செல்லியல்
மரபியல்
தாவர மேம்பாட்டியல்
பரிணாமம்

முனைவர் ச. சரவணபாபு

தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை - 600 005.

செல்லியல்
மரபியல்
தாவர மேம்பாட்டியல்
பரிணாமம்

முனைவர் ச. சரவணபாபு

TAMILNADU STATE COUNCIL FOR HIGHER EDUCATION
RELEVANCE AND EXCELLENCE

தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை - 600 005.

முதற்பதிப்பு : 2011

பதிப்புரிமை : தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
சென்னை – 600 005.

நூலின் பெயர் : செல்லியல், மரபியல், தாவர மேம்பாட்டு
இயல் மற்றும் பரிணாமம்

நூலாசிரியர் : முனைவர் ச. சரவணபாபு
தாவரவியல் துறை,
சிக்கய்யா நாயக்கர் கல்லூரி,
ஈரோடு – 638 004.

மறு ஆய்வு செய்தவர் : முனைவர் கே.வி. கிருஷ்ணமூர்த்தி
வருகைதரு பேராசிரியர்,
உயிர் தகவலியல் துறை,
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
திருச்சிராப்பள்ளி – 620 024.

தமிழ் திருத்தம் செய்தவர் : முனைவர் இரா. கருணாநிதி,
உதவிப் பேராசிரியர்,
தமிழ்த்துறை,
அரசினர் ஆடவர் கலைக்கல்லூரி (தன்னாட்சி)
நந்தனம், சென்னை – 600 035.

299143
MADURAI KAMARAJ UNIVERSITY ★ DR. T.P.M. LIBRARY

விலை : ரூ. 70.00

அச்சிட்டோர் : எவர்மேன் பிரிண்டர்ஸ்,
எண்.6/15, டாக்டர் ராதாகிருஷ்ணன் நகர்,
3வது தெரு, கொருக்குப்பேட்டை
சென்னை – 600 021.
செல் : 98846 99888

பொருளடக்கம்

1.	செல்லியல்	1
2.	மரபியல்	79
3.	தாவர மேம்பாட்டியல்	169
4.	பரிணாமம்	210

செல்லியல்

1. முன்னுரையும் செல்லியல் வரலாறும்

செல்களின் உருவ அமைப்புகள், நுண்உறுப்பு (Organells) அமைப்புகள், உயிர்வேதிப்பண்புகள், செயல்கள், வளர்ச்சி, மரபுப்பண்புகள், பரிணாமம் போன்றவற்றை ஆராய்ந்து அறிந்து விளக்கும் அறிவியற் கிளை செல்லியல் எனப்படுகிறது. உயிரினங்களின் வளர்சிதைமாற்றம், உயிரிப் பொருள் உருவாக்கம், மரபு, வேறுபாடுகள், பால் நிர்ணயம், திடீர் மரபு மாற்றம், பரிணாமம் ஆகியவற்றை புரதங்கள், ரிபோநியுக்ளிக் அமிலங்கள் (RNA), டிஆக்ஸி ரிபோநியூக்ளிக் அமிலங்கள் (DNA) ஆகிய மூலக்கூறுகளின் அடிப்படையில் செல்லியல் விளக்குகின்றது.

செல்லியல் தனி துறையாகத் தோன்றுவதற்கு முன்பே அரிஸ்டாட்டில், பாராசெல்சஸ் போன்றவர்கள் எல்லா உயிரினங்களும், ஒரேமாதிரியான பல நுண் கூறுகளினால் ஆனவை என அறிந்திருந்தனர். ஆனால், அவர்களின் நுண்நோக்கி உதவிபெறா கண்கள் செல்களின் அமைப்பினை அறிந்து கொள்ள இயலவில்லை. 15–ம் நூற்றாண்டில் டாவின்சி என்பவர் சிறிய பொருட்களை உருப்பெருக்கி வில்லைகள் உதவி கொண்டுதான் ஆராயவேண்டும் என்றார். 1658–ம் ஆண்டு ஜேன் ஸ்வாம்மர்டாம் முதன் முதலில் தவளையின் குருதிச் சிவப்பணுக்களை ஆராய்ந்து செல்லின் அமைப்பை விவரித்தார். இங்கிலாந்து நாட்டின் தாவரவியல் அறிஞர் இராபர்ட் ஹூக் என்பவர் 1665–ம் ஆண்டில் பாட்டில் தக்கை மூடியின் அமைப்பை நுண்வெட்டுகள் எடுத்து ஆய்ந்து, அது தேன் கூட்டினை போன்ற அறைகள் பல கொண்டிருப்பதைக் கண்டு அவற்றிற்குச் சிறிய அறைகள் என்னும் பொருள்பட செல்கள் எனப் பெயரிட்டார். 1672–ம் ஆண்டு மார்சல்லோமால் பீஜி எனும் இத்தாலிய அறிஞர், தாவர, விலங்கு திசுக்களை நுண்ணோக்கியில் ஆராய்ந்து, அவை பைகள், குழிகள் போன்ற அமைப்புகளால் ஆனவை என்றார். 17–ம் நூற்றாண்டில் டச்சு நாட்டைச் சார்ந்த லியூவன் ஹாக் என்ற ஆராய்ச்சியாளர் நுண்நோக்கியின் உதவியால் புரோட்டோசோவங்கள், பாக்டீரியங்கள் போன்ற நுண் உயிரிகளை பற்றியும், தாவர, விலங்கின திசுக்களைப் பற்றியும் ஆராய்ந்து அவற்றின் அமைப்பை விளக்கினார்.

செல் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகளின் வளர்ச்சி

1658 – ஜேம் ஸ்வாம்மர்டாம் தவளையின் குருதி சிவப்பணுக்களை ஆராய்ந்தார்.

1665 – இராபர்ட் ஹூக் தக்கைத்துண்டை ஆராய்ந்து செல்லைக் கண்டறிந்தார் ; 'செல்' என்ற பெயரிட்டார்

1674 – லியூவன்ஹாக் ஒற்றை செல் உயிரினங்களாகிய பாக்டீரியா, புரோட்டோசோவா விலங்குகளை முதன்முதலில் நுண்நோக்கியின் உதவி கொண்டு கண்டறிந்தார்.

1763 – கோயல்ரியூட்டர் தாவரக் கலப்புயிரிகளையும் அவற்றின் பெற்றோரின் பண்பினை பெற்றிருப்பதையும் விளக்கினார்.

1781 – எஃப் பான்டனர் விலாங்கு மீன் தோலின் செல்களில் உள்ள உட்கருவை கண்டார்.

1798 – எட்வர்டு ஜென்னர் வைரஸ்களைக் கண்டறிந்தார்.

1824 – பி. பிரிவாஸ்ட் செல்கள் பகுப்படைகின்றன என்றார்.

1826 – டர்பின் செல் பகுப்புகள் நடைபெறுவதைக் கண்டறிந்தார்.

1830 – ஜி.பி.அமிசி தாவரங்களில் கருவுறுதல் நடைபெறுவதைக் கண்டறிந்தார்

1831 – இராபர்ட் பிரவுன் முதன் முதலாக உட்கருவின் அமைப்பை விளக்கி, அது அனைத்துச் செல்களிலும் உள்ளதாக கூறினார்.

1835 – ஃபெலிக்ஸ் டு ஜார்டின் புரோட்டோபிளாசத்தின் அமைப்பை விளக்கி அது அனைத்து உயிரிகளின் 'உயிர்பொருள்' எனக் கூறினார்.

1838 – ஸ்லைடனும் சுவானும் (Schleiden and Swann) அனைத்து எல்லா உயிரினங்களும் செல்களினால் ஆனவை என்ற 'செல் கொள்கையை' உருவாக்கினார்.

1839 – பார்கன்ஜி 'புரோட்டோபிளாசம்' என்னும் சொல்லை உருவாக்கினார்

1840 – பர்கன்ஜி புரோட்டோபிளாசத்தைக் கண்டறிந்தார்.

1841 – இராபட் ரிமாக் கோழிக்குஞ்சின் சுக்ஷஊல் நடைபெறும் நேர்முக செல்பிரிவினை விளக்கினார்.

1848 – ஹோப்மியி ஸ்டர், டிரடஸ்கான்ஷியா தாவரத்தின் தாய் மகரந்த செல்களில் உள்ள உட்கருவின் குரோமோசோம் அமைப்பை கண்டறிந்தார்.

1854 – விர்செள அனைத்து செல்களும் ஏற்கனவே உள்ள செல்களில் இருந்து தான் தோன்றுகின்றன என்று கூறினார்.

1866 – ஹெக்கல், உட்கருவின் மூலம் மரபுப் பண்புகள் கடத்தப்படுகின்றன என்று கூறினார்.

1868 – ஹக்ஸ்லி புரோட்டோபிளாசம் உயிரினங்களின் இயற்பிய அடிப்படை என விளக்கினார்.

1870 – எஃப் மீய்ச்சர் செல்களில் இருந்து உட்கரு புரதங்களைப் பிரித்தெடுத்தார்

1873 – ஆன்டன் ஸ்னைடர் முதன் முதலாகக் குரோமோசோம்களை கண்டறிந்து அவற்றைப் பற்றி விளக்கினார்.

1875 – வான் பினிட்டன் சென்ட்ரியோலைக் கண்டறிந்தார்

1879 – பிளிம்மிங் குரோமோட்டின் அமைப்பைக் கண்டறிந்து அதைப் பற்றி விளக்கினார்.

1880 – பிளெம்மிங் உடல் செல்பகுப்பினை விவரித்து அதற்கு மைட்டாசிஸ் பகுப்பு என பெயரிட்டார்.

1881 – பால்டியானி பூத குரோமோசோம்களைக் (Giant Chromosome) கண்டறிந்தார்

1882 – டபிள்யூ ஃபிபிட்ஸ்னர் குரோமோசோம்களில் குரோமோமியர்களை ஆராய்ந்தார்.

1885 – ஹெர்ட்விக், ஸ்ராஸ்பர்கர் பாரம்பரியத்தில் உட்கரு முக்கிய பங்கேற்கின்றது என கூறினர்.

1886 – மாக்முன் சைட்டோகுரோமைக் கண்டுபிடித்தார்.

1887 – வான் பினிட்டர் இனச் செல்கள் தோன்றும் பொழுது குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை பாதியாக குறைகின்றது என கண்டறிந்தார்

1890 – வால்டேயர் செல் பகுப்பின் போது நியூக்ளியஸிலிருந்து உருவாகும்

நூல் போன்ற இழைகளுக்கு குரோமோசோம்கள் என பெயரிட்டார்.

1897 – ஆல்டமன், சி.பென்டா மைட்டோகாண்ட்ரியாவைக் கண்டுபிடித்தனர்.

1898 – காமிலியோ கோல்ஜி கோல்ஜி உறுப்புக்களை கண்டறிந்தார்.

1898 – சி.பென்டா சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள இழை போன்ற அமைப்புக்கு மைட்டோகான்ட்ரியா என்று பெயரிட்டார்.

1901 – ஸ்ராட்ஸ்பர்கர் பிளாஸ்மோ டெஸ்மாக்களைக் கண்டறிந்தார்.

1912 – வார்பெர்க் செல் சுவாசத்தை ஆராய்ந்தார்.

1913 – வில்ஸ்டேட்டரும், ஸ்டாலும் பசுங்கணிகத்தை கண்டறிந்தனர்.

1928 – கிரிபித் பாக்டீரியாவில் மரபுப் பண்புகள் கடத்தப்படுவதை விளக்கினார்.

1931 – ஸ்டேர்ன், கிரிய்க்டன் குறுக்கெதிர் மாற்றத்தை கண்டறிந்தனர்.

1931 – லுயிஸ் பின்னோசைட்டோசிஸ் கண்டறிந்தார்.

1932 – நால், ரஸ்கா என்பவர்கள் டிரான்ஸ்மிஷன் எலக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப்பை கண்டுபிடித்தனர்.

1934 – ப்ளோவ் என்பவர் பிளாஸ்மாச் சவ்வினைக் கண்டறிந்து, இதற்கு பிளாஸ்மாலெம்மா என்று பெயரிட்டார்.

1934 – பென்ஸ்லி, ஹோயர் செல்லிலிருந்து மைட்டோகான்ட்ரியாவை பிரித்தெடுத்தனர்.

1935 – டேனியெல்லி, டாவ்சன் என்பவர்கள் திரவ மோசேயிக் கோட்பாட்டை கண்டறிந்தனர்.

1944 – இராபினோ பாக்டீரியங்களின் உட்கருவை ஆராய்ந்தார்.

1944 – ஆவ்ரி, மாக்ளியாட், மக்கார்தி ஆகியோர் பாக்டீரியங்களில் நடைபெறும் உருமாற்றத்தைக் கண்டறிந்தனர்

1945 – போர்ட்டர் எண்டோபிளாச வலையமைப்பைக் கண்டறிந்தார்.

1945 – லிப்பான் கோ என்சைம் A யைக் கண்டறிந்தார்.

1948 – ஓட்லி ஸ்கானிங் எலக்ட்ரான் நுண்நோக்கியை வடிவமைத்தார்.

1949 – பார், பெர்ட்ராம் இனக்குரோமோட்டினைக் கண்டுபிடித்தனர்.

1952 – டூவே லைசோசோம்களைப் பற்றி விளக்கியவர்.

1952 – பாலேட் மைட்டோகான்ட்ரியத்தின் நுண்அமைப்பை விளக்கினார்.

1953 – ஜே.டி. வாட்சன், எப்.சி.கிரிக் என்பவர்கள் DNA யின் மூலக்கூறு அமைப்பை விளக்கினர்.

1953 – ராபின்சன், பிரவுன் தாவர செல்களில் ரிபோசோம்களைக் கண்டறிந்தனர்.

1955 – பாலேடு என்பவர் விலங்கு செல்களில் ரிபோசோம்களைக் கண்டறிந்தார்.

1960 – பார்க், பான் பசுங்கணிகத்தில் உள்ள குவாண்டசோம்களைக் கண்டறிந்தார்.

1961 – கால்வின் ஒளிச்சேர்க்கையை விளக்கி நோபல் பரிசு பெற்றார்.

1961 – பார்க், போன் ஒளிச்சேர்க்கை அல்லது குவாண்டோசோம்களைக் கண்டறிந்தனர்.

1963 – சான்ஸ் மற்றும் பார்சன்ஸ் ஸ்மித் மைட்டோகான்ட்ரியாவில் உள்ள நுண் துகள்களை கண்டறிந்தார்.

உயிரிகளின் அமைப்பிலும், செயலிலும் செல்லே அடிப்படை அலகாகக் கருதப்படுகிறது. இக்கருத்து மாத்தியாஸ் ஸ்லைடன் என்ற தாவரவியல் அறிஞரும் தியோடர் சுவான் என்ற விலங்கியல் அறிஞரும் வெளியிட்ட செல் கொள்கையின் முக்கிய கருத்து ஆகும். செல்லே செயலிற்கும் அடிப்படை அலகாவதால் தாவர செயலியலைப் பற்றி அறிந்துகொள்ள ஒரு செல்லின் நுண்ணமைப்பு அறிவு மிகவும் தேவையானதாகும்.

ஒரு–செல் உயிரினங்களில் அந்த ஒரு செல்லே முழு உயிரி ஆகிறது. பல செல் உயிரிகளில் எல்லா செல்களும் இணைந்து தனது சிறப்பு பணிகளின் மூலம் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. ஒரு தாவரத்தின் மொத்த அமைப்பிற்கும், செயலுக்கும் அதில் உள்ள செல்களின் அமைவுப் பாங்கிற்க்கும் அவற்றின் பணிகளுக்கும் ஒரு நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளது.

ஒவ்வொரு செல்லும் ஒவ்வொரு வகையான சிறப்பு பணியில் ஈடுபட்டிருந்தாலும் அவற்றின் அடிப்படை அமைப்பு ஒத்ததாக இருப்பதுடன் அவற்றில் உள்ள வேதிப் பொருட்களும் ஓரளவிற்கு ஒத்ததாக உள்ளன. செல்லின் உட்பொருட்கள் யாவும் பிளாஸ்மாலெம்மா என்னும் செல் சவ்வால் சூழப்பட்டுள்ளன. மேலும் எல்லா செல்களிலும் மரபியல் செய்திகளை தாங்கியுள்ள டிஆக்ஸிரிபோ உட்கரு அமிலமும், ரிபோஉட்கரு அமிலமும் காணப்படுகின்றன. எனவேதான் தெளிவான உட்கரு அமைப்பு பெறாத தொல்உட்கரு நிலை செல்களும் (Prokaryotic Cells), வரையறுக்கப்பட்ட உட்கரு அமைப்பைக் கொண்ட மீஉட்கரு நிலை செல்களும் (Eukaryotic cells) பெருமளவில் பொதுப்பண்புகளை பெற்றுள்ளன.

2. செல் கொள்கை (Cell Theory)

தாவரவியல் அறிஞரான ஸ்லைடன் (1838) என்பவரும் விலங்கியல் அறிஞரான சுவான் (1839) என்பவரும் செல்கொள்கையைத் தனித்தனியே எடுத்துக் கூறினர். அவர்கள் வெளியிட்ட செல்கொள்கையின் படி,

❖ தாவரங்களும், விலங்குகளும் தோற்றத்தில வேறுபாடுகளை கொண்டிருந்தாலும் அடிப்படையில் ஒத்த உள்ளமைப்பையும், கட்டமைப்பையும் கொண்டுள்ளன.

❖ உடலில் உள்ள ஒவ்வொரு செல்லும் தனித்தும், பிற செல்களோடு இணைந்தும், முழுமையான உயிரினமாகச் செயல்படமுடியும்; எனவே செல் "உயிரிகளின் அடிப்படைக் கூறு" ஆகும்.

❖ எல்லா செல்களிலும் உட்பொருள், வேதி அமைப்பு, வளர்சிதைமாற்றச் செயல்கள் போன்றவை ஓரளவுக்கு பொதுவானவையாகக் காணப்படுகின்றன.

❖ ஒரு செல்லில் நடைபெறும் செயல்களும் பல செல்களுக்கிடையே நடைபெறும் செயல்களும் ஒன்று பட்டே ஓர் உயிரினத்தின் உயிர்ச் செயல்களாகின்றன.

தொடக்ககாலத்தில் உயிரியல் வல்லுநர்கள் அனைவரும் செல் கொள்கையை அப்படியே ஏற்றுக்கொண்டாலும் பின்னர் அவர்கள் பல காரணங்களுக்காக, இக்கொள்கையை ஓரளவுக்கு மாற்றங்களைச் செய்ய வேண்டும் என்று கருத்து தெரிவித்தனர்.

3. புரோட்டோபிளாச கோட்பாடு

19–ம் நுற்றாண்டின் இடையில் செல்களுக்குள்ளே 'பிசுபிசுப்பான' நீர்மம் ஒன்றிருப்பது கண்டறியப்பட்டது. பர்கன்ஜி (1840) என்பவர் இதற்கு "புரோட்டோபிளாசம்" என பெயரிட்டார். 1868–ல் புரோட்டோபிளாசத்தைக் "உயிரின் இயற்பிய அடிப்படை" என்று ஹக்சிலி என்ற அறிஞர் குறிப்பிட்டார். புரோட்டோ பிளாசமானது செல்லிற்கு செல் வேறுபடும், சிக்கலான, பல கனிம, கரிம கூட்டுப்பொருட்களைக் கொண்டது. ஹெர்ட்விக் என்பவர் 1892–ம் ஆண்டு புரோட்டோபிளாச கோட்பாட்டை வெளியிட்டார்.

இதன்படி தாவரங்களும், விலங்குகளும் புரோட்டோ பிளாசத்தால் ஆனவை. ஒவ்வொரு செல்லும் உயிர்ப்பொருளான புரோட்டோபிளாசத்தை கொண்டிருக்கும்; இப்புரோட்டோபிளாசம் ஒரு வெளிப்புறச்சவ்வினால் சூழப்பட்டுள்ளது; ஒரு உட்கருவினை உள்ளே கொண்டிருக்கின்றது. பிளாஸ்மாசவ்விற்கும், உட்கருவிற்கும் இடையே உள்ள பகுதியில் உள்ள புரோட்டோபிளாசம் சைட்டோபிளாசம் என்றும், உட்கருவினுள்ளே உள்ள புரோட்டோபிளாசம் உட்கருபிளாசம் அல்லது நியுக்ளியோபிளாசம் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

செல்லியலின் பிரிவுகள்

செல்லியல் பல்வேறு உயிரி அறிவியல் துறைகளோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளது. அத்துறைகள் பின்வருமாறு :

அ. செல் வகைப்பாட்டியில் – (Cytotaxonamy)

செல்களில் உள்ள நுண்உறுப்புகளில், குறிப்பாக குரோமோசோம்களின், பண்புகளின் அடிப்படையில் தாவர, விலங்கு இனங்களை வகைப்படுத்தும் பிரிவு

ஆ. செல் செயலியல் – (Cell Biology)

செல்லில் நடைபெறும் பல்வேறு செயலியல் மாற்றங்களைப் பற்றி விவரிக்கும் பிரிவு.

இ. செல்நோயியல் – (Cytopathology)

செல், செல் நுண்உறுப்புகள், செல் மூலக்கூறுகளின் அடிப்படையில் நோய்களைப் பற்றி ஆராயும் பிரிவு.

ஈ. செல் ஜீனியல் – (Cytogenetics)

உயினங்களில் மரபு பண்புகள் பற்றி உட்கரு அமிலங்கள், புரதங்கள் அடிப்படையில் அறிய உதவும் பிரிவு .

உ. செல் வேதியியல் – (Cytochemistry)

செல்களின் வேதிப்பண்புகளை ஆராய்ந்து கூறும் செல்லியல் பிரிவு.

ஊ. செல் சூழ்நிலையியல் – (Cytocology)

சூழ்நிலையில் தோன்றும் மாற்றங்கள் எவ்வாறு செல்களை, குறிப்பாக குரோமோசோம்களைப் பாதிக்கின்றது என ஆராயும் பிரிவு; செல்லின் சூழல் பற்றியும், செல்லுக்கும் சூழலுக்கும் இடையே நடைபெறும் வினைகள் பற்றியும் இப்பிரிவு விவரிக்கிறது.

5. தொல் உட்கருநிலை உயிரிகளிலும், மீஉட்கரு நிலை உயிரிகளிலும் செல் அமைப்பு (Cell Structure in Prokaryotes and Eukaryotes)

எல்லா உயிரினங்களுக்கும் செயல், அமைப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படை அமைப்பில் அடிப்படைக் கூறாக செல் விளங்குகிறது. ஒரு செல் பல்வேறு செயல் திறன்களையும், தன் வளர்ச்சிக்கு தேவையான அனைத்து ஊட்டப்பொருட்களைப், பெறும் திறனையும் இச்செயலுக்கு உதவும் செல் நுண்உறுப்புகளையும் பெற்றுள்ளது. உயிரினங்களுக்கு ஏற்ப ஒரு செல்லாலான அமைப்பையோ, பல செல்களால் ஆன அமைப்பையோ. கொண்டுள்ளன. அவை முறையே ஒரு செல் உயிரினம் என்றும் பல செல் உயிரினம் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இரண்டு வகைகளில் உயிரினங்கள் கீழ்க்கண்ட ஏதேனும் ஒரு வகைச் செல்களால் ஆனவைகளாக இருக்கின்றன.

i) தொல் உட்கருநிலை செல்கள்

ii) மீஉட்கரு நிலை செல்கள்

பொதுவாக உயிரினங்களின் செல்களில் உட்கருசவ்வு அற்றவை தொல் உட்கருநிலை செல்கள் என்றும், உட்கருசவ்வு உடையவை மீஉட்கருநிலை செல்கள் என்றும் இரு பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. உட்கருசவ்வு அற்ற நிலையில் உட்கருப்பொருட்கள் சைட்டோபிளாசத்துடன் நேரடித் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. இவ்வகை அமைப்புகள் "நியுக்ளியாய்டுகள்'' (Nucleoids) எனப்படும் பாக்டீரியங்கள், தொல் உட்கருநிலை கொண்ட உயிரிகள் ஆகும். ஏனைய ஒரு செல் உயிரிகள், பாசிகள், பூஞ்சைகள், தாவரங்கள் பிராணிகள் போன்றவை மீஉட்கரு நிலை உயிரிகள் ஆகும். இவை உண்மையான உட்கருவையும், அதனைச் சுற்றி ஒரு உட்கரு சவ்வையும் கொண்டுள்ளன.

தொல் உட்கருநிலை செல்களுக்கும் மீஉட்கருநிலை செல்களுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள்

தொல் உட்கருநிலை செல்கள்	மீஉட்கருநிலை செல்கள்	செல் அளவு 1–10µm விட்டம் உடையவை செல் அளவு
ட்கரு	உட்கரு சவ்வு இல்லை	உண்மையான உட்கரு சவ்வு உள்ளது.
ரட்டை சவ்வு சூழ் உள் ண்உறுப்புக்கள்	இல்லை	உண்டு (மைட்டோகாண்டிரியன், பசுங்கணிகம்)
ர் இழை	இரண்டு புரத கட்டுமான தொகுப்புகள் உடையது	சிக்கலானவை
ளைக்கோகேளிக்ஸ் ட்டகம்	செல் வெளி பல்லலகுப் பெட்டகம் உண்டு	இல்லை.
சல் சுவர்	உண்டு, வேதியல் அமைப்பு சிக்கலானது	செல்சுவர் இருப்பின் ஓரளவு எளிய வேதி அமைப்பு கொண்டவை
ளாஸ்மா சவ்வு	ஸ்டீரால்ஸ்கள், கார்போஹைட்ரேட்கள் இல்லை	ஸ்டீரால்களும் கார்போஹைட்ரேட்களும் உண்டு
சட்டோபிளாசம்	சைட்டோபிளாச சட்டகம் (Cytoskeleton) இல்லை	சைட்டோபிளாச சட்டகம் (Cytoskeleton) உண்டு
போசோம்கள்	சிறிய அளவு (70S)	பெரிய (80S) சிறிய (70S) அளவுகளில் ரிபோசோம்கள் உண்டு
ரோமோசோம் மைப்பு	ஒரு வட்ட வடிவ குரோமோசோம் உண்டு ஹிஸ்டோன் புரதம் இல்லை	ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நீண்ட குரோமோசோம்கள் உண்டு; ஹிஸ்டோன் உண்டு
சல்பகுப்பு	இரு சம பிளவு மூலம் நடைபெறுகிறது.	மைட்டாசிஸ் மூலம் நடைபெறுகிறது.
ல் இனப்பெருக்கம்	குன்றல் பகுப்பு இல்லை ; துண்டுகள் பரிமாற்றம் உண்டு.	குன்றல் பகுப்பு உண்டு

i) வைரஸ்கள்

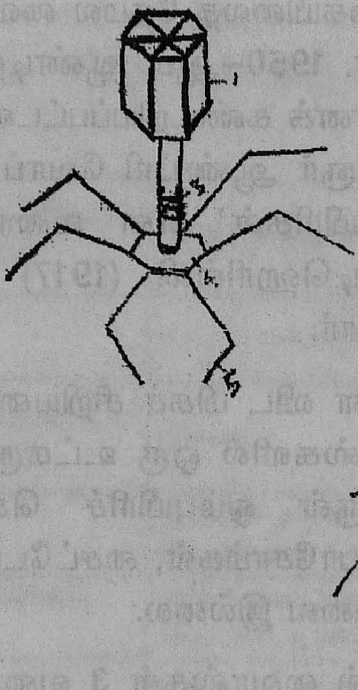
வைரஸ்கள், உயிரிகளுக்கும், உயிரற்ற பொருட்களுக்கும் இடைப்பட்டவை. இவை உயிருள்ள செல்களைத் தாக்கி செல்லில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. வைரஸ் என்றால் 'நச்சு' எனப் பொருளாகும். இவை முதன் முதலில் 1892 ஆம் ஆண்டு ரஷ்ய தாவரவியல் அறிஞர் ஐவனோஸ்கி என்பவரால் அறியப்பட்டன.

1935–இல் ஸ்டான்லி என்பவர் புகையிலைத் தேமல் வைரஸ்களை படிகங்களாக மாற்றி ஆராய்ந்தார். 1950–ஆம் ஆண்டிற்கு பிறகு வைரஸ்கள் உட்கரு அமிலங்கள் எனக் கண்டறியப்பட்டன. நோபல் பரிசு பெற்ற வைரஸ் இயல் அறிஞர் ஆண்ட்ரி வோப் என்பவர் 'வைரஸ்கள் என்றால் நுண்ணுயிரிகள்' என வரையறுத்துக் கூறினார். பிரெஞ்சு அறிஞர் டிஹெரில்லி (1917) என்பவர் பாக்டீரியோபேஜ்களை கண்டறிந்தார்.

வைரஸ்கள் பாக்டீரியாங்களை விட மிகச் சிறியவை, எளிய அமைப்பை கொண்டவை. வைரஸ்களில் ஒரு உட்கரு அமிலம் உள்ளது. இதன் மரபுப் பொருள் ஓம்புயிரிச் செல்லினுள் பிரிவடைகிறது. வைரஸ்களில் ரிபோசோம்கள், சைட்டோபிளாசம், சைட்டோபிளாச உறுப்புகள் ஆகியவை இல்லை.

ஓம்புயிரிகளின் அடிப்படையில் வைரஸ்கள் 3 வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவையாவன:

1. தாவர வைரஸ்கள்–இவை பெரும்பாலும் பூக்கும் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.
2. விலங்கு வைரஸ்கள்–முதுகெலும்பற்ற, முதுகெலும்பு உள்ள விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன.
3. பாக்டீரிய வைரஸ்கள்–அனைத்து வகை பாக்டீரியாங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

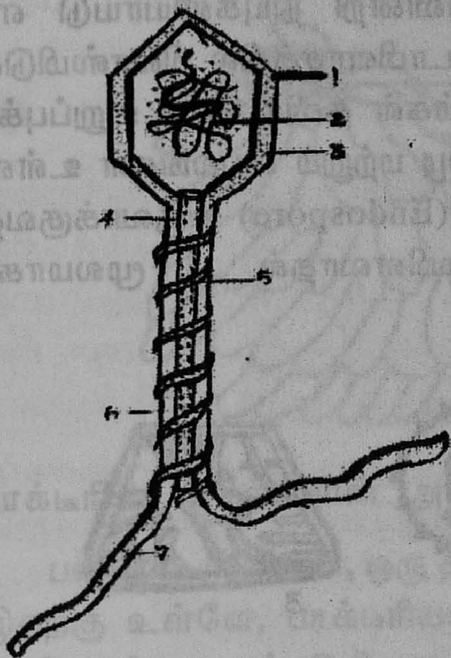


படம். 1. T4 பாக்டிரியோபேஜ்

1. தலை, 2. கழுட்துப்பட்டை, 3. புறஉறை, 4. முனைட்தட்டு, 5. முனைநீட்சிகள்

6. நடுப்பகுதி, 7. உட்கரு அமிலம்

வைரஸ்கள் 20-30nm (நானோ மீட்டர்) அளவு உடையவை. இவை கோல் வடிவம், குச்சி வடிவம் போன்ற உருவ அமைப்பை கொண்டவை. இதன் நடுப்பகுதியில் உட்கருவாக DNA (m) RNA அமிலமும், அதனைச் சுற்றி "காப்சிடு'' என்ற புரத உறையும் உள்ளது. இந்த காப்சிட், பல காப்சோமியர்களைக் கொண்டது. காப்சோமியர்கள் குழிவுடைய பட்டகம், எண்பட்டை, ஐம்பட்டை இதழ் போன்ற பல வடிவமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. காப்சோமியர்களின் அமைப்பு 'வைரான்' எனப்படும்.



படம். 2. T4 பாக்டீரியோபேஸ்
எளிய அமைப்பு

1. தலை
2. DNA
3. புரதஉறை
4. வால்உறை
5. மையப்பகுதி
6. வால்
7. வால்இழை

தொல் உட்கருநிலை செல்கள்

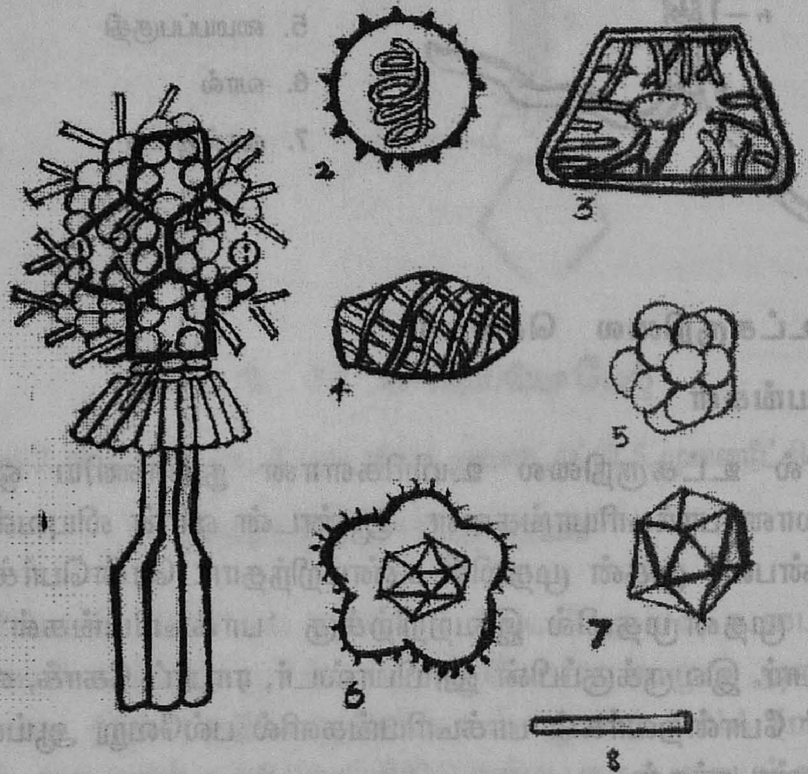
பாக்டீரியங்கள்

தொல் உட்கருநிலை உயிரிகளான நுண்ணிய ஒற்றைச் செல்லாலான பாக்டீரியாங்களை ஆண்டன் வான் லியுவன்ஹெக் (1676) என்பவர் முதன் முதலில் கண்டறிந்தார். ரென்பெர்க் (1829) என்பவர் முதன்முதலில் இவற்றிற்க்கு ‘பாக்டீரியங்கள்’ எனப் பெயரிட்டார். இவருக்குப்பின் லூயிபாஸ்டர், ராபர்ட் கோக், எட்வர்டு ஜென்னர் போன்றவர்கள் பாக்டீரியங்களில் பல்வேறு ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார்கள்.

பசுங்கணிகங்கள் அற்ற பாக்டீரியங்கள் நீர், நிலம், காற்று, தாவரங்கள், விலங்குகள் ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. இவைகள் சாறுண்ணிகளாக பல நன்மைகளையும், ஒட்டுண்ணிகளாகப் பல நோய்களையும் மனிதகுலத்திற்கு ஏற்படுத்துகின்றன

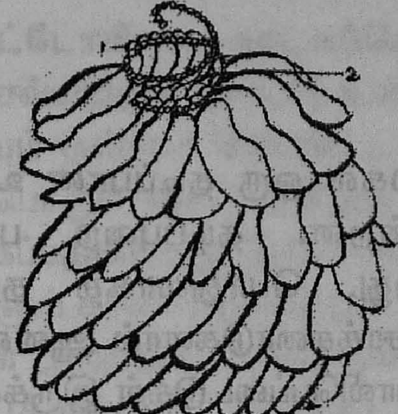
எல்லா இடங்களிலும் காணப்படும் ஒரு செல் உயிரியான பாக்டீரியங்கள், தொல் உட்கருநிலை உயிரிகளாகும். இவை 0.5 மைக்ரான்கள் முதல் 3 மைக்ரான்கள் அளவு உடையவை, குச்சி, உருளை, சுருள் அல்லது இழை வடிவமுடையவை. புறக்கூடு, செல்சுவர், பிளாஸ்மாசவ்வு இவற்றினால் ஆன உறைகளால்

சூழப்பட்டவை. "உட்கரு'' சவ்வின்றி நியுக்ளியாய்டு என்ற மரபுப்பொருளால் ஆனது. சைட்டோபிளாசத்தில் பிளாஸ்மிடுகள், 70S ரிபோசோம்கள், மீசோசோம்கள் தவிர செல் உறுப்புக்கள் இல்லை. செல் சுவரில் கசை இழை மற்றும் பைலங்கள் உள்ளன. பாக்டீரியாக்கள் அகவித்துகளை (Endospore) உருவாக்குவதின் மூலமாகவும், இரு சமபிளவாதல் மூலமாகவும் இனப்பெருக்கமடைகின்றன.



படம். 3. பல்வேறு வைரஸ்கள்

1. பாக்டிரியஃபாஜ்	2. இன்புளுயன்ஸா வைரஸ்
3. வாக்சைன் வைரஸ்	4. ஆர்ம் வைரஸ்
5. ஞுழஜ ஒ 174 பாக்டிரியஃபாஜ்	6. ஹெர்பிஸ் வைரஸ்
7. பிடிலா இரிடெஸ்சன்ட் வைரஸ்	8. புகையிலைத் தேமல் வைரஸ்



படம் 4. புகையிலைத் தேமல் வைரஸ்

1. RNA தொடரி

2. பாகக் கூறைக் கூ கள்

பாக்டீரியா செல்களின் அமைப்பு

பல பாக்டீரியங்கள், ஒரு தடிப்பான உறையால் சூழப்பட்டுள்ளன. இதற்கு உள்ளே, பாக்டீரியங்களுக்கு வடிவத்தை கொடுக்கும் செல்சுவர் காணப்படுகிறது. பல பாக்டீரியங்கள் ஃபிம்பரியங்கள் அல்லது பைலங்கள் எனப்படும் இழை போன்ற ஒட்டுறுப்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. சில பாக்டீரியங்கள் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கசை இழைகளை கொண்டிருக்கின்றன. இவ்விழைகள் செல் முனையிலிருந்தோ, செல்லின் பரப்பிலிருந்தோ தோன்றுகின்றன. செல்சுவருக்கு அடியில் பிளாஸ்மா சவ்வு அமைந்திருக்கிறது. பல பாக்டீரியங்கள் பிளாஸ்மா சவ்வு உட்புறத்தில் பல மடிப்புகளாக மடிந்து மீசோசோம் என்னும் உறுப்பைத் உருவாக்குகின்றன. இந்த மீசோசோம்கள் தடுப்புசுவர் தோற்றம் DNA இரட்டிப்பாதலில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. நியூக்ளியாய்டு, உட்கரு சவ்வற்று காணப்படுகின்றது. இது அதிக அளவு மடிந்து காணப்படும் DNA-யால் ஆனது. சைட்டோபிளாசத்தில் 70S ரிபோசோம்களும், சேமிக்கப்பட்ட உணவுத் துகள்களும் நிறத்தாங்கிகளும் (Chromatophore) காணப்படுகின்றன. பிளாஸ்மிடானது வட்ட வடிவ DNA கொண்டுள்ளன. இவை தன்னிச்சையாக செயல்படக்கூடியவை. பாக்டீரியங்களின் கசையிலை, ஒரு அடித்துகள் (Basal Body), ஒரு கொக்கி, நீண்ட இழை ஆகிய பகுதிகளை கொண்டிருக்கின்றது.

ஃபிம்பரியங்கள் அல்லது பைலஸ்கள் சில பாக்டீரியாங்களின் மேற்பரப்பில் 75 முதல் 100A^{0} தடிப்புள்ள மெல்லிய ரோமம் போன்ற ஒட்டுறுப்புக்கள் ஆகும். இவை கசை இழையைவிட குட்டையாகவும்

நேரானதாகவும் இருக்கின்றன. பைலஸ்கள், பைலின் எனப்படும் புரதத்தால் ஆனது.

பாக்டீரியா தடிப்புறை :

பல பாக்டீரியங்களின் செல்கள் ஒரு தடிப்பான உறையை கொண்டவைகளாக இருக்கின்றன. தடிப்புறை பாக்டீரிய செல்லினால் சுரக்கப்படுகின்றது. பொதுவாகத் தடிப்புறை பாலிசாக்கரைடுகள் அல்லது டைசாக்கரைடுகளால் ஆனவை. சில பாக்டீரியங்களின் தடிப்புறையில் பாலிபெப்டைடுகள் இருக்கின்றன.

பாக்டீரிய தடிப்புறை பாதுகாப்பு உறையாகவும், உணவைச் சேமிக்கும் உறுப்பாகவும், கழிவு பொருட்களை வெளியேற்றும் அமைப்பாகவும் செயல்படுகின்றது.

மீஉட்கரு நிலை செல்லின் அமைப்பு

செல்சுவரும் பிளாஸ்மா சவ்வும்

செல்சுவர்–செல்சுவர் தாவரசெல்களில் காணப்படுகின்றது. விலங்குச் செல்களில் காணப்படவில்லை. செல்சுவர் பிளாஸ்மா சவ்விற்கு வெளியே அமைந்துள்ள உறையாகும். இது செல்லுலோஸ் என்னும் பாலிசாக்கரைடால் பெருமளவு ஆனது.

பிளாஸ்மா சவ்வு – எல்லா தாவர, விலங்கு செல்களும் பிளாஸ்மா சவ்வு என்னும் புற உறையைக் கொண்டிருக்கின்றன. இது உயிருள்ள, மிக நுண்ணிய, நீள்தன்மை கொண்ட, துளைகளுடைய, பகுதிக் கசிவுத் தன்மை (Semipermeable) கொண்ட சவ்வு. இது செல்லுக்கு பாதுகாப்பும் உருவமும் கொடுக்கின்றது. மேலும், வேண்டாத பொருட்கள் செல்லினுள் செல்வதையும், முக்கிய பொருட்கள் செல்லினின்று வெளிச்செல்வதையும், இது தடுக்கின்றது. இதன் அமைப்பை இந்நூலில் பின்னால் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் பலவகைத் துகள்கள் இருப்பதனால் மூலக்கூறுகள் உள்ளேயும், வெளியேயும் செல்ல முடிகின்றது.

சைட்டோபிளாசம் – பிளாஸ்மா சவ்வினுள்ளே சைட்டோபிளாசம் அமைந்துள்ளது. இதில் சைட்டோபிளாச நுண்உறுப்புகளும், சைட்டோபிளாச ஊடகப் பொருட்களும் உள்ளன.

சைட்டோபிளாச ஊடகப்பொருள் – பிளாஸ்மா சவ்விற்கும் உட்கரு சவ்விற்கும் இடையே உள்ள வடிவமில்லாத, மங்கலான, ஒளி ஊடுருவும் தன்மை கொண்ட, கூழ்மத் திரவம் சைட்டோபிளாச ஊடகப்பொருள் எனப்படுகிறது. இது ஹையலோபிளாசம் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. இதில் பலவிதமான கனிம மூலக்கூறுகளும், நொதிகளும் காணப்படுகின்றன. ஹையலோபிளாசத்தின் புறப்பகுதி துகள்கள் அற்றதாய், பாகுத்தன்மையுடையதாய், தெளிவானதாய் விறைப்புத்தன்மை கொண்டதாய் இருக்கின்றது. இதற்கு பிளாஸ்மாபாகு அல்லது கார்டெக்ஸ் அல்லது எக்டோபிளாஸம் என்று பெயர். உட்புறபகுதி, துகள்கள் நிறைந்து, பாகுத்தன்மை குறைந்து காணப்படுகின்றது. இதற்கு பிளாஸ்மாசெல் அல்லது மெடுல்லா அல்லது எண்டோபிளாசம் என்று பெயர்.

சைட்டோபிளாச ஊடகத்தில் உயிர் பொருட்களும் உயிரற்ற பொருட்களும் மிதந்து காணப்படுகின்றன. உயிரற்ற பொருட்கள் பாராபிளாசம், டியூப்டோபிளாசம் அல்லது செல்லடக்கப் பொருட்கள் எனப்படுகின்றன. உயிர்ப் பொருட்கள் செல் நுண்உறுப்புகள் எனப்படுகின்றன. செல் நுண்உறுப்புகள் பிளாஸ்மா சவ்வினால் சூழப்பட்டுள்ளன.

சைட்டோபிளாசத்தின் உள்ளடக்கப் பொருட்கள் – சேமித்து வைக்கப்பட்ட உணவுப்பொருட்கள், கிளைக்கோஜன் சிறுமணிகள், எண்ணெய்க் குமிழ்கள், கருவுணவு, நிறமிகள், சுரக்கப்பட்டு தேக்கிவைக்கப்பட்ட பொருட்கள் போன்றவையாகும்.

சைட்டோபிளாச நுண்உறுப்புகள் – சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும் உயிருள்ள நுண்உறுப்புகள் ஆகும். இவை சுவாசம், கடத்தல், சேமிப்பு, இனப்பெருக்கம், உயிர்ப்பொருளாக்கம், வளர்சிதை மாற்றம் போன்ற செல் செயல்களை செய்கின்றன. மிக முக்கிய சைட்டோபிளாச நுண்உறுப்புகள், நுண்குழல்கள், சென்ரோசோம், அடிப்படை சிறுமணி அல்லது உறுப்பு, லைசோசோம்கள், சைட்டோபிளாச உட்குழிவறைகள், ரிபோசோம்கள், மைட்டோகாண்ட்ரியாங்கள், கணிகங்கள், கோல்கை உறுப்புகள் அல்லது டிக்டியோசோம்கள் முதலியன ஆகும்.

உட்கரு (Nucleus) – உட்கரு பொதுவாக செல்லின் நடுவில் அமைந்துள்ள கோளவடிவச் செல் நுண்உறுப்பு ஆகும். இது

சைட்டோபிளாசத்தில் நடைபெறும் எல்லா முக்கியச் செயல்களையும் கட்டுப்படுத்துகின்றது. மரபுவழிப் பண்புகளைத் தாங்கிசெல்லும் DNA-யை கொண்டுள்ளது. உட்கருவில் பின்வரும் முக்கிய அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன.

உட்கருச்சவ்வுகள்– கொழுப்பு புரதங்களான, இரு சவ்வுகளால் உட்கரு சூழப்பட்டுள்ளது. இச்சவ்வுகளுக்கு உட்கரு சவ்வுகள் என்று பெயர். இவற்றில் புற உட்கருசவ்வு, எண்டோபிளாச வலையோடும், பிளாஸ்மா சவ்வுவோடும் இணைந்து தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றது. இவற்றின் அமைப்பு விவரங்கள் இந்நூலில் பின்னால் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

உட்கருபிளாசமும் குரோமோசோம்களும் – உட்கரு சவ்விற்கும், நியூக்ளியோலஸிற்கும் இடையே உட்கரு பிளாசம் அல்லது உட்கரு நீர்மம் (Karyolymph) காணப்படுகின்றது. இதில் ஃபாஸ்ஃபரஸ், ரிபோஸ் சர்க்கரைகள், உட்கரு புரதங்கள், நியூக்ளியோடைடுகள், உட்கரு அமிலங்கள் முதலிய பொருட்கள் காணப்படுகின்றன.

உட்கரு பிளாசத்தினுள், நீண்ட நூலிழை போன்ற குரோமேட்டின் வலை இழைகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து குரோமோசோம்கள் செல் பிரிவின் போது தோன்றி தெளிவாகத் தெரிகின்றன. குரோமோசோம்கள் பெரிய மூலக்கூறுகளாகிய டிஆக்ஸி ரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம், உட்கரு புரதங்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கின்றன.

நியூக்ளியோலஸ் அல்லது உட்கருமணி– நியூக்ளியோபிளாசத்தினுள் ஒரு பெரிய, அடர் நிறமேற்கும், கோளவடிவ நுண்உறுப்பு காணப்படுகின்றது. இது நியூக்ளியோலஸ் எனப்படுகிறது. இதில் ரிபோசோம் புரதங்களும், ரிபோசோம் RNA யும் அதிக அளவு காணப்படுகின்றன. நியூக்ளியோலஸ் RNA மூலக்கூறுகளைச் அதிக அளவில் கொண்டுள்ளது.

புரோட்டோபிளாசம்

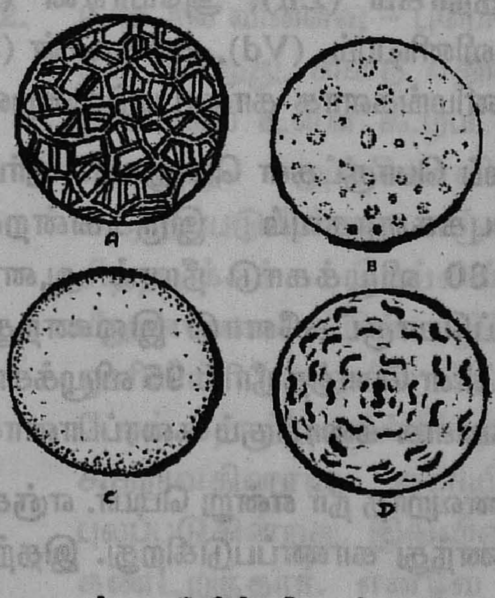
உயிரினங்களில் காணப்படும் உயிர்ப்பொருள் முதல்முதலாக பர்கன்ஜி (1840) என்பவரால் புரோட்டோபிளாசம் என்று அழைக்கப்பட்டது. புரோட்டோபிளாசம் உயிரினங்களின் இயற்பிய

அடிப்படை என ஹக்ஸ்லி (1868) விளக்கினார். புரோட்டோபிளாசம் வேறுபட்ட கூட்டுப்பொருட்களால் ஆனது. இக்கூட்டுப்பொருட்கள் ஒவ்வொரு உயிரினத்திலும் வேறுபட்டு காணப்படுகின்றன என்றும் பல ஆய்வுகள் மூலம் அறியப்பட்டது.

புரோட்டோபிளாசம் பல நிலைகளைக் கொண்ட கூழ்ம மண்டலமாக இருக்கின்றது. புரோட்டோபிளாசத்தின் கூழ்ம மண்டலத்தில் அதிக அளவு நீர்மமும்,இந்நீர்மத்தில் பல அளவுகளில் கரைப்பொருட்களும், கரைப்பான்களும் நிறைந்துள்ளன. புரோட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும் துகள்கள் 0.001?? m முதல் 0.1 ? அ வரை அளவில் வேறுபடுகின்றன. நீரில் கரையும் திறனற்ற துகள்களும் புரோட்டோபிளாசத்தில் இருக்கின்றன. நீரில் கரையும் பொருட்கள் ஒரு சில கார்போஹைட்ரேட்கள், புரதங்கள், கனிம உப்புக்கள் முதலியன, நீரில் கரையாத பொருட்கள் கொழுப்புகள் போன்றவை.

புரோட்டோபிளாசம் எவ்வாறு தோற்றமளிக்கின்றது என்பது பற்றி பல கோட்பாடுகள் நிலவுகின்றன.

1. வலைப்பின்னல் கோட்பாடு – இதன்படி புரோட்டோபிளாசம் பல இழைகளைக் கொண்ட வலைபின்னலையும், அதனுள் பல துகள்களையும் கொண்டிருக்கிறது.



படம். 5 புரோட்டோபிளாசத்தின் இயற்பிய தோற்றம்

A. வலைபின்னல் அமைப்பு

B. நுண்குமிழ் கொண்ட தோற்றம்

C. சிறுமணிகள் கொண்ட தோற்றம்

D. இழைகள் கொண்ட தோற்றம்

2. நுண்குமிழிக் கோட்பாடு – இக்கோட்பாடு பட்ச்சிலி (1892) என்பவரால் கொடுக்கப்பட்டது. இதன்படி புரோட்டோபிளாசம்

சோப்புக்குமிழ் போன்று பல நுண்குமிழ்கள் (யடஎநடிடம) கொண்டுள்ளது. இதனால் புரோட்டோபிளாசம் நுரைபோல் காணப்படுகிறது.

3. சிறுமணி கோட்பாடு – இக்கோட்பாடு ஆல்ட்மன் (1893) என்பவரால் கொடுக்கப்பட்டது. இதன்படி புரோட்டோபிளாசம் அளவில் வேறுபட்ட பல சிறுமணிகளைக் கொண்டது. இவற்றிற்கு பையோபிளாஸ்ட்கள் என்று பெயர்.

4. இழைகள் கோட்பாடு – பிளமிங் என்பவர் நுண்ணோக்கியின் உதவி கொண்டு புரோட்டோபிளாசத்தை ஆராய்ந்து இக்கோட்பாட்டினை கூறியுள்ளார். இதன்படி புரோட்டோபிளாசம் நுண்இழைகளாலானது.

புரோட்டோபிளாசத்தின் வேதிப்பண்புகள்

புவியில் உள்ள 92 தனிமங்களில் 36 தனிமங்கள் புரோட்டோபிளாசத்தில் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் முக்கியமானவை கார்பன் (C), ஹைட்ரஜன் (H), நைட்ரஜன் (N), ஆக்சிஜன் (O), ஃபாஸ்ஃபரஸ் (P), பொட்டாசியம் (K), கந்தகம் (S), குளோரின் (Cl), சோடியம் (Na), கால்சியம் (Ca), மக்னீசியம் (Mg), இரும்பு (Fe) போன்றவை. இவற்றில் C, H, N, O, 99 விழுக்காடு புரோட்டோபிளாசத்தில் இருக்கின்றன. தாமிரம் (Cu), கோபால்ட் (Co), மாங்கனீஸ் (Mn), துத்தநாகம் (Zn), அயோடின் (I), மாலிப்டினம் (Mb), போரான் (B), வினிடியம் (Vd), சிலிக்கான் (Si) போன்றவை கதிரியக்க ஓரகத் தனிமங்களாக காணப்படுகின்றன.

புரோட்டோபிளாசத்தில் கனிமப் பொருட்கள் பொதுவாக நீர்மக் கரைசலாகவும், தனிம உப்புக்களாகவும் இருக்கின்றன. புரோட்டோபிளாசம் 65 முதல் 80 விழுக்காடு நீரால் ஆனது. இவற்றில் நீர் தனித்தும், வேதிப்பொருட்களோடு இணைந்தும் காணப்படுகின்றது. செல்லினுள் உள்ள மொத்த நீரில் 95 விழுக்காடு பல்வேறு கரிம , கனிம பொருட்களைக் கரைக்கும் கரைப்பானாகப்

பயன்படுகிறது. இதற்கு இணைவுறாத நீர் என்று பெயர். எஞ்சிய 5 விழுக்காடு புரதத்துடன் இணைந்து காணப்படுகிறது. இதற்கு இணைவுற்ற நீர் என்று பெயர்.

தனிம உப்புக்கள் புரோட்டோபிளாசத்தில் அயனிகளாகக்

காணப்படுகின்றன. ஒரு அயனி என்பது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நேர்மின் திறன் அல்லது எதிர்மின் திறன் கொண்ட ஒரு அணு அல்லது அணுக்களின் தொகுப்பு ஆகும். நேர்மின் திறன் கொண்டவை நேர்மின் அயனி (anion) என்றும் எதிர்மின் திறன் கொண்டவை எதிர்மின் அயனி (cation) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

சில தனிமங்கள் புரோட்டோபிளாசத்தில் அயனிகளாக மாறாமல் இருக்கின்றன. இவை Na, K, Ca, Mg, Cu, I, Fe, Mn, F, Mo, Cl, N, Co, Ni முதலியன. இரும்பு (Fe) பச்சையத்தில் காணப்படுகின்றது. தாமிரம் (Cu), மாங்கனீஸ் (Mn), மாலிப்டினம் (Mo), துத்தநாகம் (Zn) ஆகியவை நொதிகளின் செயல்களுக்கு துணை ஆக்கக்கூறுகளாகச் செயல்படுகின்றன.

புரோட்டோபிளாசத்தின் பிற பண்புகள்

புரோட்டோபிளாசம் ஒரு உயிருள்ள பொருள். இது இயற்பிய, உயிரியப் பண்புகள் பலவற்றைப் பெற்றுள்ளது.

1. புரோட்டோபிளாசம் ஒரு கூழ்ம மண்ட லம் – கூழ்ம மண் ட லம் என்பது திட்டமான வரம்புகள் கொண்டிருக்கின்ற இரு வேறுபட்ட பகுதிகளைக் கொண்ட ஒருபடித்தாய் இல்லாத (Heterogenous) அமைப்பாக இருக்கின்றது.

2. டின்டால் விளைவு – புரோட்டோபிளாசம் டின்டால் விளைவைக் காட்டுகிறது. சிதை எதிர்ப்பு நீர்மகரைசல் (Lyopholic sol) நிலையில் உள்ள கூழ்ம திரவத்தின் ஊடே ஒளி ஊடுருவும் பொழுது அவ்வொளியின் ஒரு பகுதி மட்டுமே கடத்தப்படுகின்றது. எஞ்சிய பகுதியை பரவியுள்ள துகள்கள் சிதறடிக்கச் செய்கின்றன. இக்கூழ்ம திரவத்தை மீநுண்ணோக்கியின் வழியே நோக்கும் பொழுது, இத்துகள்கள் ஒளியின் பாதையில் தொடர்ந்து இடப்பெயர்ச்சி அடைவது போல் தோற்றமளிக்கின்றது. மேலும் இத்துகள்கள் ஒளியைச் சிதறுவதினால் ஒளியின் பாதையும் கண்களுக்குப் புலப்படுகின்றது. இவ்விளைவை முதலில் டின்டால் என்பவர் கண்டறிந்தார். எனவே இவ்விளைவு டின்டால் விளைவு எனப்படுகின்றது.

3. பிரௌன்யன் இயக்கம் – புரோட்டோபிளாசத்தில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் பொழுது, சூழ்ம மூலக்கூறுகளோடு மோதி, சூழ்ம மூலக்கூறுகளிடையே இயக்கம் ஏற்படுகிறது என்பதை இராபர்ட் பிரௌன் என்பவர் கண்டார். இவ்வியக்கம் பிரௌனியன் இயக்கம் எனப்படுகின்றது.

4. சுழல் ஓட்டம் (Cylosis) – புரோட்டோபிளாசத்தின் நிலை மாறும் பண்பினால் செல்லினுள்ளே புரோட்டோபிளாசம் ஒரு வட்டப்பாதையில், குறிப்பாக குமிழ்பையைச் சுற்றி நீர்மத்தில் பாய்ந்தோடுகிறது. இதற்கு சுழல் ஓட்டம் என்று பெயர்.

5. அமீபா இயக்கம் – அமீபா போன்ற இயக்கம் ஒரு சில புரோட்டிஸ்டா உயிரிகளில் காணப்படுகிறது. இவ்வியக்கத்தின் பொழுது பொய்க்கால்கள் என்ற நீட்சிகளை உண்டாக்கி அதன் மூலம் புரோட்டோபிளாசம் இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றது.

6. உறிஞ்சு திறன் – ஒரு நீர்மத்தில் மேற்பரப்பில் ஒரு பொருளின் அளவு அதிகரிப்பதற்கு அந்நீர்மத்தின் உறிஞ்சு திறன் அல்லது இழுப்பு திறன் என்று பெயர்.

7. முனைவுத்தன்மை – புரோட்டோபிளாசத்தில் உள்ள சூழ்ம மண்டலம் நிலையானதால், அது சிதைக்க முடியாத முனைவுத்தன்மையை செல்லில் உண்டாக்கின்றது.

8. தாங்கல் கரைசல்களும் ஹைட்ரஜன் அயனி செறிவும் – புரோட்டோபிளாசம் தன் அமில–காரத்தன்மையை ஒரே நிலையில் வைப்பதற்கென வேதியக் கூட்டுப் பொருட்களான கார்பனேட்களையும், பைகார்பனேட்களையும் தகுந்த விழுக்காட்டில் கொண்டுள்ளது.

உயிரியப் பண்புகள்

1. உணர்திறன் – புரோட்டோபிளாசம் தூண்டலை உணர்வது மட்டுமின்றி கடத்தவும் திறனுடைது. வெப்பம், ஒளி, வேதிய பொருட்கள் போன்றவை புரோட்டோபிளாசத்தை தூண்டி சுருங்கச் அல்லது விரியச் செய்கின்றன.

2. கடத்தும் ஆற்றல் – புரோட்டோபிளாசம் தூண்டலைக் கடத்தும் திறன் கொண்டிருக்கின்றது.

3. வளர்சிதை மாற்றம் – புரதங்கள், கொழுப்புகள், கார்போஹைட்ரேட்கள், உட்கரு அமிலங்கள் இவற்றை உருவாக்குதல் ஆக்கச்செயல் எனப்படுகிறது. இதற்கு வளர்மாற்றம் (anabolism) என்று பெயர். உணவுப்பொருட்கள் ஆக்சிஜன் ஏற்றத்தின் மூலம் சிதைக்கப்படுவதற்கு சிதை மாற்றம் (catabolism) என்று பெயர்.

4. ஊட்டம் – உணவை உள்ளே எடுத்துக்கொண்டு நொதிகளின் உதவி கொண்டு சிதைத்து, செரித்து உள்ளீர்த்து தன்மயமாக்கலுக்கு ஊட்டம் என்று பெயர்.

5. சுவாசம் – புரோட்டோபிளாசம் ஆக்சிஜனை உள்ளே எடுத்துக்கொண்டு கார்பன்–டை–ஆக்ஸைடை வெளியிடுகின்றது. இச்செயலுக்கு சுவாசம் என்று பெயர்.

6. கழிவு நீக்கம் – வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது வெளியிடப்படுகின்ற தேவையற்ற பொருட்களை புரோட்டோபிளாசம் வெளியிடுகிறது. இதற்கு கழிவு நீக்கம் என்று பெயர்.

7. வளர்ச்சி – செல்லின் சுரக்கும் செயல்களினால் புரோட்டோபிளாசம் அளவில் பெருகி வளர்ச்சியடைந்து, செல்பிரிதல் மூலம் இரு சேய் செல்களுக்கு பகிர்ந்தளிக்கப்படுகிறது. இதற்கு வளர்ச்சி என்று பெயர்.

8. இனப்பெருக்கம் – புரோட்டோபிளாசம் பாலிலா இனப்பெருக்கமும், பால் இனப்பெருக்கமும் செய்யுந்திறனுடையதாய் இருக்கின்றது.

சைட்டோபிளாசம்

செல்லின், பிளாஸ்மா சவ்விற்கும், உட்கரு சவ்விற்கும் இடைப்பட்ட பகுதி சைட்டோபிளாசம் எனப்படுகிறது. எல்லா உயிர் ஆற்றல், உயிர்பொருள் உருவாக்கச் செயல்களுக்கு இருப்பிடமாக சைட்டோபிளாசம் அமைகிறது. இது ஊடகப்பொருள், நுண்உள்ளுறுப்புக்கள் ஆகிய இரு தெளிவான அமைப்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றது.

ஊடகப் பொருள்

சைட்டோபிளாசத்தினின்று எல்லா செல் நுண்உறுப்புக்களும் நீக்கப்பட்டபின் ஒரு ஒளி ஊடுருவுந்திறன் கொண்ட, சீரான கூழ்ம நிர்மம் எஞ்சுகின்றது. இதற்கு ஊடகப் பொருள் என்று பெயர். இந்த ஊடகப்பொருள் அடிப்படை சைட்டோபிளாசம், ஹையலோபிளாசம், கைனோபிளாசம் ஆகிய பல பெயர்களில் அழைக்கப்படுகின்றது.

சைட்டோபிளாசத்தின் ஊடகப் பொருள் பலவித கனிம, கரிம மூலக்கூறுகள், நொதிகள் போன்றவற்றால் ஆனது

பிளாஸ்மா சவ்வு

1955–ல் நாகேலி என்பவர் பிளாஸ்மா சவ்வு என்று பெயரிட்டார். ஒவ்வொரு உயிருள்ள செல்லும் ஒரு மிக மெல்லிய (70-100A fdKŸs) மீள்விசை கொண்ட, ஒரு பக்கக் கசிவுடைய, லைப்போ புரோட்டீனாலான உயிருள்ள சவ்வினால் சூழப்பட்டுள்ளது. இச்சவ்வு, செல் புரோட்டோபிளாசத்தை புற சூழ்நிலையினின்று பிரிக்கின்றது. இச்சவ்வு சைட்டோபிளாச சவ்வு, செல்சவ்வு, பிளாஸ்மாலெம்மா, பிளாஸ்மா சவ்வு என பலவாறு அழைக்கப்படுகின்றது. பிளாஸ்மா சவ்வு செல்லில் நடைபெறும், உட்கிரகித்தல், சுரத்தல்,திரவக் கடத்தல் போன்ற செயல்களில் முக்கிய பங்கேற்கின்றது.

பிளாஸ்மா சவ்வின் வேதியக் கூட்டமைவு

பிளாஸ்மா சவ்வின் அதிக அளவு புரதமும், கொழுப்பும், சிறிதளவு ஒலிகோசாக்கரைடுகளும், சியாலிக் அமிலமும் (Sialic acid) காணப்படுகின்றன. ஒலிகோசாக்கரைடுகளும், கொழுப்பு களும் இணைந்து கிளைக்கோலிப்பிட்களாகவும் அல்லது ஒலிகோசாக்கரைடுகளும், புரதகளும் இணைந்து கிளைக்கோபுரதங்களாகவும் காணப்படுகின்றன.

மூன்று வகை புரதங்கள் பிளாஸ்மா சவ்வில் காணப்படுகின்றன.

1. அமைப்புப் புரதங்கள் – இவை பிளாஸ்மா சவ்வின் முதுகெலும்பு போன்றவை. இவை இருவகைப்படும். அவையாவன 1. வெளிப்புற புரதங்கள் 2. இணைந்த புரதங்கள். வெளிப்புறபுரதங்கள் பிளாஸ்மா சவ்வின் மேற்பரப்பில்

அமைந்துள்ளன. இவற்றை எளிதில் பிரித்துவிடலாம். இவை கொழுப்புக்களற்றும் நீர்மங்களில் கரையுந் திறனுடையதாகவும் உள்ளன. மைட்டோகான்ட்ரியங்களில் உள்ள ATP யேஸ், சைட்டோகுரோம்–C, ஆசிட்டைல்கோலைன் எஸ்டரேஸ் ஆகியவை புறப்பரப்பு புரதங்கள் ஆகும்.

இணைந்த புரதங்கள்–ஒலிகோசாக்கரைகளோடு இணைந்து கிளைக்கோப் புரதங்களாகவோ, ஃபாஸ்ஃபோலிப்பிட்களோடு இணைந்து லிப்போ புரதங்களாகவோ காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: மைட்டோகான்ட்ரியங்களின் சவ்வின் உள்ள சைட்டோகுரோம் ஆக்சிடேஸ் ஆகியவை.

2. நொதிகள் – ஏறக்குறைய 30 நொதிகள் பிளாஸ்மா சவ்வில் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் அதிகமாகக் காணப்படுவது 5 நியூக்ளியோடிடேஸ், Mg2+, ATP ase, Na+, K+ செயல்படுத்தப்பட்ட Mg+ ATPase, காரஃபாஸ்ஃபடேஸ், அடினைல் சைக்ளேஸ், அமில ஃபாஸ்ஃபோ மோனோ எஸ்டரேஸ் ஆகியவை.

3. தாங்கிப் புரதங்கள் (Carrier Proteins) – துகள்களானது அடர்த்தி குறைவான இடத்திலிருந்து அடர்த்தி அதிகமான இடத்திற்கு சரிவாட்ட திசைக்கு எதிராக சவ்வினூடே கடத்தப்படுகிறது. இதற்கு செயல்பாடு கடத்தல் (Active Trasport) என்று பெயர். மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் உள்ள புரதங்கள் மூலம் இச்செயல் நடைபெற போதுமான அளவு ஆற்றலானது கிடைக்கின்றன. மைட்டோகாண்ட்ரியாவில் காணப்படும் அப்புரதங்களுக்கு தாங்கி புரதம் (Carrier proteins) என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டு : கல்லீரல், நரம்புச் செல்களில் சோடியம் அயனி வெளியேற்றப்பட்டு K+ அயனி செல்லின் உள்ளே படிகிறது. இச்செயலுக்கு அயனி அழுத்தம் (Ionic pumb) என்று பெயர். இச்செயலானது சரிவாட்ட திசைக்கு எதிராக நடைபெறுகிறது.

கொழுப்புகள் – பிளாஸ்மா சவ்வில் 20% முதல் 70% கொழுப்பு காணப்படுகிறது. மேலும் 5 வகை கொழுப்புகள் காணப்படுகின்றன.லெசிதின்,கொலஸ்ட்ரால், செபாலின்

கார்போஹைட்ரேட்டுகள் – பிளாஸ்மா சவ்வில்

கார்போஹைட்ரேட் 5% – க்கும் கீழே காணப்படுகிறது. இவை புரதங்களுக்கும் கொழுப்புகளுக்கு மிடையே அமைந்துள்ளன.

சவ்வுப்பொருட்கள் சிறிதளவு Ca, ?n, Mg, துணை நொதிகள், பார்ஃபைரின்கள் முதலிவை உயிரிச்சவ்வுகளில் காணப்படுகின்றன.

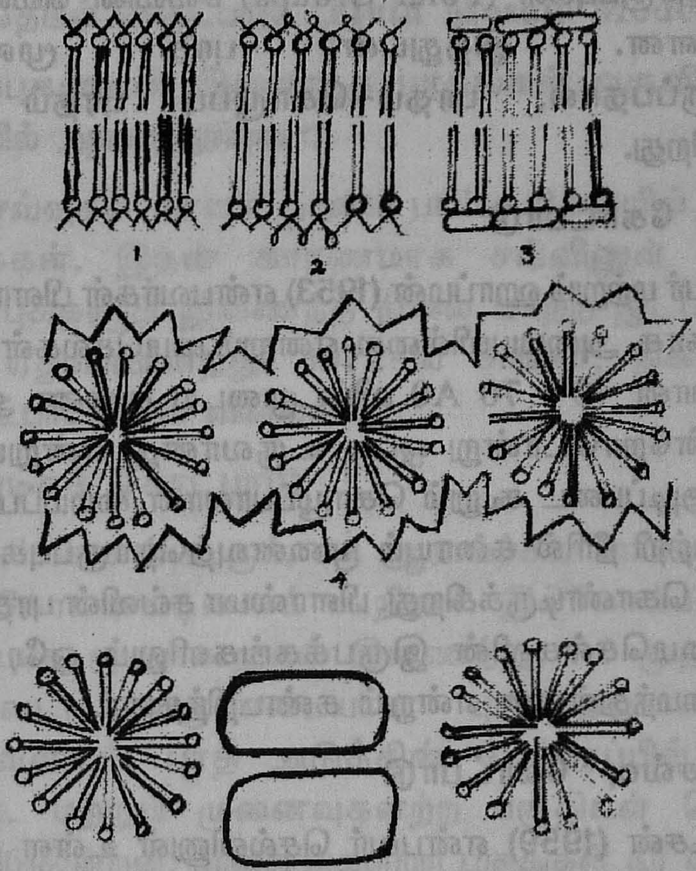
பிளாஸ்மா சவ்வின் அமைப்பு

பிளாஸ்மா சவ்வின் இயற்பிய, உயிரிய அமைப்பினை விளக்கப் பல கோட்பாடுகள் கூறப்பட்டுள்ளன.

1. இருசவ்வு க் கோட்பாடு
2. மைசெல் அல்லது துணை அடிப்படைக் கூறு கோட்பாடு
3. ஒருமைப்சவ்வு க் கோட்பாடு
4. திரவ தேமல் கோட்பாடு
5. புரதப் படிகக் கோட்பாடு

1. இருசவ்வு க் கோட்பாடு

1934–ல் டேனிலி, டாவ்சன் என்பவர்கள் இக்கோட்பாட்டை கூறினர். கொழுப்புப் சவ்வு–கொழுப்பைக் கரைக்கும் பொருட்கள் எளிதாக சவ்வின் ஊடே செல்வதினாலும், மின்கடத்தல் மிக மெதுவாக நடைபெறுவதினாலும், எண்ணெய் துளி செல்லின் மேற்பரப்பில் ஒட்டிக்கொள்வதினாலும் ஓவர்டன் (1895), ஹோபர் (1910), டாசன் மற்றும் பெல்கின் (1929) என்பவர்கள் பிளாஸ்மா சவ்வு கொழுப்புகள் கொண்டுள்ளதெனக் கண்டறிந்தனர்.



