரங்கள் தோன்றின. அவை உருண்டை வடிவப் பச்சை நிற விதைகள், சுருங்கிய மஞ்சள் நிற விதைகள், இவை இரண்டாம் சந்ததியில் தோன்றிய தாவரங்கள் ஆகும்.

18.4 மெண்டலின் விதிகள்

ஒரு பண்புக் கலப்பு மற்றும் இரு பண்புக் கலப்பு சோதனைகளின் அடிப்படையில் மெண்டல் மூன்று முக்கியமான விதிகளை முன் வைத்தார். அவை இப்பொழுது மெண்டலின் பாரம்பரிய விதிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

- **ஓங்கு தன்மையின் விதி**

ஒன்று அல்லது அதிகமான ஜோடி வேறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்ட ஹோமோசைகஸ் தனி உயிரிகள் கலப்பு செய்யப்பட்டால் முதல் சந்ததி (F1) கலப்புயிரியில் காணப்படும் பண்பு ஓங்கு பண்பு எனவும், காணப்படாத பண்பு ஒடுங்கு பண்பு எனவும் அழைக்கப்படும்.

- **தனித்துப் பிரிதலின் விதி அல்லது கேமீட்டுகளின் கலப்பற்ற தன்மையின் விதி**

வேறுபட்ட ஒரு ஜோடி காரணிகள், ஜீன்கள் அல்லது அல்லீல்கள் கலப்புயிரியல் இணைத்து கொண்டு வரப்படும் போது அல்லீலின் இரு அங்கங்களும் கலப்படையாமல் ஒன்றாக இருந்து கேமீட்டுகளின் உருவாக்கத்தின் போது தனித்துப் பிரிந்து ஒரே ஒரு அங்கம் மட்டும் ஒரு கேமீட்டுக்குள் செல்கிறது. இது காமீட்டுகளின் தூய தன்மை அல்லது கலப்பற்ற தன்மை விதி எனப்படும்.

- **சார்பின்றி ஒதுங்குதலின் விதி**

ஒரே சமயத்தில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வேறுபட்ட ஜோடி பண்புகள் பராம்பரியமாகும் போது, இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் ஜீன் அல்லது காரணிகள் ஒரு ஜோடி மற்றொரு ஜோடியுடன் சார்பின்றி ஒதுங்குகின்றன. இதனால்தான் புதிய பண்புகள் தோன்றுகின்றன.

APPOLO STUDY CENTRE
CHENNAI

மேலும் அறிந்துகொள்வோம்

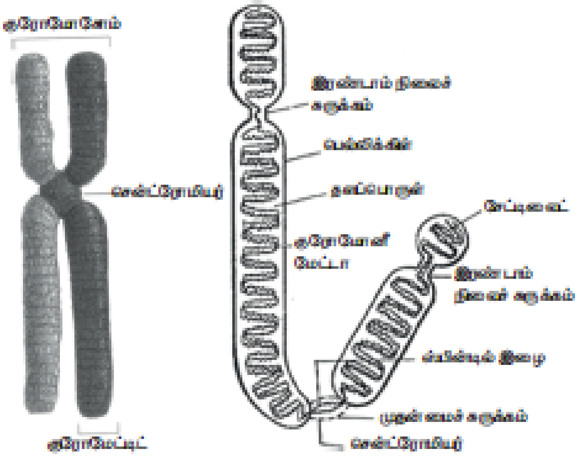
மரபியலின் குரோமோசோம்களின் பங்கு பற்றிய கண்டுபிடிப்பிற்கான நோபல் பரிசு 1993 ஆம் ஆண்டு T.H மோர்கனுக்கு வழங்கப்பட்டது.

18.5. குரோமோசோம்கள், டி.என்.ஏ. மற்றும் ஜீன்கள்

மனித உடல் பல மில்லியன் செல்களால் ஆனது. ஒவ்வொரு செல்லின் உட்கருவிலும், குரோமோசோம்கள் என அழைக்கப்படும் மெல்லிய நூல் போன்ற அமைப்புகள் உள்ளன. வால்டேயர் என்பவர் 1888 ஆம் ஆண்டு "குரோமோசோம்கள்" என்ற சொல்லை முதன்முதலில் உருவாக்கிப் பயன்படுத்தினார். குரோமோசோம்கள் என்பவை பாரம்பரியத் தகவல்களை உள்ளடக்கிய மரபுப் பொருள்களைத் தன்னகத்தே கொண்டவை.

டி.என்.ஏ வை (டீ ஆக்ஸி ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலம்) உள்ளடக்கிய, நன்கு ஒருங்கிச் சுருண்ட குரோமேட்டின் இழைகளைக் கொண்ட மரபுப் பொருள், குரோமோசோம் ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட புறத்தோற்றப் பண்பு கடத்தப்படுவதற்குக் காரணமான டி.என்.ஏ வின் பகுதி, ஜீன் ஆகும். ஒவ்வொரு ஜீனும் குரோமோசோமில் ஒரு குறிப்பிட்ட அமைவிடத்தில் அமைந்துள்ளன. அந்த அமைவிடம் 'லோகஸ்' என்று அழைக்கப்படுகிறது. செல் பிரிதலின் போது, ஜீன்களில் உள்ள மரபுத் தகவல்கள் அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன.

18.5.1 குரோமோசோம் அமைப்பு



படம் 18.3 குரோமோசோம் அமைப்பு

சகோதரி குரோமேட்டிடுகள் என்று அழைக்கப்படும் இரண்டு ஒத்த இழைகளை உள்ளடக்கிய மெல்லிய, நீண்ட மற்றும் நூல் போன்ற அமைப்புகள், குரோமோசோம்கள் எனப்படும். சென்ட்ரோமியர், இரண்டு குரோமேட்டிடுகளையும் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் ஒன்றாக இணைக்கிறது. ஒவ்வொரு குரோமேட்டிடும், திருகு போல் சுருட்டப்பட்ட மெல்லிய குரோமோனீமா என்ற அமைப்பால் ஆனது. குரோமோனீமா தன் முழு நீளத்திற்கும் எண்ணற்ற மணி போன்ற குரோமோமியர்களைக் கொண்டுள்ளது. குரோமோசோம்கள் டி.என்.ஏ, ஆர்.என்.ஏ, குரோமோசோம் புரதங்கள் (ஹிஸ்டோன் மற்றும் ஹிஸ்டோன் அல்லாதவை) மற்றும் சில உலோக அயனிகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டது. இந்தப் புரதங்கள் குரோமோசோம் கட்டமைப்பிற்கு ஆதாரமாக விளங்குகின்றன. ஒரு குரோமோசோம் கீழ்க்கண்ட பகுதிகளை உள்ளடக்கியது.

முதன்மைச் சுருக்கம்

குரோமோசோமின் இரண்டு கரங்களும் இணையும் புள்ளி, முதன்மைச் சுருக்கம் அல்லது சென்ட்ரோமியர் ஆகும். செல் பிரிதலின் போது, ஸ்பின்டில் நார்கள் குரோமோசோம்களுடன் இணையும் பகுதி சென்ட்ரோமியர் ஆகும்.

இரண்டாம் நிலைச் சுருக்கம்

சில குரோமோசோம்கள் ஏதேனும் சில பகுதிகளில் இரண்டாம் நிலைச் சுருக்கங்களையும் பெற்றிருக்கும். இந்தப் பகுதி உட்கருப் பகுதி அல்லது உட்கருமணி உருவாக்கும் பகுதி (உட்கருவில் உட்கருமணி உருவாக்கம்) என அழைக்கப்படுகிறது.

டீலோமியர்

குரோமோசோமின் இறுதிப் பகுதி டீலோமியர் என அழைக்கப்படுகிறது. குரோமோசோமின் இரண்டு நுனிகளும் எதிரெதிர்த் தன்மை உடையன. இது அருகில் உள்ள குரோமோசோம்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேருவதைத் தடுக்கிறது. டீலோமியர் குரோமோசோம்களுக்கு நிலைப்புத் தன்மையை அளித்துப் பராமரிக்கிறது.

சாட்டிலைட்

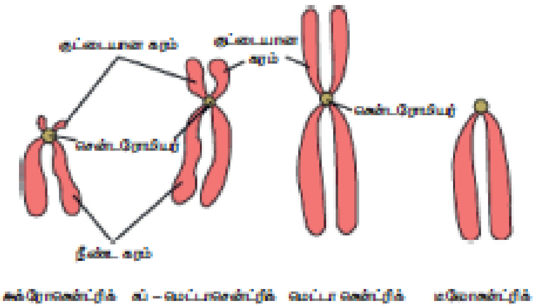
சில குரோமோசோம்களின் ஒரு முனையில் நீண்ட குமிழ் போன்ற இணையுறுப்பு காணப்படுகிறது. இந்த இணையுறுப்பு சாட்டிலைட் என அழைக்கப்படுகிறது. சாட்டிலைட்டைப் பெற்றுள்ள குரோமோசோம்கள், சாட் – குரோமோசோம்கள் (Sat – Chromosomes) என அழைக்கப்படுகின்றன.

டீலோமியர்கள் ஒவ்வொரு செல்லின் முதுமையை உணர்த்தும் கடிகாரங்களாகச் செயல்படுகின்றன.

டீலோமியர்கள், குரோமோசோம்களில் காணப்படும் பாதுகாப்பு நியூக்ளியோடைட் தொடர்வரிசை ஆகும். ஒவ்வொரு முறை செல் பகுப்படையும் போதும் அவை குறுகல் அடைகின்றன. டீலோமியர்கள் மிகவும் குறுகி, தங்கள் வேலையைச் செய்ய முடியாத போது, செல்கள் முதுமையடைய காரணமாகின்றன.

18.5.2 சென்ட்ரோமியரின் நிலைக்கு ஏற்ப குரோமோசோம்களின் வகைகள்

சென்ட்ரோமியர் அமைந்திருக்கும் நிலைக்கு ஏற்ப குரோமோசோம்கள் டீலோசென்ட்ரிக், அக்ரோசென்ட்ரிக், சப் – மெட்டா சென்ட்ரிக் மற்றும் மெட்டா சென்ட்ரிக் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.



படம் 18.4 சென்ட்ரோமியரின் நிலைக்கு ஏற்ப குரோமோசோம்களின் வகைகள்

1. டீலோசென்ட்ரிக் – சென்ட்ரோமியர் குரோமோசோமின் ஒரு முனையில் காணப்படுகிறது. இவை கோல் வடிவ குரோமோசோம்கள்.

2. அக்ரோசென்ட்ரிக் – சென்ட்ரோமியர் குரோமோசோமின் ஒரு முனைக்கு அருகில் காணப்படுவதால், ஒரு குட்டையான கரமும் ஒரு நீண்ட கரமும் பெற்றுள்ள இவையும் கோல் வடிவக் குரோமோசோம்கள்.

3. சப் – மெட்டா சென்ட்ரிக் – சென்ட்ரோமியர் குரோமோசோமின் மையத்திற்கு அருகில் காணப்படுகிறது. எனவே இரண்டு சமமற்ற கரங்கள் உருவாகின்றன. இவை J வடிவ அல்லது L வடிவக் குரோமோசோம்கள்.

4. மெட்டா சென்ட்ரிக் – சென்ட்ரோமியர் குரோமோசோமின் மையத்தில் அமைந்து இரண்டு சம நீளமுள்ள கரங்களை உருவாக்குகிறது. இவை V வடிவக் குரோமோசோம்கள்.

18.5.3 பணிகளின் அடிப்படையில் குரோமோசோம்களின் வகைகள்

யூகேரியோட்டிக் குரோமோசோம்கள், ஆட்டோசோம்கள் மற்றும் அல்லோசோம்கள் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

உடல் பண்புகளை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்களைப் பெற்றுள்ளவை ஆட்டோசோம்கள் (உடல் குரோமோசோம்கள்) ஆகும். ஆண் மற்றும் பெண் உயிரிகள் சம எண்ணிக்கையில் உடல் குரோமோசோம்களைப் பெற்றுள்ளன.

ஓர் உயிரியின் பாலினத்தை நிர்ணயிக்கின்ற குரோமோசோம்கள், அல்லோசோம்கள் எனப்படும். இவை பால் குரோமோசோம்கள் அல்லது ஹெட்டிரோசோம்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

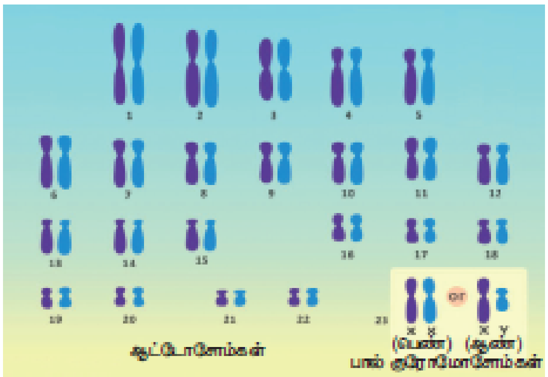
X – குரோமோசோம்கள் மற்றும் Y குரோமோசோம்கள் என இருவகை பால் குரோமோசோம்கள் உள்ளன. மனித இனத்தில், ஆண்கள் ஒரு X குரோமோசோமையும் ஒரு Y குரோமோசோமையும் பெற்றுள்ளனர். பெண்கள் இரண்டு X குரோமோசோம்களைப் பெற்றுள்ளனர்.

18.5.4 கேரியோடைப் (karyotype)

எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட வாழும் உயிரினத்திற்கும் (விலங்கு அல்லது தாவரம்), குரோமோசோம் எண்ணிக்கை மாறிலியாக உள்ளது. ஒவ்வொரு மனித செல்லிலும் பொதுவாக 23 ஜோடி குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இதில் 22 ஜோடி ஆட்டோசோம்கள் மற்றும் 23 வது ஜோடி அல்லோசோம்கள் அல்லது பால் குரோமோசோம்கள் ஆகும்.

பொதுவாக, பால் இனப்பெருக்கம் செய்யும் உயிரினங்களின், உடல் செல்களில் குரோமோசோம்கள் ஜோடிகளாக இடம் பெற்றுள்ளன. இந்த நிலை இரு மய நிலை (2n) என அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வுயிரினங்கள் உற்பத்தி செய்யும் இனசெல்களில் ஒரு குரோமோசோம் தொகுப்பு மட்டும் இடம் பெற்றுள்ளது. எனவே இன செல்கள் ஒற்றை மய செல்கள் (n) என அழைக்கப்படுகின்றன.

ஓர் உயிரினத்தில் செல் உட்கருவில் உள்ள குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை, அளவு மற்றும் வடிவம், கேரியோடைப் எனப்படுகிறது. ஒரு சிற்றினத்தின் கேரியோடைப் வரைபட விளக்கம், இடியோகிராம் (Idiogram) என அழைக்கப்படுகிறது. இதில்அனைத்துமெட்டாநிலை குரோமோசோம்களும் ஒத்திசைவான குரோமோசோம் ஜோடிகளாக அவற்றின் நீளம், தடிமன், சென்ட்ரோமியரின் நிலை, வடிவம் மற்றும் பல பண்புகளின் இறங்கு வரிசையில் இடம் பெற்றுள்ளன. பால் குரோமோசோம்கள் இவ்வரிசையின் இறுதியில் உள்ளன.



படம் 18.5 இயல்பான மனித கேரியோடைப்

18.6 டி.என்.ஏ அமைப்பு

டி.என்.ஏ என்பது மரபுத் தகவல்களை உள்ளடக்கிய பாரம்பரியப் பொருள். இது குரோமோசோமின் மிக முக்கியக் கூறாகும். ஜேம்ஸ் வாட்சன் மற்றும் ஃபிரான்சிஸ் கிரிக் ஆகியோர் வெளியிட்ட டி.என்.ஏ வின் முப்பரிமாண அமைப்பு, பெரும்பாலாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட டி.என்.ஏ. மாதிரி ஆகும். ரோஸலின்ட் ஃபிராங்களின் மற்றும் மௌரிஸ் வில்கின்ஸ் ஆகியோரின் டி.என்.ஏ X கதிர் விளிம்பு விலகல் ஆய்வின் அடிப்படையில் டி.என்.ஏவின் முப்பரிமாண மாதிரியை வாட்சன் மற்றும் கிரிக் வெளியிட்டனர். நியூக்ளிக் அமிலங்களின் மூலக்கூறு அமைப்பு பற்றி இவர்களின் கண்டுபிடிப்புகளைப் பாராட்டும் விதமாக 1962 ஆம் ஆண்டு மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசு இவர்களுக்கு வழங்கப்பட்டது.

U7Q2NF

டி.என்.ஏ மூலக்கூறின் வேதி இயைபு

டி.என்.ஏ என்பது மில்லியன் கணக்கான நியூக்ளியோடைடுகளை உள்ளடக்கிய மிகப் பெரிய மூலக்கூறு ஆகும். எனவே இது பாலி நியூக்ளியோடைடு (poly – பல) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு நியூக்ளியோடைடுகளும் மூன்று கூறுகளை உள்ளடக்கியது.

1. ஒரு சர்க்கரை மூலக்கூறு – டீ ஆக்சிரைபோஸ் சர்க்கரை
2. ஒரு நைட்ரஜன் காரம்

   டி.என்.ஏ வில் உள்ள நைட்ரஜன் காரங்கள் இருவகைப்படும். அவை

   (அ) பியூரின்கள் (அடினைன் மற்றும் குவானைன்)

   (ஆ) பிரிமிடின்கள் (சைட்டோசின் மற்றும் தைமின்)
3. ஒரு பாஸ்பேட் தொகுதி

நியூக்ளியோசைடு மற்றும் நியூக்ளியோடைடு

நியூக்ளியோசைடு = நைட்ரஜன் காரம் + சர்க்கரை

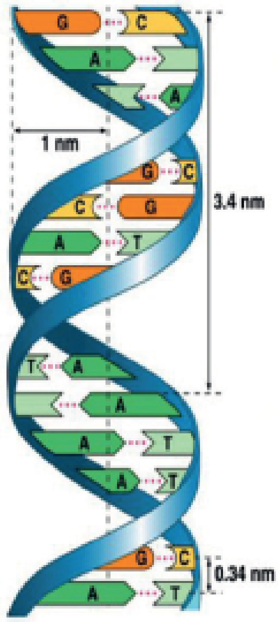
நியூக்ளியோடைடு = நியூக்ளியோசைடு + பாஸ்பேட்

இடம்பெற்றுள்ள பியூரின்கள் மற்றும் பிரிமிடின்களுக்கு ஏற்ப நியூக்ளியோடைடுகள் உருவாகின்றன.

18.6.1 வாட்சன் மற்றும் கிரிக்கின் டி.என்.ஏ மாதிரி

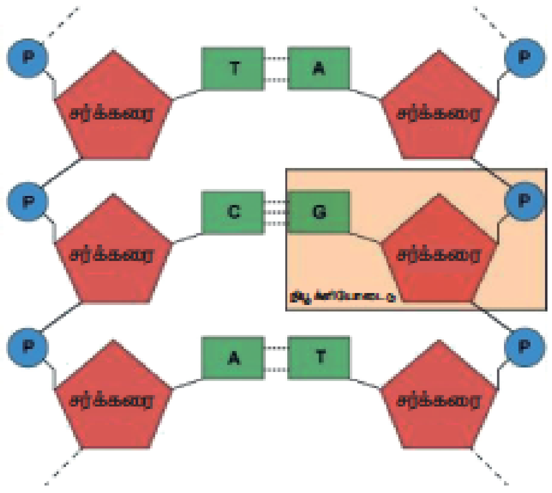
1. டி.என்.ஏ மூலக்கூறு இரண்டு பாலிநியூக்ளியோடைடு இழைகளால் ஆனது
2. இந்த இழைகள் இரட்டைச் சுருள் அமைப்பை உருவாக்குகின்றன. இவ்விழைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிர் இணை இயல்புடன் எதிரெதிர் திசைகளில் செல்கின்றன.
3. மையத்தில் உள்ள நைட்ரஜன் காரங்கள், சர்க்கரை – பாஸ்பேட் தொகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தத் தொகுதிகள் டி.என்.ஏ வின் முதுகெலும்பாக உள்ளன.
4. நைட்ரஜன் காரங்கள் இணைவுறுதல், எப்பொழுதும் ஒரு குறிப்பிட்ட விதத்திலேயே அமைகிறது. அவை எப்பொழுதும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் இணைக்கப்படுகின்றன.
   - அடினைன் (A) தைமினுடன் (T) இரண்டு ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. (A = T)
   - சைட்டோசின் (C) குவானைனுடன் (G) மூன்று ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. (C ≡ G)

இத்தகைய இணைவுறுதல் நிரப்பு கார இணைவுறுதல் என்று அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 18.6 டி.என்.ஏ அமைப்பு

4. நைட்ரஜன் காரங்களுக்கு இடையேயான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு டி.என்.ஏ விற்கு நிலைப்புத் தன்மையைத் தருகிறது.
5. இரட்டைச் சுருள் அமைப்பின் ஒவ்வொரு சுற்றும் 34A° (3.4nm) அளவிலானது. ஒரு முழு சுற்றில் பத்து கார இணைகள் உள்ளன.
6. இரட்டைச் சுருளில் உள்ள நியூக்ளியோடைடுகள் பாஸ்போ டை எஸ்டர் பிணைப்புகளால் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 18.7 டி.என்.ஏ வில் உள்ள நியூக்ளியோடைடுகள்

18.6.2 டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல்

டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல் என்பது ஒரு செல்லில் நடைபெறும் அடிப்படைச் செயல்பாடுகளில் ஒன்று. இரட்டிப்பாதல் செயல்பாட்டின் பொழுது டி.என்.ஏ மூலக்கூறு தன் அமைப்பை ஒத்த நகல்களை உருவாக்குகிறது. டி.என்.ஏ மூலக்கூறின் இரு இழைகளும் நிரப்பு கார இணைகளைப் பெற்றுள்ளன. ஒவ்வொரு இழையிலும் உள்ள நியூக்ளியோடைடுகள் புதிய இழை உருவாக்குவதற்கான தகவல்களை அளிக்கின்றன. ஒவ்வொரு முறை செல் பகுப்படையும் பொழுதும் இரண்டு சேய் செல்களும் தாய் செல் போன்றே சரியாக அதே மரபியல் தகவல்களைப் பெற்றுள்ளன. டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல் கீழ்க்கண்ட நிகழ்வுகளை உள்ளடக்கியது.

இரட்டிப்பாதலின் தொடக்கம்

டி.என்.ஏ வின் குறிப்பிட்ட புள்ளியில் இரட்டிப்பாதல் தொடங்குகிறது. இந்த புள்ளிகள் இரட்டிப்பாதல் தொடங்கும் இடங்கள் ஆகும். இரண்டு இழைகளும் பிரிந்து பின் விலக ஆரம்பித்து இப்புள்ளியில் இரட்டிப்பாதல் கவை உருவாகிறது.

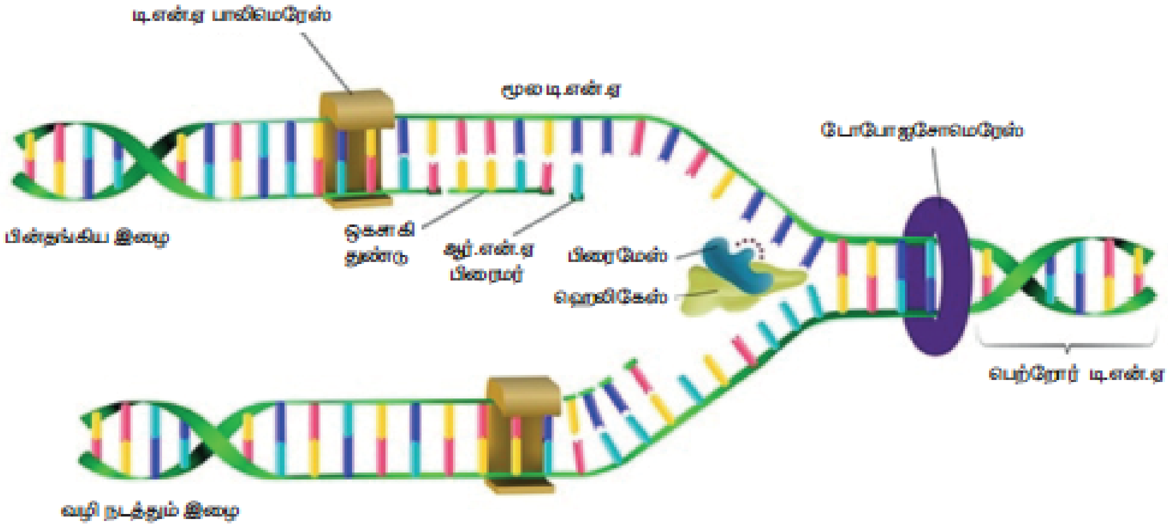
டி.என்.ஏ மூலக்கூறு பிரிதல்

இரட்டிப்பாதல் தொடங்கும் இடத்தில், ஹெலிகேஸ் என்ற நொதி இணைகிறது. ஹெலிகேஸ், டி.என்.ஏ வின் இரண்டு இழைகளையும் பிரிக்கிறது. டோபோஐசோமெரேஸ் நொதி இரட்டிப்பாதல் கவையின் மேலே உள்ள இரட்டைச் சுருளை பிரித்து, அவை பிரியும் பொழுது ஏற்பட்ட முறுக்கல்களை நீக்குகிறது. பிரிந்த ஒவ்வொரு டி.என்.ஏ இழையும் புதிய டி.என்.ஏ இழைக்கான 'மாதிரி உரு' (template) போன்று செயல்படுகின்றன.

மேலும் அறிந்துகொள்வோம்

டி.என்.ஏ நைட்ரஜன் காரம் இணைவுறுதலுக்கான சார்காஃப் விதி

எர்வின் சார்காஃப் கூற்றுப்படி, டி.என்.ஏ வில் எப்பொழுதும் அடினைனின் விகிதமும் தைமினின் விகிதமும் சமமாக உள்ளன. மேலும், குவானைனின் விகிதமும் சைட்டோசினின் விகிதமும் எப்பொழுதும் சமமாக உள்ளன.



படம் 18.8 டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல்

ஆர்.என்.ஏ பிரைமர் உருவாதல்

ஆர்.என்.ஏ பிரைமர் என்பது ஆர்.என்.ஏ நியூக்ளியோடைடுகளின் ஒரு சிறிய பகுதி ஆகும். இரட்டிப்பாதல் தொடங்கும் இடத்திற்கு அருகில் உள்ள டி.என்.ஏ மாதிரி உரு, ஆர்.என்.ஏ பிரைமரைத் தோற்றுவிக்கிறது.

பெற்றோர் இழையிலிருந்து புதிய நிரப்பு இழையின் தோற்றம்

ஆர்.என்.ஏ பிரைமர் உருவான பின்பு, டி.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் என்ற நொதியின் உதவியுடன் நியூக்ளியோடைடுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பெற்றோர் இழையிலிருந்தும் புதிய நிரப்பு டி.என்.ஏ இழை உருவாகிறது. புதிய இழை உருவாக்கம் ஒற்றைத் திசையில் நடைபெறுகிறது.

ஓர் இழையில், சேய் இழை தொடர்ச்சியான இழையாக உருவாக்கப்படுகிறது. இது வழி நடத்தும் இழை (Leading stand) என அழைக்கப்படுகிறது. மற்றோர் இழையில் டி.என்.ஏ.வின் சிறிய பகுதிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த இழை பின்தங்கிய இழை (lagging stand) என அழைக்கப்படுகிறது. டி. என்.ஏ வின் சிறிய பகுதிகள், ஒகாகி துண்டுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த துண்டுகள், டி.என்.ஏ லிகேஸ் நொதியால் ஒன்றிணைக்கப்படுகின்றன.

இரட்டிப்பாதல் கவையின் இரு பக்கங்களும் டெர்மினஸ் என்ற இடத்தில் சந்திக்கும் போது இரட்டிப்பாதல் முடிவடைகிறது. இரட்டிப்பாதல் தொடங்கும் நிலைக்கு எதிர்த் திசையில் டெர்மினஸ் உள்ளது.

18.6.3 டி.என்.ஏ வின் முக்கியத்துவம்

- இது மரபியல் தகவல்களை ஒரு தலைமுறையிலிருந்து அடுத்த தலைமுறைக்குக் கடத்துகிறது.
- இது புரதங்கள் உருவாக்கத்திற்குத் தேவையான தகவல்களைப் பெற்றுள்ளது.
- ஒரு உயிரினத்தின் வளர்ச்சி சார் மற்றும் வாழ்வியல் செயல்பாடுகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

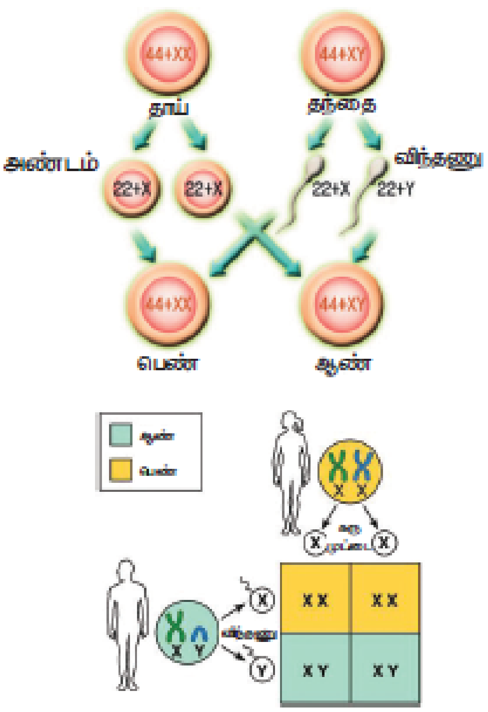
18.7 பாலின நிர்ணயம்

கருவுற்ற முட்டை, ஆண் அல்லது பெண் உயிரியாக வளர்ச்சியடைவது பாலின நிர்ணயம் எனப்படும். ஒரு உயிரியின் பாலினம் குரோமோசோம்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

18.7.1 மனிதனில் பாலின நிர்ணயம்

மனிதனில் உள்ள 23 ஜோடி குரோமோசோம்களில் 22 ஜோடி ஆட்டோசோம்கள் மற்றும் 1 ஜோடி (23வது ஜோடி) பால் குரோமோசோம்கள் என்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும். பெண் கேமீட்டுகள் அல்லது அண்ட செல்கள் ஒரே மாதிரியான குரோமோசோம் அமைப்பைப் (22 + x) பெற்றுள்ளன. ஆகவே, மனித இனத்தில் பெண் உயிரிகள் ஹோமோகேமீட்டிக் ஆகும்.

ஆண் கேமீட்டுகள் அல்லது விந்தணுக்கள் இரண்டு வகைப்படும். இரண்டு வகைகளும் சம விகிதத்தில் உருவாகின்றன. அவை (22 + X) குரோமோசோம்களை உடைய விந்தணுக்கள் மற்றும் (22 + Y) குரோமோசோம்களை உடைய விந்தணுக்கள். மனித இனத்தில் ஆண்கள் ஹெட்டிரோகேமீட்டிக் என அழைக்கப்படுகின்றனர்.



படம் 18.9 மனிதனில் பாலின நிர்ணயம்

அண்டம் (X), X – குரோமோசோம் கொண்ட விந்தணுவோடு இணைந்தால், XX உயிரி (பெண்) உருவாகிறது. அண்டம் (X), Y – குரோமோசோம் கொண்ட விந்தணுவோடு இணைந்தால் XY – உயிரி (ஆண்) உருவாகிறது. தந்தை உருவாக்கும் விந்தணுவே, குழந்தையின் பாலினத்தை நிர்ணயிக்கிறது. குழந்தையின் பாலினத்தை நிர்ணயிப்பதில் தாய்க்கு எவ்விதப் பங்கும் இல்லை.

எவ்வாறு குரோமோசோம்கள் பாலின நிர்ணயித்தலில் பங்கு கொள்கின்றன என்பதைப் பார்ப்போம். (22+X) அண்டம் (22+X) விந்தணுவுடன்

கருவுறும் பொழுது பெண் குழந்தை (44+XX) உருவாகிறது. (22+X) அண்டம், (22+Y) விந்தணுவுடன் கருவுறும் பொழுது ஆண் குழந்தை (44+XY) உருவாகிறது.

18.7.2 சடுதிமாற்றம்

ஈனோத்திரா லாமார்க்கியானா, மாலை நேர பிரிம்ரோஸ் வகை தாவரத்தில், தாம் கண்டறிந்த புறத்தோற்றப் பண்பு மாற்றங்களின் அடிப்படையில் 1901 ஆம் ஆண்டு ஹியூகோ டீ விரிஸ் என்பவர் 'சடுதிமாற்றம்' என்ற சொல்லை அறிமுகப்படுத்தினார். பரம்பரையாகத் தொடரக்கூடிய, திடீரென ஓர் உயிரியின் மரபுப் பொருளில் (DNA) திடீரென ஏற்படும் மாற்றம் 'சடுதிமாற்றம்' எனப்படும்.

சடுதிமாற்றம் இரண்டு வகைப்படும். அவை குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம் மற்றும் ஜீன் சடுதிமாற்றம்.

1. குரோமோசோம் சடுதி மாற்றம்

குரோமோசோம் அமைப்பு அல்லது எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றம், குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம் என அழைக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக கீழ்க்கண்ட நிலைகள் தோன்றலாம்.

(i) குரோமோசோம் அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

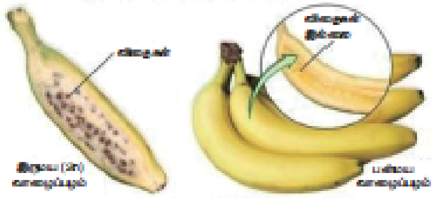
பொதுவாக, செல் பகுப்பின் போது ஏற்படும் தவறுகளால் குரோமோசோம் அமைப்பில் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. குரோமோசோம்களில் ஏற்படும் நீக்கமடைதல், இரட்டிப்பாதல், தலைகீழ் மாற்றம் மற்றும் இடம்பெயர்தல் ஆகியவற்றின் விளைவாக ஜீன்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் அமைப்பில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

(ii) குரோமோசோம் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

இவை, ஒரு செல்லில் இடம்பெற்றுள்ள குரோமோசோம் எண்ணிக்கை அதிகரித்தல் அல்லது குறைதல் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது. இது பன்மய நிலை (பிளாய்டி) எனப்படுகிறது. பன்மய நிலை இரு வகைப்படும். அ) யூபிளாய்டி ஆ) அன்யூபிளாய்டி

யூபிளாய்டி

உயிரிகள் வழக்கமான இருமய (2n) குரோமோசோம்களை விட அதிக எண்ணிக்கையில் பெற்றுள்ள நிலை யூபிளாய்டி எனப்படும். ஒரு உயிரி மூன்று ஒற்றைமய குரோமோசோம் தொகுப்புகளைப் பெற்றிருந்தால் அது மும்மய நிலை (3n) எனப்படும். மும்மயத் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் பொதுவாக மலட்டுத்தன்மை உடையவை. ஒரு உயிரி நான்கு ஒற்றைமயத் தொகுப்புகளைப் பெற்றிருந்தால் அது நான்மய நிலை (4n) எனப்படும். நான்மய நிலைத் தாவரங்கள் நன்மை பயக்கக் கூடியவை. ஏனெனில் நான்மய நிலை, பெரும்பாலும் அளவில் பெரிய பழம் மற்றும் பூக்களை விளைவிக்கும்.



படம் 18.10 யூபிளாய்டி

அன்யூபிளாய்டி

தொகுப்பில் உள்ள ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமோசோம்களை இழத்தல் அல்லது கூடுதலாகப் பெறுதல் அன்யூபிளாய்டி எனப்படும். இது மூன்று வகைப்படும். மோனோசோமி (2n–1), டிரைசோமி (2n+1) மற்றும் நல்லிசோமி (2n –2) அன்யூபிளாய்டி நிலைக்கான பொதுவாக அறியப்பட்ட எடுத்துக்காட்டு மனிதனில் ஏற்படும் டவுன் நோய்க் கூட்டு அறிகுறி (syndrome).

டவுன் நோய்க் கூட்டு அறிகுறி

இந்த நிலை முதன்முதலாக லாங்டன் டவுன் என்ற மருத்துவரால் 1866 ஆம் ஆண்டு அடையாளம் காணப்பட்டது. இது 21 வது குரோமோசோமில் ஒரு கூடுதல் நகல் குரோமோசோம் (21 வது டிரைசோமி) உள்ள மரபியல் நிலை ஆகும். மனவளர்ச்சிக் குறைபாடு, தாமதமான வளர்ச்சி, நடத்தை சார்ந்த பிரச்சனைகள், பலவீனமான தசை அமைப்பு, பார்வை மற்றும் கேட்டல் குறைபாடு ஆகியவை பாதிக்கப்பட்ட குழந்தைகளிடம் காணப்படும் சில நிலைகள்:

படம் 18.11 அன்யூபிளாய்டி

2. ஜீன் அல்லது புள்ளி சடுதிமாற்றம்

ஒரு ஜீனின் நியூக்ளியோடைடு வரிசையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் ஜீன் சடுதிமாற்றம் எனப்படும். இது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நைட்ரஜன் காரங்களில் ஏற்படும் பதிலீடு செய்தல், நீக்கமடைதல், இடைச்சேர்தல் அல்லது தலைகீழாதல் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது. ஜீன்களில் ஏற்படும் மாற்றம் ஒரு உயிரியின் இயல்புக்கு மாறான புரத உற்பத்திக்கு வழிவகுக்கிறது.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

ஒற்றை ஜீனில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றத்தால் கதிர் அரிவாள் இரத்த சோகை நோய் ஏற்படுகிறது. இந்த ஜீனில் ஏற்படும் மாற்றம், ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூறில் உள்ள புரதப் பகுதியின் அமைப்பில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. புரத மூலக்கூறில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தினால், இந்த ஹீமோகுளோபினைக் கொண்டுள்ள சிவப்பு இரத்த செல்கள் கதிர் அரிவாள் வடிவத்தைப் பெறுகின்றன.

XLE4VQ

கற்றல் நோக்கங்கள்

இப்பாடத்தைக் கற்றபின், மாணவர்கள் பெறும் திறன்களாவன

- அண்டத் தோற்றத்தின் பெரு வெடிப்புக் கோட்பாடு பற்றி அறிந்து கொள்ளுதல்
- உயிரினங்களின் தோற்றம் பற்றிய கோட்பாடுகளைப் புரிந்து கொள்ளுதல்
- கிடைக்கப்பெறும் சான்றுகளின் அடிப்படையில் பரிணாமச் செயல்முறைகள் குறித்து விவாதித்தல்
- லாமார்க் மற்றும் டார்வினின் கொள்கைகளைப் பரிணாமத்தோடு தொடர்புபடுத்துதல்
- வேறுபாடுகள் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன மற்றும் அதன் முக்கியத்துவம் பற்றி அறிதல்
- புதைபடிவங்களின் முக்கியத்துவத்தைப் பட்டியலிடுதல் மற்றும் புதைப்படிவ உருவாக்கச் செயல்முறைகளை விளக்குதல்
- வட்டார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாவரங்களை அடையாளம் காணுதல்
- வேற்றுக் கிரக உயிரிகள் பற்றி உணர்தல்

அறிமுகம்

உயிரினங்கள் தனித்துவமான பண்புகளைப் பெற்றிருப்பதோடு அமைப்பு மற்றும் செயல்பாடுகளிலும் தங்களுக்குள் ஒற்றுமையையும் வெளிக்காட்டுகின்றன. மேலும் அவை பன்முகத்தன்மையுடன் தோற்றம் மற்றும் பரிணாமச் செயல் முறைகளுக்கு உட்பட்டு இயற்கையோடு சமநிலையான தொடர்பையும் பராமரிக்கின்றன. தற்போதைய நிலையை முழுமையாகப் புரிந்து கொள்வதற்குக் கடந்த காலத்தைப் பற்றிய அறிவு இன்றியமையாதது என்பதைப் பெரும்பான்மையான பரிணாமத்தின் கூறுகள் உணர்த்துகின்றன. பூமியில் தோன்றிய காலம் முதல் உயிரினங்கள் பெரும் மாற்றங்களைச் சந்தித்துள்ளன. உயிரினங்களின் வரலாறு இரண்டு கூறுகளை உள்ளடக்கியது. அவை

பூமியில் உயிரினங்களின் தோற்றம் மற்றும் உயிரினங்களின் தோற்றக் காலம் முதல் அவற்றில் ஏற்படும் படிப்படியான மாற்றங்களும் தகவமைப்புகளுக்கான நுட்பமும் (பரிணாமம்).

பூமியின் தோற்றம்

உயிரினங்களின் தோற்றம் பூமியின் தோற்றத்தோடு தொடர்புடையது. பெருவெடிப்புக் கோட்பாடு அண்டத்தின் தோற்றத்தை விளக்குகிறது. இக்கோட்பாடு, அண்டம் ஒரு பெரு வெடிப்பினால் 15 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றியதாக முன்மொழிகிறது. அண்டமானது விண்மீன்கள், வாயு மேகங்கள் மற்றும் தூசுகளினால் ஆன விண்மீன் மண்டலங்களை உள்ளடக்கியது. வாயு மேகங்கள் தங்களின் ஈர்ப்பு விசை காரணமாக மோதிக் கொள்ளத் தொடங்கி, அணுக்களையும், துகள்களையும் உருவாக்கின. அப்போது சூரிய மண்டலம் உருவாகி இருக்கலாம். அணுக்கள், தூசித் துகள்கள் மற்றும் வாயு அடுக்குகள் திரளாக இணைந்து கோள்களை உருவாக்கின. இவை பால்வழி விண்மீன் திரளில் சூரிய மண்டலத்தை உருவாக்கின. ஏறக்குறைய 4.5 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் பூமி உருவாகி இருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது. பூமி தோன்றிய 500 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப் பின் உயிரினங்கள் தோன்றின.

19.1 உயிரினங்களின் தோற்றம் பற்றிய கோட்பாடுகள்

உயிரினங்களின் தோற்றம் பற்றி விளக்குவதற்காகப் பல்வேறு கோட்பாடுகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன. உயிரினங்களின் தோற்றம் பற்றிய கருத்துகள் கீழ்க்கண்டவாறு அமைந்துள்ளன.

சிறப்புத் தோற்றக் கோட்பாடு

இக்கருத்தின்படி பூமியிலுள்ள உயிரினங்கள் யாவும் ஒரு தெய்வீக படைப்பு மேலும் கடந்த காலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நடந்த இயற்கைக்கு அப்பாற்பட்ட நிகழ்வின் காரணமாகவும் உயிரினங்கள் தோன்றி இருக்கலாம். உயிரினங்கள் தோன்றியதிலிருந்து இதுவரை அவற்றில் எந்த மாற்றமும் ஏற்படவில்லை என்ற கருத்தை இது வலியுறுத்துகிறது.

சுய படைப்புக் கோட்பாடு (உயிரிலிப் பிறப்பு)

இக்கோட்பாட்டின்படி உயிரற்ற பொருட்களிலிருந்து தன்னிச்சையாக உயிர் தோன்றியது. மீன்கள் சேற்றில் இருந்தும், தவளைகள் ஈரமான மண்ணில் இருந்தும், பூச்சிகள் அழுகும் பொருட்களில் இருந்தும் தோன்றியதாக நம்பப்பட்டது.

உயிர்ப் பிறப்புக் கோட்பாடு

லூயிஸ் பாஸ்டர் (1862) அவர்களின் ஊகப்படி முன்பிருந்த உயிரியில் இருந்துதான் உயிர் தோன்றியது. கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்ட, காற்றுப் புகாத குடுவையில் இறந்த ஈஸ்ட்களில் இருந்து உயிர் உருவாகவில்லை. ஆனால் காற்று உட்புகும் மற்றொரு குடுவையில், இறந்த ஈஸ்ட்களில் இருந்து புதிய உயிரினங்கள் தோன்றுகின்றன என்பதை நிரூபித்தார்.

வேற்றுக் கிரக அல்லது காஸ்மிக் தோற்றம்

புவிக்கு அப்பால் விண்வெளியில் இருந்து உயிர் தோன்றியதாக இன்றும் சில அறிவியலாளர்கள் கருதுகின்றனர். இதன்படி, உயிரின் அலகான ஸ்போர்கள் (பான்ஸ்பெர்மியா) புவி உள்ளிட்ட பல்வேறு கோள்களுக்கு இடமாற்றம் செய்யப்பட்டது. சில வானியல் அறிஞர்கள் இன்றும் இக்கருத்தைக் கொண்டுள்ளனர்.

உயிர்களின் வேதிப் பரிணாமம்

இக்கருத்தை ஓபாரின் (1922) மற்றும் ஹால்டேன் (1929) ஆகியோர் வெளியிட்டனர். இதன்படி, புவியில் நிலவும் சூழலுக்கு ஏற்ப, தொடர்ச்சியான வேதி வினைகள் மூலமாக உயிர் தோன்றியது என்ற கருத்தை முன்மொழிந்தனர். முதலில் தோன்றிய உயிர் ஏற்கெனவே இருந்த உயிரற்ற கனிம மூலக்கூறுகளில் இருந்து உருவாகி இருக்கலாம். இக் கனிம மூலக்கூறுகள் பல்வேறு கரிம மூலக்கூறுகள் உருவாக வழி வகுத்தன. இக்கரிம மூலக்கூறுகள் கூழ்மத் தொகுதிகளாக மாற்றம் அடைந்து உயிர்களை உருவாக்கின. உயிரினத்தின் தோற்றம் பற்றிய வேதிப் பரிணாமத்தின் நவீன கருத்துக்கள் அனைவராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டன.

19.2 பரிணாமத்தின் சான்றுகள்

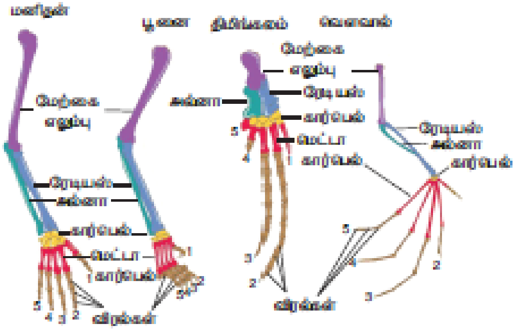
தற்போது வாழும் உயிரினங்களுக்கு இடையேயான தொடர்புகளை கூர்ந்து கவனிப்பதன் மூலமும், அழிந்துவிட்ட உயிரினங்களுக்கு இடையேயான ஒற்றுமைகளை தொடர்புபடுத்துவதன் மூலமும் பரிணாமத்தைப் பற்றி நன்றாகப் புரிந்து கொள்ளலாம். உயிரியலின் பல்வேறு துறைகளிலிருந்து கிடைத்த சான்றுகளும் உயிரினங்களுக்கு இடையேயான தொடர்புகளை ஆதரிப்பதாக உள்ளன. அனைத்து உயிரினங்களும் பொது முன்னோர்களில் இருந்து தோன்றின என்ற கருத்தை இச் சான்றுகள் ஆதரிக்கின்றன. தொல்லுயிரியல் சான்றுகள், தற்கால பறவைகளின் தோற்றத்திற்கு ஆதாரமாக உள்ளன.

19.2.1 புறத்தோற்றவியல் மற்றும் உடற் கூறியல் சான்றுகள்

உயிரினங்களின் புறத்தோற்றவியல் மற்றும் உடல்கூறியல் ஆகியவற்றின் ஒப்பீட்டு ஆய்வுகள் அவை சில பொதுவான பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன என்பதை வெளிப்படுத்துகின்றன.

(i) அமைப்பு ஒத்த உறுப்புகள்

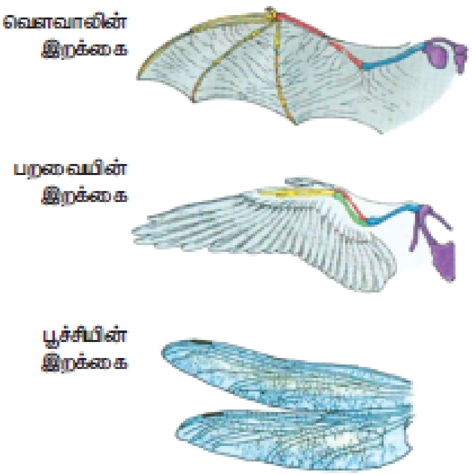
ஒரே மாதிரியான கரு வளர்ச்சி முறை கொண்ட, பொதுவான முன்னோர்களிடம் இருந்து மரபு வழியாக உருவான உறுப்புகள், அமைப்பு ஒத்த உறுப்புகள் எனப்படும். பாலூட்டிகளின் முன்னங்கால்கள், அமைப்பு ஒத்த உறுப்புகள் ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக மனிதனின் கை, பூனையின் முன்னங்கால், திமிங்கலத்தின் துடுப்பு மற்றும் வௌவாலின் இறக்கை ஆகியவை பார்க்க வெவ்வேறாகவும், வெவ்வேறு பணிகளை செய்வதற்கேற்பவும் தகவமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால் அவற்றின் வளர்ச்சி முறையும் எலும்புகளின் அடிப்படை அமைப்பும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன.



படம் 19.1 அமைப்பு ஒத்து உறுப்புகளை விளக்கும் பாலூட்டிகளின் முன்னங்கால்கள்

(ii) செயல் ஒத்த உறுப்புகள்

செயல் ஒத்த உறுப்புகள் பார்க்க ஒரே மாதிரியாகவும், ஒரே மாதிரியான பணிகளையும் செய்கின்றன. ஆனால் அவை வெவ்வேறு விதமான தோற்றம் மற்றும் கரு வளர்ச்சி முறைகளை கொண்டதாக உள்ளன.



படம் 19.2 செயல் ஒத்த அமைப்புகளை விளக்கும் வௌவாலின் இறக்கை, பறவையின் இறக்கை மற்றும் பூச்சியின் இறக்கை

(iii) எச்ச உறுப்புகள்

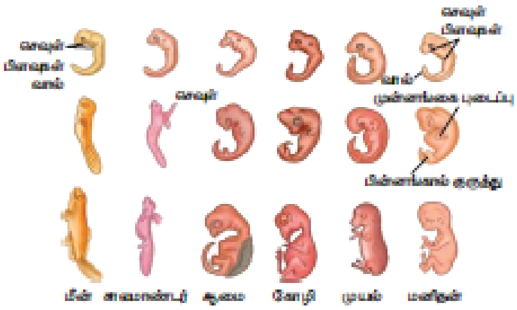
விலங்குகளின் உடலில் உள்ள உரு வளர்ச்சி குன்றிய மற்றும் இயங்காத நிலையில் உள்ள உறுப்புகள், எச்ச உறுப்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. தொடர்புடைய ஒரு சில விலங்குகளில், இதே உறுப்புகள் நன்றாக வளர்ச்சியடைந்தும் இயங்கும் நிலையிலும் காணப்படுகின்றன. குடல்வால், கண்ணிமைப் படலம், வால் முள்ளெலும்பு, தண்டுவட எலும்பின் வால் பகுதி ஆகியவை மனிதனில் காணப்படும் சில எச்ச உறுப்புகள் ஆகும்.

(iv) முன்னோர் பண்பு மீட்சி

சில உயிரிகளில் அவற்றின் மூதாதையர்களின் பண்புகள் மீண்டும் தோன்றுவது முன்னோர் பண்பு மீட்சி எனப்படுகிறது. பிறந்த குழந்தைகளில் காணப்படும் வளர்ச்சியுற்ற வால், மனித உடல் முழுவதும் அடர்த்தியான ரோமம் போன்றவை முன்னோர் பண்பு மீட்சிக்கான சில எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

19.2.2 கருவியல் சான்றுகள்

வெவ்வேறு விலங்குகளின் ஒப்பீட்டுக் கருவியல் ஆய்வுகள், பரிணாமம் பற்றிய கருத்துகளுக்கு ஆதரவாக உள்ளன. மீன் முதல் பாலூட்டிகள் வரை அனைத்து வகை கருக்களின் ஆரம்ப வளர்ச்சி நிலை ஒரே மாதிரியாக உள்ளது. அவற்றின் சிறப்புப் பண்புகளின் வேறுபாடு கரு வளர்ச்சியின் பிந்தைய நிலைகளில் ஏற்படுகிறது.



படம் 19.3 முதுகெலும்பு உள்ளவற்றின் கரு வளர்ச்சி நிலைகள்

உயிர்வழித் தோற்ற விதி அல்லது வழிமுறைத் தொகுப்பு கொள்கையை எர்னஸ்ட் ஹெக்கல் என்பவர் வெளியிட்டார். அவரின் கொள்கைப்படி தனி உயிரியின் வளர்ச்சி நிலைகள் அவ்வுயிரி சார்ந்துள்ள தொகுதியினுடைய பரிணாம வளர்ச்சி நிலைகளை ஒத்தது.

19.2.3 தொல்லுயிரியல் சான்றுகள்

IZXR37

புதைபடிவங்கள் பற்றிய அறிவியல் பிரிவு, தொல்லுயிரியல் எனப்படுகிறது. லியோனார்டோ டாவின்சி, 'தொல்லுயிரியலின் தந்தை' என அழைக்கப்படுகிறார். பெரும்பாலான முதுகெலும்பற்றவை மற்றும் முதுகெலும்புள்ளவைகளின் பரிணாமப் பாதையைப் புரிந்து கொள்ள புதைபடிவங்கள் பற்றிய ஆய்வுகள் உதவுகின்றன. பரிணாம வளர்ச்சி என்பது எளிய உயிரினங்களில் இருந்து சிக்கலான அமைப்பு கொண்ட உயிரினங்கள் படிப்படியாக தோன்றுவது என்பதை புதைபடிவ ஆவணங்கள் வெளிப்படுத்துகின்றன. தற்காலப் பறவைகளின் தோற்றத்தைத் தொல்லுயிரியல் படிவச் சான்றுகள் ஆதரிக்கின்றன.

ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ்

படம் 19.4 ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ் – புதைபடிவப் பறவை

ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ் என்பது பழங்காலப் புதைபடிவப் பறவை. இது ஜுராசிக் காலத்தில் வாழ்ந்த முற்காலப் பறவை போன்ற உயிரினம். இது ஊர்வன

மற்றும் பறவைகளுக்கு இடையேயான இணைப்பு உயிரியாகக் கருதப்படுகிறது. இது பறவைகளைப் போல இறகுகளுடன் கூடிய இறக்கைகளை பெற்றிருந்தது. ஊர்வன போல நீண்ட வால், நகங்களை உடைய விரல்கள் மற்றும் கூம்பு வடிவப் பற்களையும் பெற்றிருந்தது.

19.3 பரிணாமக் கோட்பாடுகள்

பூமியின் பரிணாம வளர்ச்சியோடு சேர்ந்து உயிரினங்களும் தோன்றின என்ற கருத்து 18–ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் வலுப்பெறத் தொடங்கியது. பரிணாமம் என்பது கால மாற்றத்திற்கு ஏற்ப உயிரினங்களில் படிப்படியாகத் தோன்றிய மாற்றங்கள் ஆகும். இயற்கைத் தேர்வுக்குத் துலங்கலாக உயிரினங்களின் குறிப்பிட்ட பண்புகளில் பல தலைமுறைகளாக மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன. இந்த மாற்றங்கள் காரணமாகப் புதிய சிற்றினங்கள் உருவாகின. இதுவே பரிணாமம் என அழைக்கப்படுகிறது. இத்தகைய இயற்கை மாற்ற நிகழ்வுகளை லாமார்க் மற்றும் டார்வின் ஆகியோரின் பரிணாமக் கோட்பாடுகள் விளக்குகின்றன.

19.3.1 லாமார்க்கியம்

ஜீன் பாப்டிஸ்ட் லாமார்க் (1744 – 1829) என்பார் ஒரு ஃபிரெஞ்சு இயற்கை அறிவியலாளர். அவரின் பரிணாமக் கொள்கைகளுக்காகப் பெரிதும் அறியப்பட்டவர். லாமார்க்கின் பரிணாமக் கோட்பாடுகள் 1809–ஆம் ஆண்டு 'ஃபிலாசஃபிக் ஜுவாலஜிக்' என்ற நூலில் வெளியிடப்பட்டது. இது 'மரபுவழியாகப் பெறப்பட்ட பண்புகளின் கோட்பாடு' அல்லது 'பயன்பாடு மற்றும் பயன்படுத்தாமைக் கோட்பாடு' அல்லது 'லாமார்க்கியம்' எனப் பிரபலமாக அறியப்படுகிறது.

லாமார்க்கியத்தின் கொள்கைகள்

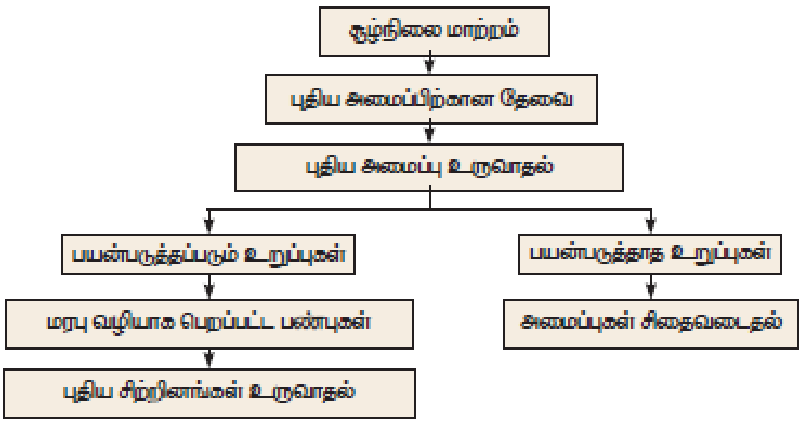
(i) உள்ளார்ந்த முக்கிய வல்லமை: உயிரினங்கள் அல்லது அவற்றின் பகுதிகள் தொடர்ச்சியாக அளவில் பெரியதாக வளர்கின்றன. உயிரினங்களின் உள்ளுறைத் திறன் காரணமாக உயிரினங்களின் அளவு அதிகரிக்கின்றது.

(ii) சூழ்நிலையும் புதிய தேவைகளும்: சூழ்நிலையில் ஏற்படும் மாற்றம், உயிரினங்களின் தேவைகளிலும் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. மாறும் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப, உயிரினங்கள் சில தகவமைப்புப் பண்புகளை உருவாக்கிக் கொள்கின்றன. இத்தகைய தகவமைப்புகள், உயிரினங்களில் புதிய உறுப்புகள் உருவாவதாக இருக்கலாம்.

(iii) பயன்பாடு மற்றும் பயன்படுத்தாமை கோட்பாடு: லாமார்க்கின் உறுப்புகளின் பயன்பாடு மற்றும் பயன்படுத்தாமைக் கோட்பாட்டின்படி ஓர் உறுப்பைத் தொடர்ச்சியாக பயன்படுத்தும் போது, அவ்வுறுப்பு நன்கு வளர்ச்சியடைந்து வலிமை பெறுகின்றது. ஒரு உறுப்பை, நீண்ட காலம் பயன்படுத்தாத போது அது படிப்படியாகக் குன்றல் அடைகிறது.

ஒட்டகச்சிவிங்கியின் முன்னோர்கள் குட்டையான கழுத்தையும், குட்டையான முன்னங்கால்களையும் பெற்றிருந்தன. புற்களின் பற்றாக்குறை காரணமாக அவை மரங்களில் உள்ள இலைகளை உண்ண வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டது. தொடர்ச்சியாக கழுத்தையும் முன்னங்கால்களையும் நீட்டியதால் அவை வளர்ச்சியடைந்து நீளமான கழுத்து மற்றும் நீண்ட முன்னங்கால்கள் உருவாகின. இது தொடர்ச்சியான உறுப்பின் பயன்பாட்டிற்கான எடுத்துக்காட்டு. கிவி பறவையின் சிறப்பிழந்த இறக்கைகள் உறுப்பைப் பயன்படுத்தாமைக்கான எடுத்துக்காட்டு.

(iv) மரபுவழியாகப் பெறப்பட்ட பண்புகளின் கோட்பாடு: சூழ்நிலையில் மாற்றங்கள் ஏற்படும் போது விலங்குகள் அந்த மாற்றங்களுக்கு எதிர்வினை புரிகின்றன. இந்த எதிர்வினைகள் புதிய தகவமைப்புப் பண்புகளை உருவாக்குகின்றன. சூழ்நிலை மாற்றங்களுக்கேற்ப தங்கள் வாழ்நாளில் விலங்குகள் பெறுகின்ற பண்புகள்,



லாமார்க்கின் கொள்கைகளை விளக்கும் தொடர்படம்

பெறப்பட்ட பண்புகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. லாமார்க் அவர்களின் கருத்துப்படி, பெறப்பட்ட பண்புகள் அதன் இளம் சந்ததிகளுக்கு மரபு வழியாகக் கடத்தப்படுகின்றன.

19.3.2 டார்வினியம் அல்லது இயற்கைத் தேர்வு கோட்பாடு

சார்லஸ் டார்வின் (1809 – 1882) என்பவர் 18–ஆம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த ஒரு சிறந்த இயற்கை அறிவியலாளர் மற்றும் தத்துவஞானி. அவர் 1809–ஆம் ஆண்டு இங்கிலாந்தில் பிறந்தார். அவர் கல்லூரியில் படிக்கும் போது, பேராசிரியர் J.S. ஹென்ஸ்லோ என்பவரின் நட்பின் காரணமாக, இயற்கையின் பால் ஈர்க்கப்பட்டார். அந்த நேரத்தில் பிரிட்டன் கடற்படை, H.M.S. பீகல் என்ற கப்பலில் ஐந்து வருடங்கள் (1831–1835) தென் அமெரிக்காவைச் சுற்றி ஆய்வுப் பயணம் மேற்கொள்ளத் திட்டமிட்டது. ஒரு இளம் இயற்கை அறிவியலாளரை நியமிக்கும்படி Dr.ஹென்ஸ்லோ கேட்டுக்கொள்ளப்பட்டார். டார்வின் அவர்களுக்கு அந்த வாய்ப்பு வழங்கப்பட்டது. அவர், கேலபாகஸ் தீவு மற்றும் பசிபிக் தீவு உள்ளிட்ட பல தீவுகளையும், உலகின் பல பகுதிகளையும் ஐந்து வருடப் பயணத்தின் போது பார்வையிட்டார். டார்வின், தான் பார்வையிட்ட பகுதிகளின் நிலம், தாவரம் மற்றும் விலங்குகளின் தன்மைப் பற்றி விரிவாகக் கண்டறிந்து பதிவுகளை மேற்கொண்டார். மேலும், அவர் 20 ஆண்டுகள் அப்பணியைத் தொடர்ந்து, இயற்கைத் தேர்வு கோட்பாட்டை வெளியிட்டார்.

டார்வின், தன்னுடைய பதிவுகளையும், முடிவுகளையும் 'சிற்றினங்களின் தோற்றம்' (Origin of Species) என்ற பெயரில் 1859–ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார். டார்வினுடைய இந்தப் புத்தகம், பரிணாமம் பற்றிய தகவல்களை உறுதிப்படுத்தியது. இது பரிணாம மாற்றங்களுக்கான இயற்கைத் தேர்வுக் கோட்பாட்டை விளக்கியது.

டார்வினின் கொள்கைகள்

i அதிக இனப்பெருக்கத்திறன்:

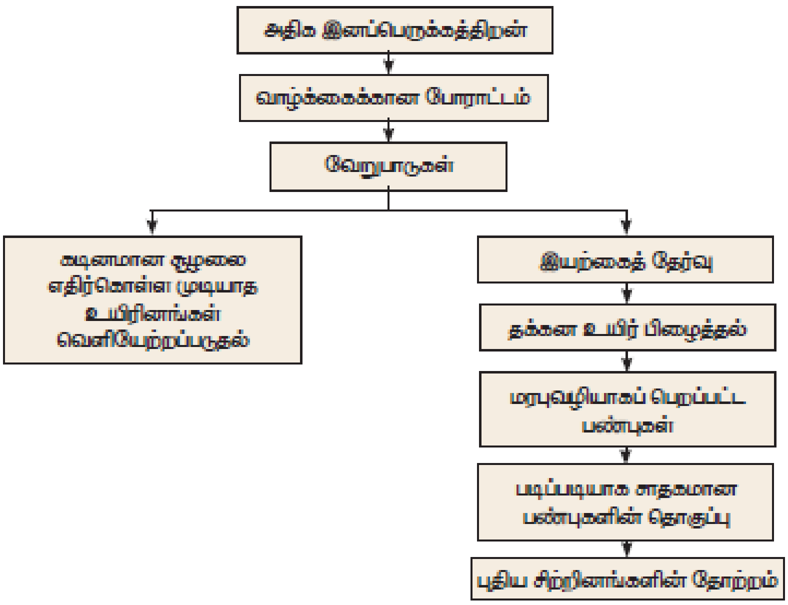
உயிரினங்கள், அதிக அளவு உயிரிகளை இனப்பெருக்கம் செய்து தங்களுடைய சந்ததியை உருவாக்கும் திறன் பெற்றவை. அவை பெருக்கல் விகித முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் ஆற்றல் உடையவை. இது இனப்பெருக்கத் திறனை அதிகரித்து அதிக உற்பத்திக்கு வழிவகுக்கிறது.

ii. வாழ்க்கைக்கான போராட்டம்:

அதிக உற்பத்தி காரணமாக, பெருக்க விகித முறையில் இனத்தொகை அதிகரிக்கிறது. உயிரினங்கள் வாழத் தேவையான இடமும், உணவும் அதே அளவில் மாறாமல் உள்ளது. இது உயிரினங்களுக்கான உணவு மற்றும் இடத்திற்கான தீவிர போட்டியை உருவாக்கி, போராட்டத்திற்கு வழிவகுக்கிறது. இது மூன்று வகைப்படும்

(அ) ஒரே சிற்றின உயிரினங்களுக்கு இடையேயான போராட்டம்: ஒரே சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளுக்கு இடையேயான போட்டி.

(ஆ) இரு வேறுபட்ட சிற்றினங்களுக்கு இடையேயான போராட்டம்: ஒன்றாக ஒரே இடத்தில் வாழக்கூடிய வெவ்வேறு சிற்றினத்தைச் சார்ந்த உயிரிகளுக்கு இடையேயான போட்டி.



டார்வினின் கொள்கைகளை விளக்கும் தொடர்படம்

(ii) சூழ்நிலை போராட்டம்: அதிக வெப்பம் அல்லது குளிர், வறட்சி மற்றும் வெள்ளம் போன்ற இயற்கை சூழலும் உயிரினங்களின் வாழ்வியலை பாதிக்கின்றன.

iii. வேறுபாடுகள்

வேறுபாடுகளுடன் காணப்படுவது அனைத்து தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளின் சிறப்பு பண்பாகும். பரிணாமத்திற்கு சிறிய வேறுபாடுகள் முக்கியமானவையாக உள்ளன. டார்வின் கூற்றுப்படி சாதகமான வேறுபாடுகள் உயிரினங்களுக்கு உபயோகமாகவும், சாதகமற்ற வேறுபாடுகள் உயிரினத்திற்குத் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய அல்லது பயன் அற்றவையாகவும் உள்ளன.

iv. தக்கன உயிர் பிழைத்தல் அல்லது இயற்கைத் தேர்வு

வாழ்க்கைக்கான போராட்டத்தின் போது, கடினமான சூழலை எதிர்கொள்ளக்கூடிய உயிரினங்கள், உயிர் பிழைத்து சூழலுக்கு ஏற்ப தகவமைத்துக் கொள்ளும். கடினமான சூழலை எதிர்கொள்ள முடியாத உயிரினங்கள் உயிர் பிழைக்கத் தகுதியின்றி மறைந்துவிடும். சாதகமான வேறுபாடுகளை உடைய உயிரினங்களைத் தேர்வு செய்யும் இச்செயல்முறை, இயற்கைத் தேர்வு என அழைக்கப்படுகிறது.

v. சிற்றினங்களின் தோற்றம்

டார்வின் கூற்றுப்படி, பல தலைமுறைகளாக படிப்படியாக ஏற்பட்ட சாதகமான வேறுபாடுகளின் தொகுப்பினால் புதிய சிற்றினங்கள் உருவாகின்றன.

19.4 வேறுபாடுகள்

மியாசிஸை உள்ளடக்கிய பாலினப் பெருக்கம், இனச் செல்களின் இணைவின் போது ஜீன் (மரபணு) மறுசேர்க்கைக்கு உதவுகிறது. இது இளம் சந்ததிகளின் புறத்தோற்றப் பண்புகள் பெற்றோரிடமிருந்து மாறுபடுவதற்கு வழிவகுக்கின்றன. இத்தகைய மாறுபாடுகள் வேறுபாடுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஒரே சிற்றினத்தைச் சார்ந்த உயிரினங்கள் மற்றும் ஒரே பெற்றோரின் இளம் சந்ததிகள் ஆகியவற்றிற்கு இடையே காணப்படும் மாறுபாடுகள், வேறுபாடுகள் எனப்படும். வேறுபாடுகள் மூலப் பொருளாக அமைந்து பரிணாமத்தில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. வேறுபாடுகள் இல்லாமல் பரிணாமம் ஏற்பட சாத்தியமில்லை.

வேறுபாடுகளின் வகைகள்

உடல செல் வேறுபாடு:

இத்தகைய வேறுபாடுகள் ஒரு உயிரினத்தின் உடல செல்களை பாதிக்கின்றன. இவை அடுத்த தலைமுறைக்கு கடத்தப்படுவதில்லை. இவை சூழ்நிலைக் காரணிகளால் ஏற்படுகின்றன.

இன செல் வேறுபாடு:

இத்தகைய வேறுபாடுகள் ஒரு உயிரினத்தின் இன செல்களில் உருவாகின்றன. இவை அடுத்த தலைமுறைக்கு கடத்தப்படுகின்றன. இவை முன்னோர்களிடம் இருந்ததாகவோ அல்லது திடீரென ஏற்பட்டவையாகவோ இருக்கலாம். இவை இரண்டு வகைகளாகும்.

1. தொடர்ச்சியான வேறுபாடுகள்
2. தொடர்ச்சியற்ற வேறுபாடுகள்

தொடர்ச்சியான வேறுபாடுகள்: இவை ஒரு இனத்தின் உயிரிகளுக்கிடையே காணப்படும் சிறிய வேறுபாடுகள். இவை நிலையற்ற வேறுபாடுகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை ஒரு இனத்தில் படிப்படியாக நிகழும் வேறுபாடுகளின் தொகுப்பினால் ஏற்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: தோலின் நிறம், ஒரு உயிரியின் உயரம் மற்றும் எடை, கண்ணின் நிறம், மற்றும் பல.

தொடர்ச்சியற்ற வேறுபாடுகள்: இவை சடுதி மாற்றத்தினால் ஒரு உயிரியில் திடீரென தோன்றுபவை. இவ்வகையில் இடைப்பட்ட உயிரிகள் இருக்காது. இத்தகைய அதிக வேறுபாடு பரிணாம வளர்ச்சிக்குப் பயன் அற்றவை. எடுத்துக்காட்டு: குட்டை கால்களையுடைய ஆன்கான் செம்மறியாடு (Ancon sheep), ஆறு அல்லது அதிக விரல்களையுடைய மனிதன், மற்றும் பல.

தொடர்ச்சியற்ற வேறுபாடுகள் டீ விரிஸ் முன்மொழிந்த சடுதி மாற்றக் கோட்பாட்டிற்கு அடிப்படையாக உள்ளன.

சடுதி மாற்றும் மற்றும் வேறுபாடுகளுக்கு இடையேயான தொடர்பு

பரிணாமம் என்பது சடுதிமாற்றம் மற்றும் வேறுபாடுகள் ஆகிய இரண்டு நிகழ்வுகளை உள்ளடக்கியது. DNA இரட்டிப்பாதலின் போது ஏற்படும் பிழைகள் அல்லது UV கதிர்கள் அல்லது வேதிப்பொருட்களோடு தொடர்புக் கொள்ளும் போது சடுதி மாற்றம் ஏற்படுகிறது. சடுதி மாற்றம் வேறுபாடுகளுக்கு வழிவகுக்கிறது. ஒரு உயிரியில் மாற்றங்களை இது ஏற்படுத்துகிறது.

19.5 தொல் தாவரவியல்

தொல் தாவரவியல் (Palaeobotany) என்ற சொல் கிரேக்க மொழியிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டது. Palaeon (தொல்) என்னும் சொல்லின் பொருள் தொன்மையான எனவும் Botany (தாவரவியல்) என்னும் சொல்

தாவரங்களைப் பற்றிப் படிக்கும் அறிவியல் எனவும் பொருள் தரும். இது தொல் பொருளியலின் ஒரு பிரிவு ஆகும். இதன் மூலம் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன், பூமியில் புதையுண்ட தாவரப் பாகங்கள் பற்றி அறியலாம்.

தாவரப் புதை உயிர்ப் படிவம் என்பது முன்பு இறந்த தாவரங்களின் ஏதேனும் ஒரு பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதி ஆகும். புதைபடிவமானது பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பாக மண்ணுக்குள் புதைந்து படிவம் ஆனது. பெரும்பாலும் தாவரப் புதை உயிர்ப் படிவங்கள், தாவரத்தின் ஏதேனும் ஒரு உடைந்த பகுதியாக இருக்கலாம். முழுமையாகக் கிடைப்பது அரிது.

புதை உயிர்ப் படிவங்களின் முக்கியத்துவம்

i முந்தைய தாவரங்களைப் பற்றிய வரலாறு மற்றும் பரிணாமத்தைப் பிரதிபலிக்கிறது.

ii தாவர புதை உயிர்ப் படிவங்கள் மூலம் தாவர உலகத்தைப் பற்றிய ஒரு வரலாற்று அணுகுமுறையை அறிய முடிகிறது.

iii தாவர வகைப்பாட்டியலுக்கு இது உதவுகிறது.

iv. தாவரப் புதை உயிர்ப் படிவங்கள், தாவரங்களைப் பற்றிய தெளிவான விளக்கத்தையும் உள்ளமைப்பையும் ஒப்பிட உதவுகிறது.

கஸ்பர் மரியா வான் ஸ்டெர்ன்பெர்க் (Kaspar Maria Von Sternberg)1761–1838

ஐரோப்பாவில் பிறந்த இவர், 'தொல் தாவரவியலின் தந்தை' என அழைக்கப்படுகிறார். இவர் பிராகு என்ற ஊரில் பொகிமியன் தேசிய அருங்காட்சியகத்தை நிறுவி, நவீன தொல் தாவரவியலுக்கு அடித்தளமிட்டார்.

பீர்பால் சகனி (Birbal Sahani) 1891–1949

இவர் 'இந்திய தொல் தாவரவியலின் தந்தை' என அழைக்கப்படுகிறார். இவர் தனது ஆய்வைத் தொல்தாவரவியலின் இரண்டு வேறுபட்ட வகைகளில் மேற்கொண்டார். (i) பேலியோஸோயிக் பெருந்தாவரங்களின் உள்ளமைப்பு மற்றும் புறஅமைப்பியல் பற்றியது. (ii) இந்திய கோண்டுவானா தாவரங்கள் பற்றியும் ஆய்வு மேற்கொண்டார்.

19.5.1 படிவமாதல்

பாறைகளில் புதை உயிர்ப் படிவங்கள் உருவாவதைப் படிவமாதல் என்கிறோம்.

புதை உயிர்ப் படிவமாதலின் வகைகள் பொதுவாகப் புதை உயிர்ப் படிவங்கள் கல்லாதல், அச்சு மற்றும் வார்ப்பு, கார்பனாதல், பதப்படுத்துதல், அழுத்தம் மற்றும் ஊடுருவல் ஆகிய வகைகளில் உருவாகின்றன.

கல்லாதல்

சிலிக்கா போன்ற கனிமங்கள், இறந்த உயிரியின் உள்ளே ஊடுருவி, திசுக்களை அழித்து ஒரு பாறை போன்ற புதைப் படிவத்தை உருவாக்குகிறது. இந்த வகைப் படிவமாதலில் கடின மற்றும் மென்மையான பாகங்கள் படிவம் ஆகின்றன. பெரும்பாலும் எலும்புகளும் மரக்கட்டைகளும் இம்முறையில் படிவம் ஆகின்றன.

அச்சு மற்றும் வார்ப்பு

தாவரம் அல்லது விலங்கு பாறைகளுக்கு இடையே அதே அமைப்பு மாறாமல் பதப்படுத்தப்படுகிறது. படிவுகளுக்கு இடையே உயிரிகள் புதைவுறும்போது நிலத்தடி நீரினால் அவ்வுயிரியின் உடல் சிதைக்கப்பட்டு ஓர் வெற்றிடம் உருவாகிறது. அந்த வெற்றிடத்தில் புதையுண்ட தாவரம் அல்லது விலங்கு போன்ற ஓர் அச்சு ஏற்படுகிறது. இதன் மூலம் நம்மால் அந்த உயிரியின் உள்ளமைப்பை அறிய இயலாது. பின்பு கனிமங்கள் அல்லது படிவங்கள் இந்த வெற்றிடத்தை நிரப்பும். இது வார்ப்பு எனப்படும்.

பதப்படுத்தல்

பனிக்கட்டி அல்லது மரங்களின் தண்டுப் பகுதியில் கசியும் பிசின் போன்றவற்றில் பதியும் உயிரிகள் அழுகிப் போகாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. முழுத்தாவரம் அல்லது விலங்கு இம்முறையில் பதப்படுத்தப்படுகிறது.

அழுத்திய சின்னங்கள்

கடலுக்கு அடியில் உள்ள இறந்த உயிரினங்களின் கடின உறுப்புகள், படிவுகளால் மூடப்படுகிறது. படிவு உருவாதல் தொடர்ச்சியாக நடைபெற்று, புதை உயிர்ப் படிவமாக மாறுகிறது.

ஊடுருவுதல் அல்லது பதிலீட்டுதல்

சில வேளைகளில் கனிமப் படிவமானது செல் சுவரைத் தாண்டிச் செல்கிறது. இந்தக் கனிம ஊடுருவலானது சிலிகா, கால்சியம் கார்பனேட், மெக்னீசியம் கார்பனேட் போன்ற கனிமங்களால் நிரப்பப்படுகிறது. கடினப் பகுதிகள் கரைக்கப்பட்டு அப்பகுதி கனிமங்களால் நிரப்பப்படுகிறது.

> உங்களுக்குத் தெரியுமா?
>
> **வாழும் தொல் உயிர்ப் படிவங்கள் (Living Fossils)**
>
> இவை தற்போது உயிருள்ளவை. இவை படிவமாக மாறிய முன்னோரைப் போன்ற தோற்றத்தை ஒத்திருப்பதால் இவற்றை வாழும் தொல் உயிர்ப் படிவங்கள் என்கிறோம்.
>
> எ. கா.: *ஜிங்கோ பைலோபா*

19.5.2 படிவங்களின் வயதினைக் கணக்கிடல்

படிவங்களின் வயதினை அவற்றில் உள்ள கதிரியக்கத் தனிமங்களால் கண்டுபிடிக்கலாம். அத்தனிமங்கள் கார்பன், யுரேனியம், காரீயம் மற்றும் பொட்டாசியமாக இருக்கலாம். இவை தொல் தாவரவியல் மற்றும் மானுடவியலில் மனிதப்படிவங்களின் வயதினையும் சுவடிகளின் காலத்தையும் அறிய உதவுகின்றன.

கதிரியக்கக் கார்பன் (C_{14})கால அளவு முறை

இந்தக் கதிரியக்கக் கார்பன் முறையைக் கண்டுபிடித்தவர் W.F. லிபி (1956). உயிரிழந்த தாவரங்களும் விலங்குகளும் கார்பனை உட்கொள்வதில்லை. அதன் பின்பு அவற்றிலுள்ள கார்பன் அழியத் தொடங்குகிறது. உயிரிழந்த தாவரத்தில் அல்லது விலங்கில் உள்ள கார்பன் (C_{14}) அளவைக் கொண்டு அந்தத் தாவரம் அல்லது விலங்கு எப்போது உயிரிழந்தது என்பதை அறிந்து கொள்ளமுடியும்.

மேலும் அறிந்து கொள்வோம்

புவி அமைப்புக் கால அளவை என்றால் என்ன?

புவி அமைப்புக் கால அளவை என்பது, பாறை அடுக்குகளின் அமைப்பினைக் கால வரிசைப்படி அறிந்து கொள்ளும் முறை ஆகும். இதன் மூலம் புவி அமைப்பு வல்லுநர்கள், தொல்பொருள் ஆய்வாளர்கள் மற்றும் புவி சார் அறிஞர்கள் புவியின் வரலாற்றினைக் காலத்தோடும் நிகழ்வுகளின் தொடர்போடும் இணைத்து விளக்குகின்றனர்.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

திருவக்கரை (விழுப்புரம் மாவட்டம், தமிழ்நாடு) கல்மரப் படிவப் பூங்கா இரண்டாயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தாவரத் தண்டுப் பகுதியானது ஆற்றங்கரையில் மண்ணில் புதையுண்டு காலப்போக்கில் அதிலுள்ள கரிமப் பொருள்கள் சிலிகாவினால் நிரப்பப்பட்டுப் படிவமாகியுள்ளது. கல்மரமான பின்பும் இத்தாவரங்கள் முந்தைய நிறம், வடிவம் வரித் தன்மை முதலானவற்றைத் தக்கவைத்துக் கொண்டுள்ளன. ஆண்டு வளையம், நிறங்களின் அடுக்கு, கணுப் பகுதிகள் போன்ற அனைத்துப் பண்புகளும் கல்மரமான பிறகும் புலப்படும் வகையில் அமைந்துள்ளன.

19.6 வட்டார இனத் தாவரவியல்

வட்டார இனத் தாவரவியல் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் உள்ள தாவரங்கள் அப்பகுதியில் உள்ள மக்களுக்கு வழி வழியாக எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதைப் பற்றி அறிவதாகும். வட்டார இன தாவரவியல் என்னும் சொல்லை முதன் முதலில் J. W. ஹார்ஸ்பெர்கர் அறிமுகப்படுத்தினார். பழங்காலத்திலிருந்து அப்பகுதியில் உள்ள மக்கள் தாவரங்களை என்னென்ன வழிகளில் பயன்படுத்தினர் என்பதைப் பற்றி அறிவதாகும். அக்காலத்திலேயே இதைப்பற்றிய கருத்து மக்களிடையே இருந்தபோதிலும் 20 ஆம் நூற்றாண்டில்தான் வட்டார இனத் தாவரவியல் இயற்கை அறிவியலின் ஒரு பகுதியாகத் தோன்றியது.

19.6.1 வட்டார இனத் தாவரவியலின் கூறுகள்

வட்டார இனத் தாவரவியலானது உணவூட்டப் பிரச்சினை, சுகாதாரம், உடல் இயக்க அமைவு, தாவரங்கள் மேல் உள்ள நம்பிக்கை, குடிசைத் தொழில், பொருளாதார முன்னேற்றம், பன்மயப் பாதுகாப்பு, தொடர் பயன் வேளாண்மை, போன்ற துறைகளுக்கு முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகக் கருதப்படுகிறது.

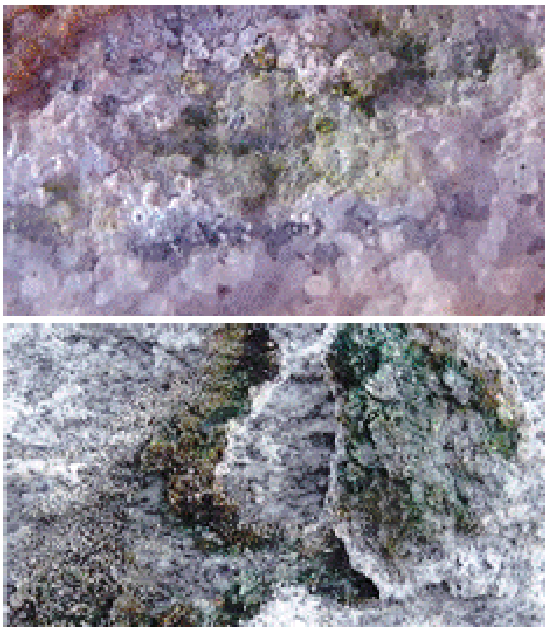
19.6.2 வட்டார இனத் தாவரவியலின் முக்கியத்துவம்

- பரம்பரை பரம்பரையாகத் தாவரங்களின் பயன்களை அறிய முடிகிறது.
- நமக்குத் தெரிந்த மற்றும் தெரியாத தாவரங்களின் பயன்களைப் பற்றிய தகவலை அளிக்கிறது.
- வட்டார இனத் தாவரவியலானது மருந்தாளுநர், வேதியியல் வல்லுநர், மூலிகை மருத்துவப் பயிற்சியாளர் முதலானோருக்குப் பயன்படும் தகவல்களை அளிக்கிறது.
- மலைவாழ் பழங்குடி மக்கள் மருத்துவ இன அறிவியல் மூலம் பலவகையான நோய்களைக் குணப்படுத்தும் மருந்துத் தாவரங்களை அறிந்து வைத்துள்ளனர். எ.கா.: வயிற்றுப் போக்கு, காய்ச்சல், தலைவலி, சர்க்கரை நோய், மஞ்சள் காமாலை, பாம்பு கடி மற்றும் தொழு நோய் முதலான நோய்களுக்கு தாவரங்களின் பட்டை, தண்டு, வேர், இலை, பூமொட்டு, பூ, கனி, விதை, எண்ணெய் மற்றும் பிசின் முதலானவற்றைப் பயன்படுத்திக் குணமாக்கினர்.

19.7 வான் உயிரியல் / புற மண்டல உயிரியல்

நாம் மட்டும்தான் இந்த அண்டத்தில் இருக்கிறோமா? உங்கள் பதில் இல்லை எனில் உன்னால் வான் வெளியில் உயிரினங்கள் இருப்பது பற்றி எப்படி அறிய இயலும்? அண்ட வெளியில் உள்ள உயிரினங்களைப் பற்றி அறியும் அறிவியலுக்கு வான் உயிரியல் என்று பெயர்.

அண்டத்தில் உள்ள உயிரினங்களின் தோற்றம், பரிணாம வளர்ச்சி, உயிரிகளின் பரவல் மற்றும் வேற்றுக் கிரகங்களில் உயிரிகள் இருப்பதற்கான ஆய்வு ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது வான் உயிரியல் ஆகும்.



படம் 19.5 அண்டார்டிகாவில் உள்ள உலர் பள்ளத்தாக்கின் மணல்கல் மற்றும் கருங்கல்லின் இடையே காணப்படும் நுண்ணுயிரிகள்

வான் உயிரியலின் முதன்மைக் கருத்து என்னவென்றால் அண்டத்தில் உயிர்கள் வாழ்வதற்குரிய இடங்கள் தொடர்பானது ஆகும். பிற கிரகங்களில் உயிர் வாழ வேண்டுமானால் இரண்டு முக்கியக் காரணிகள் தேவை.

1. வளி மண்டலத்தைத் தக்க வைத்துக் கொள்ள குறிப்பிட்ட நிறை தேவை.
2. சுற்று வட்டப் பாதையானது சூரியனிலிருந்து சரியான தொலைவில் இருந்தால் நீர்த் துளிகள் இருக்கும். இந்தத் தொலைவானது அதிக வெப்பமும் இல்லாமலும் அதிகக் குளிரும் இல்லாத அளவிலான தொலைவாக இருந்தால் அங்கு உயிரினங்கள் வாழ்வதற்கு உகந்த சூழல் இருக்கும். இதை கோல்டி லாக்மண்டலம் (Goldilock Zone) எனப் போற்றுவர்.

நமது சூரியக் குடும்பத்தில் உள்ள புவி மட்டும் தான் கோல்டி லாக் மண்டலத்தில் உள்ள கோள் ஆகும். இந்த மண்டலத்தில் அவ்வப்போது மாற்றம் ஏற்படுவதால் நட்சத்திரங்கள் தோன்றுகின்றன. செவ்வாய்க் கிரகத்தில் மக்கள் வாழ உகந்த சூழல் இருப்பதை நாம் அறிந்துள்ளோம்.

சிறிய உயிரிகள் செவ்வாய்க் கிரகத்தில் இருந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. அவைமிகக் கடுமையான சூழலைத் தாங்கும் இயல்பு கொண்டவையாக இருக்கலாம். எனவே நமது சூரியக் குடும்பத்தில் ஏராளமான பகுதிகள் புவியிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளன. அங்கு எந்தக் கடினச் சூழலையும் தாங்கும் இயல்பு கொண்ட பாக்டீரியாக்கள் இருக்கலாம்.

நாசா 2020இல் வான் உயிரியல் என்னும் திட்டத்தை உருவாக்கி அதன் மூலம் செவ்வாயின் பழமையான சூழல் குறித்தும் செவ்வாயின் மேற்புறப் புவி அமைப்புக் குறித்தும் செவ்வாயில் உயிரிகள் இருந்தனவா என்பது குறித்தும் அவ்வாறு உயிரிகள் இருந்தால் அவற்றைப் பாதுகாப்பது குறித்தும் ஆய்வு செய்து வருகிறது.

நினைவில் கொள்க

- அடுத்த தலைமுறையின் இளம் சந்ததிகளுக்குப் பெறப்பட்ட பண்புகள் கடத்தப்படுகின்றன என லாமார்க் முன்மொழிந்தார்.
- உள்ளார்ந்த முக்கிய வல்லமை, சூழ்நிலையும் புதிய தேவைகளும், பயன்பாடு மற்றும் பயன்படுத்தாமை கோட்பாடு மற்றும் மரபுவழியாகப் பெறப்பட்ட பண்புகளின் கோட்பாடு ஆகியவை லாமார்க்கின் முக்கிய கொள்கைகள்.
- அதிக இனப்பெருக்கத்திறன், வாழ்க்கைக்கான போராட்டம், வேறுபாடுகள், தக்கன உயிர் பிழைத்தல் அல்லது இயற்கைத் தேர்வு மற்றும் சிற்றினங்களின் தோற்றம் ஆகியவை டார்வினின் முக்கிய கொள்கைகள்.
- ஒவ்வொரு சிற்றினமும் மிக அதிக எண்ணிக்கையிலான இளம் சந்ததியினரை உருவாக்குகிறது. ஆனால் தக்கன மட்டுமே உயிர் பிழைக்கும்.
- அமைப்பு ஒத்த உறுப்புகள், செயல் ஒத்த உறுப்புகள் மற்றும் கருவியல் சான்றுகள் ஆகியவை பரிணாமத்தின் தொடர்புகளை விளக்குகின்றன.
- உயிரினங்கள் சில ஒத்த பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. ஏனெனில் அப்பண்புகள், ஒரு பொதுவான முன்னோரிடம் இருந்து மரபுவழியாகப் பெறப்பட்டவை.
- புதை உயிர்ப் படிவம், பழங்கால உயிரிகளைப் பற்றிய ஆதாரமாக விளங்குகிறது. பழமையான வாழிடங்களை இயற்கை எப்படிப் பாதுகாத்தது என்பதைப் பற்றி விளக்குகிறது.

அறிவியல்

20 - இனக்கலப்பு மற்றும் உயிரித்தொழில்நுட்பவியல்

அறிமுகம்

- 2050 ஆம் ஆண்டில் இந்தியாவின் மக்கட்தொகை 1.7 பில்லியனை எட்டி விடும். நம் நாட்டின் தற்போதைய உணவு உற்பத்தியானது அந்நாட்களில் 59% மக்களின் உணவுத் தேவையை மட்டுமே பூர்த்திச் செய்ய இயலும். அப்படியாயின் இந்தியாவில் 2050 ஆம் ஆண்டில் 1.7 பில்லியன் மக்களுக்கு எப்படி உணவு அளிக்க முடியும்? இது ‘‘தாவரப் பயிர்பெருக்கம்’’ மற்றும் ‘‘கால்நடை வளர்ப்பு’’ ஆகியவற்றால் மட்டுமே சாத்தியமாகும்.

- தாவரப் பயிர்ப்பெருக்கம் என்பது பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த, உயர்ந்த தரமுடைய தாவரங்களை மட்டுமே சாத்தியமாகும்.

- கால்நடை வளர்ப்பு விலங்கினைப் பெருக்கத்தை உள்ளடக்கியது. விலங்குகளின் ஜீனாக்கத்தை மேம்படுத்தி, மனித குலத்துக்கு அதிக பயனுள்ளதாக வளர்ப்பு விலங்கினங்களை மேம்படுத்துவதையே விலங்கினப் பெருக்கம் குறிக்கோளாகக் கொண்டது. உணவு உற்பத்தி மற்றும் தரத்தை அதிகரிக்க, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழலில் விலங்குகளைப் பராமரித்து, பெருக்கமடையச் செய்வதை விலங்கினப் பெருக்கம் வலியுறுத்துகிறது.

- நவீன உயிரியலின் அங்கமாக விளங்கும் உயிர் தொழில் நுட்பவியலின் தோற்றம், மற்றுமொரு திருப்புமுனை ஆகும். இது மனித வாழ்க்கைத் தரத்தை உயர்த்துவதற்கு நன்கு மேம்படுத்தப்பட்ட உடல்நலப் பராமரிப்புப் பொருட்கள், நோய் கண்டறியும் கருவிகள் மற்றும் உணவு உற்பத்தி ஆகியவற்றுக்கு வழிவகுத்தது.

நவீன விவசாய நடைமுறைகள் மற்றும் பயிர் மேம்பாடு

- தாவரங்களைப் பயிரிடுவதில் மேற்கொள்ளப்படும் நவீன விவசாய செயல்பாடுகளே மேம்படுத்தப்பட்ட விவசாய நடைமுறைகள் எனப்படுகின்றன. இதில் மண்ணைப் பண்படுத்துதல், விதைத்தல், இயற்கை உரங்கள் மற்றும் செயற்கை உரங்களைப் பயன்படுத்துதல், சரியான பாசனம், பூச்சிகள் மற்றும் களைகளிலிருந்து பாதுகாத்தல், அறுவடை செய்தல், கதிரடித்தல் மற்றும் சேமிப்பு ஆகியவை அடங்கும்.

- அதிக மகசூல், உயர்ந்த தரம், நோய் எதிர்ப்புத் திறன் மற்றும் குறுகிய சாகுபடி காலம் போன்ற பண்புகளைக் கொண்ட மேம்படுத்தப்பட்ட பயிர் வகைகளை உருவாக்குவதே பயிர் மேம்பாட்டின் குறிக்கோள் ஆகும்.

பசுமைப்புரட்சி

- வளரும் நாடுகளிலும், பொருளாதாரத்தில் பின்தங்கிய நாடுகளிலும் அதிக மகசூல் தரும் பயிர் வகைகள் மற்றும் நவீன விவசாய நுட்பங்கள் மூலம் உணவு உற்பத்தியை அதிகரிக்கும் செயல்முறையே **பசுமைப்புரட்சி** ஆகும்.

“பசுமைப்புரட்சியின் தந்தை” என்று அழைக்கப்பட்ட அமெரிக்க வேளாண் விஞ்ஞானியான **டாக்டர். நார்மன் E. போர்லாக்** 1970 ஆம்ஆணடு, அமைதிக்கான நோபல் பரிசைப் பெற்றார். டாக்டர். போர்லாகுடன் இணைந்து இந்தியாவில் **டாக்டர். மா.சா. சுவாமிநாதன்** மெக்சின் கோதுமை வகைகளை அறிமுகம் செய்து, பசுமைப்புரட்சியைக் கொண்டு வந்தார். இதனால், 1960 – 2000 க்கும் இடையே கோதுமை மற்றும் அரிசி உற்பத்தி அதிக அளவில் அதிகரித்தது.

அதிக மகசூல் மற்றும் உயர் தரத்திற்கான பயிர்ப்பெருக்கம்

- சுதந்திரத்திற்குப் பின்னர் இந்தியா எதிர் கொண்ட மிகப் பெரிய சவால், பெருகி வரும் மக்கட்தொகைக்கு போதுமான உணவை உற்பத்திச் செய்வதே ஆகும். அதிக மகசூலை அளிக்கும் பயிர் வகைகளை உற்பத்திச் செய்ய மேற்கொண்ட முயற்சிகள் பசுமைப்புரட்சிக்கு வழிவகுத்தன.

அரைக்குள் வகைக் கோதுமை மற்றும் நெல்

- **மெக்சிகோவின்** அதிக மகசூல் தரும், அரைக்குள்ள உயரமுடைய (semidwarf), செயற்கை உரத்தை ஏற்றுக் கொள்ளும் தன்மை கொண்ட கோதுமை வகைகளில் இருந்து, **சோனாலிகா** மற்றும் **கல்யாண சோனா** போன்ற அரைக்குள்ள கோதுமை வகைகள் உற்பத்திச் செய்யப்பட்டன. பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டைச் சார்ந்த சர்வதேச நெல் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (IPRI), **ஐ.ஆர்** 8 (அதிசய அரிசி) என்ற அதிக மகசூல் தரும் அரைக்குள்ள நெல் வகையை உற்பத்திச் செய்தது. இது 1966 ஆம் ஆண்டு முதன்முதலில் பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டிலும், இந்தியாவிலும் அறிமுகம் செய்யப்பட்டது. இது இந்தோனேசியாவின் அதிக மகசூல் தரும் நெல் வகையான **பீட்டா** மற்றும் சீனாவின் குள்ளநெல் வகையான **டீ – ஜியோ – வூ - ஜென்** (Dee – geo – woo-gen - DGWG) ஆகியவை இணைந்து உருவான கலப்பினமாகும்.

டாக்டர் மா.சா. சுவாமிநாதன்
இந்திய பசுமைப்புரட்சியில் முன்னணிப் பங்கு வகித்தவர், இந்திய விஞ்ஞானியான டாக்டர். மான்கொம்பு சாம்பசிவன் சுவாமிநாதன் ஆவார். உருளைக் கிழங்கு, கோதுமை, நெல் மற்றும் சணல் ஆகிய பயிர்களில் அவர் மேற்கொண்ட பயிர்ப்பெருக்க ஆய்வுகள் மிகவும் புகழ்பெற்றவையாகும். அவரது பெரும் முயற்சிகளால் 1960 ஆம் ஆண்டில் 12 மில்லியன் டன்னாக இருந்த கோதுமை உற்பத்தி, தற்போது 70 மில்லியன் டன்னாக உயர்ந்துள்ளது. எனவே, இவர் “இந்திய பசுமைப்புரட்சியின் தந்தை” என பொருத்தமாக அழைக்கப்படுகிறார்.

டாக்டர்.கோ.நம்மாழ்வார்

டாக்டர்.கோ.நம்மாழ்வார் (1938-2013) ஒரு தமிழ் விவசாய விஞ்ஞானி, சுற்றுச் சூழல் ஆர்வலர் மற்றும் இயற்கை வேளாண் வல்லுநர் ஆவார். இவர் “வானகம் - நம்மாழ்வார் உயிர் சூழல் நடுவம், உலக உணவு பாதுகாப்பிற்கான பண்ணை ஆராய்ச்சி மையம்” (NEFFFRGFST – வானகம்) என்ற அறக்கட்டளையை உருவாக்கி, அதன் மூலம் இயற்கை வேளாண்மையின் பயன்கள் பற்றிய விழிப்புணர்வை மக்களிடையே உருவாக்கினார்.