படம். 6. பிளாஸ்மா சவ்வின் மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு மாதிரிகள்

1, 2, 3, கொழுப்பு இருசவ்வு அமைப்பு 4. கொழுப்பு மைசில்கள் புரதத்தோடு உள்ள அமைப்பு 5. கொழுப்பு மைசில்கள் உருண்டை புரதத்தோடு உள்ள அமைப்பு

கார்ட்டர் மற்றும் கிரின்டல் (1925) என்பவர்கள் குருதிச் சிவப்பணுக்களின் பிளாஸ்மா சவ்வினை ஆராய்ந்து பிளாஸ்மா சவ்வு கொழுப்பு மூலக்கூறுகளினால் ஆன இரு சவ்வுகளை கொண்டுள்ளதெனக் கண்டறிந்தனர்.

B. புரதம்–கொழுப்பு–புரதம் இடைச் செருகல் கோட்பாடு

டேனியேலி மற்றும் ஹார்வி (1935) என்பவர்கள், செல்களில் மேற்பரப்பிழுவிசை குறைவாக இருப்பதையும், நீரில் கரையும் பொருட்கள் பிளாஸ்மா சவ்வில் செல்வதையும் அறிந்து, பிளாஸ்மா சவ்வில் புரதங்களும் இருக்கின்றன என்று கூறினார். இவர்கள் கூற்றுபடி கொழுப்பு மூலக்கூறுகளினாலான இருசவ்வுகளின்

முனைவுத்தொகுப்புகள் (Polar Groups) சவ்வின் வெளிப்புறத்தில் அமைந்துள்ளன. இத்துடன் புரத மூலக்கூறுகள் இணைந்திருப்பதால், புரதம்–கொழுப்பு புரதம் அமைப்பு காணப்படுகிறது.

2. மைசெல் கோட்பாடு

ஹில்லியர் மற்றும் ஹாப்மன் (1953) என்பவர்கள் பிளாஸ்மா சவ்வு அடுக்கடுக்காக அமையவில்லை என்றும்,மைசெல்கள் எனப்படும் உருண்டையான 40 - 70 A0 விட்டமுடைய துணை அடிப்படைக் கூறுகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டி உருவானது என்றும் கூறினர். ஒவ்வொரு அடிப்படை கூறும் கொழுப்பாலான மையப்பகுதியையும் அதனைச் சுற்றி நீரில் கரையும் முனைவுத்தொகுப்புகளால் ஆன பகுதியையும் கொண்டிருக்கிறது. பிளாஸ்மா சவ்வின் புரதக் கூறுகள் கொழுப்பு மைசெல்களின் இருபக்கங்களிலும் ஒரே அடுக்குப் சவ்வாக அமைந்துள்ளன என்றும் கண்டறிந்தனர்.

3. ஒருமை சவ்வு கோட்பாடு

இராபர்ட்சன் (1959) என்பவர் செல்லினுள் உள்ள சவ்வுகளை நுண்ணோக்கியின் மூலம் ஆராய்ந்து, அவற்றின் அமைப்பினைக் கண்டறிந்தார்.

1. எல்லா சவ்வுகளும் மூன்று துணைசவ்வுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. அளவில் 7.5 முதல் 10.0nm தடிப்புள்ளவைகளாய் இருக்கின்றன.
2. எல்லா சவ்வுகளும் 2.0 முதல் 2.5 nm தடிப்புள்ள இரு கருமையான எலக்ட்ரான் அடர்ந்த பகுதியையும், இவ்விரு பகுதிகளிடையே 3.5 முதல் 5.0nm தடிப்புள்ள எலக்ட்ரான் அடர்த்தியற்ற பகுதியையும் கொண்டிருக்கின்றன.

இராபர்ட்சன் இவ்வமைப்பினை “ஒருமை சவ்வு'' (The Unit Membrance Hypothesis) என்றழைத்தார். இவர் கோட்பாட்டின் படி செல்லிலுள்ள எல்லா சவ்வுகளும் புரதம்–கொழுப்பு–புரதம் இவற்றால் ஆனவை. கொழுப்பு மூலக்கூறுகள் கூடும் இடத்திற்கு நீர்க்கவரும் முனை என்றும், வெளிப்புறம் நோக்கி அமைந்துள்ள முனைக்கு நீர் வெறுக்கும் முனை என்றும் பெயர்.

4. பாய்மத்தேமல் கோட்பாடு (Fluid Mosaic Model)

1. கொழுப்புகளுடன் இணைந்த புரதங்கள் ஒருவித தேமல் அமைப்பில் அமைந்துள்ளன.

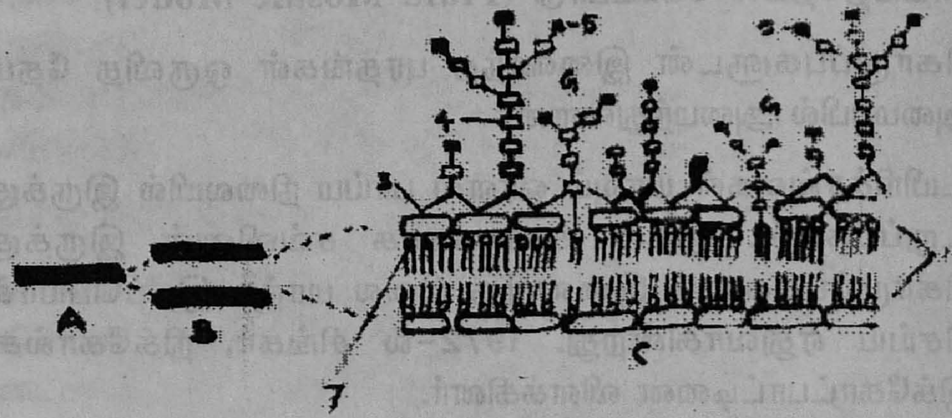
2. உயிரிச்சவ்வுகள் யாவும் ஓரளவு பாய்ம நிலையில் இருக்கும் உறுப்புக்கள். இதன் காரணமாக சவ்வினுள் இருக்கும் கொழுப்புக்களும் இணைந்த நிலை மாற்ற இடப்பெயர்ச்சி செய்ய ஏதுவாகின்றது. 1972–ல் சிங்கர், நிக்கோல்சன் இக்கோட்பாட்டினை விளக்கினர்.

5. புரதப் படிகக் கோட்பாடு

டேவிட் கிரீன் என்பவரும், சக ஆராய்ச்சியாளர்களும் புரதம் படிகக் கோட்பாட்டினைக் கூறினர். இக்கோட்பாட்டின்படி சவ்வுப் புரத மூலக்கூறுகள் இணைந்து, 3.0 முதல் 4.0nm விட்டமுடைய உருண்டையான புரதத்தாலான பரந்த இடைவெளியும், புரத அடுக்கின் மேற்பரப்பில் முனைவு கொண்ட மற்றும் முனைவுகளற்ற பகுதிகள் தெளிவாக காணப்படுகின்றன. முனைவுகளற்ற பகுதிகள் நீர் வெறுக்கும் குணமுடையனவாகவும். இவை ஃபாஸ்ஃபோலிப்பிடு மூலக்கூறுகளின் முனைவ தொகுப்புகளாலோ இணைந்து உருண்டைப் புரதக் கூறுகளுக்கிடையே காணப்படும் இடைவெளிகளை நிரப்புகின்றன. ஃபாஸ்ஃபோலிப்பிட் மூலக்கூறுகளின் முனைவுகள் சவ்வின் மேற்பரப்பில் இருக்கின்றன.

பிளாஸ்மா சவ்வின் நுண் அமைப்பு

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் பிளாஸ்மா சவ்வு $75A^0$ தடிப்புள்ள மூன்று அடுக்குகள் கொண்ட சவ்வாகத் தோன்றுகின்றது என்று இராபர்ட்சன் (1959) கூறுகின்றார். இம்மூன்று அடுக்குகளில் இரண்டு அடுக்குகள் அடர்ந்த $25A^0$ தடிப்புள்ள வெளியடுக்குகள் ஆகும்; இவற்றின் நடுவே அடர்த்தி குன்றிய, ஆனால் $25A^0$ தடிப்புள்ள இடையடுக்கு அமைந்துள்ளது. அடர்ந்த புற அடுக்குகள் புரத சவ்வுகளையும், நடுவே உள்ள அடர்த்தி குறைந்த அடுக்கு கொழுப்பின் ஹைட்ரோகார்பன் தொடரிகளையும் குறிக்கின்றன.



படம்–7. பிளாஸ்மா சவ்வின் அமைப்பு

a. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் குறைந்த உருப்பெருக்கத்தில் தோற்றம்

b. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் உயர்ந்த உருப்பெருக்கத்தில் தோற்றம்

c. கொழுப்பு, புரதம் ஒலிகோசாக்கரைடு மூலக்கூறுகள் பிளாஸ்மா சவ்வில் அடுக்கமைந்த தோற்றம்.

1. கொழுப்பு சவ்வுகள் 2. புரதம் சவ்வுகள்
3. கிளைக்கோ புரத முதுகெலும்பு 4. ஒலிகோசாக்கரைடு சங்கிலி
5. சியாலிக் அமில முனைவுகள்

தோற்றம்

சைட்டோபிளாசத்தின் புறப்பகுதி கெட்டியாகி பிளாஸ்மா சவ்வு தோன்றுகிறது. செல்சவ்வு தோன்றுவதற்குத் தேவையான பொருட்கள் அனைத்தும் சைட்டோபிளாசத்தினுள்ளேயே இருக்கின்றன என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

செல்லிடை வெளி

பல செல்லுயிரிகளின் திசுக்களில் உள்ள அடுத்தடுத்துள்ள செல்களின் பிளாஸ்மா சவ்வுகள் பொதுவாக 10 முதல் 20A0 விரிவான இடைவெளியினால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்விடைவெளி, செல்லிடை வெளி எனப்படுகின்றது.

பிளாஸ்மா சவ்வின் செயல்கள்

பிளாஸ்மா சவ்வு ஒரு மெல்லிய தடுப்பு அமைப்பாகச் செயல்பட்டு நின்று சைட்டோபிளாசத்தை செல்லின் வெளியே உள்ள சூழலிலிருந்து பிரிக்கின்றது. இது செல்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள்ள பயன்படுவதாகக் கருதப்படுகிறது. *

1. ஊடுருவ இடந்தரும் இயல்பு அல்லது கசிவுத் தன்மை– பிளாஸ்மா சவ்வு பொதுவாக சிறிய அயனிகளையும் மூலக்கூறுகளையும் தன்னுள்ளே ஊடுருவ இடமளிக்கிறது. சில பிளாஸ்மா சவ்வுகள் ஒரு பகுதிக் கடத்தல் தன்மையுடையவை; ஒரு சில மூலக்கூறுகளையும் அயனிகளையும் மட்டுமே ஊடுருவிச் செல்ல அனுமதிக்கின்றன. இவை தேர்ந்தெடுக்கும் கடத்தல் தன்மையுடையவையாகவும் இருக்கின்றன. ஒரு சில பிளாஸ்மா சவ்வுகள் காற்று தவிர வேறு எதையும் ஊடுருவிச் செல்ல அனுமதிப்பதில்லை. இவை கடத்தா பிளாஸ்மா சவ்வுகள் எனப்படுகின்றன.

2. ஊடுபரவல் கட்டுப்பாடு பிளாஸ்மா சவ்வுகள் நீர்மூலக்கூறுகள் உள்ளேயோ வெளியேயோ செல்ல அனுமதிப்பதினால், அவற்றினால் ஊடுபரவல் செயலைச் சீர்படுத்த ஏதுவாகின்றது.

3. கடத்தல் – ஒரு சவ்வு கரைபொருள் இன்றி கரைப்பானை மட்டும் ஊடுருவிச் செல்ல அனுமதித்தால் அது ஒரு பகுதிக் கடத்தல் தன்மையுடைய சவ்வு எனப்படுகின்றது. ஒரு சவ்வு தெரிந்து கொள்ளப் பட்ட சில பொருட்களை, தவிர பிற பொருட்களை, விட மிக எளிதாக தன்னூடே ஊடுருவிச் செல்ல அனுமதித்தால், அது தேர்ந்தெடுக்கும் (Selective permeability) பாங்குடைய சவ்வு எனப்படுகின்றது. தேர்ந்தெடுக்கும் திறன் கொண்ட சவ்வு கரைபொருள், கரைப்பான் ஆகிய இருபொருட்களையும் தேர்ந்தெடுத்து ஊடுருவ அனுமதிக்கின்றது. பிளாஸ்மா சவ்வு இதர செல் சவ்வுகளும் தேர்ந்தெடுக்கும் திறன் கொண்ட சவ்வுகளாக இருக்கின்றன.

வீரியக் கடத்தல் (Active transport)

இவ்வகைக் கடத்தலில் குறைந்த அடர்வுள்ள பகுதிக்கு அதிக

அடர்வுள்ள பகுதியிலிருந்து மூலக்கூறுகள் மின்வேதியச் செயலின் சரிவு வாட்டங்களை எதிர்த்து இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன. இதற்க்கு ஆற்றல் தேவைப்படுகின்றது. இவ்வாற்றல் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றது. வீரியக் கடத்தல் பொதுவாக இருவகைப்படுகின்றது. 1. முதல்நிலை வீரியக் கடத்தல் 2. இரண்டாம் நிலை வீரியக் கடத்தல்.

முதல்நிலை வீரியக்கடத்தல்–இது வேதிய ஆற்றல் அல்லது எலக்ட்ரான்களின் ஒட்டமான மின்சக்தியைச் சார்ந்து நடைபெறுகின்றது.

எ.கா. ATPase உதவியுடன் நடைபெறும் Na+ மற்றும் K- ஆகியவற்றின் கடத்தல்.

இரண்டாம் நிலை வீரியக்கடத்தல் – இது வேதிய ஊடுபரவல் ஆற்றலை அதாவது அயனிகளின் சரிவு வாட்டத்தைச் சார்ந்து நடைபெறுகின்றது.

எ.கா. செல்களில் நடைபெறும் குளூக்கோஸ் கடத்தல்.

மொர்த்தக் கடத்தல் (ஆயளள கூசயளேயீடிசவ)

இவ்வகைக் கடத்தலில், தளப்பொருள் அதனை மாற்றும் நொதியினால் மாற்றப்பட்டுக் கடத்தப்படுகின்றது.

ஏ.கா. குளுக்கோஸ், பிரக்டோஸ், மானிடால், போன்ற சர்க்கரைகள் பாக்டீரியாவின் சவ்விகளின் ஊடே ஃபாஸ்ஃபோடிரான்ஸ்பரேஸ் நொதி அமைப்பின் மூலம் கடத்தப்படுதல்

4. எண்டோசைட்டோசிஸ் (Endocytosis)-வேற்றுப்பொருள்களும், உணவுப் பொருட்களும் செல்லினுள் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு பின் செல்லினுள் சீரணிக்கப்படுவதற்கு எண்டோ சைட்டோசிஸ் என்று பெயர். எடுத்துக்கொள்ளப்படும் பொருளைப் பொருத்து எண்டோசைட்டோசிஸ் இருவகைப்படுகின்றது:

a) பினோசைட்டோசிஸ் (Pinocytosis)- பிளாஸ்மா சவ்வின் மூலம் நீர்மப்பொருட்கள் அதிக அளவு எடுத்துக் கொள்ளப்படுதல் பின்னோசைட்டோசிஸ் எனப்படுகின்றது. இவை அமீபாவில் நடைபெறுகிறது.

b) பேகோசைட்டோசிஸ் (Phagocytosis) – பெரிய திடப்பொருள்கள் செல்லினுள்ளே பிளாஸ்மா சவ்வின் மூலம் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டால் அது பேகோசைட்டோசிஸ் எனப்படுகின்றது. இது ஒரு சில புரோட்டிஸ்டா உயிரிகளிலும், புரோட்டோசோவாக்களிலும், குருதி வெள்ளை அணுக்களிலும் காணப்படுகின்றது.

5. எதிர்பொருள் சிறப்புத் தன்மை (Antigen specificity) – செல் சவ்வின் மேற்பரப்பில் உள்ள கிளைக்கோப் புரதங்கள் செல்லின் எதிர்பொருள் சிறப்புத் தன்மைகளை நிர்ணயிக்கின்றன. குருதிச் சிவப்பணுக்களின் செல் சவ்வில் காணப்படும் எதிர்பொருள் பண்புகளின் அடிப்படையில் குருதி வகைகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

6. ஹார்மோன்களை உணரும் திறன் – பிளாஸ்மா சவ்வு அந்தந்த செல்லுக்குத் தேவையான ஹார்மோன்களை அறிந்து அவற்றை செல்லின் உட்பகுதிக்குத் கடத்தும் திறன் கொண்டதாக இருக்கின்றது.

7. சுரத்தல் – பிளாஸ்மா சவ்வு சுரக்கும் திறன் கொண்டதாகவும் இருக்கின்றது. எ.கா. பாலிபெப்டைடு தொடரிகள் ரிபோசோம்களின் உதவியுடன் உருவாக்கப்படுகின்றன.

8. ஆக்ஸினேற்ற ஃபாஸ்ஃபரஸ் சேர்க்கை –பாக்டீயங்களின் பிளாஸ்மா சவ்வும்,மைட்டோகாண்ட்ரியங்களின் உட்புறப் சவ்வும் எலக்ட்ரான் கடத்தும் தொடரியைக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்நிகழ்வு செல் சுவாசச் செயலிலும் ஆற்றல் உற்பத்தியிலும் பெரும் பங்கேற்கின்றன.

9. வேதிய உணர்திறன் – செல் சவ்வில் உள்ள மூலக்கூறுகள் பல்வேறுபட்ட தூண்டல்களை உணரும் திறன் கொண்டிருக்கின்றன. வேதிய உணர்மூலக்கூறுகள் பிளாஸ்மா சவ்வில் உள்ள புரத மூலக்கூறுகள் எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

பிளாஸ்மா சவ்விற்கு புறமாக அமைந்துள்ள உறைகள்

பாக்டீரியங்கள், தாவரங்கள், சில விலங்குகள் இவற்றின் செல்களின் பிளாஸ்மா சவ்வு ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட

உயிரற்ற பொருட்களிலான பாதுகாப்பு உறைகளினால் சூழப்பட்டுள்ளது. இவை புற உறைகள் எனப்படுகின்றன. இவை மியூசின், பெக்டின், செல்லுலோஸ், கைட்டின் போன்ற பொருட்களிலானவை.

விலங்கு செல்களின் புற உறைகள்

விலங்கு செல்களின் பிளாஸ்மா சவ்வின் புற உறைகள், அடிப்படைச் சவ்வு, அடிப்புறச் சவ்வு, வரம்புப் சவ்வு, கிளைக்கோ புரத உறை, கிளைக்கோகேலிக்ஸ் என பலவாறு அழைக்கப்படுகின்றன. பென்னட் (1968) என்பவர் கிளைக்கோ புரதம், பாலிசாக்கரைடுகள் கொண்ட புற உறைகளை கிளைக்கோகேலிக்ஸ் என அழைத்தார்.

கிளைக்கோ கேலிக்ஸின் பணிகள்

1. செல் இடப்பெயர்ச்சியையும், மறைமுகப் பிரிவு செயல்களையும் தடை செய்கின்றது.
2. வேறுபட்ட செல்களைப் பிரித்து உணரக் காரணமாக இருக்கும் மூலக்கூறுகளைக் கொண்டிருக்கின்றது.
3. சில சமயங்களில் சல்லடையாக செயல்படுகின்றது.
4. செல்லினுள்ளே உள்ள நுண் சூழலைச் சீராக பாதுகாக்கின்றது.
5. எதிர்ப்பு சக்தி கொண்டிருக்கின்றது.

செல்சுவர்

பெரும்பாலான தாவர செல்கள் செல் சுவரைக் கொண்டிருக்கின்றன. செல்சுவர், உயிருள்ள புரோட்டோ பிளாசத்தாலான ஒரு 'உயிரற்ற' அமைப்பாக இருக்கின்றது. இது செல்லுக்கு வடிவம், விறைப்பும் பாதுகாப்பு ஆகியவற்றை கொடுக்கின்றது.

செல்சுவரின் அமைப்பு

1. நடு அடுக்கு : இது அடுத்தடுத்த செல் சுவர்களுக்கிடையே மறைமுகப்பிரிவின் பொழுது உருவாகின்றது. இது மெல்லிய சவ்வுவாக உள்ள செல் ஊடகப் பொருளாகும். தாவரத் திசுக்களின் செல்கள் ஊடகப் பொருளால் ஒன்றோடொன்று ஒட்டப்பட்டுள்ளன. நடுஅடுக்கு பெக்டின், செல்லுலோஸ்,

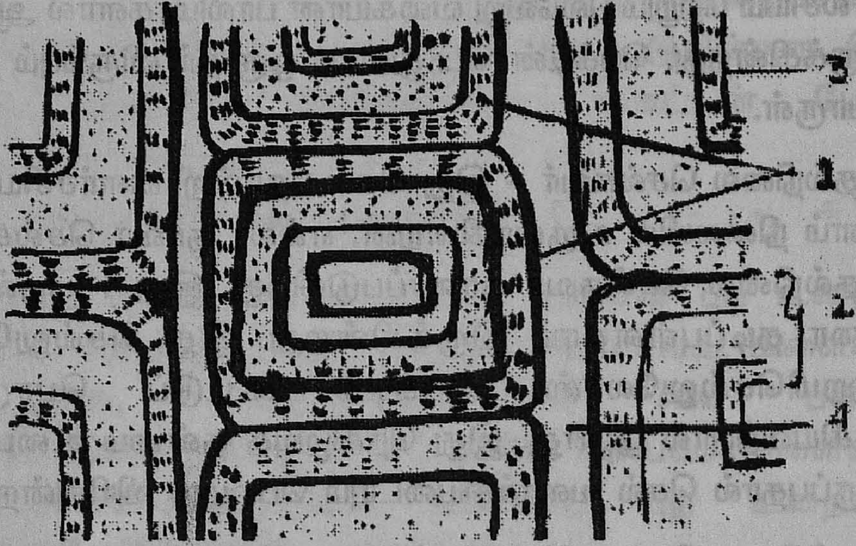
கால்சியம் மற்றும் பல்வேறு வகையான பாலிமர்களால் ஆனதாய் இருக்கின்றது. பெக்டின் பொதுவாக ஒரு நீர் விரும்பும் கூழ்மப் பொருள்.

2. முதல்நிலை செல்சுவர் – இது செல் தோன்றி வளர்ச்சியடையும் இளம் நிலையில் உருவாகின்றன. எல்லா தாவர செல்களிலும் முதல்நிலை செல்சுவர் காணப்படுகிறது. இது 1 முதல் 3mm வரை தடிப்புள்ளதாய் இருக்கின்றது. இது செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ், பெக்டிக் கூட்டுப் பொருட்கள் ஆகியவற்றால் ஆனது. இது நெகிழ்வுத் தன்மை உடையதாய் இருப்பதால் செல் வளர்ச்சியடையும் பொழுது விரிகின்றது.

முதல்நிலை செல்சுவரின் செல்லுலோஸ் இழைகள் 8000 முதல் 12000 குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் இணைந்த நெகிழ்வான வலையாக உள்ளது; இதன் விட்டம் $100A^0$ ஆகவும் இருக்கின்றது.

3. இரண்டாம்நிலை செல்சுவர் – இது முதல்நிலை செல் சுவரையடுத்து செல்லின் உட்பக்கம் அமைத்திருக்கின்றது. இது முதிர்ச்சியடைந்த செல்களில் மட்டுமே காணப்படும். இதில் 5 முதல் 10mm தடிப்புடையதாக இருக்கின்றது. இரண்டாம் நிலை செல்சுவர் உருவானவுடன் பொதுவாக செல்லின் புரோட்டோபிளாசம் மறைந்து விடுகின்றது. இரண்டாம் நிலை செல்சுவர் பொதுவாக வெளிப்புற அடுக்கு, நடு அடுக்கு, உட்புற அடுக்கு ஆகிய மூன்று அடுக்குகளைக் கொண்டிருக்கின்றது.

4. மூன்றாம்நிலை செல்சுவர் – இது இரண்டாம்நிலை செல் சுவரையடுத்து செல்லின் உட்புறம் காணப்படுகிறது. இது மிகவும் மெல்லியதாகவும் முதலாம், இரண்டாம் நிலை செல்சுவர்களிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டதாகவும் இருக்கின்றது. இது செல்லுலோசுக்குப் பதிலாக சைலானைக் கொண்டிருக்கின்றது.



படம் – 8. தாவர செல்சுவரின் அமைப்பு

1. முதல்நிலை செல்சுவர்
2. மூன்று அடுக்கு கொண்ட இரண்டாம்நிலை செல்சுவர்
3. மூன்றாம்நிலை செல்சுவர்
4. நடு அடுக்கு

செல்சுவரின் நுண்ணமைப்பு

எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி ஆய்வுகள் முதல்நிலை செல்சுவர் இரு பகுதிகளைக் கொண்டிருப்பதைக் காட்டுகின்றது.

1. செல்லுலோசான இழைகள்
2. இழைகள் பதிந்துள்ள ஊடகப்பொருள்

செல்லுலோசான இழைகள் – இவை இருவகைப்படும்.

1. ஒளி நுண்ணோக்கியின் வழியே நோக்கும் பொழுது கண்களுக்குத் தெரியும் பெரும் இழைகள் (Macrofibrils). இவை 0.5?m விட்டமுடையவை. ஒவ்வொரு பெரும் இழையும் பல நுண் இழைளால் (Microfibrils) ஆனதாய் இருக்கின்றது.
2. நுண் இழைPஇது 250A^0 விட்டம் அளவுடையது. எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி வழி நோக்கும் பொழுது மட்டுமே தெரிகின்றது. ஒவ்வொரு நுண் இழையும் மைசெல்கள் அல்லது அடிப்படை இழைகளால் ஆனதாய் இருக்கின்றது. ஒவ்வொரு மைசெல்லும் ¡00A^0 விட்டமும் 100 செல்லுலோஸ் தொடரிகள் கொண்டதாகவும் இருக்கின்றது.

ஊடகப்பொருள் – நுண் இழைகளும், பிற பாலிசாக்ரைடுகளும், பாலிசாக்ரைடு பொருளாலான ஒரு ஊடகத்தில் பதிந்து காணப்படுகின்றன. ஊடகப்பொருளில் காணப்படும் வேதிப்பொருள்கள் தாவரத்தின் வளர்ச்சிப் படிநிலைக் கேற்றவாறு வேறுபடுகின்றன. இளம்பருவத்தில் பெக்டிக் பொருள்கள் அதிக அளவில் இருக்கின்றன. முதிர்ந்த பருவத்தில் சைலான்களும் இதர ஹெமிசெல்லுலோஸ்களும் தோன்றுகின்றன.

இருவித்திலைத் தாவிர செல்களின் முதல்நிலை செல்சுவரில் பின்வரும் பொருட்கள் காணப்படுகின்றன.

1. சைலோகுளுக்கான்கள் – இவை சைலோஸ், குளுக்கோஸ், கூறுகளைத் தன் கிளைகளாகக் கொண்ட ஒரு நீண்ட தொடரியைக் கொண்டிருக்கின்றன.
2. அராபினோ கேலக்டான்கள்.
3. ராம்னோகேலக்டுரோனான்கள் – இவை ராம்னோஸ் வளையங்களை இடையிடையே கொண்டுள்ள கேலக்டு ரோனிக் அமில தொடரிகளைக் கொண்டிருக்கின்றன.
4. எக்ஸ்டென்சின்–எனப்படும் கிளைக்கோபுரதம். இது 4, ஹைட்ராக்சிபுரோலினை அதிக அளவு கொண்டிருக்கின்றது. எக்ஸ்டென்சின் ஹைட்ராசில் தொகுப்புகளுடன் அரோபினோஸ், கேலக்டோஸ் போன்ற சர்க்கரைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ள புரத தொடரியாலானது.
5. லிக்னின் – தாவரங்கள் முதிர்ச்சியடையும் பொழுது அதிகஅளவு லிக்னின் செல்களில் உருவாக்கப்படுகின்றது.

முதல்நிலை குழிகள்–முதல்நிலை செல்சுவரில் சில பகுதிகள் மெல்லியதாகவும் திரளாகத் துளைகள் கொண்டதாகவும் இருக்கின்றன. இப்பகுதிகள் முதல்நிலை குழிப்பகுதிகள் என்றும் துளைகள் முதல்நிலை குழிகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

பிளாஸ்மோ டெஸ்மாக்கள்

தாவரச் செல்களின் செல் சுவர்களும், நடு அடுக்கும் தொடர்ச்சியான சவ்வுகளாக அமையாமல் பல நுண் துளைகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இத்துளைகளின் வழியே ஒரு திசுவின்

செல்களின் சைட்டோபிளாசம் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டு தொடர்பு கொண்டுள்ளன. இவ்விணைக்கப்பட்ட பகுதிகளுக்குப் பிளாஸ்மோ டெஸ்மேக்கள் என்று பெயர்.

செல்சுவரின் பணிகள்

1. தாவர செல்களின் செல்சுவர் செல்களுக்குப் பாதுகாப்பும், வலிமையும், உறுதியும் அளிக்கின்றன.
2. சட்டகமாகச் செயல்படுகின்றது.
3. இவை செல்லுக்கும் நடைபெறும் கடத்தல் செயலுக்கும் தூண்டுதல் அளிக்கும் வேலையை செய்கிறது.
4. செல்லுக்கு உருவம் அளிக்கிறது.
5. வேர்செல்கள் மண்ணில் உள்ள நீரினை உறிஞ்சப் பயன்படுகிறது.

செல்சுவர் தோற்ற வளர்ச்சி

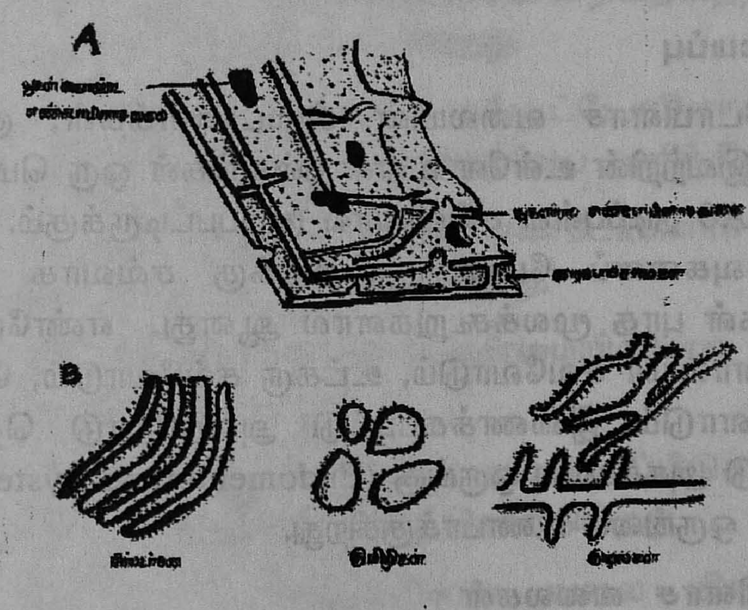
செல்பகுப்பின்போது குரோமோசோம்கள் முனைவுகளை நோக்கி இழுக்கப்பட்ட பின், கதிர்கோல் வடிவ நாரின் மையப்பகுதியில் ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட் எனப்படும் குமிழிகளின் தொகுப்பு சேர்கின்றன. இக்குமிழிகள் கோல்கை பைகளினின்று வருகின்றன. நுண்குழல்கள் அவற்றை மையப் பகுதியில் அமைக்கின்றன. இக்குமிழிகள் இணைந்து ஒரு தட்டாக மாறுகின்றன. இத்தட்டின் ஓரங்களில் மேலும் குமிழிகள் இணைவதினால் வெளிநோக்கி வளர்ச்சியடைந்து முதல்நிலை செல் சுவரை அடைகின்றது. பின் செல் சுவரோடு முற்றிலுமாக இணைந்து விடுகின்றது.

செல்சுவர் வளர்ச்சியின் பொழுது முதலில் நடுஅடுக்கு தோன்றுகின்றது. இது கால்சியம் பெக்டினேட்டாலான ஜெலாட்டின் பொருளால் ஆனதாய் இருக்கின்றது. நடுஅடுக்கின்மேல் முதல்நிலை சுவர் சுரக்கப்படுகின்றது. இது வளர்ச்சியடைந்தபின் இரண்டாம் நிலை செல்சுவர் முதல்நிலை செல்சுவரையடுத்து செல்லின் உட்பக்கம் அமைக்கப்படுகின்றது.

எண்டோபிளாச வலை

சைட்டோபிளாசம் முழுவதும் விரவி காணப்படும் வலைப்பின்னல் அமைப்பு கொண்ட இந்த உறுப்பு சவ்வினால் சூழப்பட்ட கால்வாய் போன்ற அமைப்பாகும். இவ்வலைப்பின்னலானது சைட்டோபிளாச ப்பகுதியில் செறிந்து காணப்படுவதால் இதற்கு எண்டோபிளாச வலை என்று பெயர். இதனை முதன் முதலாக போர்ட்டர் (1945) என்பவர் கண்டறிந்தார்.

எண்டோபிளாச வலை காணப்படும் இடம் செல்லுக்குச் செல் வேறுபடுகின்றது. செல்கள் புரதச்சேர்க்கையில் ஈடுபடுகையில் இவை நன்கு வளம் பெற்றுக் காணப்படுகிறது. பொதுவாக கரு, முட்டை செல்களில் இவை காணப்படுவதில்லை. அடிப்போஸ் திசுக்கள், பழுப்பு நிற கொழுப்பு செல்கள், அட்ரீனோ கார்டிக்கல் செல்களில் இவை வழவழப்பான அமைப்பாகவும், கணையம், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் செல்களில் துகள்களைக் கொண்ட வலை அமைப்பாகவும், கல்லீரல் செல்களில் இருவகை அமைப்பையும் காணமுடிகிறது. வயதான செல்களில் தெளிவற்ற நிலையில் காணப்படுகிறது, புரோகேரியோட்கள் சிவப்பணுக்கள் தவிர மற்ற அனைத்து செல்களிலும் காணப்படுகிறது. எண்டோபிளாச வலை 3 வகை அமைப்புகளைக் கொண்டிருக்கிறது. அவை 1. சிஸ்டர்னாக்கள் 2. குழல்கள் 3. குமிழ்கள்.



படம்–9. எண்டோபிளாச வலை

சிஸ்டர்னாக்கள்

இவை நீண்ட, தட்டையான பை போன்ற கிளைகளற்ற குழல்கள், 40 முதல் 50?m விட்டமுடையவை, இவை இணையாக அடுக்கப்பட்டு காணப்படுகின்றன.

குமிழ்கள்

முட்டை வடிவமுடைய இவை சவ்வுகளினால் சூழப்பட்டுள்ள குழிவான அமைப்பை உடையவை, 25 முதல் 30?m விட்டமுடையவை. சைட்டோபிளாசத்தில் இவை தனியாகக் காணப்படுகின்றன.

குழல்கள்

இவை சிஸ்டர்னாக்கள், குமிழிகளோடு இணைந்து வலைப்பின்னலை உருவாக்கும்; கிளைகளுடையவை, 30 முதல் 190?m விட்டமுடையவை. எல்லா செல்களில் காணப்படுகின்றன.

எண்டோபிளாச வலை உட்கரு சவ்வோடு இணைத்து தொடர்பு கொண்டிருக்கின்றது. எனவே இவை உட்கரு சவ்வின் வெளிப்பிதுக்கங்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன என கூறப்படுகிறது. பாலேட் என்பவர் (1966) ஒரு செல்லை முதன் முதலில் துகள்கள் கொண்ட எண்டோபிளாச வலையும் பின்னர் துகள்களற்ற வலையும் தோன்றுகின்றது என்று கூறுகின்றார்.

நுண் அமைப்பு

எண்டோபிளாச வலையின் சிஸ்டர்னாக்கள், குமிழ்கள், குழல்கள் இவற்றின் உள்ளே உள்ள பள்ளங்கள் ஒரு மெல்லிய 50 முதல் 100A0 தடிப்புள்ள சவ்வினால் சூழப்பட்டிருக்கும். இச்சவ்வு மற்ற சவ்வுகளைப் போல மூன்றடுக்கு சவ்வாக உள்ளது. இச்சவ்வுகள் புரத மூலக்கூறுகளால் ஆனது. எண்டோபிளாச வலை, பிளாஸ்மா சவ்வோடும், உட்கரு சவ்வோடும், கோல்கை உறுப்புகளோடும் இணைக்கப்பட்டு அவற்றோடு தொடர்ந்து காணப்பட்டு அகச்சவ்வு ஒருங்கு (Endomembrane System) என்ற சிக்கலான ஒருங்கை உண்டாக்குகிறது.

எண்டோபிளாச வலைகள்

செல்களின் எண்டோபிளாச வலை இருவகைப்படும், அவை

1. துகளற்ற எண்டோபிளாச வலை

இவ்வகையில் எண்டோபிளாச சவ்வுகளில் ரிபோசோம்கள் ஒட்டிக் காணப்படுவதில்லை. ஏனவே, சவ்வு வழவழப்பாகக் காணப்படுகின்றது. இவ்வகை வலை புரத உற்பத்தி காணப்படாத செல்களில் காணப்படுகின்றது.

2. துகள்கள் எண்டோபிளாச வலை

இவ்வகையில் எண்டோபிளாச சவ்வுகளில் ரிபோசோம்கள் ஒட்டிக் காணப்பட்டு, சவ்வு சொர சொரப்பாகக் காணப்படும். புரத உற்பத்தி காணப்படும் செல்களில் இவ்வகைவலை காணப்படுகின்றது.

எண்டோபிளாச வலையின் சவ்வுகளில் பல வகையான உற்பத்தி செயல்களுக்குத் தேவையான நொதிகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் மிக முக்கியமானவை ஸ்டியரேஸ்கள், சூஹனுழ சைட்டோகுரோம் ரிடக்டேஸ், NADH–ilaஃபோரேஸ், குளுக்கோஸ் 6 ஃபாஸ்ஃபடேஸ், ஹகூஞயளந போன்றவையாகும்.

எண்டோபிளாச வலையின் பணிகள்

1. எண்டோபிளாச வலை செல்களின் பல பாகங்களுக்குப் மூலக்கூறுகள் ஊடுபரவுதல் நடைபெறுவதற்கு உதவுகிறது.
2. உற்பத்தி, வளர்சிதை மாற்றம் போன்றவற்றைத் பல்வேறு நொதிகளை உற்பத்தி செய்கின்றது.
3. எண்டோபிளாச வலை புரோட்டோபிளாச கூழ்ம மண்டலத்திற்கு இயல்பான விறைப்பை அளிக்கின்றது.
4. உட்கருவின் பிரிவினையடுத்து எண்டோபிளாச வலை புது உட்கரு சவ்வை உண்டாக்குகின்றது.
5. நச்சுப்பொருட்களின் நச்சுத் தன்மையினின்று செல்களை பாதுகாக்கின்றது.
6. வழவழப்பான எண்டோபிளாச வலை லிப்பிடுகள், லிப்போ புரதங்கள் உற்பத்தியில் பங்கு கொள்கின்றது.
7. வழவழப்பான எண்டோபிளாச வலை கிளைகோஜன் உற்பத்தியில் பங்கு கொள்கின்றது.

8. வழவழப்பான எண்டோபிளாச வலை கோலஸ்டரால், ஸ்டீராய்டு உற்பத்தியில் பங்கு கொள்கிறது.

9. துகள்கள் கொண்ட எண்டோபிளாச வலை புரத உற்பத்தி செய்கின்றன.

மைக்ரோசோம்கள்

இது ஒரு செல்லின் தனிப்பட்ட உறுப்பு அல்ல. செல்லின் உறுப்புக்களைப் பிரித்தெடுக்கும் பொழுது, சொர சொரப்பான வழவழப்பான எண்டோபிளாச வலைகள், கால்ஜி கூட்டுத் தொகுதி ஆகிய செல்லின் உட்குழிவறை மண்டலத்தின் சவ்வு நுண் துண்டுகளாக உடைந்து மைக்ரோசோம்களாகின்றன. இவை உயிருள்ள, சிதைவடையா செல்களில் காணப்படுவதில்லை. இவற்றில் 50 முதல் 60% RNA உள்ளது, இவைதவிர கொழுப்புகள், NADH2, ரிடக்டேஸ் போன்றவையும் உள்ளன.

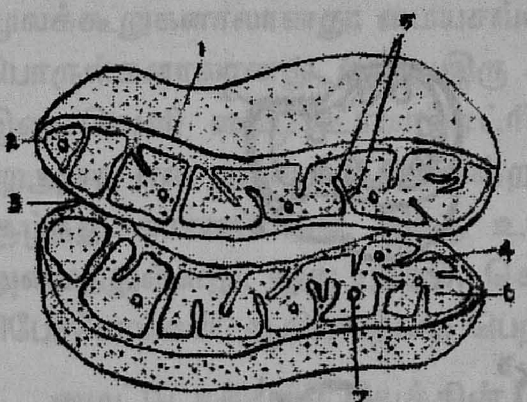
மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள்

மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள், செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தில் சிறுமணிகள் அல்லது இழைகள் போன்று காணப்படும் செல் நுண்உறுப்பு ஆகும். இவை செல்லின் சுவாசத்தில் பங்கேற்று செல்லுக்கு ஆற்றலை வழங்குவதால் "ஆற்றலகம்'' என அழைக்கப்படுகின்றன. கோலிகர் என்பவர் முதன் முதலில் 1850–ம் ஆண்டு மைட்டோகாண்ட்ரியத்தை கண்டுபிடித்தார். ஆல்ட்மன் என்பவர் இவற்றை பையோபிளாஸ்ட்கள் என்றழைத்தார். 1912–ஆம் ஆண்டு கிங்ஸ்பெரி என்பவர் மைட்டோகாண்ட்ரியாங்கள் தான் செல் சுவாசம் நடைபெறும் இடம் என்று கண்டறிந்தார். பாலேட், ஜோஸ்ரன்ட் ஆகியோர் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் நுண் அமைப்பை விவரித்தனர்.

மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் செல்லில் சீராகப் பரவிக் காணப்படுகின்றன. ஆனால் சில செல்களில் குறிப்பிட்ட இடங்களில் மட்டுமே திரண்டு காணப்படுகின்றன. உட்கருவை சூழ்ந்து சில செல்களில் காணப்படும் மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள், செல் பிரிதலின் பொழுது கதிர்கோல்வடிவ நார்களைச் சூழ்ந்து அமைந்திருக் கின்றன. பொதுவாக மைட்டோகாண்ட்ரியங்களின் எண்ணிக்கை செல்லின் வகையையும், செயலையும் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது.

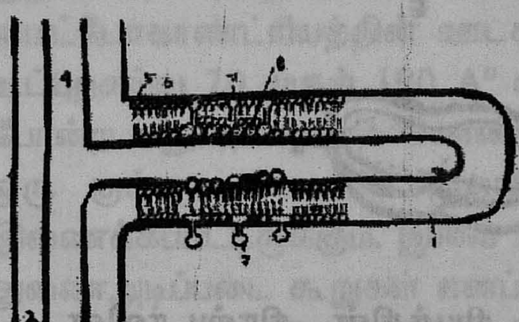
இதன் எண்ணிக்கை 50,000 முதல் 3,00,000 வரை செல்லுக்கு செல் வேறுபடுகின்றன.

சிறுமணி அல்லது இழை வடிவில் காணப்படும் மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள், செல்லின் செயலுக்கு ஏற்றவாறு மாற்றமடைந்து வட்டமாகவோ, வளையமாகவோ, குமிழாகவோ காணப்படுகின்றன.



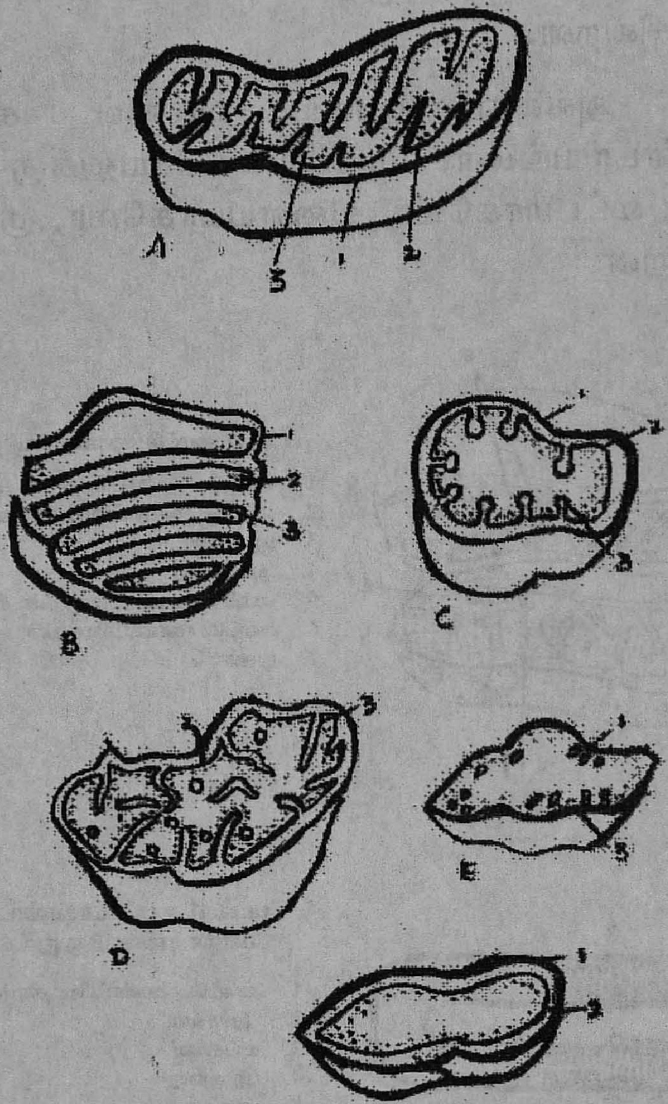
படம். 10. மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் அமைப்பு

1. மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் புறசவ்வு
2. மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உட்சவ்வு
3. புற அறை
4. அக அறை
5. மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் கிரஸ்டாக்கள்
6. மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் ஊடகப்பொருள்
7. துகள்



படம். 11. மைட்டோகாண்ட் ரியத்தின் கிரஸ்டாவின் மிகு நுண் அமைப்பு

1. மைட்டோகாண்ட்ரியா கிரஸ்ட்டா
2. புறச்சவ்வு
3. உட்சவ்வு
4. புற அறை
5. புரதப் படலம்
6. கொழுப்பு சவ்வு
7. துகள்கள்
8. சுவாச நொதிகளின் தொடரி



படம். 12. மைட்டோகாண்ட் ரியத்தின் கிரஸ்டாவின் பல்வேறு அமைப்பு

A. செங்குத்துக் கிரிஸ்டாக்கள்

B. இணைபோக்கு கிரிஸ்டாக்கள்

C. ஒழுங்கற்ற அமைந்த கிரிஸ்டாக்கள்

D. குறைக்கப்பட்ட கிரிஸ்டாக்கள்

E. கிரிஸ்டாக்கள் அற்றநிலை

1. புற சவ்வு **2.** உட் சவ்வு **3.** கிரிஸ்டாக்கள்

மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் 0.2 முதல் 2µm வரை விட்டமும் 0.3 முதல் 40 µmm வரை நீளமும் கொண்டுள்ளன. இவை இருசவ்வுகளினாலான உறைகளால் சூழப்பட்டுள்ளன. இச்சவ்வுகள் வெளிச்சவ்வு, உட்புறச்சவ்வு எனப்படுகின்றன. இச்சவ்வுகள் 60–70A^0 தடிப்புள்ள, மூன்றடுக்குகள் கொண்ட சவ்வுகள் ஆகும். இச்சவ்வுகள் புரதம் மூலக்கூறுகளினாலான அடர்ந்த சவ்வுகளாகும். வெளிப்புறச்சவ்வு 20-25A^0 தடிப்புள்ளது, புரத மூலக்கூறுகளாலானது; மையசவ்வு 25A^0 தடிப்புள்ளது, கொழுப்பு பொருள்களாலானது, இந்த இரு சவ்வுகளுக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி மைட்டோகாண்ட்ரிய சூல் இடைவெளி அல்லது புறஅறை என அழைக்கப்படுகின்றது. உட்புறச்சவ்வு உள் அறையை சூழ்ந்து காணப்படும், இந்த உள் அறையில் ஊடகப்பொருள் அமைந்துள்ளது. இது புரதம், கொழுப்பு, DNA மூலக்கூறு, 556 ரிபோசோம்கள் ஆகியவற்றை பெற்றுள்ளன.

மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உட்புற சவ்வு பல மைட்டோகாண்ட்ரிய கிரஸ்டாக்கள் என்னும் தட்டு போன்ற அல்லது குழல் வடிவ நீட்சிகளைக் கொண்டிருக்கின்றது. இந்நீட்சிகள் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் ஊடகப்பொருளினுள் அமைந்துள்ளன. உட்புறசவ்வு 70 முதல் 100 A^0 விட்டமுடைய டென்னிஸ் மட்டை போன்ற உறுப்புக்களைக் கொண்டுள்ளது. இவை உட்புறசவ்வோடு ஒரு குட்டையான, 35 முதல் 50A^0 நீளமுள்ள தண்டினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை F_1 துகள்கள் அல்லது உட்புறசவ்வு துணைஅடிப்படை கூறுகள் எனப்படுகின்றன. இவை சுவாசத்திற்கு தேவையான நொதிகளை கொண்டுள்ளதாக முன்பு கருதப்பட்டது. இவற்றிற்கு எலக்ட்ரான் கடத்தும் துகள்கள் என்றும் பெயர், ஆனால் ரேக்கர் என்பவர் F_1 துகள்கள் ATP சின்தடேஸ் என்னும் நொதியை பெற்றிருப்பதைக் கண்டறிந்தார். இவை ஆக்ஸிஜனேற்ற நிகழ்வில் பங்கு கொள்கிறது. பொதுவாக கிரஸ்டாக்கள் மைட்டோகாண்ட்ரியங்களின் நீண்ட அச்சுக்கு செங்குத்தாக அமைந்திருக்கும். ஆனால் சில செல்களில் இவை அமைந்துள்ள விதம் வேறுபடுகின்றது.

மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் வெளிப்புற, உள்புறசவ்வுகள் புரதம், கொழுப்பு, நொதிகள், சியாலிக் அமிலம், அயனிகளை கடத்தும் ஆக்கக்கூறுகளை பெற்றிருக்கின்றன.

மைட்டோகாண்ட்ரியரியத்தின் துகள்கள்

முதலில் மைட்டோகாண்ட்ரியரியத்தின் வெளிப்புறப்சவ்வில் துகள்கள் உள்ளன என விளக்கப்பட்டு அவற்றிற்குப் பார்சனின் துணைக்கூறுகள் என பெயரிடப்பட்டது. இந்தத்துகள்கள் கிரப் சுழற்சிக்கு தேவையான நொதிகளை பெற்றிருப்பதாக அறிஞர்கள் கூறினர். ஆனால், தற்பொழுது இந்த நொதிகள் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் ஊடகப்பொருளில் உள்ளதாக அறியப்பட்டுள்ளது.

மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உட்புறப் சவ்வோடு பல்லாயிரக் கணக்கான சிறிய துகள்கள் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. அவை அடிப்படைத் துகள்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு துகளும் ஒரு அடிப்பகுதி, ஒரு தண்டு, ஒரு தலைப்பகுதி ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும். இத்துகள்கள் $100A^0$ இடைவெளியில் அமைந்திருக்கும். துகள்களின் தலைப்பகுதியில் ATPase நொதியும், தண்டுப்பகுதியில் பிற நொதிகளும், அடிப்பகுதியில் புரோட்டான் செல்லும் வழியும் அமைந்திருக்கின்றன என வல்லுநர்கள் கூறுகின்றார்கள்.

வேதி அமைப்பு

மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் கொழுப்பு, புரதம், RNA, குறைந்தளவு DNA ஆகியவை உள்ளன. இதில் புரதம் நொதிப்புரதமாகவும், சவ்வுப்புரதமாகவும் உள்ளது. கொழுப்புப் பொருள் ஃபாஸ்ஃபோலிப்பிடாக உள்ளது. மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் ஊடகப் பகுதி நொதிபுரதங்களைக் கொண்டுள்ளது. இவை செல் சுவாசத்தைச் செய்கின்றன. இவற்றைத் தவிர ஊடகத்தில் ரிபோசோம்கள், பெரிய துகள்கள் ஆகியவையும் உள்ளன.

பணிகள்

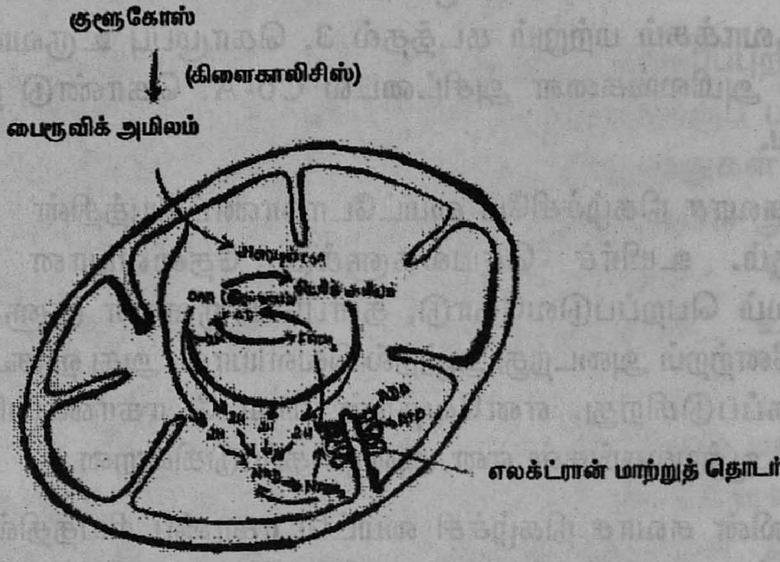
மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் செல்களின் உயிர்ச் செயல்களுக்குத் தேவையான முழு ஆற்றலையும் கொடுக்கின்றது. இதனால் இது ஆற்றலின் இருப்பிடம் என அழைக்கப்படுகின்றது. மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் மட்டுமே பைருவிக் அமிலத்தை Co_2, நீர் போன்றவைகளாகப் பிரிக்கும் திறன் கொண்டிருக்கின்றன.

மைட்டோகாண்ட்ரியங்களின் முக்கிய பணிகள்: **1.** செல் சுவாசம் **2.** ATP உருவாக்கம் மற்றும் கடத்தல் **3.** கொழுப்பு உருவாக்கம் **4.** கொழுப்பு அமிலங்களை அசிட்டைல் Co-A. கொண்டு நீட்டுதல் ஆகியவை.

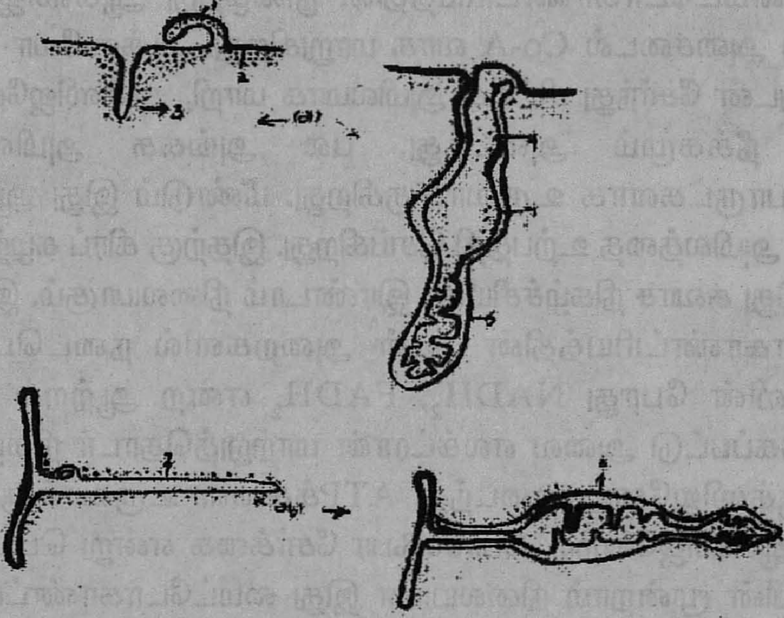
செல்சுவாச நிகழ்ச்சியே மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் முக்கிய பணியாகும். உயிர்ச் செயல்களுக்கு தேவையான ஆற்றல் இதன்மூலம் பெறப்படுவதோடு, தளப்பொருளான குளுக்கோஸ் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து ஆற்றல் வெளியாகி, அது ஹகூளுகளில் தொகுக்கப்படுகிறது. எனவேதான் மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் செல்லின் ஆற்றலகங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

செல்லின் சுவாச நிகழ்ச்சி மைட்டோகாண்ட்ரியத்தில் மூன்று நிலைகளில் நடைபெறுகிறது. முதலில் கிளைகாலிசிஸ் சைட்டோ பிளாசத்தில் நடைபெற்று, இதன் இறுதியில் தோன்றும் பைருவிக் அமிலம் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் நுழைந்து ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து அசைடைல் Co-A வாக மாறுகிறது. ஆக்ஸலோ அசிட்டிக் அமிலத்துடன் சேர்ந்து சிட்ரிக் அமிலமாக மாறி, ஆக்ஸிஜனேற்றமும், கார்பன் நீக்கமும் அடைந்து, பல அங்கக அமிலங்களை இடைப்பொருட்களாக உருவாக்குகிறது. மீண்டும் இது ஆக்ஸலோ அசிட்டிக் அமிலத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. இதற்கு கிரப் சுழற்சி என்று பெயர் ; இது சுவாச நிகழ்ச்சியின் இரண்டாம் நிலையாகும். இந்நிகழ்வு மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உள் அறைகளில் நடைபெறுகிறது. இந்நிகழ்வின் போது $NADH_2$, $FADH_2$ என்ற ஆற்றல் கூறுகள் உண்டாக்கப்பட்டு அவை எலக்ட்ரான் மாற்றுத்தொடர் நிகழ்ச்சியின் மூலம் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து ATPக்களை உருவாக்குகின்றன. இதற்கு ஆக்ஸிஜனேற்ற ஃபாஸ்ஃபர சேர்க்கை என்று பெயர். சுவாச நிகழ்ச்சியின் மூன்றாம் நிலையான இது மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் கிரிஸ்டாக்கள் பகுதியில் நடைபெறுகிறது.

சுவாச நிகழ்ச்சியைத் தவிர மைட்டோகாண்ட்ரியன் கொழுப்பு அமில உற்பத்தியையும் செய்கின்றது. கிரப் சுழற்சியின் போது உருவாகும் பல்வேறு கரிம அமிலங்கள், அமினோ அமிலங்களை உற்பத்தி செய்ய உதவுகின்றன. புரதத்தின் உற்பத்திக்கு தேவையான RNA, ரிபோசோம் நொதிகள் யாவும் மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் உள்ளன. மைட்டோகாண்ட்ரியன் பசுங்கணிகங்களைப் போல பாதி தற்சார்புடைய உயிர் நுண்உறுப்புகளாகும்.



படம். 13. மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் பணி



படம்–14. மைட்டோகாண்ட்ரியத்தின் தோற்ற முறையை விளக்கும் படம்

அ. பிளாஸ்மா சவ்வில் இருந்து தோன்றுதல் ஆ.எண்டோபிளாச வலையில் இருந்து தோன்றுதல்

1. சவ்வுக்குழல் 2. பிளாஸ்மா சவ்வு
3. உட்குழி 4. மீநுண்குழல்
5. நுண்குமிழ்பை 6, 8 மைட்டோகாண்ட்ரியன் 7. சிஸ்டர்னாக்கள்

மைட்டோகாண்ட்ரியன் தோன்றும் முறை

1. பகுப்பின் மூலம் தோன்றுதல் – ஏற்கனவே உள்ள மைட்டோ காண்ட்ரியத்தின் பகுப்பு மூலம் புதிய மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் உருவாகின்றன. இந்நிகழ்வு செல்பகுப்பின் பொழுது நடைபெறுகிறது.

2. பிளாஸ்மா சவ்வில் இருந்து தோன்றுதல் – ராபர்ட்சன் என்பவர் பிளாஸ்மா சவ்வில் உட்குழிதல், வெளிக்குழிதல் என்ற நிகழ்வுகள் நடைபெறுவதாகவும், இதில் உட்குழிதல் மூலமாக மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள் உருவாவதாகக் கூறுகின்றார்.

3. எண்டோபிளாச வலையில் இருந்து தோன்றுதல் – மேசன் என்பவர் எண்டோபிளாச வலையில் சிஸ்டெர்ன குழிகளில் உட்குழிவு ஏற்பட்டு மைட்டோகாண்ட்ரியன் உருவாவதாகக் கூறுகின்றார்.

4. கூட்டுயிரிக் கோட்பாடு – ஆல்ட்மேன், ஷிம்பர் என்பவர்கள் பரிணாம வளர்ச்சியில் மைட்டோகாண்ட்ரியன்கள் கூட்டுயிரிகளாக மீஉட்கரு நிலை உயிரி செல்லினுள் உட்சென்றவை என கருதப்படுவதாகவும், இவை பாக்டீரிய செல்களில் இருந்து தோன்றியிருக்கலாம் என்றும் கூறுகின்றனர்.

ரிபோசோம்கள்

இவை நீள் கோள வடிவமுடைய, 150 முதல் 200A0 அளவு விட்டமுடைய அடர்ந்த துகள்கள் ஆகும். எண்டோபிளாச வலையின் புறப்பரப்பிலோ அல்லது தனித்து சைட்டோபிளாசத்திலோ காணப்படுபவை. இந்த ரிபோசோம்கள் 50–60% வரை ரிபோஉட்கரு அமிலத்தாலும், 40–50% புரதத்தாலும் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. ரிபோசோம்கள் தொல் உட்கரு நிலை, மீஉட்கரு நிலை உயிரி செல்களிலும் காணப்படுகின்றன. ரிபோசோம்கள் செல்லின் புரத உற்பத்தியில் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன.

ரிபோசோம்கள் அளவு, மையவிளக்கு விசைக்கருவியில் (Centrifuge) வீழ்ப்படியும் திறன் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து இரு அடிப்படை வகைகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை, 70S ரிபோசோம்கள் மற்றும் 85S ரிபோசோம்கள் ஆகும். இதில் 'S' என்பது

ஸ்வீட்பெர்க் அலகை குறிக்கின்றது. 70S ரிபோசோம்கள் தொல் உட்கரு நிலை செல்களில் காணப்படுகின்றன. இவை பெரிய 50S துணைக்கூறையும், ஒரு சிறிய 30S துணைக்கூறையும் பெற்றிருக்கின்றன. 80S ரிபோசோம்கள் மீஉட்கரு நிலை செல்களில் காணப்படுகின்றன. இவை 60S என்ற பெரிய துணைக்கூறையும், சிறிய 40ஞு துணைக்கூறையும் கொண்டிருக்கின்றன.

மீஉட்கரு நிலை செல்களில் மைட்டோகாண்ட்ரியங்களிலும், பசுங்கணிகங்களிலும் காணப்படும் ரிபோசோம்கள் தொல் உட்கரு நிலை ரிபோசோம்களைப் போல் இருக்கின்றன. ரிபோசோம்கள் தனித்து காணப்பட்டால் அவை மோனோசோம்கள் எனப்படுகின்றன. mRNA-வுடன் இணைந்து திரண்டு காணப் பட்டால் அவை பாலிசோம்கள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

70S ரிபோசோம்கள்

தொல் உட்கரு நிலை செல்களில் 70S ரிபோசோம்கள் காணப்படுகின்றன. இவை 50S என்ற பெரிய துணைக்கூறையும், 30S என்ற சிறிய துணைக்கூறையும் கொண்டிருக்கின்றன. 30S துணைக்கூறுகள் நீள்வட்ட வடிவமாகவும், ஓரங்கள் தட்டையாகவும், 21 வேறுபட்ட புரதங்களை கொண்டதாகவும் உள்ளது. 50S துணைக்கூறுகள் 32 வேறுபட்ட புரதங்களை பெற்றுள்ளது. ரிபோசோம்கள் இந்த இரு கூறுகளும் Mg^{+} அயனிகள் குறைந்த அளவு இருக்கும் பொழுது பிரிந்தும், அதிக அளவில் இருக்கும் பொழுது இணைந்தும் காணப்படுகின்றன. 70S ரிபோசோம்கள் 16S, 23S, மற்றும் 5S ஆகிய மூன்றுவகை RNAக்கள் காணப்படுகின்றன.

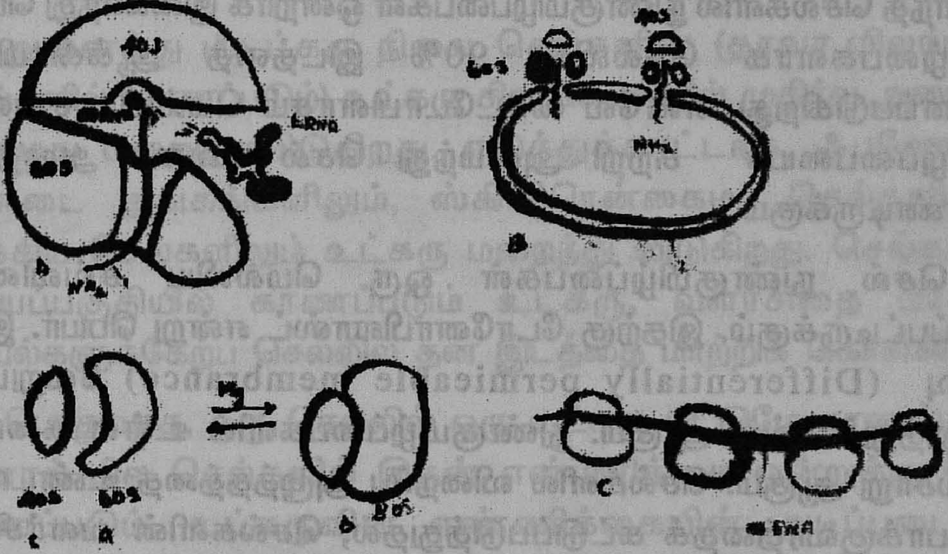
70S ரிபோசோம்கள் 63% RNA-ஐயும், 33% புரதத்தையும் கொண்டுள்ளது. இவை தவிர நொதிகளும் உள்ளன. ஆனால் கொழுப்புக்கள் காணப்படுவதில்லை. 30S, 50S துணைக்கூறுகள் வெவ்வேறு பிணைப்புப் பண்புகள் கொண்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு 70S ரிபோசோமும் mRNA-உடன் பிணைய இருபிணைப்புக் குறியிடங்களை கொண்டிருக்கின்றன.

80S ரிபோசோம்கள்

மீஉட்கரு நிலை செல்களில் காணப்படும் இவை, தொல்உட்கரு நிலை செல்களில் உள்ள ரிபோசோம்களில் இருந்து பல பண்புகளில்

வேறுபடுகின்றன. 80S ரிபோசோம்கள் அளவில் பெரியவை, 70 முதல் 80 வகை புரதங்கள் கொண்டவை, 4 RNA மூலக்கூறுகளைக் கொண்டிருக்கும், இவற்றின் புரதங்களும், உட்கரு அமிலிங்களும் பெரிதாக இருக்கும்; RNA, புரத விகிதம் 1:1 கொண்டதாக; இது சிறிய 40S துணைக் கூறையும் பெற்றிருக்கின்றது.

40S துணைக் கூறு நீள்வட்ட வடிவமாகவும், ஒரு தலை, உடற்பகுதியை கொண்டதாகவும் உள்ளன. 60S துணைக் கூறு 49 புரதங்களைப் பெற்றுள்ளன



படம் – 15. ரிபோசோம்கள்

A. ரிபோசோமின் நுண் அமைப்பு

B. ரிபோசோமிற்க்கும் எண்டோபிளாச வலைக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு

C. ரிபோசோமின் துணைகூறு அமைப்பு

a. துணைக்கூறு b. ரிபோசோம் c. பாலிசோம்

1. புதிய புரதம் மூலக்கூறு 2. எண்டோபிளாச வலை

பணிகள்

1. ரிபோசோம்கள் புரத உற்பத்தியில் பங்கு கொள்கின்றன.
2. ரிபோசோம்களின் தொகுப்புகளில் புரத உருவாக்கம் நடைபெறுகிறது

3. புரத உற்பத்தியின் பொழுது ஏவல் RNA மீது ஒரு தொகுப்பாக காணப்படும் ரிபோசோம்கள் பாலிரைபோசோம்கள் அல்லது பாலிசோம்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை புரத உற்பத்தியில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன

செல் நுண்குமிழ்ப்பை

செல் நுண்குமிழானது இளம் செல்களின் சைட்டோபிளாசத்தில் நிறைந்து காணப்படும் அமைப்பாகும். இந்த நுண்குமிழ்ப்பைகள் இளம் செல்லில் சைட்டோபிளாசத்தில் பரவிக்காணப்பட்டாலும், முதிர்ந்த செல்களில் நுண்குமிழ்ப்பைகள் ஒன்றாக இணைந்து பெரிய குமிழ்பைகளாக செல்லின் 90% இடத்தை ஆக்கிரமித்து காணப்படுகிறது. எனவே சைட்டோபிளாசம் மெல்லிய சவ்வாக குமிழ்ப்பையைச் சுற்றி அமைந்து செல் சுவரை அழுத்திக் கொண்டிருக்கும்.

செல் நுண்குமிழ்ப்பைகள் ஒரு மெல்லிய சவ்வினால் சூழப்பட்டிருக்கும். இதற்கு டோனோபிளாஸ்ட் என்று பெயர். இந்த சவ்வு (Differentially permieable membrance) வேறுபட்ட செலுத்துச் சவ்வு ஆகும். நுண்குமிழ்ப்பைகளில் உள்ள கரைசல் செல்சாறு ஆகும். செல்களில் விறைப்பு அழுத்தத்தை உண்டாக்கி நீர்போக்குவரத்தைக் கட்டுப்படுத்துதல், செல்களின் வளர்சிதை மாற்றங்களுக்குத் தேவையான பொருட்களை சேமித்து வைத்தல், வளர்சிதை மாற்றங்களுக்குத் தேவையான நொதிகளைப் பெற்றிருத்தல் போன்றவை நுண்குமிழ்ப்பைகளின் செயல்களாகும். இவை தவிர நுண்குமிழ்ப்பைகளில் கரிம அமிலங்கள், உப்புக்கள், ஆல்கலாய்டுகள், கொழுப்பு, எண்ணெய் பொருட்கள், டேனின்கள், படிகங்கள் ஆகியவை உள்ளன. டோனோ பிளாஸ்டானது உயிர்வேதியில் வினைகளில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. நுண்குமிழ்ப்பைகளில் உள்ள செல்சாறில் காணப்படும் நிறமிகள், மலர்கள், கனிகள், இலைகள் போன்றவற்றின் நிறங்களுக்குக் காரணமாகின்றன. நுண்குமிழ்ப்பையானது செல்லில் உள்ள சில பொருட்ளை சிதைத்து மீண்டும் சுழற்சிக்குக் கொண்டுவரும் பணியையும் செய்கின்றது. இதற்கான லைசோசைம் (Lysozyme) நொதி இந்த நுண் உறுப்பில் காணப்படுகிறது.

உட்கரு (Nucleus)

இராபர்ட் பிரவுன் என்பவர் 1831–ஆம் ஆண்டு செல்லில் முதன் முதலாக உட்கருவை கண்டறிதார். செல்லின் பல்வேறு வளர்சிதை மாற்றங்களை கட்டுப்படுத்தும் ஆற்றல் கொண்ட மிக முக்கியமான உறுப்பு உட்கரு ஆகும். தொல்உட்கரு நிலை செல்களில் உட்கருப்பொருள் சவ்வினால் சூழப்படாமல் இருப்பதால் அதற்கு நியுக்ளியாய்டு (அதாவது உட்கரு ஒத்த அமைப்பு) என்று பெயர். உட்கருவான மரபுப்பண்புகளைத் தொடர்ந்து வழித்தோன்றல் உயிரிகளுக்கு கடத்தும் DNA-யைக் கொண்டிருக்கிறது.

அனைத்து மீஉட்கரு நிலை செல்களின் (தாவர,விலங்கின செல்களில் காணப்படும்) உட்கரு சில செல்களில் முதிர்வு அமையும் பொழுது மறைந்துவிடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஃபுளோயம், சல்லடை அங்கங்களிலும், ஸ்கிளிரென்கைமா செல்களிலும், டிரக்கிய செல்களிலும் உட்கரு மறைந்து விடுகிறது. செல்களின் மையப்பகுதியில் காணப்படும் உட்கரு, வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களுக்கேற்ப செல்லில் தன் இடத்தை மாற்றிக் கொள்கிறது.

பொதுவாக, ஒரு செல்லில் ஒரு உட்கரு மட்டுமே காணப்படும். ஆனால் சில செல்களில் இதன் எண்ணிக்கை ஒன்றுக்கு மேல் காணப்படும். உட்கருவின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் செல்களை ஒரு உட்கரு கொண்ட செல்கள் என்றும், இரு உட்கரு கொண்ட செல்கள் மற்றும் பல உட்கரு கொண்ட செல்கள் என்றும் வகைப்படுத்தலாம். எடுதததுக்காட்டுகள் : டேப்பிடு செல்கள், எண்டோஸ்பேர்ம் உறிஞ்சு உறுப்புகளின் செல்கள், கருவின் சஸ்பென்சார் செல்கள்.

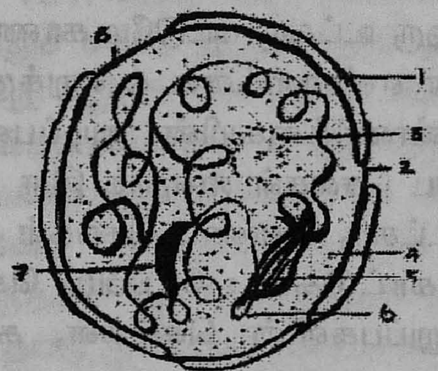
உட்கருவின் வடிவம் செல்லின் வடிவத்தைப் பொறுத்து அமைகிறது. கோள வடிவமுடைய செல்கள் கோளவடிவான உட்கருவையும், எபித்தீலிய செல்கள் தட்டையான உட்கருவையும், உருளை வடிவான செல்கள் நீள்வட்ட உட்கருவையும், வளரும் நார்கள் மிக நீண்ட கதிர்க் கோல்வடிவ உட்கருவையும் கொண்டுள்ளன. இதேபோல் உட்கருவின் அளவும் செல்லுக்கு செல் வேறுபடுகின்றது. உட்கருவின் அளவிற்கும் சைட்டோபிளாச அளவிற்கும் நேர்முகத் தொடர்பு காணப்படுகின்றது. உட்கருவின் அளவு குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தும்

வேறுபடுகின்றது. ஒற்றைமடிய செல்களில் சிறிய உட்கருவும், இரட்டைமடிய செல்களில் பெரிய உட்கருவும் பன்மடிய செல்களில் மிகப்பெரிய உட்கருவும் காணப்படுகின்றன.

அமைப்பு

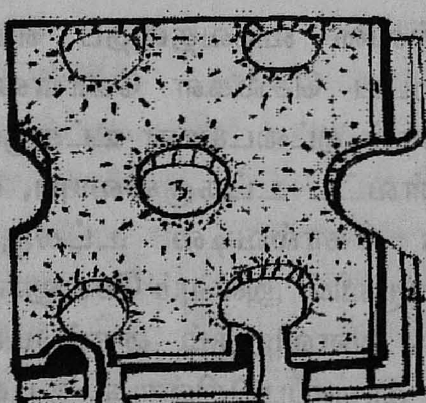
உட்கரு ஒரு உட்கருசவ்வினால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. உட்கருவினுள் தெளிவான, அமிலத்தன்மை உள்ளது உட்கருப்பாய்மமும் இதனுள் குரோமோட்டின் இழைகளும், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உட்கரு மணி என்ற கோளவடிவ உறுப்புக்களும் உள்ளன.

உட்கருசவ்வு வெளிப்புற உட்கருசவ்வு, உட்புற உட்கருசவ்வு என இருசவ்வுகளாலானது. இதனுள் உட்கருப்பொருட்கள் நிறைந்துள்ளன. இவை சைட்டோபிளாசத்திலிருந்து தோன்றுகின்றன. உட்கருசவ்வின் இருசவ்வுகளுக்கும் இடையே புறஉட்கரு இடைவெளி அமைந்துள்ளது. இந்த உட்கருசவ்வு பல துளைகளை பெற்றிருக்கிறது.



படம்–16. உட்கரு அமைப்பு

1. உட்கருசவ்வு
2. உட்கரு துளைகள்
3. உட்கரு மணி
4. உட்கருபிளாசம்
5. குரோமேட்டின் மையம்
6. மீகுரோமாட்டின்
7. வேற்றுகுரோமாட்டின்
8. குரோமாட்டின்



படம்–17. உட்கரு படலத்தின் முப்பருமான அமைப்பு

1. வெளிபுறச்சவ்வு
2. உட்கருபுறச்சவ்வு
3. உட்கரு துளை

உட்கரு சவ்வின் உட்புற, வெளிப்புற சவ்வுகள் மூன்றடுக்கு அடிப்படை அலகு சவ்வு அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. ஒவ்வொரு சவ்வும் 78–80A0 தடிப்புள்ளது. வெளிப்புற உட்கருசவ்வு எண்டோபிளாச வலையோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளது. இதன் வெளிப்பகுதி ரிபோசோம்களை பெற்றுள்ளது. உட்கரு துளைகள் வெளிப்புற, உட்புற சவ்வுகளின் ஊடே தொடர்ந்து காணப்படுகிறது. இந்தத்துளைகளின் எண்ணிக்கை உட்கருவுக்கு உட்கரு வேறுபடுகின்றது. இந்த உட்கரு துளைகள் வளைய அமைப்புகள் (annuli) எனப்படும். இந்த உட்கருசவ்வு எண்டோபிளாச வலையினின்று தோன்றுகிறது. எண்டோபிளாச வலையின் சிஸ்டர்னாக்கள் குரோமோசோம்களைச் சூழ்ந்து உட்கருசவ்வாக மாறுகிறது. உட்கரு சவ்வு உட்கரு பொருட்களையும், சைட்டோபிளாசத்தையும் பிரிக்கின்றது. மூலக்கூறுகள் சைட்டோபிளாசத்திற்கும் உட்கருவிற்கும் சென்று வர இவை உதவுகின்றன. உட்கரு சவ்வின் வழியாக மூலக்கூறுகள் வீரியக் கடத்தல் மூலமும் கடத்தப்படுகின்றன. எலக்ட்ரான் கடத்தி நொதிகளும், ஃபாஸ்ஃபரஸ் சேர்க்கை நடத்தும் நொதிகளும் உட்கரு சவ்வில் உள்ளன.

உட்கரு மணி (Nucleolus)

உட்கரு மணி (Nucleolus) முதன் முதலில் பான்டானா என்பவரால் 1874 ஆம் ஆண்டு கண்டறியப்பட்டது. உட்கருமணி உட்கருவின் மையப்பகுதியிலோ அல்லது புறப்பகுதியிலோ அமைந்து காணப்படும். உட்கருமணி இருவகைப்படும்:

1. பிளாஸ்மாசோம்கள்–இவைகளே உண்மையான உட்கருமணிகள். இவை மறைமுகப்பிரிவின் போது மறைந்து விடுகின்றன.
2. கேரியோசோம்கள்–இவை பொய் உட்கருமணிகள். இவை குரோமோசோம்களின் சிதறல்கள் என அறியப்படுகின்றது.

பாக்டீரியங்கள், ஈஸ்ட் செல்கள் போன்றவற்றில் உட்கரு மணிகள் இல்லை.

உட்கருமணி அமைப்பு

ஒரு உட்கருவில் ஒன்று அல்லது பல உட்கருமணிகளை

காணலாம். எஸ்டேபிள். சோடிலோ (1951) ஆகிய இருவரும் உட்கரு மணியில் பார்ஸ்ஏமார்ஃபா (Par amopha) என்னும் ஒரே சீரான இடையீட்டு பொருளில் நியுக்ளியோலோனிமா என்னும் சுருண்ட, தொடந்த இழை அமைந்துள்ளதாக் கூறினார்கள். ஆனால் 1963–ஆம் ஆண்டு பெர்னார்டு என்பவர் நியூக்ளியோலோனீமா ஒரு வலை போன்ற அமைப்பு என்றும், ஒரே இழையாக இல்லை என்றும் வலியுறுத்தினார். உட்கருமணியை நுண்ணோக்கியில் நோக்கும் பொழுது அது ஒரு ஊடகப்பொருள், குரோமேட்டின் இழைகள், துகள்கள் போன்ற அமைப்புகளைக் கொண்டிருப்பது நன்குத் தெரியும். உட்கருமணியோடு தொடர்பு கொண்ட குரோமேட்டின் அதிக அளவு DNA-வை பெற்றுள்ளது. இந்த DNA, RNA உருவாவதற்கு உதவுகிறது.

உட்கருமணிகள் 3 வகைப்படும்: அவை நியூக்ளியோலோனீமா கொண்ட உட்கருமணிகள்; இவை எல்லா செல்களிலும் காணப்படுகின்றன. நியூக்ளியோலோனீமா அற்ற உட்கருமணி; இவை புரோட்டோசோவாக்களில் காணப்படுகின்றன. வளையவடிவ உட்கருமணிகள் எண்டோதீலிய செல்களில் காணப்படுகின்றன.

பணிகள்

1. உட்கருமணி சுரூஹ உருவாக்கத்தில் உதவுகிறது.
2. புரத உற்பத்தியில் உட்கருமணி பெரும் பங்காற்றுகிறது.

உட்கரு பிளாசம்

உட்கருவுக்குள் உட்கருபாய்மம் காணப்படுகிறது. இதனுள் குரோமேட்டின் இழைகள், உட்கருப்புரத துகள்கள், உட்கருமணி ஆகியவை மிதந்து காணப்படுகின்றன.

குரோமேட்டின் இழைகள்

உட்கரு பிளாசத்தில் உள்ள மெல்லிய, நீண்ட, சுருண்ட இழைகள் குரோமாட்டின் இழைகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. உட்கருபிளாசத்தில் சீராக பரவியுள்ள இந்த இழைகள் செல் பகுப்படையாமல் இருக்கும்பொழுது தெளிவாக தெரிகின்றன. செல் பகுப்படையும் போது இவை அடர்ந்து, குறுகி பல குரோமோசோம்களாக மாறிவிடுகின்றன.

உட்கருவின் வேதியல் தன்மை

உட்கரு அமிலங்களாலான DNA, RNA, உட்கரு புரதங்களையும், தனிமஉப்புக்களையும் உட்கரு பெற்றுள்ளது. மீஉட்கரு நிலை யுகேரியோட்டிக் செல்களின் உட்கருவில் அதிக அளவு DNA-யும், RNA-யும் காணப்படுகின்றன. எனினும், ஒரு உட்கருவில் உள்ள DNA-வின் அளவு பொதுவாக குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையைப் பெறுத்து வேறுபாடுகின்றது. உட்கரு புரதத்தில் புரோட்டாமைன்கள், ஹிஸ்டோன்கள் ஆகியவை உள்ளன. உட்கருவில் உள்ள நொதிகள் னுசூஹ பாலிமரேஸ், சுசூஹ பாலிமரோஸ், எண்டோ நியூக்ளியேஸ், எக்ஸோ நியூக்ளியேஸ், லைகேஸ் ஆகியவை ஆகும். இவைதவிர உட்கருவில் NAD, ATP, அசைட்டைல் கோ என்சைம் A ஆகியவையும் உள்ளன. உட்கருவில் காணப்படும் நீள்வட்டவடிவம் உடைய சிறு மணிகளான நியூக்ளியோசோம்களிலும் DNA நியூக்ளியேஸ் நொதிகள் உள்ளன.

செல் பிரிவின் பொழுது உட்கருமணி, செல்பிரிவின் முதல் நிலையான புரோபேசின் நிலையில் மறைந்து மீண்டும் டீலோபேஸ் நிலையில் தோன்றுகிறது. இந்நிலையில் பல சிறிய நியூக்ஸியோலார் முன்னோடி உடலகங்கள் இப்பகுதியில் இருந்து தோன்றி ஒன்று சேர்ந்து நியூக்ளியோலஸ் உருவாகிறது.

குரோமோசோம்கள்

செல்லின் உட்கருவில் இருக்கும் இழைகள் போன்ற அமைப்பிற்குக் குரோமேட்டின் வலையமைப்பு என்று பெயர். செல்பகுப்பின் போது இவ்வலையமைப்பு சுருங்கி குரோமோசோம்களாக மாறி தெளிவாகத் தெரியும். இவை, மரபு பண்புளைக் கொண்டிருக்கும் ஜீன்களைப்பெற்று, தன்னிச்சையாக இரட்டிப்படையும் திறனுடையவை. குரோமோசோம்கள் மரபுவழி பண்புகளைக் தாங்கிச் செல்லுதல், வேறுபாடுகள், திடீர் மரபு மாற்றம், சிறப்பினமாக்கம் ஆகிய முக்கிய செயல்களில் பங்கேற்கின்றன.

மரபியலில் குரோமோசோம் கோட்பாடு

1888ம் ஆண்டு வால்டேயர் என்பவர் முதன் முதலில் உட்கருவினுள் அடர்த்தியாக உள்ள இழைகளுக்கு

குரோமோசோம்கள் என்று பெயரிடப்பட்டார். சட்டன் (1900) என்பவர் செல்பகுப்பின் போது குரோமோசோம்கள் பிரிவதற்கும், மரபு பண்புகள் கடத்தப்படுவதற்கும் தொடர்பு உள்ளதாகக் கூறினார். இதன் பின்னரே மரபியலின் குரோமோசோம் கோட்பாடு உருவானது.அதன்படி,

1. கருமுட்டை அல்லது சைகோட் பல முறை பகுப்படைந்து தோன்றும் ஒரு உயிரியின் உடற்செல்கள் யாவும் இரட்டைமடியமானவை .இவை ஒரே மாதிரியான (Homologous) இரு குரோமோசோம் தொகுப்புகளை பெற்றிருக்கும். இவற்றிக்கு ஒத்த குரோமோசோம் இணை (Homologous Chromosome pairs) என்று பெயர்.

2. குரோமோசோம்கள் தங்கள் அமைப்பின் தனித்தன்மையை உயிரி இறப்பதுவரை இழப்பதில்லை.

3. ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் மெண்டலின் காரணிகளைப் பெற்றிருக்கும்.

4. செல் பகுப்பின் போது குரோமோசோம்கள் இயங்குகின்ற முறை அவற்றில் ஜீன்கள் இருப்பதற்கு எடுத்துக்காட்டாக அமைகின்றது.

தொல்உட்கரு உயிரியின் குரோமோசோம்கள்

இக்குரோமோசோம்களுக்கு நியுக்ளியாய்டு என்ற பெயரும் உண்டு. இவை இரட்டைச் சுருள் DNA- யினால் ஆன வட்ட வடிவ அமைப்பு ஆகும். இவற்றை சூழ்ந்து புரதம் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் மையப்பகுதில் RNA உள்ளது. பாக்டீரியங்களில் DNA மூலக்கூறும் பிளாஸ்மிடுகள் என்ற மூலக்கூறும் உள்ளது.

மீஉட்கரு உயிரியின் குரோமோசோம்கள்

மீஉட்கரு செல்களில் காணப்படும் குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கை ஒன்றைவிட அதிகமாக இருக்கும். உட்கருவில் குரோமோட்டின் வலையாக உள்ளது. இவை பலவடிவங்களும், அளவுகளும் கொண்ட தெளிவான குரோமோசோம்களாக செல்பகுப்பின் போது மாறுகின்றன. ஒற்றைமடிய, இரட்டைமடிய செல்களில் தாவரங்களுக்கேற்ப குரோமோசோம்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் காணப்படுகின்றன. ஒரு செல்லில் மொத்த குரோமோசோம் தொகுதிகளுக்கு ஜீன்தொகையம் (ழுநடிஅந) என்று பெயர். உடற்செல்கள் இரு ஜீன்தொகையங்களை அதாவது

இரு குரோமோசோம் தொகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது.எனவே அவை இரட்டைமடியத் தன்மை கொண்டவை.

ஒரு சிற்றினத்தின், எல்லா உறுப்பின உயிரிகளும் இனப்பெருக்க செல்களில் (கேமீட்டுகளில்) ஒரே ஒரு ஜீன் தொகையம் தான் காணப்படுகிறது. எனவே இவை ஒற்றை மடியத்தன்மை கொண்டவை. ஒரே குரோமோசோம் எண்ணிக்கையை கொண்டிருக்கின்றன. முழு தொகுதி குரோமோசோம்களும் காணப்பட்டால் அது யூப்ளாய்டி என்று அழைக்கப்படுகிறது. மூன்று தொகுதிகள் குரோமோசோம்கள் இருந்தால் அந்நிலை மும்மடியம் என அழைக்கப்படுகிறது. விலங்குகளில் குறைந்த எண்ணிக்கை குரோமோசோம்கள் அஸ்காரிஸ் என்னும் உருளைப் புழுவிலும், அதிக அளவு யூபெக் யூரெஸ் சோடன்சிஸ் என்ற நண்டிலும் காணப்படுகிறது. தாவரங்களில் ஹாப்லோ பேப்பஸ் சிற்றினத்தில் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும் (2n=4), ஒரு சில ஓஃபியோகிளாசேகி சிற்றினத்தில் மிக அதிக எண்ணிக்கையிலும் (2n=>100), குரோமோசோம்கள் காணப்படுகின்றன.

அளவு

குரோமோசோம்கள் 0.2 முதல் 50 ?m வரை நீளத்திலும் 0.2 முதல் 20 ?m வரை விட்டத்திலும் வேறுபட்டு காணப்படுகிறன.

உருவமைப்பு

குரோமோசோம்களின் வடிவம், செல் வளர்ச்சி, பகுப்பு ஆகிய நிலைகளின் பொழுது வேறுடுகின்றன. செல்பகுப்படையாமல் இருக்கும் பொழுது இழைகளாகவும், மையநிலை (Metaphase), பிரிநிலை (Anaphase) போன்ற செல்பகுப்பு நிலைகளின் போது குச்சிவடிவிலும் காணப்படுகின்றன. குரோமோசோம் சென்ட்ரோமியர் என்ற தெளிவான பகுதியை பெற்றுள்ளது. சென்ட்ரோமியர், குரோமோசோமை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றது. இவ்விரு பகுதிகளும் குரோமோசோம்கள் அழைக்கப்படுகின்றன. சென்ட்ரோமியர் காணப்படும் இடத்தைப் பொறுத்து குரோமோசோம் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன:

DR. T.P.M. LIBRARY
MADURAI KAMARAJ UNIVERSITY
299193

டிலோசென்ட்ரிக்

குச்சிவடிவ குரோமோசோம்களின் நுனிப்பகுதியில் சென்ட்ரோமியரை கொண்ட நிலை.

அக்ரோசென்ட்ரிக்

இவைகளும் குச்சிவடிவமுடையவை. சென்ட்ரோமியர் குரோமோசோமின் ஒரு முனைவில் நுனியிலிருந்து சற்று உள்தள்ளி அமைந்துள்ளது.

சப்மெட்டா சென்ட்ரிக்

இவை 'J' அல்லது 'L' வடிவ குரோமோசோம்கள். இதில் சென்ட்ரோமியர் ஏறத்தாழ நடுப்பகுதியில் அமைந்திருக்கும், என்றாலும் இரண்டு கைகளும் சமமற்றுக் காணப்படும்.

மெட்டா சென்ட்ரிக்

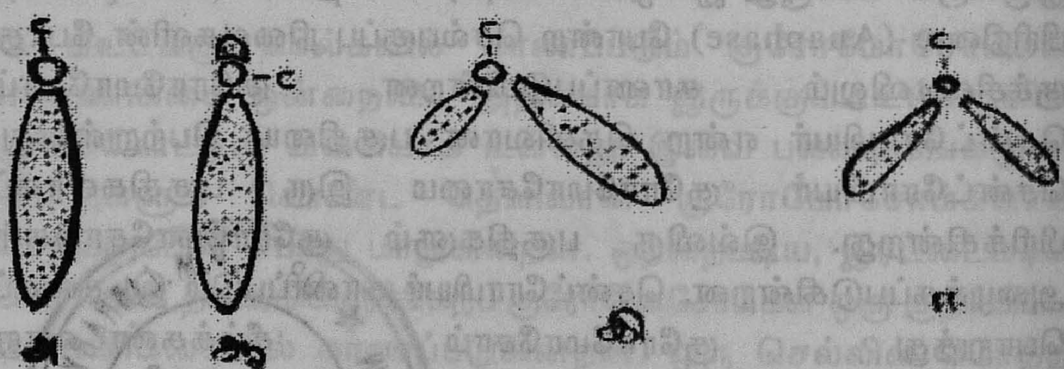
இவை 'V' வடிவ குரோமோசோம்கள், சென்ட்ரோமியர் குரோமோசோமின் மையப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது, இருகைகளும் சமமானவை.

டிசென்ட்ரிக்

இவ்வகை குரோமோசோம்களில் இரு சென்ட்ரோமியர்கள் காணப்படும்.

பாலிசென்ட்ரிக்

சென்ட்ரோமியர் ஒரேயிடத்தில் தெளிவாக அமையாமல் பரவலாக அமைந்திருந்தால் பாலிசென்ட்ரிக் என்று பெயர்.



படம்–18. குரோமோசோம்களின் வகைகள்

அ. டீலோசெண்ட்ரிக் ஆ) அக்ரோசெண்ட்ரிக்

இ) சப்மெட்டாசெண்ட்ரிக் ஈ) மெட்டா செண்ட்ரிக்

ஊ–செண்ட்ரோமியர்

குரோமோசோம்களின் வகைகள்

மீஉட்கருநிலை செல்களில் குரோமோசோம்கள் இரு வகைப்படும், அவை உடற்குரோமோசோம்கள் (Autosome), பால் குரோமோசோம்கள் (Allosomes or Sex Chromosomes) ஆகும். இவற்றுள் உடற்குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கையில் பால் குரோமோசோம்களை விட அதிகமானவை. இவைகள் பால் நிர்ணயத்தில் பங்கு கொள்வதில்லை. பால்குரோமோசோம்கள் துணை குரோமோசோம்கள், அல்லோசோம்கள், ஹெட்டிரோ குரோமோசோம்கள் என பலவாறு அழைக்கப்படுகின்றன. பால்குரோமோசோம்கள் பொதுவாக X, Y ஆகிய இரண்டு வகைகளாக அமைந்துள்ளன.

அமைப்பு

குரோமோசோம்கள், குரோமோனிமாவையும், செண்ட்ரோமியர்களையும் கொண்டுள்ளன. குரோமோசோம்களின் அமைப்பு செல் பகுப்பின் மையநிலை அல்லது பிரிநிலை மிகத் தெளிவாகப் புலப்படுகின்றது.

குரோமோனிமா

குரோமோசோம்கள் சுருண்ட இழைகளைக் கொண்டது. இவற்றிற்கு குரோமோனிமா என்று பெயர். இது இரண்டு அல்லது நான்கு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இழைகளைக் கொண்டது. குரோமோனிமாவில் உள்ள இழைகள் ஒன்றோடொன்று இரு வகைகளில் சுற்றிக்கொண்டு காணப்படுகின்றன. அவை,

1. பிரிநிலைச் சுருள்கள் (Paranemic coils)

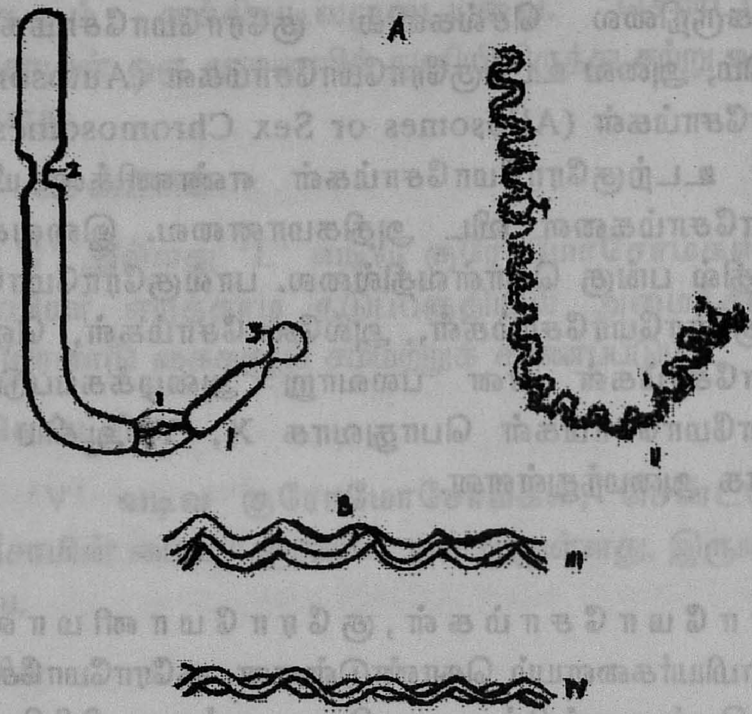
குரோமோனீமாவின் இரு இழைகள் எளிதாக பிரிக்கக் கூடிய நிலையில் காணப்படுவது.

2. பிரிநிலை இல்லா சுருள்கள் (Plectonemic coils)

குரோமோனீமாவின் இரு இழைகள் ஒன்றோடொன்று எளிதில்

பிரிக்கமுடியாத நிலையில் காணப்படுவது.

பொதுவாகக் குரோமோனீமாவின் இழைகள் சுருள்வது அவற்றின் நீளத்தைப் பொறுத்து அமைகின்றது.



படம்–19. மெட்டா சென்ட்ரிக் குரோமோசோம்

i. புற அமைப்பு

ii. உட்புற அமைப்பு

1. சென்ட்ரோமியர்
2. இரண்டாம் நிலை ஒடுக்கம் (Constaction)
3. இரு குரோமோனீமாக்கள்
4. இரு வித குரோமோசோம் சுருள்கள்

iii. பிரிநிலைச் சுருள்கள்

iv. பிரிநிலை இல்லா சுருள்கள்

குரோமோமியர்கள்

செல் பகுப்பின் போது குரோமோனீமா இழை மாறி மாறி வரும் அடர்த்தி அதிகமான, அடர்த்தி குன்றிய பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும். இதில் அடர்த்திப்பகுதி மணியைப் போன்ற அமைப்பு உடையதாக இருக்கும் இதற்கு குரோமோமியர் என்று பெயர். இரு குரோமோமியர்களுக்கு இடையே உள்ள மெல்லிய பகுதி குரோமோமியர் இடைப்பகுதி எனப்படும்.

சென்ட்ரோமியர்

சென்ட்ரோமியர் என்பது குரோமோசோம்களின் ஒடுங்கிய பகுதியாகும். பொதுவாக குரோமோசோம்களில் ஒரு சென்ட்ரோமியர் மட்டுமே காணப்படுகின்றது. ஒரு சென்ட்ரோமியர் இருந்தால் அந்த குரோமோசோம் மோனோசென்ட்ரிக் என்றும், இரண்டு இருந்தால் டைசென்ட்ரிக், பல இருந்தால் பாலிசென்ட்ரிக் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் தெளிவான ஒரு வட்டப்புள்ளி போன்ற பகுதி அதன் நீள் அச்சின் ஓரிடத்தில் காணப்படுவதே சென்ட்ரோமியர் அல்லது கைனடக்கோர் என்று அழைக்கப்படுகிறது. சென்ட்ரோமியர் அமைந்துள்ள இடத்தைப் பொறுத்து குரோமோசோம்கள் 4 வகைகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

சென்ட்ரோமியரின் பணிகள்

1. செல்பகுப்பின் போது கதிர்கோல்வடிவ இழைகளை உருவாக்கி, குரோமோசோம்களின் இடப்பெயர்ச்சிக்கு உதவுகிறது.
2. நுண் குழல்கள் உருவாக்கத்திற்குத் தேவையான புரதங்களை உருவாக்குகிறது.

உட்கருமணி அமைப்பான்கள்

சில குரோமோசோம்களின் இரண்டாம் நிலை இறுக்கங்கள் உட்கருமணி உருவாக்குதலுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. செல்பகுப்பின் இறுதியில் இவை உட்கருமணிகளை உருவாக்குவதால் இவை உட்கருமணி அமைப்பான்கள் எனப்படுகின்றன. இப்பணியில் ஈடுபட்டுள்ள குரோமோசோம்கள் உட்கருமணி உருவாக்கும் குரோமோசோம்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

துணைக்கோள அமைப்பு (Satelitte)

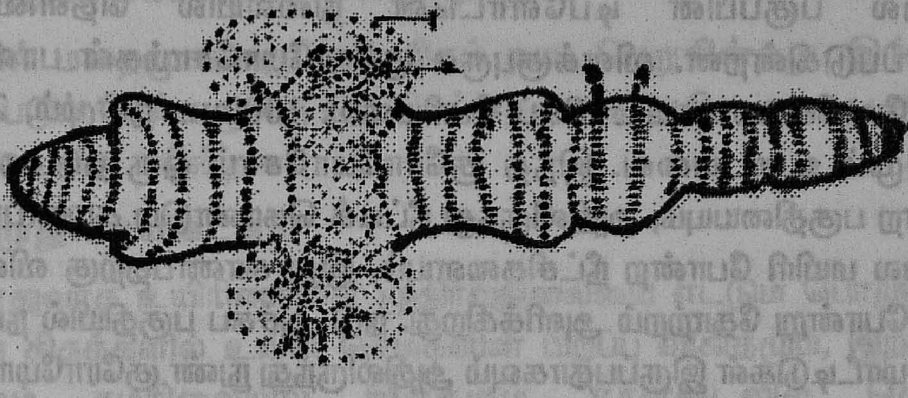
சில தருணங்களில் குரோமோசோம்கள் நீள்வட்டமான அல்லது உருண்டையான பக்க உறுப்புகளைக் கொண்டிருக்கும், இவற்றிற்கு துணைக்கோள உறுப்பு என்று பெயர். இவை குரோமோசோம்களோடு மெல்லிய குரோமேட்டின் இழைகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். துணைக்கோள உறுப்பு கொண்ட குரோமோசோம்களுக்குச் சாட்குரோமோசோம்கள் என்று பெயர்.

நுண் வேதியியல் அமைப்பு

பொதுவாக தொல் உட்கருநிலை, தொல் உட்கருநிலை செல்களிலும் உள்ள குரோமோசோம்கள் யாவும் DNA-யையும் அதனுடன் இணைந்த ஹிஸ்டோன் அல்லாத புரதமும் கொண்டுள்ளன. இப்புரதங்களைத் தவிர நொதிகளும், RNA மூலக் கூறுகளும், ஃபாஸ்ஃபோலிப்பிட்டுகளும் குரோமோசோம்களில் காணப்படுகின்றன.

இராட்ச குரோமோசோம்கள்

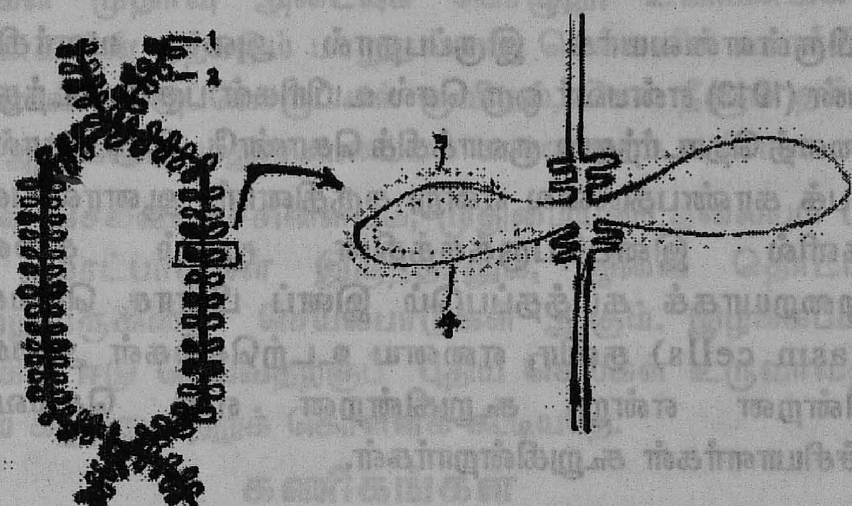
சில உயிரினங்களின் ஒரு சில செல்களில் காணப்படும் குரோமோசோம்கள் அதே உயிரினத்தின் மற்ற செல்களில் காணப்படும் குரோமோசோம்களை விட மிகப்பெரியதாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு பாலிட்டீன் குரோமோசோம்கள் என்று பெயர். டிராசோபைலா என்ற பூச்சியில் உள்ள பாலிட்டீன் குரோமோசோம்கள், சாதாரண குரோமோசோம்களை விட ஏறத்தாழ 1000 மடங்கு பெரிதாகக் காணப்படுகிறது. சாதாரண குரோமோசோம்களின் நீளம் 7.5mm ஆகும். ஆனால் பாலிட்டீன் குரோமோசோம்களின் நீளம் 2000/mm ஆகும். இவை தோன்றுவதற்குக் காரணம் ஏறத்தாழ பத்து தடவைகள் குரோமோசோம்கள் இரட்டிப்படைந்து பிரியாமல் இருப்பதே. இந்நிகழ்விற்கு எண்டோமைட்டாசிஸ் என்று பெயர். பாலிட்டீன் குரோமோசோம்களில் அதிக அளவு DNA காணப்படுகின்றது. பால்பியானி என்பவர் முதன் முதலில் இவ்வகை குரோமோசோம்களைக் கண்டறிந்தார். இவ்வகைக் குரோமோசோம்களின் குரோமோனீமாக்கள் நீண்டு விரிந்து கொள்வதாகக் கருதப்படுகின்றது.



படம்–20. பாலிட்டீன் குரோமோசோம்கள்

1. பால்பியானி வளையம் 2. குரோமோனீமாக்கள் 3. சாயமேற்கும் வளையம்

4. வளையங்களுக்கிடையே உள்ள சாயமேற்கும் பட்டை



படம்–21. விளக்கு புருசு (Lamp brush) குரோமோசோம்கள்

1. குரோமோசோமின் அச்சு 2. வளையக்கண்ணி

3. குரோமோனீம இழை 4. RNA, புரதம் கொண்ட ஊடகம்

விளக்கு புருசு குரோமோசோம்கள் (Lamp brush Chromosomes)

ஃபிளம்மிங் (1882) என்பவர், நில–நீர் இரு வாழ்விகளின் அண்டச் செல்களில் விளக்கு புருசு குரோமோசோம்களைக் கண்டறிந்தார். இவை மீன்கள், நில–நீர் வாழ்விகள், ஊர்வன, பறவைகள் இவற்றின் கரு உணவு மிகுந்த அண்டச் செல்களில்

குன்றல் பகுப்பின் டிப்ளோட்டீன் நிலையில் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன. விளக்குபுருசு குரோமோசோம்கள் பாலிடீன் குரோமோசோகளைவிட மிகப் பெரியவை. 1000μm நீளமும், 20μm அகலமும் உடையவை. இந்த குரோமோசோம் ஒரு நடு அச்சுப் போன்ற பகுதியையும், அதிலிருந்து நீட்டிக் கொண்டும் காணப்படும். ஒரு பல மயிரி போன்ற நீட்சிகளையும், இது காண்பதற்கு விளக்கு புருசு போன்று தோற்றம் அளிக்கிறது. நடு அச்சுப் பகுதியில் நான்கு குரோமாட்டிடுகள் இருப்பதாகவும் அதிலிருந்து நுண் குரோமோனீமா கண்ணிகள் சுற்றிலும் நீட்டிக் கொண்டிருப்பதாகவும் கருதப்படுகிறது. இவை DNA, RNA புரதம் அதிகம் பெற்று விளங்குகிறது.

செல் வளர்ச்சியும் முதுமையடைதலும்

உயிருள்ளவையாக இருப்பதால் அவை வளர்கின்றன. வீஸ்மென் (1913) என்பவர் ஒரு செல் உயிரிகள் பகுப்படைந்து சேய்ச் செல்களைத் தொடர்ந்து உருவாக்கிக் கொண்டே இருப்பதால் அவை இறப்பைக் காண்பதில்லை என்று கருதினார். ஆனால் பல செல் உயிரிகளில் இனப்பெருக்கத்தின் மூலம் தலைமுறை தலைமுறையாகக் கடத்தப்படும் இனப் பிளாச செல்களைத் (Gerplasm cells) தவிர, ஏனைய உடற்செல்கள் அனைத்தும் இறக்கின்றன என்று கூறுகின்றன என செல்வளர்ச்சி ஆராய்ச்சியாளர்கள் கூறுகின்றார்கள்.

பல செல் உயிரிகளின் செல் தொகுப்புகளை வளர்ச்சி புதுப்பிக்கப்படுதல் அடிப்படையில் லிப்லோன்ட் என்பவர் (1964) மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரித்தார்.

1. நிலையான செல் தொகுப்புகள்

இதில் மறைமுகப்பகுப்பு நடைபெறுவதில்லை. மொத்த DNA அளவு செல்களில் மாற்றம் அடையாமல் நிலையாக உள்ளது.

2. விரிவடையும் செல்

இதில் மறைமுகப்பகுப்பு அங்கொன்றும், இங்கொன்றுமாக நடைபெறும். DNA-வின் மொத்த அளவு அதிகரிக்கிறது. செல்களில் மறைமுகப்பகுப்பு நடைபெறுவதால் திசுக்கள் விரிவடைகின்றன. எ.கா. பாரன்கைமா செல்கள்

3. புதுப்பிக்கப்படும் செல் தொகுப்பு

இதில் மறைமுகப்பகுப்பு அதிகம் நடைபெறுகின்றது. இங்கு இழக்கப்படும் செல்களுக்கு ஈடு செய்வதற்காக அதிக அளவு புதிய செல்கள் உண்டாகின்றன.

4. முதுமையடைதல்

பொதுவாக உயிரினங்கள் முதிர்வுநிலையை எட்டும் பொழுது, பல்வேறு திசுக்களில் உள்ள செல்களின் பிறப்பு விகிதமும், இறப்பு விகிதமும் சமநிலையில் இருக்கும். நாளடைவில் செல் தொகுப்புகளின் செல்கள் மறைமுகப்பகுப்பு அடையும் திறன் இழக்கப்படுகின்றது. இதனால் இறப்பு விகிதம் அதிகமாகிறது.இதற்கு முதுமையடைதல் என்று பெயர்.

செல்கள் முதிர்வு அடையும் பொழுது, உயிரினங்களில் ஹார்மோன்களின் ஏற்படும் மாறுதல்கள், செல்களில் வளர்சிதை மாற்றங்களால் கழிவுப்பொருட்கள் குவிதல், செல் நீளும் தன்மை இழத்தல், ஆகியவை முதுமையடையக் காரணமாய் உள்ளன.

எனவே செல்வளர்ச்சிளையும், முதுமையடைதலையும் பற்றி பல்வேறு கோட்பாடுகள் இருந்தாலும், இவை தொடர்ந்து நடைபெற்றுவருகின்ற செயல்பாடுகள் ஆகும். இழக்கப்படும் செல்களுக்கு ஈடு செய்வதற்குப் புதிய செல்கள் உருவாவதாக கூறுப்படும் கருத்து ஏற்றுக் கொள்ளக் கூடியதே.

கணிகங்கள்

ஷிம்பர் (1863) என்பவர் முதன் முதலில் கணிகங்கள் என்ற பெயரை தாவர மீஉட்கரு நிலை செல்களில் ஒளியை ஈர்க்கும் நிறமிகளைக் கொண்ட நுண்உறுப்புகளுக்கு சூட்டினார். கணிகங்கள் பல பாக்டீரியங்கள், காளான்கள், விலங்கினங்கள் ஆகியவற்றின் செல்களில் காணப்படுவதில்லை. கணிகங்கள் தாவர செல்லில் உட்கருவைப் போன்றே மிகத் தெளிவாக தெரியும் நுண்உறுப்பாகும். இவை ஒளியை ஈர்க்கும் நிறமிகளான பச்சையம், கரோடின் சார்பு நிறமிகள் ஆகியவற்றைப் பெற்றிருப்பதால், தானகவே உணவைத் தயாரித்து, சேமிக்கும் திறன் பெற்றவை. ஒரு சில பாக்டீரியங்கள், நீலப்பச்சைப்பாசிகள் ஆகியவை கணிகங்களுக்குப் பதிலாக நிறமி தாங்கிகளைத் தங்களின் செல்களில் பெற்றிருக்கின்றன.

நிறமி தாங்கிகள்

பாக்டீரியங்கள், நீலப்பச்சை பாசிகள் (சயனோபாக்டிரியங்கள்), பூஞ்சைகள் இவற்றின் செல்களில் காணப்படும் வண்ண உறுப்புக்கள் நிறமித்தாங்கிகளாகும். இவை வண்ணத் துகள்கள் கொண்ட தட்டுகளாகவோ, ஒரே மையங்கொண்ட பல வட்டங்களாகவோ அமைந்துள்ளன. அவை பாக்டீரியாங்களின் நிறமித்தாங்கிகள். இவை பாக்டீரிய பச்சையம் கொண்டவை. சயனோ பாக்டீரியங்கள், பைக்கோ எரித்திரின், பைக்கோ சயனின் கொண்டவை.

கணிகங்களை நிறமிகளின் அடிப்படையில் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவை

1. வெளிர்கணிகங்கள்
2. பசுங்கணிகங்கள்
3. நிறக்கணிகங்கள்

வெளிர்கணிகங்கள்

நிறம் அற்ற இவை வெளிர் கணிகங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக கோளவடிவமுடையவை. உணவு சேமிக்கும் பகுதிகளில் காணப்படும். இவை வளரும் கருவின் செல்கள், இனச் பெருக்கசெல்கள், வேர் செல்கள் ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. வெளிர்க் கணிகங்கள் சூரிய ஒளி பட்டவுடன் நிறமிகளை உருவாக்கி பசுங்கணிகங்கள் ஆகின்றன. தாவரங்களில் காணப்படும் வெளிர்க் கணிகங்கள் பின்வருமாறு வகையானவை :

1. தரசகணிகங்கள்–இவை தரசத்தை சேமிக்கும் செல்களில் காணப்படும்.
2. கொழுப்புக்கணிகங்கள்(ருடயடிையீடயளவள) – விதைகளில் காணப்படும் இவை கொழுப்புகளைச் சேமிக்கின்றன.
3. புரத கணிகங்கள் (Proteinoplasts) – இவைகளும் விதைகளில் காணப்படுகின்றன. புரதத்தை சேமிக்க உதவுகிறது.

நிறக்கணிகங்கள் (Chromoplasts)

தாவர செல்களின் நிறமுள்ள கணிகங்கள் நிறக்கணிகங்களாகும். இவற்றிற்கு வண்ணக்கணிகங்கள் என்றும் பெயர் உண்டு. இவை அதிக அளவு கரோட்டின்சார்பு நிறமிகளைக் பெற்றுள்ளன. எனவே சிவப்பு, மஞ்சள், ஆரஞ்சு என பல மாறுபட்ட வண்ணங்களை கொண்டவை. இவை மலர்களின் அல்லி போன்றவற்றின் செல்களில் காணப்படுகின்றன. வண்ணக் கணிகங்களில் முக்கியமானவை :

1. பசுங்கணிகம் (Chloroplast)

இவை பச்சைப்பாசிகள், உயர் தாவரங்கள் ஆகியவற்றில் காணப்படும். இவை பச்சையம் a, b, DNA, RNA ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது.

2. பழுப்புகணிகம் (Phaeoplast)

இவை பியுகோஜான்தின் என்ற நிறமியைக் கொண்ட பழுப்பு நிற நிறமியைப் பெற்ற கணிகங்கள் ஆகும். ஒளியை உறிஞ்சும் திறன் பெற்ற இவை பழுப்புநிறப் பாசிகளில் காணப்படுகின்றன.

3. சிவப்பு கணிகம் (Rhodoplast)

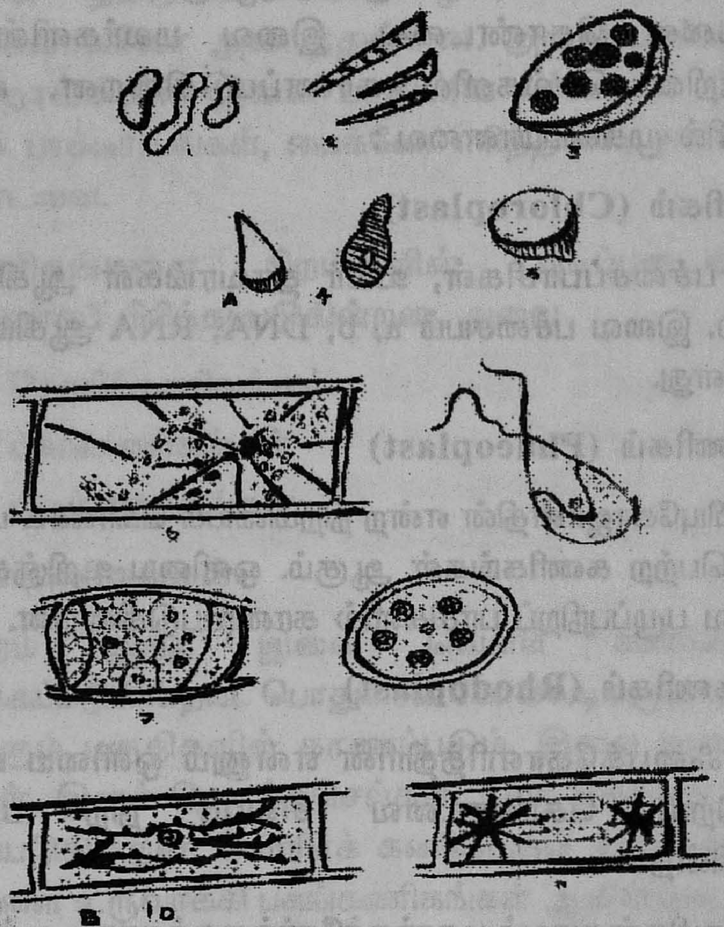
இவை ஃபைக்கோஎரித்திரின் என்னும் ஒளியை உறிஞ்சும் சிவப்பு நிறமி கொண்டவை சிவப்பு நிற பாசிகளில் காணப்படுகின்றன.

இந்த நிறமிகள் யாவும் மகரந்தச்சேர்க்கைக்காகப் பூச்சிகளைக் கவரவும், கனி, விதை பரவலுக்காக கனியின் தோற்றத்திற்குக் கவர்ச்சியான நிறத்தை அளிக்கவும் உதவுகின்றன.

பசுங்கணிகம்

17–ஆம் நூற்றாண்டில் லியுவன்ஹாக் என்பவர் முதன் முதலில் பசுங்கணிகங்களைப் பற்றி விளக்கினார். ஹில் (1938) என்பவர் பசுங்கணிகம் ஒளியைப் பெறும்பொழுது ஆக்சிஜனை வெளிப்படுத்துகிறது என்றார். கார்னிக் (1947) என்பவர் பசுங்கணிகத்தின் கிரானாங்களின் நுண் அமைப்பை விளக்கினார். கால்வின் (1948) என்பவர் ஆக்சிஜன் ஏற்றம் நடைபெறும் இருள்கிரியை விளக்கினார். கணிகங்களில் முக்கியமான

பசுங்கணிகம் பச்சைப்பாசிகள், உயர்தாவரங்கள் போன்றவற்றில் காணப்படுகின்றது. இவை பச்சையம் ய, ெ, கரோட்டீன், ஜான்தோபில் ஆகிய நிறமிகளைக் கொண்டவை. இதன் முக்கியப் பணி ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலமாக உணவு தயாரிப்பதே.



படம்–22. கணிகங்கள்

A. பலவித கணிகங்கள்	B. பாசிகளில் காணப்படும் பசுங்கணிகங்கள்
1. வெளிர்கணிகங்கள்	2. வண்ணக் கணிகங்கள்
3. பசுங்கணிகங்கள்	4. தரசகணிகங்கள்
5. கொழுப்பு கணிகங்கள்	6. ஸ்பைரோகைரா
7. யுலோத்ரிக்ஸ்	8. குளோரெல்லா
9. கிளாமிடோமோனஸ்	10. ஊடோகோனியம் 11. சைக்னிமா

பொதுவாக இவை தாவரங்களின் வேர்களைத் தவிர அனைத்துப் பாகங்களின் செல்களின் சைட்டோபிளாசத்தில் ஒரே சீராக பரவிக் காணப்படுகின்றன. இதன் எண்ணிக்கை செல்களுக்குச் செல் மாறுபடுகிறது. உயர் தாவர செல்லில் 20 முதல் 60 வரை உள்ளன.

புறப்பண்புகள்

வடிவம்

பசுங்கணிகம் பச்சைநிற பாசிகளில், கோப்பை, உருளை, நட்சத்திர வடிவம், தட்டு வடிவம், நாடாசுருள் வடிவம் போன்று காணப்பட்டாலும் உயர் தாவரங்களில் இவை கோள, முட்டை, பீப்பாய் வடிவங்கள் கொண்டதாக உள்ளன. இவை 2 முதல் 3μm தடிப்பும் 5 முதல் 10mm வரை விட்டமும் கொண்டுள்ளன. பசுங்கணிகங்களின் அளவு சூரிய ஒளியின் அளவைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது.

நுண் அமைப்பு

பசுங்கணிகங்களும் மைட்டோகான்டிரியங்களைப் போன்று இரு அலகுப் சவ்வுகளால் சூழப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு சவ்வும் மூன்று தகடுகளிலான 50A^0 தடிப்புள்ள லிப்போபுரதசவ்வையும், இரு சவ்வுகளுக்கு இடையே கணிகசூழ் இடைவெளியையும் கொண்டவை. பசுங்கணிகத்தின் உட்புறத்தில் ஊடகப்பொருள் அல்லது ஸ்ட்ரோமோ மற்றும் கிரானங்கள் ஆகியவை உள்ளன.

ஊடகப்பொருள் அல்லது ஸ்ட்ரோமோ

பசுங்கணிகத்தின் உட்புறம் ஸ்ட்ரோமோ என்னும் புரதப் பொருளால் நிறைந்துள்ளது. ஒளிச்சேர்க்கையின் இருள் கிரியை இங்கு நடைபெறுகிறது. இதற்கு தேவையான நொதிகள் இதில் உள்ளன. ஸ்ட்ரோமோவில் 5A^0 அகலமுள்ள DNA இழைகள், 150-200A^0 விட்டமுடைய 70S ரிபோசோம்கள் RUDP கார்பாக்ஸிலேஸ் நொதிகள் ஆகியவை உள்ளன. இவற்றைத் தவிர பசுங்கணிகத்தின் அமைப்புக் கூறுகளான கிரானாங்களும் உள்ளன.

கிரானங்கள்

பசுங்கணிகம், கிரானங்கள் எனப்படும் பல பச்சைய நிறமிகள்

கொண்ட தகடுகளைக் கொண்டுள்ளது. கிரானாங்களில் ஒளிச்சேர்க்கையின் ஒளிக்கிரியை நடைபெறுகிறது. ஒவ்வொரு கிரானமும் 0.3 முதல் 2.7μm வரை அளவில் வேறுபடுகிறது. ஒரு பசுங்கணிகத்தில் 40 முதல் 80 கிரானங்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு கிரானத்திலும் 10 முதல் 100 வரை ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்ட சவ்வாலான வட்டவடிவ தட்டான தைலக்காய்டுகள் உள்ளன. இவை 0.25 முதல் 0.80μm விட்டமும், 0.01μm தடிப்பும் கொண்டவை. தைலக்காய்டுகளின் சில பகுதிகள் நீண்டு சவ்வுகுழல்களாக ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டு இருக்கும் இவற்றிற்கு ஸ்ட்ரோமோ அடுக்குகள் என்று பெயர்.

தைலக்காய்டின் உட்புறத்தில் கோள வடிவ துகள்கள் உள்ளன. இவற்றிற்குக் குவான்டோசோம்கள் என்று பெயர். இவைகளே ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் திறன்கள் பெற்றவை. பொதுவாகத் தைலகாய்டின் சவ்வில் கீழ்க்கண்ட துகள்கள் அமைந்துள்ளன.

1. நிறமி மண்டலம் II அல்லது PsII தைலகாய்டின் உட்புறத்தில் உள்ளது.

2. நிறமி மண்டலம் I அல்லது PsI, தைலகாய்டின் வெளிப்புறத்தில் உள்ளது.

3. இணைப்புக் காரணி அல்லது CFI, தைலகாய்டின் வெளிப்புறத்தில் உள்ள இவை ATP ase நொதியாகும்.

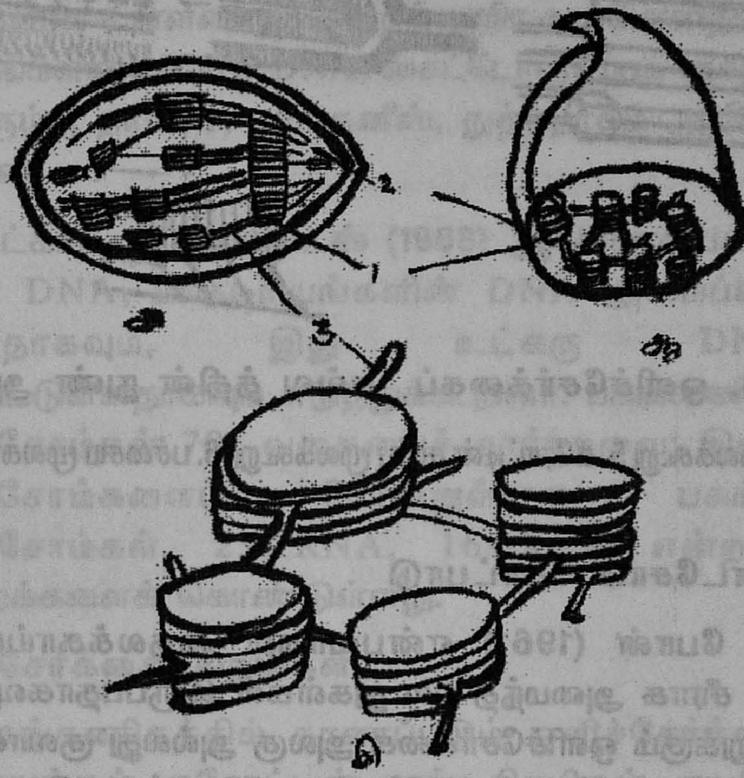
4. RUDP கார்பாக்ளிலேஸ் நொதி சவ்வின் மேற்பரப்பில் உள்ளது.

ஒளிச்சேர்க்கை சவ்விற்கு தைலக்காய்டு என்று பெயரிட்டவர் மென்கி என்பவராவார். இதன் நுண் அமைப்பை விளக்க இரு கோட்பாடுகள் உள்ளன.

1. அடுக்கு கோட்பாடு

வோல்கென், கால்வின் என்ற வல்லுநர்களின் கருத்துப்படி தைலக்காய்டு என்பது கொழுப்பு அடுக்கு, நிறமி அடுக்கு, புரத அடுக்கு என்ற 3 அடுக்குகளைக் கொண்ட ஒரே அமைப்பாகும். கொழுப்பு அடுக்கில் கொழுப்பு மூலக்கூறும், நிறமி அடுக்கில் பச்சையம் ய, b, கரோட்டின், ஜாந்தோஃபில்லும் ஆகியவை உள்ளன. ஒவ்வொரு பச்சைய மூலக்கூறும் தலை, வால் பகுதிகளைக் கொண்டன. தலைப்பகுதிக்குப் பார்ஃபைரின் என்றும் வால்

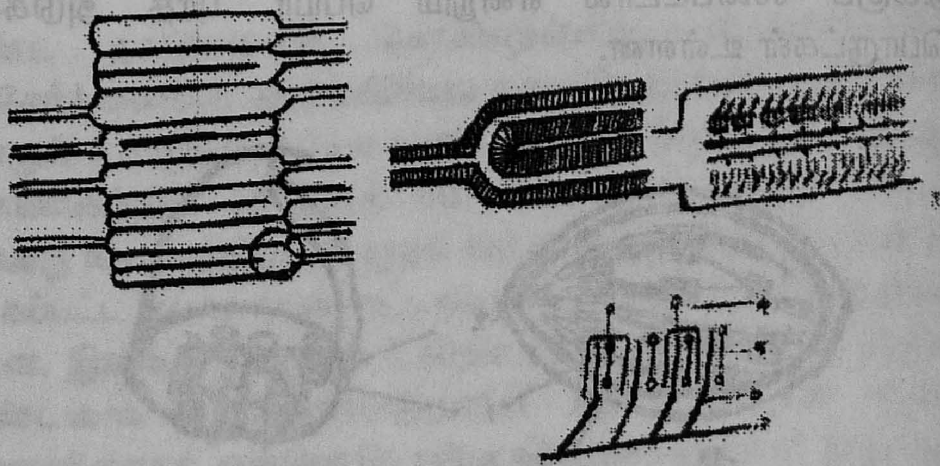
பகுதிக்குப் ஃபைட்டால் என்றும் பெயர். புரத அடுக்கில் புரதபொருட்கள் உள்ளன.



படம்—23. பசுங்கணிகத்தின் அமைப்பு

அ. வெட்டுத்தோற்றம் ஆ. முப்பருமணாமத்தோற்றம் இ. அடுக்குத் தொகுப்புகள் பெரிதாக்கப்பட்டது

1. கிரானம் 2. ஸ்ரோமா 3. ஸ்ரோமா அடுக்கு



படம்–24. ஒளிச்சேர்க்கைப் சவ்வு த்தின் நுண் அமைப்பு

4. கொழுப்பு மூலக்கூறு 5. கரோட்டின் சார்பு மூலக்கூறு 6. பச்சைய மூலக்கூறு 7. புரத அடுக்கு

2. குவாண்டசோம் கோட்பாடு

பார்க், போன் (1961) என்பவர்கள் தைலக்காய்டின் உள் அமைப்பில் சீராக அமைந்த பல துகள்கள் இருப்பதாகவும், இவை ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒளிச்சேர்க்கை அலகு அல்லது குவாண்டசோம் என்று பெயரிட்டனர். ஒரு கார்பன் டை ஆக்சைடு மூலக்கூறு நிலைப்படுத்தப்படுவதில் பயன்படும் ஆற்றலைப் பெறுவதற்கான ஒளியை ஈர்க்க, எவ்வளவு நிறமி மூலக்கூறுகள் தேவையோ, அந்த அளவு மூலக்கூறுகளின் தொகுப்பு ஒரு குவாண்டசோம் ஆகும். ஒவ்வொரு குவாண்டசோமிலும் 200 முதல் 230 நிறமி மூலக்கூறுகள் உள்ளன. மேலும் இதில் உள்ள இரண்டு பகுதிகளில் பச்சையம் ய, b, கரோடின் சார்பு நிறமி உள்ள புறப்பகுதியும் இரண்டு பச்சையம் ய வகை நிறமிகளைப் பெற்ற மையப்பகுதியும் உள்ளன. புறப்பகுதியின் நிறமிகள் ஒளியை ஈர்த்து மையத்தில் உள்ள பச்யைம் ய மூலக்கூறுகளுக்கு அனுப்புகின்றன. இவையே ஒளிவினைக்குக் காரணமாக இருப்பதால் குவாண்டசோமின் மையப்பகுதிக்கு வினை மையம் (Reaction centre) என்று பெயர்.

வேதி அமைப்பு

பசுங்கணிகத்தின் முக்கிய வேதிப்பொருட்கள் புரதமும், லிப்பிடுகளும் ஆகும். புரதம் 35/55 விழுக்காடும், கொழுப்பு 18–36

விழுக்காடும், நிறமிகளில் பச்சையம் 5 – 10 விழுக்காடும், கரோட்டின்சார்பு 2 விழுக்காடும் உள்ளன. பச்சையத்தில் a, b-யும், கரோட்டின், ஜாந்தோஃபில் ஆகியவை, கரோடின் சார்பு வகை நிறமிகளாக உள்ளன. இவற்றைத் தவிர கார்போஹைட்ரேட், உட்கரு அமிலங்களான RNA, DNA, சைட்டோகுரோம், வைட்டமின்கள் K, E, இரும்பு, தாமிரம், மாங்கனீஸ், துத்தநாகம் ஆகிய தனிமங்கள் உள்ளன.

உட்காக், பெர்னான்டஸ் (1968) ஆகியோர் பசுங்கணிகத்தில் உள்ள DNA, பாக்டீரியங்களின் DNA அமைப்பைப் போன்று உள்ளதாகவும், இது உட்கரு DNA-விலிருந்து வேறுபட்டுள்ளதாகவும் எடுத்துக்கூறினர். பசுங்கணிகத்தில் உள்ள ரிபோசோம்கள் 70s வகையைச் சார்ந்தவை; இவை பாக்டீரிய ரிபோசோம்களைப் போன்றுள்ளது. பசுங்கணிகத்தின் ரிபோசோம்கள், 23srRNA, 16srRNA என்ற ரிபோசோம் சுரூஹக்களைக் கொண்டுள்ளது.

ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள்

பசுங்கணிகத்தில் காணப்படும் ஒளிச்சேர்க்கை நிறமிகள், பச்சையங்கள், கரோட்டின் சார்பு நிறமிகள், பைகோபிலின்கள் போன்றவைகளாகும்.

பணிகள்

பச்சைநிறத் தாவரங்களில் காணப்படும் ஒரு முக்கியமான நிகழ்வு ஒளிச்சேர்க்கை. இது நடைபெறும் இடம் பசுங்கணிகங்களாகும். ஒளிச்சேர்க்கை செயல் ஒளி வினை, இருள் வினைப் பகுதிகளில் நடைபெறுகிறது. பசுங்கணிகத்தில் காணப்படும் பசுமை நிறமிகள் சூரிய ஒளியின் ஆற்றலை ஈர்த்து வேதியல் ஆற்றலாக மாற்றுகின்றன. இந்நிகழ்வு பசுங்கணிகத்தின் கிரானம் பகுதியில் நடைபெறுகிறது. இதற்கு ஒளி வேதியல் வினை என்றும் பெயர் உண்டு. இந்நிகழ்வின் போது உணவு தயாரிக்க உதவும் அற்றல் கூறுகளான ATP, NADPH ஆகியவை தோன்றுகின்றன. இத்தருணத்தில் ரிபுலோஸ் டை ஃபாஸ்ஃபேட் என்று ஐந்து கார்பன் கொண்ட மூலக்கூறு வளிமண்டல ஊடீ2–வை நிலைநிறுத்தி மூன்று கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட இரு ஃபாஸ்ஃபோகிளிசரிக் அமிலமாகப் பிளவுபடுகின்றது. பின்னர் இவை ஒளிவினையில் தோன்றி ATP, NADPH ஆகியவற்றின்

உதவியால் டிரையோஸ் ஃபாஸ்ஃபேட்டாக குறைந்து பல்வேறுவகைக் கார்போஹைட்ரேட்டுகளை தயாரிக்க உதவும் அடிப்படைப் பொருளாக மாறுகின்றது. வேறு சில வேதிப்பொருள் கால்வின் சுழலில் ஈடுபட்டு CO2-வை நிலைப்படுத்தும் விதத்தில் மீண்டும் ரிபுலோஸ் டை பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகளை உயிர்பிக்கச் செய்கின்றன. இவ்வினைக்கு இருள்வினை என்று பெயர். இந்நிகழ்வின் பொழுது தோன்றும் எளிய சாக்கரைடு பொருள் மற்ற கரிமப் பொருட்களின் உற்பத்திக்கு அடிப்படைப் பொருளாக விளங்குகின்றது. ஒளிக்கிரியையின் பொழுது தோன்றும் ATP, NADPH ஆகியவை புரதச் சேர்க்கையின் போது அமோனியா தயாரிக்கத் தேவையான ஆற்றலையும், ஹைட்ரஜனையும் அளித்து உதவுகின்றன.

தோற்றம்

பசுங்கணிகங்கள் தானாகத் தோன்றுவதில்லை. கீழ்நிலைத் தாவரங்களில் செல் பகுப்படையும் பொழுது உட்கருவுடன் பசுங்கணிகமும் பகுப்படைகின்றது. ஆனால் உயர்நிலைத் தாவரங்களில் பசுங்கணிகத்தின் தோற்றம் குறித்து பின்வரும் கோட்பாடுகள் நிலவுகின்றன:

1. முதிர்ந்த பசுங்கணிகத்தினின்று தோன்றுதல்

பெரணிகள், பாசிகள் போன்றவற்றில் புதிய பசுங்கணியங்கள், முதிர்ந்த பசுங்கணிகம் பகுப்புடைவதால் தோன்றுகின்றன.

2. கணிக முன்னோடி (Proplastid) யிலிருந்து தோன்றுதல்

உயர்நிலைத் தாவரங்களில் பசுங்கணிகம் கணிக முன்னோடியினின்று தோன்றுகிறது.

3. உட்கருவிலிருந்து தோன்றுதல்

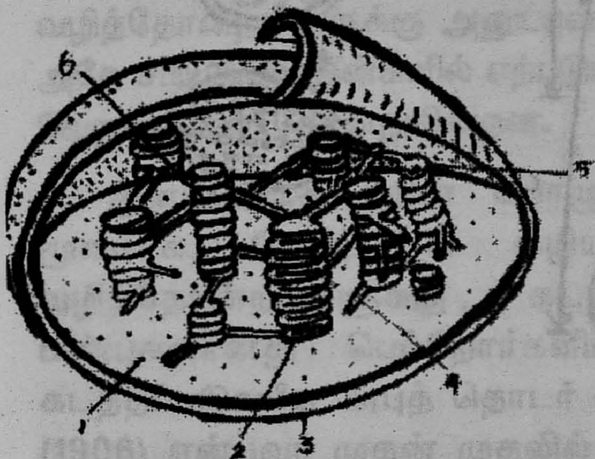
உட்கருவிலிருந்து கணிக முன்னோடிகள் தோன்றுகின்றன; இவை பின்பு பசுங்கணிகங்கள் உருவாகின்றன.

4. மோனோட்ரோபிக் தோற்றம்

இக்கோட்பாட்டின் படி பசுங்கணிகம் ஒரு தானியங்கி உறுப்பு ஆகும். இது ஒரு உருவில் இருந்து மற்றொரு உருவிற்கு மாறிக்கொள்ளும் திறனுடையவை.

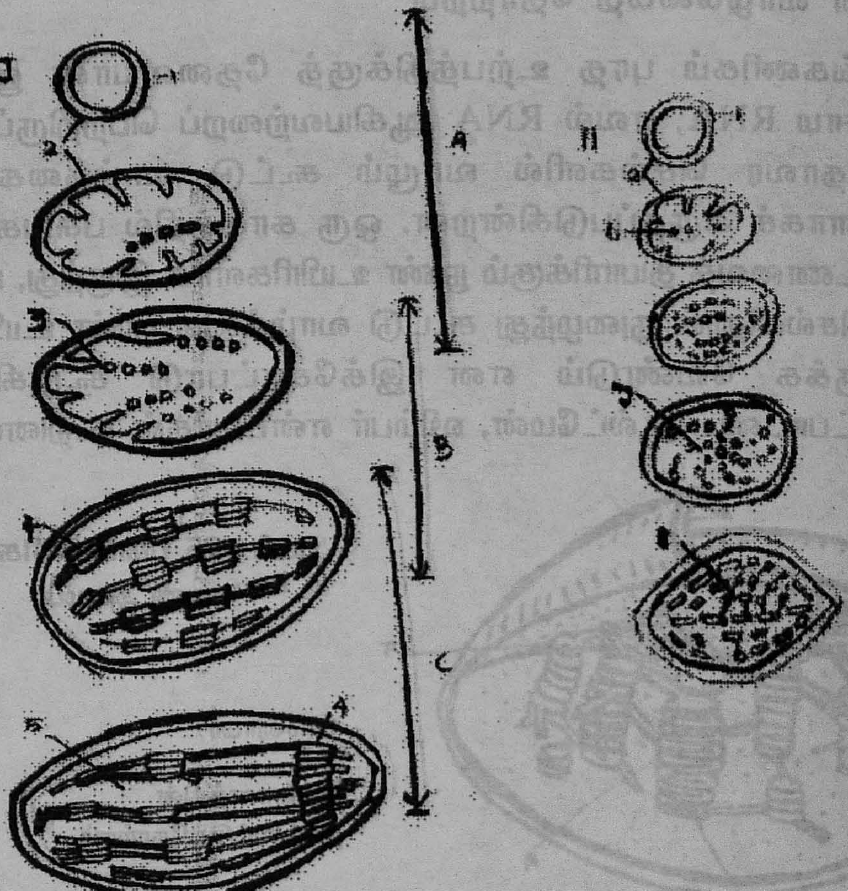
5. உடன் வாழ்க்கைத் தோற்றம்

பசுங்கணிகம் புரத உற்பத்திக்குத் தேவையான னுசூஹ, ரிபோசோம RNA, ஏவல் RNA ஆகியவற்றைப் பெற்றிருப்பதால், இவை தாவர செல்களில் வாழும் கூட்டு வாழ்க்கை நுண் உயிரிகளாகக் கருதப்படுகின்றன. ஒரு காலத்தில் பசுங்கணிகம் தானே உணவைத் தயாரிக்கும் நுண் உயிரிகளாக இருந்து, பின்னர் தாவர செல்லினுள் நுழைந்து கூட்டு வாழ்க்கை நுண் உயிரியாக மாறியிருக்க வேண்டும் என இக்கோட்பாடு கூறுகின்றது. இக்கோட்பாட்டை ஆல்ட்மேன், ஷிம்பர் என்பவர்கள் கூறினார்கள்.



படம்– 25. பசுங்கணிகத்தின் நுண் அமைப்பு

1. ஸ்ரோமா
2. கிரானத்தின் நீள்வெட்டுத்தோற்றம்
3. பசுங்கணிகத்தின் சவ்வு
4. நீட்சி



படம்– 26. பசுங்கணிகத்தின் வளர்ச்சி

I. ஒளியில் நடைபெறும் படிநிலைகள்　　II. இருளில் நடைபெறும் படிநிலைகள்

A. கணிக முன்னோடிபடிநிலை　　B. வேறுபாடடையும் படிநிலை

C. முதிர்ச்சியடையும் படிநிலை

1. கணிக முன்னோடி　　2. பசுங்கணிகத்தின் இருசவ்வுகள்

3. தட்டையான சிஸ்டர்னாக்கள்　　4. கிரானம்

5. ஸ்ரோமா　　6. குமிழ்கள்

7. முதல்நிலை கிரானம்　　8. படிக வலை

ஜீன்இயல்

மரபு ஜீன்இயல் (Classical Genetics)

ஜீன்இயல் என்பது உயிரினங்களில் காணப்படுகின்ற மரபுத்தொடர் மற்றும் நுணுக்க வேறுபாடுகள் பற்றி அறிய உதவும் அறிவியல் ஆகும். மரபுத்தொடர் என்பது உயிரினங்களில் காணப்படும் பண்புகளின் ஒற்றுமைகளையும், நுணுக்க வேறுபாடுகள் வேற்றுமைகளையும் குறிக்கின்றன. மரபுத்தொடர் நிகழ்வானது, பண்புகள் ஜீன்களின் மூலமாக பெற்றோர்களிடமிருந்து வழித்தோன்றல்களுக்கு அனுப்புவதின் மூலமாக நடைபெறுகிறது. அதே சமயத்தில் ஜீன்களில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் மூலமாக நுணுக்க வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன.