நோய் எதிர்ப்புத் திறனுக்கான பயிர்ப்பெருக்கம்

- வைரஸ்கள், பாக்டீரியங்கள மற்றும் பூஞ்சைபள் போன்ற நோய் உயிரிகளால் தாவரங்களில் நோய்கள் ஏற்படுகின்றன. இது பயிர்கள் மகசூலைப் பாதிக்கிறது. எனவே பூஞ்சைக் கொல்லிகள், பாக்டீரியக் கொல்லிகளைக் குறைவாக பயன்படுத்தி, மகசூலை அதிகமாக்கி அதே வேளையில் நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற பயிர் வகைகளை உற்பத்திச் செய்வது அவசியமாகிறது. பயிர்ப்பெருக்கத்தின் மூலம் உற்பத்திச் செய்யப்பட்ட நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற சில ரகங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற பயிர் ரகங்கள்

பயிர்	ரகம்	எந்த நோய்க்கெதிரான எதிர்ப்புத் தன்மை பெற்றது
கோதுமை	ஹிம்கிரி	இலை மற்றும் பட்டைத் துரு நோய், ஹில் பண்ட்
காலி∴பிளவர்	பூசா சுப்ரா பூசா பனிப்பந்து K-1	கறுப்பு அழுகல் நோய்
தட்டைப் பயிறு	பூசா கோமல்	பாக்டீரிய கருகல் நோய்

பூச்சிகள் / தீங்குயிரிகள் எதிர்ப்புத் திறனுக்கான பயிர்ப்பெருக்கம்

- நுண்ணுயிரிகளுடன் ஏராளமான பூச்சிகள் மற்றும் தீங்குயிரிகள் பயிர்களுக்கு சேதம் விளைவிக்கின்றன. எனவே பூச்சி மற்றும் தீங்குயிரி எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற பயிர் வகைகள் உருவாக்கப்பட்டன. அவற்றுள் சில கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பூச்சிகள் / தீங்குயிரிகள் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற பயிர் ரகங்கள்

பயிர்	ரகம்	எந்த பூச்சி / தீங்குயிரி வகைகளுக்கான எதிர்ப்பு தன்மை பெற்றது
கடுகு	பூசா கவுரவ்	உறிஞ்சி உண்ணும் பூச்சியான அசுவினி
அவரைக்காய்	பூசா செம் - 2 பூசா செம் - 3	இலைத் தத்துப்பூச்சி, அசுவினி, கனி துளைப்பான்
வெண்டை	பூசா சவானி பூசா A4	தண்டு மற்றும் கனி துளைப்பான்

மேம்பட்ட ஊட்டச்சத்து தரத்திற்கான பயிர்ப்பெருக்கம்

- உலக மக்கள் அனைவரின் கவனத்தையும் ஈர்த்து கொண்டிருக்கும் மிகப் பெரிய உடல்நலப் பிரச்சினைகள், ஊட்டச்சத்து குறைவு மற்றும் புரதக் குறைபாடு ஆகியவையே. இது மனித உடல் நலத்தை மட்டுமல்லாது ஏனைய பண்ணை விலங்குகளின் உடல் நலத்தையும் பாதிக்கிறது. மனிதர்கள் மற்றும் விலங்குகளின் உடல் நலம், பயிர்களின் ஊட்டச்சத்தின் தரம், உணவூட்டப்

பொருட்களின் அளவு மற்றும் தரத்தைப் பொறுத்தது. பயிர்களின் தரத்தை பின் வரும் தேவைகளைப் பொறுத்து மேம்படுத்தலாம்.

1. புரதத்தின் அளவு மற்றும் தரம்
2. எண்ணெயின் அளவு
3. கனிமங்களின் அளவு

உயிரூட்டச்சத்தேற்றம் (Biofortification)

- விரும்பத் தக்க ஊட்டச் சத்துக்களான வைட்டமின்கள், புரதங்கள் மற்றும் கனிமங்கள் நிறைந்த பயிர் தாவரங்களை உற்பத்திச் செய்யப் பயன்படுத்தப்படும் அறிவியல் முறையே **உயிரூட்டச்சத்தேற்றம்** எனப்படும். இதன் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட சில பயிர் ரகங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. லைசின் என்ற அமினோ அமிலம் செறிந்த கலப்பின் மக்காச்சோள ரகங்களான புரோட்டினா, சக்தி மற்றும் ரத்னா (இந்தியாவில் உருவாக்கப்பட்டவை)
2. புரதம் செறிந்த கோதுமை ரகமான அட்லஸ் 66
3. இரும்புச் சத்து செறிவூட்டப்பட்ட அரிசி ரகம்
4. வைட்டமின் A செறிந்த கேரட், பூசணி மற்றும் கீரை ரகங்கள்.

பயிர் மேம்பாட்டிற்கான பயிர்ப்பெருக்க முறைகள்

- அதிக மகசூல் தரும் பயிர் ரகங்களை உற்பத்திச் செய்யும் பயிர்ப்பெருக்க முறைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. புதிய வகைத் தாவரங்களின் அறிமுகம்.
2. தேர்வு செய்தல்
3. பன்மய பயிர்ப்பெருக்கம்
4. சடுதிமாற்றப் பயிர்ப்பெருக்கம்
5. கலப்பினமாக்கம்

புதிய வகைத் தாவரங்களின் அறிமுகம்

- இது அதிக மகசூல் தரும் தாவர வகைகளை ஒரு இடத்தில் இருந்து மற்றொரு இடத்துக்கு அறிமுகம் செய்யும் செயல்முறையாகும். இத்தகைய தாவரங்கள் அயல் இனங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு இறக்குமதி செய்யப்பட்ட தாவரங்களில் நோய்க் கிருமிகளும், பூச்சிகளும் இருக்கலாம். எனவே அவை அறிமுகம் செய்யப்படுவதற்கு முன்னர் தாவர நோய்த் தொற்றுத் தடுப்பு முறைகள் மூலம் முற்றிலும் சோதிக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக பேசியோலஸ் முங்கோ என்ற உளுந்து ரகம் சீனாவில் இருந்து அறிமுகம் செய்யப்பட்டது.

தேர்வு செய்தல்

- புறத்தோற்றத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு சிறந்த தாவர ரகங்களைத் தாவரக் கூட்டத்தில் இருந்து பிரித்தெடுக்கும் பழம் பெரும் முறை ''தேர்வு செய்தல்'' ஆகும்.

தேர்வு முறைகள்

மூன்று வகையான தேர்வு முறைகள் உள்ளன.

1. கூட்டுத் தேர்வு முறை
2. தூய வரிசைத் தேர்வு முறை
3. போத்துத் தேர்வு முறை (குளோனல் தேர்வு முறை)

1. கூட்டுத் தேர்வு முறை

- பல வகைப் பண்புகள் கொண்ட தாவரங்களின் கூட்டத்தில் இருந்து விரும்பத் தக்க பண்புகளைக் கொண்ட சிறந்த தாவரங்களின் விதைகள் சேகரிக்கப்படுகின்றன. இந்த விதைகளிலிருந்து இரண்டாம் தலைமுறை தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இச்செயல்முறை ஏழு அல்லது எட்டு தலைமுறைகளுக்குத் தொடர்ந்து செய்யப்படுகிறது. இறுதியில் தேர்ந்தெடுக்கபட்ட விதைகள் அதிக எண்ணிக்கையில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு, விவசாயிகளுக்கு பயிரிடுவதற்காக விநியோகிக்கப்படுகிறது.

- வேர்கடலை ரகங்களான TMV – 2 மற்றும் AK-10 ஆகியவை கூட்டுத் தேர்வுக்கான சில எடுத்துக்காட்டுக்கள் ஆகும். கூட்டுத் தேர்வு முறையின் சுருக்க வரைபடம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

2. தூய வரிசைத் தேர்வு முறை

- **தூய வரிசை** என்பது “தனி உயிரியில் இருந்து தற்கலப்பு மூலம் பெறப்பட்ட சந்ததி” ஆகும். இது “தனித்தாவரத் தேர்வு” எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் தன் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட ஒரு தனித் தாவரத்தில் இருந்து ஏராளமான தாவரங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு, தனித்தனியே அறுவடைச் செய்யப்படுகின்றன. அவற்றில் இருந்து தாவர சந்ததிகள் தனித்தனியே மதிப்பீடு செய்யப்படுகின்றன. அவற்றுள் மிகச் சிறந்தது ‘தூய வரிசை” என வெளியிடப்படுகிறது. இந்த சந்ததிகள், புறத் தோற்றத்திலும் ஜீனாக்கத்திலும் ஒத்தக் காணப்படுகின்றன.

3. போத்துத் தேர்வு முறை (குளோனல் தேர்வு முறை)

- ஒரு தனித் தாவரத்திலிருந்து உடல இனப்பெருக்கம் அல்லது பாலிலா இனப்பெருக்கத்தின் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட தாவரங்களின் கூட்டமே **குளோன்கள்** எனப்படுகின்றன. இதன் மூலம் உருவான அனைத்து தாவரங்களும் புறத்தோற்றத்திலும் ஜீனாக்கத்திலும் ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. உடலப் பெருக்கத்தின் மூலம் உருவான பலவகைத் தாவரங்களின் கூட்டத்திலிருந்து விரும்பத்தக்க போத்துகளைத் தேர்வு செய்யும் முறையே “போத்து தேர்வு முறை” என அழைக்கப்படுகிறது.

பன்மய பயிர்ப்பெருக்கம்

- பாலினப் பெருக்கம் செய்யும் தாவரங்களின் உடல் செல்களில் இரண்டு முழுமையான தொகுதி குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இதுவே **இரட்டை மயம்**

(2n) எனப்படும். கேமீட்டுகளில் (இனச்செல்களில்) ஒரே ஒரு தொகுதி குரோமோசோம் மட்டுமே உள்ளது. இது ''ஒற்றைமயம்'' (n) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட தொகுதி குரோமோசோம்களைக் கொண்ட உயிரினம் **''பன்மயம்''** (Greek : Polys = many + aploos = One fold + eidos=form) எனப்படும். இந்த நிலை ''பல தொகுதியாக்கும் இயல்பு'' எனப்படும். இது வெப்பம், குளிர், x - கதிர் போன்ற இயற்பியல் காரணிகளாலும், கால்ச்சிசின் போன்ற வேதிக்காரணிகளாலும் தூண்டப்படுகிறது.

பன்மய பயிர்ப்பெருக்கத்தின் சாதனைகள்

பன்மய பயிர்ப்பெருக்கத்தின் சில சாதனைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

- விதைகளற்ற தர்பூசணி (3n) மற்றும் வாழை (3n)
- பெரிய தண்டும், வறட்சி எதிர்ப்புத் தன்மையும் கொண்ட மும்மய தேயிலை TV–29
- டிரிட்டிக்கேல் (6n) என்பது கோதுமை மற்றும் ரை ஆகயி இரண்டிற்கும் இடையே கலப்பு செய்து பெறப்பட்ட கலப்புயிரி ஆகும். இதை வளமுடையதாக மாற்ற, பன்மயம் தூண்டப்பட்டது. இது அதிக நார்ச்சத்தும் புரதமும் கொண்டது.
- கால்ச்சிசின் சிகிச்சையால் உருவாக்கப்பட்ட ரப்பனோ பிராசிக்கா ஒரு அல்லோடெட்ராபிளாய்டு (4n) ஆகும்.

சடுதிமாற்ற பயிர்ப்பெருக்கம்

- ஒரு உயிரினத்தின் DNA வின் நியூக்ளியோடைடு வரிசையில் திடீரென ஏற்படும், பாரம்பரியத்துக்கு உட்படும் மாற்றமே சடுதிமாற்றம் எனப்படும். இது மரபியல் வேறுபாடுகளை உண்டாக்குவதன் மூலமாக, உயிரினங்களில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும் செயல் ஆகும். சடுதிமாற்றத்துக்கு உட்படும் உயிரினம் ''சடுதிமாற்றமுற்ற உயிரினம்'' (mutant) எனப்படும்.

காமாத் தோட்டம்

- காமாத் தோட்டம் அல்லது அணுப் பூங்கா என்பது இரண்டாம் உலகப் போருக்கு பிறகு அணு சக்தி ஆற்றலை பயிர் முன்னேற்றத்திற்காகப் பயன்படுத்தும் ஒரு பிரபலமான கருத்தாக்கம் ஆகும். இது ஒரு தூண்டப்பட்ட சடுதிமாற்ற பயிர்பெருக்க முறையாகும். இதில் கோபால்ட் - 60 அல்லது சீசியம் - 137 இல் இருந்து காமாக்கதிர்கள் பயிர் தாவரங்களில் விரும்பத்தக்க சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டுவதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டன.

- சடுதிமாற்றத்தைத் தூண்டும் காரணிகள் **''மியூடாஜென்கள்''** அல்லது ''**சடுதிமாற்றத் தூண்டிகள்**'' எனப்படும். சடுதி மாற்றத் தூண்டிகள் இரு வகைப்படும். அவை இயற்பியல் சடுதிமாற்றத் தூண்டிகள் மற்றும் வேதியியல் சடுதிமாற்றத் தூண்டிகள் ஆகும்.

i) இயற்பியல் சடுதிமாற்றத் தூண்டிகள்

- சடுதிமாற்றத்தைத் தூண்டும் கதிர் வீச்சுகளான X - கதிர்கள், α, β மற்றும் γ - கதிர்கள், புறஊதாக் கதிர்கள் மற்றும் வெப்பநிலை போன்றவை இயற்பியல் சடுதிமாற்றத் தூண்டிகள் எனப்படும்.

ii) வேதியியல் சடுதிமாற்றத் தூண்டிகள்

- சடுதிமாற்றத்தைத் தூண்டும் வேதிப் பொருட்கள் வேதியியல் சடுதிமாற்றத் தூண்டிகள் எனப்படும். (எ.கா.) கடுகு வாயு மற்றும் நைட்ரஸ் அமிலம்.

- பயிர் மேம்பாட்டிற்கு தூண்டப்பட்ட சடுதி மாற்றத்தைப் பயன்படுத்துவதே ‘‘சடுதிமாற்ற பயிர்ப்பெருக்கம்’’ எனப்படும்.

சடுதிமாற்ற பயிர்ப்பெருக்கத்தின் சாதனைகள்

- சடுதிமாற்ற பயிர்ப்பெருக்கத்தின் சில சாதனைகளைக் கீழே காணலாம்.

    1. **ஸொனாரா – 64** என்ற கோதுமை ரகத்தில் இருந்து காமாக்கதிர்களைப் பயன்படுத்தி சர்பதி ஸொனாரா என்ற கோதுமை ரகம் உருவாக்கப்பட்டது.
    2. உவர் தன்மையைத் தாங்கும் திறன் மற்றும் தீங்குயிரி எதிர்ப்புத் தன்மை பெற்ற அட்டாமிட்டா 2 அரிசி ரகம்.
    3. கடினமாக கனி உறை கொண்ட நிலக்கடலை ரகம்.

கலப்பினமாக்கம்

- கலப்பினமாக்கம் என்பது ‘‘இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வகைத் தாவரங்களைக் கலப்பு செய்து, அவற்றின் விரும்பத்தக்க பண்புகளை, ‘‘கலப்புயிரி’’ என்ற ஒரே சந்ததியில் கொண்டு வரும் செயல்முறை ஆகும். கலப்புயிரியானது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பண்புகளில் இரண்டு பெற்றோரையும் விட மேம்பட்டதாக இருக்கும். மரபியல் வேறுபாடுகளை ஏற்படுத்தி மேம்பட்ட வகை ரகங்களை உருவாக்கும் பொதுவான முறையே கலப்பினமாக்கம் ஆகும்.

கலப்பின ஆய்வு: டிரிட்டிக்கேல் (மனிதன் உருவாக்கிய முதல் கலப்பின தானியம்)

- டிரிட்டிக்கேல் என்பது மனிதன் உருவாக்கிய முதல் கலப்பின தானியமாகும். இது கோதுமை (டிரிட்டிகம் டியூரம், $2n = 28$) மற்றும் ரை (சீகேல் சிரியேல், $2n = 14$) ஆகியவற்றை கலப்பு செய்ததால் கிடைக்கப் பெற்றது. இதனால் உருவான F_1 கலப்புயிரி வளமற்றது ($2n = 21$). பின்னர் கால்ச்சிசினைப் பயன்படுத்தி, அதன் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையை இரட்டிப்படையச் செய்து, உருவாக்கப்பட்டதே டிரிட்டிக்கேல் ($2n = 42$) என்ற ஹெக்சாபிளாய்டு ஆகும்.

- பயிர்ப்பெருக்கம் மற்றும் தேர்ந்தெடுத்தல் ஆகியவற்றின் சுழற்சியானது விரும்பத் தக்க பண்புகளைக் கொண்ட தாவரங்கள் உருவாகும் வரைத் தொடர்கிறது. புதிய ரக பயிர் வகைகளை உற்பத்திச் செய்வது ஒரு நீண்டகால செயல்பாடாகும். இரண்டு தாவரங்களின் பண்புகளை ஒரே தாவரத்தில் ஒன்றிணைப்பதும், அதன் கலப்பின் வீரியத்தைப் பயன்படுத்துவதும் கலப்பினமாக்கலின் இரு முக்கிய அம்சங்களாகும்.

விலங்கினக் கலப்பு

- ஒரே சிற்றினத்திற்குள்ளே, ஒரு பொது மூதாதையரிடமிருந்து தோன்றிய விலங்குகளின் குழு இனம் எனப்படும். இது அச்சிற்றினத்தின் பிற உயிரிகளிடம் காணப்படாத பண்புகளைக் (பொதுத் தோற்றம் மற்றும் சில குறிப்பிடத்தக்க பண்புகள்) கொண்டதாகும்.

- **இனக்கலப்பு** என்பது சில சிறப்பாக பண்புகளைக் கொண்ட வெவ்வேறு வகையான பெற்றோர்களை கலப்பு செய்து அத்தகு விரும்பத்தக்க பண்புகள் அடுத்த சந்ததிக்கு கடத்தப்படுவதாகும்.

- வீட்டு விலங்குகளின் ஜீனாக்கத்தை மேம்படுத்தி அதன் மூலம் உற்பத்தியை அதிகப்படுத்துதல் மற்றும் விரும்பத்தக்க பண்புகளான பால், முட்டை மற்றும் இறைச்சி உற்பத்தியை அதிகப்படுத்துவதே விலங்கின வகைப் பெருக்கத்தின் நோக்கங்களாகும்.

- ஒரே இனத்தை சேர்ந்த தொடர்புடைய விலங்குகளுக்கு இடையே நடைபெறக் கூடிய கலப்பு உட்கலப்பு எனப்படும். **வெளிக்கலப்பு** என்பது தொடர்பற்ற உயிரினங்களை கலப்பு செய்வதாகும்.

உட்கலப்பு

- நெருங்கிய தொடர்புடைய மற்றும் ஒரே இனத்தை சார்ந்த உயிரினங்களை 4 முதல் 6 தலைமுறைகளுக்கு கலப்புச் செய்வதே உட்கலப்பு முறையாகும். இது ஒரே இனத்தைச் சார்ந்த வீரியமிக்க ஆண் மற்றும் வீரியமிக்க பெண் விலங்குகளை இனங்கண்டு, அவற்றை ஜோடியாக இனக்கலப்பு செய்வதாகும். இம்முறையின் மூலம் வீரியமிக்க ஜீன்கள் கலப்பினத்தில் ஒன்றாகக் கொண்டு வரப்பட்டு, விரும்பத்தகாத ஜீன்கள் நீக்கப்படுகின்றன.

- பஞ்சாபைச் சேர்ந்த ஹிஸ்ஸர்டேல் என்ற புதிய செம்மறி ஆட்டினம் பிக்கானிரின் (மாக்ரா) பெண் ஆட்டையும், ஆஸ்திரேலியாவின் மரினோ ஆண் ஆட்டையும் கலப்பினம் செய்து உருவாக்கப்பட்டதாகும்.

உட்கலப்பு வீழ்ச்சி

- தொடர்ச்சியாக ஒரு இனத்தின் தொடர்புடைய விலங்குகளிடையே உட்கலப்பு செய்வது அதன் பாலின வளத்தையும் மற்றும் உற்பத்தித் திறனையும் பாதிக்கும். இது உட்கலப்பு வீழ்ச்சி எனப்படும். இனத் தேர்வில் தவிர்க்கப்பட்ட தீமைச் செய்யும் ஒடுங்கு பண்புக்கான ஜீன்களை உட்கலப்பு வெளிக்கொணர்கிறது.

வெளிக்கலப்பு

- இது தொடர்பற்ற விலங்குகளைக் கலப்புச் செய்வதாகும். இவ்வினக்கலப்பின் மூலம் உருவான புதிய உயிரி கலப்புயிரி என அழைக்கப்படுகிறது. இக்கலப்புயிரி, பெற்றோர்களைவிட பலம் வாய்ந்ததாகவும், வீரியமானதாகவும் இருக்கும். இம்முறையில் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த, விரும்பத்தக்க பண்புகளை கொண்ட இரண்டு சிற்றினங்கள் கலப்பினச் சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறையில் கோவேறு கழுதை எவ்வாறு உருவாக்கப்பட்டது என்பதை கீழே காணலாம்.

ஆண் கழுதை X பெண் கழுதை

↓

கோவேறு கழுதை

கோவேறு கழுதையை, குதிரையுடன் ஒப்பிடும் போது அது வலிமை, நுண்ணறிவு, வேலை செய்யும் திறன் மற்றும் நோய் எதிர்ப்புத் திறன் ஆகியவற்றில் வீரியமிக்கதாக காணப்பட்டது. ஆனால் அது மலட்டுத் தன்மை உடையது.

பறவைகளின் குறுக்குக் கலப்பு

வெள்ளை லெக்ஹான் × பிளைமௌத் ராக்

↓

அதிகமுட்டைகளை உற்பத்தி செய்யும் கலப்பினக் கோழி இனம்

பசுக்களின் குறுக்கக் கலப்பு

அயல் இனக் காளைகள் மற்றும் உள்நாட்டு பசு ஆகியவற்றிற்கிடையே நடைபெறும் கலப்பு

பிரவுன் ஸ்விஸ் × சாகிவால்

↓

கரன் ஸ்விஸ் - உள்நாட்டு பசுக்களை விட 2 முதல் 3 மடங்கு அதிகமாக பால் உற்பத்தி செய்பவை.

ஹெட்டிரோசிஸ்

- கலப்பின் சேர்க்கை மூலம் உயர்தரப் பண்புகளை உடைய கலப்பினங்களை உற்பத்தி செய்வது ஹெட்டிரோசிஸ் அல்லது கலப்பின வீரியம் எனப்படும்.

விலங்குப் பெருக்கத்தில் கலப்பின வீரியத்தின் விளைவுகள்

- கால்நடைகளில் பால் உற்பத்தியை அதிகரித்தல்

- கோழிகளில் முட்டை உற்பத்தியை அதிகரித்தல்
- உயர் தர இறைச்சியை உற்பத்திச் செய்தல்
- வீட்டு விலங்குகளின் வளர் வீதத்தை அதிகப்படுத்துதல்

மரபுப்பொறியியல்

- ஜீன்களை நாம் விரும்பியபடி கையாள்வதும், புதிய உயிர்களை உருவாக்க ஜீன்களை ஒரு உயிரியிலிருந்து மற்றொரு உயிரிக்கு இடம் மாற்றுதலும் மரபுப்பொறியியல் எனப்படும். இந்நிகழ்வில் உருவாகும் புதிய டி.என்.ஏ, மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ (rDNA) எனப்படும். மறுசேர்க்கை என்ற பதத்தைப் பயன்படுத்துவதன் காரணம் டி.என.ஏ இருவகையான மூலங்களிலிருந்து பெறப்பட்டு இணைக்கப்படுகிறது. ஆதலால், மரபுப்பொறியியல், மறுசேர்க்கை DNA தொழில்நுட்பம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

மரபுப்பொறியியல் தொழில்நுட்பம் - அடிப்படைத் தேவைகள்

- மறுசேர்க்கை DNA (rDNA) தொழில்நுட்பத்திற்கு படிக்கற்களாக அமைந்த சில முக்கிய கண்டுபிடிப்புகள்

1. பாக்டீரியாவின் குரோமோசோம் டி.என்.ஏ வுடன் சேர்ந்து தன்னிச்சையாக இரட்டிப்பு அடையும் பிளாஸ்மிட் DNA.

2. ரெஸ்ட்ரிக்ஸன் நொதிகள் டி.என.ஏ இழையினை குறிப்பிட்ட இடங்களில் துண்டிக்கின்றன. எனவே இவை மூலக்கூறு கத்திரிக்கோல் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

3. டி.என்.ஏ லைகேஸ் நொதி துண்டிக்கப்பட்ட டி.என்.ஏ துண்டுகளை இணைக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பிளாஸ்மிடு
பிளாஸ்மிடு என்பது பாக்டீரிய செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும், குரோமோசோம் சாராத, சிறிய, வட்ட வடிவ, இரண்டு இழைகளான டி.என்.ஏ ஆகும். இது குரோமோசோம் டி.என்.ஏவிலிருந்து வேறுபட்டது. இது தன்னிச்சையாக இரட்டிப்படையும் திறனுடையது.

ரெஸ்ட்ரிக்ஸன் நொதி டி.என்.ஏ வில் குறிப்பிட்ட இடத்தில் காணப்படும் குறிப்பிட்ட கார வரிசையை (பேலின்ட்ரோம் வரிசை) அடையாளம் கண்டு, அவ்விடத்தில் உள்ள பாஸ்போடைஎஸ்டர் பிணைப்புகளைத் துண்டிப்பதன் மூலம் டி.என.ஏ-வைத் துண்டிக்கிறது.

ஜீன் குளோனிங்

- குளோன் என்ற சொல்லை கேட்டவுடன் உங்கள் மனதில் தோன்றுவது யாது? நிச்சயமாக டாலி என்ற செம்மறி ஆட்டுக்குட்டி தான். குளோன் என்பது ஒரு உயிரினத்தின் நகல் ஆகும். குளோனிங் என்பது மரபொத்த உயிரிகளை பிரதிகளாக உற்பத்தி செய்யும் முறையாகும்.

ஜீன் குளோனிங் முறையில், ஒரு ஜீன் அல்லது டி.என்.ஏ துண்டானது பாக்டீரிய செல்லினுள் செலுத்தப்பட்டு, பாக்டீரியா செல் பகுப்படையும்போது அதனுடன், உட்செலுத்தப்பட்ட டி.என்.ஏ துண்டு நகல் பெருக்கம் அடைவதாகும்.

டாலி உருவாக்கம்

1996 ஆம் ஆண்டு ஜூலை மாதம் ஸ்காட்லாந்து நாட்டு ரோசலின் நிறுவனத்தினைச் சார்ந்த டாக்டர். அயான் வில்மட் மற்றும் அவரது குழுவினரும் இணைந்து டாலி என்ற குளோனிங் முறையிலான பெண் செம்மறி ஆட்டுக்குட்டியினை முதன்முதலில் உருவாக்கினர். இந்த ஆட்டுக்குட்டி உடல செல் உட்கரு மாற்றிப் பொருத்துதல் முறையில் உருவாக்கப்பட்டதாகும். ஆறரை ஆண்டுகள் உயிர் வாழ்ந்த இந்த ஆட்டுக்குட்டி நுரையீரல் நோயினால் 2003 ஆம் ஆண்டு இறந்தது.

ஜீன் குளோனிங் செயல் நுட்பத்தின் அடிப்படை நிகழ்வுகளாவன.

1. ரெஸ்ட்ரிக்ஸ்ன் நொதியைப் பயன்படுத்தி விரும்பிய டி.என்.ஏ துண்டைப் பிரித்தெடுத்தல்.

2. டி.என்.ஏ துண்டைத் தகுந்த கடத்தியினுள் (பிளாஸ்மிட்) நுழைத்து மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ க்களை (rDNA) உருவாக்குதல்.

3. விருந்தோம்பி பாக்டீரிய செல்லின் உள்ளே மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ வை உட்புகுத்துதல் (உருமாற்றம்)

4. உருமாற்றமடைந்த விரும்தோம்பி செல்களைத் தேர்ந்தெடுத்து மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ (rDNA)வை பாக்டீரிய செல் பெருக்கம் மூலம் நகல் பெருக்கம் செய்தல்.

5. விருந்தோமிபியின் செல்லில் புதிய ஜீன் தனது பண்புகளை வெளிப்படுத்துதல்.

   இம்முறையின் மூலம பல நொதிகள், ஹார்மோன்கள் மற்றும் மருந்துகளை தயாரிக்கலாம்.

மருத்துவத்தில் உயிர்த்தொழில்நுட்பவியல்

- மரபுப்பொறியியல் தொழில்நுட்பத்தினைப் பயன்படுத்தி மருத்தவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மதிப்பு மிக்க புரதங்கள் அல்லது பாலிபெப்டைடுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவை பல நோய் தீர்க்கும் மருந்துப் பொருட்களை வணிக ரீதியாக உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- rDNA தொழில் நுட்பத்தின் மூலம் உருவாக்கப்பட்டுள்ள மருத்தவப் பொருட்கள்

1. இரத்த சர்க்கரை நோய் சிகிச்சைக்கான இன்சுலின்

2. வளர்ச்சி குறைபாடுள்ள குழந்தைகளின் குறைபாட்டினை நீக்கும் மனித வளர்ச்சி ஹார்மோன்

3. ஹீமோ.ஃபிலியா என்ற இரத்த உறைதல் குறைபாட்டு நோய்க் கட்டுப்பாட்டிற்கான ‘இரத்த உறைதல் காரணிகள்’.

4. திசு பிளாஸ்மினோஜன் தூண்டி, (இரத்தம் உறைதலைத் தடுக்கும் காரணி) இரத்தக் கட்டிகளைக் கரைத்து இதய அடைப்பைத் தவிர்க்க உதவுகின்றது.

5. ஹெப்பாடிடிஸ் B மற்றும் வெறி நாய்க்கடி (ரேபிஸ்) நோயைத் தடுக்கும் தடுப்பூசிகள்.

ஜீன் சிகிச்சை

- மனிதனில் குறைபாடுள்ள ஜீன்களுக்கு பதிலாக திருத்தப்பட்ட, செயல்படும் ஜீன்களை இடம் மாற்றி மரபு நோய்களையும், குறைபாடுகளையும் சரி செய்வது ஜீன் சிகிச்சை எனப்படும். குறைபாடு / நோய் உள்ள மனிதரின் ஜீன்கள் மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ தொழில்நுட்பத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டு திருத்தப்படுகின்றன. இம்முறை 1990 ஆம் ஆண்டு வெற்றிகரமாக நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டது.

- உடல செல்களில் திருத்தப்பட்ட ஜீன்கள் இடம் மாற்றப்படுதல் உடல செல் ஜீன் சிகிச்சை எனப்படும்.

- கருநிலை அல்லது இனப்பெருக்க செல்களில் (விந்து மற்றும் அண்ட செல்) திருத்தப்பட்ட ஜீன்கள் இடம் மாற்றப்படுதல் இன செல் அல்லது கருநிலை செல் ஜீன் சிகிச்சை எனப்படும்.

- இது நாள் வரை இனப்பெருக்க செல்கள் அல்லாத உடல செல்களில் மட்டுமே ஜீன் சிகிச்சை மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. உடல செல்களில் செய்யப்படும் ஜீன் திருத்தம் அந்த திருத்தம் செய்யப்படும் நோயாளிக்கு மட்டுமே நன்மை பயக்கும். அத்திருத்தம் அடுத்த தலைமுறைக்கு எடுத்து செல்லப்படுவதில்லை.

குருத்தணுக்கள் (stem cells)

- நமது உடல் பல்வேறு பணிகளை மேற்கொள்ள ஏதுவாக 200 க்கும் மேற்பட்ட சிறப்பான செல் வகைகளைக் கொண்டுள்ளது. எ.கா. நியூரான்கள் எனப்படும் நரம்பு செல்கள் உணர்வு சமிக்ஞைகளைக் கடத்தவும், இதயத் தசை செல்கள் இதயம் சுருங்கி விரிந்து இரத்தத்தை உந்தித் தள்ளவும், கணைய செல்கள் இன்சுலினை சுரக்கவும் செய்கின்றன. இச்செல்கள் மாறுபாடு அடைந்த செல்கள் எனப்படுகின்றன.

- மாறாக மாறுபாடு அடையாத அல்லது சிறப்பு செல் வகைகளாக மாற்றமடையாத செல்களின் தொகுப்பு, குருத்தணுக்கள் எனப்படுகின்றன. இந்த குருத்தணு பல செல் வகைகளாக மாறுபாடு அடையும் மாறுபட்ட திறன் கொண்டவை. ஒரு குருத்தணு எண்ணிலடங்கா வகைகளாக மாற்றங்களை அடைந்து எவ்வகையான மாறுபாடு அடைந்த செல்லாகவும் மாற்றங்களை அடைந்து எவ்வகையான மாறுபாடு அடைந்த செல்லாகவும் மாறும் போக்கு ‘திறன்’ எனப்படும். பிற வகை வேறுபாடு அடைந்த செல்லாக மாற்றமடையும் குருத்தணு கீழக்கண்ட இரு முக்கிய பண்புகளைக் கொண்டது.

i. பகுப்படைவதன் மூலம் அதிக எண்ணிக்கையிலான குருத்தணுக்களை உற்பத்தி செய்யும் திறன். இது ‘சுய புதுப்பிததல்’ எனப்படுகிறது.

ii. மாறுபாடு அடைந்த சிறப்பு செல்களாக மாறி குறிப்பிட்ட பணியினை மேற்கொள்ளும் திறன்.

குருத்தணுக்களின் வகைகள்

- கருநிலைக் குருத்தணுக்கள் என்பவை ஆரம்ப நிலை கருக்களிலிருந்த பெறப்பட்டு வளர்க்கப்படலாம். இவை கருக்கோளத்தின் உட்புறத்திலிருந்து பெறப்படுகின்றன. இவ்வகை செல்கள் உடலின் எவ்வகை செல்லாகவும் மாற்றமடையும் திறன் பெற்றவை.

- **முதிர் குருத்தணுக்கள் அல்லது உடலக் குருத்தணுக்கள்** என்பவை பிறந்த பச்சிளம் குழந்தைகளின் உடலிலும், பெரியவர்களின் உடலிலும் காணப்படும். இவ்வகை செல்கள் உடலின் குறிப்பிட்ட செல் வகைகளாக மட்டும் மாறக்கூடிய திறன் பெற்றவை. அம்னியாட்டிக் திரவம், தொப்புள்கொடி மற்றும் எலும்பு மஜ்ஜை போன்றவை முதிர் குருத்தணுக்களின் மூலங்களாக விளங்குபவை ஆகும்.

குருத்தணு சிகிச்சை

- சில நேரங்களில் நமது உடலின் செல்கள், திசுக்கள் மற்றும் உறுப்புகள் ஜீன் கோளாறுகளினாலோ, நோய்களாலோ அல்லது விபத்தினாலோ நிரந்தரமான சேதமடையலாம். இந்த சூழ்நிலைகளில் மேற்கண்ட குறைபாடுகளை சரிசெய்ய **குருத்தணு சிகிச்சை** பயன்படும். பார்க்கின்சன் நோய் மற்றுமு அல்சீமர் நோய் போன்ற **நரம்புச் சிதைவு குறைபாடுகளை** குணப்படுத்த **நரம்புக் குருத்தணுக்கள்** (Neuronal stem cells) பயன்படுத்தப்பட்டு சிதைவடைந்த அல்லது இழந்த நியூரான்களுக்கு பதிலாக பதிலீடு செய்யப்படுகின்றன.

டி.என்.ஏ விரல் ரேகைத் தொழில் நுட்பம்

- மனித ஜீனோம் 3 பில்லியன் கார இணைகளைக் கொண்டது. ஒற்றைக் கரு இரட்டையர்களைத் தவிர எந்த இரு மனிதரின் டி.என்.ஏ அமைவும் ஒன்றாக இருப்பதில்லை என்பது உனக்குத் தெரியுமா? ஒவ்வொரு மனிதரின் டி.என்.ஏ வும் தனித் தன்மை வாய்ந்தது. ஏனெனில் ஒவ்வொரு மனிதரின் டி.என்.ஏ விலும் ஒரு சிறு வேறுபடும் டி.என்.ஏ நியூக்ளியோடைடு வரிசை காணப்படும். எனவே இரு நபர்களின் மரபியல் வேறுபாடுகளை ஒப்பிட டி.என்.ஏ விரல் ரேகைத் தொழில் நுட்பம் எளிதான மற்றும் விரைவான முறையாகும். இம்முறையினை **அலக் ஜெ.ஃப்ரெ** என்பவர் வடிவமைத்தார்.

- இம்முறை ஒவ்வொரு தனி மனிதரின் தனித்தன்மை வாய்ந்த டி.என்.ஏ வரிசையமைப்பை பகுத்தாராய்ந்து அந்த நபரின் குறிப்பிட்ட பண்புகளை வெளிக்கொணர்வதால் அந்த நபரை அடையாளம் காண உதவுகின்றது. டி.என்.ஏ வில் உள்ள மாறுபடும் எண்ணிகையிலமைந்த தொடர் வரிசை அமைப்பு

(Variable Number Tandem Repeat Sequences - VNTRs), அடையாளம் காண்பதற்கான மூலக்கூறு குறியீடாகத் திகழ்கிறது.

- மனிதரில் 99% டி.என்.ஏ வரிசை தொடர்கள் அனைவருக்கும் பொதுவாகக் காணப்படும். இதற்கு மொத்த ஜீனோமிக் டி.என்.ஏ என்று பெயர். மீதமுள்ள 1% டி.என்.ஏ வின் அளவு மற்றும் நீளம் ஆகியவை வேறுபடுகின்றன.

- மேற்கண்ட படத்தில் AGCT என்ற தொடர், முதல் மனிதரில் 6 முறையும், இரண்டாவது மனிதரில் 5 முறையும், மூன்றாவது மனிதரில் 7 முறையும் திரும்பத் திரும்ப வந்துள்ளது. இதனால் மூன்றாவது மனிதரின் DNA துண்டு மிகப் பெரியதாகவும், அடுத்ததாக, முதல் மனிதரின் DNA துண்டு பெரியதாகவும், அடுத்ததாக, முதல் மனிதரின் DNA துண்டு பெரியதாகவும், இரண்டாவது மனிதரின் DNA துண்டு மூவரில் சிறியதாகவும் காணப்படுகிறது. இதன் மூலம் **சாட்டிலைட் DNA** மனிதனுக்கு மனிதன் வேறுபடுகின்றது என்பது தெளிவாகிறது. DNA வின் பட்டை அமைவு முறை மனிதரிடையே வேறுபாடுகள் உள்ளதைக் காண்பிக்கின்றது.

டி.என்.ஏ விரல் ரேகைத் தொழில்நுட்பத்தின் நடைமுறைப் பயன்பாடுகள்:

1. டி.என்.ஏ விரல் ரேகைத் தொழில்நுட்பமானது தடயவியல் பயன்பாடுகளில் குற்றவாளிகளை அடையாளம் காணப் பயன்படுகிறது. மேலும் இது ஒரு குழந்தையின் தந்தையை அடையாளம் காண்பதில் ஏற்படும் சர்ச்சைகளுக்கு தீர்வு காணவும் பயன்படுகிறது.

2. இது உயிரினத் தொகையின் மரபியல் வேறுபாடுகள், பரிணாமம் மற்றும் இனமாதல் ஆகியவற்றை அறிய உதவுகிறது.

மரபுப் பண்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகள் (GMOs)

- மரபுப் பொறியியலின் ஒரு மிகப் பிரம்மாண்டமான வளர்ச்சி, மரபுப்பண்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளின் உற்பத்தி ஆகும். **மரபுப் பண்பு மாற்றம்** என்பது rDNA தொழில்நுட்பம் மூலம் உயிரினங்களில் விரும்பிய பண்புகளை ஏற்படுத்த ஜீனில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவது அல்லது ஜீன்களை விரும்பியபடி கையாள்வது ஆகும். புதிதாக உள் நுழைக்கப்படும் ஜீன் **'அயல் ஜீன்'** எனப்படும். இம்முறையில் மாற்றப்பட்ட ஜீன் அல்லது புதிய ஜீனைப் பெற்ற தாவர, விலங்குகள் **மரபுப் பண்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகள்** எனப்படும்.

- இவ்விதம் மரபுப் பண்பு மாற்றப்பட்ட தாவரங்கள் அதிக நிலைப்புத் தன்மை, உயர்த்தப்பட்ட உணவூட்ட மதிப்பு, நோய் எதிர்ப்புத் தன்மை மற்றும் மாறுபடும் சுற்றுச் சூழல் நிலைகளுக்குத் தாங்கும் தன்மை கொண்டதாக விளங்குகின்றன. அது போன்றே மரபுப் பண்பு மாற்றப்பட்ட விலங்குகளும் மருத்துவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்த புரதங்களை குறைவான செலவில் உற்பத்தி செய்வதன் மூலம் கால்நடைகளின் தர மேம்பாட்டிற்கு உதவுகின்றன.

மரபுப் பண்பு மாற்றம் செய்யப்பட்ட சில தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளின் விவரங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

நோக்கம்	புகுத்தப்பட்ட ஜீன்	சாதனை
மேம்படுத்தப்பட்ட கம்பளி தரம் மற்றும் உற்பத்தி	சிஸ்டீன் அமினோ அமிலம் உற்பத்திக்கான ஜீன்கள்	அயல் ஜீனைப் பெற்ற செம்மறி ஆடு (ஜீன் வெளிப்படுத்தப்பட்டது)
மீன்களில் அதிக வளர்ச்சி	சால்மன் அல்லது ரெயின்போ ட்ரௌட் அல்லது திலேப்பியா வளர்ச்சி ஹார்மோன் ஜீன்	அயல் ஜீனைப் பெற்ற மீன் (ஜீன் வெளிப்படுத்தப்பட்டது)
மேம்படுத்தப்பட்ட ஊட்டச்சத்து தரத்திற்கான அரிசி	பீட்டா கரோட்டின் ஜீன் (மனிதர்களில் வைட்டமின் A உற்பத்திக்கு பீட்டா கரோட்டின் ஜீன் தேவை)	"கோல்டன் ரைஸ்" (வைட்டமின் A குறைபாட்டைத் தவிர்க்குகும், பீட்டா கரோட்டினை உற்பத்திச் செய்யும் மரபணு மாற்றம் செய்யப்பட்ட அரிசி)
அதிக பயிர் உற்பத்தி	பேசில்லஸ் துரிஞ்சியன்சிஸ் பாக்டீரியாவிலிருந்து பெறப்பட்ட Bt ஜீன் (Bt ஜீன் பூச்சிகளுக்கு எதிரான நச்சுத் தன்மையுடைய புரதத்தை உற்பத்திச் செய்கிறது).	பூச்சி எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற தாவரங்கள் (இத்தாவரங்கள் பூச்சிகளுக்கு எதிரான நச்சுத் தன்மை வாய்ந்த புரதத்தினை உற்பத்தி செய்து, பூச்சித் தாக்குதலைத் தடுக்க வல்லவை).

12^{th} உயிரியல்
பாடம்-4
மரபுக் கடத்தல் கொள்கைகள் மற்றும் மாறுபாடுகள்

- உயிரியலின் ஒரு பிரிவான மரபியல் என்பது மரபுவழி மற்றும் மாறுபாடுகளை பற்றி படிப்பதாகும். ஒவ்வொரு தலைமுறையிலும் உயிரிகளின் பண்புகள் எவ்வாறு பெற்றோர்களிடமிருந்து சந்ததிகளுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன என்பதை பற்றி இவ்வியல் விவரிக்கிறது. மரபுக்கடத்தலின் அலகு மரபணு எனப்படும். இது, உயிரிகளின் தனித்தன்மையை நிர்ணயிக்கும் மரபியல் காரணியாகும். சந்ததிகளுக்கும் அவர்தம் பெற்றோர்களுக்கும் இடையிலான வேறுபாட்டு தன்மையின் அளவே மாறுபாடு ஆகும்.

- இப்பாடத்தில் மனித இரத்த வகைகளை மேற்கோளாகக் கொண்டு பல்கூட்டு அல்லீல்கள், மனிதன்இ பூச்சிகள் மற்றும் பறவைகளில் நடைபெறும் பால்நிர்ணய முறைகள்இ பால் சார்ந்த மரபுக் கடத்தல், மரபியல் நோய்கள், குரோமோசோம் அல்லாத மரபுக் கடத்தல் மற்றும் மனித இனத்தை மேம்பாடு அடைய செய்ய உதவும் முறைகளான இனமேம்பாட்டியல், சூழ்நிலையியல் மற்றும் புறத்தோற்ற மேம்பாட்டியல் ஆகியவை பற்றியும் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

பல்கூட்டு அல்லீல்கள்(Multiple Alleles)

- மெண்டலிய மரபுக் கடத்தலின் படி அனைத்து மரப்பணுக்களும் இருமாற்று வடிவங்களை கொண்டுள்ளன. அவை ஓங்கிய மற்றும் ஒடுங்கிய அல்லீல்கள் ஆகும். (எ.கா) நெட்டை (T) மற்றும் குட்டை (t). இதில் ஓங்கிய அல்லீல்கள் திடீர் மாற்றம் அடைந்தவை. ஒரு மரபணு பலமுறை திடீர் மாற்றமடைந்து பல மாற்று வடிவங்களை உருவாக்குகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினத்தின் ஒத்த குரோமோசோம்களின் ஒரே மட்டத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பை கட்டுப்படுத்துகின்ற மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்ப்பட்ட அல்லீல்கள் காணப்பட்டால் அவை பல்கூட்டு மரப்புக்கடத்தல் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

மனித இரத்த வகைகள்

- மனிதனிலும் பல்கூட்டு அல்லீல்கள் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாக பல்வேறு இரத்தவகைகளின் மரபுக் கடத்தலைக் கூறலாம். எதிர்பொருள் தூண்டிகள் (Antigen) மற்றும் எதிர்பொருள்கள் (Antibody) பற்றி அறிந்துகொள்வதன் மூலம் இரத்தவகையின் மரபுக்கடத்தலை அறிந்து கொள்ள முடியும். இரத்தத்தில் காணப்படும் பகுதி பொருட்கள் அதன் வகைகள் (ABO), இரத்த எதிர்பொருள் தூண்டிகள் மற்றும் எதிர்பொருள்கள் பற்றி நாம் ஏற்கனவே பதினோராம் 7 ஆம் பாடத்தில் பயின்றுள்ளோம்.

ABO **இரத்த வகைகள்**

பல்கூட்டு அல்லீல்களான ABO இரத்த வகைகளின் மரபுக் கடத்தல்:

- ஒரு மனிதனின் இரத்தம் இன்னொரு மனிதனின் இரத்தத்திலிருந்து வேதிப்பொருட்களின் அடிப்படையில் வேறுபடுகிறது. பொருத்தமில்லாத இரண்டு இரத்த வகைகளை ஒன்றாக கலக்கும்போது அதிலுள்ள இரத்த சிவப்பு செல்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து இரத்த செல் திரட்சியை ஏற்படுத்துகின்றன. இரத்த சிவப்பு செல்லின் மேற்புறச்சவ்வு மற்றும் எபிதீலியல் செல்களில் காணப்படும் எதிரிப்பொருள் தூண்டியின் காரணமாக வேதிப்பொருட்களின் வேறுப்பட்ட தன்மை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. டாக்டர் கார்ல் லேண்ட்ஸ்டெய்னர் என்பவர் மனித இரத்தத்தில் உள்ள RBC யின் புறப்பரப்பில் எதிர்ப்பொருள் தூண்டி A மற்றும் எதிர்ப்பொருள் தூண்டி B என்ற இரண்டு வகையான எதிர்பொருள் தூண்டிகள் இருப்பதைக் கண்டறிந்தார். எதிர்ப்பொருள் தூண்டிகள் இருத்தல் அல்லது இல்லாமலிருத்தலின் அடிப்படையில், A இரத்தவகை, B இரத்தவகை மற்றும் O இரத்தவகை என்ற மூன்று வகையான இரத்தவகைகளை (ABO) அவர் கண்டறிந்தார். இதில் ‘O’ வகை கொண்டோரை ‘பொதுகொடையாளர்கள்’ என்பர். 1902 ஆம் ஆண்டு லேண்ட்ஸ்டெய்னருடைய மாணவர்களாகிய வான் டி காஸ்டெல் மற்றும் ஸ்டூர்லி என்பவர்கள் மிகவும் அரிதான AB என்ற நான்காவது இரத்த வகையை (பொதுப் பெறுநர்) கண்டுப்பிடித்தனர்.

- 1925 இல் பெர்னஸ்டின் என்பவர் மனிதனின் பல்வேறு இரத்தவகைகளின் மரபுக் கடத்தல் பல்கூட்டு அல்லீல்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என கண்டறிந்தார். எந்த ஒரு நபரின் இரத்த வகைகயையும் நிர்ணயிப்பது குரோமோசோம் -9ல் உள்ள மூன்று அல்லீல்கள் ஆகும். இந்த வகையை கட்டுப்படுத்தும் மரபணு L அல்லது I என குறிப்பிடப்படகிறது. (L என்பது கண்டுபிடிப்பாளரான லேண்ட்ஸ்டெய்னர்ரையும் I என்பது ஐஸோஅக்ளுட்டினேசனையும் குறிக்கும்) மரபணு I ஆனது I^A, I^B, I^O என்ற மூன்று அல்லீல் வடிவங்களை கொண்டுள்ளது. I^A அல்லீல் எதிர்பொருள் தூண்டி –A யையும் I^B அல்லீல் எதிர்பொருள் தூண்டி B யையும் குறிக்கிறது. ஆனால் I^O அல்லீல் எந்த ஒரு எதிர்ப்பொருள் தூண்டியையும் குறிக்கவில்லை. சிலரின் கண்ணீர் மற்றும் உமிழ்நீர் போன்ற உடல் திரவத்தில் எதிர்ப்பொருள் தூண்டிகள் காணப்படும். அவர்கள் சுரப்பாளர்கள் என அழைக்கப்படுகிக்றனர்.

- ஒவ்வொரு I^A மற்றும் I^B அல்லீலும் டிரானஸ்பெரேஸ் நொதியினை உற்பத்தி செய்கின்றது. I^A அல்லீல் N அசிடைல்கேலக்டோசமைனைச் (NAG) சேர்க்கிறது. I^B அல்லீல் கேலக்டோஸ் டிரான்ஸ்பெரேஸ் நொதியை சுரந்து கேலக்டோஸை ஹர்’ பொருள் எனப்படும் மூலப்பொருளோடு சேர்க்கிறது.

ABO இரத்த வகைகளின் மரபியல் அடிப்படை

மரபுவகை	ABO இரத்த வகைகளின் புறத்தோற்றம்	இரத்த சிவப்பணு மீது காணப்படும் எதிர்ப்பொருள் தூண்டிகள் (Antigen)	பிளாஸ்மாவில் காணப்படும் எதிர்ப்பொருள்கள் (Antibody)
$I^A I^A$	A வகை	A வகை	எதிர் - B

$I^A\ I^O$	A வகை	A வகை	எதிர் - B
$I^B\ I^B$	B வகை	B வகை	எதிர் - A
$I^B\ I^O$	B வகை	B வகை	எதிர் - A
$I^A\ I^B$	AB வகை	A மற்றும் B வகை	எதிர்ப்பொருட்கள் இல்லை
$I^O\ I^O$	O வகை	எதிர்ப்பொருள்தூண்டி இல்லை	எதிர் A மற்றும் B எதிர்

- $I^O \therefore I^O$ அல்லீல் டிரான்ஸ்பெரேஸ் நொதி எதையும் சுரப்பதில்லை எனவே வெற்று அல்லீல் (Null allele) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும் இவை யேுழு அல்லது கேலக்டோஸை மூலப்பொருளுடன் சேர்ப்பதில்லை.

- புறத்தோற்ற விகித்தில் I^A மற்றும் I^B அல்லீல்கள் I^O விற்கு ஓங்கிய தன்மையை கொண்டிருக்கின்றன. ஆனால் இவை இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று ஓங்குதன்மையுடன் ($I^A = I^B$)

- இருப்பதால் இது 'இணை ஓங்குதன்மை' என அழைக்கப்படுகிறது. இவற்றின் ஓங்கு பண்புசார்ந்த படிநிலை $I^A = I^B, I^O$ (னுழஅைெயெஉந ாநைசயசஉால) குழந்தைகள் தங்கள் பெற்றோர்களிடமிருந்து இந்த மூன்று அல்லீல்களில் ஏதேனும் ஒன்றைப் பெறுகின்றன. இதனால் ஆறுவகையான மரபணு வகைகளும் நான்குவகையான இரத்தவகைகளும் (புறத்தோற்ற ஆக்கமும்) உருவாகின்றன. $I^A\ I^A, I^A\ I^O, I^B\ I^B, I^B\ I^O, I^A\ I^B, I^O\ I^O$ என்ற ஆறுவகையான மரபு வகைகளை சேய் உயிரிகள் கொண்டுள்ளன.

ரீசஸ் அல்லது சுா காரணி

- Rh காரணி அல்லது Rh எதிர்ப்பொருள் தூண்டி இரத்த சிவப்பணுக்களின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்றன. 1940ல் கார்ல்லேண்ட்ஸ்டெய்னர் மற்றும் அலெக்சாண்டர் வெய்னர் ஆகிய இருவரும் முதலில் மகாகாரீசஸ் என்னும் ரீசஸ் குரங்குகளிலும் பிறகு மனிதனிலும் இதனை கண்டுபிடித்தனர். Rh காரணி என்ற வார்த்தை தடுப்பாற்றல் தருகின்ற D (இம்யுனோஜெனிக் D) எதிர்பொருள் தூண்டியைக் குறிக்கிறது. D எதிர்பொருள் தூண்டியை பெற்றிருப்பவர் Rh D உடையோர் (Rh+) என்றும் D எதிர்ப்பொருள் தூண்டி அற்றவர் Rh D அற்றோர் (Rh-) என்றும் அழைக்கப்படுவர். இரத்தத்தில் காணப்படும் ரீசஸ் காரணியானது ஓங்கு பண்பாக மரபுவழி கடத்தப்படுகிறது. இயற்கையாகவே அனைவரின் பிளாஸ்மாவிலும் Dக்கு எதிரான எதிர்ப்பொருள்கள் இருப்பதில்லை. Rh-(Rh அற்றோர்) இரத்தம் Rh+ (Rh-Dஉடையோர்) இரத்தத்தோடு தொடர்பு ஏற்படுகிறபோது அவர்கள் இரத்தத்தில் Dக்கு எதிரான எதிர்ப்பொருள் உருவாகின்றது. ஆனால் Rh உடையோர் Rh அற்றோரின் இரத்தத்தைப் பெறும்போது எவ்வித விளைவுகளும் உண்டாவதில்லை.

Rh காரணியின் மரபுவழிக் கட்டுப்பாடு (Genetic Control of Rh Factor)

- Rh காரணியின் மூன்று வெவ்வேறு அல்லீல் இணைகள், குரோமோசோம் இணைகளின் நெருக்கமான மூன்று வெவ்வேறு இடங்களில் அமைந்துள்ளன. இன்றைய பயன்பாட்டில் இரத்த அமைப்பு பொதுவாக ஊனந என்ற பெயர்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

- ∴பிஷர் மற்றும் ரேஸ் கருதுகோள் - Rh இரத்தவகை – அமைப்பொத்த குரோமோசோம் இணை 1(3 இருப்பிடங்கள் மற்றும் ஒவ்வொரு இடத்திலும் 2 அல்லீல்கள் நிலையை உணர்த்துதல்).

- மூன்று Rh அல்லீல் இணைகள் (Cc,Dd,Ee) அமைப்பொத்த குரோமோசோம் இணை-1ல் மூன்று வெவ்வேறு அமைவிடங்களில் உள்ளன. ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் ஒரு C அல்லது c, ஒரு D அல்லது d, ஒரு நு அல்லது ந வாய்ப்புக்கான மரபுவகையைப் பெற்றிருக்கும். எடுத்துக்காட்டு CDE/cde, Cde/cDe, cde/cde, CDe/CdE போன்றவை. அனைத்து மரபு வகைகளிலும் உள்ள ஓங்கிய D அல்லீல்கள் Rh+ (உடையோர்) புறத்தோற்ற வகையை உருவாக்குகின்றன. அதே போல் இரண்டு ஒடுங்கிய பண்பு கொண்ட மரபுவகையில் (dd) அல்லீல்கள் புறத்தோற்ற வகையை உற்பத்தி செய்கின்றன.

வய்னரின் கருதுகோள்

- ஒரு சூனுடைய இருப்பிடத்தில் எட்டு அல்லீல்கள் $(R^1, R^2, R^0, R^2, r, r^1, r^{11}, r^1)$ இருக்கின்றன என்ற கருத்தை வெய்னர் முன்மொழிந்தார். ஓங்கிய R அல்லீல்களைக் கொண்ட அனைத்து மரபுவகைகளும் $(R^1, R^2, R^0, R^2)\,R^+$ புறத்தோற்ற வகையை உற்பத்தி செய்கின்றன. அதேபோல் இரண்டு ஒடுங்கிய பண்பு கொண்ட அனைத்து மரபுவகையும் $(r\ r, r\ r^1$இ$r\ r^{11}$இ$r\ y)\,Rh^-$ புறத்தோற்றத்தை உற்பத்தி செய்கின்றன.

Rh காரணியின் இணக்கமின்மை வளர்கரு இரத்த சிவப்பணு சிதைவு நேகய்(எரித்ரோபிளாஸ்டோசிஸ்) ∴பீடாலிஸ்- (Erythroblastosis foetalis)

- Rh இணக்கமின்மையானது பிள்ளை பேற்றின் மீது பெரும் முக்கியத்துவத்தை கொண்டுள்ளது. ஒரு Rh^- பெண் ஒரு Rh^+ ஆணை மணந்துக்கொள்ளும் போது அவர்களின் குழந்தை Rh^+ வாக இருக்கும். இதற்கு தந்தையிடம் இருந்து பெற்ற காரணியே காரணமாகும். இந்த Rh^- தாய் தன் உடலின் Rh^+ குழந்தையை சுமக்கும்போது உணர்வாக்கம் பெறுகிறார். குழந்தை பிறப்பின் போது இரத்தக்குழாய்களில் ஏற்படும் சேதத்தால் தாயின் நோய்த் தடைகாப்பு மண்டலம் Rh எதிர்பொருள் தூண்டிகளை அடையாளம் காண்கின்றன. இதன் விளைவாக Rh எதிர்பொருட்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இதனால் உண்டான IgG வகை எதிர்ப்பொருட்கள் மிக சிறியதாக உள்ளதால் அவை தாய்சேய் இணைப்பு திசு (Placenta) வழியாக ஊடுருவி கருவின் இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கின்றன. தாய் உணர்வாக்கம் பெற்று D-எதிர்ப்பொருட்கள் உற்பத்தியாகும் நேரத்தில் குழந்தை பிறந்துவிடும். இதனால் முதல் குழந்தை பிறக்கும் வரை Rh^+ எதிர்பொருள்

தூண்டிக்கெதிராக தாய் எவ்வித பாதிப்பையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. மாறாக அதே தாய் அடுத்தடுத்த Rh^+ எதிர்பொருள் தூண்டிகளைக் கொண்ட கருவைச் சுமக்கின்ற போது அவைகளுக்கெதிராக தாய் உடலானது எதிர்பொருட்களை உற்பத்தி செய்கின்றது. இந்த எதிர்பொருட்கள் தாய் சேய் இணைப்புதிசு மூலம் கருவின் இரத்த சிவப்பணுக்களை அழிக்கின்றன. இதன் விளைவாக இரத்த சோகை மற்றும் மஞ்சள் காமாலை உண்டாகின்றது. இந்நிலை வளர்கரு இரத்த சிவப்பணு சிதைவு நோய் அல்லது சிசு ஹீமோலைடிக் நோய் (HDN) என அழைக்கப்படுகிறது.

வளர்கரு இரத்த சிவப்பணு சிதைவு நோயை தடுக்கும் முறை

- Rh^- தாய் Rh^+ குழந்தையை சுமக்கும் போது D-எதிர்ப்பொருட்களை எதிர்க்க வல்ல பொருளை (Anti D யவெடைிழனநைள) 28வது வாரமும் 34 வாரமும் கருவுற்ற தாய்க்கு தடுப்பு நடவடிக்கையாக கொடுக்கப்படுகிறது. Rh^- தாய் Rh^+ குழந்தையை பெற்றெடுத்தால் குழந்தை பிறந்த உடனே Dஎதிர்ப்பொருட்களை எதிர்க்க வல்ல பொருளை (Anti D antibodies) தாய்க்கு கொடுக்க வேண்டும். இதனால் இயல்பான நோய் தடைக்காப்பு உருவாவதுடன் கருவின் சிவப்பணுக்களை அழிக்கின்ற D எதிர்பொருள் தாயின் உடலில் உருவாவது தடுக்கப்படுகிறது. மேலும் தாய் கர்ப்பம் தரிக்கும் போதெல்லாம் இம்முறையை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

பால் நிர்ணயம் (Sex determination)

- பால் நிர்ணயம் என்பது உயிரினங்களிடையே ஆண், பெண் வேறுபாடுகளை உருவாக்குகின்ற முறைகளாகும். பால் குரோமோசோம்கள் ஒரு பாலின (Dioecious or Unisexual) உயிரிகளில் பாலினத்தை நிர்ணயிக்கின்றன. பால் குரோமோசோம்கள் தவிர மீதமுள்ள அனைத்தும் உடல் குரோமோசோம்கள் (Autosomes) என அழைக்கப்படுகின்றன. பால் குரோமோசோம்கள் ஒரு பாலினத்தில் உருவம் ஒத்த குரோமோசோம் அமைப்பையும் (Homomrophic) மற்றொரு பாலினத்தில் உருவம் வேறுபட்ட குரோமோசோம் அமைப்பையும் (Heteromorphic) கொண்டுள்ளன. ஒத்த பால் குரோமோசோம்கள் கொண்ட பாலினத்தில் ஒரே வகையான (Homogametic) இனச்செல்கள் உற்பத்தியாகின்றன. வேறுபட்ட குரோமோசேகம்களை (Heterogametic) கொண்ட பாலினத்தில் இரண்டு வகையான இனச்செல்கள் உற்பத்தியாகின்றன.

Y குரோமோசோம்: மனித Y குரோமோசோமின் அளவு 60ஆடி ஆகும். இதனுள் 60 மரபணுக்கள் செயல்படும் நிலையில் உள்ளன. அதேபோல் 165 ஆடி அளவுள்ள x குரோமோசோமில் 1000 மரபணுக்கள் உள்ளன.

குரோமோசோம் அடிப்படையிலான பால் நிர்ணயம்

- வேறுபட்ட இனச்செல் (Heterogametic) வகை பால் நிர்ணயம் வேறுபட்ட இனச்செல் பால் நிர்ணயத்தில் ஒரு பாலின உயிரி வேறுபட்ட

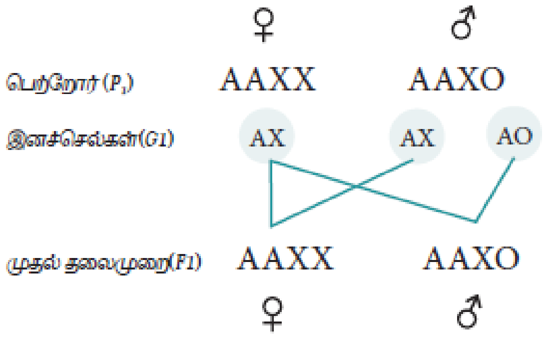
இனச்செல்களையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இதில் சேய் உயிரிகளின் பால், கருவுறுதலின் போது நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

வேறுபட்ட இனச்செல் ஆண் (Heterogametic male)

- இம்முறையில், ஆண் உயிரிகள் வேறுபட்ட இனச்செல்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. பெண் உயிரிகள் ஒத்த இனச்செல்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. இதனை XX-XO மற்றும் XX-XY வகை என இரண்டு வகையாக பிரிக்கலாம்.

XX-XO வகை

- இவ்வகை கால்நிர்ணயம், மூட்டை பூச்சிகள் மற்றும் பூச்சிகளான கரப்பான் பூச்சிகள் மற்றும் வெட்டுக்கிளிகளில் காணப்படுகின்றன. பெண் உயிகிகள் இரண்டு X குரோமோசோம்களை கொண்டு ஒத்த இனச்செல் (XX) (Homogametic sex), முறையிலும் ஆண் உயிரிகள் ஒரு X குரோமோசோமை கொண்டு வேறுபட்ட இனச்செல் (XO) (Hetrogametic sex) முறையிலும் பால் நிர்ணயம் செய்கின்றன. இணை இல்லாமல் இருக்கும் X குரோமோசோம் ஆண் பாலினத்தை நிர்ணயிக்கின்றது.



XX-XO வகை பால் நிர்ணயம்

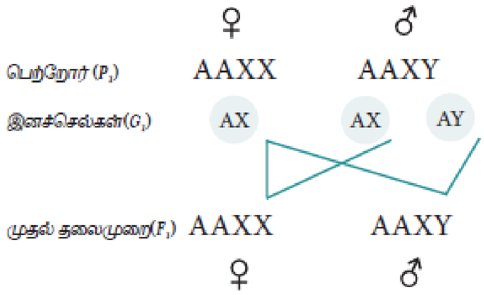
- இணை இல்லாத X குரோமோசோம் கொண்ட ஆணிலிருந்து இரண்டு வகையான விந்துச் செல்கள் உருவாகின்றன. அதாவது விந்து செல்களில் ஒரு பாதி X குரோமோசோமை கொண்டு மற்ற பாதி X குரோமோசோம் அற்றும் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் எந்த விந்து செல், அண்ட செல்லை கருவுறச் செய்கிறது என்பதைப் பொறுத்து சேய் உயிரியின் பால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

XX-XYவகை(லைகேயஸ் வகை)

- இவ்வகையான பால்நிர்ணயம் மனிதன் மற்றும் பழப்பூச்சி (Drosophila) களில் காணப்படுகின்றன. இதில் பெண் உயிரிகள் இரண்டு X குரோமோசோம்களை கொண்டு ஒத்த இனச்செல் பண்பையும் ஆண் உயிரிகள் ஒரு X மற்றும் ஒரு Y குரோமோசோம்களைக் கொண்டு வேறுபட்ட இனச்செல் பண்பையும் பெற்றுள்ளன. ஒத்த இனச்செல்களை கொண்ட பெண் உயிரிகள் ஒரே

வகையான முட்டையை உற்பத்தி செய்கின்றன. அவைகள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு X குரோமோவோமை மட்டுமே கொண்டுள்ளன. வேறுபட்ட இனச்செல்களை கொண்ட பெண் உயிரிகள் ஒரே வகையான முட்டையை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவற்றில் சில X குரோமோசோம்களையும் சில Y குரோமோசோம்களையும் கொண்டுள்ளன. கருவுறச் செய்யக் கூடிய விந்துசெல்லின் வகையை கருக்களின் பாலினத்தை நிர்ணயம் செய்கிறது.

எடுத்துக்காட்டாக முட்டை, X குரோமோசோமை கொண்ட விந்து செல்லால் கருவுற்றால் அவை பெண் விந்து வெல்லால் கருவுற்றால் அவை ஆண் உயிரியாகவும் மாறுகின்றன.



ஒஒ-ஒலு வகை பால் நிர்ணயம்

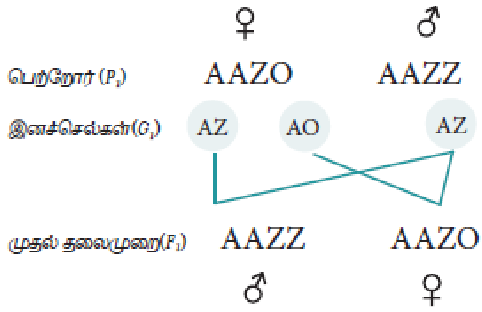
வேறுபட்ட இனச்செல் பெண் உயிரிகள்(Heterogametic Female)

- இவ்வகையான பால் நிர்ணயத்தில் சில பூச்சிகள் மற்றும் சில முதுகெலும்பிகளான மீன்கள் ஊர்வன மற்றும் பறவைகள் இவைகசை் சேர்ந்த ஆண் உயிரிகள் இரண்டு X குரோமோசோம்களை பெற்றிருக்கின்றன. எனவே இவை ஒத்த இனச்செல்களை உருவாக்குகின்றன. பெண் உயிரிகள் ஒரு X குரோமோசோமை மட்டும் அல்லது X-குரோமோசோமுடன் ஒரு Y-குரோமோசோமை கொண்டுள்ளன எனவே பெண் உயிரிகள் வேறுபட்ட இனச்செல் முறையில் இரண்டு வகையான முட்டைகளை உருவாக்குகின்றன. ஏற்கனவே வேறுபட்ட இனச்செல் ஆண் உயிரிகளில் XX-XO மற்றும் XX-XY வகையில் X மற்றும் Y எழுத்துக்கள் பயன்படுத்தப்பட்டதால் இப்போது குழப்பத்தை தவிர்க்க வேறுபட்ட இனச்செல் பெண்களில் Z மற்றும் W எழுத்து முறையே ஓஇலுக்கு ஈடாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வேறுபட்ட இனச்செல் பெண்களில் ZO-ZZ மற்றும் ZW-ZZ ஆகிய இரண்டு வகையான முட்டைகள் காணப்படுகின்றன.

ZO-ZZ வகை

- இவ்வகையான பால் நிர்ணயம் சில அந்திப்பூச்சிகள், வண்ணத்துப் பூச்சிகள் மற்றும் வீட்டுக்கோழிகளில் காணப்படுகின்றன. இவ்வகை பெண் உயிரிகளின் உடல்செல்களில் ஒரு 'Z' குரோமோசோம் மட்டும் உள்ளது. இவை வேறுபட்ட இனச் செல்வகை (ZO) ஆதலால், இரண்டு வகையான முட்டைகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. சில முட்டைகள் Z குரோமோசோம் உடனும் அற்றும் (O)

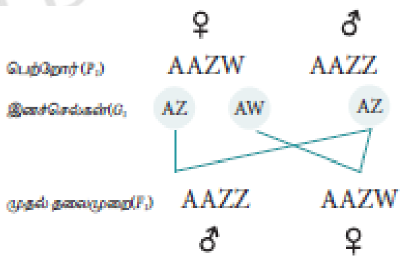
காணப்படுகின்றன. அதே போல் ஒத்த இனச்செல் வகையான ஆண் உயிரிகள் இரண்டு Z குரோமோசோம்களை கொண்டுள்ளன (ZZ).



ZO-ZZ வகை பால் நிர்ணயம்

ZW-ZZ வகை

- இவ்வகையான பால்நிர்ணயம் சில பூச்சிகள் (ஜிப்சி அந்திப்பூச்சி) மற்றும் முதுகு நாண் உயிரிகளான சில மீன்கள்இ ஊர்வன மற்றும் பறவைகளில் காணப்படுகின்றன. இவைகளின் பெண் உயிரிகள் ஒரு Z குரோமோசோமையும் W குரோமோசோமையும் யெற்றுள்ளன (ZW). ஆகவே அவை இரண்டு வகையான முட்டைகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. அதில் Z குரோமோசோமையும் மற்றும் சில W குரோமோசோமையும் கொண்டுள்ளன. ஆண் உயிரிகளின் உடல் செல்களில் இரண்டு குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இவற்றின் இனச்செல் ஆக்கத்தின் போது ஒரே வகையான விந்து செல்கள் ஒத்த இனச்செல் **(ZZ)** முறையில் உற்பத்தியாகின்றன.

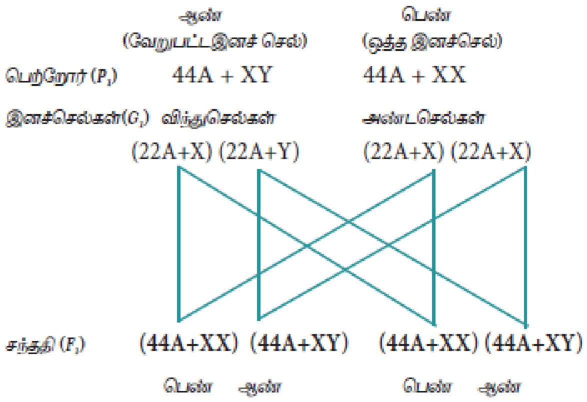


ZW-ZZ வகை பால் நிர்ணயம்

மனிதனில் பால் நிர்ணயம்

- மனிதனில் பால் நிர்ணயம் செய்யும் மரபணுக்கள் இரண்டு பால் குரோமோசோம்களில் உள்ளன. இக்குரோமோசோம்களுக்கு பால்குரோமோசோம்கள் அல்லது அல்லோசோம்கள் என்று பெயர். பாலூட்டிகளில் பால் நிர்ணயமானது இரண்டு பாலினத்திலும் உள்ள பால் குரோமோசோம்களின் வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைகின்றது. எடுத்துகாட்டாக பெண்கள் அமைகின்றது. எடுத்துக்காட்டாகஇ பெண்கள் **XX** குரோமோசோம்களையும் ஆண்கள் **XY** குரோமோசோம்களையும் கொண்டுள்ளனர். மனிதனில் மொத்தம் 23 இணை குரோமோசோம்கள் உள்ளன. அதில் 22 இணை உடல் குரோமோசோம்களும் (44A) ஓர் இணை பால்

குரோமோசோம்களும் (XX அல்லலு YY) அடங்கும். பெண்கள் ஒத்த இனச்செல் பண்பு கொண்ட ஒரே வகையான அண்டசெல்லை (இனச்செல்) உருவாக்குகின்றனர். ஒவ்வொரு அண்டசெல்லிலும் ஒரு X குரோமோசோம் மட்டுமே காணப்படும். மாறாக வேறுபட்ட இனச்செல்களை உருவாக்கும் ஆண்கள் இரு வேறுவகை விந்துச்செல்களை அதாவது X மற்றும் Y குரோமோசோம்களைக் கொண்ட விந்து செல்களை உருவாக்குகின்றன. இதைப்போன்றே, பழப்பூச்சியின் பால் குரோமோசோம்களின் அமைப்பும் மனிதனை போன்றே XX-XY என்று தன்னியல்பாய் பரிணமித்துள்ளது.



மனிதனில் பால் நிர்ணயம்

Y குரோமோசோம் மற்றும் ஆண்களின் வளர்ச்சி

- Y குரோமோசோமில் பல மரபணுக்கள் இருப்பதையும் அப்பகுதிகள் ஆற்றல் மிக்க மரபியல் பணிகளை வெளிப்படுத்தும் திறன் கொண்டவை என்றும் Y குரோமோசோம் பற்றிய தற்போதைய ஆய்வுகள் தெரியப்படுத்துகின்றன. X குரோமோசோமில் இம்மரபணுக்களுக்கான ஒத்த எதிர் இணைகள் இருக்கலாம் அல்லது இல்லாமலும் இருக்கலாம். Y குரோமோசோமின் இருமுனைகளிலும் போலி உடல் குரோமோசோம் பகுதிகள் உள்ளன (5%) (pesudoautosomal regions). இதற்கு இணையான பகுதிகள் X குரோமோசோமிலும் உள்ளன. இப்பகுதியில் குன்றல் பகுப்பின் குறுக்கெதிர்மாற்றமும் மறுஇணைவு நடைபெறுகின்றன. மீதம் உள்ள 95% Y குரோசோமினுடைய பகுதிகள்இ இணையா Y பகுதியாகும் (NRY). இந்த இணையா Y பகுதிகள் செயல்படும் மரபணுக்கள் (Euchromatic) பகுதி மற்றும் செயல்படா மரபணுக்கள் (Heterochromatic) பகுதி என இரண்டு சமமான பகுதிகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. செயல்படும் மரபணு பகுதியில் பால் நிர்ணயப்பகுதி Y என்னும் (Sex determining region-SRY) மரபணு உள்ளது. மனிதனில் Y குரோமோசோம் இல்லாநிலையில் தவிர்க்க முடியாமல் பெண் உயிராக வளர்ச்சி அடைய வழிவகுக்கிறது. பால் நிர்ணய மரபணுப்பகுதி X குரோமோசோமில் கிடையாது. இந்த பால் நிர்ணயப்பகுதி Y யின் மரபணு விளைபொருள் முதிர்ந்த ஆணின் விந்தகத்தில் காணப்படும் விந்தக நிர்ணயக் காரணியாகும்.

பழப்பூச்சிகளில் மரபணு சமநிலை

- C.B. பிரிட்ஜஸ் என்பவர் முதன் முதலில் பழப்பூச்சிகளில் மரபணு சமநிலை மூலம் பால் நிர்ணயிக்கப்படுவதைக் கண்டறிந்தார். ஆண்பாலினத்தின் கருவுறுதல் திறனுக்கு Y குரோமோசோம்கள் தேவையானதாகும். ஆனால் அது ஆண் பாலினத்தை நிர்ணயிப்பதில்லை. பெண் பழப்பூச்சியில் பெண் தன்மைக்கான மரபணுக்கள் உடல் குரோமோசோம்களில் உள்ளன.

- மரபியலாளரான பிரிட்ஜஸ் தன் ஆராய்ச்சியில் மும்மய (3n) தன்மை கொண்ட பெண் பழப்பூச்சியுடன் இயல்பான ஆண் பூச்சியை கலப்பு செய்த போது உருவான சேய் உயிரிகளில் பால் மற்றும் உடல் குரோமோசோம்களில் பலவகை புதிய இணைவுகளைக் கண்டறிந்தார். 1921ல் நடத்தப்பட்ட இச்சோதனைகளில் கிடைத்த முடிவுகளின் அடிப்படையில் பழப்பூச்சியின் X குரோமோசோமில் உள்ள பெண் தன்மைக்கான மரபணுக்களும் உடல் குரோமோசோம்களில் உள்ள ஆண் தன்மைக்கான மரபணுக்களும் இடையேயான மரபுச் சமநிலையே இப்பூச்சிகளில் பாலினத்தை நிர்ணயிக்கிறது என பிரிட்ஜஸ் கண்டறிந்தார். எனவே பழப்பூச்சியில் உடல் குரோமோசோம்களின் தொகுதிக்கும் X குரோமோசோமுக்கும் இடையே காணும் விகிதமே பாலினத்தை நிர்ணயிக்கின்றன. இவ்விகிதமே பால் குறியீட்ட எண் எனப்படுகிறது. இதனை கீழ்க்கண்டவாறு வெளிப்படுத்தலாம்.

$$\text{பால் குறியீட்டு எண்} = \frac{\text{X குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{உடல் குரோமோசோம் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை}}\left(\frac{X}{A}\right)$$

- குறியீட்டு எண்ணில் ஏற்படுகின்ற மாற்றம், உயிரிகளின் புறத்தோற்ற பால் பண்பில் வெளிப்படுகிறது. மும்மய பெண் பழப்பூச்சியை (3A:3X) இரட்டைமய ஆணுடன் (2A:Xy) கலப்புச்செய்த ஆய்வின் முடிவுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. மும்மய (3A:XXX) பெண் பூச்சிக்கும் இரட்டைமய (2A:XY) ஆண் பூச்சிக்கும் இடையே செய்யப்பட்ட பிரிட்ஜஸின் கலப்பு ஆய்வு முடிவு.

ஆண்∴பெண்	A+X	A+Y
2A+XX	3A+XXX மும்மய பெண்	3A+XXY மும்மய இடைபால் உயிரி
2A+X	3A+XX மும்மய இடைபால் உயிரி	3A+XY மிகை ஆண்
A+XX	2A+XXX மிகை பெண்	2A+XXY இரட்டை மய பெண்
A+X	2A+XX இரட்டை மய பெண்	2A+XY இரட்டை மய ஆண்

- X : A வின் குறியீட்டு எண் 1.00 எனில் அவ்வுயிரிகள் இயல்பான பெண்களாக உள்ளன. குறியீட்டு எண் 1.00க்கு மேல் எவ்வளவு கூடினாலும் அவை பெண்களாகவே உள்ளன. குறியீட்டு எண் 0.50 என இருந்தால் அவை இயல்பான ஆண்களாக உள்ளன. மேலும் இம்மதிப்பு 0.50க்கு எவ்வளவு குறைவாக இருந்தாலும் அவை ஆண்களாகவே உள்ளன. குறியீட்டு எண் 0.67 ஆக இருந்தால் இடைபால் உயிரியாக உள்ளன. மிகை ஆண்களுக்கான குறியீட்டு எண் 0.33 ஆகவும் மிகை பெண்களின் குறியீட்டு எண் 1.50 ஆகவும் உள்ளன. இவ்விருவகை உயிரிகளும் வலிமையற்ற மலடுகளாக உள்ளன.

X-குரோமோசோமை ஹென்கிங் என்பவர் 1981 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடித்தார். Y-குரோமோசோமை ஸ்டிவன்ஸ் என்பவர் 1902ல் கண்டுபிடித்தார்.

- பலப்பூச்சிகளில் பெண் தன்மை வளர்ச்சியை பால் மாற்றி மரபணு (Sex switch gene) வழிநடத்துகின்றன. இந்த பால் கொல்லி மரபணு (SXL)X குரோமோசோமில் காணப்படுகின்றது.

- பால் கொல்லி மரபணு இரண்டு வகையான நிலைகளைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வகையான மரபணு செயல்படும் நிலையில் (திறக்கும் போது) பெண் தன்மை வளர்ச்சியையும் செயல்படாதநிலையில் (மூடுகின்ற போது) ஆண் தன்மை வளாச்சியையும் வழிநடத்துகின்றது. மேலும் X குரோமோசோமிலும் உடல் குரோமோசோமிலும் உள்ள வேறு சில மரபணுக்கள் பால் மாற்றி மரபணுக்களை கட்டுப்படுத்துகின்றன.

- பழப்பூச்சிகளில் ஆண் தன்மை உருவாவதற்கு Y குரோமோசோமின் இருப்பு கட்டாயமாகும்.

இருபால் உருவம் (Gynandromorph)

- இவ்வகையான உயிரினங்களின் சில உடல் பகுதிகள் ஆண் பண்புகளையும் மற்ற சில உடல் பகுதிகள் பெண் பண்புகளையும் வெளிப்படுத்துகின்றன. ஆண் மற்றும் பெண் மரபுவகைகளைக் கொண்ட திசுக்களால் இவ்வகை உயிரிகள் உடலாக்கம் பெற்றுள்ளன (மொசைக் தன்மை).

அளவு ஈடுசெய்தல்-பார் உறுப்புகள் (Dosage Compensation - Barr Body)

- 1949 ஆம் ஆண்டு பார் மற்றும் பெர்ட்ரம் ஆகிய இருவரும் பெண் பூனையின் நரம்பு செல்லில் ஒரு அடர்த்தியான உறுப்பை கண்டறிந்தனர். அவை ஆண் பூனையில் காணப்படுவதில்லை. இந்த அடர்த்தியான உறுப்பை பால் குரோமேட்டின் (Sex chromatin) என்று அழைத்தார்கள். பின்னர் பார் உறுப்புகள் என அழைக்கப்பட்டன. XY குரோமோசோம் வகை பால் நிர்ணயித்திலில் ஆண் உயிரிகள் ஒரு X குரோமோசோமையும் பெண் உயிரிகள் இரண்டு X குரோமோசோம்களையும் கொண்டுள்ளன. பாலினத்திற்கு இடையேயோன இந்த அளவீட்டு வேறுபாட்டை உயிரினம்

எப்படி ஈடு செய்கிறது என்கிற வினா எழுகிறது. பாலூட்டிகளின் பெண் உயிரிகளில் ஒரு X குரோமோசோம் மட்டுமே செயல்படுகின்றன. இன்னோரு X குரோமோசோம் செயல்படாமல் இருப்பதால் அளவீடுகளின் வேறுபாட்டை ஈடுசெய்து கொள்கின்றன. இதனால் ஆண் மற்றும் பெண் ஆகிய இரு பாலின உயிரிகளிலும் ஒரு செல்லுக்கு ஒரு 'X' குரோமோசோம் மட்டுமே செயல்திறன் பெற்றுள்ளது.

- செயலற்ற குரோமோசோமே பார் உடல்களாக உள்ளன என மேரி லியோன் முன்மொழிந்தார். இவை பெண் உயிரிகளில் மிக நெருக்கமாக சுருண்டு குரோமேட்டினின் காணத்தக்க வடிவமான ஹெட்டிரோ குரோமேட்டின் ஆக மாறுகிறது. (லையான் கருது கோள் - Lyon's ாலிழவாநளளை). ஒரு செல்லில் உள்ள பார் உறுப்பின் எண்ணிக்கை அச்செல்லில் உள்ள X குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையை விட ஒன்று குறைவாகும். ஓழு வகை ஆண் உயிரிகள் ஒரு பார் உறுப்பை பெற்றுள்ளன.

பார் உறுப்புகளின் எண்ணிக்கை N- விதியைப் பின்பற்றுகிறது. N-1 விதியில் (N லிருந்து ஒன்றை கழித்தல் விதி) N என்பது செல்லில் உள்ள X குரோமோசோம்களின் மொத்த எண்ணிக்கை ஆகும்.

தேனீக்களின் ஒற்றைமய - இரட்டைமய நிலை:

- ஹைமனோப்டிரா வகையைச் சேர்ந்த பூச்சிகளான தேனீக்கள், எறும்புகள் மற்றும் குளவிகளில் பொதுவாக ஒற்றைமய - இரட்டைமய முறையில் பால் நிர்ணயம் நடைபெறுகின்றது. இம்முறையில் சேய் உயிரிகளின் பாலினம், அவை பெறுகிற குரோமோசோம் தொகுதியின் எண்ணிக்கையை பொறுத்து நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. கருவுற்ற முட்டைகள் பெண் உயிரிகளாகவும் (இராணி மற்றும் வேலைக்கார தேனீக்கள்) கருவுறாத முட்டைகள் ஆண் தேனீக்களாக கன்னி இனப்பெருக்க முறையிலும் (Parthenogenesis) வளர்ச்சியடைகின்றன. ஆண் தேனீக்களில் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை பாதியளவே உள்ளன (ஒற்றைமயம்). பெண் தேனீக்களில் குரோமோசோம்கள் இரு மடங்காக உள்ளன (இரட்டைமயம்). இதனால் இம்முறை பால் நிர்ணயம் என அழைக்கப்படுகிறது.

- இவ்வகையான பால் நிர்ணயம் தேனீக்களின் சமூக வாழ்க்கை பரிணாமத்திற்க வழிவகுக்குகின்றன. ஒரு இரட்டைமய தன்மை கொண்ட தேனீ இராணித் தேனீயாகி கூட்டத்திற்கான முட்டைகளை இடுகின்றன. கருவுற்ற முட்டையில் இருந்து உருவாகும் பிற பெண் தேனீக்கள் இராணித் தேனீ இடும் முட்டைகளை பராமரிப்பதற்கும் அதன் இனப்பெருக்க வெற்றிக்கும் மறைமுகமாக தங்களுக்காகவும் பங்களிக்கின்றன. எனவே இத்தகைய நிகழ்வு உறவினர் தேர்வு (Kin selection) என அழைக்கப்படுகிறது. ஒரு வகைளான ஹார்மோனைச் சுரப்பதன் மூலம் இராணித் தேனீ வேலைக்கார தேனீக்களின் இனப்பெருக்க திறனை ஒடுக்கி தன் சமூக வாழ்க்கை சூழலை கட்டமைத்து கொள்கிறது.

பால் சார்ந்த மரபுக்கடத்தல் (Sex Linked Inheritance)

- ஏதாவது ஒரு பால் குரோமேசோமில் அமைந்துள்ள மரபணு சில பண்புகளின் மரபுகடத்தலை நிர்ணயிக்கின்றது. இதுவே பால் சார்ந்த மரபுக் கடத்தல் ஆகும்.

- **X** அல்லது லு குரோமோசோமின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் காணப்படும் மரபணுக்கள் பால்சார்ந்த மரபணுக்கள் எனறு அழைக்கப்படுகின்றன. **X** குரோமோசோமின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் காணப்படும் மரபணுக்கள் **X** சார்ந்த மரபணுக்கள் ஆகும். **Y** குரோமோசோமின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் காணப்படும் மரபணுக்கள் **Y** சார்ந்த மரபணுக்கள் அல்லது ஹோலாண்டிரிக் ஜீன்கள் (**Holandric genes**) என அழைக்கப்படுகின்றன. **Y** சார்ந்த மரபணுக்களுக்கு இணையான அல்லீல்கள் **X** குரோமோசோமில் இல்லை. **Y** சார்ந்த மரபணுக்கள் லு குரோமோசோமுடன் சேர்ந்தே கடத்தப்படுவதால் ஆண் பாலினத்தில் மட்டுமே அவை தன் பண்புகளை புறத்தோற்றத்தில் வெளிப்படுத்துகின்றன. பால் சார்ந்த பண்புகளின் மரபுக்கடத்தல் பெண்களை விட ஆண்களில் பொதுவாக அதிகம் காணப்படுகின்றன. ஏனெனில் ஆண்கள் ஹெமிசைகஸ் (**Hemizygous**) தன்மை கொண்டவர்களாக இருப்பதால் ஒரு திடீர் மாற்ற அல்லீல் அடுத்த தலைமுறைக்கு கடத்தப்படும் போது அதற்கான பண்பை வெளிப்படுத்துகின்றது. வெவ்வெறு பகுதிகளில் உள்ள **X** சார்ந்த அல்லது **Y** சார்ந்த மரபணுக்கள் (ஒவ்வாத்தன்மை பகுதிகள்) குன்றல் பகுப்பின் போது இணை சேர்வதோ அல்லது குறுக்கெதிர் மாற்றத்தில் பங்குகொள்வதோ இல்லை. எனவே **X** அல்லது **Y** சார்ந்த மரபணுக்கள் மரபுவழி கடத்தப்படுதலே பால் சார்ந்த மரபுக்கடத்தல் என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

X சார்ந்த மரபணுவின் மரபுக்கடத்தல்

- சிவப்பு – பச்சை நிறக்குருடு அல்லது டால்டோனிசம் இரத்தக்கசிவு நோய் போன்றவை மனிதனில் காணப்படும் X சார்ந்த மரபணுவின் மரபுக்கடத்தலுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

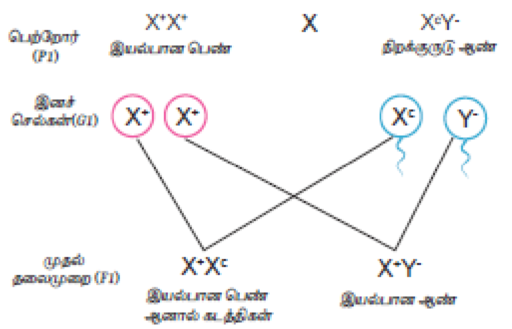
இரத்தக்கசிவு நோய் (ஹீமோ.ஃ.பிலியா)

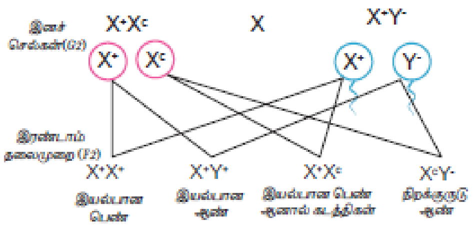
- ஹீமோபிலியா பொதுவாக இரத்தக்கசிவு நோய் **(டீடநநனநசள"ள னளைநயளந)** என அழைக்கப்படுகின்றது. இது பொதுவாக பெண்களை விட ஆண்களில் அதிகம் காணப்படுகின்றது. 1803ல் ஜான் கோட்டோ என்பவர் முதன் முதலில் மரபுக்கடத்தல் அடிப்படையிலான இந்நோயினை பற்றிய தகவல்களை அளித்தார். இரத்தக்கசிவு நோய் ஒடுங்கிய X சார்ந்த மரபணுவால் ஏற்படுகிறது. இரத்தக்கசிவு நோய்க்கான ஒடுங்கு மரபணுவைக் கொண்ட நபரின் இரத்ததில் இயல்பான இரத்த உறை பொருள் (திராம்போபினாஸ்ட்டின்) காணப்படுவதில்லை. எனவே சிறுகாயங்கள் ஏற்பட்டாலும் இரத்தம் தொடர்ச்சியாக வெளியேறி இறப்புக்கு வழிவகுக்கின்றன. பெண்கள் இந்நோய் கடத்திகளாகவும் ஆண் இயல்பாகவும் இருக்கும் போது பிறக்கின்ற மகன்களில் 50% பேருக்கு இந்நோய் கடத்தப்படுகின்றன. குறுக்குமறுக்கு (உசளைள உசழளள) மரபுக்கடத்தலை இது பின்பற்றுகிறது.

நிறக்குருடு

- மனிதனில் ஓங்கு தன்மை கொண்ட X சார்ந்த மரபணுக்களே நிறங்களை பார்பதற்க்கு உதவும் கூம்பு செல்களின் உற்பத்திக்கு காரணமாக இருக்கின்றன. இம்மரபணுக்கள் ஒடுங்கு நிலையில் இருந்தால் இவற்றால் கூம்பு செல்களை உருவாக்க முடிவதில்லை. ஒத்த தன்மை கொண்ட ஒடுங்கு அல்லீல்களைப் (X^cX^c)பெற்றுள்ள பெண்கள் மற்றும் பாதியளவு ஒடுங்கு அல்லீல்களை (X^cY) பெற்றுள்ள ஆண்கள் ஆகியோர் சிவப்பு மற்றும் பச்சை நிறங்களை வேறுபடுத்தியறிய முடிவதில்லை. கீழ்க்கண்ட இரண்டு வகையான திருமணங்களின் வழியாக நிறக்குருடுவின் மரபுக்கடத்தலை அறியலாம்.

- ஒரு இயல்பான பார்வையுடைய பெண்ணுக்கும் ஒரு நிற்குருடு உடைய ஆணுக்கும் இடையிலான திருமணம்: ஒரு இயல்பான பார்வையுடைய பெண் ஒரு நிறக்குருடு ஆணை மணக்கும் பொழுது F1 தலைமுறை பெண்கள் கடத்திகளாக உள்ளனர். இந்த F1 தலைமுறையில் கடத்திகளாக உள்ள ஆனால் இயல்பான பார்வையுடைய பெண்ணை ஒரு இயல்பான பார்வையுடைய ஆண் மணக்கும்பொழுது F2 தலைமுறையில் ஒரு இயல்பான பார்வையுடைய பெண் ஒரு இயல்பான பார்வையுடைய கடத்தியாக உள்ள பெண் மற்றும் நிறக்குருடு ஆண் ஆகியோர் பிறக்கின்றன (3:1). நிறக்குருடு பண்பானது தந்தையிடம் இருந்து கடத்திகளாக உள்ள மகள் வழி பேரனுக்கு கடத்தப்படுவது குறுக்கு மறுக்கு மரபுக்கடத்தல் என அழைக்கப்படுகின்றது.





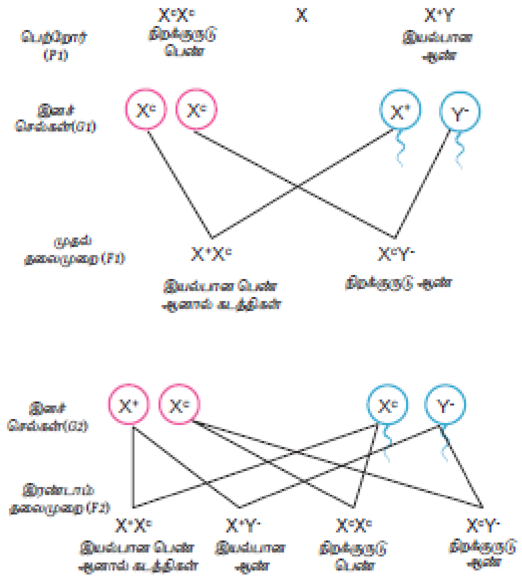
3 இயல்பான பார்வை : 1 நிறக்குருடு

- இயல்பான பார்வையுடைய பெண் நிறக்குருடு ஆணை மணக்கும்பொழுது உண்டாகின்ற நிறக்குருடு மரபுக்கடத்தல்.

- ஒரு இயல்பான பார்வையுடைய ஆணுக்கும் நிறக்குருடு உடைய பெண்ணுக்கும் இடையிலான திருமணம்: ஒரு இயல்பான பார்வையுடைய ஆண் (X+Y) ஒரு

நிறக்குருடு பெண்ணை ($X^c X^c$) மணக்கும்பொழுது கு1 தலைமுறை மகன்கள் அனைவரும் இயல்பான பார்வையுடைய கடத்திகளாகவும் உள்ளனர்.

- இந்த F1 தலைமுறையைச் சேர்ந்த கடத்திகளாக உள்ள பெண் ஒரு இயல்பான பார்வையுடைய ஆண் ஒரு நிறக்குருடு பெண் மற்றும் ஒரு நிறக்குருடு ஆண் ஆகியோர் பிறக்கின்றனர்.



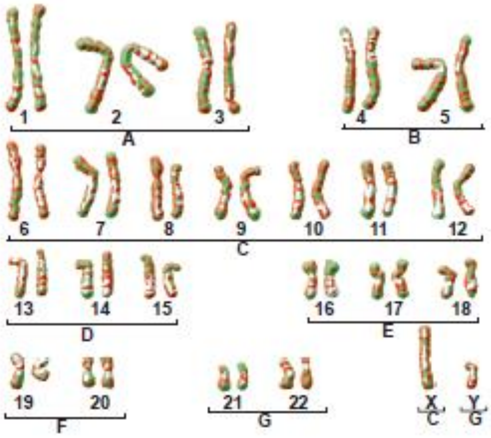
படம் 4.8 இயல்பான பார்வையுடைய ஆண், நிறக்குருடு உடைய பெண்ணை மணக்கும்போது உண்டாகின்ற நிறக்குருடு மரபுக்கடத்தல்

Y-சார்ந்த மரபணுக்களின் மரபுக்கடத்தல்

- Y-குரோமோவோமில் ஒவ்வாதன்மை (Nonhomologous) கொண்ட பகுதிகளில் உள்ள மரபணுக்கள் ஒரு ஆணிடமிருந்து மற்றொரு ஆணுக்கு நேரடியாகக் கடத்தப்படுகின்றன. மனிதனில் Y-சார்ந்த மரபணுக்கள் அல்லது ஹோலாண்ட்ரிக் ஜீன்கள் காது மடலில் மிக அதிகமாக முடிவளர்தலுக்குக் காரணமாகும். (ஹைப்பர்டிரைக்கோசிஸ்) இப்பண்பு தந்தையிடம் இருந்து மகனுக்கு நேரடியாக கடத்தப்படுகின்றது. ஏனெனில் ஆண்கள் Y-குரோமோசோமை தந்தையிடம் இருந்து நேரடியாகப் பெறுகின்றனர். X குரோமோசோமை மட்டுமே தந்தையிடம் இருந்து பெறுவதால் பெண்கள் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

குரோமோசோம் தொகுப்பு வரைபடம் (Karyotyping)

- ஒரு செல்லில் உள்ள குரோமோசோம் தொகுதியை முழுமையாகப் பிரித்தெடுத்து அவற்றை இணைகளாக வரிசைபடுத்தும் தொழில்நுட்பமே குரோமோவோம் தொகுப்பு வரைபடம் ஆகும். குரோமோசோம் வரைபடம் (ஜனழைபசயஅ) என்ற சொல் குரோமோசோம்களை படமாக காட்சிபடுத்துதலை குறிக்கும்.