இனப்பெருக்கத்தின் பொழுது பண்புகளானது, ஜீன்கள் மூலமாக, கேமீட்டுகள் வழியாக பெற்றோர்களிடமிருந்து வழித்தோன்றல்களுக்கு கடத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு பண்புகளானது பெற்றோர்களிடமிருந்து, பிள்ளைகளுக்குக் கடத்தப்படுவதே மரபுத் தொடர் எனப்படும். வில்லியம் பேட்சன் (1906) என்பவர் முதன் முதலில் மரபு ஜீன்இயலைக் குறிக்கும் ஜெனிடிக்ஸ் என்ற சொல்லை பயன்படுத்தினார். கிரேக்கச் சொல்லான ஜெனிடிக்ஸ் என்ற சொல்லிற்குக் கைவரப் பெறுதல் எனப் பொருளாகும் உயிரினங்களின் பண்புகள் கைவரப்பெறுதல் ஜீன்இயலாகும்.

ஜீன்இயலின் தந்தை கிரிகார் ஜொஹன் மெண்டெல் என்பவர் ஆஸ்திரியா நாட்டில் 1822ம் ஆண்டு ஜீலை மாதம் 22ம் தேதி பிறந்தார். 1843ஆம் ஆண்டு ஆஸ்திரியாவில் ஓர கிறித்துவ மடாலயத்தில் சேர்ந்தார். பின்னர் 1851ஆம் ஆண்டு இயற்கை அறிவியலைப் படிக்க வியென்னாவிற்கு சென்றார். அங்கு அவர் கணிதம் மற்றும் இயற்கை அறிவியல் ஆகியவற்றைப் பயின்று, பின்னர் பள்ளி ஒன்றில் ஆசிரியராகப் பணிபுரிந்தார். இவர் மடாலயத்தில் பணிபுரிந்தபொழுது, அங்குள்ள பூந்தோட்டத்தில் பட்டாணித் தாவரங்களை வளர்ந்து புகழ்பெற்ற சோதனைகளைச் செய்துவந்தார். இவர் பட்டாணிச் செடியில் பல கலவியாக்கில் சோதனைகளைச் செய்து, தான் கண்ட உண்மைகளை, இயற்கை

வரலாற்றுக் கழகத்தின் இரு கூட்டங்களில் எடுத்துக் கூறினார். பின்னர் அவற்றை பிரசுரித்தார். ஆனால் அச்சமயத்தில் இவரின் கண்டுபிடிப்புகள் எவருடைய கவனத்தையும் ஈர்க்கவில்லை. அச்சமயத்தில் டார்வின் இனத்தோற்ற கொள்கையைப் பற்றியும் விவாதத்தில் ஈடுபட்டிருந்தார். பின்னர் டிவிரிஸ் மட்டும் மேலும் இருவரும் தனித்தனியாக மெண்டெலின் கண்டுபிடிப்புகள் அடங்கிய ஆய்வை கணடுபிடித்து உலகத்திற்கு உணர்த்தினர். பின்னர் தாவரங்களில் பல ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு, மெண்டெல் செய்த ஆய்வு உண்மை என நிரூபிக்கப்பட்டது.

இவர்களில் வில்லியம் பேட்சன் என்பவர் முக்கியமானவர்.

மெண்டெலின் ஆய்வு

பட்டாணிச் செடிகளில் பரிசோதனைக்கு மெண்டெல் தேர்வு செய்த பண்புகள் ஒவ்வொன்றும் இரு மாற்றத் தோற்றங்களைப் பெற்றிருந்தன. மெண்டெலின் காரணிகள் (Factors) என்று அழைக்கப்பட்டுப் பின்னால் அல்லீல்கள் என அழைக்கப்பட்ட இரு காரணிகள் ஒவ்வொறு பண்பினையும் நிர்ணயம் செய்தன. மெண்டெல் மலரின் நிறம் என்ற பண்பில் சிவப்பு நிற மலர்களை உருவாக்கும் தாவரங்களையும், சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டார். இது போன்று மற்ற பண்புகளில் மாற்றுத் தோற்றங்களைக் கொண்ட தாவரங்களை தேர்வு செய்து, மொத்தம் 34 வகை பட்டாணித் தாவரங்களை பரிசோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டார். முதலில் இப்பண்புகள் பல தலைமுறைக்குப் பின்னும் மாறாமல் உள்ளதாக என்பதைக் கண்டறிந்தார். இப்பண்புகளைப் பொறுத்தவரையில் தாவரங்கள் அனைத்தும் தூய தாவரங்களாக உள்ளனவா என்பதை முதலில் கண்டறிந்து, அவற்றை சோதனைக்கு எடுத்துக்கொண்டார். பின்பு ஒரு பண்பினைச் சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டு அப்பண்பில் மாற்றுத் தோற்றம் உள்ள இரு தாவரங்களை செயற்முறையில் கலவியுறச் செய்தார். இதன் மூலம் தோன்றிய முதல் தலைமுறை தாவரத்தில் வெளிப்பட்ட பண்பு யாது என்பதையும், அத்தாவரம் தற்கலவியடையும் பொழுது இரண்டாம் தலைமுறையில் தாவரங்களின் எண்ணிக்கை, வெளிப்படுத்தும் பண்புகள் ஆகியவற்றை ஆய்வு செய்தார். இது போன்று பல கலவிகளைச் செய்து முடிவுகளை ஆராய்ந்து சில அடிப்படை உண்மைகளை கண்டறிந்தார். அவையாவன,

1. ஒவ்வொரு உயிரினமும் பல பண்புகளின் கூட்டாலானது

2. உயிரினத்தில் பண்புகள் யாவும் அவற்றில் உள்ள ஒரு இணை காரணிகளினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. அக்காரணிகளே அல்லீல்கள் என அழைக்கப் படுகிறது. ஒரு பண்பினை நிர்ணயம் செய்யும் இரண்டு அல்லீல்களும் சேர்ந்து ஒரு ஜீன் எனப்பட்டது.

3. ஒரு பண்பு வெளிப்பட இரு காரணிகள் தேவைப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக மஞ்சள் நிற விதை என்ற பண்பு வெளிப்பட லு.லு என்ற இரண்டு காரணிகள் தேவைப்படுகின்றன.

4. ஒவ்வொரு பண்பிற்கான இரு காரணிகளிலும் ஒன்று மட்டுமே கேமீட்டுகளில் ஒரு காரணி மட்டுமே காணப்படுகிறது.

5. ஒரு பண்பில் காணப்படும் ஒரு இணை மாற்றுத்தோற்றங்கள் எதிரிடைப் பண்புகள் ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக உயரம் என்ற பண்பை எடுத்துக்கொண்டால் அதன் இணைமாற்றுத் தோற்றங்கள் நெட்டை, குட்டையான ஆகிய இரண்டு எதிரிடை வெளிப்பாடுகள் ஆகும். இந்த எதிரிடைப் பண்புகளில் ஒன்று மட்டுமே ஒரு சமயத்தில் வெளிப்படும் என்பதையும் கூறினார்.

பேட்சன் என்பவர் இந்த எதிரிடைப் பண்புகளை அல்லீல்கள் (Alleles) அல்லது அல்லீல் மாற்றுருக்கள் (Allelomorphs) என அழைத்தார். ஆனால் இன்று ஒரு ஜீனின் இரு வேறுபட்ட வகைகளுக்கு அல்லீல்கள் என்று பெயர். இந்த ஜீன் இரண்டு அல்லீல்களும் குரோமோசோமுக்கு ஒன்றாக ஒத்த ஒத்த குரோமோசோம்களின் ஒரே புள்ளிகளில் காணப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, பட்டாணித் தாவரத்தில் உயரம் என்ற பண்பில் நெட்டை, குட்டை என்ற எதிரிடைப்பண்புகளில், நெட்டைப் பண்பிற்கான ஒரு ஜீனின் அல்லீல் அத்தாவரத்தின் எந்த ஒத்த குரோமோசோமின் எந்த இலக்கில் காணப்படுகிறதோ அதே போல் குட்டை பண்பிற்கான அதே ஜீனின் மற்றொரு அல்லீல் இணையான மற்றொரு ஒத்த குரோமோசோமின் அதே இலக்கில் காணப்படும். பட்டாணித் தாவரத்தில் மெண்டெல் ஏழு நேரடி எதிரிடைப் பண்புகளை தன் ஆய்வுக்குத் தேர்வு செய்து கொண்டார் அவை

பண்புகள்	இருமாற்றுத் தோற்றம்		
1. தாவரத்தண்டின் நீளம்	நெட்டை	x	குட்டை
2. தாவரத்தின் மலர் அமைவிடம்	கோணம் அமைந்த மலர்	x	நுனி அமைந்த மலர்
3. கனியின் நிறம்	பச்சை	x	மஞ்சள்
4. கனியின் வடிவம்	தட்டையான முழுமையான கனி	x	இருக்கங்கள் கொண்ட கனி
5. விதையின் வடிவம்	வட்டமான விதை	x	மடிப்புகள் கொண்ட விதை
6. விதை உறை நிறம்	சாம்பல்	x	வெள்ளை
7. வித்திலையின் நிறம்	மஞ்சள்	x	பச்சை

எதிரிடைப் பண்புகளில் ஓங்கு பண்பும், ஒடுங்கு பண்பும் இருக்கும், இவற்றை முறையே ஓங்கு காரணிகளும், ஒடுங்கு காரணிகளும் நிர்ணயம் செய்வதாகக் கூறுகிறார் மெண்டெல் .

பொதுவாக ஓங்கு பண்பு வெளிப்பட இக் காரணிகள் ஒன்று மட்டும் ஓங்கு காரணியாக இருந்தால் போதும். ஆனால் ஒடுங்கு பண்பு வெளிப்பட இருகாரணிகளும் ஒடுங்கு காரணிகளாக இருக்கவேண்டும் என மெண்டெல் எடுத்துக்காட்டினார். ஒரு தாவரத்தை நெட்டைத் தாவரம் எனக் குறிப்பிடும் பொழுது அதன் புறத்தோற்றப் பண்பை புறவகையம் (Phenotype) என்றும், ஜீன் ஆக்கத்தை குறிப்பிடும் பொழுது ஜீன் வகையம் (Genotype) என்றும் குறிப்பிடலாம். இதன் அடிப்படையில் தலைமுறையில் தோன்றும் தாவரங்களின் தகவை புறத்தோற்றப் பண்பில், புறத்தோற்றப் பண்புத் த்கவு என்றும், ஜீன் ஆக்கத்தின் அடிப்படையில் ஜீன் ஆக்கத்தகவு என்றும் அழைப்பர்.

தூயதன்மை கொண்ட தாவரம் என்பது, எந்த ஒரு பண்பில் தாவரத்தின் இரு காரணிகளும் ஒத்த காரணிகளாக இருக்கின்றனவோ அப்பொழுது சுட்டப்படும். இவை கேமீட்டுகளை உருவாக்கும் பொழுது ஒரே வகை கேமீட்டுகளை உருவாக்கும். ஒரு தாவரமானது எந்த ஒரு பண்பிற்கும் இரண்டு வேறுபட்ட காரணிகளைக் கொண்டிருந்தால் அது கலப்புத்தன்மை கொண்ட தாவரம் என அழைக்கப்படும். இது இரு வேறுபட்ட கேமீட்டுகளை அவை உருவாக்கும் மேற்கூறிய இரண்டு வகைத் தாவரங்களையும் முறையே ஒத்த பண்பினைவுத் தாவரம் (Homozygous) மாற்றுப் பண்பினைவுத் தாவரம் (Heterozygous) என்றும் அழைப்பர்.

TT = ஒத்தப் பண்பிணைவு/ தூய தன்மை

T = ஒருவகையான கேமீட்டுகள் உருவாக்கும்

Tt = மாற்றுப் பண்பிணைவு/ கலப்புத்தன்மை

T,t = இருவகை கேமீட்டுகள் உருவாக்கம்

மெண்டெலின் ஆய்வின் வெற்றிக்குக் காரணம் பட்டாணிச் செடியில் பல சாதகமான பண்புகள் இருந்ததே ஆகும். இவற்றைத்தவிர அவரின் ஆய்வு முறையும் ஒரு காரணமாக அமைந்தது. இவர் தனது சோதனைகளின் பொழுது ஒரு முறை, ஒரு இணை எதிரிடைப் பண்புகளை மட்டுமே எடுத்துக்கொண்டு ஆய்வு செய்தார். தனது முடிவுகளை, புள்ளியியல் அடிப்படையில் வெளியிட்டார். இதனால்தான் பாரம்பரியத்தின் இயக்கமுறை பற்றி ஒரு தீர்க்கமான முடிவிற்கு அவரால் வர முடிந்தது.

ஒருபண்பு கலப்புச் சோதனை

ஒருபண்பு கலப்பு என்பது, ஒரு பண்பின் இரு மாற்றுத் தோற்றங்களைத் தனித்தனியாகப் பெற்ற இரு தாவரங்கள் கலிவியுறும் கலவி ஆகும். இச்சோதனையில் ஒரு தாவரத்திற்கும் பலபண்புக்ள் இருந்தாலும் ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பை மட்டுமே அடிப்படையாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. மெண்டெல் ஒருபண்பு கலப்புச் சோதனையில் பட்டாணிச் செடியின் உயரம் என்ற பண்பை மட்டுமே எடுத்துக் கொண்டார். முதலில் நெட்டை வகை தாவரங்களை பல தலைமுறைக்கு தற்கலவி அடையச் செய்து, ஒவ்வொரு தலைமுறையிலும் நெட்டை பண்பு வெளிப்படுகிறதா என்பதை கண்டறிந்தார். இதன் மூலம் தாவரம் நெட்டை பண்பை கொண்ட தூயதன்மை கொண்ட தாவரம் என்பதை உறுதி செய்தார். இதேபோல் குட்டைத் தாவரத்திலும் தற்கலவி அடையச் செய்து, தூயத் தன்மை உள்ளதா என்பதை கண்டறிந்தார். பின்னர் இரு தாவரங்களையும் தனித்தனியே வளர்த்து, குட்டைச்செடியின் பூக்களின் மகரந்தங்களை நெட்டைச் செடியின் பூவின் சூலக முடிக்கு அயல் மகரந்த சேர்க்கை செய்து, அம் மலர்களை மூடிவைத்தார். பின்னர் இவற்றின் விதைகளை சேகரித்து முளைக்கச்செய்து, F1 சந்ததியின் தாவரங்கள் அனைத்தும் நெட்டையாக இருப்பதைக் கண்டார். இதில் பெற்றோர்கள் பண்பில்

இரண்டில் ஒரு பண்பு மட்டுமே கு1 சந்ததியில் வெளிப்பட்டது. இதை ஓங்கு பண்பு என்றும், வெளிப்படாத பண்பை ஒடுங்கு பண்பு என்றும் மெண்டெல் குறிப்பிட்டார். இதில் நெட்டை பண்பு ஓங்கு பண்பாகும், குட்டைபண்பு ஒடுங்கு பண்பாகும். F1 சந்ததியின் அனைத்து தாவரங்களும் கலப்பின நெட்டை வகை என்பதைக் கண்டறிந்தார்.

ஆனால் இரண்டாம் சந்ததியில் (F2) இருவகைப் பெற்றோர்களின் பண்பும் வெளிப்பட்டன. இதில் 75% ஓங்கு பண்பை கொண்ட நெட்டை வகைத் தாவரங்களும் 25% ஒடுங்கு பண்பைக் கொண்ட குட்டை வகைத் தாவரங்களும் இருப்பதைக் கண்டார். இது புறத்தோற்ற பண்பின் அடிப்படையில் தரப்பட்ட தகவு 3 : 1, ஆனால் ஜீன் ஆக்கத் தகவு 1 : 2 : 1. ஏனென்றால் ஒரு மடங்கு தாவரங்கள் தூய நெட்டை மட்டும் குட்டை வகையாகவும், இரு மடங்கு தாவரங்கள் கலப்பின நெட்டை வகையாகவும் இருந்தன. இச்சோதனையை எளியமுறையில் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

பெற்றோர்

நெட்டை பட்டாணிச் செடி — குட்டை பட்டாணிச் செடி

TT — tt

கலப்பின நெட்டை Tt (தற்கலவி செய்யப்படுதல்) x Tt

F1 சந்ததி

கேமீட்டுகள் ♀ (T)(t) — ♂ (T)(t)

புன்னெட் சதுரம்

	(T)	(t)
(T)	TT	tt
(t)	Tt	tt

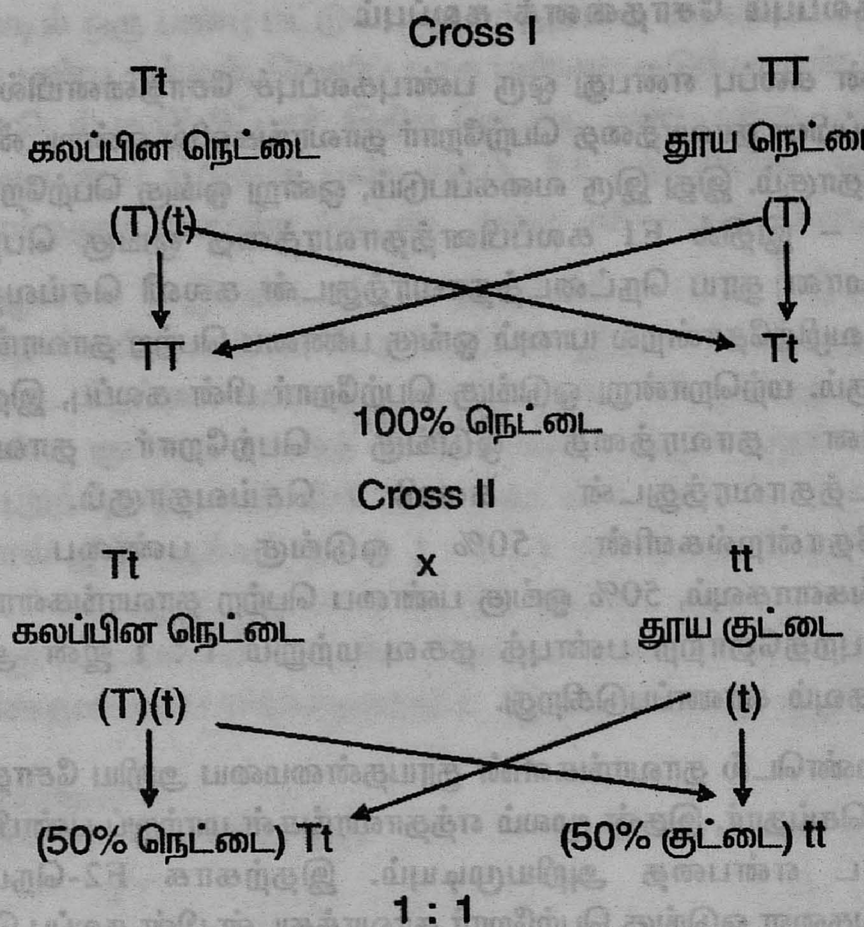
F2 சந்ததி : TT Tt Tt tt

தூய நெட்டை		கலப்பின நெட்டை		தூய குட்டை
1	:	2	:	1
		3	:	1 (குட்டை)
		(நெட்டை)		

பின் கலப்பும் சோதனைக் கலப்பும்

பின் கலப்பு என்பது ஒரு பண்புகலப்புச் சோதனையில் பெற்ற F1-கலப்பின தாவரத்தை பெற்றோர் தாவரங்களில் ஒன்றுடன் கலவி செய்வதாகும். இது இரு வகைப்படும், ஒன்று ஓங்கு பெற்றோர் பின் கலப்பு – இதில் F1 கலப்பினத்தாவரத்தை ஓங்கு பெற்றோர் தாவரமான தூய நெட்டைத்தாவரத்துடன் கலவி செய்வதாகும். இதன் வழித்தோன்றல் யாவும் ஓங்கு பண்பை பெற்ற தாவரங்களாக இருக்கும். மற்றொன்று ஒடுங்கு பெற்றோர் பின் கலப்பு, இதில் கு1 கலப்பின தாவரத்தை ஒடுங்கு பெற்றோர் தாவரமான குட்டைத்தாவரத்துடன் கலவி செய்வதாகும். இதன் வழித்தோன்றல்களின் 50% ஒடுங்கு பண்பை பெற்ற தாவரங்களாகவும், 50% ஓங்கு பண்பை பெற்ற தாவரங்களாக 1 : 1 என்ற புறத்தோற்ற பண்புத் தகவு மற்றும் 1 : 1 ஜீன் ஆக்கத் தகவாதவும் காணப்படுகிறது.

மெண்டெல் தாவரங்களின் தூயதன்மையை அறிய சோதனைக் கலப்பு செய்தார். இதன் மூலம் எத்தாவரங்கள் மாற்றுப் பண்பினைவு நெட்டை என்பதை அறியமுடியும். இதற்காக F2-நெட்டைத் தாவரங்களை ஒடுங்கு பெற்றோர் தாவரத்துடன் பின் கலப்பு செய்யும் பொழுது, எந்த கு2 தாவரம் பின் கலப்பில் நெட்டை மற்றும் குட்டைப் பண்புகளை 1 : 1 என்ற தகவில் உண்டாக்குகிறதோ அத்தாவரத்தை கலப்பின நெட்டை எனலாம். இதற்கு ஒடுங்கு பெற்றோர் பின் கலப்பு அல்லது சோதனைக்கலப்பு என்று பெயர்.



இருபண்பு கலப்புச் சோதனை

இரு தாவரங்களின் இரு வேறுபட்ட பண்புகளின் மாற்றுத் தோற்றங்களை கலவியுரும் கலவி இரு பண்புகலப்புச் சோதனை ஆகும். இதனால் இரு இணைப் பண்புகள் ஒரே தருணத்தில் மரபு வழி அடைவதாக மெண்டெல் கண்டறிந்தார். இச்சோதனைக்கும் மெண்டெல் பட்டாணி செடியை விதை வடிவம், மற்றும் வித்திலையின் நிறம் என்ற மாறுபட்ட மரபுப் பண்புகளை சோதனைக்கு எடுத்து கொண்டார். உருண்டையான விதையும் மஞ்சள் நிற வித்திலையும் கொண்ட தாவரத்துடன் சுருங்கிய விதையும், பச்சை நிற வித்திலை கொண்ட தாவரத்தை கலவி செய்தார். இதில் உருண்டை விதையும், மஞ்சள் நிற வித்திலைப் பண்பும் ஓங்கு பண்புகளாகவும், சுருங்கிய விதையும், பச்சை நிற வித்திலை பண்பும், ஒடுங்கிய பண்புகளாக இருக்கின்றன. இதற்கு காரணம், முதல் தலைமுறையில் உருண்டை விதையும், மஞ்சள் நிற வித்திலைகளையும் கொண்ட தாவரங்கள் காணப்படுவதே. இந்த

முதல் தலைமுறை தாவரங்கள் தற்கலவி செய்யும் பொழுது உருவான, இரண்டாம் தலைமுறையின தாவரங்களின் விதையில் பெற்றோர்களின் பண்புடன் புதிய பண்பும் சேர்ந்து புதிய விதைகள் தோன்றின. இதன் விளைவு, இரண்டாம் தலைமுறையில் உருவான 556 விதைகளில், 315 விதைகள் உருண்டையானதாகவும், மஞ்சள் நிற வித்திலைகளையும் பெற்றிருந்தன, 108 விதைகள் உருண்டையானதாகவும், பச்சை நிற வித்திலைகளையும் பெற்று 9 : 3 : 3 : 1 என்ற தகவில் அமைகிறது. இதில் 9 தகவு தாவரங்கள் இரண்டு ஒங்கு பண்புகளையும், 6 தகவு தாவரங்கள் குறைந்தது ஒரு ஒங்கு பண்பையும், 1 தகவு தாவரங்கள் இரண்டு ஒடுங்கு பண்புகளையும் பெற்றுள்ளன. இச்சோதனை மூலம் மெண்டெல் புதிய பண்பு சேர்க்கைகள் உருவாவதை கண்டறிந்தார். இதற்கு காரணம் இருபண்பிற்கானக் காரணிகள் சார்பின்றி ஒதுங்கி, 4 விதமான கேமிட்டுகள் உருவாகி புதிய விதமான சேர்க்கைகள் உருவாகின்றன.

பெற்றோர் :

உருண்டை விதை மஞ்சள் நிற வித்திலை		சுருங்கிய விதை பச்சை நிற வித்திலை
RR YY	X	rr yy
(Round Yellow)		(Wrinkled green)
(RY)		ry

Rr Yy

F_1 : உருண்டை விதை மஞ்சள் நிற வித்திலை (தற்கலவி செய்தல்

கேமீட்டுகள்

C(RY) (Ry) (rY) (ry)   E (RY) (Ry) (rY) (ry)

புன்னெட் சதுரம்

	RY	Ry	rY	ry
RY	- RRYY	- RRYy	- RrYY	- RrYy
Ry	- RRYy	⊗ RRyy	- RrYy	⊗ Rryy
rY	- RrYY	- RrYy	⊕ rrYY	⊕ rrYy
ry	- RrYy	⊗ Rryy	⊕ rrYy	- rryy

-உருண்டை மஞ்சள் = 9
⊗ உருண்டை பச்சை = 3
⊕ சுருங்கிய மஞ்சள் = 3
(-)சுருங்கிய பச்சை = 1

9 : 3 : 3 : 1

மெண்டெலின் மரபியல் விதிகள்

மெண்டெல் தனது பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் சில விதிகளை உருவாக்கினார். இவற்றிற்கு மெண்டெலின் விதிகள் என்று பெயர். மெண்டெலின் 3 விதிகள் ஒரு பண்புக் கலப்புச் சோதனையின் அடிப்படையில் உருவானவை.

(i) அலகுப் பண்பு விதி (Law of Unit Characters)

ஒவ்வொரு உயிரினமும் பல பண்புகளின் கூட்டால் ஆனது. பண்புகள் காரணிகள் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பண்பும் வெளிப்பட இரு காரணிகள் தேவைப்படுகின்றன.

(ii) ஓங்கு பண்பு விதி (Law of Dominance)

இரு தூய தாவரங்கள் ஒரு பண்புக் கலப்பில் கலவியுறும் பொழுது, ஒன்றின் பண்பு மட்டுமே முதல் கலப்புச் சந்ததியில் தோன்றும். இவ்வாறு வெளிப்படும் பண்பிற்கு ஓங்கு பண்பு என்று பெயர்.

(iii) தனித்துப் பிரிதல் விதி அல்லது கேமீட்டுகளின் கலப்பற்ற தன்மை விதி (Law of Separation or Law of Purity of Gametes)

ஒரு பண்பின் இரு மாற்றுத் தோற்றங்களை பெற்ற இரு தூய தாவரங்கள் கலவியுறும் போது அவற்றின் வேறுபட்ட காரணிகள் முதல் தலைமுறையில் உருவான கலப்பினத்திற்குக்

கொண்டுவரப்படுகின்றன. இவை ஒன்றாக கலந்துவிடுவதில்லை. ஆனால் இக்கலப்பினத்தாவரம் கேமீட்டுகளை உருவாக்கும் போது இக்காரணிகள் தனித்துப் பிரிகின்றன. எனவே, கலப்பினமாக இருந்தாலும் கேமீட்டுகள் கலப்பற்றதன்மையாக இருக்கும்.

மெண்டெலின் இரு பண்பு கலப்புச் சோதனையின் அடிப்படையில் தரப்பட்ட இரு விதிகள்

1. சார்பின்றி ஒதுங்குதல் விதி (Law of Independent assortment)

இரு வேறுபட்ட பண்புகளின் மாற்றுத் தோற்றங்களைத் தனித்தனியே பெற்ற இரு தூய தாவரங்களை கலவியுறுத்தும் போது உருவாகும் முதல் தலைமுறை தாவரத்தின் கேமீட்டுகளில் ஒரு பண்புக்கான இரு காரணிகள் தனித்துப் பிரிதல் நிகழ்வு மற்றொரு பண்பின் இரு காரணிகள் தனித்துப் பிரிதல் நிகழ்வை சார்ந்திருப்பதில்லை. எனவே இரு வேறுபட்ட பண்புகளுக்கான காரணிகள் ஒன்றுக்கொன்று சார்பின்றி ஒதுங்குகின்றன.

2. மறுசேர்க்கை விதி

எந்த உயிரினத்தின் புறத்தோற்றமும் அதன் ஜீன் ஆக்கத்தினால் உருவாகிறது. ஆனால் காரணி சேர்க்கை நிகழ்வு காரணமாகப் பல்வேறு பண்புகள் தோன்றி, காரணிகள் தனித்தனியே சார்பின்றி பிரிந்து, மறுசேர்க்கைகள் நிகழ்வதால் புதிய பண்புச்சேர்க்கைகள் உருவாகின்றன. எனவேதான் ஒரு இனத்தில் பல்வேறு மாற்றுப் பண்புகள் தோன்றுகின்றன.

ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு

காரணிகள் தனித்துப் பிரியும் போது சார்பின்றி ஒதுங்குகின்றன என்பதை மெண்டெல் செய்த சோதனை மூலம் அறிய முடிந்தது. மேலும் ஒங்கு தன்மை முழுமை பெற்றுக் காணப்படுவதை அவர் எடுத்துக் காட்டினார். ஒவ்வொரு பண்பையும் ஒரு இணைக் காரணிகள் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்ற கருத்தினைப் பட்டாணிச் செடியின் ஆய்வின் மூலம் மெண்டெல் உணர்த்தினார். இதை மறு ஆய்வு செய்த டீவிரிஸ் என்பவர், எல்லா உயிரினங்களிலும் ஒரு பண்பு உருவாகுவதற்கு ஒரு ஜீன் (பொதுவாக ஒரு இணை அல்லீல்களைப் பெற்ற) காரணமாக உள்ளது என்ற தத்துவத்தை

வெளியிட்டார். இதற்கு ஒரு ஜீன் ஒரு பண்புக் கோட்பாடு (One gene one trait hypothesis) என்று பெயர். மேலும் இத்தத்துவம் அனைத்து உயிரினங்களுக்குப் பொதுவானதாக இல்லை என்பது பல மரபியல் ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன. ஏனென்றால் ஒரு சில சமயங்களில் பல ஜீன்கள் கூட்டாகச் சேர்ந்து ஒரே பண்பினை உருவாக்குகின்றன என்றும் சில நேரங்களில் ஒரு ஜீன் வேறுபட்ட பல பண்புகளை உருவாக்குகின்றன. மெண்டெலின் பின்னால் மேற்கொள்ளப்பட்ட சில ஆய்வின் மூலம் தெரியவந்தது. எனவே ஜீன்கள் பல தோற்ற விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. ஜீன்கள் ஒவ்வொன்றும் தனித்தனி அலகாக செயல்பாட்டாலும் அவை யாவும் சிக்கலான முறையில் கூட்டாகச் சேர்ந்தும் செயல்படுகின்றன. இந்த செயலுக்கு ஜீன்களின் இடைச் செயல் (Interaction of genes) என்றும் பெயர் உண்டு. இக்கருத்திற்கு "காரணிக் கோட்பாடு'' (Factor hypothesis) என்று பெயர். பேட்சன் என்ற மரபியல் வல்லுநர் முதன் முதலாக இக்கோட்பாட்டை தெரிவித்தார். இக்கோட்பாட்டின் படி ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல், மெண்டெலின் சோதனை முடிவுகளுக்கு மாற்றான ஒருசில புதிய மரபியல் தகவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல், ஜீன்களின் தன்மைக்கு ஏற்ப இரு வகைகளாக பிரிக்கப்படுகிறது.

a. அல்லீல்களாக உள்ள ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு

b. அல்லீல்கள் செயல்படாத ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு

a. அல்லீல்களாக உள்ள ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு (Allelie gene interaction)

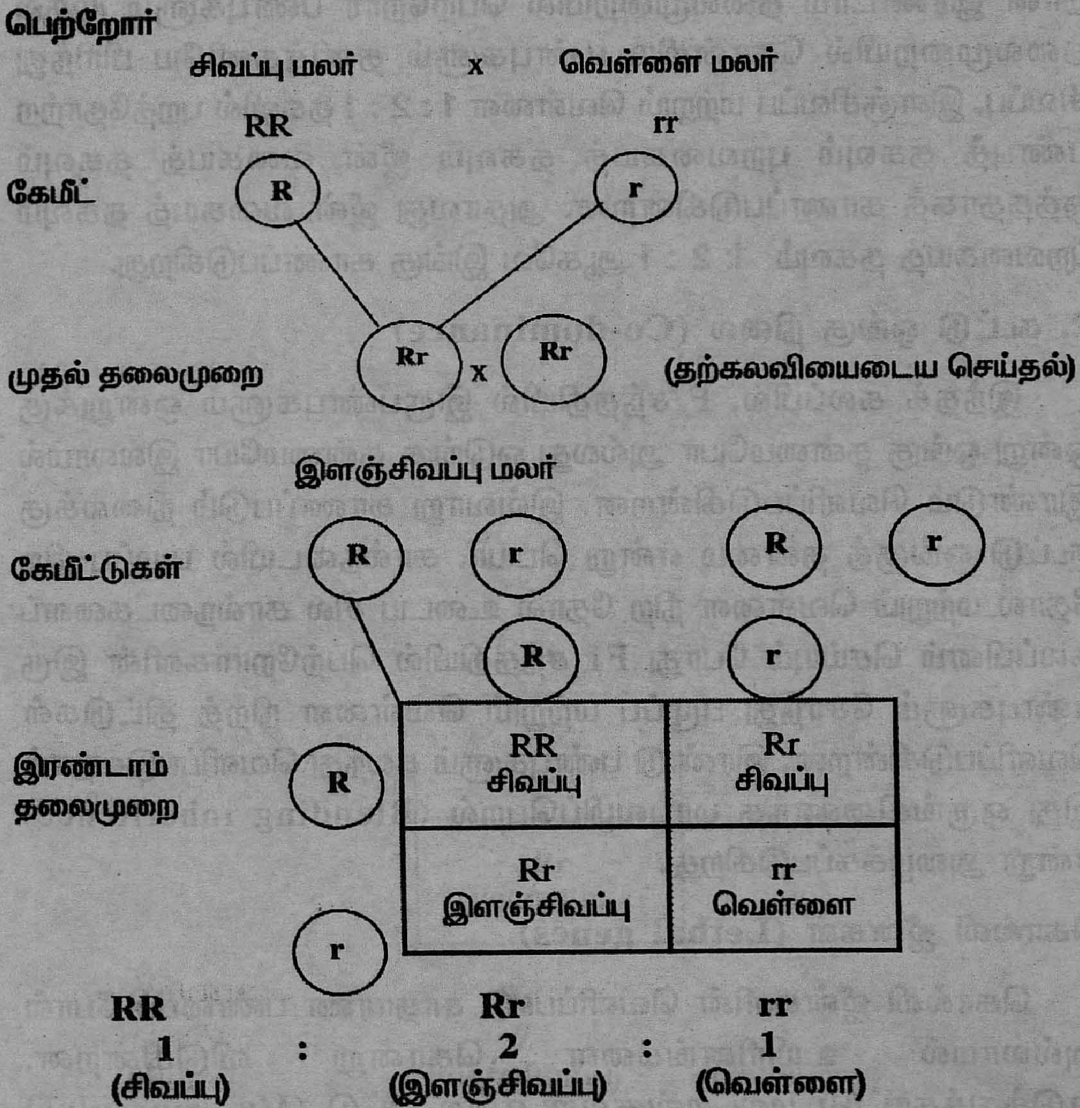
அல்லீல்களாக உள்ள ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவுகளினால் உருவாகும் மரபியலின் தகவு மாற்றங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் பின் வருமாறு:

1. முழுமைபெறா ஓங்குநிலை (Incomplete Dominance)

மெண்டெல் விதிப்படி முழுமை பெற்ற ஓங்கு தன்மை காணப்படுவது எல்லா தாவரங்களிலும் காணப்படுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக அந்தி மந்தாரை தாவரத்தில் மெண்டெல் விதிக்கு சற்று மாறுதலான முடிவுகள் காணப்படுகின்றன. பேட்சன்,

புன்னெட் என்ற மரபியல் வல்லுநர்கள் இக்கருத்தினை முதன் முதலில் வெளியிட்டார்கள்.

சிவந்த மலரைக் கொண்ட அந்திமந்தாரையையும் வெள்ளை மலரைக் கொண்ட அந்திமந்தாரையையும் கலவி செய்த போது முதல் தலை முறையில் இளஞ்சிவப்பு மலர்கள் தோன்றின. இந்த இளஞ்சிவப்பு நிற மலரைக் கொண்ட அந்திமந்தாரைத் தாவரங்களைத் தற்கலவி செய்து இரண்டாம் தலைமுறை உருவாக்கிய போது அவற்றில் ஒரு பங்கு தாவரங்கள் சிவப்பு மலரையையும், இருபங்கு தாவரங்கள் இளஞ்சிவப்பு மலரையும் ஒரு பங்கு வெண்மை நிற மலரையையும் பெற்று காணப்பட்டன.



இக்கலவி சோதனை மெண்டெலின் ஒரு பண்புக் கலப்பு சோதனையை தழுவியது தான் என்றாலும் அந்திமந்தாரை மலரில் ஓங்கு தன்மை இல்லாதது தான் மெண்டெல் விதிக்கு மாறுபட்டு காணப்படுகிறது. இக்கலவி சோதனையின் முடிவின்படி அந்திமந்தாரையில் எந்த அல்லீலும் மற்ற அல்லீல்களின் மேல் ஆதிக்கம் செலுத்தும் திறன் பெற்றவை அல்ல என்பது அறியப்பட்டது. எனவே பெற்றோர்களிடம் உருவாகும் கேமீட்டுகள் இரண்டும் சேர்ந்து சிவப்பு மற்றும் வெள்ளை மலருக்குப் பதிலாக இடைப்பட்ட நிறத்தை உண்டாக்குகின்றன. இது இந்த இரண்டு அல்லீல்களின் கூட்டுச் செயல்களின் விளைவாகத் தோன்றுகிறது.

முதல் தலைமுறையில் அல்லீல்கள் ஒன்றாகக் கலக்காததினால் தான் இரண்டாம் தலைமுறையில் பெற்றோர் பண்புகளும் முதல் தலைமுறையில் தோன்றிய பண்புகளும் தனித்தனியே பிரிந்து சிவப்பு, இளஞ்சிவப்பு மற்றும் வெள்ளை 1 : 2 : 1 தகவில் புறத்தோற்ற பண்புத் தகவும் புறவகையத் தகவும் ஜீன் வகையத் தகவும் ஒத்ததாகத் காணப்படுகின்றன. அதாவது ஜீன் வகையத் தகவும் புறவகையத் தகவும் 1: 2 : 1 ஆகவே இங்கு காணப்படுகிறது.

2. கூட்டு ஓங்கு நிலை (Co-dominance)

இந்தக் கலப்பில், F சந்ததியில் இருபண்புகளும் ஒன்றுக்கு ஒன்று ஓங்கு தன்மையோ அல்லது ஒடுங்கு தன்மையோ இல்லாமல் இரண்டும் வெளிப்படுகின்றன. இவ்வாறு காணப்படும் நிலைக்கு கூட்டு ஓங்குத் தன்மை என்று பெயர். கால்நடையில் பழுப்பு நிற தோல் மற்றும் வெள்ளை நிற தோல் உடைய சில கால்நடைகளைப் கலப்பினம் செய்யும் போது F1 சந்ததியில் பெற்றோர்களின் இரு பண்புகளும் சேர்ந்து பழுப்பு மற்றும் வெள்ளை நிறத் திட்டுகள் வெளிப்படுகின்றன. இரண்டு பண்புகளும் கலந்து வெளிப்படுவதால் இது ஒருங்கிணைந்த மரபுவழிப்பெறல் (Blending inheritence) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

கொல்லி ஜீன்கள் (Lethal genes)

கொல்லி ஜீன்களின் வெளிப்பாடு சாதாரண பண்பைப் போல் அல்லாமல் உயிரினங்களை கொன்று விடுகின்றன. (எடுத்துக்காட்டு) *மஸ் மஸ்குலஸ்* என்ற வீட்டு (*Mus musculus*) எலியின் தோல் நிறம்.

இவ்வகை எலிகளில் காணும் மஞ்சள் நிறம், கருப்பு மற்றும் வெள்ளை நிற பண்புகளைவிட ஓங்கு தன்மையுடையது. மஞ்சள் நிற எலியை கருப்பு நிற எலியுடன் கலவி செய்தபோது பெற்றோர்களின் இரு பண்புகளும் 1 : 1 என்ற தகவில் தோன்றின. எனவே மஞ்சள் நிறமுடைய எலி ஒரு கலப்பினம் என்பது உணரமுடிகிறது.

இவ்வகை மஞ்சள் நிறமுடைய இரண்டு எலிகளைக் கலவியுறச் செய்யும் போது 2 : 1 என்ற தகவில் F2 சந்ததி அமைகின்றது. இது மெண்டெலின் 1 : 2: 1 என்ற தகவிற்குமாறாக உள்ளது. இதற்கு காரணம் கொல்லி ஜீன்கள் ஆகும்.

YY என்ற ஜீன் வகையம் கொண்ட எலிகள் பெரும்பாலும் இறந்துவிடுகின்றன. ஓங்கு தன்மையுடைய இந்த இரு ஜீன்களின் இடையே ஏற்படும் கூட்டுச் செயல் விளைவாகத்

தூய மஞ்சள் நிறமுடைய எலிகள் கருவிலேயே அழிந்து விடுகின்றன. இதற்குக் கொல்லி பண்புகள் என்று பெயர்.

பெற்றோர் YY x Yy
மஞ்சள் மஞ்சள்

கேமீட்டுகள் (Y) (y) (Y) (y)

F_2 YY Yy Yy Yy
1 2 1
கொல்லி மஞ்சள் கருப்பு

பாலிணைந்த கொல்லி ஜீன்கள் (Sex linked lethal)

பால் தன்மையை வெளிப்படுத்தும் குரோம்சோம்களில் கொல்லி ஜீன்கள் இருந்தால் அதற்குப் பாலிணைந்த கொல்லி ஜீன்கள் என்று பெயர். இதன் விளைவாக இயல்பான 1 : 1 என்ற தகவிற்க்கு பதிலாக 2 : 1 என்ற பால் தகவு உண்டாகிறது. எடுத்துக்காட்டாக டிரோசோபைலா என்ற பழ பூச்சியில் இந்த கொல்லி ஜீன் X குரோமோசோமில் சில நேரங்களில் காணப்படும். பெண் yy பூச்சிகளில் காணப்படும் இரண்டு X குரோமோசோம்களில் ஒரு X

குரோசோமில் ஜீனைப் பெற்றிருக்கலாம். இயல்பாக இது ஒடுங்கு ஜீனாக காணப்படுகிறது. ஆகையால் இரண்டு X குரோமோசோம்கள் ஒன்று கொல்லி ஜீன்கள் மட்டும் அமைந்து விட்டால் இப்பூச்சிகள் இறந்து விடுகின்றன. கொல்லி ஜீன்களைக் கொண்ட ஒரு பெண் பூச்சியை (XX) இயல்பான ஆண் பூச்சியுடன் (XY) கலவியுரும்போது 1 : 2 : 1 என்ற தகவிற்கு பதிலாக 1 : 1 என்ற தகவு கிடைக்கிறது.

பெற்றோர்	கொல்லி ஜீனைதாங்கி வரும் பெண்	இயல்பான ஆண் பூச்சி
	XX	XY
கேமீட்டுகள்	X X	X Y

F_1

	X	Y
X	XX இயல்பான பெண்	XY இயல்பான ஆண்
Y	XX கொல்லி ஜீன்களுடைய பெண்	XY இறந்துவிடுகின்றன

முதல் தலைமுறையில் தோன்றும் ஆண் பூச்சிகளின் X குரோமோசோமில் கொல்லி ஜீன்கள் இருப்பின் அவை இறந்து விடுகின்றன. ஏனென்றால் கொல்லி ஜீன் உருவாக்கும் விளைவை ஒடுக்க உதவும் ஓங்கு ஜீன் Y குரோமோசோமில் இருப்பதில்லை.

II. அல்லீல்கள் ஈடுபடாத ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு (Non-allelic interaction)

ஒரே குரோமோசோமில் அல்லது மாறுபட்ட குரோமோசோமின் பல இலக்குகளில் காணப்படும் வேறுபட்ட ஜீன்களுக்கிடையே கூட்டுச் செயல் நடைபெற்றால் அதற்கு அல்லீல்கள் அல்லாத

ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் என்று பெயர். இதன் விளைவாக மெண்டெலின் இருபண்பு கலப்பினத் தகவு 9 : 3 : 3 : 1 மாற்றமடைந்து பல வேறுபட்ட தகவுகள் உருவாகின்றன.

நிரப்பீட்டுக் காரணிகள் (9 : 7) (Complementary factors)

ஒரே குரோமோசோமில் வெவ்வேறு இலக்குகளில் அல்லது வேறுபட்ட குரோமோசோம்களில் உள்ள இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஓங்கு ஜீன்களிடையே கூட்டுச் செயல் நிகழ்ந்து புதிய பண்புகளை உருவாக்கினால் அவை நிரப்பீட்டுக் காரணிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும் ஏதாவது ஒரு ஓங்கு ஜீன் இல்லையென்றாலும் அதற்குரிய பண்புகளை இந்த நிரப்பீட்டு ஜீன்கள் உருவாக்கும்.

எடுத்துக்காட்டு : பேட்சன் மற்றும் புன்னட் போன்ற அறிஞர்கள் பட்டாணித் தாவரத்தில் சோதனையை மேற்கொண்டனர். வித்தியாசமான பண்புகளை உடைய இரண்டு வெள்ளை மலர் தாவரங்களைக் கலப்பு செய்த போது F1 சந்ததியில் சிவப்பு வண்ணமலர் கொண்ட பட்டாணி தோன்றியது.

பெற்றோர் வெள்ளை மலர் வெள்ளை மலர்

CCaa x ccAA

கேமீட்டுகள் Ca cA

F_1 CcaA (தற்கலவியடையச் செய்தல் (சிவப்பு மலர்))

கேமீட்டுகள் CA Ca cA ca CA Ca cA ca

F_2

S / U	CA	Ca	cA	ca
CA	CcaA சிவப்பு	CcAa சிவப்பு	CcAA சிவப்பு	CcAa சிவப்பு
Ca	CcAa சிவப்பு	Ccaa வெள்ளை	CcAa சிவப்பு	Ccaa வெள்ளை
cA	CcAA வெளை	CcAa சிவப்பு	ccAA வெள்ளை	ccAa வெள்ளை
ca	CcAa சிவப்பு	Ccaa வெள்ளை	ccAa வெள்ளை	ccaa வெள்ளை

சிவப்பு வண்ண மலர்கள் தோன்றுவதற்கு குரோமோஜென் என்ற முன்னோடி பொருளும் அதை ஊக்குவிக்கும் நொதியும் தான் காரணம். C யும் A யும் இருந்தால் தான் சிவப்பு மலர்கள் தோன்றும். இவற்றில் C மட்டுமோ A மட்டுமோ இருந்தால் வெள்ளை மலர்தான் தோன்றும்.

ஏனெனில்

ஜீன் C → குரோமோஜென் உற்பத்தியையும்

ஜீன் A→நொதி உற்பத்தியையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. எனவே

A (குரோமோ ஜென்) + C (நொதி) → சிவப்பு வண்ணம் தோன்றக் காரணமாகின்றன.

இரு பெற்றோர்களில் ஒன்றில் குரோமோஜென் என்ற நிறத்தை உருவாக்கும் ஓங்கு ஜீன் மட்டும் உள்ளது. மற்றொன்றில் குரோமோஜென் பொருளை ஊக்குவித்து சிவப்பு நிறமாக்க உதவும் நொதிக்கான ஓங்கு ஜீன் காணப்படுகிறது. இந்த இரு ஓங்கு ஜீன்களும் சேர்ந்திருந்தால் சிவப்பு நிறமான பூக்களும் மற்றவை இருந்தால் வெள்ளை நிற மலர்களையும் உருவாக்குகின்றன.

துணை நிரப்பும் காரணி (Supplementary factors)

துணை நிரப்பும் காரணி என்பது சுதந்திரமான, இரண்டு நேரடி ஓங்கு ஜீன்களின் இடையே ஏற்படும் கூட்டு செயல்விளைவு. இதில் உள்ள ஒரு ஓங்கு ஜீனால் ஏற்படும் விளைவு மற்றொன்று இருந்தாலும் அல்லது இல்லையென்றாலும் உருவாகும். மேலும் முதல் ஜீனோடு இரண்டாவது ஓங்கு ஜீன் வந்து சேரும்போது புதிய பண்புகள் உருவாகும்.

எடுத்துக்காட்டு :

முத்துச்சோள விதையின் நிறம்

சாதாரணமாக முத்துச் சோளத்தில் கரும் இளஞ்சிவப்பு நிறம் மற்றும் பழுப்பு நிற விதைகள் காணப்படுகின்றன. கருஇளஞ்சிவப்பு வண்ண விதைப் பண்பு, பழுப்பு நிற விதைப் பண்பின் மேல் ஆதிக்கம் செலுத்துகிறது. கரும்இளஞ்சிவப்பு விதைகொண்ட சோளத்தை பழுப்பு நிற விதைகொண்ட சோளத்தோடு கலவியடைய செய்யும் போது சிவந்த இளஞ்சிவப்பு என்ற புதிய பண்பு தோன்றுகிறது. அதாவது கரும் இளஞ்சிவப்பு நிறத்திற்கான ஜீன் சுயுடன் பழுப்பு நிற பண்பை உருவாக்கும் P என்ற துணைக் காரணி காணப்படும்போது சிவந்த இளஞ்சிவப்பு RrPp என்ற நிறம் தோன்றுகிறது. P என்ற பழுப்பு நிற விதை ஜீனுடன் ஒடுங்கு பண்புடைய r துணைக் காரணி சேர்ந்திருக்கும்போது எந்த வித புதிய பண்பும் தோன்றாது. எனவே துணைக் காரணி ஓங்கு நிலையில் தனியே எந்த வித பண்பையும் உண்டாக்க முடிவதில்லை. F1 சந்ததி தற்கலவி அடையச் செய்யும்போது F2 வில் 9 : 3 : 3 : 1 என்ற தகவிற்கு மாறாக 9 : 3 : 4 என்ற புதிய தகவு தோன்றுகிறது.

பெற்றோர் கரும்இளஞ்சிவப்பு பழுப்பு

RRPP x rrPP

கேமீட்டுகள் (Rp) (rP)

F_1 RrpP x (தற்கலவியடையச் செய்தல்

(சிவந்த இளஞ்சிவப்பு))

கேமீட்டுகள் (RP) (Rp) (rP) (rp) x (RP) (Rp) (rp) (rp)

s

u	Rp	Rp	rP	rp
RP	RRPp சிவந்த இளஞ்சிவப்பு	RRPp சிவந்த இளஞ்சிவப்பு	RrPp சிவந்த இளஞ்சிவப்பு	RrPp சிவந்த இளஞ்சிவப்பு
Rp	RRPp சிவந்த இளஞ்சிவப்பு	RRpp கரும் இளஞ்சிவப்பு	RrPp சிவந்த இளஞ்சிவப்பு	Rrpp கரும் இளஞ்சிவப்பு
rP	RrPP சிவந்த இளஞ்சிவப்பு	RrPp சிவந்த இளஞ்சிவப்பு	rrpp பழுப்பு	rrPp பழுப்பு
rp	RrPp சிவந்த இளஞ்சிவப்பு	Rrpp கரும் இளஞ்சிவப்பு	rrPp பழுப்பு	rrpp பழுப்பு

சிவந்த இளஞ்சிவப்பு 9, கரும் இளஞ்சிவப்பு 3, பழுப்பு 4

மறைக்கும் காரணிகள் (Epistatic genes)

சில உயிரினங்களில் ஒரு இலக்கில் உள்ள ஜீன் மற்ற இலக்கில் உள்ள ஜீனின் குணத்தை மறைக்கின்றது அல்லது அது வெளிப்படுத்தும் பண்பை குறைக்கின்றது. எந்த ஜீன் மற்றொரு ஜீனை ஒடுங்கு ஜீனாக மாற்றுகிறதோ அதற்கு எபிஸ்டாடிக் ஜீன் என்று பெயர். எந்த ஜீன் ஒடுங்கு ஜீனாக மாறுகிறதோ அந்த ஜீனுக்கு ஹைபோஸ்டாடிக் ஜீன் என்று பெயர். இந்த நிகழ்ச்சிக்கு எபிஸ்டாசிஸ் என்று பெயர். ஒரு ஓங்கு ஜீன் மற்றொரு ஓங்கு ஜீனின் பண்பை மறைக்கின்ற காரணிக்கு ஓங்கு எபிஸ்டாசிஸ் என்றும் ஒரு ஒடுங்கு ஜீன் மற்றொரு ஓங்கு ஜீனின் பண்பை மறைக்கின்ற அந்நிகழ்விற்கு ஒடுங்கு எபிஸ்டாடிஸ் என்றும் பெயர்.

எடுத்துக்காட்டாக

பூசணி நிறம்

பொதுவாக பூசணி கனிகளில் வெள்ளை மற்றும் மஞ்சள் நிறங்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த இரு நிறத்திற்கான ஜீன்கள் ஓங்கு தன்மையுடையன. வெள்ளை நிற பூசணியை மஞ்சள் நிற பூசணியோடு கலவியடைய செய்யும் போது, F1 சந்ததியில் வெள்ளை நிற பூசணி தோன்றுகிறது. ஏனென்றால் வெள்ளை நிறத்திற்கான ஓங்கு ஜீன் மஞ்சள் நிற ஓங்கு ஜீனின் வெளிப்பாட்டை மறைக்கப்படுகின்றது. F1 சந்ததி தற்கலவியடைவதால் F2 சந்ததியில் மூன்றாவதாக பச்சை வண்ணம் என்ற புதிய பண்பும் தோன்றுகிறது. இதற்குக் காரணம், வெள்ளை மற்றும் மஞ்சள் நிற ஓங்கு ஜீன்கள் ஒடுங்கு ஜீன்களாக மாறும் போது பச்சை நிறம் தோன்றுகிறது. அதாவது வெள்ளை, மஞ்சள் மற்றும் பச்சை நிறக் கனிகள் 12:3:1 என்ற தகவில் உண்டாகின்றன.

பெற்றோர் வெள்ளை நிற கனி மஞ்சள் நிற கனி

WWyy x wwYY

கேமீட்டுகள் (Wy) (wY)

F_1 WwYy (தற்கலவியடையச் செய்தல் (வெள்ளை நிறக்கனி))

கேமீட்டுகள் (Wy) (Wy) (wY) (wy) x (WY) (Wy) (wY) (wy)

s u	WY	Wy	wY	wy
Wy	WWYY வெள்ளை	WWYy வெள்ளை	WwYY வெள்ளை	WwYy வெள்ளை
Wy	WWYy வெள்ளை	WWyy வெள்ளை	WwYy வெள்ளை	Wwyy வெள்ளை
wY	WwYY வெள்ளை	WwYy வெள்ளை	wwYY மஞ்சள்	wwYy மஞ்சள்
wy	WwYy சிவப்பு	Wwyy வெள்ளை	wwYy மஞ்சள்	wwyy பச்சை

ஒடுங்கு எபிஸ்டாடிஸ் தடைசெய்யும் காரணிகள்

தடைசெய்யும் காரணி ஓங்கு தன்மை நிலையில் மற்றொரு ஓங்கு ஜீனுடன் சேர்ந்திருக்கும் போது அந்த ஜீன் உருவாக்கக் கூடிய பண்பைத் தடைசெய்து ஒடுங்கு பண்பை வெளிவர செய்கிறது. மேலும் இந்த தடைசெய்யும் ஜீன்கள் தனியாக ஓங்கு தன்மையில் இருக்கும்போது வேறு எந்த வித பண்பையும் வெளிப்படுத்துவதில்லை. ஆகவே மீண்டும் ஒடுங்கு பண்பு தாவரத்தில் வெளிப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக

நெல் தண்டு நெல்லில் இளஞ்சிவப்பு வண்ண இலைப் பண்பு ஓங்கு பண்பாகவும், இளஞ்சிவப்பு நிறம் ஒடுங்கு பண்பாகவும் காணப்படுகிறது. ஒடுங்கு நிலையில் தடைசெய்யும் தன்மையுள்ள (ii) என்ற இளஞ்சிவப்பு நிற நெல் கொண்ட தாவரத்தையும் ஓங்கு நிலையில் தடைசெய்யும் தன்மையுள்ள (II) என்ற பசுமை நிற நெல் இலை தாவரத்தையும் கலவி அடைய செய்யும்போது F1 சந்ததியில்

பசுமை நிற பண்புடைய இலை உண்டாகின்றன. ஓங்கு பண்பாகிய இளஞ்சிவப்பு நிற இலை வெளிப்படாததற்கு தடைசெய்யும் காரணி இல்லாததே காரணமாகவும். இந்த F1 பசுமை நிற இலையுடைய தாவரத்தைத் தற்கலவி அடைய செய்யும் போது பசுமைநிற இலை மற்றும் இளஞ்சிவப்பு நிற இலைகள் கொண்ட தாவரம் 13:3 என்ற சதவிகிதத்தில் காணப்படுகின்றன.

பெற்றோர்	இளஞ்சிவப்பு நிற இலை		மஞ்சள் நிற கனி
	ii PP	x	I Ipp
கேமீட்டுகள்	iP		IP

F_1 IiPp (தற்கலவியடையச் செய்தல்)

கேமீட்டுகள் IP Ip iP ip

	IP	Ip	iP	ip
IP	IIPP பசுமை	IIPp பசுமை	IiPP பசுமை	IiPp பசுமை
Ip	I IPp பசுமை	IIpp பசுமை	IiPp பசுமை	Iipp பசுமை
ip	IiPp பசுமை	IiPp பசுமை	iiPP இளஞ்சிவப்பு	iiPp இளஞ்சிவப்பு
ip	IiPp பசுமை	Iipp பசுமை	iiPp இளஞ்சிவப்பு	iipp பசுமை

பசுமை 13 இளஞ்சிவப்பு 3

மாற்றுக் காரணிகள் (Duplicate factors)

G.H. ஷல் என்ற அறிஞர் ஷெப்பர்ட் பர்ஸ் (Capsella) என்ற தாவரத்தில் மாற்று காரணியில் செயல்பாட்டை முதலில்

கண்டறிந்தார். பொதுவாக ஒரு பண்பு வெளிப்பட குறைந்தது ஒரு இணைக் காரணிகள் தேவைப்படுகின்றன. சில நேரங்களில் இதைத் தவிர வேறு சில குரோமசோம்களில் காணப்படும் மற்றொரு இணைக் காரணிகளும் இப்பண்பினை வெளிப்படுத்தும் தன்மை கொண்டுள்ளன. இந்தக் காரணிகளுக்கு மாற்று காரணிகள் என்று பெயர். எனவே இயல்பான காரணிகளில் இவ்விரண்டில் ஏதாவது ஒரு இணை ஓங்கு காரணிகள் இருந்தால் இப்பண்பு வெளிப்பட்டுவிடும். இவ்விரண்டு காரணிகளும் ஒடுங்கு தன்மையில் இருக்கும் போத இப்பண்பு வெளிப்படுவதில்லை.

ஷெப்பர்டு பர்ஸ் என்றழைக்கப்படும் தாவரத்தில் முக்கோண வடிவம் மற்றும் நீள்வட்ட வடிவமுடைய விதைகள் காணப்படுகின்றன. இதில் முக்கோணவடிவ விதையுள்ள தாவரம் ஓங்கு பண்பையும் நீள்வட்ட விதை கொண்ட தாவரம் ஒடுங்கு பண்பையும் கொண்டுள்ளன. முக்கோண விதை கொண்ட தாவரத்தை நீள்வட்ட விதை கொண்ட தாவரத்துடன் கலவி செய்த போது F1 சந்ததியில் முக்கோண விதை வடிவம் விதை கொண்ட தாவரங்கள் வெளிப்பட்டன. அதை தற்கலவியடையச் செய்தபோது F2 சந்ததியில் முக்கோணம் மற்றும் நீள்வட்ட வடிவம் கொண்ட தாவரங்கள் முறையே 15 : 1 என்ற தகவில் வெளிப்பட்டன.

பெற்றோர்	முக்கோண வடிவம்			நீள் வடிவம்	
	TTDD		x	ttdd	
கேமீட்டுகள்	TD			td	
முதல் தலைமுறை F_1	TtDd x TtDd (துற்கலவி (முக்கோண வடிவம்)				
கேமீட்டுகள்	TD	Td	tD	td	
இரண்டாம் தலைமுறை F_2					

	TD	Td	tD	td
TD	TTDD முக்கோண வடிவம்	TTDd முக்கோண வடிவம்	TtDD முக்கோண வடிவம்	TtDd முக்கோண வடிவம்
Td	TTDd முக்கோண வடிவம்	TTdd முக்கோண வடிவம்	TtDd முக்கோண வடிவம்	Ttdd முக்கோண வடிவம்
td	TtDD முக்கோண வடிவம்	TtDd முக்கோண வடிவம்	ttDD முக்கோண வடிவம்	ttDd முக்கோண வடிவம்
td	TtDd முக்கோண வடிவம்	Ttdd முக்கோண வடிவம்	ttDd முக்கோண வடிவம்	ttdd நீள் வடிவம்

15 முக்கோண வடிவம், 1 நீள் வடிவம்

II. நவீன ஜீன் இயல் (Modern Genetics)

உட்கரு அமிலங்கள்

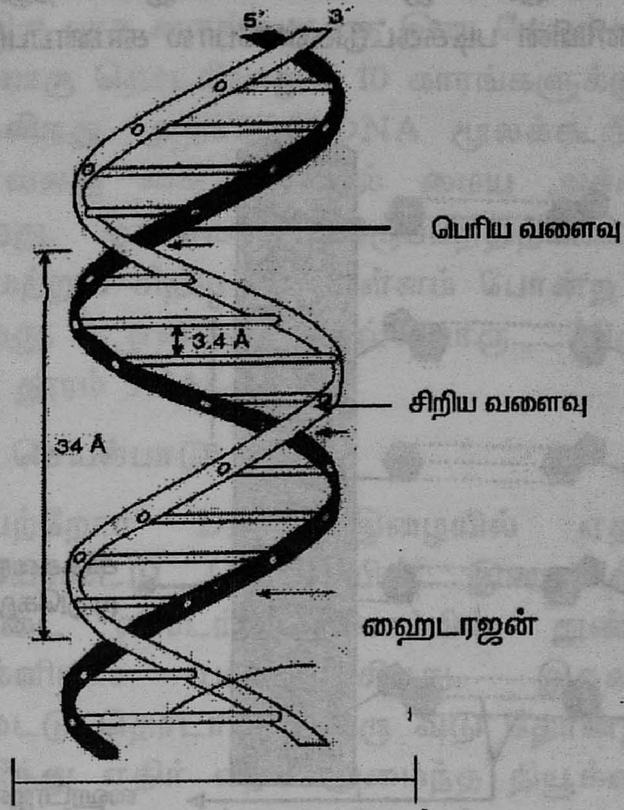
உட்கரு அமிலங்கள் உட்கருவில் (நியூக்ளியஸ்) முதன் முதலில் 1868–ஆம் ஆண்டு மீஷெர் (Miescher) என்பவர் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். இதற்கு நியூக்ளியன் என்று பெயரிட்டார். பின்னர் 1889–ஆம் ஆண்டு ஆல்ட்மேன் (Altman) இதற்கு உட்கரு அமிலங்கள் என பெயர் மாற்றினார். உட்கரு அமிலங்கள் DNA, RNA என்று இரு வகைப்படும். இவற்றின் அமைப்பு முன்னமே செல்லியல் பகுதியில் விளக்கப்பட்டு விட்டது.

பெரும்பாலான உயிரிகளில் DNA மரபுப் பொருளாக விளங்குகின்றன. சில வைரஸ்களில் RNA மட்டும் காணப்படும். இவற்றில் RNA மரபுப் பொருளாகச் செயல்படுகிறது. உயர்தாவர செல்களில் உள்ள குரோமோசோம்கள், சென்டிரியோல்கள், மைட்டோகான்டிரியங்கள் மற்றும் பசுங்கணிகங்களில் அதிகமாக DNA காணப்படும். RNA மூலக்கூறு உட்கருவின் நியூக்ளியோலஸ் பகுதியிலும் மைட்டோகான்டிரியத்திலும் காணப்படுகிறது.

DNA (டி ஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம்)

DNA அதிக மூலக்கூறு எடையை கொண்டுள்ளது. இந்த பெரிய மூலக்கூறில் பல நியூக்ளியோடைடு அலகுகள் கொண்ட பாலி நியூக்ளி–யோடைடுகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு நியூக்ளியோடைடும் ஃபாஸ்ஃபாரிக் அமிலத்தையும் கொண்டுள்ளது. மேலும் ஒவ்வொரு நியூக்ளியோசைடும் ஒரு பெண்டோஸ் சர்க்கரையையும் ஒரு கார அடியையும் பெற்றுள்ளது. DNA-வில் உள்ள சர்க்கரை டி–ஆக்ஸி ரிபோஸ் ஆகும்.

பியூரின்கள், பிரிமிடின்கள் என இருவகைகளில் கார அடிகள் காணப்படுகின்றன. பியூரின்கள் இரண்ட ஹெட்டிரோ சைக்ளிக் வளையங்களை கொண்டிருக்கின்றன. DNA-ல் அடினைன் மற்றும் குவானைன் என இரண்டு பியூரின்கள் காணப்படுகின்றன. பிரிமிடின்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு ஹெட்ரோ சைக்ளிக் வளைத்தை கொண்டிருக்கிறது. DNA-வில் தையமின் மற்றும் சைட்டோசைன் என்ற இரண்டு பிரிமிடின்கள் காணப்படுகின்றன. மீஉட்கருநிலை செல்களில் DNA நீளமான கிளைத்தலற்ற நூல் இழை போல் காணப்படுகிறது. தொல்உட்கருநிலைச் செல்கள் மற்றும் மைட்டோகாண்டிரியன்களில் DNA வளைய வடிவில் காணப்படுகிறது. 1953–இல் வாட்சன் மற்றும் கிரிக் என்ற இரு அறிவியல் அறிஞர்கள் DNA மூலக்கூறின் முன்மாதிரி அமைப்பை எடுத்துக்காட்டினார். இந்த முன்மாதிரி மூலக்கூறுக்கு வாட்சன் கிரிக் முன்மாதிரி என்று பெயர்.

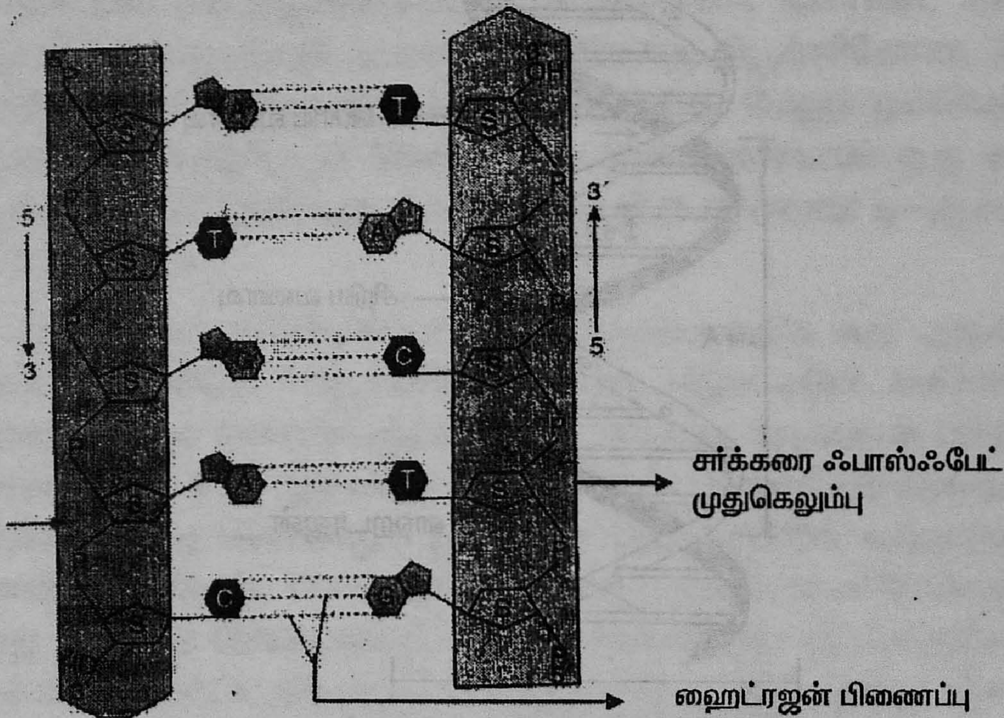


படம் 27. இரண்டு முறுக்கிளைகள் கொண்ட DNA

இதில் நைட்ரஜன் கார மூலக் கூறுகள் சுருள் அச்சிற்கு செங்குத்தாக உள்நோக்கி அமைந்துள்ளது. இவற்றில் குவானைன் சைட்டோசைனுடன், அடினைன் தையமினுடனும் இணைந்திருக் கின்றன. அடினைனும், தையமினும் இரண்டு இணைப்புகளாலும், சைட்டோசின் குவானைனுடன் மூன்று ஹைட்ரஜன் இணைப்புகளாலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

DNA மூலக்கூறில் ஒவ்வொரு டி.ஆக்ஸிரிபோஸ் சர்க்கரையின் மூன்றாவது (3') கார்பன் அணுவுடன் ஒரு ஃபாஸ்ஃபேட் எஸ்டர் இணைப்பின் உதவியுடன் ஒட்டிக் கொள்கிறது. அதாவது ஒரு இழையின் ஒரு முனை 5 முனையாகவும் அதன் எதிர் இழையின் முனை 3' முனையாகவும் காணப்படுகின்றன. இந்த இரு இழைகளும் ஒரு மாய அச்சினைச் சுற்றித் திருகிச் சுருண்டு காணப்படுகின்றன. அதாவது வளைந்து செல்லும் ஒரு படிக்கட்டுப் போல ஒவ்வொரு இழையும் அமைந்துள்ளது. ஒவ்வொரு இழையின்

சர்க்கரை மூலக்கூறுடன் இடைமட்டமாக இணைந்துள்ள நைட்ரஜன் காரங்கள் ஏணியின் படிக்கட்டுகள் போல் காணப்படுகின்றன.



படம் 28. இரண்டு முறுக்கிளைகள் கொண்ட DNA

இரு பாலி நியூக்ளியோடைடு தொடரின் நியூக்ளியோடைடுகளிலும் நைட்ரஜன் காரங்கள் எதிராக இணை சேர்ந்து ஒரு குறிப்பிட்ட விதத்தில் அமைந்துள்ளது. அதாவது பியூரின் ஒன்றும் பிரிமிடின் ஒன்றும் தான் இணை சேரும். அடினைன் தையமினுடனும் குவானைன் சைட்டோசினுடன் மட்டுமே இணை சேரும். இவ்விரு நியூக்ளியோடைடுகளும் மெலிந்த ஹைட்ரஜன் இணைப்பால் இணைக்கப்படுகின்றன. எனவே தான் DNA-வின் இரு இழைகளும் எளிதில் பிரியும் தன்மையுடையன.

மேலும் பியூரின், பிரிமிடின் நியூக்ளியோடைடுகளின் தகவு 1 : 1 என்று அமைந்துள்ளது. அடினைன் தைமின் தகவு குவானைன் சைட்டோசின் தகவை விட அதிகமாக உயர் தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் காணப்படுகின்றது. இதற்கு மாறாக நுண்ணுயிரிகளில் அடினைன் தைமினை விட குவானைன் சைட்டோசின் தகவு அதிக அளவில் உள்ளது.