மனிதனின் குரோமோசோம் தொகுப்பு
வரைபடம் (ஆண்)

குரோமோசோம் தொகுப்பு வரைபடம் தயாரிக்கும் முறை

- ஜியோ மற்றும் லிவான் (Tjio and Levan) (1960) ஆகிய இருவரும் மனித இரத்தத்தில் உள்ள லிம்போசைட்டுகளை எளிய முறையில் வளர்ப்பது குறித்து விளக்கினார். இச்செல்களின் மறைமுகப்பிரிவு தூண்டப்பட்டு மெட்டாபேஸ் நிலையை அடையும்பொழுது அதில் கோல்சிஸின் (Colchicine) சேர்த்த உடன் அச்செல்கள் செல் பிரிதல் நிகழ்வை அதே நிலையில் நிறுத்திவிட்டன. பின்னர் மெட்டாபேஸ் நிலையில் உள்ள செல்லின் அனைத்து குரோமோசோம்களும் படமெடுக்கப்பட்டது. படத்திலிருந்து ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் தனித்தனியாக வெட்டியெடுத்து அவற்றின் ஒத்த இணைகளோடு (Homologus pair) வரிசையாக அமைத்தனர். இத்தகைய வரிசையமைப்பேயே குரோமோசோம் தொகுப்பு வரைபடம் (Karyotype) என்று அழைள்ளப்படுகிறது. குரோமோசோம்களில் அமைப்பு மற்றும் வேறுபாட்டை அறிய முடிகிறது.

குரோமோசோம் தொகுப்பு வரைபடத்தின் பயன்கள்

- பாலினங்களை (ஆண் மற்றும் பெண்) அடையாளம் காண உதவுகின்றது.
- நீக்கம் இரட்டித்தல், இடம்பெயர்தல் மற்றும் குரோமோசோம்கள் பிரியாநிலை போன்ற குரோமோசோம் பிறழ்ச்சிகளை கண்டறிய பயன்படுகின்றது.
- குரோமோசோம் குறைபாடுகளான ஒழுங்கற்ற பன்மயம் (Aneuplidy) போன்றவற்றை கண்டறிய பயன்படுகின்றது.
- சிற்றினங்களுக்கிடையேயான பரிணாம உறவுகளை கணிக்க உதவுகின்றது.
- இத்தொழில்நுட்பத்தின் மூலம் மனிதனில் காணப்படும் மரபியல் நோய்களை கண்டறியலாம்.

மனிதனின் குரோமோசோம் தொகுப்பு வரைபடம்

- சென்ட்ரோமியரின் இடம் மற்றும் இரு கரங்களின் ஒப்பீட்டு நீளம் இவற்றின் அடிப்படையில் மனித குரோமோசோம்களை மூன்று வகையாக பிரிக்கலாம். அவையாவன: மெட்டா சென்ட்ரிக், துணைமெட்டாசென்ட்ரிக் மற்றும் அக்ரோசென்ட்ரிக் ஆகும். குரோமோசோம்களின் புகைப்படத்தை அவற்றின் நீளத்தை அடிப்படையாக கொண்டு இறங்குவரிசையில் A முதல் O வரை குழுக்களாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

மரபுக்கால் வழித்தொடர் பகுப்பாய்வு (Pedigree Analysis)

- மரபுக்கால் வழித்தொடர் என்பது பொருத்தமான மரபுக் குறியீடுகளைக் கொண்டு வரையப்பட்ட ஒரு குடும்ப மரமாகும். இதன்மூலம் குறிப்பிட்ட புறப் பண்புகளின் மரபுக்கடத்தல் வழிகளைக் கண்டறியலாம். ஒரு குடும்பத்தொடரில் பண்புகள் எவ்வாறு கடந்த பல தலைமுறைகளாக தோன்றுகின்றன என்பதைப் பற்றியபடிப்பே மரபுக்கால் வழித் தொடர் பகுப்பாய்வு எனப்படும்.

மரபியல் குறைபாடுகள்

- மரபியல் குறைபாடுகள் என்பவை ஒரு நோய் அல்லது சின்ட்ரோம் ஆகும். இவை ஒரு உயிரியின் தனிப்பட்ட டி.என்.எ வின் இயல்பற்ற பிறழ்நிலை தன்மையால் அல்லது கோளாறுகளால் உருவாகின்றன. ஒரு மரபணுவில் ஏற்படும் சிறு திடீர்மாற்றம் முதல் குரோமோசோம் தொகுதி அல்லது ஒரு முழுமையான குரேர்மோசோமுடன் சேர்த்தல் அல்லது இழத்தல் வரையிலான பரந்த வீச்சை மரபியல் குறைபாடுகள் என்கிறோம். மரபியல் குறைபாடுகளை இரண்டு வகையாக பிரிக்கலாம் அவையாவன மெண்டலியன் குறைபாடுகள் மற்றும் குரோமோசோம் குறைபாடுகள்.

மெண்டலின் குறைபாடுகள் (Mendalian disorders)

- ஒரு மரபணுவில் ஏற்படுகின்ற மறுசீரமைப்பு அல்லது திடீர்மாற்றம், மெண்டலின் குறைபாட்டை ஏற்படுத்துகின்றன. மெண்டலின் மரபுக்கடத்தல் விதிகளின் படியே இவை சேய் உயிரிகளுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன. தலாசீமியா, அல்பினிசம், பினைல்கீட்டோநீயூரியா, அரிவாள் செல் இரத்தசோகை நோய் மற்றும் ஹன்டிங்டன் கோரியா போன்றவை மெண்டலியன் குறைபாடுகளுக்க எடுத்துகாட்டுகளாகும் இந்த வகையான குறைபாடுகள், ஓங்கு தன்மை அல்லது ஒடுங்குதன்மை கொண்டோ மற்றும் உடல் குரோமோசோம் அல்லது பால் குரோமோசோம் சார்ந்த பண்பாகவோ இருக்கலாம்.

தலாசீமியா (Thalassemia)

- இது உடல் குரோமோசோமில் உள்ள ஒரு ஒடுங்கு பண்பு மரபணுவின் திடீர் மாற்றத்தினால் ஏற்படும் நோயாகும். இந்நோயினால், இரத்த சிவப்பணுக்கள் அதிகமாக சிதைக்கப்படுகின்றன. இயல்புக்கு மாறான ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூறுகள் உருவாவதே இதற்குக் காரணமாகும். இயல்பான ஹீமோகுளோபின் நான்கு பாலிப்பெப்டைடு சங்கிலியால் ஆனது அதில் 2 ஆல்பா மற்றும் 2 பீட்டா குளோபின் சங்கிலிகளாகும். தலசீமியா நோயால்

பாதிக்கப்பட்டவர்களின் ஆல்பா அல்லது பீட்டா சங்கிலிகளில் ஏதாவதென்று பாதிப்பட்டுள்ளதால் இயல்புக்கு மாறான ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூறுகள் உருவாகி இரத்த சோகையை ஏற்படுத்துகிறது.

- பாதிக்கப்பட்டுள்ள ஹீமோகுளோபின் சங்கிலி வகையின் அடிப்படையில் ஆல்பா மற்றும் பீட்டா தலசீமியா என இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். 16-ஆம் குரோமோசோமில் நெருக்கமாக அமைந்த HBA1 மற்றும் HBA2 ஆகிய இரண்டு ஜீன்கள் தலாசீமியாவை கட்டுப்படுத்துகின்றன. திடீர்மாற்றம் அல்லது நீக்கம் அடைந்த ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஆல்பா மரபணுக்கள் ஆல்.்.பா தலாசீமியா என்பது பீட்டா குளோபின் சங்கிலி உற்பத்தி பாதிப்படைவதால் ஏற்படுகிறது. இதனை குரோமோசோம் 11ல் உள்ள ஒற்றறை ஜீன் (HBB) கட்டுப்படுத்துகிறது. பொதுவாக காணப்படும் இவ்வகை தலாசீமியா கூலியின் இரத்தசோகை (Cooley's anaemia) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இந்நோயினால் ஆல்பா சங்கிலி உற்பத்தி அதிகரித்து இரத்த சிவப்பணுக்களின் சவ்வுகள் சேதமுறுகின்றன.

பினைல்கீடோநியூரியா

- இது பினைல் அலனைன் வளர்சிதை மாற்ற பிறவிக் குறைபாட்டு நோயாகும் (Inbornerror ofmetabolism). உடல் குரோமோசோம்களில் உள்ள ஒரு இணை ஒடுங்கு மரபணுக்களால் இந்நோய் ஏற்படுகிறது. குரோமோசோம் 12ல் அமைந்துள்ள பினைல் அலனைன் ஹைட்ராக்ஸிலேஸ் என்ற கல்லீரல் நொதியை சுரப்பதற்குக் காரணமான PAH மரபணுவின் திடீர்மாற்றத்தால் இந்நோய் உண்டாகிறது. பினைல் அலனைனை டைரோசினாக மாற்ற இந்நொதி அவசியமாகும். இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களுக்கு இந்நொதி சுரக்காது. இதனால் தேங்கிய பினைல் அலனைன் ஹைட்ராக் ஸிலேஸ் என்ற கல்லீரல் நொதியை சுரப்பதற்குக் காரணமான PAH மரபணுவின் திடீர்மாற்றத்தால் இந்நோய் உண்டாகிறது. பினைல் அலனைனை டைரோசினாக மாற்ற இந்நொதி அவசியமாகும். இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களுக்கு இந்நொதி சுரக்காது. இதனால் தேங்கிய பினைல் அலனைன்கள் பினைல் பைருவிக் அமிலமாகவும் மற்றும் அதன் வழிப்பொருளாகவும் மாறுகின்றன. இதன் விளைவால் அதிதீவிர மூளை குறைபாட்டு நோய் தோல் மற்றும் முடிகளில் குறைவான நிறமிகள் ஆகியவை உண்டாகின்றன. பினைல் பைருவிக் அமிலம் சிறுநீர் வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

நிறமி குறைபாட்டு நோய் (Albinism)

- நிறமிகுறைபாட்டு நோய் ஒரு **வளர்சிதை மாற்ற பிறவி குறைபாட்டு நோயாகும்**. (Inborn error of metabolism). இவை உடற்குரோமோசோமில் உள்ள ஒடுங்கிய ஜீனால் ஏற்படுகிறது. தோலின் நிறத்திற்கு மெலனின் நிறமிகள் காரணமாக உள்ளன. மெலானின் நிறமி இல்லாத நிலை **'நிறமி குறைபாட்டு நோய்'** என அழைக்கப்படுகின்றது. ஒரு நபர், ஒடுங்கிய அல்லீல்களை பெற்றிருக்கும்போது, **டைரோசினேஸ்** நொதியை உற்பத்தி செய்ய முடியாது. மெலானோசைட் செயல்களில் உள்ள டைஹைட்ராக்ஸி பினைல்அலனைனை (DOPA) மெலானின் நிறமியாக மாற்ற இந்நொதி தேவைப்படுகின்றது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட நபர்களின் தோல், மயிர், ஐரிஸ் மற்றும் பல

பகுதிகளில் இயல்பான எண்ணிக்கையில் மெலானோசைட் செல்கள் காணப்படும். ஆனால் அவற்றில் மெலானின் நிறமி இருப்பதில்லை.

3-4டைஹைட்ராக்சி

பினைல்அலனைன்(DOPA) $\xrightarrow{\text{டைரோசினேஸ்}}$ மெலானின்

ஹன்டிங்டன் கோரியா

- இது மனிதனில் உடற்குரோமோசோமின் **ஓங்கு தன்மை கொண்ட கொல்லி மரபணு**வால் ஏற்படுகிறது. தன்னியல்பான உடல் நடுக்கம் மற்றும் படிப்படியான நரம்பு மண்டல சிதைவு, அதனுடன் மனநிலை பாதிப்பு மற்றும் உடல்பலம் குன்றல் ஆகியன இந்நோயின் பண்புகளாகும். இந்நோய் கொண்ட நபர்கள் 32 மதல் 40 வயதுக்கிடையே இறப்பை சந்திக்கிறார்கள்.

குரோமோசோம் பிறழ்ச்சிகள் (Chromosomal Abnormalities)

- மனிதனுடைய ஒவ்வொரு இரட்டைமய(2n) உடல்செல்களும் 46 குரோமோசோம்களை (23 இணைகள்) பெற்றுள்ளன. குரோமோசோமின் அமைப்பு அல்லது எண்ணிக்கையில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்கள் குரோமோசோம் குறைபாட்டு நோய்களை உண்டாக்குகின்றன. பொதுவாக, செல் பிளவில் ஏற்படும் பிழைகளால் குரோமோசோமில் முரண்பாடுகள் உண்டாகின்றன. செல்பிரிவின்போது குரோமோசோம்களின் குரோமட்டிகள் சரிவர பிரியாததால் ஒன்றோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தோ அல்லது குறைந்தோ காணப்படுவது ஒழுங்கற்ற **பன்மயம்** (அன்யூப்ளாய்டி) எனப்படும். குரோமோசோம்கள் சரிவர பிரிந்து ஒதுங்காததால் இந்நிலை உண்டாகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட குறைபாட்டு நோயின் பண்புகளாக வெளிப்படுகிற பல்வேறு அடையாளங்களும் அறிகுறிகளும் **சிண்ட்ரோம்** எனப்படும். மனிதனில், **டவுன் சிண்ட்ரோம், டர்னர் சிண்ட்ரோம், கிளைன்.ஃ.பெல்டர் சிண்ட்ரோம்** மற்றும் பட்டாவ் சிண்ட்ரோம் போன்ற குரோமோசோம் குறைபாட்டு நோய்கள் காணப்படுகின்றன.

(அ) மனிதனில் காணப்படும் உடல் குரோமோசோம் சார்ந்த ஒழுங்கற்ற பன்மயம்

- மனிதனில் பல உடல்குரோமோசோம் சார்ந்த ஒழுங்கற்ற பன்மயங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. (எ.கா) **டவுண் சிண்ட்ரோம்** (21-டிரைசோமி) **பாட்டவ் சிண்ட்ரோம்** (13-டிரைசோமி)

டவுண் சிண்ட்ரோம் (21-டிரைசேமி)

- 21-ஆவது குரோமோசோம் டிரைசோமி நிலையில் இருப்பதை டவுண் சிண்ட்ரோம் என அழைக்கிறோம். தீவிர மூளை வளர்ச்சி குறைபாடு, மைய நரம்பு மண்டல வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுதல், இரு கண்களுக்கிடையே அதிக தூரம் காணப்படுதல், தட்டையான மூக்கு, செவி குறைபாடு, வாய் எப்போதும் திறந்திருத்தல் மற்றும் நாக்கு வெளியே நீட்டியவாறு இருத்தல் ஆகியவை இந்நோயின் பண்புகளாகும்.

பட்டாவ் சிண்ட்ரோம் (13 –டிரைசோமி)

- 13-ஆவது குரோமோசோம் டிரைசோமி நிலையில் இருப்பதனால் பாட்டவ் சிண்ட்ரோம் உருவாகிறது. குன்றல்பிரிவின் போது குரோமோசோம்களின் குரோமட்டிட்கள் சரிவர பிரியாததால் இவ்வகையான குரோமோசோம் மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன. இதன் விளைவாக அதிகரித்த மற்றும் தீவிரமான உடல் குறைபாடுகள், மனநலக் குறைபாடு, சிறிய கண்களுடன் கூடிய சிறிய தலைகள், பிளவுற்ற அண்ணம், மூளை மற்றும் உள்உறுப்புகளின் குறைவளர்ச்சி ஆகியவை இதன் சில அறிகுறிகளாகும்.

(ஆ) மனிதனில் காணப்படும் பால்குரோமோசோமின் இயல்பு மாற்றம்

- மறைமுகப்பிரிவு அல்லது குன்றல் பிரிவின் போது குரோமோசோம்கள் சரிவர பிரிந்து ஒதுங்காததால் பால் குரோமோசோம் குறைபாட்டு நோய்கள் உண்டாகின்றன. மனிதனில், கிளைன்.ஃபெல்டர் சின்ட்ரோம் மற்றும் டர்னர் சிண்ட்ரோம் என பல பால் குரோமோசோம் குறைபாட்டு நோய்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

கிளைன்.ஃபெல்டர் சிண்ட்ரோம் (XXY-ஆண்கள்)

- இவ்வகை மரபியல் குறைபாட்டிற்கு ஆண்களில் ஒரு X குரோமோசோம் கூடுதலாக இருப்பதே காரணமாகும். இதன் விளைவாக இச்சிண்ட்ரோம் கொண்ட நபர்களுக்கு 44AA+XXY என மொத்தம் 47 குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இக்குறைபாட்டுடன் பிறப்பவர்கள் மலட்டு ஆண்களாகவும் நீண்ட கை கால்களுடனும் உரத்த ஒலி கொண்டவர்களாகவும், நெட்டையாகவும், குண்டாகவும் , குறைவளர்ச்சியுடைய ஆண் பாலின உறுப்புகள் மற்றும் மார்பக வளர்ச்சியை (Gynaecomastia) கொண்டும் காணப்படுகின்றனர்.

டர்னர் சிண்ட்ரோம் (XO-பெண்கள்)

- இவ்வகை மரபியல் குறைபாட்டிற்கு பெண்களில் ஒரு X-குரோமோசோம் குறைந்து காணப்படுவது காரணமாகும். இந்த சிண்ட்ரோம் கொண்ட நபர்கள், 45 குரோமோசோம்களை (44 உடல்குரோமோசோம் மற்றும் ஒரு X குரோமோசோம்) மட்டுமே பெற்றுள்ளனர். இக்குறைபாட்டு நோயின் காரணமாக பெண்களுக்கு மலட்டுத்தன்மை, குள்ளத்தன்மை, அகன்ற சவ்வுகளையுடைய கழுத்து, குறை மார்பக வளர்ச்சி, அண்டச் சுரப்பி வளர்ச்சியின்மை மற்றும் பருவமடையும்போது மாதவிடாய்ச்சுழற்சியின்மை போன்றவை அறிகுறிகளாக காணப்படுகின்றன.

குரோமோசோம் சாரா மரபுக் கடத்தல் (சைட்டோபிளாச வழி மரபு கடத்தல்) (Extra Chromosomal inheritance)

- சில பண்புகள், **குளோரோபிளாஸ்ட், மைட்டோகாண்ட்ரியா, தொற்று உயிரி மற்றும் பிளாஸ்மிட்** போன்ற உட்கரு சாரா மரபுத் தொகுதிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இவை மெண்டலின் மரபுக்கடத்தல் விதிகளுக்கு உட்படாதவை. குரோமோசோம் சாராத மரபணுக்களின் மரபுக்கடத்தல் தாயின்

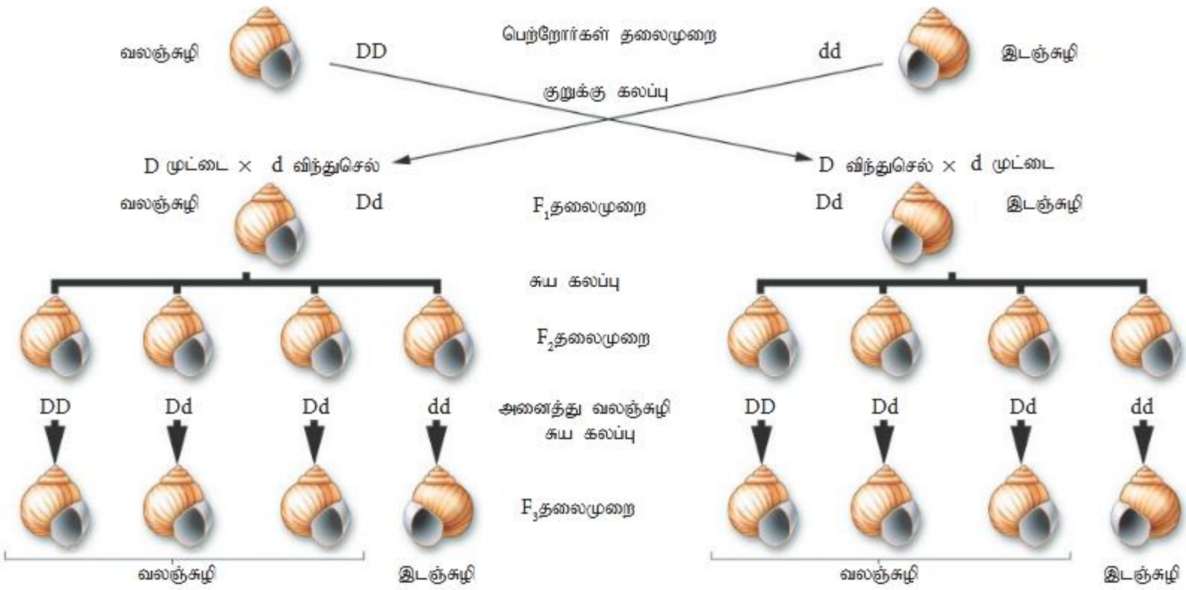
தாக்கத்தைச் சார்ந்தே உள்ளது. கரு வளர்ச்சிக்கு சமச்சீரற்ற பங்களிப்பை அளிப்பதன் மூலம் தாயின் தாக்கம் வெளிப்படுகிறது. ஆண் மற்றும் பெண் ஆகிய இரண்டு பெற்றோர்களும் குரோமோசோம் மரபணுக்கள் மூலம் கருமுட்டைக்கான பங்களிப்பை சமமாக அளித்தாலும் ஆண்களின் விந்து செல்களில் மிகக்குறைந்த சைட்டோபிளாசம் இருப்பதால் பெண் உயிரிகள் தங்கள் பங்களிப்பாக கருமுட்டையின் ஆரம்பநிலை சைட்டோபிளாசம் மற்றும் செல் உள் உறுப்புகள் போன்றவற்றை அளிக்கின்றன. சைட்டோபிளாசத்தில் மரபுக் கடத்தல் அலகுகள் இருந்தால் அவை சேய் உயிரிகளுக்கு முட்டைகள் மூலம் கடத்தப்படுகின்றன. எனவே சேய்கள் **தாய்சார்ந்த விளைவைக் கொண்டுள்ளன.**

- சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும் மரபு சாரா மரபணுக்களின் மரபுக்கடத்தல் உட்கருவில் காணப்படும் குரோமோசோம் மரபணுக்களின் மரபுக்கடத்தலுடன் ஒத்துப்போவதில்லை. எனவே, இவை **குரோமோசோம் சாராத (அ) உட்கரு சாராத அல்லது சைட்டோபிளாச வழி மரபுக்கடத்தல்** என அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும் இவை தாய்சார்ந்த தாக்கத்தைக் கொண்டுள்ளன. உட்கரு சாரா மரபுக்கடத்தலில் ஆண் மற்றும் பெண் பெற்றோர்கள் தங்கள் உட்கரு மரபணுக்களுக்கு இணையாக தங்களது பங்களிப்பை சேய்களுக்கு அளிக்கின்றனர். ஆனால் குரோமோசோம் சாராத மரபணுக்களை சமமாக அளிப்பதில்லை. எனவே மெண்டலின் மரபுக்கடத்தல் விதியில் இருந்து மாறுபட்ட முடிவுகள் கிடைக்கின்றன. லிம்னியே நத்தை ஓட்டின் சுருள் தன்மை மற்றும் பாரமீசியத்தின் கப்பா துகள்கள் ஆகியவற்றை எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டு விலங்குகளில் குரோமோசோம்சாரா மரபுக்கடத்தலை அறியலாம்.

லிம்னியே நத்தை ஓட்டின் சுருள் தன்மை

- *லிம்னியே பெரெக்ரா* ஒரு நன்னீர் நத்தையாகும் இந்நத்தையின் ஓடு சுழல் வடிவில் சுருண்டுள்ளன. இச்சுழல் கடிகாரதிசை (வலஞ்சுழி) அல்லது எதிர்கடிகாரதிசை (இடஞ்சுழி) யாக இருக்கலாம். இந்த இரண்டு வகை சுழல்களும் மரபியல் வழிமுறைகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிற பிளவிப்பெருகல் வகைகளான வலஞ்சுழி (Dextral) பிளவி பெருகல் மற்றும் இடஞ்சுழி (sinistral) பிளவி பெருகல் முறைகளால் உருவாக்கப்படுகின்றன. *லிம்னேயா*வில் வலஞ்சுழி சுருள், இயல்பு பண்பாகவும் இடஞ்சுழி சுருள் திடீர்மாற்றம் அடைந்த பண்பாகவும் உள்ளன. இந்நத்தையில் சுருளின் திசையை உட்கருவின் ஓரிணை மரபணுக்களான D மற்றும் d ஆகியவை நிர்ணயிக்கின்றன.

லிம்னேயாவின் ஓட்டு சுருள் தலைமுறையாக்கம்



- இதில் வலஞ்சுழியை நிர்ணயிக்கும் மரபணுக்கள் (D) இடஞ்சுழியை நிர்ணயிக்கும் மரபணுக்களை (d)விட ஓங்கு தன்மையுடன் உள்ளன. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வலஞ்சுழி நத்தையிடமிருந்து அண்டத்தையும், இடஞ்சுழி நத்தையிடமிருந்து விந்தையும் பெற்ற F1 தலைமுறை சேய் உயிரிகள் அனைத்தும் வலஞ்சுழி ஓடுடையவைகளாக உள்ளன (Dd).

- ஹெட்டிரோசைகஸ் கொண்ட F1 உயிரிகளுக்கிடையே சுயகலப்பு செய்தபோது உருவான F2 தலைமுறை உயிரிகளில் மூன்று வலஞ்சுழி உயிரிகளும் ஒரு இடஞ்சுழி உயிரியும் இருந்தன. இவை 1DD, 2Dd, 1dd என மரபு வகைகளைக் கொண்டிருந்தன. (படத்தில் இடது) இவ்விரு நத்தைகளுக்கிடையே மீள் கலப்பு செய்த போது (படத்தில் வலது) F1 தலைமுறை உயிரிகளில் இவற்றின் மரபு வகையையும் ஆனால் பெண் பெற்றோர்கள் போன்று இடஞ்சுழி சுருளையும் கொண்டுள்ளன.

- இந்த இரண்டு வகை கலப்பிலும் F1 தலைமுறை உயிரிகளில் இவற்றின் மரபு வகை Dd என ஒரே மாதிரியாக இருந்தாலும், அவற்றின் புறத்தோற்றம் பெண் பெற்றோர்கள் போலவே இருந்தன. இவ்வகை முடிவுக்குக் காரணம், தாயின் மரபு வகையே சேய் உயிரிகளின் புறத்தோற்ற பண்பை நிர்ணயிக்கிறது என்பதாகும்.

- ஒரு F1 இடஞ்சுழி உயிரியை சுயகலப்பு செய்தபோது F2 தலைமுறையின் ஓட்டுச் சுருளானது அனைத்தும் வலஞ்சுழியாகவே இருந்தன. ஏனெனில் F2 தலைமுறையின் போது மரபணுக்கள் தனித்து ஒதுங்குவதில்லை. F3 தலைமுறையின் போது மட்டுமே இம்மரபணுக்கள் தனித்து ஒதுங்குகின்றன. 3வது தலைமுறையின்போது மட்டுமே 3 வலஞ்சுழி மற்றும் : 1 இடஞ்சுழி பண்பு கொண்ட உயிரிகள் உண்டாகின்றன.

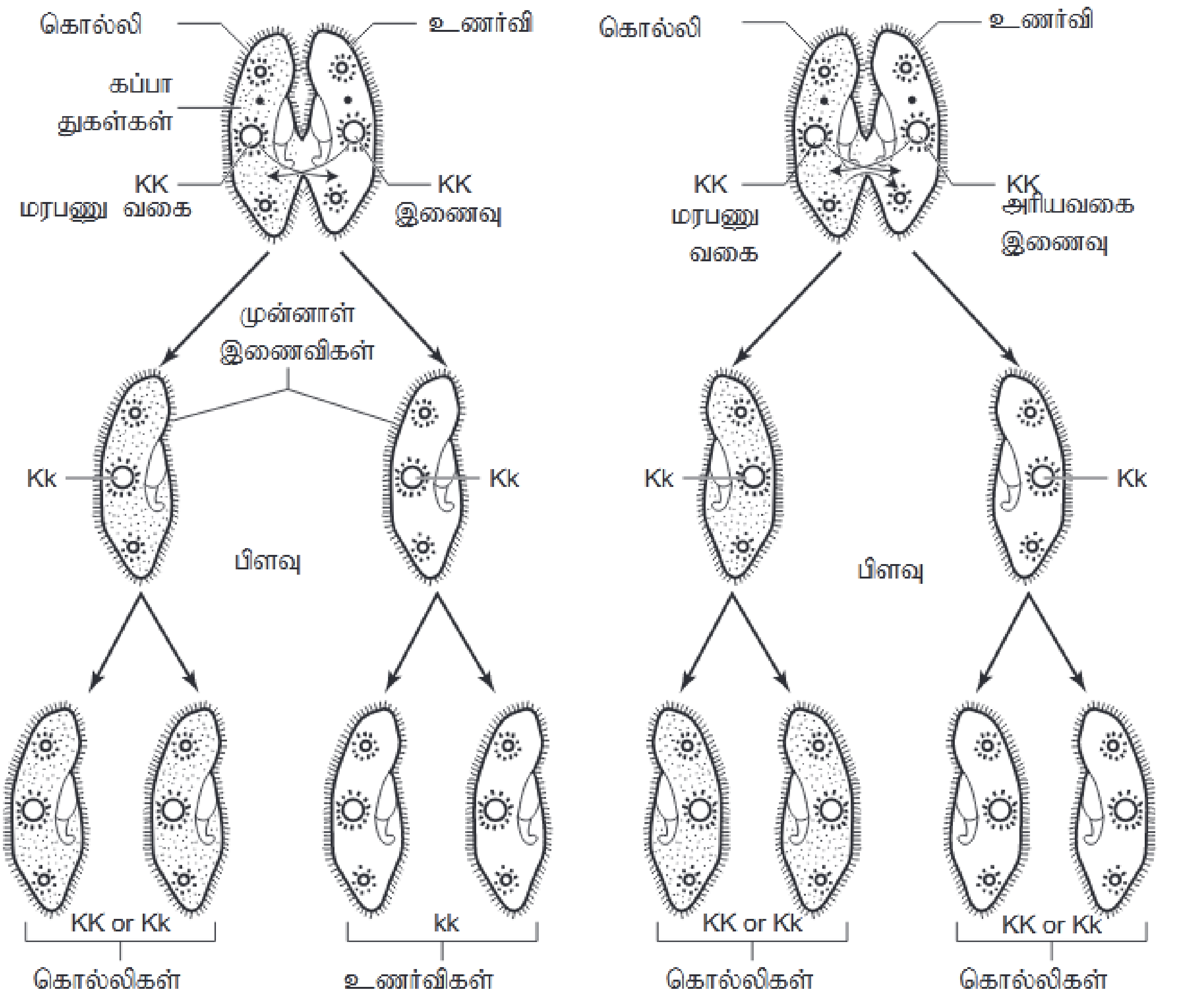
- ஏன் இவ்வகையான முடிவுகள் ஏற்படுகின்றன? காரணம், பிளவிப் பெருகலின் வகையானது அண்ட செல்களின் அமைப்பைச் சார்ந்துள்ளது. இவ்வமைப்பு ஊசைட்டின் உட்கரு முதிர்ச்சிப்பிளவு அடையும் முன்பாகவும் தாயின் மரபு வகையின் தாக்கத்தாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. நத்தையின் ஓட்டுச் சுருள் திசையானது முதல் பிளவி பெருகலின்போது மைட்டாட்டிக் கதிர்கள் அமைகின்ற முறையை பொருத்து உருவாகின்றன. தாய்சார்ந்த விளைவுகள் ஒரு தலைமுறையை மட்டுமே கட்டுப்படுத்துகின்றன என்பது வெளிப்படை, ஒவ்வொரு தலைமுறையிலும் சுருளின் திசையானது தாயினுடைய மரபணு வகை ஆக்கத்தை பொருத்தே அமைகின்றன.

பாரமீசியத்தின் கப்பா துகள்கள்

- *சன்னிபான்* மற்றும் அவரின் உடன் ஆய்வாளர்கள் *பாராமீசியம் ஆரிலியாவில்* சைட்டோபிளாச கப்பாதுகள்கள் கட்டுப்படுத்தபடுதலை விளக்கியுள்ளனர். சில குற்றிழை கொண்ட பாரமீசிய வகைகளின் சைட்டோபிளாசத்தில் இணை உயிரியான கப்பா துகள்கள் காணப்படுகின்றன. கப்பா துகள்களை கொண்ட பாரமீசிய வகைகள் **"கொல்லி பாரமீசியாக்கள்"** என அழைக்கப்படுகின்றன. கப்பா துகள்களால் வெளியேற்றப்படும் **பாரமீசின்** எனும் நச்சு மற்ற உயிரினங்களுக்கு பாதிப்பை (இறப்பை) ஏற்படுத்துவதால் அவை 'உணர்விகள்' என அழைக்கப்படுகின்றன.

- கப்பா துகள்கள், விருந்தோம்பிக்கு எந்தவித பாதிப்பையும் ஏற்படுத்தவில்லை. எனவே அவை விருந்தோம்பியில் ஒட்டுண்ணியாகவோ அல்லது இணைவாழ் உயிரியாகவோ உள்ளன. ஒரு கொல்லி பாரமீசியத்தில் நூற்றுக்கணக்கான கப்பா துகள்களும் அதனுள் தனக்கென தனி டி.என்.ஏவையும் கொண்டுள்ளன. இவை பாராமீசியாவினுள் இருப்பதற்கு பாரமீசியாவின் ஓங்குதன்மை கொண்ட K மரபணுவை சார்ந்துள்ளன. kk எனும் ஒடுங்கிய மரபணு ஆக்கத்தை கொண்ட பாரமீசியத்தால் கப்பா துகள்களை உருவாக்க முடிவதில்லை. இந்த கொல்லி வகை மரபுக்கடத்தல் மெண்டலின் மரபுக்கடத்தல் விதிக்கு உட்படுவதில்லை.

பாராமீசியத்தின் கப்பா துகள் மரபுக்கடத்தல்



- கொல்லி பாரமீசியம் KK, உணர்வி பாரமீசியம் kk உடன் இணைவை மேற்கொண்ட பிறகு பிரிந்த உயிரிகள் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வா தன்மைகொண்ட Kk மரபணுக்களை கொண்ட இணைவிகளாக உருவாயின. இவ்விணைவிகள் இரண்டுமே கொல்லும் வகைகளாக இருந்திருக்க வேண்டும். ஆனால், முடிவுகள் அவ்வாறில்லை. இவற்றுக்கிடையே இணைவு நடைபெறுவது சிறிதுநேரமே என்பதால் சைட்டோபிளாச பரிமாற்றம் நடைபெறுவதில்லை. இதன் விளைவாக கொல்லும் வகை (Kk) மற்றும் உணர்வி வகை பாரமீசியங்கள் உருவாயின. பாரமீசியத்தின் இணைவு அதிக நேரம் நீடிக்கும் தருவாயில் சைட்டோபிளாச பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது. இதன் விளைவாக உருவாகக்கூடிய இணைவிகள் கொல்லும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதன் மூலம் கொல்லும் தன்மையை நிர்ணயிப்பது சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள பொருட்களே, என உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. சைட்டோபிளாச கப்பா பொருளின் பராமரிப்புக்கு குரோமோசோமின் ஓங்கிய மரபணுக்கள் (KK) காரணமாகின்றன. இவ்வோங்கு மரபணுக்கள் இல்லாத நிலையில் விருந்தோம்பி பாரமீசியத்தின் சைட்டோபிளாசத்தில் கப்பா துகள்கள் மறைந்து போகின்றன.

- கப்பா துகள்கள் *சீடோபாக்டர் டீனியோஸ்பைராலிஸ்* எனும் பாக்டீரியா போன்று உள்ளன. இவற்றுக்கு சொந்தமான போன்று உள்ளன. இவற்றுக்கு சொந்தமான டி.என்.ஏ தன்னிச்சையாக இரட்டிப்படைகின்றன. கப்பா துகள்கள்

N மற்றும் B ஆகிய இரண்டு வடிவங்களில் உள்ளன. இதில் N வகை தொற்றும் தன்மையை கொண்டுள்ளது. இது ஒரு பாரமீசியத்தில் இருந்து மற்றொரு பாரமீசியத்தை அடைகின்ற போது அதற்கு கொல்லும் தன்மையை அளிக்கின்றது. N வகை கப்பாத் துகள்கள் பாக்டீரியாபேஜ்களால் தாக்கப்படும்போது அதனுள் Rகூறுகள் தோன்றி N வகையை B வகைக்கு மாற்றுகின்றன. இந்த R கூறுகள் ஒளிச்சிதறல் தன்மையை பெற்றிருப்பதால் ஒளி நுண்ணோக்கி மூலமாக இவற்றைக் காணலாம். B வகை கப்பா துகள்களுக்கு இரட்டிக்கும் தன்மை இல்லாததால், செல்லுக்குள் சிதைக்கப்படுகின்றன. இருந்தபோதிலும் விருந்தோம்பி செல்களுக்கு கொல்லும் தன்மையை வழங்குகிறது. **பாரமீசின்** என்ற நச்சை உருவாக்குவது வைரஸ் டி.என்.ஏவா அல்லது கப்பா டி.என்.ஏவா என இன்றளவும் புரிந்து கொள்ளமுடியவில்லை.

இனமேம்பாட்டியல், புறத்தோற்ற மேம்பாட்டியல் மற்றும் சூழ்நிலை மேம்பாட்டியல் (Eugenics, Euphenics and Euthenics)

அ) இனமேம்பாட்டியல் (Eugenics)

- மனித இனத்தை மேம்படுத்துவதற்காக மரபியல் விதிகளை பயன்படுத்துவது **இன மேம்பாட்டியல் (Eugenics)** எனப்படும். **பிரான்சிஸ் கால்டன்** என்பவர் 1885ஆம் ஆண்டு யூஜெனிக்ஸ் என்ற சொல்லை உருவாக்கினார். இதற்கு **"நல்ல பிறப்பு"** என்று பொருள். சிறந்த எதிர்கால தலைமுறைக்காக, இன மேம்பாட்டியல் விதிகளைப் பயன்படுத்தி தலைசிறந்த மக்களைக் கொண்ட இனத்தொகையை அதிகப்படுத்துதல் மற்றும் இயல்பற்ற, குறைபாடுடைய மக்களின் இனத்தொகையைக் குறைத்தல் அவசியமாகின்றது.

- இன மேம்பாட்டியலில் இரண்டு முறைகள் உள்ளன. **வளராக்க முறை** அல்லது **நேர்மறை இனமேம்பாட்டியல். கட்டுப்படுத்தப்பட்ட முறை** அல்லது எதிர்மறை **இனமேம்பாட்டியல்.**

நேர்மறை இன மேம்பாட்டியல்

- நேர்மறை இன மேம்பாட்டியல், சிறந்த அல்லது விரும்பத்தக்க வளர்கரு பிளாசத்தினை தொடர்ந்து நிலையாக அதிகரிக்கவும் சமூகத்தின் சிறந்த வளர்கரு பிளாசத்தினை பாதுகாக்கவும் முயல்கின்றது. கீழ்காணும் நடவடிக்கைகளை ஏற்றுக் கொள்வதன் மூலம் விரும்பத்தகுந்த பண்புகளை அதிகரிக்க முடியும்.

  i. விரும்பத்தகுந்த பண்புகளைப் பெற்றவர்களுக்கு மிக குறைந்த வயதிலேயே திருமணம் செய்து வைத்தல்.

  ii. சிறந்த வளர்கரு பிளாசத்தை பெறும் பொருட்டு விந்து மற்றும் அண்ட வங்கிகளை நிறுவமானியம் அளித்தல்.

iii. மரபியல் மற்றும் இன மேம்பாட்டியல் பற்றிய அடிப்படை கொள்கைகளை போதித்தல்.

iv. சுற்றுச்சூழல் நிலைகளை மேம்படுத்துதல்

v. மரபிய ஆய்வுகளை முன்னெடுத்துச் செல்லல்.

எதிர்மறை இன மேம்பாட்டியல்

- குறைபாடுடைய வளர்கரு பிளாசத்தினை சமூகத்திலிருந்து வெளியேற்றும் நிகழ்வே எதிர்மறை இன மேம்பாட்டியல் எனப்படும்.

இதற்கு கீழ்க்காணும் நடவடிக்கைகள் அவசியமாகிறது.

i. குறைபாடுடையவர்களை பாலின ரீதியில் தனிமைப்படுத்துதல்
ii. குறைபாடுடையவர்களை மலடாக்குதல்
iii. உள் வருகையை (Immigration) கட்டுக்குள் வைத்தல்
iv. திருமணங்களை முறைப்படுத்துதல்

ஆ) புறத்தோற்ற மேம்பாட்டியல் (Euphenics)

- மனித மரபிய நோய்களை, நோய் அறிகுறி சார்ந்து குணப்படுத்துவது புறத்தோற்ற மேம்பாட்டியல் அல்லது மருத்துவ பொறியியல் எனப்படும். யூபெனிக்ஸ் என்ற சொல், 1960 ஆம் ஆண்டு **ஜோஸ்வா லெடர்பெர்க் (Joshua Lederberg)** என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது. இதன் பொருள் ''இயல்பான தோற்றம்'' என்பதாகும். இது பல்வேறு மனித பாரம்பரிய நோய்கள் குறிப்பாக பிறப்பு வழி வளர்சிதைமாற்றக் குறைபாடு நோயினை கட்டுப்படுத்துவதில் பங்குபெறுகிறது. எ.கா. பினைல்கீட்டோனூரியா (PKU)

இ)சூழ்நிலை மேம்பாட்டியல் (Euthenics)

- சுற்றுச்சூழல் நிலைகளை மேம்படுத்துவதன் மூலம். தற்போதான மனித இனத்தை மேம்படுத்தும் அறிவியல் சூழ்நிலை மேம்பாட்டியல் எனப்படும். அவர்களுக்கு நல்ல உணவூட்டம், மாசற்ற சுற்றுச்சூழல் நிலைகள், சிறந்த கல்வி மற்றும் போதுமான மருத்துவ வசதிகளை அளிப்பதன் மூலம் சூழ்நிலை மேம்பாட்டினை அடைய முடியும்.

பாடம் - 5

மூலக்கூறு மரபியல

- ஒரு தலைமுறையிலிருந்து இன்னொரு தலைமுறை உருவாகும் போது சில பண்புகள் வெளிப்படுகின்றன. சில மறைந்து விடுகின்றன. இதற்கான மர்மத்திரையை விலக்கி விடை ஈந்தது மெண்டலின் கோட்பாடேயாகும். பெற்றோரிடமிருந்து பரிணமித்த செய்திகள் சேய் உயிரிகளில் பிரதிபலித்தல் மற்றும் பண்புகள் கடத்தப்படும் முறை ஆகியவற்றை மெண்டலின் ஆய்வுகள் வெளிக்கொணர்ந்தன. இச்செய்திகள் குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ளன.

- நம்முடைய சிறப்புப் பண்புகள் யாவும் டி.என்.ஏ மூலக்கூறுகளில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன என்பது தான் மனித அறிவின் விசாலத்தினால் இன்று வரை அறியப்பட்டதாகும். டி.என்.ஏ ஒரு மரபணுப் பொருள் என்று கண்டறியப்பட்டிருந்தாலும் அது பல கேள்விகளை விடையற்றதாகவே வைத்திருக்கிறது. டி.என்.ஏவில் உள்ள செய்திகள் எவ்வாறு பயன்படுத்தப்படுகின்றன? டி.என்.ஏ.வின் வழிகாட்டுதலிலேயே புரதங்கள் கட்டமைக்கப்படுகின்றன என்பதை இன்றைய அறிவியல் அறிஞர்கள் அறிந்துள்ளனர். வளர்சிதை மாற்றம் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கையின் போது நடைபெறும் அனைத்து வேதிவினைகளின் வேகத்தையும், செல்களின் வடிவத்தையும் புரதங்களே நிர்ணயிக்கின்றன. ஒவ்வொரு உயிரியின் பாரம்பரியம் இயல்பையும் அதன் மரபணுத் தொகுதிகளே வரையறுக்கின்றன. மேலும் ஒரு உயிரியை கட்டமைப்பதற்கான அனைத்து செய்திகளையும் இவைதான் தருகின்றன. எந்தவொரு உயிரியின் பாரம்பரியம் தொடர்பான முழுமையான செய்திகளும் மரபணுத் தொகுதிகளில் அடங்கியுள்ளன.

- மரபணுத் தொகுதி, பல்வேறு நியூக்ளிக் அமில மூலக்கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு நியுக்ளிக் அமில மூலக்கூறிலும் பெரும் எண்ணிக்கையிலான மரபணுக்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு மரபணுவும் நியுக்ளிக் அமிலத்தினுள் உள்ள குறிப்பிட்ட புரதத்திற்கான வரிசையமைப்பு ஆகும். டி.என்.ஏ வின் அமைப்பு, அது இரட்டிப்பாதல், அதிலிருந்து ஆர்.என்.ஏ உருவாக்கம் (படியெடுத்தல்), புரத உற்பத்தியின்போது அமினோ அமிலங்களின் வரிசையை நிர்ணயிக்கும் மரபணு குறியீடுகள் (மொழிபெயர்த்தல்) மரபணு வெளிப்பாட்டினை நெறிப்படுத்துதல் மற்றும் மனித மரபணு தொகுப்பை வரிசைப்படுத்துதலின் முக்கியத்துவம் ஆகியவற்றை இப்படம் உள்ளடக்குகிறது.

மரபு கடத்தலின் செயல் அலகாக மரபணு

- மரபணு என்பது, மரபுக் கடத்தலுக்கான இயற்பிய மற்றும் செயலிய அடிப்படை அலகாகும். 1860ல் **கிரிகெர் மெண்டல்**, மரபணு கோட்பாடுகளை முதன் முதலாக விளக்கினார். ஆனால் அவர் ஜுன் (அல்லது) மரபணு என்ற சொல்லை பயன்படுத்தவில்லை. அதை அவர் 'காரணி' (factor) என்றே அழைத்தார். 1909ல் டேனிஷ் உயிரியலாளரான வில்ஹெல்ம் ஜோஹன்சென் என்பவர் மரபணு (ஜுன்) என்ற சொல்லை உருவாக்கினார். பாரம்பரியமாக கடத்தப்படும் பண்புகளை இவை நிர்ணயிக்கின்றன என்பதை இது குறிக்கிறது.

- 1902-ல் சட்டன் (Sutton) என்பவரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட கோட்பாட்டில் கீழ்க்கண்டவாறு மரபணு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. குரோமோசோம்களில் நிலையான இடத்தை ஆக்கிரமித்துள்ள, மெண்டலின் மரபு கடத்தல் விதிகளை பின்பற்றுகின்ற மற்றும் புற பண்புகளின் வெளிப்பாட்டிற்கு காரணமாகவும் அமைகின்ற தனித்துவ துகள்களே மரபணுக்கள் எனப்படும். இவை கீழ்க்கண்ட பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

- ஒவ்வொரு உயிரியிலும் உள்ள குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையைவிட, மரபணுக்களின் எண்ணிக்கை அதிகம். எனவே, ஒரே குரோமோசோமில் பல மரபணுக்கள் இடம் கொண்டுள்ளன.

- மணிகோர்த்த மாலையில் உள்ள மணிகளைப் போல, ஒற்றை நீள் வரிசையில் மரபணுக்கள் வரிசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

- ஒவ்வொரு மரபணுவும் தமக்குரிய மரபணு அமைவிடத்தைக்(Locus) கொண்டுள்ளன.

- மரபணுக்கள் அல்லீல்கள் எனப்படும் பல மாற்று வடிவங்களைக் கொண்டிருக்கலாம்.

ஒரு மரபணு – ஒரு நொதி கோட்பாடு (One gene-one enzyme hypothesis)

1940-ல், ஜார்ஜ் பீடில் மற்றும் **எட்வர்டு டாடம்** ஆகியோர், சிவப்பு ரொட்டி பூஞ்சை என்றழைக்கப்படும் நியுரோஸ்போரா கிரஸ்ஸா (Neurospora crassa) வில் செய்த சோதனைகளின் அடிப்படையில் ஒரு மரபணு – ஒரு நொதிக்கோட்பாடு உருவானது. இக்கோட்பாட்டின் படி ஒவ்வொரு நொதியின் உற்பத்தியையும் ஒரு மரபணு கட்டுப்படுத்துகிறது.

ஒரு மரபணு – ஒரு பாலிபெப்டைடு கோட்பாடு (One gene – one poly peptide hypothesis)

ஒரு நொதியென்பது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பாலிபெப்டைடு சங்கிலியால் ஆக்கப்பட்டது என அறியப்பட்டுள்ளது. ஒரு பாலிபெப்டைடை மட்டுமே ஒரு மரபணு உருவாக்கலாம். இதனால், ஒவ்வொரு மரபணுவும் நொதியின் மூலக்கூறில் உள்ள ஒரேயொரு பாலிபெப்டைடு சங்கிலியின் உற்பத்தியை மட்டுமே கட்டுப்படுத்தும் என ஒரு மரபணு – ஒரு பாலிபெப்டைடு கோட்பாட்டில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

- திடீர் மாற்றம் என்றழைக்கப்படும் நிகழ்வின் மூலம் இருப்பிடம் மற்றும் உள் பொருட்களில் மரபணுக்கள் திடீரென மாற்றம் பெறுகின்றன.