DNA மூலக்கூறு சுருளின் விட்டம் 20A^0 ஆகும். அடுத்தடுத்து காணப்படும் இரு புரத காரங்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் 3.4A^0 ஆகும். ஒவ்வொரு தொடரியாலும் 10 காரங்களுக்குப் பிறகு ஒரு திருப்பம் முடிகிறது. அதாவது DNA மூலக்கூறின், இரண்டு இழைகளும் வலது கை வாட்டில் மைய அச்சைச் சுற்றிக் காணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு திருப்பத்திற்கிடையே பெரிய வரிப்பள்ளம் மற்றும் சிறிய வரிப்பள்ளம் போன்ற அமைப்புகள் காணப்படுகிறது. எனவே ஒவ்வொரு திருப்பத்திற்கும் இடையேயுள்ள தூரம் 3.4A^0 ஆகும்.

நொதிகளின் செயல்பாடு

ஒரு பெற்றோர் DNA இழையில் ஏதாவது ஒரு பாலிநியூக்ளியோடைடு தொடரியின் இடையில், அதாவது ஃபாஸ்ஃபேட்டை எஸ்டர் பிணைப்பில், துண்டிப்பு நிகழ எண்டோநியூக்ளியஸ் பயன்படுகிறது. இதனால் பாலி நியூக்ளியோடைடு தொடரியில் ஒரு வடு தோன்றி இழையின் பின்னல் தளர்ந்து எதிர் எதிர் அமைந்த நியூக்ளியோடைடு–களுக்கிடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு துண்டிக்கப்படுகிறது.

இந்நிகழ்ச்சிக்குப்பின் ரெப்ரிகேஸ் என்ற நொதி பெற்றோர் DNA மூலக்கூறின் இரு இழைகளையும் வார்ப்பாகக் கொண்டு புதிய நியூக்ளியோடைடு மானோமெர்களை 5'-3' திசையில் இணைந்துப் புதிதாக இரண்டு இழைகளை ஏற்படுத்துகிறது. பின்னர் எதிர் திசையில் உள்ள அடுத்த இழையின் எதிரே மீண்டும் 5'-3' திசையில் நியூக்ளியோடைடுகளை இணைத்துச் சிறிய நியூக்ளியோடைடு துண்டுங்கூளை உருவாக்குகிறது. ஆனால் இவை தொடர்ச்சியான இழைகளாக உருவாகாமல் பல நியூக்ளியோடைடு துண்டுகளாக மாறுகின்றன. RNA பகுதி பார்த்துப் படியெடுப்பதின் விளைவாக துண்டுகள் உருவாகின்றன. இவற்றிற்கு RNA அரிச்சுவடிகள் என்று பெயர். எல்லா துண்டுகளும் வந்த பின்பு இந்த RNA அரிச்சுவடிகளை அகற்றிவிட்டு குறிப்பிட்ட நியூக்ளியோடைடு மானோமர்களை எடுத்துத் தொடர் நியூக்ளியோடைடு இழைகளை உருவாக்க லிகேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது.

DNA யின் வகைகள் (Types of DNA)

I. DNA வானது வெவ்வேறு வகைகளில் வகைப்படுத்தப்படுகிறது, DNA இழைகளை பொறுத்து அவை இரண்டாக பிரிக்கப்படுகிறது. அவை ஒற்றை இழை DNA (Single standard DNA), இரட்டை இழை DNA (Double standard DNA)

1. இரட்டை இழை DNA

இரட்டை இழை சுருள் அமைப்பை கொண்டுள்ளன. வைரஸ்களை தவிர எல்லா உயிரினங்களிலும் DNA இரட்டை இழை சுருள் அமைப்பில் காணப்படுகிறது.

2. ஒற்றை இழை DNA

ஈ. கோலை *(E.coli)* தாக்குபவைகளில் சில வைரஸ்களில் (ϕx174) ஒற்றை இழை DNA வானது காணப்படுகிறது. நியூக்ளியோடைடு எண்ணிக்கையை பொறுத்து அவை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவையாவன 1. A–DNA, 2. B–DNA, 3) Z- DNA.

3. A- DNA

இது ஒரு இரட்டை சுருள் DNA ஆகும். இவற்றில் 11 எச்சங்கள் (Residues) திரும்பும் முனையில் காணப்படுகின்றன. இவை ஒரு வலது கை சுருள் (right handed helix) B–DNA விலிருந்து ஹைட்ரஜனானது இறக்கமடைந்து உருவாகின்றன.

4. B-DNA

இது ஒரு வாட்சன் மற்றும் கிரிக் இரட்டை சுருள் வளையம் ஆகும் இவற்றில் 10 எச்சங்கள் (Residues) ஒரு வளையத்தில் காணப்படும். இவை ஒரு கைசுருள்கள் (Single Handed Helix) ஆகும்.

5. Z- DNA

இவற்றில் 12 எச்சங்கள் (Residues) ஒரு சுருளில் காணப்படுகின்றன.

DNA யின் வடிவத்தை பொருத்து இவற்றை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். வட்டவடிவ DNA (circular DNA),

நெகிழ்வான DNA (Relaxed DNA), மேன்மையடைந்த மீச்சுருள்வடிவ DNA (Supercoiled DNA)

வட்டவடிவ DNA

வட்ட வடிவ DNA வானது வளைய அமைப்பில் காணப்படுகிறது. இவை பாக்டீரியங்கள், வைரஸ்கள், மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள், பசுங்கணிகங்கள் போன்றவற்றில் காணப்படுகிறது. இவை ஒற்றை இழை DNA வாகவோ அல்லது இரட்டை இழை அமைப்பினை கொண்ட DNA வாகவோ இருக்கலாம்.

ஒற்றை இழை DNA வானது வட்டவடிவ DNA வில் காணப்படும். மேலும் இவை சில, ϕx174 போன்ற, வைரஸ்களில் காணப்படுகிறது. இரட்டை இழை வட்ட DNA சில பாக்டீரியங்கள், வைரஸ்கள், மைட்டோகாண்ட்ரியங்கள், பசுங்கணிகங்கள் போன்றவற்றில் காணப்படுகின்றன.

நெகிழ்வான DNA (Relaxed DNA)

வட்ட வடிவ DNA எந்தவித வளைய அமைப்புமின்றி காணப்பட்டால் அவற்றிற்கு நெகிழ்வான DNA (Relaxed DNA) என்று பெயர் அதிக மீச்சுருள் வடிவ DNA (Supercolied DNA) தனக்குள்ளேயே அதன் அச்சில் வளைந்து வளைந்து சுருள் வடிவ அமைப்பினை உண்டுபண்ணுகிறது. இவை எதிர்மறை மீச்சுருளாதல் (negative super coiling) மற்றும் நேர்மறை மீச்சுருளாதல் (positive super coiling) ஆகிய இரண்டு வகையை உண்டுபண்ணுகின்றன. இவற்றின் சுழற்சியினை டோபோஐசோமரேஸ் (Topoisomerases) மற்றும் கைரேஸ்கள் (gyrases) என்ற நொதிகள் கட்டுபடுத்துகின்றன.

III. நியூக்ளியோடைடு அமைவினை பொறுத்து DNAவானது இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவையாவன முன்பின் ஒத்த DNA (Palindromic DNA) மற்றும் குறுங்கோள் DNA (Repetitive DNA or Satellite DNA).

1. முன்பின் ஒத்த DNA

இதனை Malayalam என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்தி விளக்கலாம். இந்த சொல்லைப் பின்னோக்கி படித்தாலும்

Malayalam என்ற சொல்லே வரும். இது போன்றே இங்கு நியூக்ளியோடைடு வரிசை முன்னோக்கியும் பின்னோக்கியும் ஒரேமாதிரி வாசிப்பைக் கொண்டுள்ளது. இவை தொல்உட்கருநிலை மற்றும் மீஉட்கருநிலை உயிரிகள் இரண்டிலுமே காணப்படுகிறது. இவற்றில் 3–10 நியூக்ளியோடைடு முதல் நூறு முதல் ஆயிரம் நியூக்ளியோடைடுகள் வரை காணப்படுகின்றன. இவை முன்னோக்கி, பின்னோக்கி ஆகிய இரண்டு வழிகளிலுமே, ஒரு எழுத்து அல்லது சொற்களை வாசிக்கிறது. தொல்உட்கருநிலை உயிரிகளைவிட மீஉட்கருநிலை செல்களில் அதிக எண்ணிக்கையுடைய முன்பின் ஒத்த நியூக்ளியோடைடுகள் காணப்படுகின்றன.

5' ——|——|——|——|——|——|——|—— 3'
G G T A C C
C C A T G G
3' ——|——|——|——|——|——|——|—— 5'

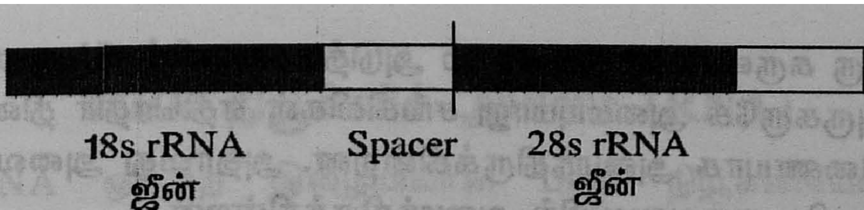
படம் –29 பாலின்ட்ரோமிக் DNA

மறி DNA (or) குறுங்கோள் DNA (Repetitive DNA or Satelite DNA)

ஒரு சில குறிப்பிட்ட பகுதி DNA வானது தொடர்ந்து அல்லது மீண்டும் காணப்பவதற்கு மறி DNA (Repetitive DNA) or குறுங்கோள் DNA (Satellite DNA) என்று பெயர். தொடர் DNA-வில் சில குறிப்பிட்ட ஜீன்கள் தொடர்ந்து பலமுறை காணப்படும்.

எல்லா மீஉட்கருநிலை உயிரிகளிலும், பூஞ்சைகளைத் தவிர எல்லாவற்றிலும் தொடர் DNA காணப்படுகிறது. இவை தொல்உட்கருநிலை உயிரிகளில் காணப்படுவதில்லை.

ஜீனோபஸ் லேவிஸ் (Xenopus lavis) ல் 18s rRNA 28s rRNA ஆகிய இரண்டும் தொடர்ந்து 450 முறை காணப்படுகிறது. இவை தொடர்ந்து, ஸ்பேஸர் என்பவை மூலம் பிரிக்கப்பட்டுக் காணப்படுகிறது.



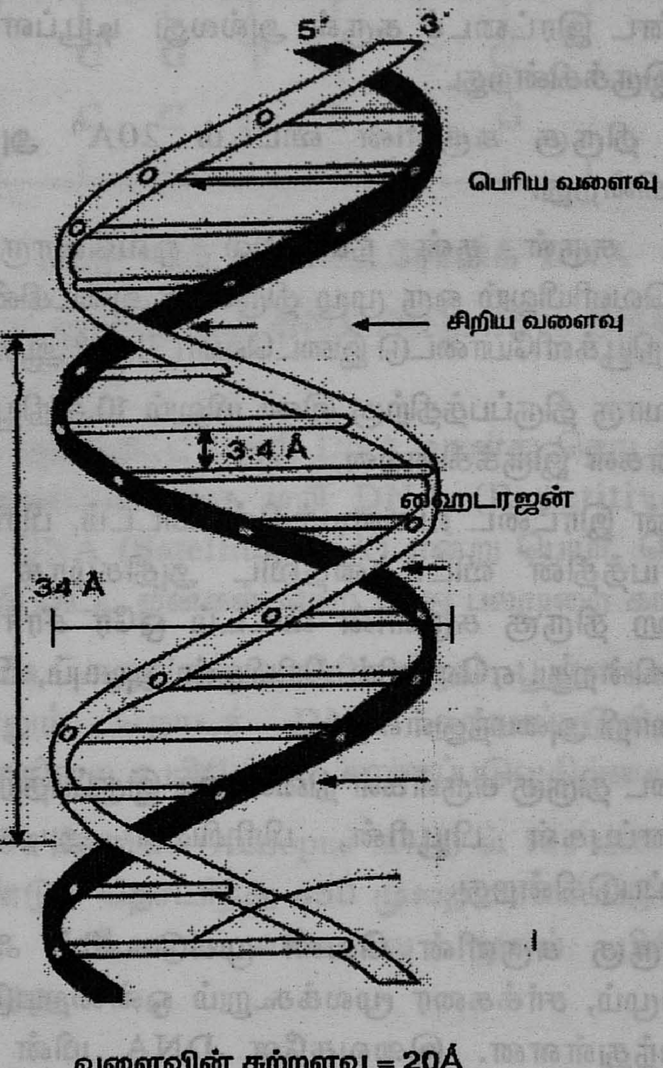
படம் – 30 வாட்சன்–கிரிக் DNA இரட்டைச் சுருள்

வாட்சன் மற்றும் கிரிக் என்பவர்கள் DNAயின் X-கதிர் விளிம்பு விளைவு புகைப்படத்தை ஆராய்ந்து அதன் இரட்டைச் சுருள் முப்பருமான அமைப்பினை விளக்கினர். அவர்கள் கூற்றுப்படி DNA

1. ஒரு ஒழுங்கான திருகு சுருள் (Helix) அமைப்பைக் கொண்ட பாலிநியூக்ளியோடைட் தொடரியாகும்.
2. திருகு சுருள் இரு பாலி நியூக்ளியோடைட் தொடரிகள் கொண்ட இரட்டைச் சுருள் அல்லது டியூப்ளக்ஸ் (Duplex) ஆக இருக்கின்றது.
3. DNA திருகு சுருளின் விட்டம் $20A^0$ அளவுடையதாக இருக்கின்றது.
4. திருகு சுருள் தன் நீளத்தில் ஒவ்வொரு $3.4A^0$ நீள இடைவெளியிலும் ஒரு முழு திருப்பம் அடைகின்றது. இதனால் இடை நியூக்ளியோடைடு இடைவெளி $3.4A^0$ ஆக இருக்கின்றது.
5. ஒவ்வொரு திருப்பத்திற்கு இடையிலும் **10.4** நியூக்ளியோடைடு இணைகள் இருக்கின்றன.
6. பியூரின் இரட்டை வளையத்தின் விட்டம், பிரிமிடின் ஒற்றை வளையத்தின் விட்டத்தைவிட அதிகமாக இருந்தாலும், னுசூஹ திருகு சுருளின் விட்டம் ஒரே சீராக $20A^0$ யாக இருக்கின்றது. ஏனெனில் பிரிமிடின் அடியும், பியூரின் அடியும் மாறி மாறி அமைந்துள்ளது.
7. இரட்டை திருகு சுருள்கள் நிலையாக இருப்பதற்கு ஹைட்ரஜன் இணைப்புகள் பியூரின், பிரிமிடின் அடிகளுக்கிடையே காணப்படுகின்றது.
8. இத்திருகு சுருளின் வெளி முகடுகளில் ஃபாஸ்ஃபாரிக் அமிலமும், சர்க்கரை மூலக்கூறும் ஒன்றையடுத்து ஒன்றாக அமைந்துள்ளன. இவைகளே DNA யின் முதுகெலும்பு (Backbone) எனக் கருதப்படுகின்றன.

9. ஒரு சுருளின் 3' முனையும் அடுத்த சுருளின் 5' முனையும் அருகருகே அமையுமாறு சங்கிலிகள் எதிரெதிர் திசையில் இணையாக அமைந்திருக்கின்றன. அதாவது அவை எதிர் வேதிய துருவமைப்பில் அமைந்திருக்கின்றன.

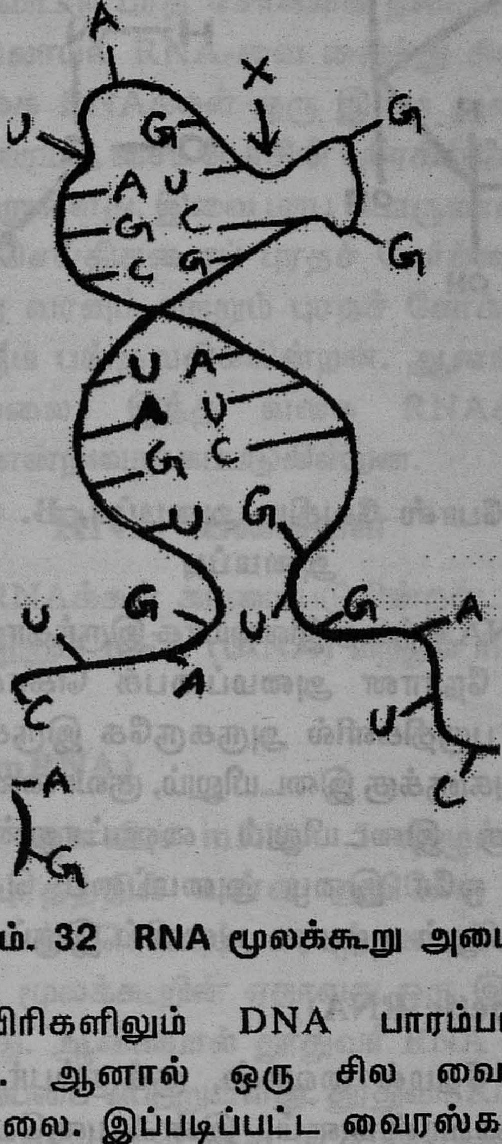
10. இரட்டைச் சுருள்களின், ஒரு சுருளின் பியூரின் அடியும், மற்றொரு சுருளின் பிரிமிடின் அடியும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. எப்பொழுதும் தைமின், அடினைனோடும் சைட்டோசைன் குவானையோடும் மட்டுமே இணையும். எனவே DNA யில் நான்கு வகை நைட்ரஜன் அடிகள் மட்டும் காணப்படுகின்றன. இவை A-T, T-A, C-G, G-C இந்நான்கு வகைகளும், எவ்வரிசையிலும், எத்தனை முறையும் காணப்படலாம்.



படம் 31. இரண்டு முறுக்கிளைகள் கொண்ட DNA

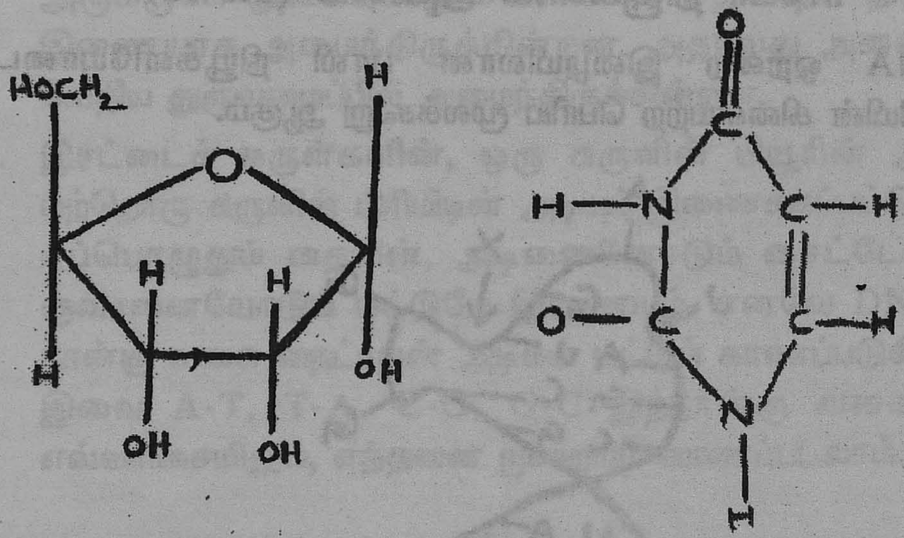
ரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம் (RNA)

RNA ஒற்றை இழையிலான பாலி நியூக்ளியோடைடு தொடரியின் கிளையற்ற பெரிய மூலக்கூறு ஆகும்.



படம். 32 RNA மூலக்கூறு அமைப்பு

எல்லா உயிரிகளிலும் DNA பாரம்பரிய பொருளாக காணப்படுகிறது. ஆனால் ஒரு சில வைரஸ்களில் DNA காணப்படுவதில்லை. இப்படிப்பட்ட வைரஸ்களில் RNA மரபுப் பொருளாக இருக்கிறது. ஆகவே RNA-யும், DNA-வும் பொதுவான அமைப்பைக் கொண்டவை. RNA-யில் டிஆக்ஸிரிபோசுக்குப் பதில் ரிபோசும், தைமினுக்கு மாற்றாக யுரேசிலும் உள்ளது.



A B

படம். 33. A. ரிபோஸ் வேதிய அமைப்பு, B. யுரேசில் வேதிய அமைப்பு

பொதுவாக RNA ஒற்றை இழையாக இருந்தாலும் எளிமையான, வழு வழுப்பான, நேரான அமைப்பைக் கொண்டதால். RNA மூலக்கூறின் சில பகுதிகளில் அருகருகே இருக்கும் அடினைன், யுரேசில் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலும், குவானைன் சைட்டோசின் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் உண்டாகின்றன. ஒரே இழை அமைப்பை கொண்டுள்ளதால் அடினைனும், யுரேசிலும் சமமான அளவில் இருப்பதில்லை.

ஜீனிய RNA (Genetic RNA)

புகையிலைத் தேமல் வைரஸ், குக்கும்பர் தேமல் வைரஸ் போன்ற தாவர வைரஸ்களும், இன்ஃபுளுபெயன்சா வைரஸ் போலியோ மைலிடிஸ் போன்ற விலங்கின வைரஸ்களிலும் DNA க்கு பதிலாக RNA மரபியல் பண்புகளை வெளிப்படுத்துகிறது. இந்த வகை RNA-க்கள் சில நேரங்களில் DNA-வில் உள்ளது போல் முறுக்கிழைகளாக இல்லாமல் இரு நேர் இழைகளாக இருக்கும். ஆகையால் இவ்வகை RNA க்கள் இரட்டிப்பு அடையும் பண்பை கொண்டுள்ளன. ஆனால் இத்தகைய பண்புகள் மற்ற RNA-வில் காணப்படுவதில்லை ஆகையால் இந்த RNA-க்கு ஜீனிய RNA என்றழைக்கப்படுகிறது.

ஜீனிய தன்மையற்ற RNA (Non - genetic RNA)

DNA பாரம்பரியப் பொருளாக இருக்கும் சில உயிரிகளில் RNA-க்கள் மரபுத் தொடரில் பங்கு வகிப்பதில்லை. இந்த உயிரினங்களில் DNA உட்கருவை விட்டு புரத சேர்க்கை நடைபெறும் சைட்டோ பிளாசத்திற்கு செல்லாமல் RNA-வை வைத்து சில வேலைகளை செய்கிறது. இவ்வகை RNAக்கள் ஒரு இழை அமைப்புடையவை. இது ரிபோஸ் சர்க்கரையும், சைட்டோசின் யுரேசில் போன்ற பிரிமிடின் காரங்களையும் பெற்றுள்ளது. இவை மரபு பொருளாக செயல்படாமல் DNA-வில் உள்ள செய்திகளைப் புரதச் சேர்க்கை நடைபெறும் இடத்திற்கு எடுத்து வரவும் மற்றும் புரதச் சேர்க்கை ஒழுங்காக நடைபெறுவும் பெரும் பங்குவகிக்கின்றன. ஆனால் DNA போல் இரட்டிப்படைவதில்லை. இந்த வகை RNAக்கள் ஜீனியத் தன்மையற்ற RNA என்றழைக்கப்படுகின்றன.

RNA வகைகள்

மூன்று வகை RNAக்கள் காணப்படுகின்றன. அவை தூதுவர் RNA (mRNA), மாற்றும் RNA (tRNA) மற்றும் ரிபோசோம் RNA (rRNA).

1. தூதுவர் RNA (mRNA)

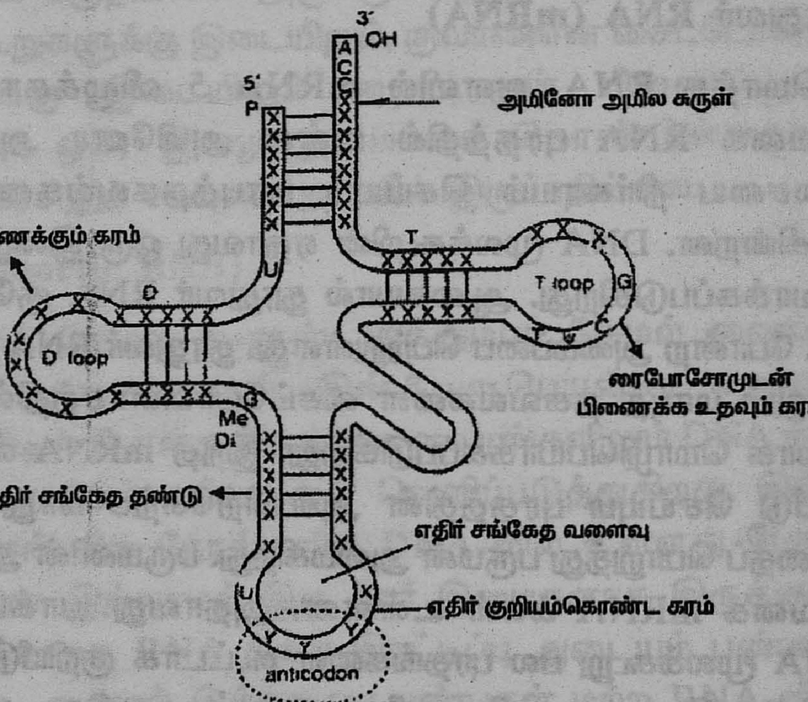
மொத்த RNA அளவில் mRNA 5 விழுக்காடு உள்ளது. இவ்வகை RNA புரதத்தில் உள்ள அமினோ அமிலங்களின் வரிசையை நிர்ணயம் செய்யும் மரபுத்தகவல்களைச் சுமந்து செல்கின்றன. DNA மூலக்கூறின் ஏதாவது ஒரு இழையில் mRNA உருவாக்கப்படுகிறது. ஆகையால் தூதுவர் RNA குரோமோசோம் DNA போன்ற அமைப்பை பெற்றுள்ளது. தூதுவர் RNA க்கள் சுமந்து செல்லும் மரபுத் தகவல்களை சைட்டோபிளாசத்தில் குறிப்பிட்ட புரதமாக மொழிபெயர்க்கப்படுகிறது. இந்த mRNA ன் நீளம் அது குறியீடு செய்யும் புரதத்தின் அளவிற்கேற்ப மாறுபடும். இந்த நீளத்தைப் பொறுத்து பருமன் அமைகிறது. பருமனின் அடிப்படையில் இருவகை mRNA க்கள் உள்ளன. அதாவது. பாக்டீரியங்களில் mRNA மூலக்கூறு பல புரதங்களை கூட்டாக குறியீடு செய்கிறது. எனவே இவை அதிக நீளமாகவும் அதிக பருமனையும் கொண்டதாகும். இதற்கு பாலிசிஸ்ட்ரானிக் mRNA என்று பெயர்.

II மாற்றும் ஆர்.என்.ஏ (tRNA)

கரையும் தன்மை வாய்ந்த RNA இதுவாகும். இது கிளாவர் இலை வடிவிலான அமைப்புடையதாகும். tRNA-வில் 75லிருந்து 5 நியூக்ளியோடைடுகள் உள்ளன. இவை பொதுவாக சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படுகின்றன. எல்லா tRNA-ன் 5' முனையில் குவானைன் காரமும், 3' முனையில் சைட்டோசைன்– சைட்டோசைன்/ அடினைன் (C-C-A) என்ற கார வரிசையை எப்போதும் கொண்டுள்ளது.

இவைகள் புரத உற்பத்தியில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. அதாவது சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள அமினோ அமிலங்களை எடுத்து வந்து புரதச் சேர்க்கை நடைபெறும் இடமாகிய ரிபோசோம்களில் மரபுச் செய்திகளுக்கு ஏற்றவாறு வரிசைப்படுத்தப்படுவதே இதன் முக்கியமான வேலை ஆகும்.

பல நியூக்ளியோடைடுகள் உள்ள இழை அமைப்பை கொண்டிருந்தாலும் இவை தன்னிச்சையாகவே முறுக்கிழைகளாக மாறுகின்றன. இதனால் 5' முனையும், 3' முனையும் அடுத்தடுத்து காணப்படுகின்றன.



படம். 34. மாற்றும் ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறு அமைப்பு கிளாவர் இலை முன்மாதிரி

படத்தில் காணப்படும் tRNA கீழ்கண்ட பொது அமைப்பைக் கொண்டிருக்கிறது.

1. ஏற்பு முனை அல்லது அமினோ அமிலம் இணையும் இடம். இங்குச் குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலம் இணைகிறது.

2. டி.எச்.யூ என்ற வளையத்தில் அமினோ அமிலத்தை ஊக்குவிக்க உதவும் அமினோ அசில் சிந்திடேஸ் என்ற நொதியைப் பிணைக்க உதவும் வளையமாக உள்ளது. இது 8 முதல் 12 இணை சேராத காரங்களைக் கொண்டுள்ளது.

3. டி.யூ.சி கரம் அல்லது வளையம் tRNA வை ரிபோசோமுடன் பிணைக்க உதவுகிறது. இதில் 7 இணை சேரா காரங்கள் உள்ளன.

4. எதிர் கோடான் வளைவு, ஏற்பு முனையின் எதிராக அமைந்துள்ளது. இதில் மூன்று இணை சேராத காரங்கள் உள்ளன. இவை மூன்றும் சேர்ந்து mRNA-வில் உள்ள குறியம்வரிசையைக் கண்டறிய உதவுகிறது.

ரிபோசோம் RNA

மொத்த RNA-ல் 80% ரிபோசோம் RNA ஆகும். இது பொதுவாக ரிபோசோமிலும் நியூக்ளியோலசிலும் காணப்படுகின்றது. இது கிளைகள் இல்லாத ஓர் இழை அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. ரிபோசோமில் இது அதிகமாக காணப்படுவதால் இதற்கு rRNA என்று பெயர். இது அயனிச் செறிவு அதிகமாகும் போது ஒற்றை இழையானது தன்னைத்தானே திருகி முறுக்கிழையாக மாறுகிறது.

தொல்உட்கருநிலை ரிபோசோம்களில் 16S, 23S மற்றும் 5S என மூன்று வகை RNA க்கள் காணப்படுகின்றன. மீஉட்கருநிலை ரிபோசோம்களில் 18S, 28S, 58S மற்றும் 5S tRNAகள் காணப்படுகின்றன. இவை அனைத்து தொல்உட்கருநிலை tRNA மற்றும் ரிபோசோம்களை விட பெரியவை.

ஜீன் நுண்ணமைப்பு (Fine Structure of Gene)

ஒரு சந்ததியிலிருந்து அடுத்த சந்ததிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும் மரபுத் தொடர் அலகுகளுக்கு ஜீன்கள் என்று பெயர். இயல்பியல் அடிப்படை அலகாக எவ்வாறு அணு கருதப்படுகிறதோ அதுபோல் உயிர்ம அடிப்படை அலகாக ஜீன் கருதப்படுகிறது. முதலில் மெண்டெல் ஜீனை மரபு தொடரின் அலகுகள் அல்லது காரணிகள் என பெயரிட்டார். பின்னர் 1926ஆம் ஆண்டு மார்கன் என்பவர் காரணிகளை ஜீன்கள் என பெயரிட்டார். தொடராக அமைந்த மணிகளைப் போல குரோமசோமில் நீள் வரிசையில் ஜீன்கள் சம இடைவெளிவிட்டு அமைந்துள்ளதாக அவர் எடுத்துரைத்தார்.

ஜீன் என்பது திடீர் மாற்றத்தின் அடிப்படை அலகாகவும் திகழ்கிறது. ஏனென்றால் ஜீன் மாற்றமடைந்து வேறுபட்ட புறத் தோற்றப் பண்பை வெளிப்படுத்தும் பண்பை கொண்டுள்ளது. முல்லர் என்பவர் 1932ஆம் ஆண்டு திடீர் மாற்றம் அடையும் ஜீனை (Mutant Gene) சாதாரண ஜீனோடு ஒப்பிட்டு 5 வகைகளாக பிரித்துள்ளார்.

(i) குறை விளைவு புறத்தோற்ற ஜீன்கள் (Hypomorphs)

சில ஜீன்கள் ஏற்படுத்தும் விளைவு சாதாரண ஜீன்களின் விளைவு போன்று இருக்கும். ஆனால் இவற்றால் ஏற்படும் புறத் தோற்றப் பண்பு சாதாரண ஜீன்களால் ஏற்படும் பண்புகளை விட குறைந்த விளைவை ஏற்படுத்தும்.

(ii) புறவிளைவு ஏற்படுத்தா ஜீன்கள் (Amorphs)

இந்த ஜீன்கள் சாதாரண ஜீனால் ஏற்படும் விளைவை விட மிகக் குறைந்த விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. குறிப்பிடும்படியான எந்தவித வெளிப்புற தோற்றத்தையும் இவை ஏற்படுத்துவதில்லை.

(iii) அதிக விளைவு புறத்தோற்ற ஜீன்கள் (Hypermorphs)

இந்த ஜீன்கள் சாதாரண ஜீன்களை விட அதிக புறத்தோற்ற விளைவை ஏற்படுத்தும். இதனால் அதிக அளவு புறத்தோற்றத்தில் மாற்றம் ஏற்படும்.

(iv) எதிர்விளைவு புறத்தோற்ற ஜீன்கள் (Antimorphs)

இது சாதாரண ஜீனின் விளைவிற்கு எதிரான விளைவை ஏற்படுத்தும். இது அசாதாரணமான புறத்தோற்றத்தை உருவாக்கும்.

(v) வேறுபட்ட விளைவு புறத்தோற்ற ஜீன்கள் (Neomorphs)

சாதாரண ஜீனை விட குறிப்பிட்ட சில ஜீன்களின் விளைவாக ஏற்படும் வெளிப்புறத் தோற்றம் புதிதாக இருக்கும்.

பென்சன் என்ற அறிவியல் அறிஞர் ஜீனோடு தொடர்புடைய மூன்று வேலை செய்யும் அலகை விளக்கியுள்ளார். அவை சிஸ்ட்ரான் (Cistron), மியூடான் (Muton) மற்றும் ரெகான் (Recon).

(1) சிஸ்ட்ரான் (Cistron)

சிஸ்ட்ரான் என்பது DNA-ன் நீளமான துணை அலகாகும். α–தொடரியில் உள்ள சிஸ்ட்ரானில் 423 நியூக்ளியோடைடுகளும் –β தொடரியில் 438 நியூக்ளியோடைடுகளும் உள்ளன. E.Coli-ல் உள்ள சிஸ்ட்ரானில் 1500 கார இணைகள் காணப்படுகின்றன. சிஸ்ட்ரானில் தொடக்க சங்கேதமும், முடித்து வைக்கும் சங்கேதமும் உள்ளன.

(2) மியூடான் (Muton)

மிகச்சிறிய தொடரையுடைய DNA ஆகும். இதில் திடீர் மாற்றத்திற்கு உட்படும் பகுதி மியூடான் என்றழைக்கப்படுகிறது. எனவே மியூடான் ஒரு திடீர் மாற்ற அலகாகக் கருதப்படும் ஜீனாகும்.

(3) ரெகான் (Recon)

ரெகான் என்பது DNAயின் மிகச்சிறிய பகுதியாகும். இதில் மறுகூட்டிணைவும் (Recombination) ஜீன் உருமாற்றமும் (Transformation) ஏற்படுகின்றன. ஒன்று அல்லது இரண்டு நியூக்ளியோடைடுகள் ரெகானில் காணப்படும்.

மேலும் ஜீனின் செயல்பாடுகள் வேறு சில தலைப்புகளிலும் விவரிக்கப்படுகிறது.

(a) காம்பளான் (Complon)

இது ஒரு முழுமையான அலகாகும். அடிப்படையில் இது சிஸ்ட்ரான் போன்றதாகும். பாலிபெப்டைடு தொடரியில் நடைபெறும் எல்லா மாற்றங்களையும் கட்டுப்படுத்தும்.

(b) ரிப்ளிகான் (Replicon)

இது இரட்டிப்பாதலின் அலகாகும். எடுத்துக்காட்டு: பாக்டீரியங்களில் உள்ள குரோமோசோம்.

(c) காண்டோன் (Condon)

mRNA-ன் மூன்றெழுத்து சங்கேதமாகும். இது புரத உற்பத்தியின் போது மரபு சங்கேத மொழிபெயர்ப்புக்கு உதவுகிறது.

(d) இயக்கியன் (Operon)

புரத உற்பத்தியை கட்டுப்படுத்தி ஒழுங்குபடுத்துகிற செயல் அலகு இயக்கியன் என்று பெயர். அதாவது பல தொடர்புடைய நொதிகள் சேர்ந்து உருவாக்கிய ஒரு பகுதியான DNA புரத உற்பத்தியை ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறது.

மீஉட்கருநிலை ஜீன் தொகைய அமைப்பு முறை (Eukaryotic Genome Organization)

ஜீன்களின் அமைப்பு முறையை விளக்க பலதரப்பட்ட விளக்கங்களைக் கவனத்தில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு தனிப்பட்ட ஜீன் தன்னிச்சையான முறையில் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறதா அல்லது பல குழுக்களான ஜீன்களை ஏதாவது ஒரு இயக்கியன் கட்டுப்படுத்துகிறதா, ஜீன்களால் மரபுசெய்திகள் தொடர்ந்து இடைவெளியன்றி வருகிறதா அல்லது விட்டு விட்டு வருகிறதா, ஜீன்கள் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அமைந்திருக்கின்றனவா அல்லது வேறுவிதமாக இருக்கிறதா ஜீன்கள் ஒரே இடத்தில் நிலைத்திருக்கின்றனவா அல்லது இடம் விட்டு இடம் நகருகிறதா என்ற பல்வேறு வினாக்கள் எழும்புவதால் ஜீன்களின் அமைப்பு முறையை ஒரு குறிப்பிட்ட வரையறைக்குள் விளக்க முடியாமல் பலதரப்பட்ட விளக்கங்களின் அடிப்படையில் செய்ய வேண்டியிருக்கிறது.

குறியீட்டப்படும் மற்றும் குறியீட்டப்படாத DNA தொடர் வரிசை (Coding and Non coding sequence)

மீஉட்கரு நிலையில் இருக்கின்ற பெரும்பாண்மையான எல்லா DNA தொடர் வரிசைகளும் சிறப்புவாய்ந்ததாக உள்ளன. அதாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட சில DNA வின் நியூக்ளியோடைடு தொடர் வரிசை mRNA படியெடுத்தலில் பங்கு கொள்வதில்லை. இவை இடைப்பட்ட தொடர் வரிசை அல்லது இன்ட்ரான் (Intron) என்றழைக்கப்படுகின்றன சிஸ்ட்ரானில் உள்ள DNA தொடர்வரிசை mRNA படியெடுத்தலில் பங்கு கொள்வதோடு மரபு குறியீட்டு மொழிபெயர்ப்பு செய்கிறது. இதற்கு எக்சான் (Exon) என்று பெயர். எல்லா இன்டரானிலும் குறியீட்டுத் தொடர்கள் காணப்படுவதில்லை. அதே நேரத்தில் எல்லா எக்சானிலும் குறியீட்டுத் தொடர்வரிசைகள் உள்ளது. அதாவது குறியீட்டு செய்யும் வரிசை தொடர்களைக் கொண்ட மீஉட்கருநிலை ஜீன்களை குறியீட்டுச் செய்யாத தொடர் வரிசைகள் பிரிக்கின்றன. இத்தொடரில் காணப்படும் முதல் எக்சான் mRNAன் தலைமைத் தொடர் வரிசையாக மாறுகிறது. இதனால் முழுவதும் அல்லது பகுதி குறியீட்டு இல்லாத வரிசையாக இருக்கிறது. ஒவ்வொரு ஜீனிலும் இன்ட்ரானின் எண்ணிக்கை மாறுபடுகிறது.

சில மீஉட்கருநிலை ஜீன்களில் ஒரு குறியனின் (Codon) மூன்று நியூக்ளியோடைடுகள் இன்ட்ரானாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. ஆனால் பல மீஉட்கருநிலை ஜீன்களின், பகுதிகள் உருவாக இன்ட்ரானின் பங்களிப்பை விட எக்சானின் பங்களிப்பு மிக அதிகம்.

மூன்று வகையான மீஉட்கருநிலை DNA உள்ளன. அவை

1. ஒற்றை குறிய அல்லது தனித்தன்மையுள்ள DNA தொடர் வரிசை
2. மிதமான மறி தொடர்வரிசை
3. அதிகமான மறி தொடர்வரிசை

a) ஒற்றை குறிய அல்லது தனித்தன்மையுள்ள DNA தொடர் வரிசை (Single code sequences)

இந்த தொடர் வரிசை தனித்தன்மை வாய்ந்த புரத உற்பத்திக்காகக் குறியன் மட்டும் இருக்கின்ற தொடர் வரிசை அல்ல.

திரும்ப வரும் வரிசை தொடர் இல்லாத DNA தொடருக்கு தனிததன்மை வாய்ந்த DNA தொடர் வரிசை என்று பெயர்.

b) மிதமான அல்லது இடைப்பட்ட மறி DNA தொடர் வரிசை (Moderately / Intermediately repetitive DNA)

பல பாலூட்டிகளில், இந்த DNA-யின் அதிக பகுதியும் குறைந்த நீளமுள்ள தொடர் வரிசையின் அதிகமான எண்ணிக்கையில் ஜீனில் விரவி காணப்படும். இது வைரஸிலும் இதனுடைய சரியான வேலை எதுவென்று தெளிவாக தெரியாது.

c) அதிகமான மறி DNA தொடர் வரிசை (Highly repetitive DNA sequences)

இந்த DNA தொடர் வரிசை ஐந்து முதல் பல நூறு கார அடிகள்கொண்ட அமைப்பு பொருளாக கருதப்படுகிறது. குறிப்பாகச் சென்ட்ரோமியர் மற்றும் டிலோமெர் பகுதிகளில் இத்தொடர் வரிசை அமைந்திருக்கும். ஆனால் இதன் சரியான வேலை தெளிவாகத் தெரியவில்லை. இந்த தொடர்வரிசையில் சில வரிசைகள் சில நேரங்களில் பிரிந்தும் மீதமுள்ளவை பிரியாமலும் காணப்படும். இத்தொடர் வரிசை 10 லட்சம் தடவை அல்லது அதற்கு மேல் மறிந்து வரும். சமமில்லாத குறுக்கேற்றத்தில் (unequal crossing over) இவை மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன.

குரோமேட்டின் நுண்ணமைப்பு

நியூக்ளியோபிளாசத்தில் காணப்படும் நாரொத்த நீண்ட சுருள் போன்ற அமைப்பிற்கு குரோமேட்டின் நுண் நார்கள் என்று பெயர். இது உட்கரு பகுப்பின் இடைப்பட்ட நிலையில் (Interphase) தெளிவாக தெரியும். செல் பிரிதலின் போது நார் போன்ற இச்சுருள் திரண்ட நாடா (ribbon) போன்ற அமைப்பாக மாறுகிறது. இதற்கு குரோமசோம் என்று பெயர்.

DNA மற்றும் புரதம் சேர்ந்த பல கூட்டு கலவைப்பொருட்கள் குரோமேட்டினில் உள்ளது. சில நேரங்களில் மிக குறைந்த அளவில் RNA காணப்படும். எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் உதவியினால் குரோமேட்டின் என்ற பகுதியை மட்டும் பிரித்து பார்த்து விளக்க முடியாது. ஆகையால் குரோமசோம் முழுவதுமோ அல்லது அதன் ஒரு பகுதியை எடுத்து ஆய்வு செய்ததில் அதில் நார் போன்ற நீண்ட சுருள்

போன்ற பகுதி உள்ளது. இதை குரோமேட்டின் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது 2nm முதல் 4nm வரை தடிப்புள்ளது. அதாவது ஒரு நார்பகுதி ஒரு DNA மூலக்கூறுக்கு நிகராக உள்ளது.

a) DNA

DNA மிக முக்கியமான அடிப்படை அமைப்பாக உள்ளது. ஏனெனில் மரபு பண்புகளை ஒரு சந்ததியிலிருந்து மற்றொரு சந்ததிக்கு கடத்தும் முக்கிய ஊடகமாக இது செயல்படுகிறது.

b) புரதம்

குரோமேட்டினில் உள்ள புரதம் இரு வகைப்படும்: ஹிஸ்டோன்கள் (Histones) சேர்ந்த புரதம், ஹிஸ்டோன் சேராத புரதம்.

i) ஹிஸ்டோன் சேர்ந்த புரதம்

ஹிஸ்டோன் ஒரு அடிப்படை புரதமாகும் இதில் லைசின் மற்றும் ஆர்ஜினைன் என்ற அமினோ அமிலங்கள் மிக அதிகமாக காணப்படுகிறது. இது DNA யுடன் மிக இறுக்கமான முறையில் பிணைந்து காணப்படும். ஐந்து வகையான ஹிஸ்டோன் புரதங்கள் H1, H2A, H2B, H3 மற்றும் H4 மீஉட்கருநிலை குரோமசோமில் காணப்படுகின்றன.

ii) ஹிஸ்டோன் சேராத புரதம்

ஏறத்தாழ 50 விழுக்காடு ஹிஸ்டோன் சேராத புரதம் அமைப்பு புரதமாக (structural Protein) உள்ளது. அதாவது ஆக்டின் (actin) மற்றும் டியூளின் (tubulin) மையோசின் (Myosin) இருக்கும் மீதமுள்ள 50 சதவீதம் DNA இரட்டிப்பு நிகழ்ச்சியில் பங்கு கொள்கிறது. குரோமேட்டின் அமைப்பும் அதிலுள்ள DNA-யின் நிலையாகும் இன்னும் தெளிவான முறையில் இல்லை.

மீஉட்கருவில் DNA மிக அடர்த்தியான ஹிஸ்டோனுக்கு சம அளவில் உள்ளது. இது DNA புரதம் திரும்ப திரும்ப வரிசையாக இருப்பதற்கு உதவுகிறது. இதற்கு நியூக்ளியோசோம் என்று பெயர். இதில் DNA ஒழுங்கான முறையில் வரிசையாக இருப்பதற்கு ஹிஸ்டோன் மிக முக்கியமான பங்களிப்பு அளிக்கிறது. எனவே நியூக்ளியோசோம் என்பது குரோமேட்டினை பொதிந்துள்ள

அடிப்படை அலகாக உள்ளது. இது பார்ப்பதற்கு கம்பியில் மணி முத்துக்கள் தொடுத்தது போன்று (Beads-on-a string) காணப்படும். ஒவ்வொரு நியூக்ளியோசோம் இந்த மணி முத்துக்களுடன் நெருக்கமாக இணைந்துள்ளது. இதில் கிட்டதட்ட 200 கார இணைகள் கொண்ட டி.என்.ஏ மூலக்கூறு மடித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த காரஇணைகளின் எண்ணிக்கை ஆய்வு செய்கின்ற உயிரினத்தை அல்லது திசுவைப் பொறுத்து 150 முதல் 250 வரை மாறலாம். ஒவ்வொரு நியூக்ளியோசோமும் 11அஅ சுற்றளவும் 5.7 அஅ உயரமும் கொண்ட வட்ட வடிவமான அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. இத்துடன் H2A, H2B, H3 மற்றும் H4 என்ற ஹிஸ்டோனும் சேர்ந்து நியூக்ளியோசோமின் உட்பகுதியாக (Nucleosome Core) உள்ளது. மேலும் ஹிஸ்டோன் இல்லாத குரோமோசோம் புரதம் குரோமேட்டினுள் சேர்ந்திருக்கும். இந்த வகை புரதம் அமிலத்தன்மையுள்ளதும் அதிகமாக வேறுபாடு உடைய அமைப்பும் மற்றும் நொதியையும் கொண்டுள்ளது. ஆனால் ஹிஸ்டோன் சேராத புரதம் குரோமேட்டின் அடிப்படை அமைப்பில் பங்கு கொள்வதில்லை. ஏனெனில் இது ஒவ்வொரு செல்லிலும் வேறுபட்டதாக காணப்படுகிறது.

DNA மூலக்கூறு மேலும் பொதிந்து 30nm குரோமேட்டின் இழைகளாகவும் அதன் பிறகு மீச்சுருள் வளைவுகளாகவும் (Supercoiled loop) மாறுகிறது. ஒவ்வொரு வளைவிலும் ஏறத்தாழ 10 முதல் 150kb DNA ஒரு குறிப்பிட்ட புரதத்தோடு சேர்ந்திருக்கும். கடைசியில் ஹிஸ்டோன் சேராத புரதத்தின் உதவியோடு சுருள் வளைவு சுருங்கி திரண்ட மெட்டாஃபேஸ் (Metaphase) குரோமசோமாக மாறுகிறது. நிறமேற்குத் தன்மையை (Staining Property) வைத்து குரோமோசோமின் குரோமாட்டினை மீகுரோமாட்டின் (Euchromatin), மாற்றுகுரோமாட்டின் என்ற இரண்டு பகுதிகளாக பிரிக்கலாம்

(i) மீகுரோமேட்டின் (Euchromatin)

குரோமோசோமின் ஒரு பகுதி லேசான நிறமேற்கும் தன்மையுடைதாக இருக்கும். இப்பகுதி பாதியாக சுருங்கி காணப்படும். இதற்கு மீகுரோமோமேட்டின் அமைப்பு அல்லது உருவாக்க ஜீன்கள் (Structural genes) என்று பெயர்.

மீகுரோமோமேட்டினை பொறுத்தமட்டில் மரபு சார்ந்த வேலைகளில் செயல்படுகிறது. மேலும் இதில் மிக அதிக அளவில் DNAவும் காணப்படுகிறது.

(ii) மாற்று குரோமேட்டின் (Heterochromatin)

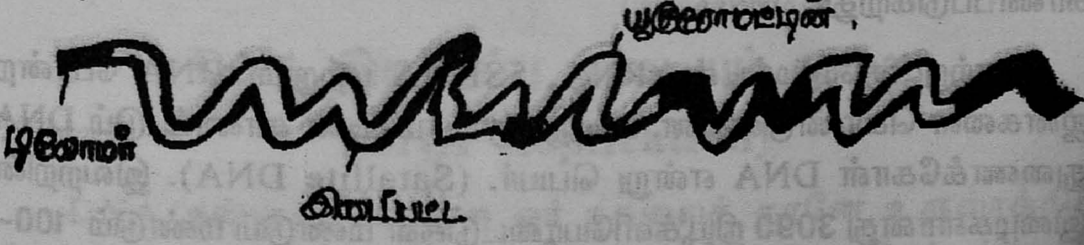
மிக அதிக அளவில் நிறமேற்கும் சுருங்கிய குரோமேட்டின் பகுதிக்கு மாற்று குரோமேட்டின் என்று பெயர். இந்தச் சுருங்கிய பகுதி குரோமோசென்டர் அல்லது கேரியோசோம்ஸ் என்றும் அழைக்கப்படும். இதில் குறைந்தளவு DNA இருப்பதால் மரபு சார்ந்த வேலைகளிலும் உணவு செரித்தலிலும் அதிகளவு ஈடுபடுவதில்லை.

சாதாரணமாக நியூக்ளியோலஸ்ஸை சுற்றிக் காணப்படும் சுருங்கிய குரோமேட்டின் பெரிநியூக்ளியோலர் குரோமேட்டின் (Perinucleolar chromatin) எனப்படும்: நியூக்ளியோலஸின் உள்ளே இருக்கின்ற குரோமேட்டினுக்கு இன்டிரா நியூக்ளியோலார் (Intranucleolar) குரோமேட்டின் என்று பெயர்.

மாற்று குரோமேட்டின் உருவாதல்

(Hetero Chromatization)

மாற்று குரோமட்டின், உட்கருவுக்கு இடையே காணப்படும் அடர்த்தியான குரோமோசோம் பகுதியாகும். இவை திரண்ட, சுருண்ட, மடிந்த குரோமோசோம் நார்களுக்கிடையே காணப்படுகிறது. வெவ்வேறு அடர்த்தியான சுருங்கிய, பகுதி குரோமோசோமின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. இவற்றிற்கு ஹெட்டிரோ பைக்னோஸிஸ் (heteropycnosis) என்று பெயர்.



படம் :35 மாற்று குரோமட்டின் அமைப்பு

சுருங்கி (condensed) காணப்படும் குரோமோசோம் பகுதிகளுக்கு மாற்று குரோமோசோம் (Heterochromosome) என்றும், சுருங்காமல் (non condensed) காணப்படும் குரோமோசோம் பகுதிகளுக்கு மீ குரோமட்டின் என்றும் பெயர்.

மாற்று குரோமட்டின் உள்ளபகுதியில் ஒரு சில ஜீன்கள் மட்டுமே காணப்படுகின்றது. மாற்று குரோமட்டின் ஒரு சுழற்சி முறையில் செயலிழந்ததாகக் காணப்படுகிறது. மீகுரோமட்டினை விட மீகுரோமட்டின் மிகவும் மெதுவாக இரட்டிப்பாகிறது.

மாற்று குரோமட்டின் DNA வானது ஜீன் அடிப்படையில் செயலிழந்த காணப்படுகிறது. இது mRNA வை புரத உருவாக்கத்தின் போது கடத்துவதில்லை. பொதுவாக இது இரண்டு வகைப்படும். அவையாவன பேக்கல்டேடிவ் மாற்று குரோமட்டின், (Facultative hetero chromatin) அமைவு மாற்று ஹெட்ரிரோகுரோமட்டின் (Constitutive hetero chromatin).

1. பேக்கல்டேடிவ் மாற்று குரோமட்டின் (Facultative hetero chromatin)

மனிதனில் பெண் இனத்தில் ஒரு X-குரோமோசோமானது ஹெட்டிரோகுரோமட்டின் ஆகும். ஆகையால் அவை செக்ஸ் குரோமட்டின் (Sex chromatin) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

2. அமைவு மாற்று குரோமட்டின் (Constitutive hetero chromatin)

இவை ஒவ்வொரு இணை குரோமோசோம்களிலும் காணப்படுகிறது. சென்ட்ரோமியர், டீலோமர், நியூக்ளியோலஸ் உண்டாக்கி மற்றும் குரோமோசோமின் இழைகளிலும் காணப்படுகிறது.

மாற்று குரோமட்டின் rRNA, 5SRNA மற்றும் tRNA போன்ற ஜீன்களை கொண்டுள்ளன. மாற்று குரோமட்டின் காணப்படும் DNA துணைக்கோள் DNA என்று பெயர். (Satellite DNA). இவற்றின் இழைகளானது 3090 நியூக்ளியோடைடுகள் மீண்டும் மீண்டும் 100–100 மில்லியன் முறை பெறப்பட்டது. மாற்று குரோமட்டினின் வேலைகள்:

1. இவை திடீர்மாற்றம் (Mutation) மற்றும் குறுக்கேற்றம் (Crossing over) போன்றவற்றை தடைசெய்கிறது.

2. குன்றல் பகுப்பின் போது ஒரேவகையான குரோமோசோம்கள் ஜோடி சேர்வதற்கான ஈர்க்கப்படுவதில் முக்கிய பங்குவகிக்கிறது.

3. நடுவில் காணப்படும் மாற்று குரோமட்டின், செல் பிரிவடையும் போது குரோமோசோமை பிரிக்கிறது.

துணைக் கோள் DNA (Satellite DNA)

மாறி வருகின்ற மிக சிறிய கார தொடர் வரிசை கொண்ட DNAக்கு துணைக்கோள் டி.என்.ஏ என்று பெயர். இந்த தொடர் வரிசையில் 20 முதல் 30 கார இணைகள் காணப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு: டிரோசோஃபைலா (Drosophila) என்ற பழ பூச்சியின் துணைகோள் DNA

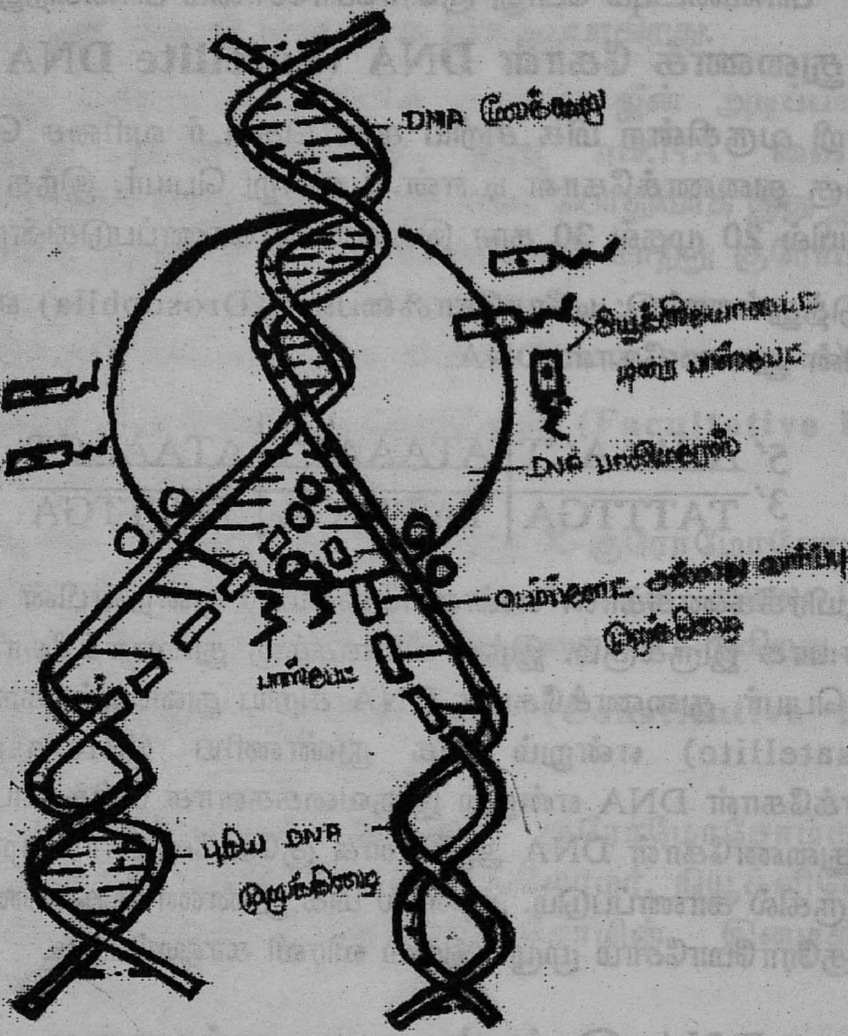
5′	ATAAACT	ATAAACT	ATAAACT	3′
3′	TATTTGA	TATTTGA	TATTTGA	5′

ஆயிரக்கணக்கான எண்ணிக்கையில் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வரிசையாக இருக்கும். இந்த வரிசைக்கு துணைக்கோள் DNA என்று பெயர். துணைக்கோள் DNA சிறிய துணைக்கோள் DNA (Minisatellite) என்றும் மிக நுண்ணிய (Microsatellite) துணைக்கோள் DNA என்றும் இருவகைகளாக பிரிக்கப்படுகிறது. சிறிய துணைகோள் DNA அதிகமாக குரோமோசோம் முனையின் மிக அருகில் காணப்படும். ஆனால் மிக நுண்ணிய துணைக்கோள் DNA குரோமோசோம் முழுவதிலும் விரவி காணப்படும்.

DNA இரட்டிப்பு அடையும் முறை (DNA Replication)

DNA தன்னை போன்ற ஓர் நகலைத் தானே உருவாக்கிக் கொண்டு இரட்டிப்பு அடைகிறது. இதற்கு DNA இரட்டிப்பாதல் என்று பெயர். இது உயிரினங்களின் அடிப்படைப்பண்பாக இருப்பதால் DNA ஒரு உயிர்ம வேதி பொருள் என

அழைக்கப்படுகிறது. வாட்சன் – கிரிக் DNA முன்மாதிரியில் DNA-வின் இரட்டிப்பு முறையில் பாதி தாராளத் தன்மையைக் காண முடிகிறது. இதை மத்தேயு லாசல்கனும், ஃபிராங்களின் ஸ்டாலினும் (1958) அணு எடை வேறுபட்ட 15 நைட்ரஜன்களைப் பயன்படுத்தி தாராளமான இரட்டிப்பு முறை DNA-வில் நடைபெறுவதை உறுதி செய்தனர்.



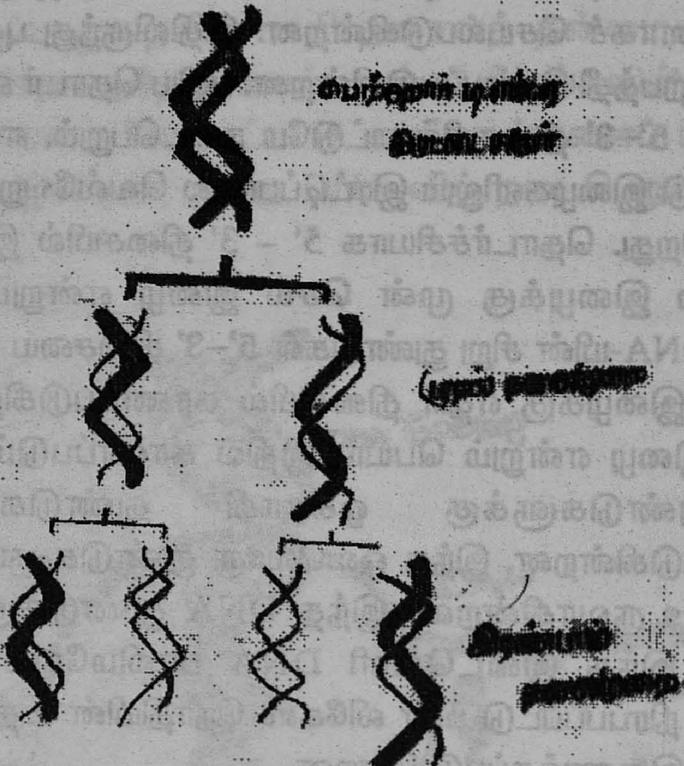
படம். 36 DNA இரட்டிப்பாதல்

DNA-வின் இரட்டைச் சுருள் பிரிவதற்கு DNA டோபோஐசோமெரேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது. இது DNA-வின் வடிவமைப்பை மாற்றுகின்றது. மேலும் DNA பாலிமெரேஸ் என்ற நொதி DNA உருவாகப் பயன்படுகிறது. எல்லா உயிரினங்களிலும் DNA பாலிமெரேசுகள் செயல்பட வார்ப்பச்சு DNA-க்கள்

தேவைப்படுகின்றன. பெற்றோர் DNA-வில் இரு இழைகள் வார்ப்பச்சுகளாகச் செயல்படுகின்றன. இதிலிருந்து புதிய டி.என்.ஏ இழைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. புதிய தொடர் வரிசைகளின் உருவாக்கம் 5'–3' திசையில் மட்டுமே நடைபெறும். எனவே DNA-யின் இரண்டு இழைகளிலும் இரட்டிப்பாதல் வெவ்வேறு திசைகளில் நடைபெறுகிறது. தொடர்ச்சியாக 5' – 3' திசையில் இரட்டிப்பாதல் நடைபெறும் இழைக்கு முன் செல் இழை என்றும் மற்றொரு இழையில் DNA-யின் சிறு துண்டுகள் 5'–3' திசையை விட்டு விட்டு முன் செல் இழைக்கு எதிர் திசையில் காணப்படுகிறது. இதற்கு பின்செல் இழை என்றும் பெயர். இதில் காணப்படும் DNA-யின் சிறிய துண்டுகளுக்கு ஒகசாகி துண்டுகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த ஒவ்வொரு துண்டுகளும் DNA 3'-5' முனையில் உருவாகின்றன. இந்த DNA துண்டுகளுக்கிடையே உண்டான இந்த இடைவெளி DNA பாலிமரேஸ் நொதியின் விளைவால் நிரப்பப்பட்டு பின் லிகேஸ் நொதியின் உதவியில் DNA துண்டுகள் இணைக்கப்படுகின்றன.

பாதி பேணுதல் இரட்டிப்பு (Semi Conservative replication)

பெற்றோர் நியூக்ளியோடைடு தொடரின் காரங்களும் நலிந்த ஹைட்ரஜன் இணைவால் பிணைக்கப்படுவதால் அவை எளிதில் பிரிந்து இரு DNA மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன. இந்த வகை இரட்டிப்பின் போது பெற்றோர் டி.என்.ஏ–வின் பாதிப் பகுதி மட்டுமே பாதுகாக்கப்படுவதால் இம்முறைக்கு பாதி பேணுதல் இரட்டிப்பு முறை (Semi Conservative replication) என்று பெயர்.



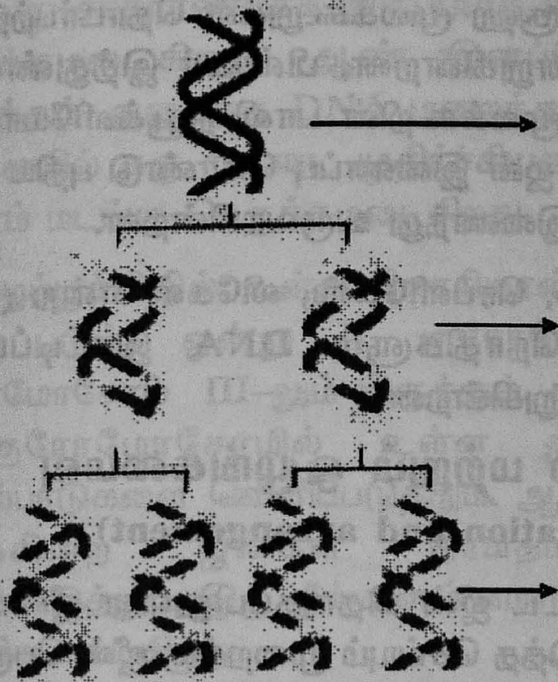
படம். 37 பாதி பேணுதல் இரட்டிப்பு முறை

முழு பேணல் இரட்டிப்பு முறை (Conservative replication)

இரட்டிப்பின் போது புதிதாகத் தோன்றிய இரு பாலி நியூக்ளியோடைடு தொடர் வரிசைகளுக்கிடையே ஹைட்ரஜன் இணைவு ஏற்பட்டால், முற்றிலும் புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட நியூக்ளியோடைடு தொடர் வரிசைகளாலான ஒரு DNA இழையும் பெற்றோர் DNA இழையின் நியூக்ளியோடைடு தொடர்புகள் முழுவதுமாகப் பாதுகாக்கப்பட்ட ஒரு DNA தோன்றுகின்றன. இவ்வகை இரட்டிப்பிற்கு முற்றிலும் பேணப்பட்ட இரட்டிப்பு முறை என்று பெயர்.

சிதறடைந்து உருவாகும் DNA இரட்டிப்பு முறை (Dispersive replication)

இரட்டிப்பின் போது பெற்றோர் DNA மூலக்கூறு உடைந்து சிறு துண்டுகளாகின்றன. ஒவ்வொரு தூண்டும் சிறிய DNA மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகின்றன. பின்பு பெற்றோர் துண்டுகளும் புதிதாக உருவான துண்டுகளும் இணைந்து புதிய DNA மூலக்கூறுகளாக மாறுகின்றன.



படம் . 38 சிதறடைந்து உருவாகும்
DNA இரட்டிப்பு முறை

DNA இரட்டிப்பு பின்வரும் விதி முறைகளுக்குட்பட்டுதான் நடைபெறுகிறது என்று பெர்க் (1968) கூறுகிறார் :

1. பொதுவாக பாதி பேணுதல் இரட்டிப்பு முறை நடைபெறுகிறது.
2. னுஜூஹ இரட்டிப்பு மூலக்கூறின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் தொடங்குகிறது. இதற்கு ரெப்ளிகான் (Replicon) என்று பெயர்.
3. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல ரெப்ளிகான்கள் DNA மூலக்கூறில் காணப்பட வேண்டும் ஏனெனில் ஒரு ரெப்ளிகானில் இரட்டிப்புத் தொடங்கினால் முழு மூலக்கூறும் இரட்டிப்பு அடைய அதிக நேரம் செலவாகும். ஆகையால் அதிக ரெப்ளிகான்கள் இருந்தால் இரட்டிப்பு விரைவாக நடக்க வாய்ப்புள்ளது.
4. பொதுவாக இரு திசைகளிலும் இரட்டிப்பு அதிகமாக நடைபெறும்.
5. 5’–3’ திசையில் நியூக்ளியோடைடு மானோமெர்கள் சேர்க்கப்படுதலின் மூலம் தாய் மூலக்கூறின் இரு இழைகளும் இரட்டிப்பு அடைகிறது.

6. இரட்டிப்பின் போது னுசூஹ மூலக்கூறுகள் தொடர்பற்ற சிறு துண்டுகளாகத் தோன்றுகின்றன. பின்னர் இத்துண்டுகள் முழுவதும் பெற்றோர் மூலக்கூறின் பாலி நியூக்ளியோடைடு இழைகளுடன் ஹைட்ரஜன் இணைப்பு கொண்டு புதிய DNA மூலக்கூறுகள் மூலம் இணைந்து உருவாகின்றன.

7. எண்டோநியூக்ளியேஸ், ரெப்ளிகேஸ், லிகேஸ் என்ற மூன்று DNA பாலிமரேஸ் நொதிகளும் DNA இரட்டிப்பாதல் நிகழ்ச்சியில் பங்கு பெறுகின்றன.

ஜீன் பெருக்கம் மற்றும் ஒழுங்கமைவு
(Gene amplification and arrangement)

செல்லில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீன் தொகுப்பிலுள்ள ஜீன்களின் எண்ணிக்கையை அதிகப்படுத்த செய்யும் முறைக்கு ஜீன் பெருக்கம் என்று பெயர். மீஉட்கருநிலை கொண்ட செல்லில் மைட்டாட்டிஸ் செல்பிரிதல் தோல்வியடையும்போது ஜீன் தொகுப்பு பெருக்கமடைகிறது.

செல்களின் உருமாற்றம் மற்றும் வளர்ச்சியடையும்போது ஏற்படும் ஜீன் பெருக்கம் (Amplification during differentiation and development)

எந்தவித ஜீன்களின் எண்ணிக்கையும் மாறாமல் உருமாற்றம் ஏற்படுகின்ற செல்லில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீன்களின் செயல்பாடுகள் குவிந்திருக்கும். அதாவது வேகமான படியெடுத்தல், மரபு குறியீட்டு மொழிபெயர்ப்பு, வேகத்துடன் கூடிய நிலையான ஜீன் உருமாற்றம், குறிப்பிட்ட mRNA மற்றும் புரதம் ஆகியவற்றின் முக்கிய செயல்பாடுகளால் ஜீன்களின் வெளிப்பாடுகள் செல்லில் குவிந்திருக்கும். ஆனால் சிலவற்றில் ஜீன் பெருக்கத்தின் பங்களிப்பு காரணமாக வேகமான ஜீன் வெளிப்பாடுகள் ஏற்படுகின்றன.

உ.ம். தவளையின் ஊசைட்டில் உள்ள rDNA ஜீன்கள் பெருக்கமடைதல் மற்றும் பழப்பூச்சியில் (Drosophila) உள்ள கரு முட்டையில் ஃபாலிகிள் செல்லில் உள்ள கோரியான் ஜீன்கள் பெருக்கமடைதல்.

ஜீனோபஸ் லீவிஸ் என்ற தவளை இனத்தில் கருமுட்டை உற்பத்தியின் போது ரிபோசோமின் DNA பெருக்கமடைகிறது.

அதாவது சாதாரணமாக இருப்பதை விட 100 மடங்கு அதிகமாகப் பெருக்கமடைகிறது. ஆண் இனப்பெருக்க செல்லில் உள்ள பெருக்கம் அடைந்த DNA மறைந்து போகும். ஆனால் பெண் தவளையில் கரு முட்டை முதிர்ச்சியடையும்போது DNA ஏறத்தாழ ஆயிரம் மடங்கு பெருக்கமடைகிறது.

பழப்பூச்சியில் உள்ள கோரியான் ஜீன்கள் இரு கொத்தாக காணப்படும். ஒன்று X குரோமோசோமிலும் மற்றொன்று குரோமோசோம் III–லும் இருக்கும். கருமுட்டை உருவாகும்போது X குரோமோசோமில் உள்ள ஜீன்கள் முதலில் அதன் செயல்பாடுகளை வெளிப்படுத்தும். ஆனால் குரோமோசோம் III–ல் இருக்கின்ற ஜீன்கள் தாமதமாகச் செயல்பாடுகளை வெளிப்படுத்தும். இரு ஜீன்களும் சுமார் 15லிருந்து 60 மடங்கு வரை பெருக்கமடைகிறது.