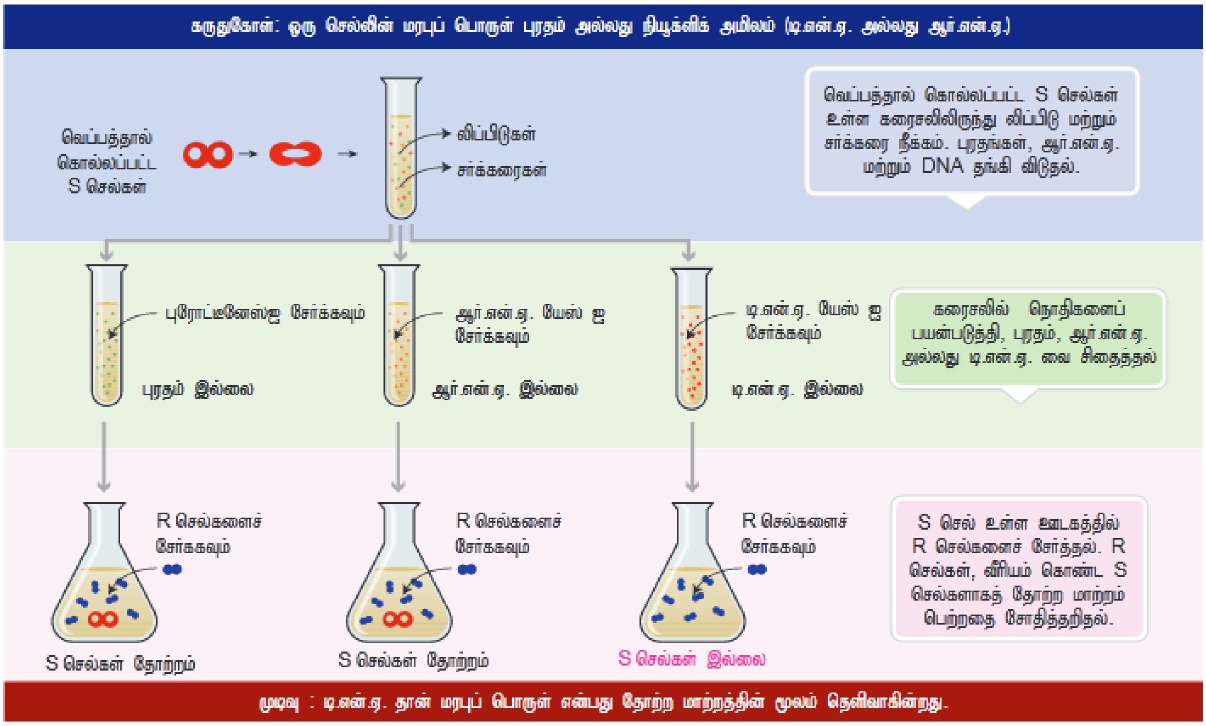
- மரபணுக்கள், தன்னிய நகலாக்கத்திறன் (Self-Duplication) கொண்டவை ஆதலால் தன் நகலை தாமே உற்பத்தி செய்து கொள்கின்றன.

மரபணு பொருளுக்கான தேடல்

- செல்களில் நடைபெறும் குன்றல் பிரிவின் போது அச்செயலில் ஈடுபட்டுள்ள உட்கரு, தமக்குத் தாமே சிறிய தண்டு போன்ற உறுப்புகளாக சீரமைத்துக் கொள்கிறது. இதற்கு குரோமோசோம் என்று பெயர். இக்கருத்துக்களை 1848 லேயே, ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த தாவரவியல் அறிஞரான வில்ஹெல்ம் ஹோ.ஃப்மீஸ்டெர் (Wilhelm Hofmeister) குறிப்பிட்டுள்ளார். 189-ல், லிவிஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த மருத்துவரான பிரெடெரிக் மீஸ்ஷர் (Friedrich Meicher) செல்லின் உட்கருவிலிருந்து நியுக்ளின் (Nuclein) எனும் பொருளை பிரித்தெடுத்தார். இப்பொருளுக்கு 1889-ல் ஆல்ட்மன் (Altman) என்பவர் நியுக்ளிக் அமிலம் என பெயர் மாற்றினார். இதுவே தற்போது டி.என்.ஏ என்றழைக்கப்படுகிறது.

- புரதங்கள் மற்றும் டி.என்.ஏ ஆகியவற்றால் குரோமோசோம்கள் ஆக்கப்பட்டுள்ளன என்பது 1920-வாக்கில் தெளிவானது. மரபுசார்ந்த செய்திகளை எடுத்துச் செல்லும் உண்மையான கடத்திகளை அறிவதற்காக பல சோதனைகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

ஏவரி குழுவின் தோற்ற மாற்ற சோதனை (1944)



- டி.என்.ஏ தான் மரபணுப்பொருள் என்பதை நிரூபித்த கிரி.ஃபித் (Griffith) சோதனை, ஏற்கெனவே பதினோராம் வகுப்பு பாட நூலில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. பாக்டீரியாவின் மரபணுப் பொருள் டி.என்.ஏ தான் என்பதற்கு பாக்டீரிய தோற்றமாற்றமே (Bacterial Transformation) முதல் சான்று என்பதற்கு என்றாலும் இத்தோற்றமாற்றத்திற்கான காரணத்தை கிரி.ஃபித்தால் விளங்கிக் கொள்ள முடியவில்லை. அவரின் சோதனைகளால் மரபணுப் பொருளின் வேதிப்பிணைப்பையும் வரையறுக்க இயலவில்லை.

- பின்னர் 1944-ல், ஆஸ்வால்டு ஏவரி (Oswald T.Avery) காலின் மேக்லியாட் (Colin M.Macleod) மற்றும் மேக்லின் மெக்கார்டி (Maclyn J.Mc Carty) ஆகியோர், 'உடல்வெளி' (invitro) முறை மூலம் கிரி.ஃபித்தின் சோதனைகளை மீள மேற்கொண்டனர். இதன் மூலம், வீரியமற்ற பாக்டீரியாவை வீரியம் கொண்டதாக மாற்றுகிற தோற்றமற்ற நிகழ்வுக்குக் காரணமான பொருட்களை அடையாளம் காண முயன்றனர். இவ்வாய்வின் போது, வெப்பத்தினால் கொல்லப்பட்ட S-வகை பாக்டீரியாவிலிருந்து டி.என்.ஏ, ஆர்.என்.ஏ மற்றும் புரதங்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு அவை R-வகை பாக்டீரியாவினுள் சேர்க்கப்பட்டன. இதன் விளைவாக R-வகையின் சொரசொரப்பான புறப்பரப்பு மென்மையாக மாறியது மட்டுமல்லாமல், அவை, நோயூக்கியாகவும் மாறின. ஆனால், **எ.என்.ஏ.யேஸ்** (டி.என்.ஏ சிதைவு நொதி) அல்லது **புரோட்டினேஸ்** (புரத சிதைப்பு நொதி) ஆகியவை எதுவும் தோற்றமாற்ற நிகழ்வை பாதிக்கவில்லை. எனவே, தோற்றமாற்ற நிகழ்விற்கு டி.என்.ஏ.வே காரணம் என்பது, டி.என்.ஏ.யேஸால் செரிக்கப்பட்டதால் ஏற்பட்ட தோற்றமாற்ற பண்பு இழப்பிலிருந்து, தெரிய வருகிறது. இச்சோதனைகள் டி.என்.ஏ.வே மரபணுப் பொருளாகவும் புரதம் அல்ல என்பதையும் காட்டுகின்றன. ஒரு வகை செல்லிலிருந்து (R-வகை) யின் சில பண்புகள் மீளக்கிடைக்கின்றன. இம்மொத்த நிகழ்வே **தோற்றமாற்றம்** (Transformation) எனப்படும்.

மரபணுப்பொருளாக டி.என்.ஏ

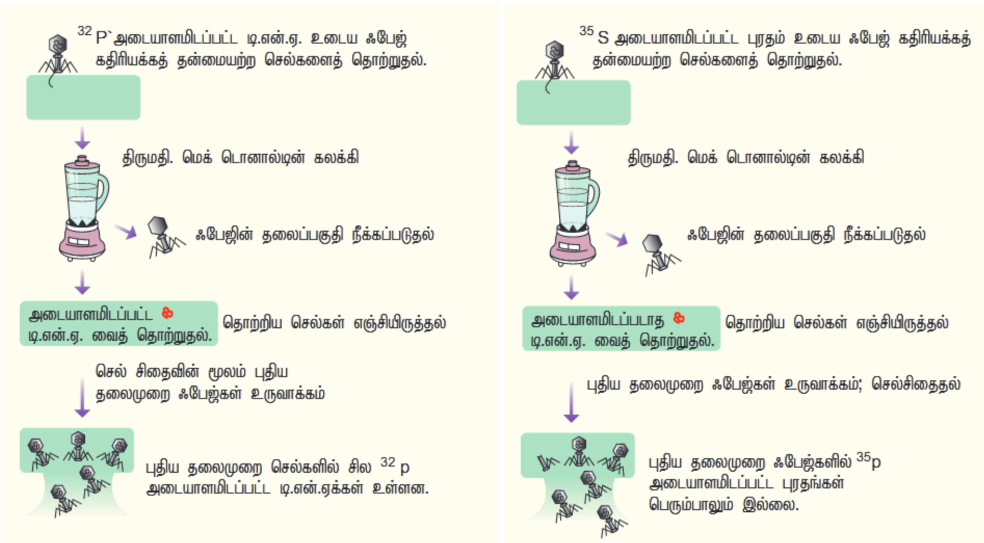
- கிரி.ஃபித், எவரி போன்றவர்களின் சோதனைகளுக்கு அப்பால் உயிரியலாளர்கள் செல்லில் உள்ள புரதங்களே மரபுப் பண்புகளை கடத்தும் பொருட்கள் என்றும் டி.என்.ஏக்கள் அல்ல என்றும் உறுதியாக நம்பினார்கள். யுகேரியோடிக் குரோமோசோம்களில் டி.என்.ஏவும் புரதமும் ஏறத்தாழ சமஅளவில் இருக்கின்றன. மரபுப்பொருளாக இருக்க தேவையான ஒரு பண்பு, செய்திகளை மொழிபெயர்க்கும் திறனாகும். இத்திறனுக்கு தேவையான வெதிப்பல்வகைமையையும், கூட்டுத்தொகுதி அமைப்பையும் புரதங்களே பெற்றுள்ளன என்று அவர்கள் கருதினர். என்றாலும், 1952-ல் செய்யப்பட்ட ஹார்ஷே-சேஸ் (Harshey-Chase) சோதனைகளின் முடிவுகள், டி.என்.ஏ.வே மரபணுப் பொருள் என்பதற்கான, அனைவராலும் ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடிய, சான்றுகளை அளித்தன.

பாக்டீரியோ.ஃபேஜ்ஜை பயன்படுத்தி செய்யப்பட்ட ஹார்ஷே மற்றும் சேஸ் சோதனைகள்

- பாக்டீரியாக்களை தாக்கும் தன்மை கொண்ட T2 – பாக்டீரியோ.ஃபேஜ்களை பயன்படுத்தி, 1952ல் **ஆல்பிரெட் ஹார்ஷே** மற்றும் **மார்தா சேஸ்** ஆகியோர் பல சோதனைகளை செய்தனர். உண்மையில்T-2 பாக்டீரியோ.ஃபேஜ் என்பது, எஸ்சரிச்சியா கோலை (எ.கோலை) என்ற பாக்டீரியாவை தாக்கும், வைரஸ் ஆகும். பாக்டீரியங்களோடு இவ்வைரஸ்களை கலந்தால், பாக்டீரியாவின் பரப்பின் மீது வைரஸ்கள் மெல்லிய படலமாக படர்கின்றன. பின், அவற்றிலிருந்து பாக்டீரியாவிற்குள் சில பொருட்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. பிறகு, ஒவ்வொரு பாக்டீரியமும் உடைந்து பெரும் எண்ணிக்கையிலான புது .ஃபேஜ்களை வெளியேற்றுகின்றன. டி.என்.ஏ மற்றும் புரதம் ஆகிய இவ்விரண்டில் எது பாக்டீரியாவுக்குள் சென்ற பொருள்? என்பதை ஹார்ஷேயும்

சேஸூம் கண்டறிய விரும்பினர். எல்லா நியுக்ளிக் அமிலங்களிலும் பாஸ்பரஸ் உண்டு ஆனால் புரதங்களில் இப்பொருள் இல்லை. அதைப்போலவே பெரும்பாலான புரதங்களில் (சிஸ்டீன் மற்றும் மெதியோனைன்) கந்தகம் உண்டு. ஆனால் நியுக்ளிக் அமிலத்தில் இப்பொருள் இல்லை.

ஹெர்ஷே மற்றும் சேஸ் (கலக்கி) பரிசோதனை



- ஆகவே இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு, கதிரியக்க தன்மை கொண்ட ஐசோடோப்புகளான கந்தகத்தின் ^{35}**S,** பாஸ்பரஸின் ^{32}**P** ஆகியவற்றை பயன்படுத்தி ஹார்ஷேவும் சேஸிம் சோதனைகளை வடிவமைத்தனர். இதன் மூலம் தொற்று ஏற்படுத்தும் போது வைரஸின் புரதம் மற்றும் நியுக்ளிக் அமிலங்களை தனித்தனியான பாதைகளில் கண்காணிக்க இயலும். ^{35}**S,** அல்லது ^{32}**P** ஐசோடோப்புகள் உள்ள வளர் ஊடகத்தில் உள்ள பாக்டீரியாக்களில் தொற்று ஏற்படுத்த ∴பேஜ்கள் அனுமதிக்கப்பட்டன. ^{35}**S** உள்ள ஊடகத்தில் வளரும் பாக்டீரியோபேஜ்ஜில் புரதங்களும், ^{32}**P** உள்ள ஊடகத்தில் வளரும் ∴பேஜ்களில் டி.என்.ஏ.க்களும் அடையாளமிடப்பட்டிருந்தன. இவ்வாறு ∴பேஜ்களின் டி.என்.ஏவும் புரதமும் வெவ்வேறு அடையாளங்களை பெற்றிருப்பதால் இனம் காண்பது எளிதாகிறது.

- இவ்வாறு அடையாளமிடப்பட்ட ∴பேஜ்களை, அடையாளமிடப்படாத எ.கோலை பாக்டீரியங்களோடு ஹர்ஷேவும் சேஸூம் கலந்தனர். இதனால் ∴பேஜ்கள் பாக்டீரியங்களை தாக்கி அவற்றின் மரபணுப் பொருட்களை பாக்டீரியாவினுள் செலுத்தின. இவ்வாறு தொற்றுக்கு உள்ளான பாக்டீரியங்களை (பாக்டீரிய சிதைவுக்கு முன்பு) மிதமான குலுக்கலுக்கு ஆட்படுத்தி அதில் ஒட்டியுள்ள பொருட்கள் விடுவிக்கப்பட்டன. பின்னர், பாக்டீரியங்களை ஆய்வு செய்ததில், ^{32}**P** இணைந்த பொருட்கள் மட்டுமே இருந்தன. வெளியில் உள்ள ஊடகத்தில் ^{35}**S** இணைந்த பொருட்கள் இருந்தன. புதிய தலைமுறை ∴பேஜ்களில் கதிரியக்க சோதனை செய்தபோது அவற்றில் வெறும் ^{32}**P** மட்டுமே இருந்ததும், ^{35}**S** இல்லாமலிருந்தும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எனவே இம்முடிவுகள் மூலம், பாக்டீரியா செல்களுக்குள் சென்றவை டி.என்.ஏ பொருட்கள் மட்டுமே, புரத

உறை பொருட்கள் அல்ல என்பது தெளிவாக்கப்பட்டது. இவ்வாறு, ஹர்ஷேவும் சேஸும், வைரஸிடமிருந்து பாக்டீரியாவுக்கு பாரம்பரிய செய்தியைக் கொண்டு சென்றது புரதங்கள் அல்ல டி.என்.ஏ மட்டுமே என இறுதியாக நிரூபித்தனர்.

நியுக்ளிக் அமிலங்களின் வேதியியல்

- நியுக்ளிக் அமிலங்களான, டி.என்.ஏக்களே (அல்லது ஆர்.என்.ஏ) மரபணுப் பொருட்கள் என்று அடையாளம் கண்ட பின்பு, அம்மூலக்கூறுகளின் வேதி அமைப்பினை ஆய்வு செய்வதில் நாம் இனி முனைய வேண்டும். பொதுவாக, நியுக்ளிக் அமிலங்கள் நீண்ட சங்கிலியாகும். இதில் நியுக்ளியோடைடுகள் எனும் அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள துணை அலகுகளின் பாலிமெர்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு நியுக்ளியோடைடு துணை அலகும், மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது. அவை, நைட்ரஜன் கொண்ட காரப்பொருள், பென்டோஸ் என்னும் ஐந்து கார்பன்களைக் கொண்ட சர்க்கரை மற்றும் பாஸ்பேட் குழு ஆகியனவாகும்.

பென்டோஸ் சர்க்கரை

- பென்டோஸ் சர்க்கரையின் வகைக்கேற்ப, நியுக்ளிக் அமிலங்கள் இரண்டு வகைகளாக உள்ளன. **டி-ஆக்ஸி-ரிபோஸ் சர்க்கரை மூலக்கூறைக் கொண்ட நியுக்ளிக் அமிலம் டி-ஆக்ஸி-ரிபோ நியுக்ளிக் அமிலம்** (டி.என்.ஏ) எனவும், ரிபோஸ் சர்க்கரையைக் கொண்ட நியுக்ளிக் அமிலம், **ரிபோநியுக்ளிக் அமிலம்** (ஆர்.என்.ஏ) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. புரோகேரியோட்டுகளின் உட்கரு ஆகியவற்றில் டி.என்.ஏ காணப்படுகிறது. இவ்விரு சர்க்கரைப் பொருள்களுக்கிடையேயுள்ள ஒரே வேறுபாடு டி-ஆக்ஸி ரிபோஸில் ஒரு ஆக்ஸிஜன் குறைவாக இருப்பது மட்டுமே ஆகும்.

நைட்ரஜன் காரப்பொருள்

- நைட்ரஜனை உள்ளடக்கிய காரப்பொருளின் மூலக்கூறுகள் காரங்களுக்கான அடிப்படை வேதிப்பண்பைப் (ஒரு கரைசலில் உள்ள புரோட்டான் அல்லது H+ அயனியை ஏற்றுக்கொள்ளும் பொருள்) பெற்றுள்ளன. டி.என்.ஏ மற்றும் ஆர்.என்.ஏ ஆகிய இரண்டின் நியுக்ளியோடைடு சங்கிலியிலும் நான்கு காரப் பொருள்கள் (இரண்டு பியுரின்கள் மற்றும் இரண்டு பைரிமிடின்கள்) உள்ளன. அடினைன்(A) மற்றும் குவானைன் (G) ஆகிய இரு காரங்களும், இரண்டு கார்பன்-நைட்ரஜன் வளையங்களை பெற்றுள்ளன. இவ்விரு காரங்களும் பியுரின்கள் எனப்படுகின்றன. மற்ற காரப் பொருட்களான தைமின் (T), சைடோசின் (C) மற்றும் யுரேசில் (U) ஆகியவற்றில் ஒற்றை வளையம் மட்டுமே உள்ளது. இவற்றுக்கு பைரிமிடின்கள் என்று பெயர். தைமின் டி.என்.ஏவுக்கு மட்டுமே உரியது. அதைப்போலவே யுரேசில் ஆர்.என்.ஏ.வுக்கு மட்டுமே உரியதாகும்.

பாஸ்பேட்டின் செயலாக்கக் குழு

- பாஸ்பாரிக் அமிலத்திலிருந்து (H_3PO_4) தோன்றும் இவ்விளைபொருளில் மூன்று செயல்திறன் மிக்க OH குழுக்கள் உள்ளன. இவற்றில் இரண்டு குழுக்கள் இழை உருவாக்கத்தில் பங்கேற்கின்றன. டி.என்.ஏ மற்றும் ஆர்.என்.ஏக்கள் பெறுவதற்கு பாஸ்பேட்டின் செயலாக்கக் குழு (PO_4) வே காரணமாகும். (ஒரு

கரைசலில் புரோட்டான்களையோ அல்லது H^+ அயனிகளையோ விடுவிக்கும் பொருள்) பாஸ்பேட்டுகளால் உருவாக்கப்பட்ட பிணைப்புகள் எஸ்டர்கள் ஆகும். பாஸ்போ-டை-எஸ்டெர் பிணைப்பு உருவான பின்பு, பாஸ்பேட் குழுவிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் அணு, எதிர்மறை மின் தன்மையைப் பெறுகின்றது. இவ்வாறு எதிர்மறை மின்தன்மை பெற்ற பாஸ்பேட், உட்கரு சவ்வு அல்லது செல்லுக்குள் நியுக்ளிக் அமிலங்களின் இருப்பை உறுதி செய்கிறது.

நியுக்ளியோசைடு மற்றும் நியுக்ளியோடைடு

- நைட்ரஜன் காரப்பொருள், ஒரு சர்க்கரை மூலக்கூறோடு செய்யும் வேதி பிணைப்பின் விளைவாக (சர்க்கரையின் 1வது கார்பனோடு) **நியுக்ளியோசைடு** உருவாகிறது. அதே சர்க்கரையின் 5-வது கார்பனோடு பாஸ்பேட் குழு இணைவதால், நியுக்ளியோசைடு நியுக்ளியோடைடாக மாறுகிறது. சுருக்க (திண்மை) வினையினால் **நியுக்ளியோடைடுகள்** ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து பல நியுக்ளியோடைடுகளைக் கொண்ட சங்கிலியை உருவாக்குகிறது. ஒரு நியுக்ளியோடைடுவின் சர்க்கரையின் 3-வது கார்பனோடு பிணைந்துள்ள ஹைட்ராக்சைல் (OH) குழு அடுத்த நியுக்ளியோடைடுவின் பாஸ்பேட்டுடன் எஸ்டர் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது. அடுத்தடுத்து உள்ள நியுக்ளியோடைடுகளின் சர்க்கரைப் பகுதியை இணைக்க உதவும் வேதிப் பிணைப்பிற்கு **பாஸ்போ-டை-எஸ்டர் பிணைப்பு** ($5' \longrightarrow$ **3′**) என்று பெயர். இது $5'$ **3′** $\Longrightarrow$ இழையின் துருவத்துவத்தை குறிப்பிடுகின்றது.

- டி.என்.ஏ மற்றும் ஆர்.என்.ஏக்களின் தெளிவான இரண்டு முனைகள் $5'$ மற்றும் **3′** எனும் குறிகளால் குறிக்கப்படுகின்றன. $5'$ என்பது, பாஸ்பேட்டின் செயலாக்கக் குழு இணைந்துள்ள சர்க்கரையின் கார்பன் இடத்தையும் **3′** என்பது, ஹைட்ராக்சைல் (-OH) குழு இணைந்துள்ள சர்க்கரையின் கார்பன் இடத்தையும் குறிக்கிறது. ஆர்.என்.ஏவில் உள்ள ஒவ்வொரு நியுக்ளியோடைடின் ரிபோஸ் சர்க்கரையின் இரண்டாவது இடத்தில் கூடுதலாக ஒரு OH குழு இணைந்துள்ளது. $5' \rightarrow$ **3′** திசையை புரிந்து கொள்வதன் மூலம் இரட்டிப்பாதல், படியெடுத்தல் ஆகியவற்றின் நுட்பங்களை எளிதில் புரிந்து கொள்ளலாம்.

- **மௌரில் வில்கின்ஸ்** மற்றும் **ரோசலிண்ட் ∴பிராங்ளின்** ஆகியோர் செய்த எக்ஸ் - கதிரியக்க சிதறல் வழி பெறப்பட்ட படங்களின் ஆய்வினை அடிப்படையாகக் கொண்டு, ஜேம்ஸ் வாட்சன் மற்றும் ∴பிரான்சிஸ் கிரிக் ஆகியோர், 1953-ல் டி.என்.ஏவின் இரட்டை இழை கோட்பாட்டினை உருவாக்கினர். இரண்டு பாலிநியுக்ளியோடைடு கொண்ட சங்கிலிகளுக்கு இடையேயான கார பிணைப்பு முக்கியத்துவம் உடையதாகும். இது எர்வின் சார்காப்பின் (Erwin Chargaff) கண்டுபிடிப்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். அடினைன், தைமின் உடன் (A=T) இரண்டு ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளாலும் குவானைன் சைட்டோசினுடன் (G=C) மூன்று ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளாலும் பிணைக்கப்பட்டு இணைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன என்பதை அவர் நிரூபித்தார். அடினைனுக்கும் தைமினுக்கும் மற்றும் குவானைனுக்கும் சைட்டோசினுக்கும் இடையிலான விகிதம் நிலையானதாகவும் சமமாகவும் இருக்கின்றது. பாலிநியுக்ளியோடைடு சங்கிலியின் சிறப்புப் பண்பாக இக்கார இணை உருவாக்கம் உள்ளது. இவை ஒன்றுக்கொன்று நிரப்புக் கூறுகளாக

(Complementary) இருக்கின்றன. ஒரு இழையின் கார வரிசை தெரிந்தால் இன்னொரு இழையின் வரிசையை கணிக்க முடியும். டி.என்.ஏவின் அமைப்பு பற்றிய சிறப்புப் பண்புகள் பதினோராம் வகுப்பு பாட புத்தகத்தில் ஏற்கனவே விளக்கப்பட்டிருக்கிறது.

ஆர்.என்.ஏ உலகம்

- மாதிரி செல் ஒன்றுக்குள் டி.என்.ஏவை விட பத்து மடங்கு அதிக அளவில் ஆர்.என்.ஏ. இருக்கிறது. செல்களில் அதிக அளவில் ஆர்.என்.ஏ இருப்பதற்குக் காரணம், செல்லின் செயல்பாடுகளில் அதன் பரந்துபட்ட பங்களிப்பாகும். ஆர்.என்.ஏவைக் கொண்ட புகையிலை மொசைக் வைரஸ் (TMV) போன்ற வைரஸ்களில் **ஆர்.என்.ஏ** மரபணுப் பொருளாக உள்ளது என்று முதன் முதலாக 1957-ல், **ஃபிரன்கெல் - கான்ராட்** (Fraenkel-Conrat) மற்றும் **சிங்கர் (Singer)** ஆகியோர் விளக்கினார். இவர்கள் TMV வைரஸின் புரதத்திலிருந்து ஆர்.என்.ஏவை பிரித்தெடுத்தனர். லெஸ்லி ஆர்ஜெல் (Leslic Orgel), பிரான்சிஸ் பிரிக் (Francis Brick) மற்றும் கார்ல் வோயஸ் (Carl Woese) ஆகிய மூன்று மூலக்கூறு உயிரியலாளர்கள் பரிணாமத்தின் முதல் நிலையாக, **ஆர்.என்.ஏ** உலகம் என்று அறிமுகப்படுத்தினார். உயிரின வாழ்க்கையின் முக்கிய செயல்கள் (வளர்சிதை மாற்றம், மொழியாக்கம், பிளவுறுதல் போன்ற இன்னும் பிற) அனைத்தும் ஆர்.என்.ஏவை சுற்றியே நடைபெறுகின்றன என்பதற்கு தற்போது தேவையான அளவிற்கு சான்றுகள் உள்ளன. மரபணுப்பொருள், வினையூக்கி ஆகிய இரண்டாகவும் செயலாற்றக்கூடிய திறன் கொண்டதாக ஆர்.என்.ஏ இருக்கிறது. உயிரிய மண்டலத்தின் பல உயிர்வேதிய வினைகளுக்கு ஆர்.என்.ஏ வினையூக்கியாக செயல்படுகிறது. இத்தகைய வினையூக்கி ஆர்.என்.ஏவுக்கு நிலைப்புத் தன்மை குறைவாகவே இருக்கிறது. இதனால், சில வேதிப்பொருள் மாற்றங்களுடன் இதை விட அதிக நிலைப்புத் தன்மை கொண்ட, டி.என்.ஏ பரிணமித்தது. இரட்டை திருகுசுழல் அமைப்பைக் கொண்ட டி.என்.ஏ நிரப்புக் கூறு இழைகளால் ஆக்கப்பட்டிருப்பதாலும், பழுதுநீக்க பண்பின் தோற்றத்தாலும், மாற்றங்களை எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளது. சில ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகள், டி.என்.ஏவுடன் பிணைந்து, மரபணுக்களின் வெளிப்பாட்டை நெறிப்படுத்துகின்ற வேலையையும் செய்கின்றன. சில வைரஸ்கள் ஆர்.என்.ஏவை மட்டுமே மரபுப் பொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றன. 2006-ல் நோபல் பரிசு பெற்ற, ஆன்ட்ரியு பையர் மற்றும் கிரேக் மெல்லோ ஆகியோர், உயிர்களின் வேதியியலில் செயல்மிகு உட்பொருளாக ஆர்.என்.ஏ இருக்கிறது என கருதினர். ஆர்.என்.ஏக்களின் வகைகள் மற்றும் அவற்றின் பங்கு பற்றி பதினோராம் வகுப்பு பாடநூலில் வரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.

மரபணுப் பொருட்களின் பண்புகள் (டி.என்.ஏ மற்றும் ஆர்.என்.ஏக்கு இடையே)

- ஹெர்ஷே மற்றும் சேஸ் ஆகியோர் தம் சோதனைகள் மூலம், டி.என்.ஏ தான் மரபுப் பொருளாக செயலாற்றுகிறது என காட்டினார். இருப்பினும், புகையிலை மொசைக் வைரஸ், பாக்டீரியோ.ஃபேஜ் θB, போன்ற வைரஸ்களில் ஆர்.என்.ஏ மரபணுப் பொருளாக செயலாற்றுகிறது. ஒரு மூலக்கூறு மரபணுப்பொருளாக செயலாற்ற வேண்டுமென்றால் அதற்கான சில பண்புகள் தேவைப்படுகின்றன. அவையாவன:

- **தன்னிய இரட்டிப்பாதல்:** தன்னிய இரட்டிப்பாகக் கூடிய திறன் இருக்க வேண்டும். நிரப்புதல் மற்றும் காரண இணைகள் உருவாதல் விதிகளின்படி, இரு வகை நியுக்ளிக் அமிலங்களுக்கும் (ஆர்.என்.ஏ மற்றும் டி.என்.ஏ) நேரடி நகலாக்க திறனுண்டு. புரதத்திற்கு இப்பண்பு கிடையாது.

- **நிலைப்புத் தன்மை:** கட்டமைப்பு மற்றும் வேதித்தன்மை ஆகியவற்றில் நிலைப்புத் தன்மை வேண்டும். உயிரினத்தின் வயது, வாழ்க்கை சுழற்சி நிலைகள் மற்றும் மாறும் உடற்செயலியல் செயற்பாடுகள் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படாத நிலைப்புத் தன்மையை மரபணுப்பொருள் பெற்றிருக்க வேண்டும். கிரி∴ப்பித்தின் தோற்றமாற்றக் கோட்பாட்டில் மரபுப்பொருளின் முக்கியமான பண்பு நிலைப்புத் தன்மை என்பதற்கான தெளிவான சான்றுகள் உள்ளன. பாக்டீரியாவை கொல்லக்கூடிய வெப்பம்கூட மரபுப் பொருளின் சில பண்புகளை அழிப்பதில்லை. டி.என்.ஏவின் இரு இழைகளும் நிரப்புக் கூறுகளைக் கொண்டவை. அவற்றை வெப்பத்தால் பிரித்தாலும், மீண்டும் இயல்பு சூழலில் இணைந்து விடுகின்றன. மேலும், ஆர்.என்.ஏவில் உள்ள ஒவ்வொரு நியுக்ளியோடைடுவிலும் 2′ நிலையில் OH குழு இருக்கிறது. இது எதிர் வினைபுரியும் குழுவாகும். ஆதலால் எளிதில் சிதைகிறது. அதனால்தான் ஆர்.என்.ஏவை வினையூக்கியாகவும் எதிர் வினையாற்றியாகவும் அறிகிறோம். ஆர்.என்.ஏவை ஒப்பிடுகையில், வேதியியல் ரீதியாக டி.என்.ஏ அதிக நிலைப்புத் தன்மையையும் குறைவான எதிர் வினையாற்றும் பண்பையும் பெற்றுள்ளது. யுரேசிலுக்கு பதிலாக தைமின் இருப்பது டி.என்.ஏவின் நிலைப்புத் தன்மைக்கு கூடுதல் உறுதியைத் தருகின்றது.

- **தகவல் சேமிப்பு:** மரபுப்பொருள், மெண்டலின் பண்புகள் வடிவில் தன்னை வெளிப்படுத்திக் கொள்ளும் திறன் பெற்றிருக்க வேண்டும். ஆர்.என்.ஏவை பொறுத்த அளவில், புரத உற்பத்திக்கான தகவல்களைத் தருவதில் நேரடியாக பங்கேற்பதால் பண்புகளை வெளிப்படுத்துவது எளிதானதாகும். ஆனால், டி.என்.ஏ. புரத உற்பத்திக்கு ஆர்.என்.ஏவை சார்ந்தே இருக்கிறது. டி.என்.ஏ மற்றும் ஆர்.என்.ஏ ஆகிய இரண்டுமே மரபணுப்பொருள்கள் தான், ஆனால் டி.என்.ஏ அதிக நிலைப்புத்தன்மை கொண்டதால், மரபுத் தகவல்களை சேமிக்க முடியும். ஆர்.என்.ஏ அத்தகைய மரபுத் தகவல்களை கடத்தும்.

- **திடீர் மாற்றம் மூலம் மாறுபாடுகள்:** மரபுப்பொருட்கள், திடீர்மாற்றத்திற்கு ஆட்பட வேண்டும். டி.என்.ஏ மற்றும் ஆர்.என்.ஏ ஆகிய இரண்டுமே திடீர் மாற்றமடையும் திறன் பெற்றவை. இதில், நிலைப்புத் தன்மை குறைவாக உள்ளதால் ஆர்.என்.ஏ எளிதில் வேகமாக திடீர் மாற்றமடைகிறது. இவ்வாறே, ஆர்.என்.ஏ மரபுத் தொகுதியையும் குறுகிய வாழ்நாளையும் கொண்ட வைரஸ்கள் வேகமாக திடீர் மாற்றமடைகிறது. இவ்வாறே, ஆர்.என்.ஏ மரபுத் தொகுதியையும் குறுகிய வாழ்நாளையும் கொண்ட வைரஸ்கள் வேகமாக திடீர் மாற்றமடைந்து, பரிணமிக்கின்றன. மேற்கண்ட கருத்துக்களின் அடிப்படையில் பார்த்தால், ஆர்.என்.ஏ மற்றும் டி.என்.ஏ ஆகிய இரண்டுமே மரபணுப் பொருளாக பணியாற்றும் திறன் பெற்றவையே, என்றாலும் டி.என்.ஏவில் நிலைப்புத் தன்மை அதிகம் என்பதால், மரபுத் தகவல்களை சேமிக்க அதற்கு அதிக முன்னுரிமை தரப்பட்டுள்ளது.

டி.என்.ஏ திருகுச் சுழலின் பொதிவு

- ஒரு பாலூட்டியின் செல்லில் உள்ள டி.என்.ஏவின் இரட்டைவட திருகுசுழலில், அடுத்தடுத்துள்ள கார இணைகளுக்கிடையேயான இடைவெளி **0.34nm($0.34x10^{-9}$m)** ஆகும். மொத்த கார இணைகளின் எண்ணிக்கையை இவ்விடைவெளி அளவால் பெருக்கினால் **($6.6x10^{-9}x0.34x10^{-9}$m/bp)**, வரும் ஒரு இரட்டைவட திருகுச்சுழலின் நீளம் ஏறத்தாழ **2.2மீ** ஆகும். (டி.என்.ஏவின் இரட்டை வட திருகுச்சுழலின் மொத்த நீளம் = மொத்த கார இணைகளின் எண்ணிக்கை **x** அடுத்தடுத்துள்ள கார இணைகளுக்கு இடையேயான இடைவெளி). எ.கோலை பாக்டீரியாவில் உள்ள டி.என்.ஏவின் நீளம் ஏறத்தாழ **1.36** மி.மீ எனில், அதில் உள்ள கார இணைகளின் **$4x10^6$ மீ ($1.36x10^3$ மீ/$0.34x10^{-9}$)** ஆகும். மாதிரி பாலூட்டி உட்கருவின் அளவை (ஏறத்தாழ 10^{-6} மீ) விட டி.என்.ஏவின் இரட்டை வட திருகுச்சுழலின் நீளம் மிக அதிகம். ஒரு செல்லுக்குள் இவ்வுளவு நீளமான டி.என்.ஏ பாலிமர் எவ்வாறு பொதித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது?

- மரபணுக்களை தன்னகத்தே வைத்துள்ள குரோசோம்கள், ஒரு தலைமுறையிலிருந்து இன்னொரு தலைமுறைக்கு பல்வேறு பண்புகளை கடத்துகின்றன. டு ப்ரா (1965) என்பவர் ஒற்றை இழை மாதிரி(U nineme) ஒன்றை முன்மொழிந்தார். அதன்படி யுகேரியோட்டுகளில், நீண்ட சுருள் தன்மை கொண்ட மூலக்கூறான ஒற்றை இழை டி.என்.ஏ மாதிரி ஹிஸ்டோன் புரதங்களுடன் இணைந்துள்ளன. பாக்டீரியங்களை விட, தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் அதிகமான டி.என்.ஏ பொருள் உள்ளது. எனவே செல்லின் உட்கருவுக்குள் பொருந்துவதற்கேற்ப பல மடிப்புகளாக்கப்பட்டு வைக்கப்பட்டுள்ளன. எ.கோலை போன்ற புரோகேரியோட்டுகளில் தெளிவான உட்கரு கிடையாது என்றாலும் டி.என்.ஏ செல்லினுள் சிதறி காணப்படுவதில்லை. எதிர்மறை மின்தன்மை கொண்ட சில புரதங்களோடு இணைந்து 'நியுக்ளியாய்டு (Nucleoid)' எனும் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இப்பகுதியில் புரதத்தால் கட்டப்பட்டுள்ள டி.என்.ஏ பல பெரிய மடிப்பு வளையங்களாக உள்ளன. புரோகேரியேட்டுகளின் டி.என்.ஏ ஏறத்தாழ வட்ட வடிவமானது. மேலும் அதில் குரோமேட்டின் அழைப்பு இல்லாததால் அவை **ஜீனோ.ஃ.போர் (Genophore)** என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

டி.என்.ஏ இறுக்கமாதல் அ) டி.என்.ஏ ஆ) நியூக்ளியோசோம்கள் மற்றும் ஹிஸ்டோன்கள் இ) குரோமேட்டின் இழை ஈ) சுருண்ட குரோமேட்டின் இழை உ) சுருண்ட இழை ஊ) மெட்டாநிலை குரோமேடிட்

- யூகேரியோட்டுகளில் அதிக சிக்கலான அமைப்பு காணப்படுகிறது. தொடர்ச்சியான மீள்தோன்று அலகுகளான **நியுக்ளியோசோம்களால்** (Nucleosomes) குரோமேட்டின் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. நியூக்ளியோசோமிற்கான மாதிரியை கோர்ன்பெர்க் (Kornberg) என்பவர் முன்மொழிந்துள்ளார். அதில் H2A, H2B, H3 மற்றும் H4 எனும் நான்கு ஹிஸ்டோன் புரதங்களின் இரண்டு மூலக்கூறுகள் வரிசையாக அமைந்து எட்டு மூலக்கூறுகளை உடைய அலகை உருவாக்குகின்றன. இவ்வலகிற்கு **ஹிஸ்டோன் எண்மம்** (Histone Octamere) என்று பெயர். நேர்மறை மின்தன்மை கொண்ட ஹிஸ்டோன் எண்மத்தை சுற்றி, எதிர்மறை மின்தன்மை கொண்ட டி.என்.ஏ உறையாக அமைந்து நியுக்ளியோசோம் எனும் அமைப்பை

உருவாக்குகிறது. மாதிரி நியுக்ளியோசோம் ஒன்றில் டி.என்.ஏ இரட்டை வட திருகு சுழற்சியின் 200 கார இணைகள் அடங்கியுள்ளன. ஹிஸ்டோன் எண்மம் நெருக்கமாக அமைந்து, நியுக்ளியோசோமின் வெளிப்புறத்தில் டி.என்.ஏ சூழ்ந்து சுருளாகக் காணப்படுகிறது. அடுத்தடுத்துள்ள நியுக்ளியோசோம்களை, நொதிகளின் உதவியுடன் இணைப்பு டி.என்.ஏக்கள் இணைகின்றன. ஹிஸ்டோன் எண்மத்தைச் சுற்றி டி.என்.ஏ இரு முழுமையான திருகுகளை உருவாக்கியுள்ளன. இரண்டு திருகுகளையும் H1 மூலக்கூறு (இணைப்பு டி.என்.ஏ) மூடுகிறது. H1 இல்லாத நிலையில் குரோமேட்டின் மணிகோர்த்த மாலையைப் போல தோன்றுகிறது. இவ்வமைப்பின் எந்த இடத்திலும் டி.என்.ஏ உட்செல்லவும், நியுக்ளியோசோமை விட்டு வெளியேறவும் முடியும். ஒரு நியுக்ளியோசோமின் H1, அடுத்துள்ள நியுக்ளியோசோமின் H1 உடன் வினைபுரிவதால் இழை, மேலும் மடிகிறது. இடைநிலையில் உள்ள உட்கருவின் குரோமேட்டின் இழை மற்றும் குன்றல் பிரிவின் போதான குரோமோசோம் ஆகியவற்றின் விட்டம் 200nm முதல் 300nm வரை இருக்கும். இது செயலற்ற குரோமேட்டின் ஆகும். நியுக்ளியோசோமின் மடிப்பிலிருந்து தோன்றும் 30nm நீளமுள்ள இழை, ஒரு சுற்றுக்கு ஆறு நியுக்ளியோசோமைக் கொண்ட வரிச்சுருளமைப்பைத் (Solenoid) தோற்றுவிக்கிறது. வெவ்வேறு H1 மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான வினையால் இவ்வமைப்பு நிலைப்புத் தன்மையைப் பெறுகிறது. தற்போது டி.என்.ஏ வரிச்சுருள் அமைப்புடன் சுமார் 40 மடிப்புகளைக் கொண்டு பொதிக்கப்படுகிறது. குரோமோசோம் அமைப்பின் உயர்படிநிலையின் வரிசைக்கிரமம் தரப்பட்டுள்ளது. மேலும் உயர்நிலை குரோமேட்டின் பொதிவுக்கு கூடுதலான புரதத் தொகுதிகள் தேவையாய் உள்ளன. இப்புரதங்கள், ஹிஸ்டோனற்ற குரோமோசோம் புரதங்கள் (Non-hostone chromosomal proteins – NHC) எனப்படுகின்றன. மாதிரி உட்கருவில், குரோமேட்டினின் சில பகுதிகள் தளர்வாக பொதிக்கப்பட்டுள்ளன. (குறைவான நிறமேற்பி) இதற்கு **யுகுரோமேட்டின்** என்று பெயர். இறுக்கமாக பொதிக்கப்பட்ட (அடர்நிறமேற்பரப்பி) குரோமேட்டின் பகுதி **ஹெட்டிரோகுரோமேட்டின்** எனப்படும். யுகுரோமேடினில் படியெடுத்தல் நிகழ்வு தீவிரமாக நிகழும் ஆனால் ஹெட்டிரோகுமேடினில் படியெடுத்தல் நிகழ்வதில்லை.

டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல்

- செல்சுழற்சியின் S-நிலையின் போது டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல் நிகழ்கிறது. இரட்டிப்பாதலின் போது, ஒவ்வொரு டி.என்.ஏ மூலக்கூறும், ஒன்றுக்கொன்று ஒத்த தன்மை கொண்ட இரண்டு இழைகளைத் தருகின்றன. இவை பெற்றோரின் இழைகளையும் ஒத்திருக்கின்றன. டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல் தொடர்பாக மூன்று கோட்பாடுகள் முன்மொழியப்பட்டுள்ளன. அவையாவன: பழையன காத்தல் முறை இரட்டிப்பாதல், சிதறல் முறை இரட்டிப்பாதல் மற்றும் பாதி பழையன காத்தல் முறை இரட்டிப்பாதல்.

- பழையன காத்தல் இரட்டிப்பாதலில், மூல இரட்டை வட திருகுச்சுழல் வார்ப்புருவாகப் பணியாற்றுகிறது. மூல மூலக்கூறுகள் பாதுகாக்கப்பட்டு, முழுதும் புதிதான இரு இழைகளாக டி.என்.ஏ மூலக்கூறுகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. சிதறல் முறை இரட்டிப்பாதலில், மூல மூலக்கூறு பல துண்டுகளாக உடைந்து, ஒவ்வொரு துண்டமும் வார்ப்புருவாக செயல்பட்டு அதற்கு ஈடான இழைகளை புதிதாய் உருவாக்குகின்றன. இறுதியாக இரண்டு

புதிய மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன அதில் பழைய மற்றும் புதிய துண்டங்கள் இணைந்தேயுள்ளன.

பாதி பழையன காத்தல் - டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல் முறை

- 1953ல் வாட்சன் மற்றும் கிரிக் ஆகியோர், பாதி பழையன காத்தல் முறை இரட்டிப்பாதலை முன்மொழிந்தனர். இது டி.என்.ஏவின் மாதிரி வடிவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். டி.என்.ஏவின் இரு இழைகளும் ஒரு முனையிலிருந்து தொடங்கி பிரியத் தொடங்குகின்றன. இந்நிகழ்வின் போது ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் உடைகின்றன. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு இழையும், புதிய இழையின் வார்ப்புருவாக செயல்படுகிறது. இதன் தொடர்ச்சியாக உருவாகும் இரண்டு இரட்டை திருகுச்சுழல் இழைகள் ஒவ்வொன்றிலும் வார்ப்புருவாக செயல்பட்ட ஒரு பெற்றோர் (பழைய) பாலி நியுக்ளியோடைடு சங்கிலி இழையும் ஒரு புதிய நிகரொத்த பாலி நியுக்ளியோடைடு சங்கிலி இழையும் ஒரு புதிய நிகரொத்த பாலி நியுக்ளியோடைடு சங்கிலி இழையும் உள்ளன.

டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதலுக்கான சோதனை வழி உறுதியாக்கம்

- மெசெல்சென் மற்றும் ஸ்டால் ஆகியோர் 1958-ல், டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல் வழிமுறைகளை வடிவமைத்தனர். இவ்வடிவமைப்பின் மூலம், பாதி பழையன காத்தல் மற்றும் சிதறல் முறைகளை வேறுபடுத்திப் பார்க்கவும் முயன்றனர். இச்சோதனையின் போது எ.கோலை பாக்டீரியாவின் இரு குழுக்களை ஊடகத்தில், தனித்தனியாக பல தலைமுறைகளுக்கு வளர்த்தனர். கன நைட்ரஜன் ஐசோடோப்பான ^{15}N அடங்கிய நைட்ரஜன் ஐசோடோப்பான ^{14}N அடங்கிய ஊடகத்தில் இன்னொரு குழுவும் பல தொடர் தலைமுறைகளாக வளர்க்கப்பட்டன. இறுதியில், கன நைட்ரஜனில் வளர்ந்த பாக்டீரியாக்களின் டி.என்.ஏ வில் ^{15}Nம், இலகு நைட்ரஜனில் வளர்ந்தவைகளில் ^{14}N மட்டுமே இருந்தன. ^{15}N ஐ ^{14}N லிருந்து வேறுபடுத்தி அறிய சீசியம் குளோரைடு (Crcl) அடர்த்தி வேறுபாட்டு மைய விலக்குசுழற்சிக்கு (Cesium chloride density gradient centrifugation) உட்படுத்தப்படுகிறது. இச்செயற்பாட்டின் போது, இரு செல் குழுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கன மற்றும் இலகு டி.என்.ஏக்கள் இரு தனித்தனி பட்டைகளாகப் படிந்தன. (கலப்பு டி.என்.ஏ).

- பிறகு கன நைட்ரஜன் (^{15}N) வளர்ப்பிலிருந்து, பாக்டீரியாக்கள், அம்மோனியம் குளோரைடு (NH_4Cl) மட்டுமே உள்ள ஊடகத்திற்கு மாற்றப்பட்டு, அதிலிருந்து ஒவ்வொரு 20 நிமிட இடைவெளியில் மாதிரிகள் எடுக்கப்பட்டன. முதல் இரட்டிப்பாதலுக்குப் பிறகு பிரித்தெடுக்கப்பட்ட டி.என்.ஏ பட்டை, இதற்கு முன்பு படிந்த கன மற்றும் இலகு பட்டைகளுக்கு இடையில் அமைந்தது. இரண்டாம் இரட்டிப்பாதலுக்குப் பிறகு (40 நிமிடங்களுக்குப்பின்) பிரித்தெடுக்கப்பட்ட டி.என்.ஏ, இம்முறை இரு பட்டைகளாக படிந்தது. ஒன்று இலகு பட்டை நிலையிலும் மற்றொன்று இடைநிலையிலுமாய் இருந்தன. இம்முடிவுகள், வாட்சன் மற்றும் கிரிக் ஆகியோரின் பாதி பழையன காத்தல் இரட்டிப்பாதல் கோட்பாட்டினை மெய்ப்பித்தன.

நொதிகளும் இரட்டிப்பாதல் முறையும்

மெசெல்சென் மற்றும் ஸ்டால் பரிசோதனை வழி/மூலம் பாதி பழையன காத்தல் முறையை உறுதி செய்தல்

- புரோகேரியாட்டுகளில் இரட்டிப்பாதலுக்காக மூன்று வகையான டி.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன. (டி.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் I, II மற்றும் III). இவற்றில் டி.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் III எனும் நொதி இரட்டிப்பாதலில் மிக முக்கிய பங்காற்றுவதாகும். 'கோர்ன்பெர்க் நொதி' என்று அழைக்கப்படும் டி.என்.ஏ.பாலிமெரேஸ் I மற்றும் டி.என்.ஏ.பாலிமெரேஸ் II ஆகியவை டி.என்.ஏ பழுது நீக்கத்தில் பங்காற்றுபவை ஆகும். யுகேரியோட்டுகளில் ஐந்து வகையான டி.என்.ஏ பாலிமெரேஸ்கள் உள்ளன. இவை குறுகிய காலத்தில் புதிய இழையின் 3′ OH- இடத்தில் நியூக்ளியோடைடுகளின் பல்படியாக்கல் நிகழ்வில் வினை மாற்றியாக செயல்படுகின்றன. 4x106bp நீளமுள்ள எ.கோலையில், இரட்டிப்பாதல் நிகழ்வு, 38 நிமிடங்களில் முழுமை பெறுகிறது. மிக வேகமாகவும், துல்லியமாகவும் நடைபெறும் இரட்டிப்பாதல் நிகழ்வில் சிறு பிழை ஏற்பட்டாலும் அது திடீர்மாற்றத்திற்கு வழி வகுக்கும். இருப்பினும், நியுக்ளியேசஸ் எனும் நொதிகள் இத்தகைய பிழைகளை சீர்படுத்த உதவுகின்றன. இந்த பல்படியாக்க (Polymerization) நிகழ்வுக்கு, டி-ஆக்ஸி-நியுக்ளியோடைடு-டிரைபாஸ்பேட், தளப்பொருளாக செயலாற்றி தேவையான ஆற்றலை அளிக்கிறது.

- இரட்டிப்பாதலுக்கான இடத்திலிருந்து (அதாவது தொடக்க இடம் (Initiation site)) இரட்டிப்பாதல் தொடங்குகிறது. புரோகேரியோட்டுகளில் 'தொடக்க இடம்' என்பது ஒன்று மட்டுமே. ஆனால், பெரிய அளவிலான டி.என்.ஏ மூலக்கூறுவைக் கொண்ட யுகேரியோட்டுகளில், பல தொடக்க இடங்கள் (replicons) காணப்படுகின்றன. டி.என்.ஏவின் நீளமான இரு இழைகளும் முழுவதுமாக ஒரே நேரத்தில் இரட்டிப்பாதலுக்கு பிரிய வாய்ப்பில்லை. ஏனெனில், அதற்கான ஆற்றல் தேவை அதிகம். எனவே, டி.என்.ஏ திருகுச்சுழலில் சிறு திறப்பின் வழி இது தொடங்குகிறது. இத்திறப்பிற்கு 'இரட்டிப்பாதல் பிளவு' (Replication fork) என்று பெயர். டி.என்.ஏவின் சுருள் நீக்கத்தை டி.என்.ஏ ஹெலிகேஸ் (DNA helicase) எனும் நொதி செயல்படுத்துகிறது. இவ்வாறு ஒரு இழையின் 3′ 5′ திசை கொண்ட வார்ப்புரு இழையில், இரட்டிப்பாதல் தொடர்ச்சியாக நடைபெறும். இவ்விழைக்கு தொடர் இழை அல்லது வழிகாட்டு இழை என்று பெயர். மற்றொரு 3′ 5′ திசை கொண்ட இழையின் இரட்டிப்பாதல் தொடர்ச்சி அற்றதாகும். இவ்விழைக்கு தொடர்ச்சியற்ற இழை அல்லது பின்தங்கு இழை (lagging strand) என்று பெயர். பின் தங்கு இழையால் உருவாக்கப்பட்ட தொடர்ச்சியற்ற புதிய துண்டங்களை (ஒகேசாகி துண்டங்கள்) டி.என்.ஏ. லிகேஸ் நொதி ஒன்றிணைக்கிறது.

- இப்பிளவு இரு எதிர்த்திசைகளில் நகர்கிறது. இதனால் உருவாக்கப்படும் புதிய நிரப்பு நியுக்ளியோடைடுகளுடன், டி.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் நொதியால் இணைதிறன் பிணைப்பு (Covalent bond) கொண்டு பிணைக்கப்படுகின்றன. புதிய இழையின் உருவாக்கம் தொடங்க ஆர்.என்.ஏவின் சிறு பகுதியான, தொடக்க இழை (Primer) தேவைப்படுகிறது. தொடக்க இழை முதலில் 3′-OH முனையின் மீது ரிபோ நியுக்ளியோடைடு வரிசையை உருவாக்கிய பின்னர்

டி.ஆக்ஸி ரிபோ நியுக்ளியோடைடுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. ஆர்.என்.ஏ தொடக்க இழை இறுதியில் நீக்கப்படுவதால், புதிய டி.என்.ஏ இழையில் சிறு இடைவெளி ஏற்படுகிறது. டி.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் நொதியின் புற நியுக்ளியேஸ் (exnuclease) வகை செயல்பாட்டினால், 5′ முனையில் இவை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நீக்கப்படுகின்றன.

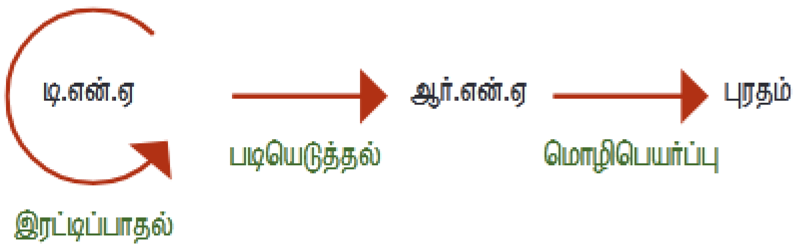
இரட்டிப்பாதல் முறை இரட்டிப்பாதல் பிளவை காட்டுகின்றது.

- இறுதியில், எல்லா நியுக்ளியோடைடுகளும் அவற்றுக்குரிய இடத்தில் நிலைத்த பின், டி.என்.ஏ. லிகேஸ் நொதியால் இடைவெளிகள் மூடப்படுகின்றன.

- இரட்டிப்பாதலின் தொடக்க இடத்தில், ஹெலிகேஸ் மற்றும் டோபோஐசோமெரேஸ் நொதிகள் (டி.என்.ஏ. கைரேஸ்) டி.என்.ஏவின் சுருளை நீக்கி, இரு இழையையும் பிரித்து ‘Y′ வடிவ அமைப்பான, ‘இரட்டிப்பாதல் கவையை’ தோற்றுவிக்கின்றன. ஒவ்வொரு தொடக்கத்திலும் இரண்டு ‘இரட்டிப்பாதல் கவைகள்’ உண்டு. டி.என்.ஏவின் இரு இழைகளும் எதிர் அமைப்பைக் கொண்டவை. புதிய இழையின் 5→ 3′ திசையில் புதிய நியுக்ளியோடைடுகளை சேர்க்கும் வினைக்கு டி.என்.ஏ.பாலிமெரேஸ் மட்டுமே வினையாற்றியாகச் செயல்படுகிறது. அது 3’ நிலை கார்பனில் நியுக்ளியோடைடுகளை இணைக்கின்றது.

படியெடுத்தல் (Transcription)

- மூலக்கூறு உயிரியலின் மையக்கருத்தை (Central dogma) பிரான்சிஸ் கிரிக் என்பவர் உருவாக்கினார். அதன்படி, மரபியல் தகவல்கள் கீழ்க்கண்டவாறு கடத்தப்படுகின்றன.



- டி.என்.ஏ. வின் ஒரு இழையிலிருந்து ஆர்.என்.ஏ இழைக்கு செய்திகள் நகலெடுக்கப்படும் செயல்முறைகளே படியெடுத்தல் எனப்படும். டி.என்.ஏ சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் என்ற நொதியின் முன்னிலையில் இந்நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது. ஆர்.என்.ஏவை மரபுப்பொருளாகக் கொண்ட ரெட்ரோவைரஸ்களில் இத்தகவல் ஓட்டம் (அ) பாய்வு தலைகீழாக நடைபெறும். (எ.கா. HIV). தலைகீழ் படியெடுத்தல் மூலம் ஆர்.என்.ஏ, டி.என்.ஏவை உருவாக்குகிறது. பின் தூது ஆர்.என்.ஏவாக படியெடுக்கப்பட்டு, மொழிபெயர்த்தல் மூலம் புரதமாகிறது.

- மரபணுக்கள், தங்களின் பண்புகளை வெளிப்படுத்தினால் மட்டுமே ஒரு செல் திறனுடன் செயல்பட முடியும். அதாவது, புரதம் அல்லது ஆர்.என்.ஏ

மூலக்கூறுகள் பொன்ற மரபணு பொருட்கள் உருவாக்கப்பட வேண்டும். மரபணுவிலிருந்து புரதத்திற்கான தகவல்களை குறியீடாகச் செல்லுக்குக் கொண்டுசெல்லும் ஆர்.என்.ஏவை தூது ஆர்.என்.ஏ (mRNA) என்றழைக்கப்படும். மரபணு படியெடுக்கப்பட வேண்டுமென்றால், இரட்டைத் திருகுச்சுழலமைப்புக் கொண்ட டி.என்.ஏவின் இழைகள் தற்காலிகமாகப் பிரிய வேண்டும். பின் டி.என்.ஏ வின் ஒரு வார்ப்புரு இழையிலிருந்து ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் நொதியின் உதவியுடன் ஆர்.என்.ஏ உற்பத்தி செய்யப்பட வேண்டும். இந்நொதி மரபணுவின் ஆரம்பத்தில் டி.என்.ஏவுடன் இணைந்து, திருகுச்சுழல் அமைப்பை திறக்கிறது. இறுதியில் ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறு உற்பத்தியாகிறது. ஆர்.என்.ஏவின் நியுக்ளியோடைடுகள், அது உருவான டி.என்.ஏ வார்ப்புரு இழையின் நிகரொத்த அமைப்பாகும்.

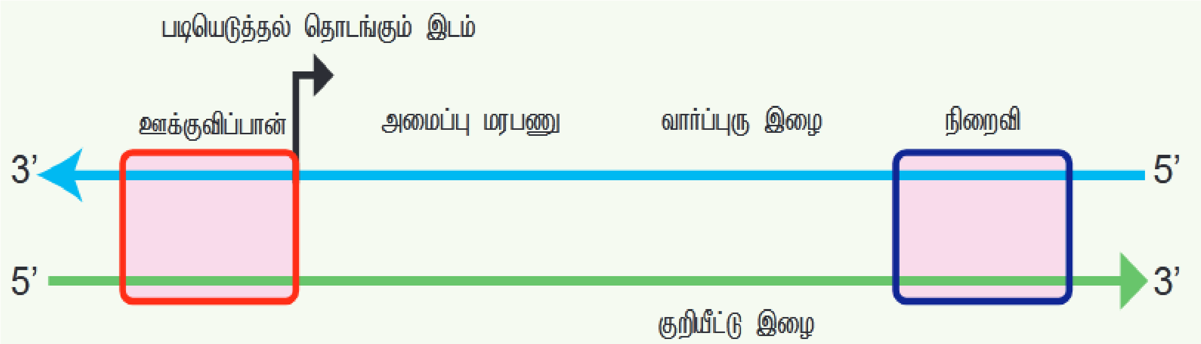
- படியெடுத்தலின் போது டி.என்.ஏ வின் இரு இழைகளும் படியெடுக்கப்படுவதில்லை. இதற்கு இரண்டு காரணங்கள் உண்டு.

1. இரு இழைகளுமே வார்ப்புருவாக செயலாற்றுமேயானால் ஆர்.என்.ஏவிற்கான குறியீடு இரண்டிலும் வெவ்வேறு வரிசையில் இருக்கும். இதனால் புரதத்தின் அமினோ அமில வரிசையிலும் பாதிப்பு ஏற்படும். இதனால் டி.என்.ஏவின் ஒரு பகுதியிலிருந்து இரு வேறு புரதங்கள் உற்பத்தியாகி மரபுத் தகவல் பரிமாற்ற நிகழ்முறையில் சிக்கல் ஏற்படுகின்றது.

2. இரு வித ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகள் ஒரே நேரத்தில் உற்பத்தியாகுமேயானால், ஆர்.என்.ஏவின் இரு இழைகளும் ஒன்றுக்கொன்று நிகரொத்ததாக இருக்கும். இதனால் புரதத்தின் அமினோ அமில வரிசையிலும் பாதிப்பு ஏற்படும். இதனால் டி.என்.ஏவின் ஒரு பகுதியிலிருந்து இரு வேறு புரதங்கள் உற்பத்தியாகி மரபுத் தகவல் பரிமாற்ற நிகழ் முறையில் சிக்கல் ஏற்படுகின்றது.

படியெடுத்தல் அலகு மற்றும் மரபணு

- படியெடுத்தல் அலகு மூன்று பகுதிகளால் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. அவை ஊக்குவிப்பான், அமைப்பு மரபணு மற்றும் நிறைவி ஆகியனவாகும். 5’முனையையொட்டி ஊக்குவிப்பான் அமைந்துள்ளது. ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் நொதிக்கான பிணைப்பு இடத்தை அளிக்கும் டி.என்.ஏ தொடரே ஊக்குவிப்பான் ஆகும். படியெடுத்தல் அலகில் ஊக்குவிப்பான் இருப்பதால் தான், பார்ப்புரு மற்றும் குறியீட்டு இழைகள் தெளிவாகின்றன. குறியீட்டு இழையின் 3′ முனையில் நிறைவி பகுதி அமைந்துள்ளது. அதற்கேற்ப, அதில், ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸின் செயல்பாடுகளை நிறுத்திவைக்கும் டி.என்.ஏ வரிசையமைப்பு காணப்படுகிறது. யூகேரியோட்டுகளில், ஊக்குவிப்பான் பகுதியில் அதிக எண்ணிக்கையிலான அடினைன் (A) மற்றும் தைமின் (T) ஆகியவை உள்ளன. இப்பகுதி “டாடா பெட்டி” (TATA Box) அல்லது “கோல்ட்பெர்க்-ஹோக்னெஸ் பெட்டி” (Goldberg-Hogness box) என்று அழைக்கப்படுகிறது. புரோகேரியோட்டுகளில் இப்பகுதியை, “பிரிப்னோ பெட்டி” (Prinbnow box) என்பர். ஊக்குவிப்பானைத் தவிர, யூகேரியோட்டுகளுக்கு அதிகரிப்பான்களும் தேவைப்படுகின்றன.



- படியெடுத்தல் அலகில் உள்ள டி.என்.ஏவின் இரு இழைகளும் எதிரெதிர் துருவத்துவம் பெற்றவை. டி.என்.ஏ சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ், ஒரு திசையில் மட்டுமே பல்படியாக்கம் செய்யக் கூடியதாகும். வார்ப்புருவாக செயல்படும் இவ்விழை $3' \rightarrow 5'$ துருவத்துவம் கொண்ட இன்னொரு இழையில், தைமினுக்கு பதில் யுரேசில் உள்ள ஆர்.என்.ஏ வரிசைக் காணப்படும். இவ்விழை குறியீட்டு இழை எனப்படும்.

- அமைப்பு மரபணுக்கள், யுகேரியோட்டுகளில் உள்ளது போல மோனோசிஸ்ட்ரானிக் ஆகவோ அல்லது புரோகேரியோட்டுகளில் உள்ளது போல பாலிசிஸ்ட்ரானிக் ஆகவோ இருக்கலாம். யுகேரியோட்டுகளில், ஒவ்வொரு தூது ஆர்.என்.ஏவும் ஒரு மரபணுவை மட்டும் தாங்கி உள்ளன. அதனால் அவை ஒற்றை புரதத்தை மட்டுமே குறிக்குமாதலால், அது மோனோஸ்சிஸ்ட்ரானிக் தூது ஆர்.என்.ஏவாகும். புரோகேரியோட்டுகளில், தொடர்புடைய மரபணுக்களின் கூட்டமான ஓபரான், குரோமோசோமில் அடுத்தடுத்து அமைகின்றன. எனவே படியெடுத்தலின் போது அவை கூட்டமாக படியெடுக்கப்பட்டு ஒற்றை தூது ஆர்.என்.ஏவை உற்பத்தி செய்கின்றன. எனவே, இத்தகைய தூது ஆர்.என்.ஏக்கள் பாலிசிஸ்ட்ரானிக் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

- படியெடுத்தல் தொடங்குவதற்கு முன்பு, மரபணுவின் முன்பகுதியிலுள்ள ஊக்குவிப்பானுடன், ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் பிணைகிறது. புரோகேரியோட்டான பாக்டீரியாவின் ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸில் இரு முக்கிய உட்பொருட்கள் உள்ளன. அவை 'முக்கிய நொதி' மற்றும் 'சிக்மா துணை அலகு' ஆகியனவாகும். முக்கிய நொதி (β1, β மற்றும் α) ஆர்.என்.ஏ உற்பத்திக்கும் முக்கியமானது. அதைப்போல் சிக்மா துணை அலகு ஊக்குவிப்பான்களின் அங்கீகாரத்திற்கு பொறுப்பாகும். உயிரினங்களுக்கு ஏற்ப, ஊக்குவிப்பானின் வரிசையிலும் மாற்றம் காணப்படுகிறது. ஆர்.என்.ஏ பாலிமரேஸ் டி.என்.ஏ.வை திறப்பதால் படியெடுத்தல் குமிழ் உருவாகிறது. ஊக்குவிப்பான் பகுதியில் முன்நகரும் முக்கிய நொதி ஆர்.என்.ஏவை உற்பத்தி செய்து சிக்மா துணை அலகை ஊக்குவிப்பான் பகுதியிலேயே விட்டு விடுகிறது. ஆர்.என்.ஏவில் கொண்டை ஊசி வளைவு அமைப்பை உருவாக்கும் நிறைவி வரிசையால் மரபணுவின் முடிவு குறிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறான நிறைவியின் துணை அலகின், முழுமையான செயல்பாட்டிற்கு அங்கீகாரப் புரதமான 'ரோ'(ρ) தேவைப்படுகிறது.

படியெடுத்தல் நிகழ்முறை

- தூது ஆர்.என்.ஏ (mRNA), கடத்து ஆர்.என்.ஏ (tRNA) மற்றும் ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ (rRNA) என மூன்று வகையான ஆர்.என்.ஏக்கள் புரோகேரியோட்டுகளில் காணப்படுகின்றன.

புரோகேரியோட்டுகளில் படியெடுத்தல் நடைபெறும் விதம்

- செல்லில் நடைபெறும் புரத உற்பத்திக்கு இம்மூன்று வகை ஆர்.என்.ஏக்களும் தேவையாயிருக்கின்றன. தூது ஆர்.என்.ஏ, வார்ப்புருவாகவும், மரபணுவின் முக்கியக்குறியீட்டைப் படிப்பதற்கும் அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டு வருவதற்கும் பயன்படுகிறது. கடத்து ஆர்.என்.ஏ மொழிபெயர்ப்பின்போது பயன்படுகிறது. அமைப்பு மற்றும் வினை மாற்றியாக ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ செயல்படுகிறது. அனைத்து ஆர்.என்.ஏ க்களின் படியாக்க செயல்களின் வினைமாற்றியாக டி.என்.ஏ சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் எனும் ஒற்றை நொதி மட்டும் செயல்படுகிறது. இந்நொதி, ஊக்குவிப்பானுடன் பிணைந்து பின்பு படியெடுத்தலை தொடங்கி வைக்கிறது. பல் படியாக்க பிணைப்பு இடங்களே ஊக்குவிப்பான்கள் ஆகும். இவை நியுக்ளியோசைடு டிரைபாஸ்பேட்டை தளப்பொருளாகவும், நிரப்புக்கூறு விதியைப் பின்பற்றி, பாலிமரேஸ்களை வார்ப்புரு சார்ந்த முறையிலும் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. படியெடுத்தல் தொடங்கப்பட்டதும் நியுக்ளியோடைடுகளை வளரும் ஆர்.என்.ஏ வோடு அடுத்தடுத்து இணைப்பதன் மூலம் பாலிமெரெஸ், ஆர்.என்.ஏ வின் நீளத்தை அதிகரிக்கிறது. மரபணுவின் முடிவில், பாலிமெரேஸ் நிறைவியை அடையும்போது ஆர்.என்.ஏவின் சிறு பகுதி மட்டுமே நொதியுடன் பிணைந்து காணப்படுகின்றது. முடிவில் தனி ஆர்.என்.ஏவும் ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸும் உதிர்க்கப்படுகின்றன.

- தொடங்கி வைத்தல், நீட்டுதல் மற்றும் முடித்துவைத்தல் ஆகிய மூன்று படிநிலைகளிலும் ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் எவ்வாறு வினைமாற்றியாக செயல்படுகிறது என்பத மிகப்பெரிய வினாவாகும். ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ், ஆர்.என்.ஏ நீட்டுதலுக்கு மட்டுமே வினைமாற்றியாக செயல்படுகிறது. தொடக்கத்தில் சிக்மா (σ) வுடனும், நிறைவிக்காரணியான 'ரோ' (ρ) வுடனும் ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் இணைந்து செயலாற்றி படியெடுத்தலின் முறையே, தொடக்குதல் மற்றும் முடித்தல் நிகழ்வுகளை நிகழ்த்துகின்றது. இக்காரணிகளுடனான ஆர்.என்.ஏவின் தொடர்பின் மூலம் படியெடுத்தல் நிகழ்வை தொடங்குவதா? முடிப்பதா என்னும் தகவலை ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் பெறுகிறது.

- பாக்டீரியாவில் தூது ஆர்.என்.ஏ செயல்திறன் பெற எந்த நிகழ்முறையும் தேவையில்லை. மேலும், பாக்டீரியாவில் சைட்டோசோல், உட்கரு ஆகிய பிரிவுகள் இல்லையாதலால், படியெடுத்தலும் மொழிபெயர்த்தலும் ஒரே இடத்தில், ஒரே நேரத்தில் நடைபெறுகிறது. பல நேரங்களில் தூது ஆர்.என்.ஏ படியெடுத்தல் முடியும்முன்பே, மொழிபெயர்த்தல் தொடங்கிவிடுகிறது. ஏனெனில், பிற செல் உறுப்புகளிலிருந்து மரபுப்பொருட்கள் உட்கரு சவ்வினால் பிரிக்கப்பட வில்லை. இதன் விளைவாகவே பாக்டீரியாவில் படியெடுத்தலும், மொழிபெயர்த்தலும் இணைந்தேயுள்ளன.

- யூகேரியோட்டுகளின் உட்கருவில் குறைந்தது மூன்று வகை ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ்கள் காணப்படுகின்றன. (செல் உட்பொருட்களில் உள்ள ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ்கள் இல்லாமல்) இம்மூன்று பாலிமெரேஸ்களும் வெவ்வேறு பணிகளைச் செய்கின்றன. ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ்-I, tRNA வை (28S 18S 58S) படியெடுக்கிறது. ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ்-III கடத்து ஆர்.என்.ஏ, 5S ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ மற்றும் $_{Sn}$RNA க்களை படியெடுக்கிறது.

யூகேரியோட்டுகளில் படியெடுத்தல் நடைபெறும் முறை

- ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ்-II, தூது ஆர்.என்.ஏவின் முன்னோடியான hnRNA வை (வேறுபட்ட தன்மையுடைய உட்கரு ஆர்.என்.ஏ) (Heterogenous RNA) படியெடுக்கிறது. யுகேரியோட்டுகளில், வெளிப்பாட்டு வரிசையமைப்பின் குறியீடுகளான எக்ஸான் (Exon) மற்றும் வரிசையமைப்பின் குறியீடுகளற்ற இன்ட்ரான் (Intron) ஆகியவற்றிற்கு, மோனோசிஸ்ட்ரானிக் அமைப்பு மரபணுக்கள் இடையூறு செய்கின்றன. பிளத்தல் (Splicing) நிகழ்வால், இன்ட்ரான்கள் நீக்கப்படுகின்றன. hnRNA வில் கூடுதலாக அதன் 5′ முனையில், மீதைல் குவானோசைன் ட்ரைபாஸ்பேட் இணைக்கப்படுகிறது. இச்செயல்முறை காப்புறையாக்கம் (Capping) எனப்படுகிறது. அதே வேளையில் 3′ முனையில், அடினைலைட் எச்சங்கள் (300-200PolyA) இணைக்கப்படுகின்றன. இந்நிகழ்வு ‘வாலாக்கம்’ (tailing) எனப்படும். இவ்வாறான செயல்முறைகளுக்கு ஆட்பட்ட hnRNA, தற்போது தூது ஆர்.என்.ஏ என அழைக்கப்படுகிறது. இது உட்கருவிலிருந்து மொழியாக்கத்திற்காக வெளியேற்றப்படுகிறது.

- புரோகேரியோட்டுகளில், யூகேரியோட்டுகளில் உள்ளதைப் போல மரபணு பிளத்தல் பண்பு இல்லை. ஒவ்வொரு எக்ஸானும் குறிப்பிட்ட வேலையைக் கொண்ட ஒரு பாலிபெப்டைடுக்கான குறியீட்டினை பெற்றுள்ளன. எக்ஸான் வரிசையமைப்பு, இன்ட்ரான் நீக்கம் ஆகியவை எளிதில் நெகிழ்ந்து கொடுக்கும் தன்மையுடையவையாதலால், பாலிபெப்டைடு துணை அலகுக்கான குறியீடுகளைக் கொண்ட எக்ஸான், செயல்மிகு இடமாகி பலவழிகளில் இணைந்து புதிய மரபணுக்களை உருவாக்குகின்றன. ஒரே மரபணு, தன் எக்ஸான்களை மாற்றுபிளவு முறைகளில் பல்வேறு விதமாக வரிசைப்படுத்துவதன் விளைவாக வெவ்வேறு வகை புரதங்களை உற்பத்தி செய்கின்றது. விலங்குகளில், புரதம் மற்றும் செயல்பாடுகளின் பல்வகைத் தன்மைக்கு இது முக்கியப் பங்காற்றுகிறது. யூகேரியோடிக் மரபணுக்கள் தோன்றுவதற்கு முன்போ அல்லது பின்போ இன்ட்ரான்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டும். பின்னால் தோன்றியிருப்பின் யூகேரியோட் மரபணுக்களுக்குள் எவ்வாறு அது உள்ளேற்றப்பட்டது? தானாகவே பிளவுறும் தன்மை கொண்ட டி.என்.ஏ வரிசையமைப்பை இன்ட்ரான்கள் பெற்று, கிடைமட்ட மரபணுமாற்றத்திற்கு (உயிரிகளுக்கு இடையேயான கிடைமட்ட மரபணு மாற்றம் - HGT) உதவி புரிகிறது. புரோகேரியோட் செல்களுக்கிடையே அல்லது புரோகேரியோட்டிலிருந்து யுகேரியோட்செல்கள் மற்றும் யூகேரியோட் செல்களுக்கிடையேயான கிடைமட்ட மரபணு மாற்றம் நிகழலாம். புவியில் உள்ள உயிரிகளின் பரிணாமத்திற்கு கிடைமட்ட மரபணு மாற்றம் பெரும்பங்கு ஆற்றியுள்ளது எனும் கோட்பாடும் தற்காலத்தில் நிலவி வருகிறது.

மரபணுக் குறியீடுகள்

- மரபுப்பொருளான மரபணுக்கள், செல்லில் மரபுச் செய்திகளை வைத்திருப்பதோடு, அடுத்த தலைமுறைகளுக்கும் இச்செய்திகளை கடத்தக்கூடியனவாகும். டி.என்.ஏ மூலக்கூறுகளில் இம்மரபுச் செய்திகள் எவ்வாறு வைக்கப்பட்டுள்ளன? டி.என்.ஏ மூலக்கூறுகளில் குறியீட்டு முறையில் எழுதப்பட்டுள்ளதா? அவ்வாறெனில் மரபணுக் குறியீடுகளின் தன்மை என்ன? என்பதற்கான தேடல் அவசியமாகிறது.

- புரதமொழியாக்கம் முக்குறியங்கள் விதியை பின்பற்றுகிறது. தூது ஆர்.என்.ஏ வின் மூன்று காரப்பொருட்களின் வரிசை ஒரு அமினோ அமிலத்தை குறிக்கிறது. இவ்வாறு புரத உற்பத்திக்குத் தேவையான வெவ்வேறு வகையான 20 அமினோ அமிலங்களுக்கான குறியீடுகள் உண்டு.

- மரபணுக்குறியீடு என்பது மரபணுவிலுள்ள நியுக்ளியோடைடுகளுக்கு இடையேயான தொடர்பையும் அவை குறியீடு செய்யும் அமினோ அமிலங்களையும் குறிக்கக் கூடியதாகும். மொத்தத்தில் 64 முக்குறியங்களுக்கு வாய்ப்புள்ளன. அதில் 61 முக்குறியங்கள் அமினோ அமிலங்களைக் குறிக்கும். மற்ற மூன்றும் பாலிபெப்டைடு சங்கிலியின் முடிவுக்கான நிறைவு முக்குறியங்களாகும். மொத்தத்தில் 20 அமினோ அமிலங்கள் மட்டுமே புரத உற்பத்தியில் பங்கேற்பதால் பல அமினோ அமிலங்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முக்குறியங்களால் குறியீடு செய்யப்படுகின்றன. இவ்வாறான பல குறியீட்டு முறையை இரண்டு உண்மைகள் சாத்தியமாக்குகின்றன. முதலாவதாக, பெரும்பாலான அமினோ அமிலங்களுக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கடத்து ஆர்.என்.ஏ க்கள் உண்டு. ஒவ்வொன்றிலும் வெவ்வேறு எதிர்க்குறியீடுகள் (anticodon) உள்ளன. இரண்டாவதாக, ஒவ்வொரு முக்குறியத்தின் இரண்டு பகுதிகள், வாட்சன் - கிரிக்கின் கார இணைகள் (A-U மற்றும் G-C) உருவாக அனுமதிக்கிறது. ஆனால், மூன்றாவது நிலை அதிக நெகிழ்வுத் தன்மைக் கொண்டு எல்லா காரணிகளும் ஏற்றுக் கொள்ளும் வகையில் உள்ளன. பெரும்பாலான மரபுக்குறியீடுகள் புரோகேரியோட்டுகள் மற்றும் யூகேரியோட்டுகளில், பொதுவானவையாக உள்ளன.

- டி.என்.ஏ மூலக்கூறில் உள்ள கார இணைகளின் வரிசையமைப்பு, உயிரிகளின் புரதங்களில் உள்ள அமினோ அமிலங்களின் வகையையும் வரிசையையும் தீர்மானிக்கிறது. கார இணைகளின் இத்தகைய வரிசையே மரபணுக் குறியீடு எனப்படும். உயிரினத்தின் தனித்துவத்தை நிர்ணயிக்கும் புரதவகைகளை உற்பத்தி செய்வதற்கான வரைபடமாக இக்குறியீடு விளங்குகிறது.

- மார்ஷல் நிரன்பெர்க் (Marshall Nirenberg), சவிரோ ஒச்சோவா (Savero Ochoa) (பாலி நியுக்ளியோடைட் பாஸ்பாரிலேஸ் எனும் நொதி இவர் பெயரால், ஒச்சோவாநொதி என்றழைக்கப்படுகிறது), ஹர்கோபிந்த் கொரானா, ∴பிரான்சிஸ் கிரிக் மற்றும் இவர்களைப் போன்ற பல அறிவியலாளர்கள் மரபணு குறியீடுகளுக்காக தங்கள் பங்கினை ஆற்றியுள்ளனர். தூது ஆர்.என்.ஏவில் அமைந்துள்ள காரவரிசையே, புரதங்களின் அமினோ அமில வரிசையை முடிவு செய்கிறது. இறுதியாக வடிவமைக்கப்பட்ட மரபணுக் குறியீடுகளுக்கான அகராதி அட்டவணை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

மரபணுக் குறியீடுகளின் சிறப்புப் பண்புகள்

- மரபணுக் குறியீடுகள் முக்குறியங்கள் ஆகும். 61 முக்குறியங்கள் அமினோ அமிலங்களுக்கான குறியீடுகள் ஆகும். எந்த அமினோ அமிலத்தையும் குறிக்காத மூன்று முக்குறியங்கள் நிறுத்துக் குறியீடுகளாக (stop codon) உள்ளன.

- மரபணுக் குறியீடுகள் பொதுவானவைகள் ஆகும். எல்லா உயிரின மண்டலங்களும் உட்கரு அமிலங்களையும் அதே முக்குறியங்களையும் பயன்படுத்தி, அமினோ அமிலங்களிலிருந்து புரதத்தை உற்பத்தி செய்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, தூது ஆர்.என்.ஏவில் உள்ள UUU எனும் முக்குறியம் எல்லா உயிரிகளிலும் பினைல் அலனைன் எனும் அமினோ அமிலத்துக்கானது. எனினும், புரோகேரியோட்டுகளில், மைட்டோகாண்டிரியா, குளோரோபிளாஸ்ட் ஆகியவற்றின் மரபுத் தொகுதியில் இதற்கு சில விதி விலக்குகள் இருக்கின்றன. இருப்பினும் இத்தகைய வேறுபாடுகள், ஒற்றுமைகளை ஒப்பிடுகையில் மிகச் சிலவேயாகும்.

- ஒரே மாதிரியான எழுத்துகள், வெவ்வேறு முக்குறியங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக GUU GUC ஆகிய நியுக்ளியோடைடு வரிசை இரண்டு முக்குறியங்களை மட்டுமே குறிக்கும்.

- இரு முக்குறியங்களுக்கிடையே காற்புள்ளி அவசியமில்லை. ஏனெனில், செய்திகள் ஒரு முனையிலிருந்து இன்னொரு முனைவரை வரிசையாக படிக்கப்படுகின்றன.

- ஒரு குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலத்திற்கு, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முக்குறியங்கள் இருக்குமானால் அக்குறியீடுகள் சிதைவு குறியீடுகள் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக GUU, GUC, GUA மற்றும் GUG ஆகிய அனைத்து முக்குறியங்களும் வேலைன் எனும் அமினோ அமிலத்தை குறிப்பனவாகும்.

- இக்குறியீடுகள் குழப்பமற்றவை. ஏனெனில் ஒவ்வொரு குறியீடும் ஒரே ஒரு அமினோ அமிலத்தை மட்டுமே குறிக்கின்றது.

- துருவத்துவம் என்றழைக்கப்படும் $5' \rightarrow 3'$ திசையிலேயே எப்போதும் குறியீடுகள் படிக்கப்படுகின்றன.

மரபணு குறியீடு அகராதி

குறியீட்டுமொழியின் இரண்டாம் நியூக்ளியோடைடு

குறியீட்டுமொழியின் முதல் நியூக்ளியோடைடு (5' end)	U	C	A	G	குறியீட்டுமொழியின் மூன்றாம் நியூக்ளியோடைடு (3' end)
U	UUU Phe F பினைல்அலனைன்	UCU Ser S சீரைன்	UAU Tyr Y தைரோசின்	UGU Cys C சிஸ்டீன்	U
	UUC Phe F பினைல்அலனைன்	UCC Ser S சீரைன்	UAC Tyr Y தைரோசின்	UGC Cys C சிஸ்டீன்	C
	UUA Leu L லியூசின்	UCA Ser S சீரைன்	UAA முடிவுறுதல்	UGA முடிவுறுதல்	A
	UUG Leu L லியூசின்	UGC Ser S சீரைன்	UAG முடிவுறுதல்	UGG Trp W ட்ரிப்டோஃபேன்	G
C	CUU Leu L லியூசின்	CCU Pro P புரோலைன்	CAU His H ஹிஸ்டிடின்	CGU Arg R அர்ஜினைன்	U
	CUC Leu L லியூசின்	CCC Pro P புரோலைன்	CAC His H ஹிஸ்டிடின்	CGC Arg R அர்ஜினைன்	C
	CUA Leu L லியூசின்	CCA Pro P புரோலைன்	CAA Gln Q குளுடோமைன்	CGA Arg R அர்ஜினைன்	A
	CUG Leu L லியூசின்	CCG Pro P புரோலைன்	CAG Gln Q குளுடோமைன்	CGG Arg R அர்ஜினைன்	G
A	AUU Ile I ஐசோ லியூசின்	ACU Thr T திரியோனைன்	AAU Asn N அஸ்பராஜின்	AGU Ser S சீரைன்	U
	AUC Ile I ஐசோ லியூசின்	ACC Thr T திரியோனைன்	AAC Asn N அஸ்பராஜின்	AGC Ser S சீரைன்	C
	AUA Ile I ஐசோ லியூசின்	ACA Thr T திரியோனைன்	AAA Lys K லைசின்	AGA Arg R அர்ஜினைன்	A
	AUG Met M மெத்தியோனின்	ACG Thr T திரியோனைன்	AAG Lys K லைசின்	AGG Arg R அர்ஜினைன்	G
G	GUU Val V வேலைன்	GCU Ala A அலனைன்	GAU Asp D அஸ்பார்டிக் அமிலம்	GGU Gly G கிளைசின்	U
	GUC Val V வேலைன்	GCC Ala A அலனைன்	GAC Asp D அஸ்பார்டிக் அமிலம்	GGC Gly G கிளைசின்	C
	GUA Val V வேலைன்	GCA Ala A அலனைன்	GAA Glu E குளுடோமிக் அமிலம்	GGA Gly G கிளைசின்	A
	GUG Val V வேலைன்	GCG Ala A அலனைன்	GAG Glu E குளுடோமிக் அமிலம்	GGG Gly G கிளைசின்	G

குறியீடு   மூன்றெழுத்து மற்றும் ஓரெழுத்து விரிவாக்கம்

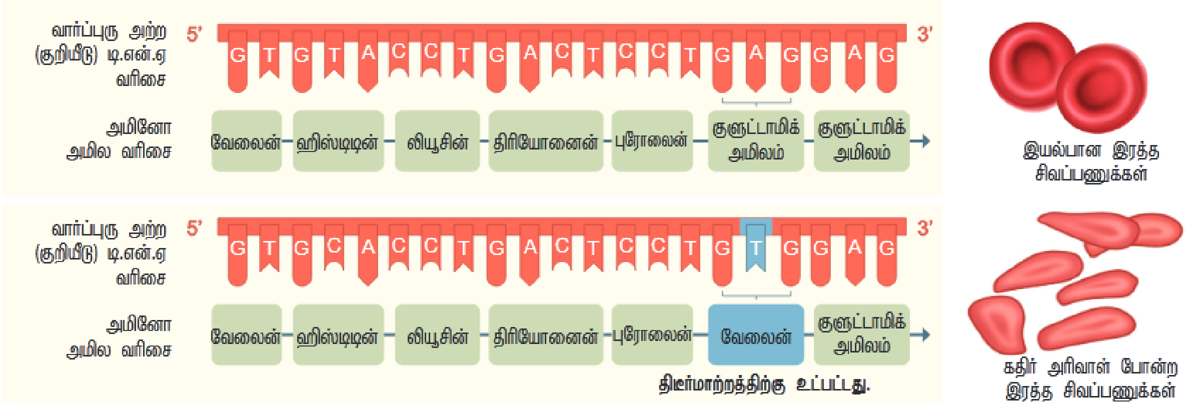
- AUG எனும் குறியீடு இரண்டு வேலைகளைச் செய்கின்றன. இது தொடக்கக் குறியீடாக உள்ள அதே நேரத்தில் மெதியோனின் அமினோ அமிலத்திற்கான குறியீடாகவும் உள்ளது.

- UAA, UAG (டைரோசின்) மற்றும் UGA (டிரிப்டோ.ஃ.பேன்) ஆகியவை நிறைவுக் குறியீடுகளாக செயல்படுகின்றன. இவற்றை 'பொருளற்ற குறியீடுகள்' என்றும் அழைப்பர்.

திடீர் மாற்றமும் மரபணு குறியீடும்

- திடீர்மாற்றத்தையும், அதனால் குறிப்பிட்ட புரதத்தின் அமினோ அமில வரிசையில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தையும் ஒப்பிட்டதில், மரபணுக் குறியீட்டின் மதிப்பு உறுதிப்படுத்தப்பட்டது. திடீர்மாற்றம் பற்றிய ஆய்வுகள் மூலம் மரபணுவிற்கும் டி.என்.ஏவிற்கும் உள்ள தொடர்பு நன்கு புரிந்துகொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு நியுக்ளியோடைடுவில் உள்ள காரத்திற்கு பதிலியாக இன்னொரு காரப் பொருளை மாற்றியமைத்தலே எளிமையான திடீர்மாற்றமாகும். இத்தகு மாற்றங்கள் சுயமாகவோ அல்லது திடீர் மாற்றத் தூண்டிகளாலோ நடைபெறுகின்றன. இதற்கான சிறந்த எடுத்துக்காட்டு, அரிவாள் வடிவ செல்களைக்கொண்ட இரத்தசோகையாகும். இது, β ஹீமோகுளோபின் மரபணு (βHb) வில் ஏற்படும் புள்ளி திடீர் மாற்றத்தால் உருவாகிறது. ஒவ்வொரு 'ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூறிலும் இரண்டு α-சங்கிலிகள் மற்றும் இரண்டு β சங்கிலிகள் என மொத்தம் நான்கு பாலிபெப்டைடு சங்கிலிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு சங்கிலியிலுள்ள 'ஹீம்' பகுதியில் ஆக்ஸிஜன் பிணைதல் நடைபெறும். இயல்பற்ற ஹீமோகுளோபினால், அரிவாள் வடிவ செல் இரத்தசோகை ஏற்படுகிறது. ஹீமோகுளோபின் இயல்பற்ற தன்மைக்குக் காரணம் பீட்டா குளோபின் சங்கிலியிலுள்ள β குளோபின் மரபணுவின் ஆறாவது குறியீடு CAG என்பதற்கு GTG என மாறியதே ஆகும்.

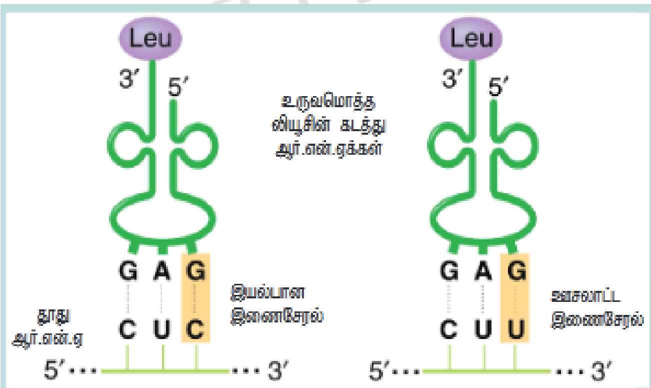
டி.என்.ஏ புள்ளி திடீர்மாற்றம்



புள்ளி திடீர் மாற்றம் புதிய அமினோ அமில வரிசை உருவாக்க வழிகோலுகின்றது. புறத்தோற்றம்

இதன் விளைவாக, β-சங்கிலியின் 6-வது இடத்தில் குளுட்டமிக் அமிலம் என்பதற்கு பதிலாக வேலைன் எனும் அமினோ அமிலம் மாற்றி இணைக்கப்படுகிறது. இது புள்ளி திடீர்மாற்றத்தினால் அமினோ அமிலம் மாற்றப்பட்டதற்கான சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இவ்வாறு CAG என்பதற்கு பதில் GTG என மாறியதே ஆகும். இதன் விளைவாக, β-சங்கிலியின் 6வது இடத்தில் குளுட்டமிக் அமிலம் என்பதற்கு பதிலாக வேலைன் என்னும் அமினோ அமிலம் மாற்றி இணைக்கப்படுகிறது. இது புள்ளி திடீர் மாற்றத்தினால் அமினோ அமிலம் மாற்றப்பட்டதற்கான சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இவ்வாறு திடீர்மாற்றமடைந்த ஹுமோகுளோபின், ஆக்ஸிஜனின் அழுத்தத்தால் பாலிமெரைசேஷனுக்கு ஆட்படுவதால், இரத்த சிவப்பணுக்கள், இருபக்க குழிவு தன்மையை இழந்து அரிவாள் வடிவத்தைப் பெறுகின்றன.

ஊசலாட்டக் கோட்பாடு (Wobble hypothesis)



1966-ல் கிரிக் என்பவரால் இக்கோட்பாடு உருவாக்கப்பட்டது. இக்கோட்பாட்டின்படி, கடத்து ஆர்.என்.ஏவின் எதிர் குறியீடு தன் 5′ முனையில் தூது ஆர்.என்.ஏவின் பொருந்தாகுறியீடோடு இணைந்து ஊசலாட்டத்தன்மையைப் பெறுகிறது. இக்கோட்பாட்டின்படி, குறியீடு – எதிர்குறியீடுகள் இணையாகும்போது மூன்றாவது காரம் இணையற்றதாக உள்ளது. குறியீட்டின், இம்மூன்றாவது காரமான ஊசலாட்ட காரம் உள்ள இடம் ஊசலாட்ட நிலை’ (Wobble position) எனப்படும். முதல் இரண்டு இடங்களில் மட்டுமே காரங்கள் நிரப்புகின்றன. ஒரு பாலிபெப்டைடை உருவாக்க கடத்து ஆர்.என்.ஏக்களின் அளவு குறைக்கப்படுகிறது. சிதைதல் குறியீடுகளின் விளைவிலிருந்து விரைவில் வெளிவருகிறது. இவை இக்கோட்பாட்டின் முக்கியத்துவம் ஆகும். மேற்கண்ட எடுத்துக்காட்டில் குறியீடும், எதிர்க்குறியீடும் ஒன்றுக்கொன்று மிகச்சரியாக பொருந்தவில்லை எனினும் தேவையான அமினோ அமிலம்

கொணரப்படுகிறது. வேலைனுக்கான குறியீடுகளாகிய GUU, GUC, GUA, மற்றும் GUG ஆகியவற்றை கடத்து ஆர்.என்.ஏ பயன்படுத்திக் கொள்கிறது.

கீழ்க்கண்ட எடுத்துக்காட்டு மூலம் புள்ளி திடீர்மாற்றத்தை மேலும் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்ளலாம்.

A B C D E F G H I J K L

DEF GHI ஆகியவற்றுக்கிடையே 'O' எழுத்து சேர்க்கப்பட்டால் வரிசையமைப்பு,

ABC DEF OGH IJK L

என மாறும். அதே இடத்தில் O வுடன் Q எழுத்தை சேர்க்க, வரிசையமைப்பு,

A BC DEF OQG HIJ KL என மாறும்.

- மேற்கண்ட செய்திகளால், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட காரங்கள் சேர்க்கப்பட்டாலும் அல்லது நீக்கப்பட்டாலும் சேர்க்கப்பட்ட அல்லது நீக்கப்பட்ட புள்ளியில் காரங்களின் படிப்பு வரிசையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இக்குறியீடுகள் முக்குறியங்களாக படிக்கப்படுகின்றன என்பதற்கும் மற்றும் அவை தொடர்ச்சியாகப் படிக்கப்படுகின்றன என்பதற்கும். இது சிறந்த மரபு அடிப்படையிலான மெய்ப்பிப்பு ஆகும்.

கடத்து ஆர்.என்.ஏ (tRNA) இணைப்பு மூலக்கூறு

- செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தில் சிதறி காணப்படும் அமினோ அமிலங்களை எடுத்து வரும் கடத்தியாக செயல்படுதலும், தூது ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறில் உள்ள குறிப்பிட்ட குறியீடுகளைப் படிப்பதாகவும் கடத்து ஆர்.என்.ஏக்களின் வேலையாகும். எனவே அவை 'இணைப்பு மூலக்கூறுகள்' எனப்படுகின்றன. இந்த சொற்களை ∴பிரான்சிஸ் கிரிக் உருவாக்கினார்.

- ராபர்ட் ஹோலே (Robert Holley) கடத்து ஆர்.என்.ஏவின் கிராம்பு இலை வடிவ மாதிரியை (Clover leaf model) இரு பரிமாண வடிவில் முன்மொழிந்தார். படத்தில் கொடுக்கப்பட்ட கடத்து ஆர்.என்.ஏவின் இரண்டாம் நிலை கட்டமைப்பு கிராம்பு இலை வடிவத்தை ஒத்திருக்கிறது. உண்மையில் இறுக்கமான மூலக்கூறான கடத்து ஆர்.என்.ஏ, தலைகீழ் 'L' வடிவத்தைப் பெற்றதாகும். கடத்து ஆர்.என்.ஏவில் DHU கரம், நடுகரம் மற்றும் TψC கரம் என மூன்று கரங்கள் உள்ளன. இக்கரங்களில், அமினோ அசைல் பிணைப்பு வளையம், எதிர் குறியீட்டு வளையம் மற்றும் ரிபோசோம் பிணைப்பு வளையம் என மூன்று வளையங்கள் (loops) காணப்படுகின்றன. இவற்றுடன் மிகச்சிறிய கூடுதல் கை அல்லது மாறி வளையம் ஒன்றும் உண்டு. அமினோ அமில ஏற்புமுனைப் பகுதியில் அமினோ அமிலமும் அதன் எதிர்முனையில் எதிர் குறியீட்டிற்கான மூன்று நியுக்ளியோடைடுகளும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தூது ஆர்.என்.ஏ வில் உள்ள குறியீட்டுடன் எதிர் குறியீடு பொருந்தி, வளரும் பாலிபெப்டைடு சங்கிலியில் சரியான அமினோ அமிலம் இணைக்கப்பட்டிருப்பதை உறுதி செய்கிறது. மடித்தல் நிகழ்வின் போது ஈரிழை ஆர்.என்.ஏவில் நான்கு வெவ்வேறு பகுதிகள் தோன்றுகின்றன. காரங்கள் மாறுவதென்பது கடத்து ஆர்.என்.ஏவில் சாதாரணமானது ஆகும். குறியீடு மற்றும் எதிர்

குறியீடுகளுக்கிடையேயான ஊசலாட்டத்தின் காரணமாக, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குறியீடுகளை கடத்து ஆர்.என்.ஏ படிக்கிறது.

- கடத்து ஆர்.என்.ஏவுடன் கூடுதலாக அமினோ அமிலம் சேர்க்கப்படும் செயல்முறை அமினோஅசைலேசன் அல்லது ஆற்றலேற்றம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக பெறப்படும் விளைபொருள் அமினோ அசைல் கடத்து ஆர்.என்.ஏ (ஆற்றலேற்றம் பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏ) எனப்படும். அமினோ அசைல் ஏற்றம்பெறாத ஆர்.என்.ஏக்கள் ஆற்றலற்றவை எனப்படும்.

ஹாலி உருவாக்கிய கடத்து ஆர்.என்.ஏயின் இரு பரிமாண கிராம்பு இலை மாதிரி

- இவ்வாறான இரண்டு கடத்து ஆர்.என்.ஏக்களை ஒன்று சேர்க்கும்போது ஆற்றல் மிக்க பெப்டைடு பிணைப்பு உருவாகிறது. பெப்டைடு பிணைப்புகளைக் கொண்டு அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்பட்டுப் பாலிபெப்டைடு சங்கிலி உருவாக்கப்படுகிறது. அமினோ அசைல்கடத்து ஆர்.என்.ஏ சிந்தடேஸ் என்னும் நொதி, அமினோ அசைலேஷன் வினைக்கு வினை வேகமாற்றியாக செயல்படுகிறது. வெப்பம் கொள்வினையான இதில், ATP, நீரால் பகுக்கப்படுகிறது. 20 வெவ்வேறு வகையான அமினோ அசைல் கடத்து ஆர்.என்.ஏ சிந்தடேஸ் நொதிகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. தூது ஆர்.என்.ஏவில் உள்ள குறியீடுகளை அடையாளம் காணும் திறன் கடத்து ஆர்.என்.ஏவில் இருக்கிறதே தவிர, இணைந்துள்ள அமினோ அமில மூலக்கூறுகளில் இல்லை.