தெரிவு மூலம் ஜீன் பெருக்கம் (amplification by selection)

பாக்டீரியங்கள், வைரஸ் மற்றும் பிளாஸ்மிட் போன்ற தொல் உட்கருநிலை கொண்டவற்றில் ஜீன் பெருக்கம் அதிக அளவில் தன்னிச்சையாக நடைபெறுகிறது பெருக்கமடைகிறது அதாவது இப்பெருக்கம் 10^{-1} to 10^{-5} வரை இருக்கும். ஜீன் பெருக்கமடைந்த E. coli செல்லில் உள்ள படல T ஜீனின் அளகு 40kb லிருந்து 250kb ஆக மாறுகிறது. பழப்பூச்சியில் திடீர் மாற்றத்தினால் ஏற்படுகின்ற விளைவால் ஜீன்கள் குன்றல் பகுப்பின் போது பெருக்கமடைகின்றன. பாலூட்டிகளில் ஜீன் பெருக்கம் மருந்துகளின் தாங்கும் சக்தியை பொறுத்து ஏற்படுகிறது.

பெருக்கமடைந்த குரோமோசோம் DNAவின் ஒழுங்கமைவு (arrangement of amplified chromosomal DNA)

பெருக்கமடைந்த DNA மூன்று நிலைகளில் இருக்கும் 1. முற்றிலுமாக குரோமோசோமிலிருந்து விலகிஇருப்பது, 2. குரோமோசோமின் உள்ளிருக்கும் நீள்வாட்டிலுள்ள DNAயுடன் சேர்ந்திருப்பது, 3. பாதி பன்மடங்கு DNA (Polytene) அமைப்பையுடைய குரோமோசோமோடுச் சேர்ந்திருப்பது. பெருக்கமடையும் DNA முதலில் எந்த பகுதியில் இருந்ததோ அதே பகுதியில்தான் பெருக்கமடைந்த பின்னரும் இருக்கக்கூடும். இதற்கு மாறாகவும் சில நேரங்களில் அதே குரோமோசோமின்

வேறுபகுதியிலோ அல்லது வேறு குரோமோசோமின் பகுதியிலோ பெருக்கமடைந்த DNA இருக்கலாம்.

ஜீன் மாறுபாடும் பரிணாமமும் (Gene variation and Evolution)

ஒரு தனி உயிரி என்பது அதனுடைய அனைத்து மரபு காரணிகளின் செயல்பாட்டின் விளைவு ஆகும். அனைத்து ஜீன்களும் ஒரு உயிரின் வளர்ச்சிக்கும் அதன் உருமாற்றத்திற்கும் முக்கிய பங்களிப்பை கொடுக்கின்றன. ஜீன் அமைப்பில் ஏதாவது மாற்றம் உயிரியின் பண்புகள் பெருமளவு மாற்றமடைகிறது. குரோமோசோமின் எண்ணிக்கையில் அல்லது அதனுடைய அமைப்பினில் திடீர் மாற்றம் ஏற்படுமாயின் வித்தியாசமான ஜீன் செயல்பாடுகள் தோன்றி புதிய உயிர்களை தோற்றுவிக்கின்றன. திடீர் மாற்றம் பரிணாம வளர்ச்சிக்கு மூல பொருளாக உள்ளது.

சுற்றுப்புறத்தில் மாற்றங்கள் ஏற்படும்போது அங்கு வசிக்கும் உயிரினங்களின் தகவமைப்புகளில் மாற்றம் ஏற்படும். இந்த மாற்றம் திடீர் (Mutation) மாற்றத்தின் விளைவாக ஏற்படலாம். அதாவது பழைய ஜீன்கள் மாற்றமடைந்து புதிய தகவமைப்புகளோடு கூடிய ஜீன் தொகுப்பு உருவாகிறது. ஆனால் படி திடீர் மாற்றங்கள் பெரும்பாலும் உயிரினங்களுக்கு கேடு விளைவிக்கிறது.

உயிரினங்களில் ஏற்படும் பரிணாம வளர்ச்சிக்கு அதன் செல்லில் உள்ள குரோமோசோமின் அமைப்பு, டி.என்.ஏ மற்றும் புரதம் முக்கிய காரணமாகும்.

C-மதிப்பு (C-Value)

ஃபியூல்ஜென் DNAவில் நிறம் (Stain) உண்டாக்கும் ஒரு பொருளாகும். இது உட்கருவில் இருக்கின்ற DNA-ஐ தெளிவாக அறிந்து கொள்ள உதவுகிறது. சைட்டோபோட்டோ மீட்டர் (Cytophotometer) சிறப்பு நுண்ணோக்கி கருவியின் உதவியால் இதில் பயன்படுத்தப்படும் வண்ணம் உண்டாக்கும் பொருளின் அளவை கண்டறிய முடியும். DNA ஏற்கும் வண்ணத்தின் அளவு அதன் அளவிற்கு நேரடி தொடர்புடையது. எனவே, ஒரு உட்கருவில் உள்ள DNA அளவினை இச்சாயத்தைக் கொண்டு ஓரளவிற்கு துல்லியமாக அறியலாம். இதன்படி எல்லா இரட்டை மடிய செடியிலும் ஒரே அளவான (2C) காணப்படும். ஆனால் கேமிட்டில் ஒற்றை மடிய

DNA அளவு அதாவது (1C) அளவு காணப்படும் பன்மடிய செல்களில் மடியத்திற்கு ஏற்ப அளவு அதிகமாகிறது.

எடுத்துக்காட்டு : ஈரல் செல்லில் அதிகமான அளவில் DNA (4C or 8C). எந்த ஒரு உயிரிலும் ஒற்றை மடிய செல்லின் உட்கருவில் உள்ள மொத்த DNA வின் அளவு 1C மதிப்பு எனப்படும். இது பிக்கோகிராம் (Pg) அளவில் சுட்டப்படும்.

ஃபிவல்ஜென் என்ற நிறம் (Stain) உண்டாக்கும் பொருளாகும். இது நியூக்ளியஸில் இருக்கின்ற உதவுகிறது. சைட்டோ போட்டோமீட்டர் (Cytophotometer) என்ற சிறப்பு நுண்ணோக்கியின் உதவியால் இதில் பயன்படுத்தப்படும் வண்ணம் உண்டாக்கும் பொருளின் அளவை கண்டறியமுடியும். மேலும் குறிப்பிட்ட நிலையான டி.என்.ஏன் அளவையும் கண்டறிய பயன்படுகிறது. இதன்படி எல்லா செல்லிலும் ஒரே அளவான டி.என்.ஏ (2C) அதாவது ஜோடியாக (diploid) காணப்படும். ஆனால் பாலணுவில் (gamets)-ல் ஒற்றையாக (haploid) அதாவது பாதியில் (polyploid) காணப்படும்.

C - மதிப்பு முரண்பாடு (C-Value paradox)

தொல் உட்கரு உயிரிகளை விட மீஉட்கரு உயிரிகளில் பொதுவாக னுசூஹ அளவு மிக அதிகமாக உள்ளது. முதுகெலும்பு உள்ள உயிரிகளில் பொதுவாக E.coli பாக்டீரியத்தை விட 700 மடங்கு அதிகமான DNA அளவு காணப்படுகிறது. Fritillaria என்ற தாவரத்தின் சிற்றினத்தின் 127 pg அளவு DNA உள்ளது. இதுவே இதுவரை அறியப்பட்ட DNA அளவில் மிக அதிகமாகும். தேரை, தவளை இனத்தில் 84pg DNA இருப்பதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. மனிதனின் 3யீப னுசூஹ இருக்கிறது. ஆனாலும் தேரையில் மனிதனை விட ஏறத்தாழ 30 மடங்கு அதிகமாக DNA உள்ளது.

புரோகேரியோட்டைவிட டி.என்.ஏ மிக அதிகமாக யூகேரியேட்டில் உள்ளன. முதுகெலும்புள்ள உயிரிகளில் பொதுவாக E-Coli பாக்டீரியாவை விட 700 மடங்கு அதிகமாக DNA காணப்படுகிறது. தேரை தவளை இனத்தில் மிக அதிகமாக 84 பி– பைக்கோகிராம் டி.என்.ஏ இருப்பதாக கண்டறியப்பட்டுள்ளது. மனிதனில் 3பி டி.என்.ஏ இருக்கிறது. மனித ஜீன் தொகுப்பில் சுமார் 3 மில்லியன் அளவுள்ள புரதத்தைக் கொண்டுள்ளது. ஆனாலும்

தேரையில் மனிதனை விட 30 மடங்கு அதிகமாக டி.என்.ஏ உள்ளது. இதற்கு C-மதிப்பு என்று பெயர்.

மீஉட்கருநிலை உயிரினங்களின் வெளிப்புறத் தோற்றம் அதனுடைய DNAயுடன் தொடர்புள்ளது என்று அறிய முடிகிறது. எடுத்துக்காட்டாக E.coli-ல் உள்ள DNAவில் 34,00,000 கார இணைகளும், 3,000 ஜீன்களும் உள்ளதாக கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஆனால் மனிதனில் உள்ள பலதரப்பட்ட ஜீன்களை அளவிட சற்று கடினமாக உள்ளது. ஏனென்றால் 30000 ஜீன்கள் வரை மனித செல்லில் உள்ளதாக கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

இடம் மாறும் மரபுக் கூறுகள் (Transposable elements)

இடம் மாறும் மரபுக் கூறுகளுக்கு குதிக்கும் அல்லது நடக்கும் ஜீன்கள் என்ற பெயர்களும் உண்டு. 1965–ஆம் ஆண்டு பார்பரா மெக்கிளின்டாக் இந்த இடம் மாறும் கூறு மக்காச் சோளத்தில் இருப்பதாக முதலில் கண்டறிந்தார். பின்னர் ஹெட்ஜஸ் மற்றும் ஜேக்கப் என்ற அறிஞர்கள் இடம் மாறும் மரபுக் கூறுகள் (Transposable elements) என இவற்றிற்கு பெயரிட்டார்கள்.

இடம் மாறும் மரபுக் கூறுகள் DNA கார தொடர் வரிசையில் காணப்படுகின்றன. இதில் உள்ள குறியீடு, ஒரே மாதிரியான கார தொடரை இடைசெருக தேவையான நொதியை உருவாக்குகிறது. னுசூஹ இரட்டிப்பாதல் நிகழ்ச்சியில் அடிக்கடி இடம் பெயர்ந்து இரண்டு பெற்றோர்களின் இடம் மாறும் மரபுக் கூறுகளை போன்ற புதிய தலைமுறை நகல்களை உருவாக்குகிறது. இதில் ஒன்று பெற்றோர் இடத்திலும் மற்றொன்று அதன் குறியிலக்க (Target site) இடத்திலும் காணப்படும். இடைசெருகப்பட்ட இடம் மாறும் மரபுக் கூறு குறியிலக்க இடத்தின் தன்மையை மாற்றுகிறது. இடம் மாறும் மரபுக் கூறுகள் RNA உற்பத்தியை தொடங்குவதற்கான சமிஞையை எடுத்து செல்கிறது. இதில் ரிப்ளிகான் காணப்படுவதில்லை.

வகைகள் (Types of Transposable elements)

1. இடை செருகல் தொடர் வரிசை (Insertion sequence - IS)

இடைசெருகல் தொடர் வரிசை மிக சிறியது இந்த தொட வரிசையில் புரத உற்பத்திக்கான குறியீடு கிடையாது. ஆனால் இதில் இடம் மாறுவதற்கான மரபு செய்தி உள்ளது. பல வித்தியாசமான இடைசெருகல் தொடர் வரிசைகள் E.coli யில் காணப்படுகிறது. அவையாவன IS1, IS2, IS3, IS4 மற்றும் பல. தற்போது IS21 பாக்டீரியங்களில் இருப்பதை வில்லட் என்பவர் 1981–ல் கண்டுபிடித்தார்.

2. கூட்டு இடம் பெயர் மரபுக் கூறுகள் (Complex Transposors/ Tn)

இவை ஆயிரக்கணக்கான கார இணைகளைக் கொண்டது. இவற்றில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட புரத உற்பத்திக்கானக் குறியீடுகள். ஒவ்வொரு இடம்பெயரும் மரபுக் குறியிலும் தனித்தன்மை வாய்ந்த தலை கீழான கார இணைகள் காணப்படுகின்றன. இவை Tn_3, Tn_5, Tn_{10}, Tn_{1681} மற்றும் Tn_{2571} என்ற வகைகளில் பாக்டீரியங்களில் காணப்படுகின்றன.

3. யீஸ்ட் இடம்பெயர் கூறுகள் (Yeast Transposor elements)

இதில் 35 இடம்பெயர் கூறுகளின் நகல்கள் உள்ளன. ஏறத்தாழ 5900 கார இணைகள் DNA ஐ சுற்றி காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு டெல்டா தொடர் வரிசை என்று பெயர். ஒவ்வொரு டெல்டா தொடர் வரிசையும் ஒரு திசையில் செல்கிறது.

ஜீன்களின் செயல்பாடு
(Gene Exepression)

எல்லா உயிரினங்களின் தனித்தன்மைக்குச் செல்களில் உண்டாகும் பல்வகைப் புரதங்களே காரணமாகும். இந்த புரதங்கள் உருவாகுவதற்கு DNA மூலக்கூறின் பாலிநியூக்ளியோடைடு தொடர் வரிசையில் உள்ள புரத கார வரிசையையும் பொறுத்ததாகும். ஆகையால் DNA கார வரிசைக்கு மரபுச் செய்தி என்று பெயர். இவ்வாறு DNA-யின் மரபு செய்திக்கேற்ப உருவாக்கப்படும் புரதங்கள் உடலில் நிகழும் வேதி கிரியைகளை ஒழுங்குபடுத்தும்

நொதிகளாகும். ஏனவே நொதிகள் வழியாகத்தான் ஜீன்களின் செயல் வெளிப்பாடு நிகழ்கிறது. மேற்கூறியவை மூலக்கூறு உயிரியலின் அடிப்படை கருத்துக்களாகும்.

மரபுச் செய்தி டி.என்.ஏலிருந்து புரதத்திற்கும் செல்கிறது. மேற்கூறிய கோட்பாடுகள் மூலக்கூறு உயிரியலின் அடிப்படை கருத்தாகும். DNA விலிருந்து mRNA உருவாகும்போது DNA-யின் மரபு செய்திகள் படியெடுக்கப்படுகின்றன. இந்த mRNA மரபுச் செய்தியுடன் புரதசேர்க்கை நிகழும் சைட்டோபிளாசத்தில் இருக்கின்ற ரிபோசோம்களுடன் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. பின்னர் tRNA மூலக்கூறுகள் mRNA நியூக்ளியோடைடு தொடர் வரிசையை ஒரு பாலிபெப்டைடு தொடர் வரிசையாக மாற்றுகிறது. மேலும் உட்கரு அமிலங்களின் உதவியினால் புரதத்தை உருவாக்குவதோடு மட்டுமல்லாமல் குறிப்பிட்ட மரபுவழிப் பண்பியல் சார்ந்த பணிகளையும் DNA செய்கிறது. எனவே படியெடுத்தலும் தகவல் பெயர்தலும் மிக முக்கியமான செயல்களாகப் புரத உருவாக்குவதில் காணப்படுகின்றன.

படி எடுததல் (Transcription)

DNA யில் இருக்கும் மரபு தகவல்கள் நொதிகளின் உதவியால் RNA இழையாக மாறும் நிகழ்ச்சிக்கு படி எடுத்தல் என்று பெயர். அதாவது இப்படி உருவாகின்ற RNA இழை DNA வுடன் ஒத்துக் காணப்படுகின்றது. படியெடுத்தலின் போது DNA-ன் ஒரு முறுக்கிழைகள் சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் பிரிந்து தனியாக காணப்படுகிறது. இதில் உள்ள DNA-ன் ஒரு ஒற்றை இழை RNA உற்பத்திக்கு வார்ப்பாக உள்ளது. RNA-ன் உற்பத்தி 5' - 3' திசையில் நடைபெறுகிறது. mRNA உற்பத்தி DNA-ன் இழையின் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியிலிருந்து உருவாகிறது. இந்தப் புள்ளிக்கு தொடர்பான இலக்கு என்று பெயர். மேலும் mRNA உற்பத்திக்கு RNA பாலிமரேஸ் என்ற நொதி வினையூக்கியாக செயல்படுகிறது. புதிதாக உற்பத்தி செய்யப்பட்ட mRNA உட்கருவில் காணப்படும் போது அதற்கு Hn-RNA என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இது நிரந்தரமாக இல்லாமல் மாறக் கூடியது. சுமார் 200 அடினலிக் அமிலம் என்ற ரிபோநியூக்ளியோடைடு 3 முனை பகுதியிலிருந்து சேரும் போது அது நிலையான Hn-RNAahf

மாறுகிறது. ஏழு மீதைல் குவானனோசின்கள் 5' முனையில் இணைக்கப்படும்போது ஒரு மூடி போன்ற அமைப்பு (RNA cap) உருவாகிறது. இதிலிருந்துதான் m-RNAன் தகவல் பெயர்ப்பு நிகழ்ச்சி தொடங்கும். எனவே இந்தப் பகுதிக்கு மரபு தகவல் பெயர்ப்பு தொடங்கும் இலக்கு என்று பெயர். (Site of translation).

தொல் உட்கரு நிலை உயிரிகளில் (Transcription in Prokaryotes)

RNA படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சி பல நிலைகளில் காணப்படுகிறது. சில வைரஸ்களில் இது நடைபெறுவது இல்லை.

ஆர்.என்.ஏ பாலிமரேஸ்

தொல் உட்கரு நிலை உயிரிகளில் அனைத்து RNA–க்களும் ஒரே நொதியால் படியெடுக்கப்படுகின்றன. இந்த பாலிமரேஸ் RNA பாலிமரேஸ் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதில் ஐந்து வகையான பாலிபெப்டைடு தொடர் வரிசைகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றில் இரண்டு ஆல்பா (?) பீட்டா (?), பீட்டா பிரைம் (?') மற்றும் சிக்மா (?) பாலிபெப்டைடுகளாக உள்ளன. பாலிமரேஸ் நொதியை DNA ன் மேம்படுத்திப் பகுதியில் பிணைக்க பாலிபெப்டைடு பயன்படுகிறது. ஆனால் பீட்டா மற்றும் பீட்டா பிரைம் பாலிபெப்டைடுகள் பாலிமரேஸ் நொதி ஓரிழை நிலையில் DNA-ல் இருப்பதற்கும் படியெடுத்தல் நடைபெறவும் பயன்படுகின்றன. நியூக்ளியோடைடுகளுடன் பிணைப்பிற்கும் பீட்டா மற்றும் பீட்டா பிரைம் பாலிபெப்டைடுகள் உதவுகின்றன. RNA பாலிமரேஸ் நொதி படியெடுத்தல் தொடங்கும் முனையைத் தெரிந்து கொள்ள சிக்மா பாலிபெப்டைடு பயன்படுகின்றன. E.coli பாக்டீரியத்தில் ஏறத்தாழ 7000 ஆர்.என்.ஏ பாலிமரேஸ் மூலக்கூறுகள் உள்ளன. அவற்றில் 2000 முதல் 2500 மூலக்கூறுகள் வரை படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியில் செயல்படுகின்றன. இரண்டு ஆல்பா, ஒரு பீட்டா மற்றும் பீட்டா பிரைம் நொதிகள் சேர்ந்து இணை நொதியாக (Co-enzyme) காணப்படுகிறது. ஆனால் இதில் சிக்மா நொதி கலந்து கொள்ளாமல் தனியாக RNA பாலிமரேஸ் நொதிகளோடு சேர்ந்து முழுநொதியாக (Holo-enzyme) காணப்படுகிறது. இணைந்த நொதிகள் DNA-ல் குறிப்பிட்ட பகுதியில் பிணையாமல் DNA-வின் ஏதாவது ஒரு பகுதியில் பிணைந்திருக்கும்.

படியெடுத்தல் முன்மாதிரி

DNA விலிருந்து RNA உருவாகும்போது பல படியெடுத்தல் நிலைகள் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நிலையிலும் தொடங்கும் பகுதி மற்றும் முடிவடையும் பகுதி காணப்படும். DNAயின் தொடங்கும் பகுதியின் அருகில் இருக்கும் நியூக்ளியோடைடு தொடருக்கு மேம்படுத்தும் பகுதி (Promotor) என்று பெயர். படியெடுத்தல் தொடங்கும் முனையில் ஒற்றை நியூக்ளியோடைடு அடி பியூரின் காணப்படும். சில நேரங்களில் மூன்று எழுத்து குறியீட்டு காரம் அடினைன் காணப்படுகிறது (CAT) தொடங்கும் பகுதியின் இடது பக்கத்தில் உள்ள வரிசைக்கு மேல்நடை (upstream) என்றும் வலது பகுதியில் உள்ள DNA வரிசைக்கு கீழ்நடை (downstream) என்றும் பெயர்.

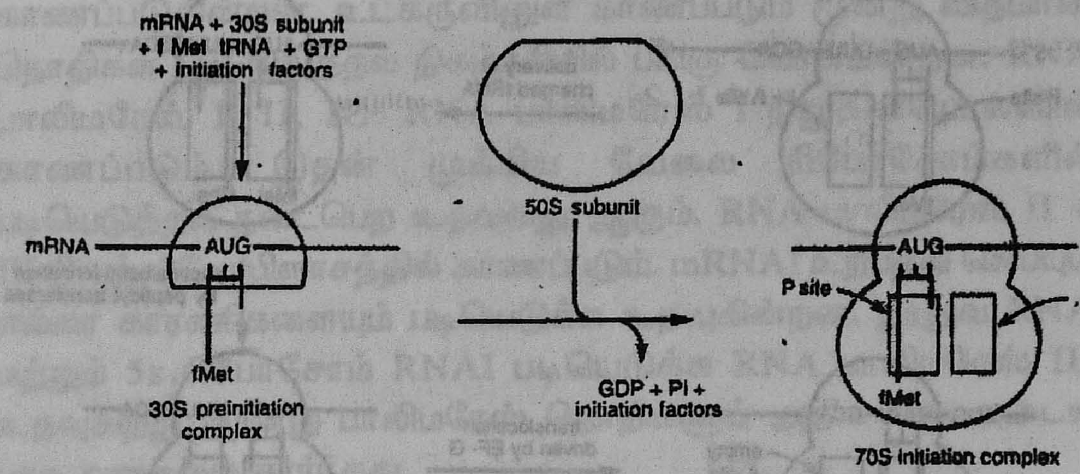
படி எடுத்தல் நிகழ்ச்சியை மூன்று நிலைகளில் நிறைவேற்ற RNA hலிமரேஸ் உதவி செய்கிறது. அவையாவன

1. RNA ஊக்குவிப்பிகளுடன் இணையும் செயல் மற்றும் mRNA உருவாக்கத்தின் துவக்கம்
2. தொடரி நீளும் செயல்
3. RNA படியெடுத்தல் முடியும் செயல்

1. RNA ஊக்குவிப்பிகளுடன் இணையும் செயல் மற்றும் mRNA உருவாக்கத்தின் துவக்கம் (Initiation)

இதில் RNA பாலிமரேஸ் DNAவிலுள்ள குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் ஒட்டுகிறது. இந்தச் சிறப்பு இடங்கள் ஊக்குவிக்கும் பகுதிகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பின்பு பாலிமரேஸ், படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியை துவக்க உதவி செய்கிறது. இதைத்தொடர்ந்து RNA பாலிமரேஸ், DNA தொடர்வரிசை அமைப்பைத் துல்லியமாகப் படியெடுக்க உதவுகிறது.

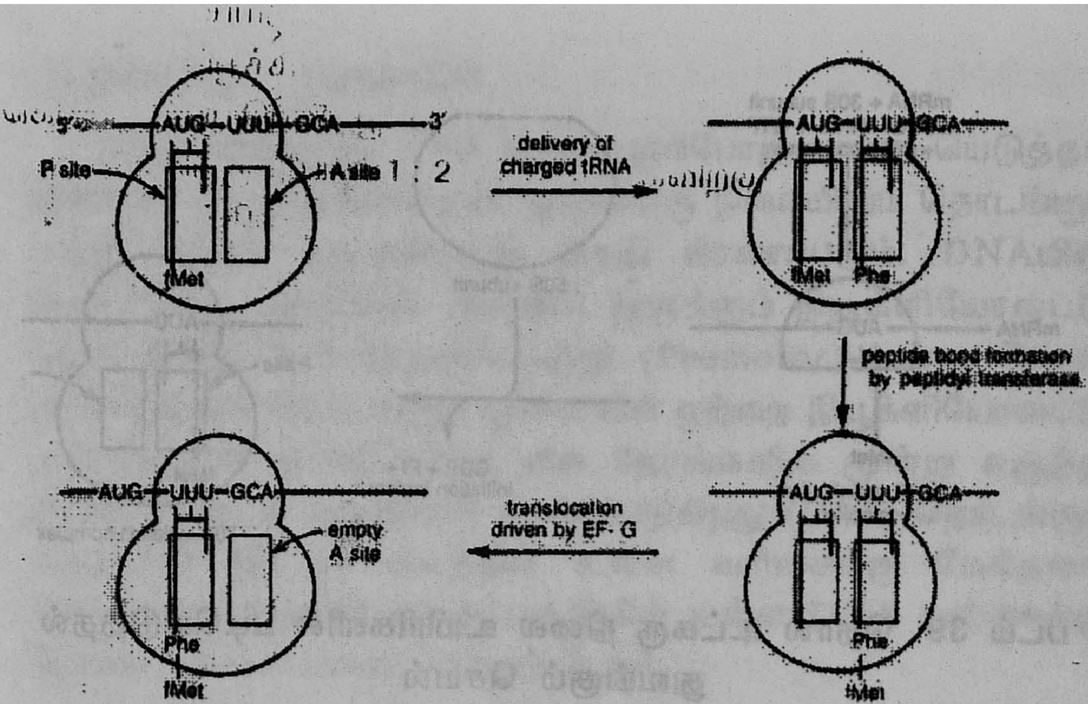
DNA உற்பத்தியாகும் போது DNA இழைகள் 5'–3' வளருவது போன்று படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியின் போது RNA இழைகள் 5'-3' திசையில் வளர்கின்றன.



படம் 39. தொல் உட்கரு நிலை உயிரிகளில் படியெடுத்தல் துவங்கும் செயல்

2. நீளும் செயல்

RNA பாலிமரேஸில் உள்ள சிக்மா காரணி விலகுவதால் இணைந்த நொதி (Co-enzyme) மேம்படுத்தி பகுதியிலிருந்து விலகி DNA இழைகளுடன் சேர்ந்து தொடர்ந்து படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியில் ஈடுபடுகிறது. இணைந்த நொதி மேம்படுத்தி பகுதியிலிருந்து விலகியபின், மேம்படுத்தி பகுதி முழுமையான நொதியுடன் சேர்ந்து அடுத்த படியெடுத்தலை ஊக்குவிக்கிறது. வார்புரு DNA தொடரியில் உள்ளது போல் RNA பாலிமரேஸ் 3 திசையில் உள்ள ரிபோசோம் நியூக்ளியோடைடுகளுடன் சேருகிறது. சங்கிலி தொடர் நீளும் போது 5 பகுதியில் புதிதாக உற்பத்தியாகும் RNA ன் தொடக்க தூண்டானது மெதுவாக வார்புரு (Template) DNA விருந்து விலகுகிறது. இவ்வாறு RNA DNA விருந்து முற்றிலுமாக விலகுகிறது. தனித்தனியான இரண்டு இழைகள் கொண்ட DNA வில் ஒரு பகுதியில் மீண்டும் சுருள் தொடங்கும். சுருள் அவிழும்போது புதிதாக உருவாகும்.



படம்.40. (தொல் உட்கரு நிலை) உயிரிகளில் படியெடுத்தல் நீளும் செயல்

3. படியெடுத்தல் முடியும் செயல்

இணைந்த நொதி (Co-enzyne) படியெடுத்தல் முடியும் புள்ளியில் வரும் போது தன்னைத்தானே வார்புரு DNA லிருந்து விலகி செல்கிறது மேலும் RNA நியூக்ளியோடைடு தொடரில் வேறு எந்த ரிபோ நியூக்ளியோடைடும் பிணைவதில்லை. சில தொல் உட்கரு நிலை உயிரிகளில் முடிவடையும் புள்ளிக்கு சில பாலிபேப்டைடுகள் தேவைப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு Rho factor என்று பெயர். இது அடிப்படை நியூக்ளியோடைடுகளில் மாற்றம் செய்து படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியை விடுவிக்கிறது. பின்னர் RNA பாலிமரேஸ் மீண்டும் சிக்மா காரணியோடு சேர்ந்து மேம்படுத்தி பகுதியுடன் பிணைந்து அடுத்த படியெடுத்தல் சுழற்சிக்குத் தன்னை ஈடுபடுத்திக் கொள்ளும்.

மீஉட்கருநிலை உயிரிகளில் படியெடுத்தல்

பொதுவாக (மீஉட்கரு நிலை) உயிரிகளிலும், தொல் உட்கரு நிலை உயிரிகளிலும் RNA உற்பத்தி ஒரே மாதிரியாக இருந்தாலும் மீஉட்கரு நிலை உயிரிகளிலுன் DNA படியெடுத்தல் சிக்கலான ஆனால் மிகவும் கட்டுப்பாடான முறையில் நடைபெறுகிறது. எல்லா

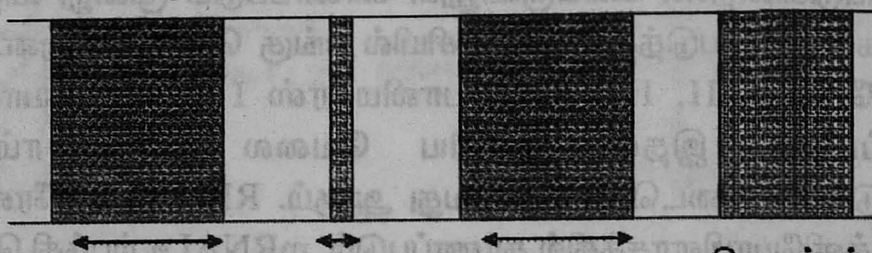
RNA வகைகளுக்கும் அதற்கென தனியான பாலிமரேஸ் நொதிகள் காணப்படுகின்றன. உட்கருவினுள் காணப்படும் மூன்று விதமான நொதிகள் படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியில் பங்கு கொள்கின்றன. RNA பாலிமரேஸ் I, II, III. RNA பாலிமரேஸ் I நியூக்ளியோலஸில் காணப்படும். இதன் முக்கிய வேலை ரிபோசோம்களில் படியெடுத்தல் நடைபெற உதவுவது ஆகும். RNA பாலிமரேஸ் II + III நியூக்ளியோபிளாசத்தில் காணப்படும். mRNAI உற்பத்தி செய்யும் எல்லா காரணிகளையும் படியெடுக்க உதவுகின்றன. தூதுவ RNA மற்றும் 5s ரிபோசோம் RNAI படியெடுக்க RNA பாலிமரேஸ் III உதவுகிறது. மூன்று பாலிமரேஸ் நொதிகளும் அதிக எடையுடைய புரத வகையை சார்ந்தது.

படியெடுத்தல் காரணிகள் (Transcription factors, TF)

படியெடுத்தல் காரணிகள் எனப்படுவது பாலிபெப்டைடுகள் ஆகும். இவை மேம்படுத்திகள் பகுதியில் பிணைக்கப்பட்டு படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியைத் தொடங்க செய்கின்றன. RNA பாலிமரேஸ் IIல் ஆறு விதமான உட்கரு புரதங்கள் காணப்படுகின்றன. இதன் முக்கிய வேலைகள் படியெடுத்தலைத் தொடங்க செய்வது மற்றும் புரத உற்பத்தியைக் கட்டுபடுத்தும் காரணிகளையும் படியெடுக்க உதவுவது ஆகும்.

மேம்படுத்தி

மேம்படுத்தி பகுதியில் தான் RNA பாலிமரேஸ் DNA வுடன் பிணைக்கப்பட்டு படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியை தொடங்கச் செய்கிறது. பாலிமரேஸ் நொதி பிணைக்கபடும் இப்பகுதிக்கு TATA பேழை என்று பெயர். மீஉட்கரு நிலை மேம்படுத்தியில், குறுகிய தொடர் வரிசைகள் காணப்படுகின்றன. இவை முறையே GC பேழை CAAT பேழை, TATA பேழை மற்றும் தொடக்கப் புள்ளி ஆகியவை ஆகும். mRNA உற்பத்தி DNAயின் எந்த ஒரு பகுதியிலிருந்து உற்பத்தியாகிறதோ அந்த பகுதிக்கு தொடக்கக் களம் (Iniator site) என்று பெயர்.



படம். 41. மேம்படுத்தி

இந்நிகழ்ச்சி நடைபெற RNA பாலிமரேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது. புதிதாக உருவாகும் mRNA சில நேரங்களில் உட்கருவினுள் நிலையற்றதாக காணப்படும். அதற்கு பல படித்தான உட்கரு mRNA (Hn-RNA) என்று பெயர். ஏறத்தாழ 200 அடினிலிக் அமிலம் என்ற நியூக்ளியோடைடு 3 முனையில் சேர்க்கப்படும் போது நிலையற்ற Hn-RNA நிலையானதாக மாறுகிறது.மேலும் ஏழு மீதைல் குவானைன்கள் 5வது முனையில் சேரும் போது தொப்பி (CA) போன்ற அமைப்பு உருவாகும் இதிலிருந்துதான் மொழிபெயர்ப்பு நிகழ்ச்சி தொடங்கும். எனவே, இந்த பகுதிக்கு தகவல் பெயர்வு மொழிபெயர்ப்பு தொடங்கும் களம் (Translator site) என்று பெயர். இந்நிகழ்ச்சிக்குப் பின் உற்பத்தியான mRNA சவ்வின் ஊடே இடம் பெயர்ந்து புரத உற்பத்தி செய்ய அதன் இலக்கான சைட்டோபிளாசத்தை சென்றடைகிறது.

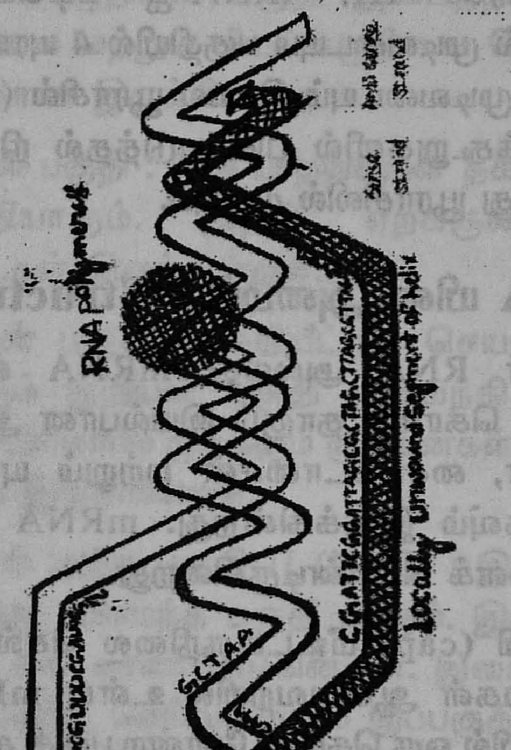
படியெடுத்தல் நிகழ்வு

துண்டான DNA தொடர் வரிசைகள் படியெடுக்கப்பட்டு தனியான தூதுவ RNAவாக மாறுகிறது. இதில் காணப்படும் மரபு குறியீட்டின் அடிப்படையில் பல விதமான புரத உற்பத்தி நடைபெறுகிறது.

1. தூதுவ RNA

தூதுவ RNA-ன் படியெடுத்தல் நிகழ்வை முதலில் தொடங்கச் செய்வது படியெடுத்தல் காரணி (TFIID) ஆகும். இது TATA பிணைப்பு புரதத்தின் உதவியில் TATA பேழையில் உள்ள குறிப்பிட்ட காரணிகளுடன் பிணைக்கப்படுகிறது. படியெடுத்தல் காரணி (TFIIA) மேம்படுத்தயின் மேல் நடையில் (upstream) உள்ள

படியெடுத்தல் காரணி (TFIID) யுடன் பிணைகிறது. இந்நிலையில் RNA பாலிமரேஸ் II படியெடுத்தல் காரணி TFIIB யுடன் கூடிய மேம்படுத்தி பகுதியில் ஒட்டிக் கொள்கிறது. கடைசியில் படியெடுத்தல் காரணி TFIIE கீழ் நடையின் (downstream) வலது பக்கத்தில் உள்ள பாலிமரேஸ் நொதியுடன் பிணைகிறது. இந்த முழுமையான படியெடுத்தல் கூட்டு காரணிகள் (Transcription complex) படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியை இயக்கும் மேம்படுத்திப் பகுதியை தொடங்கச் செய்யும்.



படம். 42. தூதுவ RNA படியெடுத்தல் நடைபெறும் விதம்

படியெடுத்தல் காரணிகள் TFIIE, F மற்றும் H போன்றவை DNA சுருளிலிருந்து அதன் இதழ்களை விரிப்பதோடு RNA பாலிமரேஸ் நொதியை படியெடுத்தல் கூட்டு காரணிகளை வெளிப்பட வைத்து ஜீன்களை படியெடுக்க செய்கிறது.

2. ரிபோசோமல் RNA

RNA பாலிமரேஸ் II rRNAன் முக்கியமான தொகுப்புகளைப் படியெடுக்க செய்கிறது. படியெடுத்தல் முடியும் செயல் துண்டிக்கப்பட்ட பகுதியில் ஏறத்தாழ 1000bp கொண்ட கீழ் (downstream) 3' திசையில் நடைபெறுகிறது.

3. மாற்று RNA (t, RNA)

பாலிமரேஸ் III, tRNA-ஐ படியெடுக்கச் செய்கிறது. படியெடுத்தல் முடிவடையும் பகுதியில் 4 யுராசில் அடி காணப்படும். பொதுவாக முடிவடையும் செயல் யூராசில் (U)ல் நடைபெறும். சில RNA மூலக்கூறுகளில் படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சி இரண்டாவது அல்லது 4வது யூராசிலில் முடியும்.

mRNA யின் அமைப்பு (Structure of mRNa)

தூதுவர் RNA அல்லது mRNA எப்பொழுதும் ஒற்றை முறுக்கிழை கொண்டதாகும் இயல்பான அடிகளான அடினைன்; குவானைன், சைட்டோசைன் மற்றும் யுரேசில் ஆகியவற்றை உடையதாகவும் இருக்கின்றது. mRNA மூலக்கூறு கீழ்வரும் அமைப்புகளைக் கொண்டிருகின்றது.

1. தொப்பி (cap) மீஉட்கருநிலை செல்கள் மற்றும் விலங்கு வைரஸ்கள் ஆகியவற்றில் உள்ள mRNA மூலக்கூறின் 5' முனையில் ஒரு தொப்பி போன்ற பகுதி காணப்படுகின்றது. இது m7GPP, Nmp, Nmp, Np அல்லது m7GPp, NmP Nmp Nmp Np ஆகிய தடுத்து நிறுத்தப்பட்ட மித்தைலாக்கப்பட்ட அமைப்பு ஆகும். இதில் N= ஏதேனும் நான்கு நியூக்ளியோடைட்களையும், Nmp = 2.0 மிதைல் ரிபோஸையும் குறிக்கின்றன.

   மித்தைலாக்கம் : ஒரு சில அடினைலேட் எச்சங்கள் மற்றும் mRNA யின் 5 முனையில் உள்ள இரண்டு அல்லது மூன்று நியூக்ளியோடைட்டுகள் ஆகியவற்றோடு மித்தைல் வகுப்புகள் சேர்க்கப்படுவது மித்தைலாக்கம் எனப்படுகிறது.

   புரத உருவாக்கத்தின் வேகம் தொப்பி அமைப்பு இல்லாமல் mRNA மூலக்கூறுகள் எளிதில் ரிபோசோம்களோடு இணைய முடிவதில்லை.

2. குறியீட்டு செயல் அற்ற பகுதி 1 (Non-coding region I - NC 1) : தொப்பி பகுதியை எடுத்து 10 முதல் 100 நியூக்ளியோடைட்கள் கொண்ட இப்பகுதி அமைந்திருக்கின்றது. இப்பகுதியில A மற்றும் U எச்சங்கள் (residues) அடர்ந்து காணப்படுகின்றன. இப்பகுதி புரதத்தை தகவல் பெயர்வு செய்வதில்லை.

3. துவக்கக் குறியன்: குறியன் குறியீட்டுச் செயல் அற்ற பகுதியை அடுத்து துவக்கக் குறியன் பகுதி அமைந்திருக்கின்றது. தொல்உட்கருநிலை மற்றும் மீஉட்கருநிலை செல்களில் G துவக்கக் குறியானாக இருக்கின்றது.

4. குறியீட்டுச் செயல் பகுதி : இது புரதங்களை தகவல் பெயர்வு செய்யும் பகுதியாகும். இதில் ஏறக்குறைய 1500 நியூக்ளியோடைட்கள் இருக்கின்றன.

5. முடிக்கும் குறியன் பகுதி – குறியீட்டுச் செயல் பகுதியை அடுத்து முடிக்கும் குறியன் பகுதி அமைந்திருக்கின்றது, மீஉட்கருநிலை உயிரிகளில் முடிக்கும் குறியன்கள் UAA, UAG அல்லது UG யாக இருக்கின்றன.

6. குறியீட்டுச் செயல் அற்ற பகுதி II (NCII) : இது முடிக்கும் குறியனை அடுத்து அமைந்த பகுதி ஆகும். இதில் 50–150 நியூக்ளியோடைட்கள் காணப்படுகின்றன. இவை புரதத்தை மொழி தகவல்பெயர்வு செய்வதில்லை இப்பகுதி AAUAAA வரிசையை கொண்டிருக்கின்றது.

7. பாலிஅடினைலேட் அல்லது பாலி (A) வரிசைப்பகுதி mRNA யின் 3' முனையில் ஒரு பாலிஅடினைலேட் வரிசை காணப்படுகின்றது. இது முதலில் 200 – 250 நியூக்ளியோடைடுகள் உடையதாக இருக்கிறது. பின்பு நியூக்ளியோடைடுகளின் எண்ணிக்கை குறைகிறது.

ஜீனியக் குறியம் (Genetic Code)

மரபுப் பண்புகள் DNA மூலக்கூறில் காணப்படுகின்றன. DNA-தான் இப்பண்புகளை ஒரு தலைமுறையிலிருந்து அடுத்த தலைமுறைக்குக் கொண்டு செல்கிறது. எனவேதான் DNA மரபுப் பொருள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. முன்னமே குறிப்பிட்டபடி மூலக்கூறு, ஃபாஸ்ஃபாரிக் அமிலம், சர்க்கரை மற்றும் நைட்ரஜன் அடி வரிசையை கொண்டுள்ளது. இதில் ஏதாவது ஒரு பொருளின் தன்மையை கொண்டுதான் மரபு செய்தி குறியீடு செய்யப்படுகிறது. அதாவது அடினைன் (A), தைமின் (T), சைட்டோசின் (C) மற்றும் குவானைன் (G) என்ற நைட்ரஜன் அடிகள் அடிப்படையில் குறியீடுகளாகச் செயல்படுகின்றன. இதற்கு ஜீனியக்குறியம் மரபு குறியீடு (Genetic code) என்று பெயர். பல நியூக்ளியோடைடுகள் சேர்ந்து ஒரு குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலத்தை குறிக்கின்ற குறியீட்டு அமைப்பு குறியன் (codon) என்று அழைக்கப்படுகிறது. மேற்குறிப்பிட்ட இந்த நான்கு அடிகளின் (ATGC) அடிப்படையில்தான் மரபு செய்திகள் கொண்டு செல்கின்றன. ஜீனியக்குறியன் ஒவ்வொன்றும் மூன்று நியூக்ளியோடைடுகள் கொண்ட தொகுதியாக மாற்றப்படுகின்றன. மூன்று மூன்றாய் அடிகள்கொண்டு அமைந்த இக்குறியன்கள் தனித்தனி. அமினோ அமிலங்களுக்காகக் குறியீடு செய்கின்றன.

இந்த கருத்தை கோரோனா பெர்க் மற்றும் மாதயி என்ற அறிஞர்கள் கண்டறிந்தார்கள். அதாவது மூன்று நைட்ரஜன் அடிகள் ஒரு அமினோ அமிலத்தை தீர்மானிக்கிறது. மேலும் மூன்று அடிகளின் பெயர்களில் உள்ள முதல் எழுத்துக்கள் அதாவது மூன்று எழுத்துக்கள் ஒரு அமினோ அமிலத்தை தீர்மானிக்கும் குறியனைக் குறிக்கின்றன.

ஜீனியக் குறியம் அட்டவணை

5' End	U	C	A	G	3' End
U	Phe UUU	Ser UCU	Tyr UAU	Cys UGU	U
	Phe UUC	Ser UCC	Tyr UAC	Cys UGC	C
	Leu UUA	Ser UCA	Stop UAA	Stop UGA	A
	Leu UUG	Ser UCG	Stop UAG	Trp UGG	G
C	Leu CUU	Pro CCU	His CAU	Arg CGU	U
	Leu CUC	Pro CCC	His CAC	Arg CGC	C
	Leu CUA	Pro CCA	Gln CAA	Arg CGA	A
	Leu CUG	Pro CCG	Gln CAG	Arg CGG	G
A	Ile AUU	Thr ACU	Asn AAU	Ser AGU	U
	Ile AUC	Thr ACC	Asn AAC	Ser AGC	C
	Ile AUA	Thr ACA	Lys AAA	Arg AGA	A
	Met AUG	Thr ACG	Lys AAG	Arg AGG	G
G	Val GUU	Ala GCU	Asp GAU	Gly GGU	U
	Val GUC	Ala GCC	Asp GAC	Gly GGC	C
	Val GUA	Ala GCA	Glu GAA	Gly GGA	A
	Val GUG	Ala GCG	Glu GAG	Gly GGG	G

குறியத்தின் முக்கிய பண்புகள்

ஜீனியக்குறியத்தில் கீழ்க்கண்ட சில பொதுவான பண்புகள் காணப்படுகின்றன.

1. மூன்றெழுத்து குறியம் (Triplet code)

RNA யில் அமைந்துள்ள நியூக்ளியோடைடு ஒழுங்கான முறையில் அமைந்துள்ள குறியவைகளாக வரிசையாக அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு குறியமும் மூன்று அடுத்தடுத்த நைட்ரஜன் அடிகளைக் கொண்டது. இந்த மூன்று அடிகளின் பெயர்களில் உள்ள முதல் எழுத்துக்கள் ஒருஅமினோ அமிலத்தை குறிக்கின்றன. இதற்கு மூன்றெழுத்து குறியீட்டு முறை என்று பெயர்.

2. தழுவிய குறியம் (Non-overlapping code)

தழுவிய நிலையற்ற குறியம் என்பது mRNAல் காணப்படும் மூன்று அடியும் ஒரு குறியத்தின் அமினோஅமிலத்தையும் அடுத்த மூன்றும் வேறு ஒரு அமினோ அமிலத்தையும் குறிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக. UUU CUU AVA என்ற அடி வரிசை

ஃபினைல்ஆலனின், லியூசின், ஐசோலியூசின் என்ற அமினோ அமிலங்களைக் குறிக்கின்றன.

1	2	1
UUU	CUU	AUA

மேலும UUC மற்றும் UUA என்ற அடி வரிசையும் ஃபினைல் அலைனின், லியூசின் என்ற அமினோ அமிலங்களைக் குறிக்கின்றன. படத்தில் குறிப்பிட்டுள்ள 4 மற்றும் 5 என்பது தழுவிய நிலை குறியம் (over-lapping) என்று பெயர்.

3. காற்புள்ளிகளற்ற குறியம் (Commaless code)

ஒவ்வொரு ஜீனியக் குறியமும் எந்தவித தடங்கலுமின்றி தொடர்ச்சியாக அமைந்துள்ளது. அதாவது அடுத்தடுத்த குறியங்களுக்கு இடையே காற்புள்ளிகளோ, நிறுத்தக் குறிகளோ எதுவும் இருப்பதில்லை.

4. தெளிவான குறியம் (Non-ambiguous)

பொதுவாக ஜீனியக் குறியம் ஒரு தெளிவான குறியமாகும். ஆனால் சில நேரங்களில் சில குறியன்கள் பொது விதிக்கு மாறாக செயல்படலாம். அதாவது AUG மற்றும் GUG ஆகிய குறியன்கள் மெத்தியோனைன் என்ற அமினோ அமிலத்தை குறியீடு செய்கின்றன. அது போல் GUG வேலைன் என்ற அமினோ அமிலத்தையும் குறியீடு செய்கிறது. மேலும் GGA என்ற குறியன் கிளைசின் மற்றும் குளுடாமிக் அமிலம் என்ற இரண்டு அமினோ அமிலங்களையும் குறியீடு செய்கின்றது.

5. திசைச்சார்பு குறியம் (polarity)

எப்போதும் குறியம் நிர்ணயிக்கப்பட்ட திசையில்தான் செயல்படும் அதாவது 5'–3' திசையில்.

6. சுட்டுத்திறம் கெட்ட குறியம் (Degenerate code)

சில நேரங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குறியன்கள் ஒரே அமினோ அமிலத்தை குறிக்கின்றன. இதற்கு சுட்டுத்திறம் கெடுதல் என்று பெயர். இந்த குறியன்களை சுட்டுத்திறம் கெட்ட குறியன்கள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு டிரிட்டோஃபேன் மற்றும் மெத்தியோனின் போன்ற இரு அமினோ அமிலங்கள் நீங்களாக

மீதியுள்ள அனைத்து அமினோ அமிலங்களுக்கும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குறியன்கள் உள்ளன.

7. தொடக்கக் குறியன் (Initiation codon)

பாலிபெப்டைடு தொடரி ஒன்றின் உற்பத்தியானது பொதுவாக AUG என்ற குறியனால் தொடங்கி வைக்கப்படுகிறது. இது மெத்தியோனின் என்ற அமினோ அமிலத்தை குறிக்கிறது. இதற்குத் தொடக்கம் செய்யும் குறியம் (Initiation codon) என்று பெயர்.

8. முடித்து வைக்கும் குறியன் (Termination codon)

ஒவ்வொரு பாலிபெப்டைடு தொடரி உற்பத்தியும் முடித்து வைக்கும் குறியன் ஒன்றினால் முடித்து வைக்கப்படுகிறது. UAA, UGA, UAG என்ற மூன்று குறியன்களுக்கு முடித்து வைக்கும் குறியன்கள் என்று பெயர். இதில் ஏதாவது ஒன்று பாலிபெப்டைடு தொடரி உற்பத்தியை நிறுத்துகிறது.

9. பொருளற்ற குறியன் (Non-sense codon)

முடித்து வைக்கும் சங்கேதங்களான UAG UAA மற்றும் UGA எந்தவித அமினோ அமிலத்தையும் குறியீடு செய்வதில்லை எனவே இவைகள் பொருளற்ற குறியன்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

10. குறியம் பொதுத்தன்மையுடையது (Code is universal)

ஒரு அமினோ அமிலத்தை குறிக்கின்ற குறியன்கள் பொதுவாக அனைத்து உயிரினங்களிலும் அதே அமினோஅமிலத்தை தான் குறியீடு செய்கின்றன. அதாவது, நுண்ணுயிரி பாக்டீரியங்கள் முதல் மனிதன் வரை ஒரு குறியன் ஒரு அமினோ அமிலத்தை தான் குறியீடு செய்கிறது. எனவே, ஜீனியக் குறியம் என்பது பொதுதன்மையுடைய குறியம் (Universal) என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

11. நீள் வரிசை அமைந்த குறியன்கள்

புரதங்களில் எவ்வாறு அமினோ அமிலங்கள் நீள் வரிசையில் அமைந்துள்ளனவோ அது போல் DNA விலும் mRNA யிலும் ஜீனியக் குறியன்கள் நீள் வரிசையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

மரபுச் செய்திக்கும் சடுதிமாற்றத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு

குறியனில் உள்ள நைட்ரஜன் அடியின் அமைப்பின் உதவியால் ஜீன் சடுதி மாற்றங்கள் நடைபெறுவதை அறிந்து கொள்ள முடியும் ஏனெனில் இயல்பான குறியனில் நைட்ரஜன் அடிகளின் மாற்றம் ஏற்படுமாயின், ஜீனில் நிச்சயமாக சடுதி மாற்றம் ஏற்படும். அதாவது DNA மூலக்கூறில் ஒரு நியூக்ளியோடைடு புதிதாக இணைக்கப் படுவதாலோ, விலக்கப்படுவதாலோ அல்லது ஒன்றை மாற்றிவிட்டு பதிலுக்கு வேறு ஒரு நியூக்ளியோடைடு சேர்ந்தாலோ சடுதி மாற்றம் ஏற்படுகிறது. மூன்றெழுத்து குறியில் ஒரு நைட்ரஜன் அடி இடம் மாறினால் இயல்பாக ஒரு அமினோ அமிலத்தைக் குறிப்பதற்குப் பதிலாக வேறொரு அமினோ அமிலத்தின் குறியனாக அது மாறுகிறது. மேலும் சில நேரங்களில் பொருளற்ற குறியன்கள் கூட உருவாகலாம். இப்படிப்பட்ட நிகழ்ச்சிகளின் விளைவாக முழுமையான பாலிபெப்டைடு உருவாகாமல் குறிப்பிட்ட புரத உற்பத்தி தடைபட்டு தேவையற்ற புரதம் உற்பத்தியாகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக மெலனின் என்ற நிறமியை உண்டாக்க உதவும் நொதி சடுதி மாற்றம் விளைவாக உருவாகாமல் இருக்கும்போது வெண்திட்டுகள் (albinism) தோன்றுகிறது.

புரத உற்பத்தி

அனைத்து செல்களின் வடிவமைப்புக்கும் முக்கிய காரணம் புரதங்களாகும். உடலில் நடைபெறும் அனைத்து வேதியல் நிகழ்ச்சியையும் ஊக்குவிக்கும் நொதிகளாக புரதங்கள் இருக்கின்றன. எனவே, உயிரினங்களில் காணப்படும் செல்களின் வடிவமைப்பையும் அதன் செயல்களையும் பராமரிப்பது புரதங்களின் பணி ஆகும்.

பல அமினோ அமிலங்கள் சேர்ந்து ஒரு புரதம் உருவாகிறது. இவை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டு பாலிபெப்டைடு தொடரிகளாகக் காணப்படும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பாலிபெப்டைடுகள் ஒரு புரதத்தில காணப்படும். DNA தான் புரத உற்பத்தி வெளிபாட்டிற்குக் காரணமாக விளங்குகிறது.

DNA —படியெடுத்தல் / மீள்படியெடுத்தல்→ RNA —தகவல் பெயர்வு→ புரதம்

மரபு செய்தி DNA யிலிருந்து RNA க்கும், RNA விலிருந்து புரதத்திற்க்கும் செல்லும் நிகழ்ச்சியே உயிரின் அடிப்படையாகும்.

புரத உற்பத்தியில் பங்குகொள்ளும் காரணிகள்

1. DNA
2. mRNA மற்றும் குறியன்கள்
3. ரிபோசோம்கள்
4. மெக்னீசியம்
5. அமினோ அமிலங்கள்
6. அமினோஅசைன் டிரைஃபாஸ்ஃபேட்
7. இயங்க வைக்கும் நொதிகள்
8. மாற்று ஆர்.என்.ஏ (tRNA)
9. குவானைசின் டிரை ஃபாஸ்ஃபேட்

வெளிப்படுத்தும் நொதி

பொதுவாக பெரும்பாலான புரதங்கள் சைட்டோபிளாசத்தில் தான் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. குறிப்பாக சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள ரிபோசோம் தான் புரத சேர்க்கை நிகழும் பகுதியாகும்.

புரத உற்பத்தி நடைபெறுகின்ற முறை

பல நிலைகளில் புரத உற்பத்தி நடைபெறுகிறது. குறிப்பாக ஏழு நிலைகளின் வழியாக இந்நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது.

1. அசுரூஹ படியெடுத்தல்

உட்கருவின் DNA-விலிருந்து mRNA உருவாகும் முறைக்கு mRNA படியெடுத்தல் என்று பெயர். படியெடுத்தலின் போது பல நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறும்: படியெடுத்தலின் போது DNA- வின் இரண்டு முறுக்கிழைகளும் தனித்தனியாக பிரிந்து விடுகின்றன.

பிரிகின்ற முறுக்கிழைகளிலிருந்து RNA உற்பத்தியாகிறது. RNA உற்பத்தியாகும் அந்த ஒற்றை இழைக்கு DNA வார்ப்பு என்று பெயர். (DNA template) இந்நிகழ்ச்சி 5'→3'திசையில் நடைபெறும். mRNA உற்பத்தி DNA-யின் ஏதாவது ஒரு பகுதியலிருந்து உற்பத்தியாகும். அந்த பகுதிக்கு தொடக்கக் களம் (Initiator Site) என்று பெயர். இந்நிகழ்ச்சி நடைபெற RNA பாலிமரேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது புதிதாக உருவாகும் mRNA ஒருசிறிது காலம் நிலையற்றதாக காணப்படும். ஏறத்தாழ சுமார் 250 அடினிலிக் அமிலம் என்ற நியூக்ளியோடைடு Bi முனையில் சேர்க்கப்படும் போது நிலையற்ற RNA நிலையானதாக மாறுகிறது. மேலும் 7 மிதைல் குவானோசின்கள் 5' முனையில் சேரும் போது தொப்பி (Cap) போன்ற அமைப்பு உருவாகும். இதிலிருந்து தான் தகவல் பெயர்வு நிகழ்ச்சி தொடங்கும். ஆகையால் இந்த பகுதிக்கு தகவல் பெயர்வு தொடங்கும் களம் (Translator Site) என்று பெயர். இந்நிகழ்ச்சிக்கு பின் உற்பத்தியான mRNA உட்கரு சவ்வின் ஊடே இடம் பெயர்ந்து புரத உற்பத்திகளாளான சைட்டோபிளாசத்தைச் சென்றடைகின்றது.

அமினோ அமிலங்கள் தூண்டப்படுதல்

செல்லில் நடைபெறும் எல்லா புரத உற்பத்தியிலும் முதலில் அமினோ அமிலங்கள் வரிசைப்படுத்தப்பட்டு அவை தூண்டிவிடப்படுகின்றன. சைட்டோபிளாசம் தான் புரத உற்பத்திக்குத் தேவையான அனைத்து அமினோ அமிலங்களையும் கொடுக்கிறது. அமினோ அமிலங்களைத் துண்டுவதற்கான ஆற்றல் அடினோசைன் டிரைபாஸ்பேட்டிலிருந்து (ATP) கிடைக்கிறது. முதலில் அமினோ அமிலங்கள் ATP யுடன் இணைந்து அமினோ அமிலம், AMP மற்றும் பைரோ ஃபாஸ்ஃபேட்டாக மாறுகின்றன. இதன் பின் சைட்டோபிளாத்தில் அமினோ அமிலம் AMP யுடன் அமினோ அசைல் சிந்தடேஸ் என்ற நொதி இணைந்து அமினோ அசைல் நொதி கூட்டு கலவை உருவாகிறது. இவ்வாறு ஒரு அமினோ அமிலம் தூண்டப்படுகிறது

அமினோ அமிலம் + ATP→அமினோ அமிலம் + AMP + பைரோஃபாஸ்ஃபேட்

AMP + அமினோ அசைல் சிந்தடேஸ்→அமினோ அமிலம் + AMP+ நொதி

3. தூண்டப்பட்ட அமினோ அமிலங்கள் tRNA யுடன் இணைக்கப்படுதல்

தூண்டப்பட்ட அமினோ அமிலங்கள் குறிப்பிட்ட tRNA யுடன் இணைக்கப்படுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியின்போது tAMPயும் அமினோ அசைல் சிந்தடேஸ் நொதியும் கூட்டு கலவையிலிந்து விடுபட்டு தூண்டப்பட்ட அமினோ அசைல் RNA உருவாகி சைட்டோபிளாசத்தைச் சென்றடைகிறது.

4. ஜீனிய குறியத்தகவல் பெயர்தல்

tRNA மூலக்கூறுகள் mRNA உள்ள நியூக்ளியோடைடு தொடர் வரிசையை ஒரு அமினோ அமில பாலிபெப்டைடு தொடர் வரிசையாக மாற்றும் செயலுக்கு ஜீனியக் குறியத்தகவல் பெயர்வு என்று பெயர்.

தகவல் பெயர்வு முதலில் AUG என்ற குறியனில் தொடங்குகிறது. இதற்கு தொடக்கக் குறியன் என்று பெயர். AUG என்பது மெத்தியோனின் என்ற அமனோ அமிலத்தின் குறியனாகும். அசுரூஹன் 5' முனை தொடக்கப் பகுதியில் ரிபோசோமின் சிறிய துணை அலகுடன் இணைக்கப்படுகிறது, தூண்டப்பட்ட அமினோ அமிலத்துடன் tRNA சேர்ந்து ரிபோசோமின் பெரிய துணை அலகுடன் பிணைக்கப்படுகிறது. இந்த கூட்டு தொகுப்பிற்கு ரைபோசோம் RNA அமிலம் மாற்றும் RNA கூட்டு தொகுப்பு என்று பெயர். இது ரிபோசோமில் பெரிய துணை அலகில் உள்ள P புள்ளியுடன் இணைகிறது. முதல் எதிர்க்குறியன் mRNA-யின் முதல் குறியனுடன் இணைகிறது. அதே நேரத்தில் இரண்டாவது அமினோ அமிலம் தாங்கிய tRNA இதே பெரிய துணை அலகில் உள்ள A. புள்ளியுடன் பிணைக்கப்படுகிறது. இதனுடைய எதிர்குறியன் வரிசையின் இரண்டாவது குறியனுடன் சேருகிறது. P மற்றும் A இலக்குகளில் பிணைக்கப்பட்ட tRNA அமினோ அமிலங்கள் பெப்டைடு இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு இருபெப்டைடு அதாவது டைபெப்டைடாக மாறுகிறது. இந்நிகழ்ச்சிக்குபின் tRNA இலக்கிலிருந்து விலகி செல்கிறது. உடனடியாக A இலக்கிலிருந்து tRNA இலக்கோடு இணைகிறது.

5. பாலிபெப்டைடு தொடரி நீளுதல்

பாலிபெப்டைடு தொடரியின் அடுத்தடுத்த அமினோ அமிலங்கள் பிணைப்பில் முன் அமினோ அமிலத்துடன் இணைவதால் தொடரி நீளுகிறது. இச்செயல் நீளமாக்கும் காரணிகளால் ஊக்குவிக்கப்படுகின்றன. அதாவது இந்நிகழ்ச்சியின் போது mRNA-யுடன் பிணைந்த ரிபோசோம் 5'–3' திசையை நோக்கி செல்கிறது. மேலும் மூன்றாவது குறியன் ரிபோசோமின் A இலக்கை அடைகிறது. இதன் அமினோ அமிலம் மூன்றாவது குறியனுடன் கூடிய tRNA அதன் அமிலத்துடன் வந்து இணைகிறது. இதன் விளைவாக A இலக்கிலிருந்து மாற்றும் ஆர்என்ஏ மூன்று அமினோ அமிலங்களுடன் மீண்டும் களத்திற்கு மாற்றப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் mRNA-யும் சிறிது சிறிதாக ரிபோசோமில் இருந்து இடம் பெயர்ந்து பாலிபெப்டைடு தொடரி படிப்படியாக நீள உதவி செய்கிறது.

6. பாலி பெப்டைடு தொடரி முடிவடைதல்

சிஸ்ட்ரான் என்றழைக்கப்படும் பாலிபெப்டைடு தொடரிகளான மரபு செய்து கொண்ட mRNA-யின் கடைசிப் பகுதியில் இருக்கும் குறியனுக்கு முடித்து வைக்கும் குறியன் என்று பெயர். இந்த குறியன் எந்த வித அமினோ அமிலத்தையும் குறியீடு செய்வதில்லை. எனவே ரிபோசோம் முடிவடையும் பகுதிக்கு வரும் போது எந்த வித அமினோ அமிலமும் இணையாமல் இத்துடன் பாலிபெப்டைடு தொடரி முடிவடைகிறது. அதன்பின் பெப்டைடில் டிரான்ஸ்பரேஸ் (peptidyl transferase) என்ற நொதியின் செயல்பாட்டால் பாலிபெப்டைடு ரிபோசோமிலிருந்து விடுவிக்கப்படுகிறது. இதன் காரணமாக ரிபோசோமின் சிறிய மற்றும் பெரிய துணை அலகுகளும் தனித்தனியாகப் பிரிந்து விடுகின்றன.

7. பாலிபெப்டைடு தொடரியை அமைவுறுத்தும் நிகழ்ச்சி (processing of polypeptide chain).

ஒரு பாலிபெப்டைடு தொடரி ரிபோசோமிலிருந்து வெளியே வந்தவுடன் டிஃபார்மிலேஸ் என்ற நொதியின் உதவியால் கடைசி முனையில் உள்ள அமினோ அமிலங்கள் நீக்கப்படுகின்றன. இதற்கு பாலிபெப்டைடு தொடரி அமைவுறுத்தும் நிகழ்ச்சி என்று பெயர். இதன்பின் பாலிபெப்டைடு தொடரி ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் மடிப்புற்று செயல்படும் புரதமாக மாறுகிறது.

ஜீன் செயல்பாட்டின் சீரியக்கம்
(Gene Regulation)

ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீனிலிருந்து உண்டாகும் நொதி அல்லது புரதத்தை சீரியக்கம் முறைக்கு ஜீன் சீரியக்கம் என்று பெயர். செல்லில் காணப்படும் எல்லா ஜீன்களும் தேவைக்கேற்ப தேவையான புரதத்தை உற்பத்தி செய்யும் தன்மையை கொண்டவை. ஒரே நேரத்தில் செல்லில் இருக்கக்கூடிய அனைத்து ஜீன்களின் செயல்களும் வெளிப்படுத்தப்படுவதில்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் தேவைப்படக்கூடிய புரதங்களை மட்டுமே உற்பத்தி செய்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, தொல்உட்கருநிலை உயிரிகளில் சில நொதிகள் தொடர்ந்து உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. அதாவது அசுரூஹ படியெடுத்தல் தொடர்ந்து நடைபெறும். எனவே புரதத்தைத் தொடர்ந்து வெளிப்படுத்தும் ஜீன்களுக்கு வீட்டு மேற்பார்வையாளர் ஜீன்கள் (house-keeping genes) என்று பெயர். இந்த ஜீன் வெளிப்பாடு ஒழுங்கமைவு இல்லாதது போன்று தோன்றுகிறது. இத்தகைய ஒழுங்கமைவு இல்லாத ஜீன் வெளிப்பாடு நியமிக்கப்பட்ட ஜீன் வெளிப்பாடு என்று அழைக்கப்படுகிறது. சில நேரங்களில் செல்களில் புரத உற்பத்தி தேவைப்படும் போது மட்டும் அதற்கான நொதிகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. புரத உற்பத்தி முழுமை அடைந்தவுடன் நொதிகளின் உற்பத்தியும் நிறுத்தப்படுகிறது. அதாவது தேவைப்படும் போது மட்டும் mRNA படியெடுத்தல் நடைபெறும் மற்ற நேரங்களில் இது கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இந்நிகழ்வை வெளிப்படுத்துகின்ற ஜீன்கள் ஒழுங்கமைக்கப்படுகின்றன. இதற்கு சீரியக்க ஜீன் வெளிப்பாடு என்று பெயர். சீரியக்க ஜீன்களைத் தூண்டவோ அல்லது அடக்கவோ செய்யலாம். தூண்டும் செயல் தூண்டுதல் அடக்கும் செயல் ஒடுக்குதல் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. படியெடுத்தலின் போது ஜீன்களின் செயல் எவ்வாறு செயல்படுத்தப்படுகிறது என்பதை ஜேக்கப் மற்றும் மோனாடு (1961) என்ற அறிஞர்கள் நு.ஊ.நு என்ற பாக்டீரியத்தில் தாங்கள் செய்த சோதனைகள் மூலமாக கண்டறிந்துள்ளனர். இது அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் பொருந்தும் என்று கருதப்படுகிறது.

ஜீன் ஒழுங்கமைவு தொல் உட்கருநிலை உயிரிகளிலும், மீஉட்கருநிலை உயிரிகளும் சற்று வேறுபடுகிறது. ஏனெனில் தொல்உட்கருநிலை உயிரிகள் பொதுவாக சுதந்திரமாக தன்னிச்சையாகப் பகுப்படைந்து பல ஒரு செல் உயிரிகளாக மாறும் தன்மையுடையன. ஆனால் தேவைப்படும் திசுக்களை மட்டும் உருவாக்கும் மீஉட்கருநிலை உயிரிகளின் செயல்பாடு சற்று வேறுபட்டதாக காணப்படுகிறது..

தொல்உட்கருநிலை உயிரிகளில் ஜீன் சீரியக்கம்

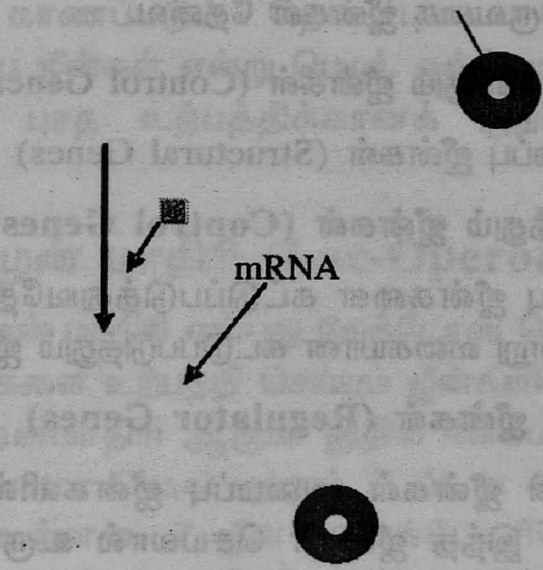
E.coli பாக்டீரியத்தில் ஏறத்தாழ 3,000லிருந்து 4,000 ஜீன்கள் காணப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் 600 முதல் 750 புரதங்கள் மட்டுமே ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் காணப்படுகின்றன. இதிலிருந்து நாம் தெரிந்துகொள்வது என்னவென்றால் எல்லா ஜீன்களும் எப்போதும் புரதங்களை உற்பத்தி செய்வதில்லை. தொல்உட்கருநிலை உயிரிகளில் ஜீன் செயல்பாட்டு சீரியக்கம் கீழ்க்கண்ட கட்டுப்பாட்டுச் செயல்முறை மூலம் நடைபெறுகிறது.

1. படியெடுத்தல் கட்டுப்பாட்டுச் செயல்முறை (Trancriptional Control Mechanism)

பாக்டீரியங்களில் படியெடுத்தல் நிலையின் போது பல கட்டுப்பாடுகள் மூலம் ஜீன்களின் செயல்பாடு சீரியக்கப்படுகிறது. இதில் முக்கியமான முறை என்பது வளர்சிதை மாற்ற நிகழ்ச்சிகளின் அடிப்படையில், அதாவது சேர்ம உற்பத்தியின் (Anabolism) போதோ சிதறடையும் போதோ (Catabolism) ஏற்படும், ஜீன் செயல்பாடு சீரியக்கப்படுவதாகும். இரண்டு வகையான சீரியக்க முறைகள் காணப்படுகின்றன.

1. எதிர்மறை சீரியக்க முறை 2. நேரிடையான சீரியக்க முறை

1. எதிர்மறை சீரியக்க முறை (Negative Regulated system)



படம். 43 எதிர்மறை சீரியக்க முறை

எதிர்மறை சீரியக்க முறையில் செல்லில் படியெடுத்தல் தடைபொருள் (Inhibitor) எதிரான படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சி நடைபெற செயல் ஊக்கம் (Inducer) பொருள் ஒன்று தேவைப்படுகிறது. இது தடைபொருளை எதிர்த்து நடைபெறுகிறது. செயல் ஊக்குவிக்கும் முறையில் (Inducible System) செயல் ஊக்குவிக்கும் பொருள் சுற்றுப்புறத்தில் இருக்கும்போது ஊக்குவிக்கப்பட்ட நொதிகள் உற்பத்தியாகின்றன. இவ்வகை நொதிகள் பெரும்பாலும் உணவுப்பொருளை சிதற்வடையும் (Catabolism) நிகழ்வின் அடிப்படையில் தோன்றுவனவாகும். இதன் அடிப்படையில் 1961ம் ஆண்டு ஜேக்கப் மற்றும் மோனாடு என்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் நு.உடிடலை் தங்களது ஆராய்ச்சியை மேற்கொண்டார்கள். நு.உடிடை என்ற பாக்டீரியத்தின் ?-கேலக்டோசிடேஸ் என்ற நொதி செயல் ஊக்குவிக்கும் முறையிலோ அல்லது அடக்கு உற்பத்தி முறையிலோ உருவாவதாக அவர்கள் விளக்கினார்கள். இந்த முக்கியமான முன்மாதிரி விளக்கும் இயக்கியன் முன்மாதிரி (Operon model) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இயக்கியன் முன்மாதிரி போன்ற அமைப்பு குரோமோசோமில் உள்ளதாக அவர்கள் விளக்கினர். இந்த கண்டுபிடிப்பிற்காக இவர்களுக்கு 1965–ஆம் ஆண்டில் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

இவர்களின் கோட்பாட்டின் படி இயக்கியன் முன்மாதிரி செயல்பட இருவகை ஜீன்கள் தேவை.

1. கட்டுபடுத்தும் ஜீன்கள் (Control Genes)

2. அமைப்பு ஜீன்கள் (Structural Genes)

1. கட்டுபடுத்தும் ஜீன்கள் (Control Genes)

அமைப்பு ஜீன்களை கட்டுப்படுத்துவதே இவற்றின் முக்கிய வேலை. மூன்று வகையான கட்டுப்படுத்தும் ஜீன்கள் உள்ளன.

ய) சீரியக்கி ஜீன்கள் (Regulator Genes)

சீரியக்கி ஜீன்கள் அமைப்பு ஜீன்களின் செயல்பாடுகளை தடுக்கிறது. இந்த ஜீனின் செயலால் உருவாகும் புரதத்திற்கு சீரியக்கி புரதம் என்று பெயர். சீரியக்கி ஜீன்கள் இரு வகைகளாக உள்ளன. நேர்மறை சீரியக்கி ஜீன்கள் (Positive Regulators) மற்றும் எதிர்மறை சீரியக்கி (Negative Regulators) ஜீன்கள் எதிர்மறை கட்டுப்படுத்து ஜீன்களின் செயல்பாடு என்பது அடக்கும் புரதம் (Repressor Protein) DNA யுடன் இணைக்கப்பட்டு அமைப்பு ஜீன்களின் படியெடுத்தல் தடுக்கப்படுகின்றது. ஆனால் நேர்மறை கட்டுப்படுத்தும் ஜீன்களின் செயல்பாடு என்பது செயல்படுத்தும் புரதம் (Activator) பக்கத்தில் உள்ள மேம்படுத்தி (Promotor) ஜீன்களுடன் பிணைந்து படியெடுத்தலை தூண்டுகிறது.

ர) மேம்படுத்தும் ஜீன் (Promotor Gene)

மேம்படுத்தும் ஜீன் இருக்கும் இடத்தில்தான் mRNA படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சி தொடங்குகிறது. இந்த ஜீன்களுடன் தான் RNA பாலிமரேஸ் நொதி பிணைக்கிறது.

உ) இயக்கியன் ஜீன் (Operator Gene)

இயக்கும் ஜீன் நேரிடையாக அமைப்பு ஜீன்களை கட்டுப்படுத்துகிறது. இதில் அடக்கும் புரதம் இயக்கும் ஜீனுடன் பிணைந்திருக்கும். இது அமைப்பு ஜீன்களின் பக்கத்தில் அமைந்திருக்கும்.

2. அமைப்பு ஜீன்கள் (Structural Genes)

அடுத்தடுத்து காணப்படும் தொடர்புடைய உருவாக்க ஜீன்களுக்கு அமைப்பு ஜீன்கள் என்று பெயர். ஒவ்வொரு அமைப்பு ஜீனும் வெவ்வேறு புரத உற்பத்திக்கானக் குறியன்களைக் கொண்டுள்ளது.

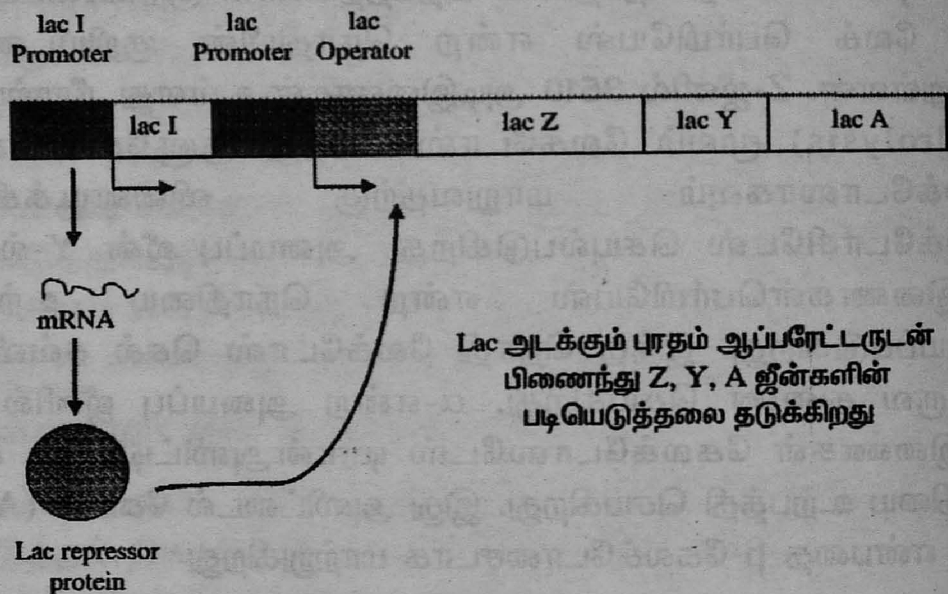
லேக் ஆப்ரான் முன் மாதிரி (Lac-Operon Model)

லேக் ஆப்ரான் முன் மாதிரி என்பது லேக்டோஸ் செரித்தலுக்கு தேவைப்படும் நொதிகளை உற்பத்தி செய்யும் ஜீன்களின் தொகுப்பு பற்றி விவரிக்கும் முன்மாதிரி ஆகும். இதில் மேம்படுத்தி ஜீன், இயக்கும் ஜீன் (Operator Gene) மற்றும் Z, Y, α என்ற மூன்று அமைப்பு ஜீன்கள் உள்ளன. Z-ஜீன் கேலக்டோசிடேஸ் என்ற நொதியின் குறியீட்டையும், Y–ஜீன் கேலக்டோசிடேஸ் டிரான்ஸ் அஸிட்டிலேஸ் என்ற நொதியின் உற்பத்திக்கான குறியீட்டையும், α-ஜீன் லேக் பெர்மியேஸ் என்ற நொதியின் குறியீட்டையும் பெற்றுள்ளன. Z-ஜீனில் 3510 அடிஇணைகள் உள்ளது. நீராற்பகுப்பு (Hydrolysis) மூலம் லேக்டோஸ் பிரிந்து குளுகோஸாகவும், கேலக்டோஸாகவும் மாறுவதற்கு வினையூக்கியாக கேலக்டோசிடேஸ் செயல்படுகிறது. அமைப்பு ஜீன் Y-ல் 780 அடிஇணைகள்பெர்மியேஸ் என்ற நொதியை உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இந்த நொதி லேக்டோஸ் செல் சவ்வினுள் ஊடுருவ துணை செய்கிறது. α-என்ற அமைப்பு ஜீனில் 825 அடிஇணைகள் கேலக்டோஸடேஸ் டிரான்அஸிட்டிலேஸ் என்ற நொதியை உற்பத்தி செய்கிறது. இது அஸிட்டைல் கோ ஏ (Acetyl coA) என்பதை β-கேலக்டோசைடாக மாற்றுகிறது

E-coli லேக்டோஸ் இல்லாத ஊட்டச்சத்து கலவையில் வளரும் போது மூன்று நொதிகளும் தேவைப்படுவதில்லை. எனவே அவற்றின் அளவு மிக குறைந்த நிலையில் காணப்படும். ஏனெனில் பாக்டீரியம் அதன் ஆற்றலைத் தேவையில்லாத நொதிகளுக்காகச் செலவிடுவதில்லை. இந்நிலையில் சீரியக்கி ஜீன்கள் அடக்கும் புரதத்தை உண்டாக்குகின்றன. இந்த அடக்கும் புரதம் இயக்கும் ஜீனுடன் பிணைந்து படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியைத் தடை செய்கிறது. இதன் விளைவாக அமைப்பு ஜீன்கள் mRNA-ஐ உருவாக்குவதில்லை மேலும் தேவையான நொதிகளும்

உற்பத்தியாக்குவதில்லை. இந்நிகழ்ச்சிக்குப் புரத அடக்குதல் (Repression) என்று பெயர்.

E.coli-ஐ லேக்டோஸ் அடங்கிய ஊட்டச் சத்து கலவையில் வளர்க்கப்படும் போது அந்த மூன்று நொதிகளும் தேவைப்படுகின்றன. அப்போது லேக் ஆப்ரான் இயக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் லேக்டோஸ் E.coli க்குள் சென்று ஒரு செயல் தூண்டும் பொருள் (Inducer substances) உருவாகிறது. இது அடக்கும் புரதத்தின் செயலை தடுத்துவிடுகிறது. இதனால் இயக்கும் ஜீன் தூண்டப்பட்டு அமைப்பு ஜீனிலிருந்து mRNA படியெடுத்தல் ஆரம்பித்து புரத உற்பத்தியைச் செயல்படுத்துகிறது. எனவே சீரியக்கி ஜீன் உருவாக்கும் அடக்கும் புரத பொருளும், சைட்டோபிளாஸம் உருவாக்கும் செயல் ஊக்கப் பொருளும் நேர் எதிர்த்திசையில் செயல்படுகின்றன.



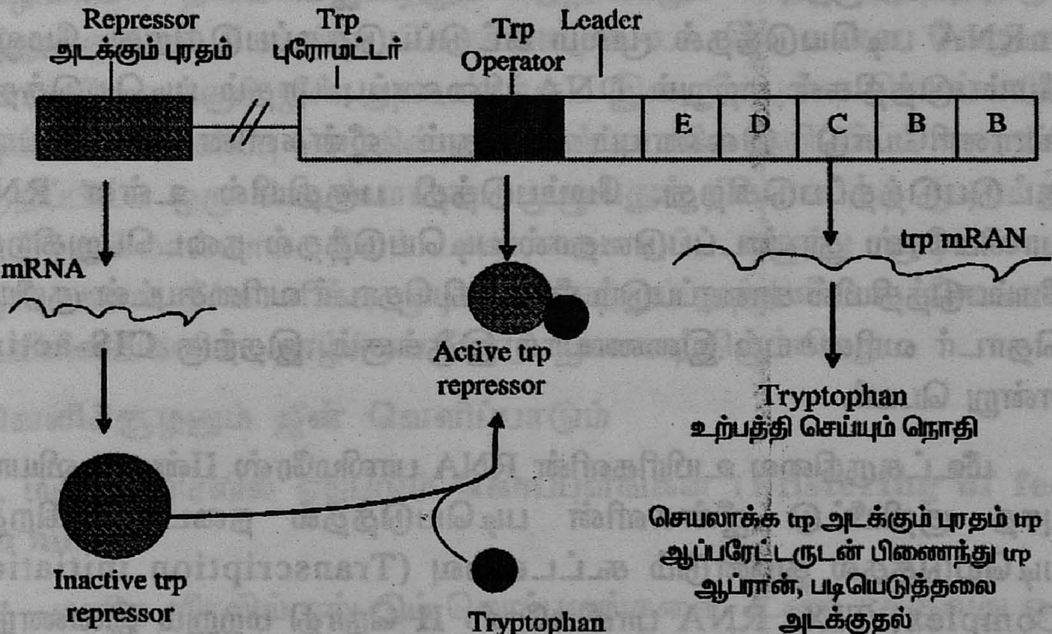
படம். 44. லேக் ஆப்ரான்

B. நேர்மறைக் கட்டுப்பாடு

பாக்டீரியங்களில் அதிகமான ஜீன்கள் நேர்மறை (Positive Control) முறையில் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

டிரிப்டோஃபேன் ஆப்ரான் முன்மாதிரி (Tryptophan Operon Model)-(trp Operon)

E.coli பாக்டீரியத்தில் உள்ள trp ஆப்ரான் டிரிப்டோஃபேன் என்ற அமினோ அமிலத்தை உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுகிறது. டிரிப்டோஃபேன் அமினோ அமிலம் பாக்டீரியம் வளரும் ஊட்டச்சத்து கலவையில் இருக்கும் போது trp ஆப்ரான் ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறது. இந்நிலையில் trp ஆப்ரான் செயலிழந்த நிலையில் காணப்படும். அதிகமாக டிரிப்டோஃபேன் சேரும் போது ஆப்ரான் படியெடுத்தல் தடைசெய்யப்படுகிறது. ஆனால் டிரப்டோஃபேன் மிக குறைவாக இருக்கும்போது படியெடுத்தல் நடைபெறுகிறது. trp ஆப்ரான், லேக் ஆப்ரானிலிருந்து சற்று வித்தியாசமாக எந்த வித செயல் ஊக்கும் பொருள் இல்லாமல் நேரிடையாக அடக்கும் புரத (Repressor System) முறையே ஒழுங்குபடுத்துகிறது. trp ஆப்ரானில் ஐந்து அமைப்பு ஜீன்களின் குறியீடு உள்ளது. இது டிரிப்டோஃபேன் உற்பத்தியில் பெரிதும் பங்கு வகிக்கிறது. டிரிப்டோஃபேன் உற்பத்தி ஐந்து நிலைகளில் காணப்படுகிறது. ஒவ்வொன்றுக்கும் தனித்தனி நொதி தேவைப்படுகிறது.



படம். 45 trp ஒபரான்

அதாவது trpE, trp D, trp C, trp B and trp A என்ற ஐந்து வகை ஜீன்கள் பங்கு கொள்கின்றன.

மீஉட்கருநிலை உயிரிகளில் ஜீன் சீரியக்கம் (Gene Regulation in Eukaryotes)

மீஉட்கருநிலை உயிரிகளில் நடைபெறும் ஜீன் சீரியக்கம் பற்றி இன்னும் சரியான முறையில் புரிந்து கொள்ள முடியவில்லை. ஆனால் பொதுவான ஒரு சீரியக்க முறைதான் தொல்உட்கருநிலை உயிரிகளிலும், மீஉட்கருநிலை உயிரிகளிலும் காணப்படுகிறது. மீஉட்கருநிலை உயிரி ஜீன் தொகுப்பில் உள்ள எல்லா ஜீன்களும் எப்போதும் செயல்பட்டுக் கொண்டேயிருப்பதில்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட செல்லில் உள்ள ஜீன்களின் செயல்பாடும் வேறு செல்களில் அமைந்துள்ள ஜீன்களின் செயல்பாடும் சற்று வித்தியாசமானதாக இருக்கும். ஒரு உயிரினத்தின் செல்களின் பண்புகளையும் அதன் வேலைகளையும் நிர்ணயிப்பது அந்த செல்லில் உள்ள ஜீன்களின் செயல்பாட்டால் உருவாகும் புரதங்கள் (குறிப்பாக) நொதிகளைப் பொறுத்தது.

மீஉட்கருநிலை உயிரிகளில் உள்ள ஜீன்களின் செயல்பாடு mRNA படியெடுத்தல் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் மேம்படுத்திகள் மற்றும் DNA பிணைப்பு புரதம் படியெடுத்தல் காரணியோடு இணையும் போதும் ஜீன்களின் செயல்பாடு கட்டுபடுத்தப்படுகிறது. மேம்படுத்தி பகுதியில் உள்ள RNA பாலிமரேஸ் தூண்டப்படுவதால் படியெடுத்தல் நடைபெறுகிறது. மேம்படுத்தியில் காணப்படும் சீரியக்கி தொடர் வரிசையுடன் குறியத் தொடர் வரிசையும் இணையாக இருக்கும். இதற்கு CIS-acting என்று பெயர்.

மீஉட்கருநிலை உயிரிகளின் RNA பாலிமரேஸ் IIன் உதவியால் புரத குறியீட்டு ஜீன்களின் படியெடுத்தல் நடைபெறுகிறது. படியெடுத்தல் தூண்டும் கூட்டமைவு (Transcription initiation Complex, TIX) RNA பாலிமரேஸ் II நொதி மற்றும் இணைந்த புரதத்தோடு இணைந்து படியெடுத்தலை துவக்குகிறது. படியெடுத்தல் காரணி படியெடுத்தலை விரைவாகவோ அல்லது மெதுவாகவோ நடைபெற செய்கிறது. பொதுவாக படியெடுத்தல் காரணி சைட்டோபிளாசத்தில் உருவாகிறது ஆனால் அதன்

செயல்பாடு உட்கருவில் நடைபெறுகிறது. இதற்கு டிரான்ஸ் ஆக்டிங் (trans acting) காரணி என்று பெயர்.

பொதுவாக ஜீன் வெளிப்பாடு கீழ்கண்ட நான்கு நிலைகளில் இருக்கும்.

1. இரட்டிப்பாதல் (Replication)
2. படியெடுத்தல் (Transcription)
3. முறைப்படுத்தல் (Processing)
4. தகவல் பெயர்வு (Translation)

சுற்றுப்புறமும் ஜீன் செயல் வெளிப்பாடும் (Envionmental Regulation in Gene Expression)

சுற்றுப்புறத்தின் தாக்கம் ஜீன் வழியாக அதன் வெளிப்பாட்டை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. சுற்றுப்புறத்தில் ஏற்படுகின்ற மாற்றம் ஜீனின் செயல்பாட்டை மாற்றுவதோடு அதன் வெளிப்புறத் தோற்றத்திற்கும் ஜீன் வெளிப்பாட்டிற்குமிடையே சற்று இடைவெளியையும் அதிகரிக்கிறது. உயிர்களின் வளர்ச்சி பல தனிப்பட்ட நிலைகளின் வழியாக நடைபெறுகிறது. அதாவது சுற்றுப்புறத்திற்கும் ஜீனுக்குமிடையேயுள்ள செயல்பாடும் உடலில் உள்ள வேறுபல காரணிகளுக்கும் ஜீன் அமைப்புக்கும் இடையேயுள்ள செயல்பாடும் முக்கிய பங்களிப்பு செய்கின்றன. உண்மையில் குறிப்பிட்ட ஒரு ஜீன் குறிப்பிட்ட ஒரு செயல்பாட்டை முழுவதும் தீர்மானிக்க முடியாது. எடுத்துக்காட்டாக நீலக் கண்களையும், பழுப்பு முடியையும் ஜீன்களால் தீர்மானிக்க முடியாது. சுற்றுப்புறத்தின் பல நிலைகள் உயிரினங்களின் வாழ்க்கையோடு இணைந்திருக்கிறது.

வெளிச்சூழலும் ஜீன் வெளிப்பாடும்

1. மனித விரலில் ஏற்படும் கொப்புளங்கள் (Blistering of feet in man)

மனித விரலில் ஏற்படும் கொப்புளங்களை உண்டாக்குவது ஒரு ஓங்கு ஜீனின் செயலே ஆகும். இந்த ஓங்கு ஜீன் தனியாக இதை வெளிப்படுத்தாமல் சுற்றுப்புறச் சூழலில் ஏற்படும் பருவநிலைகளோடு சேர்ந்து செயல்பட்டு குறிப்பாக வெயில் காலங்களில் இந்த நோய் ஏற்படுகிறது.

2. முயலில் ஏற்படும் மஞ்சள் கொழுப்பு

முயலில் மஞ்சள் கொழுப்பு ஏற்பட காரணமாயிருப்பது இரண்டு ஒடுங்கு ஜீன்கள் yy ஆகும். ஓங்கு ஜீன் லு நிறமற்ற கொழுப்பை உருவாக்குகிறது. ஏனெனில் உணவாக ஏற்கப்படும் இலைகளில் உள்ள ஜாந்தோஃபில்கள் என்ற வேதிப்பொருள்கள் நொதியின் உதவியில் உடைக்கப்படுகிறது. எனவே நிறம் இல்லாத கொழுப்பு உருவாகிறது. ஆனால் ஒடுங்கு ஜீன் y ஜாந்தோஃபில்லை உடைக்கிற நொதியை உண்டாக்கும் திறன் கொண்டிருப்பதில்லை. எனவே மஞ்சள் நிற கொழுப்பு உருவாகுவதற்கு முயல் உண்ணும் உணவும் ஒடுங்கு ஜீன் லம் காரணமாகும்.

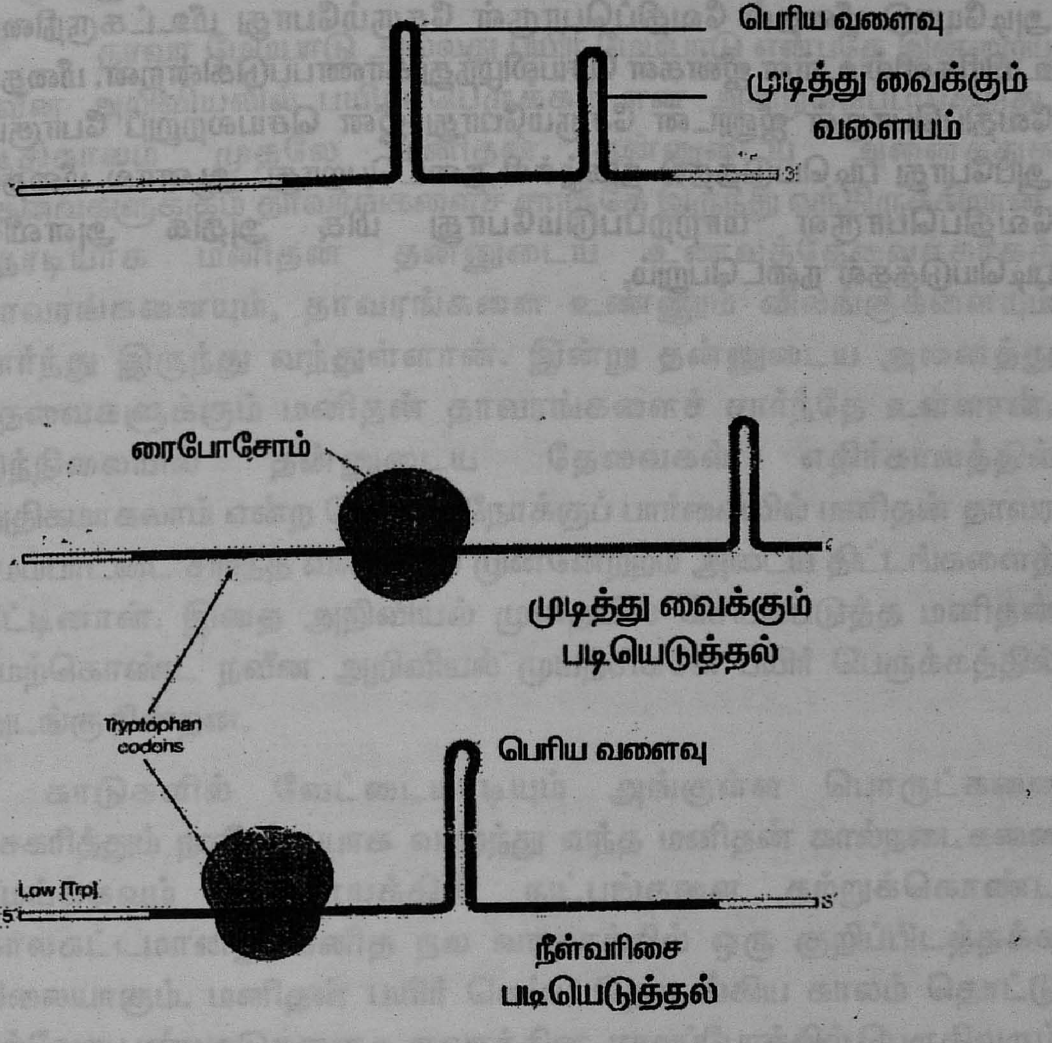
உள் சூழலும் ஜீன் வெளிப்பாடும்

உயிரின் உள் சூழல் என்பது வயது, பாலினம் மற்றும் உள்ளிருக்கும் பல வேதிப்பொருட்கள் ஆகும். இவற்றில் ஏதாவது ஒரு மாற்றம் ஏற்பட்டால் ஜீன் வெளிப்பாட்டிலும் மாற்றம் ஏற்படும்.

நுண்மையான (attenuation) முறையில் ஜீன் செயல்பாடு ஒழுங்கமைவு

trp ஆப்ரான் மாறுபட்ட முறையில் படியெடுத்தலைக் கட்டுபடுத்துகின்ற முறைக்கு நுண்மையான ஜீன் ஒழுங்கமைவு (Attenuation) என்று அழைக்கப்படுகிறது. படியெடுக்கப்பட்ட mRNA தொடரில் உள்ள trp மேம்படுத்திக்கும் முதல் trp ஜீனுக்கும் இடையே இரண்டு தண்டு வளையங்கள் (stem loops) உருவாகின்றன. ஆனால் இந்த இரண்டு தண்டு வளையங்களும் ஒரே நேரத்தில் உருவாதில்லை. எந்த நேரத்திலும் ஏதாவது ஒரு வளையம் இருந்து கொண்டேயிருக்கும். நிலையான மற்றும் பெரிய தண்டு வளையம் படியெடுத்தலைத் தூண்டுவதில்லை. ஆனால் சிறிய தண்டுத் வளையம் படியெடுத்தலை முடித்து வைக்க உதவுகிறது. இதற்கு முடித்து வைக்கும் வளையம் (Terminator loop) என்று பெயர். ரிபோசோம் trp mRNA யுடன் பிணைந்து இரண்டு தண்டு வளையங்கள் உருவாக துணைபுரிகிறது. டிரிப்டஃபேன் அளவு அதிகாமாகும் போது ரைபோசோம் ஜீனியக் குறிய தகவல்பெயர்வு செய்கிறது. இந்நிலையில் பெரிய தண்டு வளையம் உருவாகுவதை தடுத்து முடித்து வைக்கும் வளையத்தை உருவாக்கி படியெடுத்தலை

முடித்து வைக்கிறது டிரிப்டஃபேன் இல்லாது இருக்கும் போது ரிபோசோம் ஜீனியக்குறியத்தை தகவல்பெயர்வு செய்கிறது.



படம். 46 நுண்மையான முறையில் ஜீன் செயல்பாடு (attenuation)

முடிவற்ற நிலை (Antitermination)

முடிவற்ற நிலை காரணமாக அதில் காணப்படும் mRNA பாலிமரேஸ் நொதி படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சியைத் தொடர்ந்து நடத்தி கொண்டிருக்கும். முடிவற்றநிலை (Antitermination) பாக்டீரிய ஆப்ரானைக் கட்டுப்படுத்தும் நுண்ணொழுங்கமைவாகச் செயல்படுகிறது.

DNA மிதைலாக்கம் (DNA Methylation)

DNA-ன் நியூக்ளியோடைடில் உள்ள சைட்டோசைன் என்ற அடியோடு மீதைல் வேதிப்பொருள் சேரும்போது மீஉட்கருநிலை உயிரிகளில் உள்ள ஜீன்கள் செயலிழந்து காணப்படுகின்றன. மீதைல் வேதிப்பொருள் ஜீனுடன் சேரும்போது ஜீன் செயலற்றுப் போகும். அப்போது படியெடுத்தல் நிகழ்ச்சி நடைபெறாது. ஆனால் மீதைல் வேதிப்பொருள் மாற்றப்படும்போது மிக அதிக அளவில் படியெடுத்தல் நடைபெறும்.

தாவர மேம்பாட்டு இயல்

1. முன்னுரை:

தாவர மேம்பாடு அல்லது பயிர் மேம்பாடு என்பதே இன்றைய நவீன அறிவியலில் பயிர்ப்பெருக்கம் என அழைக்கப்படுகிறது. ஆதிகாலம் முதலே மனிதன் தன்னுடைய அனைத்துத் தேவைகளுக்கும் தாவரங்களைச் சார்ந்தே இருந்து வந்திருக்கிறான். நேரடியாக மனிதன் தன்னுடைய உணவுத்தேவைக்காகத் தாவரங்களையும், தாவரங்களை உண்ணும் விலங்குகளையும் சார்ந்து இருந்து வந்துள்ளான். இன்று தன்னுடைய அனைத்து தேவைகளுக்கும் மனிதன் தாவரங்களைச் சார்ந்தே உள்ளான். இந்நிலையில் தன்னுடைய தேவைகள் எதிர்காலத்தில் அதிகமாகலாம் என்ற தொலைநோக்குப் பார்வையில் மனிதன் தாவர மேம்பாட்டை சிறந்த வகையில் முன்னேற்றம் அடைய திட்டங்களைத் தீட்டினான். இதை அறிவியல் முறையில் செயல்படுத்த மனிதன் மேற்கொண்ட நவீன அறிவியல் முயற்சிகளே பயிர் பெருக்கத்தில் அடங்குகின்றன.

காடுகளில் வேட்டையாடியும் அங்குள்ள பொருட்களை சேகரித்தும் நாடோடியாக வாழ்ந்து வந்த மனிதன் கால்நடைகளை மேய்க்கவும் விவசாயத்தின் நுட்பங்களை கற்றுக்கொண்ட காலகட்டமானது மனித நல வரலாற்றில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க நிலையாகும். மனிதன் பயிர் செய்ய தொடங்கிய காலம் தொட்டு பல்வேறு பண்பாடுகளை உருவாக்கின. காலப்போக்கில் பெருகிவரும் மக்கட்தொகையின் தேவையை நிறைவேற்றும் பொருட்டு புதிய விவசாய தொழில் நுட்ப முறைகள் புகுத்தப்பட்டது. விவசாய முறைகளினால் சூழலில் ஏற்பட்ட மாற்றங்களின் காரணமாக மனித தேவைகளை நிர்ணயிப்பதில் பல்வேறு கருத்து மாறுபாடுகளும் குழப்பங்களும் தோன்றின. உணவு உற்பத்தியை அதிகரிக்கும் பொருட்டு விவசாயத்துறையில் பல்வேறு புதிய முறைகள் அவ்வப்போது புகுத்தப்பட்டு வந்தது.

ஹாரிஸன் பிரௌன் என்பவர் வளரும் நாடுகளில் மக்கட்தொகை பெருக்கத்தால் உணவு பற்றாக்குறை ஏற்படும் என்றார். உணவு உற்பத்திக்கும், மக்கட்தொகை பெருக்கத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு மிகவும் சிக்கலான ஒன்றாகும். மிகவும்

அதிர்ச்சி அளிக்கக்கூடிய செய்தி என்னவென்றால் ஆசியா கண்டம் உணவு உற்பத்தியில் அதிக வளர்ச்சி அடைந்திருந்தாலும், பசியால் வாடும் உலக மக்கள் தொகையில் 50 விழுக்காடு மக்கள் இங்கு வசிக்கின்றனர்.

இந்தியாவில் பசுமை புரட்சிக்கு வித்திட்ட வேளாண் விஞ்ஞானி முனைவர். சுவாமிநாதன், இயற்கை விஞ்ஞானி நம்மாழ்வார் போன்றவர்கள் விவசாய முறைகளில் பல்வேறு உத்திகளைக் கையாண்டு இன்று விவசாயத்துறையில் சாதனை புரிந்து வந்தாலும், அனைவரும் தங்கள் தொலைநோக்குப் பார்வையில் உணவுப் பற்றாக்குறையைத் தீர்ப்பதற்கு பயிர் பெருக்க முறையில் பல்வேறு மாறுதல்களையும், உத்திகளையும், நவீன வேளாண்முறைகளையும் பின்பற்றி அதன் சாதனைகளை மக்களுக்கு தெரியப்படுத்தி வருகின்றனர். 1798–இல் தாமஸ் ராபர்ட் மால்தூஸ் என்ற பொருளாதார மேதை மக்கள் பெருக்கத்தையும், உணவு உற்பத்தியையும் கொண்டு, மனித இனத்தின் அழிவிற்கு உணவு பற்றாக்குறை எதிர்காலத்தில் ஒரு காரணமாகலாம் என்றார். இதனைக் கருதிக் கொண்டு உலக அறிவியல் அறிஞர்கள் செயல்பட்டதால் தான் இன்றுவரை உணவு பற்றாக்குறை என்ற நிலை ஏற்படவில்லை. இந்நிலைக்கு முக்கிய காரணங்கள்.

❖ பசுமைப் புரட்சி தோன்றி உணவு உற்பத்திக்கு வித்திட்டு உணவு பற்றாக்குறையை போக்கியது.

❖ அறிவியல் தொழில்நுட்பங்களை பயன்படுத்தி மனிதன் கால்நடைகள், கோழிகள் போன்றவற்றின் வளர்ப்பில் ஈடுபட்டு உணவுத் தேவையை ஈடுகட்டச் செய்தது.

❖ மீன்கள் உற்பத்தியில் சாதனை செய்து நீலப்புரட்சி செய்தது.

❖ நவீன விவசாய தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி விவசாயத் துறையில் சாதனை செய்தது.

❖ பால் உற்பத்தியில் சாதனை செய்து வெண்மைப்புரட்சி செய்தது.

இக்காரணங்களால் தான் உணவுப்பற்றாக்குறை தோன்றாமல் மனித இனம் பாதுகாக்கப்பட்டது. இதற்கெல்லாம் அடிப்படையாக இருப்பது தாவரப்பெருக்கமாகும்.

தாவரப்பெருக்க அறிவியல் நுட்பத்தின் உதவியால்தான் நமது நாடு சுதந்திரம் அடைந்து முதல் 5 ஆண்டுத்திட்டத்தில் 50 மில்லியன் டன்னாக இருந்த உணவு உற்பத்தி, தற்போது 170 டன்னாக உயர்ந்து சாதனை புரிந்தது. இத்தகைய சாதனைக்கு வித்திட்ட தாவரப்பெருக்கம் பல நோக்கங்களைக் கொண்டது. அவையாவன,

1. பொதுவாக தாவரங்களில் இருந்து அதிகமாகக் கிடைக்கும் பொருட்களை மேலும் அதிகம் பெறும் விதத்தில் தாவர மகசூலைப் பெருக்க வேண்டும்.

2. பல தாவரங்களில் இருந்து கிடைக்கும் பல்வேறு பொருட்களின் தரத்தை உயர்த்தல் வேண்டும்.

3. நோய் எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்க வேண்டும்.

4. சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலை, மண்வகைகளுக்கு ஏற்ற தாவரங்களை உருவாக்க வேண்டும்.

5. சில தாவரங்களின் பண்புகளை நமது வசதிக்கேற்ப, அப்பண்புகளை மாற்றி அவற்றை சிறப்புப்பண்புகளாக உருவாக்குதல் வேண்டும்.

6. வணிகச் சிறப்புமிக்க புதிய பயிர் வகைகளை உற்பத்தி செய்தல் வேண்டும்.

மேற்கூறிய நோக்கங்களை பயிர்ப்பெருக்கத்தின் போது அடைவதற்கு பல்வேறு செயல்முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. அவற்றில் முக்கியமானவை: தாவரங்களின் தகஅமைவு மகசூல், புற அமைப்புப் பண்புகள், வாழ்வியல், நோயியல் ஆகியவற்றை அறிதல், ஜீனியல் திறனை மதிப்பிட்டு மேம்பாடு அடையச் செய்தல், ஜீன்களின் மூல முதல்களை நேரடிப்பிடித்தல் ஆகியவை பயிர்ப்பெருக்கத்தை மேலும் திறம்பட செயல்படுத்த உதவுகின்றன. பயிர்ப்பெருக்கத்தில் முக்கிய உத்திகளாகத் தேர்ந்தெடுத்தல், கலப்புயிரிப் பயிர்முறை, இனத்தகப் பாலிணைவு முறை, கலப்பின வீரியம், தாவர அறிமுகமும் உகந்து போதலும், சடுதி மாற்றப் பயிர்ப்பெருக்கம், பன் மடியமும் பயிர்ப்பெருக்கமும், உயிர்தொழில்நுட்பவியல் மூலம் பயிர்ப்பெருக்கம் போன்றவற்றைக்

குறிப்பிடலாம். இந்தப் பயிர்ப்பெருக்க உக்திகள் நமது பயிர்களின் மகசூலை அதிகரிக்கச் செய்வதோடும், உணவுப்பற்றாக்குறையை போக்குவதோடும், அதிக அந்நிய செலாவணியை ஈட்டித்தருகிறது என்பதே உண்மை.

2. தெரிவு செய்தல்

ஆதிமனிதன் பயிரிட்டு பழகிய காலம் தொட்டே தெரிவு செய்யும் முறையை கையாண்டுள்ளான். இது தாவரப்பெருக்கத்தில் கையாளப்படும் மிகப்பழமையான உத்தியாகும். தெரிவு செய்தல் என்பது மாறுபட்ட தன்மையுள்ள கலப்பினக் கூட்டத்தில் இருந்து சிறந்த பயிரைப் பெறுவதற்கு விரும்பத்தக்க பண்புகள் உடைய தாவரங்களை தெரிவு செய்வதாகும்.

தெரிவு செய்தல் முறையில், சிறந்த தாவரங்களை தெரிவு செய்வதற்கு முன்பு அவற்றின் மரபியல் வேறுபாடுகளை அறியவேண்டும். பொதுவாகத் தன் மகரந்த சேர்க்கை அடையும் தாவரங்களை விட அயல் மகரந்த சேர்க்கை அடையும் தாவரங்களில் இருந்தும் பாலினப்பெருக்கமடையும் தாவரங்கள் அடங்கிய கூட்டத்திலிருந்தும் சிறந்த தாவரங்களை தெரிவு செய்தல் நல்லது. பயிர்ப்பெருக்கத்திற்காக 5 வகை தெரிவு முறைகள் நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவையாவன : கூட்டுத் தெரிவு முறை, தூய கால்வழித் தெரிவு முறை, வழித்தோன்றல் முறை, ஒழுங்கு மீள் தேர்வு முறை நகல் தெரிவு முறை.

1. கூட்டுத் தெரிவு முறை (Mass Selection Method)

பயிரிடப்பட்ட நிலத்தில் இருந்து நல்ல பண்புகளைக் கொண்ட, ஒரே தோற்றம் உடைய பல தாவரங்கள் தெரிவு செய்யப்பட்டு, அதன் விதைகளைக் கலந்து, விதைத்து, முதல் சந்ததியில் சிறந்த பண்புகளைக் கொண்ட தாவரங்களைத் தெரிவு செய்து, அவற்றில் இருந்து இரண்டாவது தலைமுறையை உருவாக்குதல் வேண்டும். இவ்வாறு எட்டு தலைமுறைகளில் தெரிவு செய்யப்பட்ட விதைகள் சிறந்த விதைகள் என்றெண்ணி விதைப்பெருக்கம் செய்யப்படல்வேண்டும். ஆனால், இம்முறையிலும் சில சிக்கல்களும், குறைபாடுகளும் உள்ளன.

எடுத்துக்காட்டு : புகையிலையில் குட்டையான தாவரங்கள்

தெரிவு செய்து இலை எண்ணிக்கைக் குறைகளையும் அதிக இலைகளுக்காகத் தெரிவு செய்யும் போது நெட்டையாக வளரும் தாவரங்கள் தோன்றலையும் மாட்ஸிங்கர் (Matzinger) என்பவர் கண்டறிந்தார்.

2. தூய கால்வழித் தெரிவு (Pure Line Selection)

டென்மார்க் நாட்டு' உயிரியல் அறிஞரான ஜொபகான்சென் (1903) என்பவர் தூய கால்வழித் தேர்வு என்பது, ஹோமோசைக்ஸ் தாவரம் ஒன்று தற்கருவுருதல் நிகழ்வை நடத்தி, அதன் மூலம் உருவாகும் வழித் தோன்றல்களுக்கு, தூய கால்வழித் தொகுப்பு (Pure Line Selection) என்று பெயர் கொடுத்தார். இவற்றிலும் சில குறைகளும், நிறைகளும் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு நெல்மணியில் adt1 சிவப்பு சிறுமணியிலிருந்து தேர்வு செய்திருக்கிறது சென்னையிலுள்ள விவசாயதுறை.

3. வழித்தோன்றல் தெரிவு (Progeny Selection)

கலப்பினம் உருவாக்கப்படும் இம்முறை அயல் மகரந்த சேர்க்கை அடையும் தாவரங்களின் பெருக்கத்திற்கு உதவுகிறது. இம்முறையில் சிறந்த தாவர சிற்றினங்களைத் தேர்வு செய்து, அவை பாலிணைவு செய்யப்பட்டு முறையில் இனத்தகப்பாலிகளாக (Inbred) மாற்றப்படுகின்றன. இதற்குத் தாவர மூல சிற்றினக்கூட்டம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு மேம்பாடு அடைந்த சிற்றினத்தாவரங்களை உருவாக்குவதற்கு வழித்தோன்றல் தெரிவு (Progeny Selection) என்று பெயர். இம்முறையிலும் பல நன்மைகளும், தீமைகளும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டு 1899–ஆம் ஆண்டிலேயே ஹாப்கின்ஸ் (Hopkins) என்பவரால் மக்காசோள மணிகளின் முளைசூள் தசையும் புரத விழுக்காடு, எண்ணெய் அளவு ஆகிய பண்புகளின் மேம்பாட்டிற்கு இத்தெரிவுமுறை கையாளப்பட்டது.

4. ஒழுங்கு மீள் தெரிவு (Recurrent Selection)

இம்முறையும் தாவர மேம்பாட்டிற்கு உதவும் முறை ஆகும். பொதுவாக இம்முறை அயல் மகரந்த சேர்க்கை அடையும் தாவரங்களில் நடைமுறைப்படுத்தப்படுகிறது. மூல இனக்கூட்டத்திலிருந்துத் தெரிவு செய்த தாவரங்களை பாலிணைவு

செய்து, பின் சந்ததி சந்ததியாகத் தெரிவு செய்யும் முறைக்கு ஒழுங்கு மீள் தேர்வு (Recurrent Selection) என்று பெயர். முதல் முறையாக ஹல் என்பவர் இம்முறையை அறிமுகம் செய்தார்.

5. நகலெடுப்பு தெரிவு முறை (Clonal Selection)

ஒரு தாவரத்தில் இருந்து உடல் இனப்பெருக்கத்தின் மூலம் பெறப்பட்ட, மரபியல் பண்புகளில் யாவும் ஒத்த தாவரங்களின் தொகுதி நகல் என அழைக்கப்படுகிறது. நகல் என்பது தாவரங்களிலிருந்து மறைமுக பகுப்பினால் உடல இனப்பெருக்கத்தின் மூலம் தோன்றியவைகளாகும். நகலாகக் காணப்படும் அனைத்து தாவரங்களும் பண்புகளில் ஒத்து காணப்படுகின்றன. தோன்றல் வழியிலும், மரபு வழியிலும் ஒத்தவை. நகலில் காணப்படும் சிறு சிறு மாற்றங்கள் சூழ்நிலைகளால் ஏற்பட்டவையாகும். நகல்கள் பெரும்பாலும் மாற்றுப்பண்பினைவு தன்மை கொண்டவை. உடல இனப்பெருக்கம் செய்யும் தாவரக் கூட்டங்களிலிருந்து விரும்பத்தக்க பண்புகளைக் கொண்ட நகல்களைத் தெரிவு (Clonal Selection) செய்யும் முறைக்கு நகல் தெரிவு முறை என்று பெயர்.

எனவே, தாவரப் பெருக்கத்திற்கு கையாளப்படும் மிகப் பழமையான உத்திகளில் 'தெரிவு செய்தல்' முறையும் ஒன்றாகும். இன்றும் கூட இம்முறை விவசாய மேம்பாட்டு முறையாக செயல்படுத்தப்பட்டு வரும் முறையாகும். மனிதன் பயிரிட்டுப் பழகிய காலத்திலிருந்து இம்முறையை கடைபிடித்து வந்ததாக வரலாற்றுச் சான்றுகள் கூறுகின்றன. இம்முறைகளெல்லாம் 'தாவரப் பெருக்கத்திற்கு' அடிப்படையான முறைகள் என்றால் அது மிகையாகாது.

3. கலப்புயிரித்தோற்ற முறை (Hybridization)

கலப்புயிரித்தோற்ற முறை என்பது ஜீன் வகையத்தில் மாறுபட்ட இரு தாவரங்களைக் கலவியுறச் செய்து புதிய பயிர்வகைகளை உருவாக்குவதேயாகும். இம்முறையில் பங்கு பெறும் தாவரங்கள் ஒரே சிற்றினத்தையோ அல்லது வெவ்வேறு சிற்றினங்களையோ அல்லது பேரினங்களையோ சார்ந்தவைகளாக இருக்கலாம். கலப்புயிரித் தோற்ற முறை 4 வகைப்படும். அவையாவன

1. ஒரே ரகத்தினுள் கலப்புயிரித் தோற்ற முறை
2. ரகங்களுக்கிடையே கலப்புயிரித் தோற்ற முறை
3. சிற்றினங்களுக்கிடையே கலப்புயிரித் தோற்ற முறை
4. பேரினங்களுக்கிடையே கலப்புயிரித் தோற்ற முறை

1. ஒரே ரகத்தினுள் கலப்புயிரித் தோற்ற முறை (Intra Varietal Hybridization)

ஒரு சிற்றினத்தில் காணப்படும் ஒரே ரகத்தாவரங்களில் பல ஜீன் வகைய ஆக்க வேறுபாடுகள் காணப்படும். இவ்வகைத் தாவரங்களில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை அடையும் தாவரங்கள் இருந்தால், அவை கலப்புயிரி தோற்ற முறையில் புதிய, சிறப்பான பொருளாதார பண்புகளைப் பெற்ற தாவரங்களை உருவாக்கும். ஆனால் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை அடையும் தாவரங்களாக இருந்தால், தனிப்பட்ட தன்மை கொண்ட மாற்றுப்பண்பினைவுத் தன்மை கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்கும்.

2. ரகங்களுக்கிடையே கலப்புயிரித் தோற்ற முறை (Inter Varietel Hybridization)

கலப்பினப் பயிர் என்பது ஒரே சிற்றினத்தில் உள்ள இரு மாறுபட்ட ரகத்தாவரங்களைத் கலவியுறச் செய்து உருவாக்கப்படுகிறது. இதற்குச் சிற்றினத்தினுள் கலப்புயிரித் தோற்ற முறை என்று பெயர். இம்முறை மூலமாகத்தான் இன்று பல கலப்பினப் பயிர்வகைகள் தோன்றியுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக நெல்லியின் (Oryza sativa) ஒரு ரகமான இண்டிகாவுடன் மற்றொரு ரகமான ஜப்பானிகாவை கலவியுறச் செய்து புதிய இனம் உருவாக்கப்படுகிறது

3. சிற்றினங்களுக்கிடையே கலப்புயிரித் தோற்ற முறை (Inter Specific Hybridization)

இம்முறையில் ஒரு பேரினத்தின் காணப்படும் இரண்டு மாறுபட்ட சிற்றினங்கள் கலவியுறப்பட்டு, கலப்பினப் பயிரை உருவாக்குவதாகும். இதற்கு பேரினத்திற்குள் கலப்புயிரித் தோற்ற முறை என்று பெயர். இம் முறை மூலமாக கரும்பில் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட, சர்க்கரைச்சாறு நிறைந்த கலப்புயிரியை உருவாக்கி உள்ளனர்.

4. பேரினங்களுக்கிடையே கலப்புயிரித் தோற்ற முறை (Inter Generic Hybridizatuon)

ஒரு குடும்பத்தில் உள்ள இரண்டு மாறுபட்ட பேரினங்களை கலவியுறச் செய்து கலப்பினப் பயிரை உருவாக்கும் முறைக்கு பேரினங்களுக்கிடையே கலப்புயிரித் தோற்ற முறை என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டாக ரஃபானஸ் சட்டைவஸ் என்ற முள்ளங்கி தாவரத்தையும் பிராசிகா ஒலோரேஷியா என்ற முட்டைக்கோஸ் என்ற தாவரத்தையும் கலப்புச் செய்து ரஃபானோ பிராசிகா என்ற புதிய கலப்புயிரித் தாவரம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

பொதுவாக, குறிப்பிடப்பட்டுள்ள 4 வகைக் கலப்புயிரித் தோற்ற முறைகளில் முதல் இரண்டு வகைகளும் இயற்கையாகவே நிகழக்கூடியது. இதில் வெற்றிகிட்டுவது பெரும்பாலும் நிச்சயம் ஆகும்.

கலப்புயிரி உருவாக்கும் முறை (Hybridization Procedure)

a. தாய்த் தாவரம் தேர்வு செய்தல்

கலப்புயிரித் தோற்ற முறையைத் திட்டமிடுவதற்கு முன்பு தாய்ப்பயிர்களின் தன்மைகளை முழுமையாக அறிதல் வேண்டும். பொதுவாக சிறந்த பண்புகளைப் பெற்ற உள் நாட்டுத் தாவரங்களே தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. இதற்கு அடிப்படையாக சிறந்த பண்புகளைப் பெற்ற தாவரங்கள் தெரிவு செய்தல் சாலச்சிறந்தது.

b. தாய்த்தாவரம் தற்கலவியடைதல்

தெரிவு செய்யப்பட்ட தாய்த்தாவரம், அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை அடைபவைகளாக இருக்கும் நிலையில், அவற்றை செயற்கையாக தன் மகரந்த சேர்க்கை அடையச் செய்தல் ஒரு முக்கிய நிலையாகும். இதனால் தாய்த்தாவரத்தில் காணப்படும் விரும்பத்தக்க பண்புகளை ஒத்தப் பண்பிணைவுத் தன்மை நிலைக்குக் கொண்டு வர இயலும். இவற்றை எளிதில் கலப்பு செய்யவும் முடியும்.

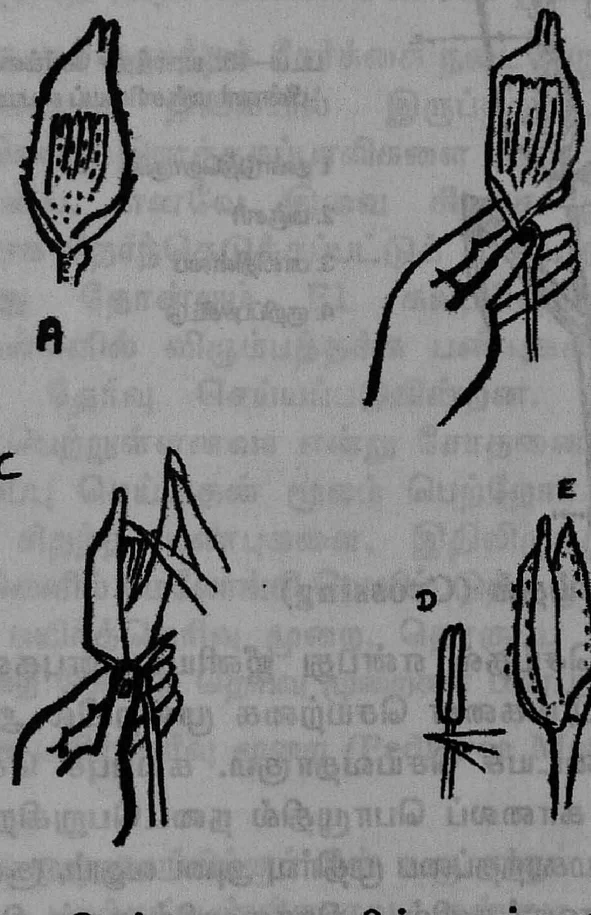
c. கலப்புயிரித் தோற்ற முறையின் செய்முறை நுணுக்கங்கள்

கலப்புயிரித் தோற்ற முறையின் செய்முறை நுணுக்கம் என்பது நன்கு தெரிவு செய்யப்பட்ட பெற்றோர் தாவரங்களில் ஒன்றின் மகரந்தங்களை மற்றொன்றின் சூலகமுடிக்கு மாற்ற கையாளப்படும்

முறையாகும். இதற்காக நாம் இத்தாவரங்களைப் பற்றி முழுமையாக தெரிந்திருத்தல் அவசியமாகும். இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட தாவரங்கள் ஒதுக்கப்புறமான, தனிப்படுத்தப்பட்ட பாத்திகளில் பாதுகாப்பான முறையில் வளர்க்கப்படவேண்டும். இதனால் கலப்படம் உருவாவதைத் தவிர்க்கலாம். கலப்பினத்தை உருவாக்க கையாளப்படும் முக்கிய நுணுக்கங்கள் பின்வருமாறு :

a. ஆண் மலடாக்குதல் (Emasculation)

பெண் தாவரத்தில், மகரந்தப்பை வெடித்து, மகரந்தம் வெளியேறுவதற்கு முன்பாக, அப்பைகளை நீக்கி, தன் மகரந்த சேர்க்கை நடக்காமல் தடுப்பதாகும். இரு பால் மலர்களில் தான் இந்நிலை உருவாக்கப்பட வேண்டும், ஆனால் ஒரு பால் மலர்களில் இப்பிரச்சனை எழுவதில்லை. ஆண் மலடாக்குதல் முறை தாவரங்களுக்குத் தாவரம் வேறுபடுகிறது.



படம் –47. நெல் தாவர மலரின் ஆண்மலடாக்கச் செயல்முறை

A. திறக்கப்படாத முழுமலர்

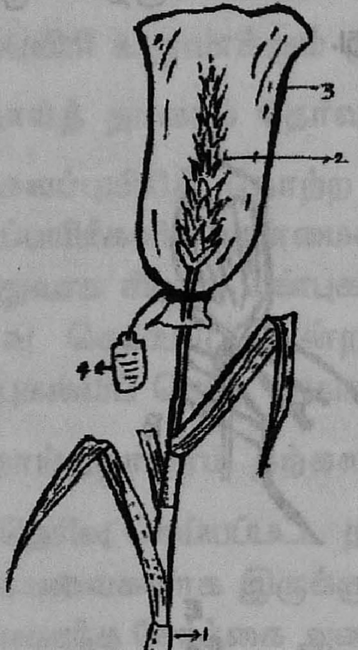
B.C. இடுக்கியைக்கொண்டு குளூம்களை விலக்குதல்

D. இடுக்கியால் மகரந்தத் தாள்களை அகற்றுதல்

E. மகரந்தத் தாள்கள் நீக்கப்பட்ட மலர்

b. பையால்மூடுதல் (Bagging)

ஆண்மலடாக்கப்பட்ட பின்பு அத்தாவரத்தின் மலரை மெல்லிய தாள் அல்லது பிளாஸ்டிக் பையினால் மூடி வைக்க வேண்டும். இச்செயல் சூலக முதிர்விற்கு முன்னர் செய்யப்படல் வேண்டும். ஒரு பால் மலர்கள் என்றால் ஆண் மலரும், பெண் மலரும் தனித்தனியாக பையால் மூடப்பட்டு அன்னியத் தாவரங்களின் மகரந்தங்கள் கலந்து விடாமல் தடுக்கப் படுகிறது.



படம்–48. மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்த்திய பின்னர் மஞ்சரியைப் பையால் மூடுதல்

1. தண்டுத்தொகுப்பு
2. மஞ்சரி
3. பாலிதின்பை
4. குறிப்புச்சீட்டு

c. கலப்புச் செய்தல் (Crossing)

கலப்புச் செய்தல் என்பது ஜீனியப்பண்புகளில் மாறுபட்ட இரண்டு தாவரங்களை செயற்கை முறையில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை அடையச் செய்வதாகும். கலப்புச் செய்தல் நிகழ்வு பொதுவாகக் காலைப் பொழுதில் நடைபெறுகிறது. ஏனெனில் தாவரங்களில் மகரந்தப்பை முதிர்வு அடைவதும், சூலக முடி ஏற்கும் திறனும் பல தாவரங்களில் அதிகாலையில் தான் நிகழ்கின்றன.

d. குறிப்புச்சீட்டு இடுதல்

கலப்புச் செய்தபின் மீண்டும் பெண் தாவரத்தின் மலர்களை உறையிட்டு, தேவையானக் குறிப்புகளை சீட்டினுள் எழுதி கட்டப்பட வேண்டும். அதில் எண், ஆண் மலடாக்கப்பட்ட நாள், கலப்பு செய்த நாள், தாய்த்தாவரத்தின் முக்கிய விவரங்கள் போன்றவைக் குறிப்பிடப்பட்டிருத்தல் அவசியமாகும்.

e. கலப்பின விதைகளை அறுவடை செய்தல்

விதைகள் முதிர்ச்சி அடையும்வரை பெண் மலர்கள் பையினால் மூடப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். பாதுகாப்பு கருதி இச்செயல் செய்யப்படுகிறது. விதைகள் முதிர்வுற்றபின்பு சேகரிக்கப்பட்டுத் தனியே பாதுகாக்கப்பட்டு, அடுத்த பயிரிடும் பருவத்தில் விதைக்கப்பட்டு, அவற்றிலிருந்து அடுத்த சந்ததி உருவாக்கப்பட வேண்டும். இவைகள் கலப்பினங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

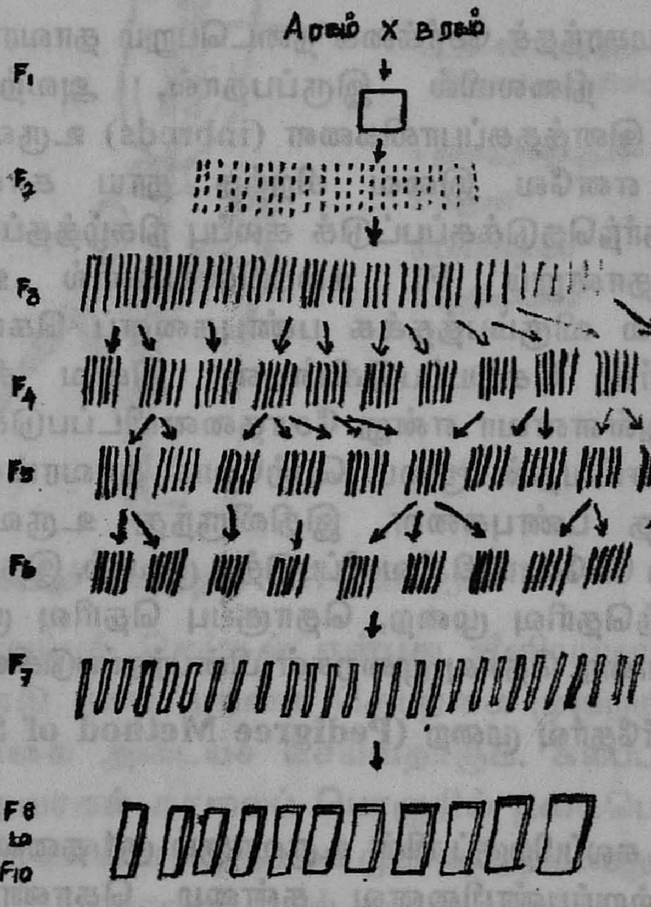
தன்மகரந்தச் சேர்க்கையுரும் தாவரங்களில் கலப்புயிரி உருவாக்கும் முறை (Hybridization in self-pollinated crops)

பொதுவாக தன்மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறும் தாவரங்கள் ஒத்தப்பண்பிணைவு நிலையில் இருப்பதால், அவற்றைத் தற்கருவுறச் செய்து இனத்தகப்பாலிகளை (inbreds) உருவாக்க வேண்டியதில்லை. எனவே இவை சிறந்த தூய கால்வழி பெற்றோர்களாக தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுக் கலப்பு நிகழ்த்தப்பட்டு, இவற்றிலிருந்து தோன்றும் F1 கலப்பினங்களில் உள்ள வழித்தோன்றல்களில் விரும்பத்தக்க பண்புகளைப் கொண்ட பெற்றோர்கள் தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. இவை சிறந்த பண்புகளைப் பெற்றுள்ளனவா என்று சோதனையிடப்படுகிறது. இவ்வாறு கலப்பு செய்வதன் மூலம் பெற்றோர் தாவரங்களில் காணப்படும் சிறந்த பண்புகளை, இதிலிருந்து உருவாகும் வழித்தோன்றல்களில் மேலோங்கி வெளிப்படுத்த முடியும். இதற்காக மரபு வரிசை பயிர்த்தெரிவு முறை, தொகுப்பு தெரிவு முறை, பின்கலப்பு முறை போன்ற தெரிவு முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

a) மரபு வரிசை பயிர்தேர்வு முறை (Pedigree Method of Selection)

பொதுவாக ஒரு கலப்பிற்குப் பின் உருவாகும் கு1 தலைமுறை தாவரங்கள் மாற்றுப்பண்பிணைவு தன்மை கொண்டவை அவையாவும் ஒத்து காணப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்துத் தோன்றும்

F2 சந்ததிகளைச் சார்ந்த தாவரங்கள் தனித்து பிரிதல் காரணமாக வேறுபட்டு காணப்படுவதால் இவற்றுள் சிறந்த பண்புகளை கொண்டத் தாவரங்களை தெரிவு செய்து அவற்றின் விதைகள் மூலம் F3 சந்ததிகள் உருவாக்கப்பட்டு, இவற்றிலும், சிறந்த பண்புகளை கொண்ட தாவரங்களின் விதைகளைச் சேகரித்து, F4, F5, F6, போன்ற சந்ததிகள் அடுத்தடுத்து உருவாக்கப்படுகின்றன. இதில் தன்மகரந்தசேர்க்கை தொடர்ந்து ஏற்படுவதால் ஐந்து அல்லது ஆறாவது தலைமுறையில் ஒற்றைபண்பினைவுத்தன்மை கொண்ட தாவரங்கள் தோன்றுகின்றன. இவற்றிலும் சிறந்த பண்புகளை கொண்ட தாவரங்கள் தெரிவு செய்யப்படுகின்றன. மற்றவை ஒதுக்கப்படுகின்றன. தெரிவு செய்யப்பட்ட தாவரங்கள் வேளாண்மை பண்புகளில் ஒப்பிடப்பட்டு விளைச்சலுக்காக ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. அதன் பின்னரே விவசாயிகளுக்கு விதைகள் வழங்கப்படுகின்றன. இதற்குக் குறைந்தபட்சம் 10 அல்லது 13 ஆண்டுகள் ஆகின்றன.



படம். 49. மரபுவரிசைத் தெரிவு முறையை விளக்கும் படம்

A ரகம் x B ரகம்

F1 - முதல் சந்ததி–தொகுப்பு,

F2- இரண்டாம் சந்ததி–இடைவெளிவிட்டு நடுதல்

F3 - மூன்றாம் வரிசை நடவு,

F4- நான்காம் சந்ததி (மூன்றாம் சந்ததியின் சிறந்த வரிசையின் தொகுதிகள்)

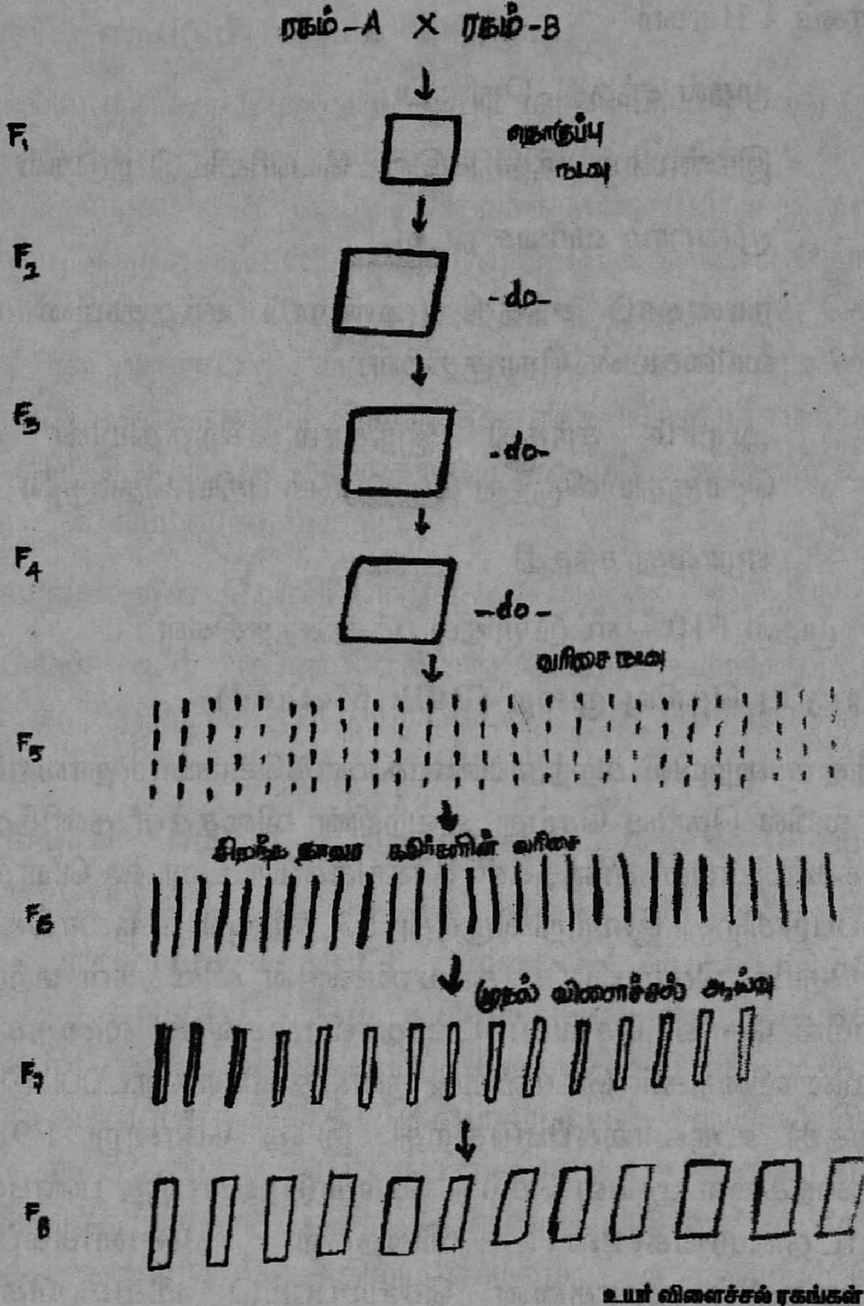
F6- ஆறாம் சந்ததி (ஐந்தாம் சந்ததியின் சிறந்த தொகுதியிலிருந்து பெறப்படும் புதிய தொகுதி)

F7 - ஏழாவது சந்ததி

F8 முதல் F10 – எட்டு முதல் பத்து சந்ததிகள்

B) தொகுப்பு தெரிவு முறை (Bulk Method)

இந்த முறையில் சிறந்த பண்புகளைக்கொண்ட தாவரங்களை F2 நிலையில் தெரிவு செய்து அவற்றின் விதைகள் தனித்தனியே பராமரிக்கப்படாமல், விதைகள் சேகரிக்கப்பட்டவுடன் மொத்தமாக கலக்கப்படுகிறது இவற்றிலிருந்து F3 சந்ததி உருவாக்கப்பட்டு அதில் தெரிவு செய்யப்பட்ட தாவரங்களின் விதைகள் மற்றும் F4 சந்ததியில் தேர்வு செய்யப்பட்ட தாவரங்களின் விதைகள், F5 சந்ததியில் விதைகள் இடம்விட்டு தனித்தனியாக நடப்பட்டு, பின்பு F6 சந்ததி உருவாக்கப்படுகிறது. இதே போன்று F9, F10, தலைமுறைகளை ஆய்வு செய்து மேம்பாடு அடைந்த பண்புகளைக் கொண்டதாவரங்களின் விதைகள் சேகரிக்கப்பட்டுப் பண்ணைகளில் சோதனை செய்யப்பட்டு விவசாயிகளுக்கு பகிர்ந்தளிக்கப்படுகின்றன. இதற்கும் குறைந்த பட்சம் 12 ஆண்டுகள் ஆகின்றது.



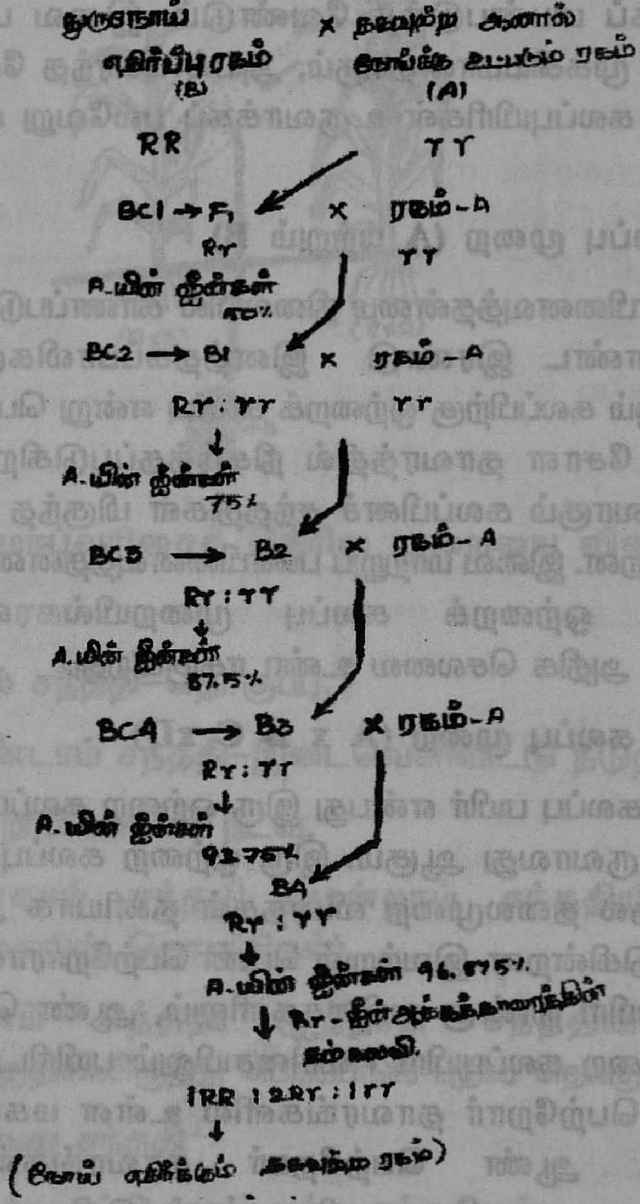
உயர் விளைச்சல் ரகங்கள்

படம்–50. தொகுப்புத் தேர்வு முறையை விளக்கும் படம்

c) பின்கலப்பு முறை

பின்கலப்பு முறையில் வணிகம் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த அனைத்து பண்புகளைக் கொண்ட தாவரத்தையும் (a) வணிக முக்கியத்துவமற்ற ஒருசில நற்பண்புகளைக் கொண்ட தாவரத்தையும் (B) கலப்பு செய்யப்படுகிறது. இவற்றிலிருந்து

தோன்றும் F1 தலைமுறை தாவரங்களைத் தற்கலவி அடையச்செய்யாமல், ஏற்கும் தாவரமாகிய ய – பெற்றோருடன் ஆறு தலைமுறைகளுக்கு பின்கலப்பு செய்யப்பட வேண்டும். இதனால் a தாவரத்தில் காணப்படும் எல்லா விரும்பத்தக்கப் பண்புகளும் B தாவரத்தில் உள்ள நற்பண்புகளும் கொண்டுவரப்படுகின்றன. 6வது தலைமுறையில் தெரிவுசெய்யப்பட்ட தாவரங்கள் தற்கலவி அடையச் செய்யப்பட்டு ஒத்தபண்பினைவுத் தன்மை நிலையில் சிறந்த தாவரங்களை உருவாக்க முடியும்.