- அமினோ அமிலங்களால் ஆற்றலேற்றம் பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏ இணைப்பு மூலக்கூறாக செயல்பட்டு, தூது ஆர்.என்.ஏவில் உள்ள செய்திகளை குறியீடுகளிலிருந்து விளக்கிக் கொள்கின்றன. கடத்து ஆர்.என்.ஏவுக்கும் தூது ஆர்.என்.ஏவுக்கும் இடையிலான உள்வினையே இதற்குக் காரணமாகும். தூது ஆர்.என்.ஏவில் உள்ள குறியீடுகளுக்கு நிரப்புக் கூறுகளாக கடத்து ஆர்.என்.ஏவில் காரங்கள் உள்ளன. புரத உற்பத்தியை தொடங்குவதற்காக தனிப்பட்ட கடத்து ஆர்.என்.ஏ உண்டு. அதற்குத் ‘தொடக்கி கடத்து ஆர்.என்.ஏ’ என்று பெயர். நிறைவுக் குறியீடுகளைக் கொண்ட கடத்து ஆர்.என்.ஏ எதுவுமில்லை.

ஆர்.என்.ஏவின் ஆற்றலேற்ற படிநிலைகள்.

X என்பது ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத்திற்கு குறிப்பிட்ட கடத்தி ஆர்.என்.ஏ மற்றும் குறிப்பிட்ட அமினோ அசைல் கடத்தி ஆர்.என்.ஏ சிந்தடேஸ் நொதி ஆற்றலேற்றத்தில் ஈடுபடுவதை குறிக்கிறது.

மொழிபெயர்த்தல்

- பாலிபெப்டைடு சங்கிலியை உருவாக்குவதற்காக அமினோ அமிலங்கள் பல்படியாக்கம் ஆகும். செயல்பாடுகளே மொழிபெயர்த்தல் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. ரிபோசோமினால் முக்குறி நீக்கம் நடைபெறுகிறது. ரிபோசோம் தூது ஆர்.என்.ஏ மற்றும் ஆற்றலேற்றம் பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏக்கள் மூலக்கூறுகளுடன் இணைகின்றன. தூது ஆர்.என்.ஏவின் 5′ முனையிலிருந்தே மொழிபெயர்ப்பு தொடங்குகிறது. தூது ஆர்.என்.ஏ உடன், இணைந்த பிறகு, ரிபோசோம்கள் தூது ஆர்.என்.ஏ மேல் நகர்ந்து சென்று,

குறியீட்டைப் படிக்கும் ஒவ்வொரு முறையும் பாலிபெப்டைடு சங்கிலியுடன் ஒரு புதிய அமினோ அமிலத்தைச் சேர்க்கின்றன.

- ஒவ்வொரு குறியீடும் அதற்கென தனித்த, அதோடு பொருந்தக்கூடிய எதிர்குறியீட்டால் படிக்கப்படுகின்றன. எனவே அமினோ அமிலங்களின் வரிசை தூது ஆர்.என்.ஏக்களின் கார வரிசையைச் சார்ந்தது.

மொழிபெயர்த்தல் முறை

- செல்லில் புரத உற்பத்தி செய்யும்தொழிற்சாலை, ரிபோசோம் ஆகும். ரிபோசோமில் அமைப்பு ஆர்.என்.ஏக்களும், 80க்கும் மேற்பட்ட பல்வகைப் புரதங்களும் உள்ளன. செயலற்ற நிலையில் ரிபோசோமில் இரு துணை அலகுகள் உள்ளன. அதில் ஒன்று பெரியதாகவும் மற்றொன்று சிறியதாகவும் உள்ளன. துணை அலகுகளை தூது ஆர்.என்.ஏ சந்திக்கும்போது புரத உற்பத்தி தொடங்குகிறது. 70S அளவுள்ள புரோகேரியோட்டுகளின் ரிபோசோமில் 50S அளவுள்ள பெரிய துணை அலகும் 30S அளவுள்ள சிறிய துணை அலகும் உள்ளன. யூகேரியோட்டுகளின் ரிபோசோம் பெரியதாகவும் (80S). 60S மற்றும் 40S ஆகிய துணை அலகுகளைக் கொண்டும் காணப்படுகின்றன. ‘S’ என்பது வீழ்படிவுத் திறனை குறிப்பதாகும். இது, ஸ்வெட்பெர்க் அலகால் (S) குறிக்கப்படுகிறது. 30S துணை அலகு கொண்ட பாக்டீரியாவின் ரிபோசோமில் 16S rRNA வும், 50S துணை அலகில் 5S rRNA மூலக்கூறுகளும் மற்றும் 23S rRNA மற்றும் 31 ரிபோசோம் புரதங்களும் உள்ளன. யூகேரியோட்டின் சிறிய துணை அலகில் 18S rRNAவும் மற்றும் 33 புரதங்களும் உள்ளன.

- டி.என்.ஏ அல்லது ஆர்.என்.ஏவில் உள்ள கார வரிசைகளை பிரித்து குறியீடுகளாக மாற்றும் மாற்றுவழிகளில் ஒன்று, ‘சட்டகம் படித்தல்’ (Reading frame) எனப்படும். புரதமாக மொழிபெயர்ப்பு செய்யக்கூடிய தொடக்கக்குறியீட்டைக் கொண்ட டி.என்.ஏ அல்லது ஆர்.என்.ஏ வரிசை, ‘வெளிப்படை சட்டகம் படித்தல்’ (Open reading frame) எனப்படும். தூது ஆர்.என்.ஏவில் உள்ள மொழிபெயர்ப்பிற்கான அலகில் உள்ள ஆர்.என்.ஏ வரிசையில் இருபக்கத்திலும் தொடக்கக் குறியீடு (AUG), நிறைவுக்குறியீடு மற்றும் பாலிபெப்டைடுகளுக்கான குறியீடுகள் ஆகியவை உள்ளன. தூது ஆர்.என்.ஏவில் உள்ள சில வரிசைகள் மொழிபெயர்ப்பு செய்யப்படுவதில்லை. இது, மொழிபெயர்க்கப்படாத பகுதிகள் (UTR) எனக் குறிக்கப்படும். இப்பகுதி 5’ முனை (தொடக்க குறியீடுக்கு முன்) மற்றும் 3′ முனை (நிறைவுக் குறியீடுக்குப்பின்) ஆகிய இடங்களில் அமைந்துள்ளன. தொடக்கக் குறியீடு (AUG), குறியீட்டு வரிசையை தொடங்கி வைக்கிறது. மெத்தியோனைன் (met) க்கான சிறப்பு கடத்து ஆர்.என்.ஏவால் இது படிக்கப்படுகிறது. மெத்தியோனைனை தாங்கிய தொடக்கி கடத்து ஆர்.என்.ஏ. தொடக்கக்குறியீடான AUG யுடன் பிணைகிறது. புரோகேரியோட்டுகளில், N-ஃபார்மைல் மெத்தியோனைன் (f^{met}), தொடக்கி கடத்து ஆர்.என்.ஏவுடன் இணைந்துள்ளது. ஆனால், யூகேரியோட்டுகளில் மாறுபாடடையாத மெத்தியோனைன் பயன்படுத்தப்படுகிறது. புரோகேரியோட்டுகளின் தூது ஆர்.என்.ஏவின் 5′ முனையில் தொடக்கக்குறியீடான AUG க்கு முன்பு சிறப்பு

வரிசையமைப்பு ஒன்று உண்டு. ரிபோசோம் இணைப்புப் பகுதியான இதனை ஷைன் - டால்கார்னோ வரிசை (Shine – Dalgarno sequence or S-D sequence) என்று அழைப்பர். சிறிய ரிபோசோமின் துணை அலகான 16S rRNA யின் இவ்வரிசை மொழிபெயர்ப்பை தொடங்குகிறது. மொழிபெயர்ப்பில் ஈடுபடாத நிலையில் ரிபோசோமின் துணை அலகுகள் (30S மற்றும் 50S) பிரிந்தநிலையில் இருக்கும். (படம்-அ)

அ. மொழிபெயர்ப்புக் கூறுகள்

- எ.கோலையில் மொழிபெயர்த்தலின் தொடக்கமாக, தொடக்கி கூட்டமைப்பு உருவாகிறது. இக்கூட்டமைப்பில் ரிபோசோமின் 30 S துணை அலகுகள், தூது ஆர்.என்.ஏ ஆற்றலேற்றம் பெற்ற N-ஃபார்மைல் மெத்தியோனைன் கடத்து ஆர்.என்.ஏ (f^{met}-rRNA f^{met}), IF1, IF2, IF3 ஆகிய மூன்று புரதத் தன்மை கொண்ட தொடக்கக் காரணிகள், GTP மற்றும் மக்னீசியம் (Mg^{+2}) ஆகியவை அடங்கியுள்ளன.

- தொடக்கி கூட்டமைப்பின் உட்கூறுகள், தொடர்ச்சியாக வினைபுரிகின்றன. IF30, 3S ரிபோசோமோடு இணைவதால் 30S துணை அலகு தூது ஆர்.என்.ஏவோடு இணைகிறது. மற்றொரு தொடக்கக் காரணியான IF2, AUG முக்குறியத்திற்கான பதில் வினையாக, ஆற்றலேற்றம் பெற்ற ஃபார்மைல் மெத்தியோனைன் கடத்து ஆர்.என்.ஏ வுடனான சிறு துணை அலகுகளின் பிணைப்பை மேம்படுத்துகிறது. இச்செயலினால் படிப்புச் சட்டகம் அதற்குரிய இடத்தில் பொருந்தி அமைகிறது. இதனால் அடுத்துவரும் மூன்று ரிபோ நியுக்ளியோடைடுகள் துல்லியமாக மொழிபெயர்க்கப்படுகின்றன.

ஆ) தொடங்கிவைத்தல்

- ரிபோசோம் துணை அலகுகள், தூது ஆர்.என்.ஏ மற்றும் கடத்து ஆர்.என்.ஏ ஆகியவை சேர்ந்த அமைப்பு, 'தொடக்கிக் கூட்டமைப்பு' எனப்படும். தொடக்கிக் கூட்டமைப்பு உருவானவுடன், IF3 விடுவிக்கப்படுகிறது. இதனால், இக்கூட்டமைப்பு 50S ரிபோசோம் துணை அலகுடன் இணைந்து முழுமையான 70S ரிபோசோம் உருவாகிறது. இந்நிகழ்வின்போது, ஒரு GTP மூலக்கூறு நீராற்பகுக்கப்பட்டுத் தேவையான ஆற்றலை அளிக்கிறது. இறுதியாக தொடக்கக் காரணிகள் (IF1, IF2, GDP) விடுவிக்கப்படுகின்றன. படம் (ஆ).

மொழிபெயர்ப்பின் போது வளர்ந்து வரும் பாலி பெப்டைடு சங்கிலி நீட்சியடைதல் (இ)

- மொழிபெயர்த்தலின் இரண்டாம் நிலை நீட்சியடைதல் ஆகும். தூது ஆர்.என்.ஏவுடன் ரிபோசோமின் இரு துணை அலகுகளும் சேர்ந்தவுடன், இரு ஆற்றலேற்றம் பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகளுக்கான பிணைப்பிடங்கள் தோன்றுகின்றன. ரிபோசோமில் உள்ள இப்பகுதிகள் அமினோ அசைல் பகுதி (A-இடம்) என்றும், பெப்டைடில் பகுதி (p-இடம்) என்றும் மற்றும் வெளியேற்றும் பகுதி (E-இடம்) என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஆற்றலேற்றம் பெற்ற தொடக்கிக் கடத்து ஆர்.என்.ஏ P-இடத்தில் பிணைகிறது. புரோகேரியோட்டுகளின்

மொழிபெயர்த்தலின் அடுத்தநிலை இரண்டாவது கடத்து ஆர்.என்.ஏ வை ரிபோசோமின் 'A' இடத்தில் பொருத்துவதாகும். இதனால், தூது ஆர்.என்.ஏவின் இரண்டாவது குறியீடு மற்றும் எதிர் குறியீடு ஆகியவற்றிற்கிடையே ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு உருவாகிறது (படிநிலை-1). இப்படிநிலைக்கு, சரியான கடத்து ஆர்.என்.ஏ, இன்னொரு GTP மற்றும் நீட்சிக் காரணிக்கான இரு புரதங்கள் (EF-TS மற்றும் EFTu) ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன.

- கடத்து ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறு A-இடத்தில் பொருந்தியவுடன் இரு அமினோ அமிலங்களை இணைப்பதற்கான பெப்டைடு பிணைப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. (படிநிலை-2). இவ்வினைக்கு பெப்டைடில் டிரான்ஸ்.ஃ.பெரேஸ் நொதி வினைவேக மாற்றியாக செயல்படுகிறது. அதே நேரத்தில் P-இடத்தில் உள்ள கடத்து ஆர்.என்.ஏ வுக்கும் அமினோ அமிலத்திற்கும் இடையேயான சகபிணைப்பு நீராற்பகுக்கப்பட்டு உடைகிறது. இவ்வினையின் விளைபொருளான டைபெப்டைடு, A-இடத்திலுள்ள கடத்து ஆர்.என்.ஏ வின் 3′ முனையில் இணைக்கப்படுகிறது. நீட்சியடைதல் மீண்டும் நிகழ, P-இடத்திலுள்ள கடத்து ஆர்.என்.ஏ ஆற்றல் நீக்கம் பெற்று, பெரிய துணை அலகிலிருந்து விடுவிக்கப்படுகிறது. ஆற்றல் நீக்கம்பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏ ரிபோசோமின் E-இடத்திற்கு செல்கிறது.

(ஈ) மொழிபெயர்ப்பு செயல்முறைகள் நிறைவடைதல்

- தூது ஆர்.என்.ஏ – கடத்து ஆர்.என்.ஏ – அ.அ1 - அ.ஆ.2 கூட்டமைப்பு முழுவதும் மூன்று நியுக்ளிடைட தொலைவில் P-இடம் உள்ள திசைநோக்கி இடம்பெயர்கிறது. (படிநிலை – 3). இந்நிகழ்வுக்கு நீட்சிக் காரணிகள் பலவும் நீராற் பகுக்கப்பட்ட GTP தரும் ஆற்றலும் தேவைப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக தூது ஆர்.என்.ஏவின் மூன்றாவது முக்குறியம், ஆற்றலேற்றம் பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏவை A-இடத்தில் அனுமதிக்கிறது (படிநிலை – 4).

- இவ்வகையில் வரிசை நீட்சி தொடர்ந்து அடுத்தடுத்து நடைபெறுகிறது (படிநிலை 5 மற்றும் படிநிலை 6). ரிபோசோம் வழியாக தூது ஆர்.என்.ஏ முன்னேறும் ஒவ்வொரு முறையும் வளரும் பாலிபெப்டைடு கூடுதல் அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்படுகின்றன. பாலிபெப்டைடு சங்கிலி சேர்க்கை முடிந்தவுடன், பெரிய அலகிலிருந்து அது விடுவிக்கப்படுகிறது. (படம் - இ)

- மொழிபெயர்த்தலின் மூன்றாம் நிலை, 'நிறைவடைதல்' ஆகும். ரிபோசோமின் A –இடத்தில் மூன்று நிறைவுக் குறியீடுகளில் ஏதாவதொன்று வரும் போது புரத உற்பத்தி நிறைவடைகிறது.

விருந்தோம்பி விலங்குகளில், நோயூக்கி பாக்டீரியங்கள் பெருகுவதற்கு பெரும்பாலான எதிர்ப்பொருட்கள் அனுமதியில்லை. ஏனெனில், அவை பாக்டீரியாவின் புரத உற்பத்தியை ஏதாவதொரு நிலையில் தடுத்துவிடுகின்றன. அமினோஅசைல் கடத்து ஆர்.என்.ஏவும் தூது ஆர்.என்.ஏவும் இணைவதை எதிர்பொருளான டெட்ராசைக்ளின் தடை செய்கிறது. கடத்து ஆர்.என்.ஏ மற்றும் தூது ஆர்.என்.ஏ ஆகியவற்றுக்கு இடையேயான வினையை நியோமைசின் தடுக்கிறது. ரிபோசோமில் தூது ஆர்.என்.ஏ இடமாற்றத்தை எரித்ரோமைசின் தடை செய்கிறது. ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் மொழிபெயர்த்தலின் தொடக்கத்தைத்

தடுத்துத் தவறான படித்தலுக்கு உட்படுத்துகிறது. குளோரம்பெனிக்கால், பெப்டிடைல் டிரான்ஸ்ஃபரேஸ் நொதி மற்றும் பெப்டிடைல் பிணைப்பு உருவாதல் ஆகியவற்றைத் தடை செய்கிறது.

- GTP- சார்ந்த விடுவிப்பு காரணியை இக்குறியீடு செயலூக்கப்படுத்துவதால், பாலிபெப்டைடு சங்கிலி உடைக்கப்பட்டு, மொழிபெயர்ப்பு கூட்டமைப்பிலிருந்து (படிநிலை-1), கடத்து ஆர்.என்.ஏ விடுவிக்கப்படுகிறது. பிறகு, கடத்து ஆர்.என்.ஏ ரிபோசோமிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டவுடன் ரிபோசோம்கள் துணை அலகுகளாகப் பிரிக்கின்றன. (படிநிலை 2) (படம்-ஈ)

மரபணு வெளிப்படை நெறிப்படுத்துதல்

- டி.என்.ஏ மரபணுக்காக அமைந்திருப்பதையும், அதில் எவ்வாறு மரபுத்தகவல்கள் சேமிக்கப்பட்டுள்ளன என்பதையும், அத்தகவல் எவ்வாறு வெளிப்படுகிறது. என்பதையும் முந்தைய பாடங்கள் விளக்கின. மூலக்கூறு மரபியலின் அடிப்படை சிக்கலான, மரபணு வெளிப்பாட்டை நெறிப்படுத்துதல் குறித்து இனிக் காணலாம். மரபணுக்களை உசுப்பவும் அணைக்கவும் இயலும் என்னும் கருத்துருவிற்கான சான்று மிகுந்த நம்பிக்கையை அளிக்கிறது. மரபணு வெளிப்பாடு மற்றும் அதை நெறிப்படுத்துதல் குறித்து புரோகேரியோட்டுகளில் அதிலும் குறிப்பாக எ.கோலையில் விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. படியெடுத்தல் அல்லது மொழிபெயர்த்தல் நிகழ்வின்போது மரபணுவின் வெளிப்பாடு, கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது அல்லது நெறிப்படுத்தப்படுகிறது. தற்போது படியெடுத்தலின்போது, மரபணு வெளிப்பாடு நெறிப்படுத்தப்படுவதை விரிவாக விவாதிக்கலாம்.

- வழக்கமாக மரபணு வெளிப்பாட்டைத் தூண்டுதல் அல்லது தடை செய்தல் ஆகியவற்றைச் செல்வெளி அல்லது செல் உள்வளர்சிதை மாற்ற பொருட்கள் செய்கின்றன. தொடர்புடைய வேலைகளைச் செய்கிறணு கூட்டத்திற்கு **ஓபரான்கள்** (Operons) என்று பெயர். அவை பொதுவாக ஒரு தூது ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறைப் படியெடுக்கின்றன. அவை பொதுவாக ஒரு தூது ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறைப் படியெடுக்கின்றன. எ.கோலையின் ஏறத்தாழ 260 மரபணுக்கள், 75 வெவ்வேறு ஓபரான் குழுக்களாக உள்ளன.

ஓபரான் அமைப்பு

- மரபணு வெளிப்பாடு மற்றம் நெறிப்படுத்துதலுக்கான மற்றும் நெறிப்படுத்தலுக்கான அலகே ஓபரான் ஆகும். இவ்வலகில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மரபணுக்களும் அதனை அடுத்து **அமைப்பு மரபணுவின்** படியெடுத்தலைக் கட்டுப்படுத்தும் இயக்கி மரபணுவும் அடங்கியுள்ளன.

- செல்லுக்கு தேவைப்படும் புரதங்கள் ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ மற்றும் கடத்து ஆர்.என்.ஏ ஆகியவற்றை அமைப்பு மரபணுக்கள் குறியீடு செய்கின்றன.

- ஆர்.என்.ஏ உற்பத்தியைத் தொடங்கி வைக்கின்ற டி.என்.ஏவில் உள்ள சமிக்ஞை வரிசைகள், ஊக்குவிப்பான்கள் ஆகும். படியெடுத்தல் தொடங்குவதற்கு முன்பு, ஊக்குவிப்பானுடன் ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் இணைகிறது.

- அமைப்பு மரபணுக்களுக்கும் ஊக்குவிப்பான்களுக்கும் இடையே இயக்கிகள் அமைந்துள்ளன. ஓபரானின் இயக்கி பகுதியில் அடக்கி புரதம் பிணைகிறது.

லேக் (லேக்டோஸ்) ஓபரான்

- செல்களில் லேக்டோஸ் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு, பெர்மியேஸ், β-கேலக்டோசிடோசிஸ் (β-கேல்) மற்றும் டிரான்ஸ்அசிடைலேஸ் ஆகிய மூன்று நொதிகள் தேவைப்படுகின்றன. செல்லுக்குள் லேக்டோஸ் நுழைவதற்கு பெர்மியேஸ் நொதியும், லேக்டோஸை குளுக்கோஸ் மற்றும் கேலக்டோஸாக மாற்றும் நீராற்பகுப்பு வினைக்காக (β-கேலக்டேசிடேஸுக்கு அசிடைல் குழுவை இடமாற்றம் செய்ய டிரான்ஸ்அசிடைலேஸ் நொதியும் தேவைப்படுகின்றன.

- லேக் ஓபரானில், ஒரு நெறிப்படுத்தி மரபணு (i-என்பது தடைப்படுத்தியை குறிக்கும்), ஊக்குவிப்பான் இடம் (p) மற்றும் இயக்கி இடம் (O) ஆகியவை உள்ளன. இவை முறையே இவையன்றி, லேக் z, லேக் y மற்றும் லேக் a என மூன்று அமைப்பு மரபணுக்களும் உள்ளன. இவை முறையே β-கேலக்டோசிடேஸ், பெர்மிலேஸ் மற்றும் டிரான்ஸ் அசிடைலேஸ் நொதிகளுக்கான குறியீடுகளைக் கொண்டுள்ளன.

- ஜோகோப் மற்றும் மோனாடு (Jacob and monod) ஆகியோர், மரபணு வெளிப்பாட்டையும் நெறிப்படுத்தப்படுவதையும் விளக்க எ.கோலையை கொண்டு லேக் ஓபரான் மாதிரியில், பாலிசிஸ்ட்ரானிக் அமைப்பு மரபணுவின் செயலை, ஒரு ஊக்குவிப்பான் மற்றும் ஒரு நெறிப்படுத்தி மரபணு ஆகியவை நெறிப்படுத்துகின்றன. வழக்கமாகக் குளுக்கோஸை ஆற்றல் மூலமாக செல் பயன்படுத்துகிறது. i- மரபணு அடக்கி தூது ஆர்.என்.ஏ வை படியெடுக்கிறது. இது, மொழிபெயர்ப்பு செய்யப்படுவதன் விளைவாக ‘அடக்கி புரதம்’ உற்பத்தியாகிறது.

லாக் ஓபரான் மாதிரி

- இப்புரதம், ஓபரானின் இயக்கி பகுதியில் பிணைவதால் மொழிபெயர்ப்பு தடுக்கப்படுகிறது. இதனால் β-கேலக்டோசிடேஸ் உற்பத்தியாவதில்லை. கார்பன் மூலமாக குளுக்கோஸ் இல்லாத நிலையில், ஆற்றல் மூலமாக லேக்டோஸ் கிடைத்தால், லேக்டோஸானது பெர்மியேஸ் நொதியால், பாக்டீரியா செல்லின் உள்ளே நுழைகிறது. லேக்டோஸ் தூண்டியாக செயல்பட்டு, அடக்கியுடன் இணைந்து அதனை செயலற்றதாக மாற்றுகிறது. ஓபரானின் இயக்கியுடன் பிணையும் அடக்கி புரதம் ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸை தடுப்பதன் மூலம், ஓபரானின் படியெடுத்தல் நிகழ்வை தடுக்கிறது. லேக்டோஸ் அல்லது அல்லோ லேக்டோஸ் போன்ற தூண்டிகளுடனான வினையின் காரணமாக அடக்கி செயலற்றதாகிறது. இதனால், ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் இயக்கி இடத்தில் தானாகவே இணைந்து, இயக்கியைப் படியெடுத்து லேக் தூது ஆர்.என்.ஏ வை உற்பத்தி செய்கிறது. இதன் விளைவாக லேக்டோஸ் வளர்சிதை மாற்றத்திற்குத் தேவையான அனைத்து நொதிகளும் உருவாக்கப்படுகின்றன. அடக்கி மூலம் லேக் ஓபரானின் செயல்பாடு நெறிப்படுத்தப்படுதல், படியெடுத்தலின் தொடக்கத்தை கட்டுப்படுத்தும் எதிர்மறை

நிகழ்வாகும். அதே போல நேர்மறை நிகழ்வாலும் லேக் ஒபரான் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

மனித மரபணுத் திட்டம் (Human Genome Project – HGP)

- சர்வதேச மனித மரபணுத் திட்டம் 1990ஆம்ஆண்டு தொடங்கப்பட்டது. இந்த மாபெரும் திட்டம் நிறைவுற 13-ஆண்டுகள் எடுத்துக் கொண்டது. இன்றைய தேதி வரை வரிசைப்படுத்தப்பட்ட உயிரினங்களின் மரபணுவினை விட மனித மரபணுத் திட்டம் 25 மடங்கு பெரியதாகும். முதன்முதலில் நிறைவு செய்யப்பட்ட முதுகெலும்பி மரபணு, ஏறத்தாழ 3X109 கார இணைகளைக் கொண்டுள்ளதாக கூறப்படுகிறது. மனித மரபணு திட்டம் வேகமாக வளர்ந்து வரும் உயிரியலின் புதிய துறையான உயிரிதகவலியலுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது ஆகும்.

மனித மரபணு திட்டத்தின் இலக்குகள் மற்றும் வழிமுறைகள்

மனித மரபணு திட்டத்தின் முக்கிய இலக்குகள்

- மனித டி.என்.எவில் உள்ள அனைத்து மரபணுக்களையும் (ஏறத்தாழ 30,000) கண்டறிதல்.
- மனித டி.என்.ஏவை உருவாக்கிய மூன்று பில்லியன் வேதி கார இணைகளின் வரிசையை தீர்மானித்தல்.
- இந்த தகவல்களை தரவுதளங்களில் சேமித்தல்.
- தரவுகளை ஆய்வு செய்வதற்கான கருவிகளை மேம்படுத்துதல்.
- தொடர்புடைய தொழில்நுட்பங்களை தொழிற்சாலைகள் போன்ற பிற துறைகளுக்கு இடமாற்றுதல்
- இந்த திட்டத்தில் எழும் அறம், சட்டம் மற்றும் சமூக இடர்ப்பாடுகளைத் (ELSI) தெரிவித்தல்.
- மனித மரபணு திட்ட வழிமுறைகள் இரண்டு முக்கிய அணுகுமுறைகளை உள்ளடக்கியுள்ளது. ஒரு அணுகுமுறை, ஆர்.என்.ஏ வாக வெளிப்படும் அனைத்து மரபணுக்களையும் கண்டறிதலை குறிக்கிறது. (ETSs) வெளிப்பாடு வரிசை முத்திரைகள்). மற்றொரு அணுகுமுறை மேற்கொள் வரிசையாக்கம் (Annotation) ஆகும். இங்கு குறியீடுகள் உடைய மற்றும் குறியீடுகள் அற்ற வரிசைகளைக் கொண்ட முழுத் தொகுப்பு மரபணுக்களும் வரிசையாக்கத்திற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பின்னர் வரிசையில் உள்ள பல்வேறுபட்ட பகுதிகளை அதன் பணிகளுடன் ஒதுக்கப்படுகிறது. வரிசைப்படுத்துவதற்காக ஒரு செல்லில் உள்ள அனைத்து டி.என்.ஏக்களும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, சிறிய அளவுள்ள துண்டுகளாக மாற்றப்படுகிறது. மேலும், இவை சிறப்பு வாய்ந்த கடத்திகளைப் (Vectors) பயன்படுத்தித் தகுந்த விரும்தோம்பிகளில் நகலாக்கம் செய்யப்படுகிறது. இந்த நகலாக்கம்

டி.என்.ஏ துண்டுகளை பெருக்கமடையச் செய்கின்றன. இது வரிசையாக்க நிகழ்வினை எளிதாக்குகின்றது. பாக்டீரியா மற்றும் ஈஸ்ட் ஆகிய இரண்டும் பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் விருந்தோம்பிகள் ஆகும். இந்தக் கடத்திகள் BAC (Bacterial artificial chromosomes – பாக்டீரிய செயற்கை குரோமோசோம்கள்) மற்றும் YAC (Yeast artificial Chromosomes - ஈஸ்ட் செயற்கை குரோமோசோம்கள்) எனப்படுகின்றன. இந்த துண்டுகள் தானியங்கி டி.என்.ஏ வரிசைப்படுத்திகளைப் (ப்ரெட்ரிக் சாங்கரால் உருவாக்கப்பட்டது) பயன்படுத்தி வரிசைப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த வரிசைகள் பின்னர், சிறப்பு வாய்ந்த கணினி நிரல்களைப் பயன்படுத்தி ஒன்றின் மீது ஒன்றமைந்த சில பகுதிகளின் அடிப்படையில் அடுக்கப்படுகிறது. இந்த வரிசையாக்கம் ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் முறையாக மேற்கொள்ளப்படுகிறது. வரையறுக்கப்பட்ட எண்டோநியூக்ளியேஸ் (Restriction endonuclease) நொதியால் அடையாளம் காணப்பட்ட பகுதிகள் மற்றும் **மைக்ரோசாட்டிலைட்டுகள் (நுண்துணைக்கோள்)** எனப்படும் அடுத்தடுத்துக் காணப்படும் சில டி.என்.ஏ வரிசைகளைப் பயன்படத்தி மரபணுவின் மரபிய மற்றும் அமைப்பு வரைபடங்கள் உருவாக்கப்படுகிறது.

- மீத்திறனுள்ள கணினிகளைப் (Super computers) பயன்படுத்தி, **சிறுதுப்பாக்கி வரிசையாக்கம்** (Shot gun sequencing) என்ற முறையின் மூலம் நீளமான துண்டுகளையும் வரிசைப்படுத்துவது சமீபத்திய முறையாகும். இது பாரம்பரிய வரிசையாக்க முறைகளுக்குப் பதிலாக பயன்படுத்தப்படும் முறையாகும்.

மனித மரபணு திட்டத்தின் சிறப்பியல்புகள்

- மனித மரபணு 3 பில்லியன் நியூக்ளியோடைடு கார மூலங்களைக் கொண்டிருந்த போதிலும், மரபணுவின் 5% மட்டுமே புரதத்தைக் குறியீடு செய்யக்கூடிய டி.என்.ஏ வரிசைகளால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது.

- மரபணு சராசரியாக 3000 கார மூலங்களைக் கொண்டுள்ளது. மிகப்பெரிய மனித மரபணு, டீஸ்ட்ரோ.ஃபின்(Dystrophin) 2.4 மில்லியன் கார மூலங்களைக் கொண்டுள்ளது.

- மரபணுவின் 50% பணி, LINE மற்றும் ALU வரிசைகள் போன்ற இடமாறும் கூறுகளிலிருந்து பெறப்படுகிறது.

- மரபணுக்கள் 24 குரோமோசோம்களில் பரவியுள்ளது. 19வது குரோமோசோம் அதிக மரபணு அடர்வினைக் கொண்டுள்ளது. 13 மற்றும் Y குரோமோசோம் ஆகியவை மிகக் குறைந்த மரபணு அடர்வினைக் கொண்டுள்ளன.

- மனித குரோமோசோம் அமைப்பில் மரபணுக்கள் பல்வகைத் தன்மையைக் காட்டுகின்றன.

- மரபணு தொகுதியில் 35000-40000 மரபணுக்கள் இருந்தாலும், ஏறக்குறைய 99.9 நியுக்ளியோடைடு கார மூலங்கள் அனைத்து மக்களிடமும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன.

- கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மரபணுக்களில் 50 விழுக்காட்டிற்கும் மேற்பட்ட மரபணுக்களின் பணிகள் தெரியவில்லை.

- 2 விழுக்காட்டிற்கும் குறைவான மரபணுக்கள் மட்டுமே புரதங்களை குறியீடு செய்கின்றன.

- திரும்ப திரும்ப காணப்படும் வரிசைகள் மனித மரபணுவில் மிகப் பெரிய பகுதியை உருவாக்குகிறது. இந்த வரிசைகள் நேரடியாக குறியீட்டு செல்களில் பங்கேற்பதில்லை. ஆனால், குரோமோசோம்களின் அமைப்பு, செயல் மற்றும் பரிணாமத்தைத் தீர்மானிக்கிறது (மரபிய பல்வகைத் தன்மை)

- திரும்ப திரும்ப காணப்படும் வரிசைகள் மனித மரபணுவில் மிகப் பெரிய பகுதியை உருவாக்குகிறது. இந்த வரிசைகள் நேரடியாக குறியீட்டு செயல்களில் பங்கேற்பதில்லை. ஆனால், குரோமோசோமின் அமைப்பு, செயல் மற்றும் பரிணாமத்தைத் தீர்மானிக்கிறது. (மரபிய பல்வகைத் தன்மை)

- 1வது குரோமோசோம் 2968 மரபணுக்களை கொண்டுள்ளது. அதேபோல் Y குரோமோசோம் 231 மரபணுக்களை கொண்டுள்ளது.

- மனிதனில் பல்வேறுபட்ட ஒற்றை கார மூல டி.என்.ஏக்கள் காணப்படக்கூடிய 1.4 மில்லியன் இடங்களை அறிவியலாளர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். (SNPs – Single Nucleotide Polymorphisms –ஒற்றை நியூக்ளியோடைடு பல்லுருவமைப்பு - இது SNIPS என உச்சரிக்கப்படுகிறது). SNIPS-ஐ கண்டறிதல், நோய்களுடன் தொடர்புடைய வரிசைகளுக்கான குரோமோசோம் இடங்களை கண்டுபிடித்தல் மற்றும் மனித வரலாற்றை தேடவும் உதவி புரிகிறது.

பயன்பாடுகள் மற்றும் எதிர்கால சவால்கள்

- மனித குரோமோசோம் வரைபடமாக்கம் ஒருவரின் டி.என்.ஏவை ஆய்வு செய்வதற்கும் மற்றும் மரபிய கோளாறுகளை கண்டறிவதற்கான வாய்ப்பினையும் அளிக்கிறது. இது நோய்களை கண்டறிவதற்கும், குழந்தையைப் பெற்றுக்கொள்ள திட்டமிடுபவர்களுக்கான மரபிய ஆலோசனையை வழங்குவதற்கும் பேருதவியாக உள்ளது. இந்த வகையான தகவல், புதுமையான மரபணு சிகிச்சைகளுக்கான வாய்ப்புகளை உருவாக்குகிறது. மேலும் மனித உயிரியலைப் பற்றி புரிந்து கொள்வதற்கும், மனிதன் அல்லாத பிற உயிரினங்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்வதற்கும் தீர்வுக் குறிப்புகளை வழங்குகிறது. டி.என்.ஏ வரிசைகள் அதனுடைய இயற்கை திறன்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளவும் அவற்றை உடல்நலம், விவசாயம், விவசாயம், ஆற்றல் உற்பத்தி மற்றும் சுற்றுச்சூழல் தீர்வு போன்றவற்றில் உள்ள சவால்களைத் தீர்ப்பதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நோய்களின் அறிகுறிகளுக்குச் சிகிச்சையளிப்பதைவிட நோய்க்கான அடிப்படைக் காரணங்களைக் கண்டறிந்து,

அவற்றுக்குச் சிகிச்சையளிப்பதே மூலக்கூறு மருத்துவத்தின் முக்கியமான முன்னேற்றமாக இருக்கும்.

- மரபணு வரிசையாக்கம் எளிமையாக்கப்பட்டதைத் தொடர்ந்து, சிலர் இத்தகவல்களை சுய லாபத்திற்காகவோ அல்லது அரசியல் ஆதாயத்திற்காகவோ பயன்படுத்தக்கூடும்.

- காப்பீட்டு நிறுவனங்கள் தங்களுடைய எதிர்கால மருத்துவ செலவினங்களில் இருந்து காப்பாற்றிக் கொள்ள 'மரபிய கோளறுகளையுடைய' மக்களுக்கு காப்பீடு வழங்குவதை மறுக்கலாம்.

- சரியான இனத்தைத் தோற்றுவிக்க வேண்டும் என்ற நோக்கத்தில், மனித கூட்டத்திலுள்ள பலரிடம் இருந்து ஜீன்களைப் பெற்று இணைத்து இனவிருத்தி செய்ய தொடங்கிவிடுவார்களோ என்ற அச்சமும் உள்ளது.

ஒரு நபரின் மருந்துகளுக்கான துலங்கல் எவ்வாறு மரபணுக்களை பாதிக்கிறது என்பதைப் பற்றி படிக்கும் அறிவியல் 'மருந்திய மரபணுவியல்' (Pharamacogenomics) ஆகும். இது 'மருந்தியல்' (Pharmacology மருந்தைப் பற்றிய அறிவியல்) மற்றும் 'மரபணுவியல் (Genomics-மரபணுக்கள் மற்றும் அவற்றின் செயல்கள் பற்றிய அறிவியல்) இணைந்து உருவான புதிய துறை ஆகும். ஒரு நபரின் மரபணு உருவாக்கத்திற்கு ஏற்ப மருந்துகளை சரியான அளவில் நன்கு செயல்படக்கூடிய, பாதுகாப்பான முறையில் அளிக்க இத்துறை உதவுகிறது.

டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடல் தொழில் நுட்பம் (DNA finger printing technique)

- டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடல் தொழில்நுட்பம் முதலில் 1985 ஆம் ஆண்டு அலெக் ஜே.ஃப்ரேஸ் (Alec jeflreys) என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது. (2014 ஆம் ஆண்டு ராயல் சொசைட்டி வழங்கிய கோப்லே பதக்கத்தைப் பெற்றவர்). ஒவ்வொரு நபரும் ஒரே மாதிரியான வேதிய அமைப்புடைய டி.என்.ஏவைப் பெற்றுள்ளனர். ஆனால் டி.என்.ஏ வரிசையில் உள்ள A, T, C மற்றும் G என்ற குறியீடு கொண்ட கார இணைகளில் மில்லியன் மில்லியன் கணக்கான வேறுபாடுகள் உள்ளன. இது நம்மிடையே தனித்தன்மையைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஆதலால் மரபொத்த இரட்டையர்கள் தவிர நாம் ஒவ்வொருவரும் மற்றவர்களிடமிருந்து மரபியல் ரீதியாக வேறுபடுகிறோம். ஒரு மனிதனின் டி.என்.ஏ வும் அவரின் கைரேகைகளும் தனித்துவம் உடையவை. 1.5 மில்லியன் இணை மரபணுக்களைக் கொண்ட 23 இணை குரோமோசோம்கள் மனிதனில் உள்ளன. மரபணுக்கள் டி.என்.ஏக்களின் பகுதிகள் என்பது நன்கு அறியப்பட்ட உண்மையாகும். ஆனால் அவற்றினுடைய நியூக்ளியோடைடு வரிசையில் வேறுபாடுகளை கொண்டுள்ளது. டி.என்.ஏக்களின் அனைத்து பகுதிகளும் புரதங்களுக்கான குறியீட்டைச் செய்வதில்லை. சில டி.என்.ஏ பகுதிகள் நெறிப்படுத்தும் செயல்களைக் கொண்டுள்ளன. மற்றவை இடைப்பட்ட வரிசைகள் (இடைப்பட்ட பகுதிகள்-Introns) மற்றும் சில மறுதொடரி டி.என்.ஏ வரிசைகள் ஆகும். டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடலில், குறுகிய மறுதொடரி நியூக்ளியோடைடு வரிசைகள் நபர் சார்ந்த

தனித்துவம் கொண்டவையாகும். இந்த நியூக்ளியோடைடு வரிசைகள் ‘‘மாறி எண் இணை மறு தொடரிகள்’’ (VNTR Variable number tendem repeats) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக இரண்டு நபர்களின் VNTR கள் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. இவை, மரபிய குறிப்பான்களாகப் (Genetic markers) பயன்படுகின்றன.

- டி.என்.ஏ வரிசைகளின் குறிப்பிட்ட சில பகுதியிலுள்ள மறுதொடரி டி.என்.ஏ க்களில் (repetitive DNA) காணப்படும் வேறுபாடுகளைக் கண்டறிதல் DNA ரேகை அச்சிடல் காணப்படும். ஏனெனில், இந்த வரிசையில் டி.என்.ஏவின் சிறு பகுதிகள் மீண்டும் மீண்டும் பலமுறை தோன்றியுள்ளது.

டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடலின் தொகுப்பு வரைபடம்: வெவ்வேறு பிரதிநிதிகளையுடைய மாறி எண் இணை மறுதொடரி எண்களை கொண்ட சில குறிப்பிட்ட குரோமோசோம்கள் காட்சிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

- அடர்த்தி வேறுபாட்டு மைய விலக்கலின்போது, தோற்றுவிக்கப்படும் வேறுபட்ட உச்ச அளவுகளைக் கொண்டு, மொத்த மரபணு டி.என்.ஏக்களிலிருந்து மறு தொடரி டி.என்.ஏக்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. மொத்த டி.என்.ஏக்கள் பெரிய உச்சத்தையும், மற்றவை சிறிய உச்சத்தையும் தோற்றுவிக்கின்றன. சிறிய உச்சத்தை தோற்றுவிக்கும் டி.என்.ஏக்கள் துணைக்கோள் டி.என்.ஏக்கள் (Satellite டி.என்.ஏ) எனப்படுகின்றன. டி.என்.ஏவில் காணப்படும் கார இணைகள் (A:T அல்லது G:C மிகுதி), நீளம் மற்றும் மீண்டும் மீண்டும் காணப்படும் அலகுகளின் அடிப்படையில் துணைக்கோள் டி.என்.ஏக்கள் பல வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவை நுண் துணைக்கோள் டி.என்.ஏ மற்றும், சிறிய துணைக்கோள் டி.என்.ஏ மற்றும் பல. இந்த வரிசைகள் எந்த புரதத்திற்கும் குறியீடு செய்வதில்லை. ஆனால் இது மனித மரபணுவின் பெரும் பகுதியை கொண்டுள்ளது. அதிகளவு பல்லுருவமைப்பை காட்டும் இந்த வரிசைகள் டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடலுக்கு அடிப்படையாக அமைகிறது. குற்றம் நிகழ்ந்த இடத்திலிருந்து சேகரிக்கப்படும் தடயங்களான இரத்தம், ரோமம் மற்றும் தோல் செல்கள் அல்லது மற்ற மரபிய தடயங்களிலிருந்து VNTR முறை மூலம் டி.என்.ஏவை பிரித்தெடுத்து குற்றம் சுமத்தப்பட்டவரின் டி.என்.ஏவோடு ஒப்பிட்டு, அவர் குற்றவாலியா அல்லது நிரபராதியா என்று கண்டறிய பயன்படுகிறது. கொல்லப்பட்ட நபரின் டி.என்.ஏ.வை ஆதாரமாகக் கொண்டு, அந்த நபரின் அடையாளங்களை கண்டறிய VNTR முறை பயன்படுகிறது.

டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடல் தொழில்நுட்பத்தின் படிநிலைகள்
டி.என்.ஏ பிரித்தெடுத்தல்

- டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடல் தொழில்நுட்பத்தின் துவக்க நிலையில் இரத்தம், விந்துத் திரவம், கல்விக் கால்வாய் திரவம், முடியின் வேர்கள், பற்கள், எலும்புகள் போன்றவற்றிலிருந்து டி.என்.ஏ மாதிரிகள் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

பாலிமரேஸ் தொடர்வினை (PCR)

டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடலுக்குப் பல நேரங்களில் குறைந்த அளவு டி.என்.ஏ மட்டுமே கிடைக்கிறது. அதிக அளவு தேவைப்படும்போது பாலிமரேஸ் தொடர்வினை மூலம் டி.என்.ஏ வைப் பெருக்க முடியும்.

டி.என்.ஏ துண்டாக்குதல்

- துண்டாக்கும் நொதிகளைப் பயன்படுத்தி, டி.என்.ஏ இழைகளைக் குறிப்பிட்ட இடங்களில் வெட்டிச் சிறிய துண்டுப் பகுதிகளாக மாற்றுதல்.

மிக்பகுப்பாக்க முறையில் டி.என்.ஏக்களைப் பிரித்தெடுத்தல்

- அகரோஸ் கூழ்ம மின்பகுப்பாக்க முறையில், டி.என்.ஏ துண்டுகள் பல்வேறு அளவுகள் கொண்ட வெவ்வேறு கற்றைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. நைலான் சவ்வினைப் பயன்படுத்தி பிரிக்கப்பட்ட டி.என்.ஏ கற்றைகள் வடிகட்டப்படுகின்றன. (வேதிப்பொருட்களைப் பயன்படுத்தி டி.என்.ஏ இழைகளுக்கு இடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் விடுவிக்கப்பட்டு ஒற்றை இழையாக மாற்றப்படுகின்றன.

- **டி.என்.ஏ இயல்புதிரிதல்**

  கூழ்மப்பொருளில் உள்ள டி.என்.ஏ கார வேதிப்பொருட்களைப் பயன்படுத்தி அல்லது வெப்பப்படுத்தி, சிதைவுறச் செய்யப்படுகிறது.

- **ஒற்றியெடுத்தல்** (Blotting)

  கூழ்மப்பொருளில் உள்ள டி.என்.ஏ கற்றை அமைப்பு, "அளவின் அடிப்படையில் பிரிக்கப்பட்ட டி.என்.ஏ இழையின்" மேல் வைக்கப்பட்ட நைலான் சவ்வின் மீது மாற்றப்பட்டு எடுக்கப்படுகிறது. இம்முறை 'சத்ர்ன் பிளாட்டிங்' எனப்படும்.

- **குறிப்பிட்ட டி.என்.ஏக்களைத் 'துலக்கி டி.என்.ஏ' க்களைக் (Probe) கொண்டு அடையாளம் காணுதல்**

  கதிரியக்கத்தன்மையுள்ள துலக்கி டி.என்.ஏ, (கதிரியக்கத் தன்மையுடைய பொருட்கள் பொருத்தப்பட்ட டி.என்.ஏ இழை), டி.என்.ஏ கற்றைகளுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. இந்தத் துலக்கு டி.என்.ஏ நிரப்புக்கூறு நைட்ரஜன் கார வரிசைகளைக் கொண்ட டி.என்.ஏ துண்டுகளுடன் இணைகிறது. இந்தத் துலக்கி டி.என்.ஏக்களை 'ஒளிரும்பொருட்கள்' அல்லது 'கதிரியக்கத்தன்மை உடைய ஐசோடோப்புகளைப்' பயன்படுத்தியும் தயாரிக்கலாம்.

- **துலக்கி டி.என்.ஏக்களுடன் கலப்பு செய்தல்**

  துலக்கி டி.என்.ஏ கலப்பு செய்தவுடன் மீதமுள்ள துலக்கி டி.என்.ஏ நீக்கப்படுகிறது. இந்த 'கலப்பு டி.என்.ஏ' உடைய சவ்வின் மீது ஒளிப்படத்தகடு பொருத்தப்படுகிறது.

மரபியல்பு – டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடுதலை ஒளிப்படத்தகட்டின் மூலம் வெளிப்படுத்துதல்

- இந்த கதிரியக்க அடையாளமானது ஒளிப்படத்தகட்டின்மீது ஒரு பிம்பத்தை உருவாக்குகிறது (கற்றைகளின் பிம்பம்). இது குறிப்பிட்ட டி.என்.ஏ கற்றைக்கு நிகரான பிம்பம் ஆகும். அடர்ந்த மற்றும் மெல்லிய கற்றைகள், குறிப்பிட்ட தண்டு போன்ற சில அமைப்புகளை (bars) உருவாக்குகிறது. அவை மரபுரேகை அச்சு எனப்படும்.

டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடலின் பயன்பாடுகள்

தட ஆய்வு

- குற்ற நடவடிக்கை கொண்ட நபரைக் கண்டறியவும் தாய் அல்லது தந்தையை தீர்மானிக்கும் பிரச்சினைகளுக்கு தீர்வு காணவும், குடியேற்ற தேவைக்கான உறவுகளை தீர்மானிக்கவும் பயன்படுகிறது.

மரபு கால் வழி தொடர் ஆய்வு

- தலைமுறைகளின் வழியாக மரபணுக்கள் கடத்தப்படுவதையும் மற்றும் பாரம்பரிய நோய்களை கண்டறியவும் பயன்படுகிறது.

வன உயிரின பாதுகாப்பு

- அருகிவரும் இனங்களைப் பாதுகாத்தல், அருகிவரும் உயிரினங்களின் இறந்த திசுக்களை அடையாளம் கண்டறிவதற்காக டி.என்.ஏ பதிவுகளைப் பராமரித்தல்.

மானுடவியல் ஆய்வுகள்

- இது மனித இனக்கூட்டத்தின் தோற்றம், இடப்பெயர்ச்சி மற்றும் மரபிய பல்வகைத் தன்மையினை தீர்மானிக்கப் பயன்படுகிறது.