படம் –51. பின்கலப்பு முறையை விளக்கும் படம்

அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையுறும் தாவரங்களில் கலப்புயிரி தோற்றமுறை

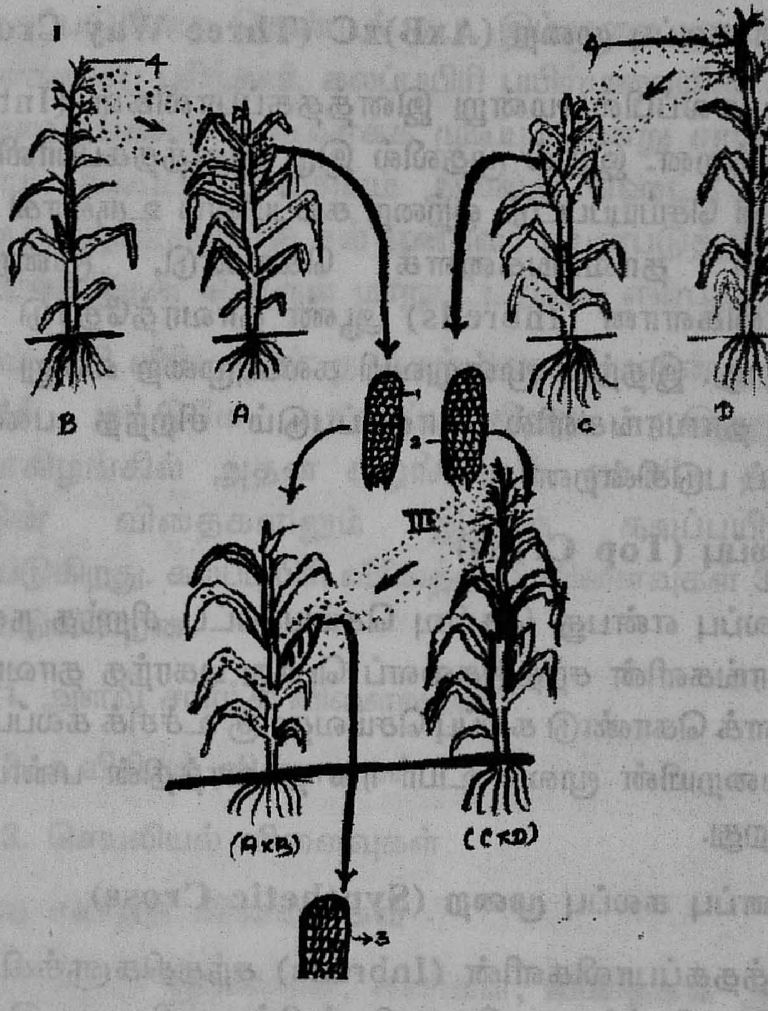
இயற்கையாகவே மாற்றுப் பண்பிணைவுத்தன்மை நிலையில் இருக்கும் தாவரங்கள் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை தாவரங்களாக உள்ளன. எனவே இவற்றை நேரடியாக தாய்த் தாவரமாக பயன்படுத்த கூடாது.முதலில் அவற்றை தற்கருவுற செய்து, இனத்தகப்பாலிகளாக (Infreds) மாற்றி, அவற்றுள் சிறந்த பண்புகளைக் கொண்ட தாவரங்களைத் தேர்வு செய்து தாய்த் தாவரங்களாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். இவை பயிர்பெருக்க முறையில் மிக முக்கியமானதாகும். அயல் மகரந்த சேர்க்கையுரும் தாவரங்களில் கலப்புயிரிகள் உருவாக்கப் பல்வேறு வழிமுறைகள் உள்ளன.

a) ஒற்றை கலப்பு முறை (A மற்றும் B)

ஒத்தப்பண்பிணைவுத்தன்மை நிலையில் காணப்படும் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்ட இரண்டு இனத்தகப்பாலிகளுக்கிடையே (Inbreds) நிகழும் கலப்பிற்கு ஒற்றைக் கலப்பு என்று பெயர். இம்முறை மிக எளிதாக சோள தாவரத்தில் நிகழ்த்தப்படுகிறது. ஒற்றைக் கலப்பால் உருவாகும் கலப்பினச் சந்ததிகள் மிகுந்த வீரியத்துடன் காணப்படுகின்றன. இவை மாற்றுப் பண்பிணைவுத்தன்மை நிலையைக் கொண்டவை. ஒற்றைக் கலப்பு முறையில் விதைகளைத் தோற்றுவிப்பது அதிக செலவை உண்டாக்குகிறது.

b) இரட்டைக் கலப்பு முறை (A x B C xD)

இரட்டைக்கலப்பு பயிர் என்பது இரு ஒற்றை கலப்புகளை கலப்பு செய்வதால் உருவாவது ஆகும். இரு ஒற்றை கலப்புகளின் மூலம் தோன்றிய முதல் தலைமுறை விதைகள் தனியாக அமைந்துள்ள வயலில் நடப்படுகின்றன. இவற்றுள் பெண் பெற்றோராகப் பயன்படும் ஒற்றை கலப்புயிரி நான்கு வரிசைகளிலும், ஆண் பெற்றோராகப் பயன்படும் ஒற்றை கலப்புயிரி 1 வரிசையிலும் பயிரிடப்படுகின்றன. இதில் பெண் பெற்றோர் தாவரங்களில் உள்ள மகரந்தப்பைகள் அகற்றப்பட்டு, ஆண் பெற்றோர் தாவரங்கள் மூலமாக மகரந்தசேர்க்கை நடைபெற வழிவகுக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து தோன்றும் கலப்பினங்கள் அதிக விளைச்சல் திறனும், வணிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவைகளாகவும் திகழ்கின்றன.



படம். 52. மரபுவரிசைத் தெரிவு முறையை விளக்கும் படம்

A ரகம் x B ரகம்

F_1- முதல் சந்ததி–தொகுப்பு,

F_2- இரண்டாம் சந்ததி–இடைவெளிவிட்டு நடுதல்

F_3- மூன்றாம் வரிசை நடவு,

F_4- நான்காம் சந்ததி (மூன்றாம் சந்ததியின் சிறந்த வரிசையின் தொகுதிகள்)

F_6- ஆறாம் சந்ததி (ஐந்தாம் சந்ததியின் சிறந்த தொகுதியிலிருந்து பெறப்படும் புதிய தொகுதி)

F_7- ஏழாவது சந்ததி

F_8 முதல் F_{10} – எட்டு முதல் பத்து சந்ததிகள்

c) மூன்று வழி கலப்பு முறை (AxB)xC (Three Way Cross)

இம்முறை கலப்பில் மூன்று இனத்தகப்பாலிகள் (Inbreds) பங்குகொள்கின்றன. இதில் முதலில் இரு இனத்தகப்பாலிகளும் (Inbreds) கலவி செய்யப்பட்டு, ஒற்றை கலப்பினம் உருவாகி அதில் உள்ள பெண் தாவரங்களைக் கொண்டு, மூன்றாவது இனத்தகப்பாலிகளான (Inbreds) ஆண் தாவரத்தோடு கலப்பு செய்யப்படுகிறது. இதற்கு மூன்றுவழி கலப்புமுறை என்று பெயர். இதன்மூலம் தாவரங்களில் காணப்படும் சிறந்த பண்புகள் மிகைப்படுத்தப் படுகின்றன.

d). உச்சிக்கலப்பு (Top Cross)

உச்சிக்கலப்பு என்பது தெரிவு செய்யப்பட்ட சிறந்த நகல்கள் அல்லது தாவரங்களின் சந்ததிகளைப் பொது மகரந்த தாவரத்தின் மகரந்தங்களைக் கொண்டு கலப்பு செய்வதற்கு உச்சிக் கலப்பு என்று பெயர். இம்முறையின் மூலம் உயர் ரக தாவரத்தின் பண்புகளை கலக்க முடிகிறது.

e). கூட்டிணைப்பு கலப்பு முறை (Synthetic Cross)

பல இனத்தகப்பாலிகளின் (Inbreds) சந்ததிகளுக்கிடையே திறந்த மகரந்த சேர்க்கை நிகழுமிடத்தில் தனி ஒரு இடத்தில் வளர்த்து, பல தலைமுறைகளுக்கு அவற்றை கலப்பு செய்யும் முறைக்குக் கூட்டிணைப்பு கலப்பு முறை (Synthetic variety) என்று பெயர்.

கலப்புயிரி வீரியம் (Hybrid Vigour)

கலப்புயிரி என்பது மரபியல் பண்புகளில் மாறுபட்ட இரண்டு ஒற்றைப் பண்பினைவுத் தன்மை கொண்ட பெற்றோர்களை கலவிசெய்து உருவாக்கப்படும் F_1 சந்ததித் தாவரம் ஆகும். இந்த கலப்புயிரி தாவரம் பெற்றோர்களை விட பல பண்புகளில் குறிப்பாக வளர்ச்சி, மகசூல், நோய் எதிர்ப்பு திறன் ஆகியவற்றில் சிறந்து விளங்குவதால், இவை கலப்புயிரி வீரியம் அல்லது மாற்றுப்பண்பினைவுத் தன்மை பெற்றுள்ளது என்று கூறப்படுகிறது. ஆதிகாலம் தொட்டே மனிதன் கலப்புயிரி வீரியம் பற்றி அறிந்திருந்ததால் இவற்றைப் பயிரிடும் முறையை அறிந்து பல புதிய வகை தாவரங்களை உருவாக்கியுள்ளான். மரபியலின் தந்தை என

அழைக்கப்படுகின்ற மெண்டல் கூட இம்முறை மூலமாக தான் பல சாதனைகளைப் புரிந்தார். கலப்புயிரி பயிர்முறையின் மூலம் வீரியம் மிக்க தாவரங்களை உருவாக்க முடியும் என்று சார்லஸ் டார்வின் கூறினார். கலப்புயிரி வீரியம் அல்லது ஹெட்டிரோசிஸ் என்ற சொல்லை முதன்முதலில் சல் என்பவர் பயன்படுத்தினார். கிரேக்க சொல்லான இதன் பொருள் மாறுபட்டநிலை என்பதாகும்.

கலப்புயிரி வீரியத்தின் தாக்கம் தாவரங்களின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, உருளைகிழங்கில் அதன் கிழங்கிலும், தானிய தாவரங்களில் அவற்றின் விதைகளிலும் இந்தக் கலப்புயிரி வீரியம் வெளிப்படுகிறது. கலப்புயிரி வீரியத்தின் விளைவுகள் 3 விதங்களில் காணப்படுகின்றன.

1. அளவு சார்ந்த விளைவுகள்
2. உயிரியல் விளைவுகள்
3. செயலியல் விளைவுகள்

1. அளவு சார்ந்த விளைவுகள்

தாவரத்தின் இலைகள், கனிகள், விதைகள் ஆகியவற்றில் உருவம், எடை, மகசூல் போன்ற அளவு பண்புகளில் ஏற்படும் வீரியத்திற்கு அளவுசார்ந்த விளைவுகள் என்று பொருள்.

2. உயிரியல் விளைவுகள்

கலப்புயரி வீரியத்தின் காரணமாக தாவரங்களின் உயிரியல் திறன்களில் ஏற்படும் தாக்கங்களுக்கு உயிரியல் விளைவுகள் என்று பெயர்.

3. செயலியல் விளைவுகள்

தாவரங்களில் காணப்படும் நோய் எதிர்ப்புதிறன், வறட்சி எதிர்ப்புதிறன் போன்ற பண்புகளை செயலியல் விளைவுகள் எனலாம்.

சில தருணங்களில் கலப்புயிரிகளில் பாதகமானப் பண்புகளும் தோன்றுவதுண்டு. இதற்கு எதிர்மறை கலப்புயிரி வீரியம் என்று பெயர். கலப்புயிரி வீரியம் எல்லா சந்ததிகளிலும் ஒரே மாதிரியாக

நிலைத்திருப்பதில்லை. எனவே F_1 சந்ததிக்கு பின்பு இது படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டே போகிறது. கலப்புயிரி வீரியத்தின் வகைகள் பின்வருமாறு.

1. சமநிலை கலப்புயிரி வீரியம்

கலப்பு ஏற்பட்டதால் கலப்பினங்களில் மட்டுமே தோன்றும் வீரியம் இதுவாகும். பயிர் முன்னேற்றத்திற்கு இது பெரிதும் உதவுகிறது.

2. சடுதி மாற்ற கலப்புயிரி வீரியம்

தாவர கலப்பினங்களில் சில சமயத்தில் சடுதி மாற்றத்தின் விளைவினால் கூட வீரியம் தோன்றலாம். இதன் மூலம் தீமைகள் உண்டாவதால் இது சிறப்பானது அல்ல.

3. போலி கலப்புயிரி வீரியம்

இது நல்ல சூழலாலும் சிறந்த உழவு முறைகளாலும் உருவாகக் கூடியது. ஆனால் தற்காலிகமானது.

தாவரங்களில் பொதுவாக கலப்புயிரி வீரியம் மரபியல் மற்றும் செயலியல் காரணங்களால் தோன்றுகின்றன. இதில் மரபியல் காரணங்கள் தொடர்பாக மூன்று கோட்பாடுகள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன.

a). விஞ்சு தன்மை கோட்பாடு (Dominant factor hypothesis)

புரூஸ் என்பவர் இக்கோட்பாட்டை வெளியிட்டார். இக்கோட்பாட்டின் படி F_1 கலப்புயிரி வீரியம் மிக்கதாக காணப்படுவதற்கு காரணம் பெற்றோர்களிடமிருந்து அதிக அளவிலான ஓங்குதன்மை பெற்ற பயன்தரும் ஜீன்கள் F_1 சந்ததிக்கு வந்து சேருவதே ஆகும். இக்கோட்பாட்டின் படி பயன்தரும் ஜீன்கள் ஓங்குதன்மை கொண்டதாகவும், பயன்தராத ஜீன்கள் ஒடுங்குதன்மை கொண்டதாகவும் உள்ளன. கிபில், பெல்லூப் ஆகிய இருவரும் பட்டாணிச் செடியில் செய்த ஆய்வினை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

b). உகந்த விஞ்சுகாரணிகளின் பிணைவுற்ற தன்மை கோட்பாடு (Linked favourable dominant genes hypothesis)

ஜோன்ஸ் என்பவர் இக்கோட்பாட்டை வெளியிட்டார். இவர் விஞ்சு தன்மை கோட்பாட்டை ஏற்றுக் கொண்டாலும், வெவ்வேறு குரோமோசோம்களின் தனித்து அமைந்த காரணிகளின் ஓங்குதன்மையால் இது உருவாகவில்லை என்றும், மாறாக உகந்த விஞ்சு காரணிகளின் பிணைவுற்ற தன்மையே வீரியத்தன்மை நிகழக் காரணமாக உள்ளன என்றும் கூறுகிறார். வீரியத்திற்கு அடிப்படையாக ஏற்கப்படும் பண்புகளான உயரம், எடை, பருமன் ஆகியவை பல ஜீன்களால் தீர்மானிக்கப்படும் பண்புகள் (Polygenic Characters) ஆகும். இதில் சாதகமான ஜீன்கள் ஓங்கு ஜீன்களாகவும், சாதகமற்றவை ஒடுங்கு ஜீன்களாகவும் உள்ளன.

c). மிகைவிஞ்சு தன்மைக் கோட்பாடு (Over Dominance Hypothesis)

1908–ம் ஆண்டு ஈஸ்ட் என்பவரால் இக்கோட்பாடு வெளியிடப்பட்டது. இக்கோட்பாட்டின் படி மாற்றுப்பண்பிணைவு நிலை அதிகரிக்க அதிகரிக்க கலப்பின வீரிமும் அதிகரிக்கிறது. ஆனால் அயல்மகரந்த சேர்க்கையடைந்து மாற்றுப்பண்பிணைவு நிலையில் இருக்கும் தாவரம் தற்கருவுறும் போது வீரியம் குறைகிறது. இதுவே இக்கோட்பாட்டின் முக்கிய அம்சமாகும்.

கலப்புயிரி வீரியத்திற்கு மரபியல் காரணங்களையடுத்துச் செயலியல் காரணங்களும் கூறப்படுகின்றன. இதனை விளக்க 2 கோட்பாடுகள் தரப்பட்டுள்ளன. அவையாவன,

1. அதிகரித்த ஆரம்ப மூலதன கோட்பாடு

2. சைட்டோபிளாச நியூக்ளியஸ் கூட்டுச் செயல் விளைவு

1. அதிக தொடக்க மூலதன கோட்பாடு (Greater Initial Capital Hypothesis)

ஆஸ்பி என்பவர் கலப்புயிரி வீரியம் கலப்பினால் உருவாகும் விதைகளின் அளவு, கரு அளவு அதிகரிப்பினை ஆகிய இரண்டும் பொறுத்து உண்டாகிறது என விளக்கும் இக்கோட்பாட்டினை வெளியிட்டார். இக்கலப்பின வீரியத்திற்குக் காரணம் கருவுறுதலுக்கும், விதை உருவாவதற்கும் இடையே நிகழும் சில நிகழ்வுகளே. எடுத்துக்காட்டாக முளை சூழ் திசு அதிகரிப்பினால் விதையும், கருவும் அதிகரிப்பதை கூறலாம். ஆனால் ஈஸ்ட் என்பவர்

சில வீரிய பண்புகள் வீரியமிக்க விதைகளை உருவாக்க காரணிகளாக இருக்கும் என்று கருதக்கூடாது என்கிறார்.

2. சைட்டோபிளாச உட்கரு கூட்டுச் செயல் விளைவு

அயல்மகரந்த சேர்க்கையின் போது இரு மாறுபட்ட பெற்றோர்களின் ஜீன்தொகையங்களின் இணைவு ஏற்படுவதால் கலப்புயிரி வீரியம் உருவாக விந்து உட்கருவிற்கும் முட்டை சைட்டோபிளாசத்திற்குமிடையே நடைபெறும் கூட்டுச் செயல் விளைவு ஆகும்.

பயிர்ப்பெருக்கத்தில் கலப்புயிரி வீரியம்

இன்றைய உலகில் வேளாண்மையில் ஈடுபட்டிருக்கும் பல நாடுகள் விவசாயத்திற்கு பயன்படுத்துவது கலப்புயிரி வீரிய வித்துக்களாகும். இவற்றுள் முக்கியமானவைகளாக கோதுமை, சோளம், கம்பு ஆகியவற்றை குறிப்பிடலாம். அறிவியல் முன்னேற்றத்தால் கலப்புயிரி வீரிய தன்மை கொண்ட சிறந்த வீரியமிக்க தாவரங்களும், உணவுப் பயிர்களும், பணப்பயிர்களும், அழகுத் தாவரங்களும் வளர்க்கப்படுகின்றன. இதனால் மகசூல் அதிகரிப்பதோடு நோய் எதிர்ப்புதிறன் கொண்ட தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. பயிர் முன்னேற்றத்திற்கும், பயிர் பெருக்கத்திற்கும் கலப்புயிரி தாவரத்தை பயன்படுத்துவது சிறந்ததாக கருதப்படுகிறது. இம்முறைகளைப் பின்பற்றி பழத்தாவரங்களும், மலர் தரும் தாவரங்களும் அதிக அளவில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. எனவே, இன்று உலகம் முழுவதும் கலப்புயிரி வீரியப்பயிரிடும் முறையே சிறந்தமுறை என்று ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

நோய் எதிர்ப்பு திறன் கொண்ட தாவரங்களைப் பெருக்கும் முறை

விவசாயிகளுக்கு விவசாயத்தில் மாபெரும் சவாலாக இருப்பது பயிர்பெருக்கம் ஆகும். பொதுவாகப் பயிர்த்தாவரங்கள் பூஞ்சைகள், பாக்டீரியங்கள், வைரஸ்கள், பூச்சியினங்களால் தாக்கப்பட்டு பயிர் இழப்பிற்குக் காரணமான தாவரநோய்களைப் பெறுகின்றன. இந்த நோய்களை கட்டுப்படுத்தவில்லையென்றால் பெரும் இழப்பு ஏற்படுகின்றது. தாவரநோய்களை கட்டுப்படுத்த சிறந்த வேளாண்

பயிற்சிமுறைகள் இருந்தாலும், வேதியியல், மரபியல் கட்டுப்பாடு முறைகள் மூலம் தாவரநோய்களை கட்டுப்படுத்த முடியும். சில தருணங்களில் ஒருங்கிணைந்த கட்டுப்பாடு முறை மூலம் தாவரநோய்களைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இன்றைய சூழலில் தாவர நோய்களை மிக எளிதாகக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு தாவரங்களில் மரபியல் நோய் எதிர்ப்புத்திறனை தாவரங்களில் உருவாக்கி மகசூலை பெருக்குவது மிகசிறந்த விவசாய முறையாகும். இவ்வாறு நோய் எதிர்ப்பு திறன் கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்குவதில் பல்வேறு முறைகள் கையாளப்படப்பட்டு வருகின்றன. அவையாவன

a) அறிமுகம் செய்தல்

b) தெரிவு செய்தல்

c) கலப்பினமாக்குதல்

d) ஒட்டுப்போடுதல்

e) சடுதிமாற்றத்தின் மூலம் நோய் எதிர்ப்புதிறன் கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்குதல்.

a) அறிமுகம் செய்தல்

இயற்கையாக உலகெங்கும் காணப்படும் தானிய தாவரங்கள் ஒருசில நோய் எதிர்க்கும் திறன் பெற்று காணப்படுகின்றன. இவ்வகை தாவரங்களைத் தெரிவு செய்து அறிமுகப்படுத்துவது நோய் எதிர்ப்புத் திறன் கொண்ட தாவரங்களை பெருக்குவதில் உள்ள எளிய முறையாகும். ஆனால் சில தருணங்களில் நோய் எதிர்ப்புத்திறனுக்காக அறிமுகப்படுத்தும் தாவரங்கள் வெற்றிபெறாமல் போய்விடுவதற்கும் வாய்ப்புகள் உள்ளன. இதற்கு முக்கிய காரணங்கள் :

1. அறிமுகப்படுத்திய தாவரங்களில் புதிய சூழலுக்கு ஒத்துபோகும் தன்மை இல்லாமை.

2. அறிமுகப்படுத்தப்படும் தாவரங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நோய்க்கு எதிர்ப்புத்திறன் பெற்றிருந்தாலும் மற்றொரு நோயினால் அது தாக்கப்படலாம்.

ெ) தெரிவு செய்தல்

இம்முறையின் மூலம் உள்நாட்டில் காணப்படும்

தாவரங்களுக்கிடையேயும், அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட தாவரங்களுக்கு இடையேயும் சிறந்த நோய் எதிர்ப்பு திறன் வாய்ந்த தாவரங்கள் தெரிவு செய்யப்படுகிறது.

தொடக்கத்தெரிவுத் தாவரங்கள் வளர்ந்து வரும் வயல்களிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. பின்பு எழுப்பப்படும் தலைமுறைத்தாவரங்கள் வயலிலோ அல்லது தனி அறைகளில் நோய்கள் எளிதில் தாக்கமுறும் தாவரங்களோடு வளர்க்கப்படுகின்றன. எவ்வகை தேர்வு முறைகளைச் செய்ய இருக்கின்றோமோ, அதன் அடிப்படையில் கூட்டுத் தேர்வு முறையை பின்பற்ற வேண்டும். தாவரங்களை தாக்கும் நோய்கள் காலநிலைக்கு ஏற்ப மாறுபடுவதால் தாவரங்களில் செயற்கை முறையில் நோய்விளைவை ஏற்படுத்தி பின்பு அவற்றைப் பிரித்து நோய் எதிர்ப்புத்திறனை வளர்த்து தெரிவு செய்தல் வேண்டும்.

வாடல் நோய், அழுகல் நோய் ஆகியவற்றை உண்டாக்கும் நோயூக்கிகள் தாவரத்தின் வேர் மூலம் உட்செல்கின்றன. இவற்றை செயற்கை முறையில் அறிமுகப்படுத்த நோய்கொண்ட தாவரங்கள் வாழும் மண்ணில் தெரிவு செய்ய விரும்பும் தாவரங்களை வளர்த்தல் வேண்டும். இவ்வாறு மண்ணின் மூலம் நோய் பரப்பும் ஒட்டுண்ணிகளைத் தொற்றச்செய்யும் நுணுக்க முறைகளை பின்பற்றலாம். இதே போல் காற்றின் மூலம் நோய்பரப்பும் ஒட்டுண்ணிகளையும், விதைகள் மூலம் நோய்பரப்பும் ஒட்டுண்ணிகளையும், கனிகள்மூலம் நோய்பரப்பும் ஒட்டுண்ணிகளையும் தொற்றச்செய்யும் முறைகளும் பின்பற்றப்படுகின்றன. எந்த தாவரங்கள் நோய் எதிர்ப்பு கொண்டுள்ளனவோ அவை தெரிவு செய்யப்படுகின்றன

c) கலப்பினமாக்குதல்

நோய் எதிர்ப்பு திறன் கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்குவதில் பல்வேறு வழிமுறைகள் இருந்தாலும் இம்முறையே சிறந்த முறையாகும். இம்முறையில் தாவரங்களில் காணப்படும் சிறந்த பண்புகள் கலவி முறை மூலம் ஒன்றாகக் கொண்டு வரப்படுகின்றன. இதன் மூலம் உருவாக்கப்படும் புதிய ரகங்கள் பின் கலப்பு முறையைப் பின்பற்றி தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. சில தருணங்களில் நோய் எதிர்ப்புத் திறன் கொண்ட தாவரங்கள் கலவி செய்யப்பட்ட

தாவரங்களோடு சில பண்புகளில் ஒத்து காணப்பட்டால் மரபு வழி தெரிவு முறை மூலம் புதிய பண்புகளை உருவாக்க முடியும்.

d) ஒட்டுப்போடுதல்

பொதுவாக பயிர்ப்பெருக்க முறைகளில் கலப்பினமாக்குதல் என்பது பாலினப்பெருக்கம் செய்யாத தாவரங்களில் இயலாத காரியமாகும். எனவே இவ்வகை தாவரங்களில் நோய் எதிர்ப்பு திறன் கொண்ட தாவரங்களுடன் ஒட்டுப்போடப் படுகின்றன. இம்முறை மூலம் நோய் எதிர்ப்புத் திறன் கொண்ட தாவரங்கள் உருவாக்கப்பட்டு உடல இனப்பெருக்கத்தின் மூலம் பெருக்கமடைய செய்யப்படுகின்றது.

e) சடுதிமாற்றத்தின் மூலம் நோய் எதிர்ப்புதிறன் கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்குதல்.

தாவரங்களில் நோய் எதிர்க்கும் ஜீன் இல்லாதுபோனால், சடுதிமாற்றத்தின் மூலம் நோய்எதிர்க்கும் ஜீனை உருவாக்கிப் பின்பு இந்த ஜீனைப் பெற்ற தாவரத்தைப் பெருக்கமடைய செய்யமுடியும். சடுதிமாற்றத்தின் மூலம் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட ஜீன்களை உருவாக்குதல் மிகச்சிறந்த முறையாகும்.

இந்தியாவில் பயிர்ப்பெருக்கத்தின் மூலம் பல நோய் எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

பயிரின் பெயர்	தவிர்க்கப்படும் நோயின் பெயர்	நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற ரகம்
1. கோதுமை	கருதுரு நோய் பக்சினியா கிராமினிஸ் டிரிட்டிசி	1. N 789 2. N 790
2. நெல்	பிளாஸ்ட் நோய் (பைரிகுலேரியா ஒரைசே)	1. CO 25 2. CO 26.
3. கரும்பு	செவ்வழுகல் நோய் ஸ்மட் நோய் (யுஸ்டிலாகோ ஸைட்டாமினே), மொசைக் நோய்	1. CO 393 2. CO 453 3. CO 508 4. CO 449 5. CO 617 6. CO 214 CO 315
4. பருத்தி	வாடல் நோய் (ஃபியூசேரியம் வாஸின் ஃபெக்டம்)	விஜயா கல்யாண் வரலெஷ்மி,
5. நிலக்கடலை	டிக்கா நோய் (செர்கோஸ்போரா பெர்சோனேட்டா)	AH45
6. காப்பி	இலைநோய்	கெண்ட் கலப்புயிரி

சடுதிமாற்றப் பயிர்ப்பெருக்கம் (Mutation breeding)

சடுதி மாற்றம் என்பது உயிரினங்களில் மரபாகத் தொடரும் மாற்றங்கள் ஆகும். இந்தச் சடுதி மாற்றம் உயிரினங்களில் புதிய பண்புகள் உருவாக காரணமாகிறது. பயிர் மேம்பாட்டு முறைகளில் இந்தச் சடுதிமாற்றம் முக்கிய பங்கை வகிப்பதோடு, புதிய இனங்கள், அதிக மகசூல் கொண்ட தாவர இனங்கள், நோய் எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட தாவரங்கள் போன்றவை உருவாக்கப்படுகின்றன. இதில் தூண்டப்பட்ட சடுதி மாற்றம் என்பது பயிர்பெருக்கத் திட்டத்தின் மைய அம்சமாகக் கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் தூண்டப்பட்ட சடுதிமாற்றத்தின் மூலமாக ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பை மேலோங்கச் செய்து சிறப்பு செய்ய இயலும். இந்தச் சடுதிமாற்றம் ஜீனிலோ அல்லது குரோமோசோம்களிலோ நடைபெறுகின்றது. சில தருணங்களில் இந்தச் சடுதிமாற்றம் எதிர்பாராத அதிசயங்களை நிகழ்த்திவிடலாம். ஏனெனில் சில சமயம் சடுதிமாற்றம் தீமை விளைவிக்கக் கூடியவைகளாக, அதாவது பண்பு அழிவிற்கு, காரணமாக விளங்குகின்றன. எனவே நமது நோக்கங்களை பெறும்விதத்தில் நடைபெற்றால் மட்டுமே விரும்பத்தக்க முடிவுகளை

நாம் பெற இயலும். எனவே சடுதிமாற்றம் என்பது எந்தெந்த சமயங்களில் பயிர்பெருக்கத்திற்கு பரிந்துரைக்கப்பட வேண்டும் என்பதை நாம் அறிதல் மிக முக்கியம், அவையாவன.

1. சில தருணங்களில் விரும்பத்தக்க பண்புகளுக்கான ஜீன் அல்லது ஜீன்களை இயற்கை வேறுபாடுகள் அழிக்கமுடியாத சூழ்நிலையில் தூண்டப்பட்ட சடுதிமாற்றம் செய்யலாம்.

2. விரும்பத்தக்க ஜீன் மரபியல் தொகுப்பில் காணப்பட்டு அது விரும்பத்தகாத ஜீன்களுடன் பிணைவுற்று, பண்பினை வெளிபடுத்த முடியாத சூழலில் இந்நிலையை சீர்செய்ய சடுதிமாற்றம் உதவுகிறது.

3. சில வேளாண் பயிர்களில் காணப்படும் மரபுவழி குறைபாடுகள் சடுதிமாற்றத்தின் மூலம் சரிசெய்யப் படுகிறது.

4. தாவரங்களில் விரும்பத்தக்க வேறுபாடுகளை உருவாக்க சடுதிமாற்றம் ஒரு சிறந்த முறையாகும்.

சடுதிமாற்றத்தை கண்டுணர்தல்

ஒரு தாவரத்தில் சடுதிமாற்றத்தை இனங்காண அவற்றின் புறதோற்றத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் உதவுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக கனித்தோலின் நிறம், இலை குறியீடுகள், பச்சையப் பற்றாக்குறை போன்ற பண்புகளை குறிப்பிடலாம். இந்த பண்பு சார்ந்த மாற்றங்களை இனம் அறிவது எளிது. இவற்றிற்கு பெரிய சடுதிமாற்றம் என்று பெயர். ஆனால் சில தாவரங்களின் பண்புகளான உற்பத்திதிறன், வாழ்வியல் போன்றவற்றில் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டால் அவற்றை இனம் அறிவது கடினம் இவற்றிற்கு நுண் சடுதிமாற்றம் என்று பெயர்.

சடுதிமாற்ற காரணிகள்

X-கதிர்கள், நியூட்ரான் கதிர் வீச்சு, காமா கதிர்கள், புற ஊதாக்கதிர்கள் போன்றவை இயற்பிய சடுதிமாற்ற காரணிகளாக உள்ளன. இவற்றைத்தவிர சில வேதியியல் பொருட்களான மீத்தேன், ஃசல்போனேட், மீத்தில் n-சல்ஃபேட் யூரியா, N-எத்தில்

n-நைட்ரோசோ யூரியா, சோடியம் அசைடு போன்றவை சடுதிமாற்றக் காரணிகளாக கருதப்படுகின்றன.

சடுதிமாற்றத்தை உண்டாக்க பொதுவாக தாவரத்தின் விதைகள், நாற்றுகள், பதியங்கள் ஆகியவை கதிர்வீச்சுக்கு உற்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றுள் கதிர்வீச்சுக்கு எளிதாகவும் சிறந்ததாகவும் விளங்குவது நாற்றுகிளை. சரியான கதிர்வீச்சு விளைவு அளிக்கப்படும் போது விரும்பத்தக்க பலன்தரும் சடுதிமாற்றம் தோன்றுகிறது. சடுதிமாற்ற பயிர்பெருக்கத்தில் இது ஒரு முக்கிய நிகழ்வாகும். பொதுவாக கதிர்வீச்சு அளிக்கப்பட்ட விதைகளை சேமித்து வைக்கப்பட்டால் அதனால் ஏற்படும் பாதக விளைவுகள் அதிகமாகி வருவதால் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட விதைகள் உடனே விதைக்க வேண்டும். இல்லையெனில் பாதக விளைவுகள் தோன்றுகின்றன. பொதுவாக சடுதிமாற்றம் குரோமோசோம் சடுதிமாற்றமாக இருந்தால் அனைத்துப் பண்புகளிலும் மாற்றம் காணப்படும் அல்லது ஜீன் சடுதிமாற்றமாக இருந்தால் ஒரு சில பண்புகள்அல்லது ஒரே ஒரு பண்பு மட்டும் சடுதிமாற்ற விளைவை ஏற்படுத்தும்.

தழைவழி இனப்பெருக்கம் அடையும் தாவரங்களில், தாவரபகுதியைக் கவனமாக கையாண்டு, பயிர் பெருக்கத்தில் சடுதிமாற்றம் செய்தால் அதற்கு உடல்பெருக்கச் சடுதிமாற்றம் என்று பெயர்.

சடுதிமாற்றங்களினால் பயிர்பெருக்கத்தில் ஏற்பட்டுள்ள சாதனைகள்

சடுதிமாற்றத்தை பயன்படும் முறையில் தூண்டி தேவையான பண்புகளை கொண்ட பல பயிர்த் தாவரங்கள் இதுவரை உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. அவையாவன:

1. N 797 என்ற கோதுமை ரகமானது கதிர்ரோமங்கள் அற்றவையாகக் காணப்படுவதால், பறவைகளால் அழிக்கப்படுகின்றன. விவசாயிகள் பெரும்பாலும் கதிர்ரோமங்கள் கொண்டவைகளைப் பயிரிடுகின்றனர். ஆகையால் சடுதிமாற்றத்தின் மூலம் N 797 கதிர் இயக்கத்திற்கு உட்படுத்தி N836 மாற்றப்பட்டுள்ளது.

2. சடுதிமாற்றத்தில் காமாகதிர்களைப் பயன்படுத்தி ஒட்டும் தன்மை அற்ற நெல்மணிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. தாய்னன்–3, தாய்சங்–65 என்ற ரகங்களில் இது கையாளாப்பட்டுள்ளது. இவை பாக்டீரிய வெப்ப நோயை எளிதாக எதிர்கொள்கின்றன.

3. கோதுமையானது 13 மில்லியன் ஹெக்டேருக்கும் அதிகமான நிலப்பரப்பி வளர்க்கப்பட்டாலும், விளைச்சல் மிககுறைவாகவே காணப்படுகிறது. அதிகபாசனம் செய்யப்பட்ட, வளமான மண்ணில் வளரும் தாவரங்கள் மிக நீண்டும் வளர்ந்து, பின்பு சாய்ந்து விடும். ஆனால் மிதமான பாசனமும், மண்வளமும் கொண்ட நிலத்தில் தாவரங்கள் அதிகம் மணிக்கட்டுவதில்லை. ஒரு புதிய ரகத்தைப் புதுடில்லியிலுள்ள இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சிக் கழகம் மெக்சிகோ நாட்டிலிருந்து அறிமுகப்படுத்தியுள்ளது. இதில் குட்டைத்தன்மைக்கான ஜீன் சடுதிமாற்றத்தினை நார்மன் போர்லாக் என்றவர் அறிமுகப்படுத்தியுள்ளார்.

4. சொனோறா 64 என்ற வகையான கோதுமை மகசூல் அதிகம் கொடுக்கிறது. ஆனால் இவை சிவப்புநிறமாக இருப்பதினாலும், புரதத்தின் அளவு குறைவாக இருப்பதாலும் இவை குறைந்த விலைக்கு விற்கப்பட்டது. Dr.M.S.சுவாமிநாதன், Dr.G.வர்கீஸ் ஆகியோர் காமாக்கதிர்களை உபயோகித்து அவற்றை ஆம்பர் வண்ணம் கொண்டவையாக மாற்றி 1971–ல் ஷர்பதி சொனோரா என்ற புதிய வகைக் கோதுமை பெறப்பட்டது.

5. X-கதிர்கள், U.V கதிர்கள் மற்றும் கதிரியக்க ஓரகத்தனிமங்கள் போன்றவற்றினை பயன்படுத்தி உண்டாக்கப்பட்ட திடீர்மாற்றம் கடலை, நிலக்கடலை ஆகியவற்றில் பயன்தரும் தாவரங்களை உருவாக்கப் பயன்பட்டுள்ளது.

6. சடுதிமாற்றத்தின் மூலம் 14 அங்குலம் நீளமும் 2.5 அங்குலம் அகலமும், 300 முதல் 400 கிராம் எடையும் கொண்ட 150 பழங்களை பெற்ற குலைகளைப் பெற்ற வாழைத் தாவரங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

7. டெல்லியுள்ள இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சிக் கழகம் அயனியாக்கக் கதிர்வீச்சைப் பயன்படுத்தி பார்லியில், அதிக

மகசூல், அதிக மால்ட் கொண்ட விரைவில் முதிரும் தன்மையுடைய ஆயிரத்திற்கு மேற்பட்ட சடுதிமாற்ற வகைகளை உருவாக்கியுள்ளது.

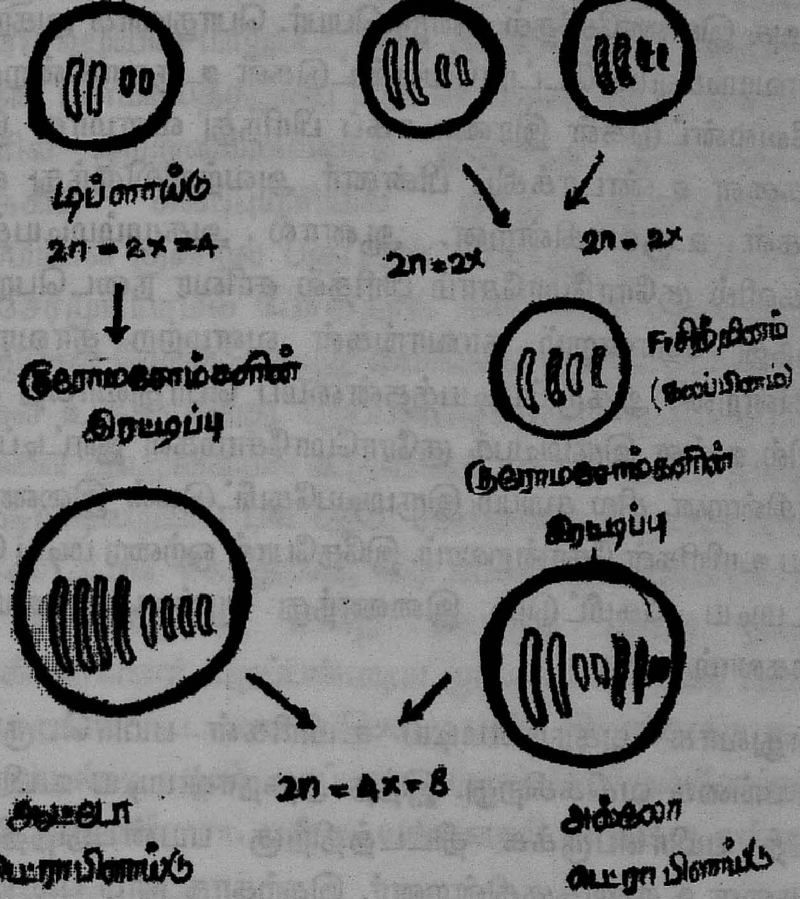
8. சடுதிமாற்றத்தைப் பயன்படுத்தி உடல இனப்பெருக்கமடையும், கரும்பு, உருளை, சாமந்தி, டாலியா கனிமரங்கள் போன்றவற்றில் பல வகைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

9. மொட்டு சடுதிமாற்றத்தின் உதவியால் ஆரஞ்சு தாவரங்களில் விதையிலாக் கனிகள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது ஒரு சாதனையாகும்.

பன்மடியமும் பயிர்பெருக்கமும்

சில தருணங்களில் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை மாறுபாட்டால் மரபியல் வேறுபாடுகளும் தோன்றலாம். இந்த மாற்றங்களைப் பயிர்பெருக்க வல்லுனர்கள் அறிந்து கொண்டால் சிறந்த மரபியல் வேறுபாடுகளை சாதகமாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ள முடியும். இந்நிகழ்வுகளில் மிக முக்கியமாக கருதப்படுவது குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையில் பன்மடியத்தன்மை ஏற்படுவதை குறிப்பிடலாம். ஒரு உயிரினத்தில் அடிப்படை குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை சமமாகப் பெருக்கமடைந்தால் அந்நிகழ்வுக்கு யூபிளாய்டி என்றும் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட தொகுப்புகள் உண்டாகும் வகையில் பெருக்கமடைந்தால் அதற்கு பன்மடியமாதல் என்று பெயர். இரண்டுக்கு மேற்பட்ட ஜீன்தொகையங்களில் குரோமோசோம்கள் இருந்தால் அதற்குப் பன்மடிய உயிரிகள் என்று பெயர். பொதுவாகப் பன்மடியம் 2 வகைப்படும்.

1. அகபன்மடியங்கள் (Antoplyploids)
2. புறப் பன்மடியங்கள் (Alloplyploids)



படம். 53. பன்மடியங்கள் தோன்றும் விதம்

A. தற்பன்மடியம் ஒரு சிற்றினத்தில் ஒத்த ஜீன் தொகையங்கள் இரட்டிப்பதால் உருவாகிறது

B. வேற்றுப்பன்மடியம் இரு வேறுபட்ட சிற்றினங்களிலிருந்து வந்த வேறுபட்ட ஜீன் தொகையங்கள் இரட்டிப்பதால் உருவாகிறது.

அகபன்மடியங்கள் (Autopolyploids)

அகபன்மடியங்கள் என்பது ஒரே வகைச் சிற்றினத்திலிருந்து வந்த ஒத்த ஜீன் தொகையங்கள் சீராக பெருக்கமடைவதைக் கூறலாம். இவற்றைச் செயற்கை முறையில் உருவாக்க முடியும். ஒரு தாவரம் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட ஒத்த ஜீன் தொகையங்களைப் பெற்றிருந்தால் அவற்றிற்கு அகபன்மடியதாவரங்கள் என்று பெயர். இரட்டைமடிய தாவரங்களில் குன்றல் பகுப்பு என்பது ஒத்த குரோமோசோம்கள் இணை சேர்வது போல அகபன்மடியத் தாவரங்களில் ஒத்த

ஜீன்தொகையங்களின் குரோமோசோம்கள் இணை சேர்கின்றன. இதற்கு அக இணைசேர்தல் என்று பெயர். பொதுவாக அகநான்மடிய வகை தாவரங்களில் டெட்ராவேலன்ட்டுகள் உருவாகின்றன. இந்த டெட்ராவேலன்ட்டுகள் இரண்டாகப் பிரிந்து வளமான இருமடிய வித்துக்களை உண்டாக்கிப் பின்னர் அவற்றிலிருந்து வளமான தாவரங்கள் உருவாகின்றன. ஆனால் அகமும்மடியத்தன்மை தாவரங்களில் குரோமோசோம் பிரிதல் சரிவர நடைபெறாததால், இதிலிருந்து தோன்றும் தாவரங்கள் வளமற்ற தாவரங்களாக உருவாகின்றன. அகமும்மடியத்தன்மைப் பொதுவாகத் தழைழிச் செல்களில் உள்ள இருமடியக் குரோமோசோம்கள் இரட்டிப்பாவதால் தோன்றுகின்றன. சில சமயம் இருமடியகேமீட்டுகள் இணைவதாலும் நான்மடிய உயிரிகள் தோன்றலாம். இதேபோல் ஒற்றை மடிய கேமீட்டும் இரட்டைமடிய கேமீட்டும் இணைந்து மும்மடிய உயிரிகளை உருவாக்கலாம்.

பொதுவாக அகநான்மடிய உயிரிகள் பயிர்பெருக்கத்தில் முக்கிய பங்கை வகிக்கிறது. இந்த அகநான்மடிய உயிரிகளைத் திறம்படத் பயிர்பெருக்க திட்டத்திற்கு பயன்படுத்தி சிறந்த தாவரங்களை உருவாக்குகின்றனர். இதற்காக நாம் பல வழிகாட்டு முறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டும்.

a) வீரியம் மிக்க வளமான அகநான்மடிய உயிரிகளை இரட்டை மடிய உயிரிகளிலிருந்து பெறுவதற்குக் குறைவான குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கைக் கொண்ட சிற்றினப் பயிரிலிருந்து பெறவேண்டும்.

b) அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறும் சிற்றினங்களில் அகநான்மடிய உயிரிகளை உருவாக்குவது அதிக வெற்றி தரக்கூடியது ஆகும்.

c) விதைகளுக்காக அல்லாமல் தழை உடலப் பகுதிகளுக்காகப் பயிரிடப்படும் தாவரங்களில் அகநான்மடிய உயிரிகளை உருவாக்குவது எளிது.

2. புறப்பன்மடியங்கள் (Allopolyploids)

வெவ்வேறு பேரினங்கள் அல்லது வெவ்வேறு சிற்றினங்க ளிலிருந்து பெற்ற வெவ்வேறு வகை ஜீன்தொகையங்கள் சீராகப்

பெருகுவதால் உண்டாகும் பன்மடியத்திற்குப் புறப்பன்மடியம் என்று பெயர். மரபு வழியில் மாறுபட்ட இரு தாவரங்களின் கலவிக்கு பிறகு உண்டாகிய பன்மடியத்திற்குப் புறப்பன்மடியம் என்று பெயர். மரபியல் பண்புகளில் ஒற்றுமையில்லாத இருமடிய இனங்கள் கலந்து உண்டாக்கிய கலப்புயிரியில் ஒத்த ஜீன்தொகையங்கள் இல்லாமையால் குன்றல் பகுப்பின் பொழுது குரோமோசோம்கள் இணை சேரமுடியாமல் போவதால் கலப்பினம் வளமற்றதாகிறது. ஆனால் இணை சேரும் பொழுது பைவேலன்ட்டுகள் தோன்றி வளமான தாவரங்கள் உருவாகிறது. புறப்பன்மடியத்தின் மூலம் உயர்வகைத் தாவரங்களை இயற்கையில் உருவாக்க முடியும் தாவர வல்லுனர்கள் புறப்பன்மடியமுறையில் பல புதிய ரகங்களை உருவாக்கியுள்ளனர். எடுத்துக்காட்டாக கோதுமை, ரை வகை தாவரங்களைக் கலப்பு செய்து ரைகோதுமை என்ற உயர்ந்த வகை தாவரத்தை உருவாக்கியுள்ளனர். புறப்பன்மடிய முறையின் மூலம் கலவியுறாத சிற்றினங்களைக் கூட கலப்பு செய்து புதிய இனங்களை உருவாக்க முடியும். அகபன்மடியமும், புறப்பன்மடியமும் பயிர்முன்னேற்றத்திற்குப் பெரிதும் உதவுகின்றன. பன்மடியங்களால் பல்வேறு நன்மைகளும் உள்ளன. அவையாவன :

a) சில பயிர்களுக்கிடையே கலப்புசெய்யும் போது உண்டாகும் கலப்பினம் வளமற்றதாக விளங்குகிறது. எனவே இக்கலப்பினத்தின் குரோமோசோம்களை இரட்டிப்படையச் செய்து புறப்பன்மடிய செய்வதால் அது வளமுடைய கலப்பினமாகிறது.

b) பொதுவாக பன்மடியத் தாவரங்களில் கலப்புயிரி வீரியம் அதிகமாக உள்ளது.

c) பன்மடியங்களில் அதிக எண்ணிக்கையில் ஜீன்கள் காணப்படுவதால் சடுதிமாற்றம் எளிதாக நிகழ்ந்து புதிய இனங்கள் தோன்றுகின்றன.

d) பொதுவாக சடுதிமாற்றம் தீமை விளைவிக்கும் சடுதிமாற்றமாக இருந்தால் அது உடனே இருமயங்களில் வெளிப்பட்டுவிடும். பன்மடியங்களில் உபரிஜீன்கள் இருப்பதால் தீங்குஇழைக்கும் ஜீன்களை செயல்படாமல் வைத்துவிடுகிறது.

e) பன்மடியங்களில் செயலியல் பண்புகள் மாறுபட்ட நிலையில் இருப்பதால் இவை உலகம் முழுவதும் விரவி காணப்படுகின்றன.

உயிர்தொழில் நுட்பமும் பயிர்ப் பெருக்கமும் (Biotechnology and Plant breeding)

ஜீன் மாற்றமடைந்த தாவரங்களும் பயிர் பெருக்கமும்

தாவரப்பெருக்கமும், மேம்பாடும் தாவரங்களின் பாலினப் பெருக்கத்தின் மூலம் ஜீன்கள், குரோமோசோம்கள் போன்றவற்றைத் திறம்பட கையாளுவதன் அடிப்படையில் அமைகின்றன. இவற்றிற்குப் பன்மடியமாக்குதல், சடுதிமாற்றத் தூண்டல், மரபியல், கலப்பின வீரியம் இவைகளோடு தொடர்பு கொண்ட அறிவியல் உதவுகிறது. அண்மையில் மரபியல் மாற்றங்களுக்கான செயல் முறைகளைச் செல்மட்டத்தில் உருவாக்க உதவும் நுட்பவியலான உயரி தொழில்நுட்பவியல் பெரிதும் உதவுகின்ற அறிவியலாக திகழத்தொடங்கியுள்ளது. பயிர் மேம்பாட்டிற்கும், பெருக்கத்திற்கும் இந்த உயிர் தொழில்நுட்பவியல் பெரிதும் உதவுகின்றது. அயல் னுசூஹவில் இருந்து புதிய ஜீனைப் பெறுகின்ற தாவரங்கள் ஜீன்மாற்றமடைந்த தாவரங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. 1976ம் ஆண்டு டானீஸ் என்பவர் முதன்முதலாக அயல் ஜீன்களை எலிகளின் ஜீன்தொகையத்திற்குள் நுழைந்து, அதனோடு ஒன்றச் செய்தார். இதன் மூலம் மாற்றப்பட்ட ஜீன்தொகையம் மரபு வழியாக சந்ததிகளுக்கு கடத்தப்படுகின்றது என்பதையும் உறுதிசெய்தார். இந்த ஆய்வைத் தொடர்ந்து இதேபோன்று தாவரசெல்களின் ஜீன்களை மாற்றி பயிர்பெருக்கம், நோய் எதிர்ப்புத்திறன் போன்ற பண்புகளைத் தாவரத்தில் புகுத்த முடியும் என்பதை அறிந்தனர். இச்செயல்பாட்டிற்குக் கடத்திகளாக டி.ஐ. பிளாஸ்மிடுகள் மற்றும் டிரான்ஸ்போசான்கள் செயல்படுகின்றன.

தாவரத்தில் மரபுப்பொருளை மாற்றி அமைக்கும் செயல்பாட்டிற்கு உதவும் டி.ஐ.பிளாஸ்மிடுகள் அக்ரோபாக்டீரியம், டியூமிஃபேஷியன்ஸ் பாக்டீரியத்திலும் ஆர்.ஐ.பிளாஸ்மிடு அக்ரோ பாக்டீரியம் ரைசோஜீன்ஸ் என்ற பாக்டீரியாத்திலும் முறையே காணப்படுகின்றன. இந்த இருபாக்டீரியங்களும் முறையே கழலை நோயையும், ரோமவேரி நோயையும், தாவரங்களில் காயத்தை

ஏற்படுத்தி உள்ளே நுழைந்து உண்டாக்குகின்றன. டி.ஐ.பிளாஸ்மிடு பாக்டீரியத்தின் நன்மைக்காக அதில் காணப்படுகிறது. பாக்டீரியம் பிளாஸ்மிடின் ஒரு பகுதியை (T.DNA) தாவர செல்லின் ஜீனோமிற்குள் தக்க முறையில் நுழைந்து அதனுடன் ஒன்றச்செய்கிறது. டி.ஐ.பிளாஸ்மிடில் இது தனிசிறப்பாகக் கருதப்படுகிறது. டி.ஐ.பிளாஸ்மி டிலிருந்து மாற்றப்படுகின்ற D.N.A பகுதிக்கு T.DNA என்று பெயர். இதில் ஹார்மோன்களை உண்டாக்கும் ஜீன்கள், ஒபைன் உண்டாக்கும் ஜீன்கள் போன்ற பல ஜீன்கள் உள்ளன. பொதுவாகத் தாவர செல்கள் ஒபைன்களைத் தயாரிப்பதில்லை. ஆனால் தாவரசெல்லுக்குள் நுழைந்த T.DNA ஒபைனை உண்டாக்கும் ஜீனை செயல்படச் செய்து, தாவரசெல்களில் உள்ள அமினோஅமிலங்களைப் பயன்படுத்தி ஒபைன்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பின்பு இந்த ஒபைன்கள் நோபோலைன்களையும், ஆக்டோபைன்களையும் உண்டாக்குகின்றன. இவை பாக்டீரிய செல்களின் ஊட்டத்திற்கு ஏற்றவை. D.N.A-வை மாற்றவும் ஆதார செல்லின் குரோமோசோமுடன் இணைக்கவும் டி.ஐ.பிளாஸ்மிடின் விர் பகுதி உதவுகிறது. அக்ரோபாக்டீரியம் ஏராளமான இருவித்தலை தாவரங்களைத் தாக்கி அவற்றின் செல்களை மாற்ற வல்லவை.

அயல் ஜீன்களைத் தாவரசெல்லினுள் புகுத்தும் முன்பு டி.ஐ. பிளாஸ்மிடையும், ஈ.கோலையிலிருந்து IR22 பிளாஸ்மிடையும் பிரித்தெடுத்து நொதிகளைப் பயன்படுத்தி துண்டிக்க வேண்டும். இதில் டி.ஐ பிளாஸ்மிடில் உள்ள T.DNA பகுதியைத் துண்டித்து IR322 பிளாஸ்மிடுடன் இணைக்க வேண்டும். இதற்கு லிகேஸ் என்ற நொதி உதவுகிறது. இவை இணைக்கப்பட்ட பிறகு உருவாகும் இடைநிலை பிளாஸ்மிடை தனித்து எடுக்க வேண்டும். பின்பு இதில் உள்ள T.DNA பகுதியை நொதியின் உதவியால் துண்டித்து அப்பகுதியில் அயல் ஜீனை உட்புகுத்த வேண்டும். இவ்வாறு உண்டான கலப்பின பிளாஸ்மிடை பிரித்தெடுத்து அக்ரோபாக்டீரியத்தினுள் நுழைக்க வேண்டும். பின்பு இவற்றைப் பெருக்கி தாவரங்களினுள் காயத்தை உண்டாக்கி உட்புகுத்த வேண்டும். இம்முறை மூலம் தேவையான அயல் ஜீன்கள் தாவர செல்லுக்குள் உட்படுத்தப்படுகிறது.

அக்ரோபாக்டீரியத்தினுள் உள்ள T.DNA மூலம் இரட்டைவிதையிலைத் தாவர சிற்றினங்களில் அயல்பண்புகளைத் திறமையாகப் புகுத்தினாலும் ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் மரபுத்தன்மையை மாற்றியமைக்க முடியவில்லை. ஏனெனில் இவற்றை அக்ரோபாக்டீரியம் டியூமிபேஷியன்ஸ் தாக்குவதில்லை. எனவே, இவ்வகை தாவரங்களில் உள்ள செல்களின் சுவரை நீக்கி, புரோட்டோபிளாஸ்ட்டுகளை உருவாக்கி அயல்ஜீன்களை உட்புகுத்தி மாற்றமடைந்த புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை முழுதாவரமாக வளரச்செய்யலாம். சில சமயங்களில் தாவர செல்களை ஓம்புயிரிகளிலிருந்து பிரித்தெடுத்து நுண்பொருள்களைத் தாக்கி அவற்றின் மூலம் அயல் DNA வை பொருத்தலாம். இதன் மூலம் தாவரங்களில் மரபுப்பண்புகளை மாற்றியமைக்க முடியும். பயிர்தாவரங்களான, கோதுமை, நெல், கரும்பு, சோயா, மக்காசோளம் போன்றவற்றில் அயல் ஜீன்களை உட்புகுத்தி மேம்பாடு அடைய செய்ய முடியும் என்று வல்லுனர்கள் கூறுகின்றார்கள்.

ஜீன்மாற்றமடைந்த தாவரங்கள் என்பது அயல் DNA-விலிருந்து புதிய ஜீன் செய்தியைப் பெறும் தாவரங்களாகும் சில நுண்ணுயிரிகள் மட்டும் வாயுமண்டலத்தில் உள்ள நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்தும் திறன்களைப் பெற்றிருக்கும். உயிரி தொழில் நுட்பவியலின் உதவியால் காற்றுமண்டலத்தில் உள்ள நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்தும் ஜீனால் மாற்றமடைந்த தாவரங்களை உருவாக்க முடியும். நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்தும் சூகை–ஜீன்கள் கிளப்சில்லா போன்ற நுண்ணுயிரிகளில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. இந்த ஜீன்களை அடையாளம் கண்டு அவற்றை பிரித்தெடுத்து, தாவரங்களில் செலுத்தி, நைட்ரஜனை நிலைநிறுத்தும் பண்பை உருவாக்கி புதிய தாவரங்கள் உற்பத்தி செய்ய முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. இதனால் விவசாயிகளுக்கு உரங்களுக்காக ஆகும் செலவு குறைய வாய்ப்புள்ளது.

களைக் கொல்லிகளை எதிர்க்கும் ஜீன் மாற்றமடைந்த தாவரங்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளன. சால்மோனெல்லா பாக்டீரியன்கள் இனத்திலிருந்து களைக்கொல்லிகளை எதிர்க்கும் ஜீன்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, பின்பு இந்த ஜீன்கள் புகையிலைத் தாவரங்களில் செலுத்தப்படுகின்றன. இத்தாவரங்கள் 'க்ளின்' என்றும் களைக் கொல்லியை எதிர்க்கும் திறனைப் பெறுகின்றன.

அவரையில் தாவர சேமிப்புப் புரதம் பேவியோலின் எனப்படும் பேசியோலினிற்கான ஜீன்பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, மரபுப் பொறியியற்படி புகையிலைச் செடிக்குள் செலுத்தப்பட்டு, பின்பு புகையிலைச் செடியில் பேசியோலின் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இந்த தாவரத்திற்கு'புகை அவரை' என்று பெயர்.

Bt–ஜீன் மாற்றம், Bt–ஜீன் மாற்றத் தாவரங்கள் (Bt-Transfer and Bt Gene Plants)

பேசில்லஸ் துருன்ஜீயன்சிஸ்–யை முதன் முதலில் ஸ்வகி (1901) என்ற அறிஞர் கண்டுபிடித்தார். பேசில்லஸ் துருன்ஜீயன்சிஸ் ஒரு கிராம் நெகட்டிவ், மண்ணில் காணப்படும் பாக்டீரியா ஆகும். இந்த பாக்டீரியா ஸ்போர் போன்ற திட வடிவமான புரதங்களை வெளியிடுகின்றன. இவை பூச்சிக்கொல்லியாக பயன்படுகின்றது. இப்புரதத்திற்குப் பூச்சிக்கொல்லி கிரிஸ்டலைன் புரதம் (Insecticidal crystalline Protein) (ICP) என்று பெயர். Bt–ஜீன்களைத் தாவரங்களுக்குள் செலுத்தி பின் நோய் எதிர்ப்புதிறன் கொண்ட தாவரங்களை உருவாக்குகின்றனர். பாக்டீரியா ஜீன் நல்ல பூச்சிக்கொல்லி எதிர்ப்புதிறன் கொண்ட மாற்றுத் தாவரங்கள் உருவாக்குவதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன.

ஜீன் பரிமாற்றம் (Genetic Transformation)

விருப்பமான ஜீனை கொடையாளி (Donar Organism) உயிரிலிருந்து ஜீன் பரிமாற்றம் மூலம் பெற்ற உயிரி (Recipient Organism) ஜீன் பரிமாற்ற உயிரி (Transgeneic Organism) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஜீன் பரிமாற்றம் பெற்ற பயிர்த் தாவரங்கள் தற்பொழுது பெருமளவில் உண்டாக்கப்படுகின்றன. நோய்களை எதிர்க்கும் பண்புகளையும், உயிரில்லா அழுத்தக் (Abiotic Stress) காரணிகளான அதிக வெப்பம், குளிர், உப்புத்தன்மை, காரத்தன்மை, நீர் பற்றாக்குறை போன்றவற்றை எதிர்க்கும் பண்புகளையும், தகுந்த ஜீன்களின் பரிமாற்றத்தால் பல பயிர்த் தாவரங்கள் தற்போது பெற்றுள்ளன. ஜீன் பரிமாற்றம் பெற்ற உணவு தரும் பயிர்த்தாவரங்கள் ஜீன் மாற்றம் செய்யப்பட்ட உணவுகள் (Genetically Modified Food or GM Food) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

பயிர் மேம்பாட்டில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள இரண்டு முக்கிய தொழில்நுட்பங்கள் நுண்பெருக்கமும் (Micro Propagation), ஜீன்

பரிமாற்ற தொழில்நுட்பமும் (Transgene Technology) ஆகும். மிகக் குறுகிய காலத்தில், மிக அதிக எண்ணிக்கையில், புதிய தாவங்களை செயற்கை வளர்ப்பு மூலம் (Invitro Cultivation) சோதனைச் சாலைகளில் மேற்கொள்வது நுண்பெருக்கம் எனப்படும். ஊட்ட வளர்ப்புத் தளம் (Nutrient Medium) ஒன்றில் உயிருள்ள தாவர செல், திசு அல்லது உருப்பை வளர்ப்பது (Cell, Tissue and Organ Culture) இந்த நுண்பெருக்க முறையில் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. செயற்கை திசு வளர்ப்பு முறையில் அதிக தாவரங்களை பெறலாம் என்ற கருத்தை முதன்முதலில் 1903–ஆம் எடுத்துக்கூறியவர் ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்த ஹேபர் லேண்ட் (Haberlandt) என்பவர் ஆவார். செயற்கை வளர்ப்பு ஊட்டத்தளத்தை நிர்ணயம் செய்து தரப்படுத்திய பெருமை நாப் (முடீயீயீ), காத்ரே (Gautheret), வைட் (White), முரசிகே (Murashige), ஸ்கூஜ் (Skoog), கேம்பேர்க் (Gamborg) போன்றவர்களைச் சாரும். 1989 ஆம் ஆண்டு ஜீன் பரிமாற்றம் செய்யப்பட்டு முதன்முதலில் தக்காளித் தாவரம் உண்டாக்கப்பட்டது. இந்தத் தாவரத்தின் பழங்கள் சமையலறையில் அழுகாமல் பல நாட்கள் இருக்கும் வகையில் (Long Shelf Life) அதற்கான ஜீன்களை பரிமாற்ற முறையில் பெற்றதாகும். பின்பு ஏற்றமிகு பண்புகள் பலவற்றைப் பெற்ற வேறுபல ஜீன் பரிமாற்றம் பெற்ற பயிர்த் தாவரங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. இப்பொழுது நம்மிடையே பரிமாற்றம் பெற்ற அரிசி, தக்காளி, மக்காச்சோளம், சோயாபீன்ஸ், கடுகு, உருளைக்கிழங்கு போன்ற பல பயிர்தாவரங்கள் உள்ளன.

Bt-அடிப்படை ஜீன் மாற்றுத்தாவரங்கள்

ஜீன் மாற்றுத்தாவரங்களில் Bt-ஜீன்களானது பூச்சிக்கொல்லி எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட ஜீன் மாற்றுதாவரங்களை உருவாக்க உதவுகின்றன. பாக்டீரியா ஜீன் நல்ல பூச்சிக்கொல்லி எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட மாற்றுத்தாவரங்கள் உருவாக்குவதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. தூண்டு காரணி மற்றும் முடிவு காரணிகளைப் பொருத்து ஜீன் மாற்றமான நடைபெறுகிறது. க்ரை 1A, க்ரை 3A-புரதங்களை CaMv 35s அல்லது அக்ரோபாக்டீரியம் t-DNA தூண்டு காரயியானது கட்டுப்படுத்துகின்றன. இவை புகையிலை, தக்காளி மற்றும் உருளைகிழங்கு போன்ற தாவரங்களில் குறைந்த அளவு வெளிப்படுகின்றன.

மாற்று Bt க்ரை 1A ஜீன்

மாற்று ஜீன்னான Bt–க்ரை 1A (b) மிகவும் குறைந்த அளவு மாற்றுத் தாவரங்களில் வெளிப்படுகிறது. இவற்றில் நியூக்ளியோடைடு வரிசையில் சில மாற்றம் ஏற்படுகிறது. சில வரிசையில் ஏற்படும் மாற்றத்தால் Bt-நஞ்சு உருவாகிறது என்று கண்டறியப்பட்டது. மாற்று Bt பயிர்கள் பூச்சிகளிலிருந்து பயிர்களைப் பாதுகாக்கின்றன என்று USA (1990) அங்கீகாரம் தரப்பட்டுள்ளது. சில தொழில்நுட்பவியல் நிறுவனங்கள் அவற்றின் பெயர்களில் பல மாற்றுத் தாவரங்களை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. அவற்றில் கோதுமை மற்றும் பருத்தி Bt பயிர்கள் தற்போது அமெரிக்க நாடுகளில் உபயோகிக்கப்படுகிறது. சில ஜீன் மாற்றத் தாவரங்கள் சில காரணங்களினால் சில பயன்படாமல் தோல்வியை தழுவியது.

Bt–ஜீன் மாற்றத் தாவரங்களினால் ஏற்படும் நன்மைகள்

- Bt–ஜீன் எல்லா பாகங்களிலும் வெளிப்படுகிறது. அவற்றில் வேர், தண்டின் உட்பகுதி, கனி அடங்கும். எந்தவித வேதியியல் காரணிகளையும் உண்டுபண்ணுவதில்லை.
- நஞ்சு புரதமானது தாவரத்தின் உட்பகுதியில் உற்பத்தி பண்ணுகின்றன. ஆகையால் இவை சுற்றுச்சூழல் நண்பன்.
- Bt நஞ்சானது சுற்றுச்சூழலில் மக்கும் தன்மை கொண்டது. ஆகையால் இவை எந்தவித பாதிப்பையும் சுற்றுச்சூழலில் ஏற்படுத்துவதில்லை.

சுற்றுச்சூழலில் க்ஷவ பயிர்களின் பங்கு

- Bt பயிர்களினால் சுற்றுச்சூழலில் பூச்சிப் பெருக்கம் உருவாதல் தடுக்கப்படுகிறது.
- Bt பயிர்களை வெளியிடுவதற்கு முன்னால் அவற்றை ஆராய்ந்து அவற்றினால் ஏற்படும் விளைவுகளைக் கண்டறிந்த பின்னரே வெளியிட வேண்டும்.

Bt உபயோகப்படுத்துதல்

மாற்றுத் தாவரங்களில் காணப்படும் க்ரை ஜீன்களைப் பொறுத்து உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டு Bt-பருத்தி.

க்ரை புரதங்களானது Bt புரதங்களாகும். நான்கு வகையான Bt புரதங்களால் ஆனது. அவையாவன புரதம்? எண்டோடாக்சின் பூச்சிக் கிரிஸ்டல் புரதம் (Insecticidal Cristal Protein), க்ரை மற்றும் Bt.

தாவரஜீன் (Plant Gene)	மாற்றுத்தாவரம் (Transgene Plant)	மாற்றுப் புரதம் (Encoded Protein)	பூச்சி எதிர்ப்புத்தன்மை (Resistence to Insect)
C_PT_I	உருளைக்கிழங்கு, ஆப்பிள், அரிசி, சூரியகாந்தி, கோதுமை, தக்காளி	ட்ரிப்சின்	கோலியோப்டிரா, லேபிடோப்டிரா
C_{II}	புகையிலை, உருளைக்கிழங்கு	சிரைன் ப்ரோட்டியேஸ்	கோலியோப்டிரா, லேபிடோப்டிரா
P1–IV	உருளைக்கிழங்கு, புகையிலை	சிரைன் ப்ரோட்டியேஸ்	லேபிடோப்டிரா
OC–1	புகையிலை	கிரிஸ்டைன் புரோட்டியேஸ்	கோலியோப்டிரா, ஹேமோப்டிரா
CMe	புகையிலை	ட்ரிப்சின்	லேபிடோப்டிரா
α–A1–PV	புகையிலை, பச்சைப்பட்டாணி	அமைலேஸ்	கோலியோப்டிரா
WMA1–1	புகையிலை	அமைலேஸ்	லேபிடோப்டிரா
GNA	உருளைக்கிழங்கு, அரிசி, கரும்பு, சர்க்கரைவள்ளி கிழங்கு, புகையிலை	பிலக்டின்	ஹேமோப்டிரா, லேபிடோப்டிரா
WGA	சோளம்	அக்ளுடின்	லேபிடோப்டிரா, கோலியோப்டிரா
BCH	உருளைக்கிழங்கு	கைடினேஸ்	ஹேமோப்டிரா, லேபிடோப்டிரா
TDC	புகையிலை	ட்ரிப்டோபேன், டிகார்பாக்ஸிலேஸ்	ஹேமோப்டிரா

மரபணு மாற்றுப் பயிர்களின் ஆபத்துதன்மை

- ❖ மரபணு மாற்றுப் பயிர்களின் வினைப்பொருட்கள் உள் உறுப்புகளான ஈரல், கல்லீரல், மண்ணீரல், நுரையீரல் மற்றும் இரைப்பை போன்றவற்றைப் பாதிக்கின்றது. சிறுகுடலில் புண்கள், ஓட்டைகள் போன்றவற்றினையும் ஏற்படுத்துகின்றன.

- ❖ மரபணு மாற்றுப் பயிர்களின் வினைப் பொருட்களை உபயோகிப்பதன் மூலம் இரைப்பை, சிறுகுடலின் உட்புற சுவர்களில் புற்றுநோயின் ஆரம்ப நிலை போன்ற அறிகுறி காணப்படுகின்றது என்பதை நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

- ❖ மரபணு மாற்றுப் பயிர்களை ஆய்வு விலங்குகளுக்குக் கொடுக்கும்போது அவை ஈனும் குட்டிகள் சீக்கிரமாக இறந்து விடுகின்றன என மற்றொரு ஆய்வு தெரிவிக்கிறது.

- ❖ Bt கத்தரிக்காவை உபயோகிக்கும்போத அவற்றினால் இரத்தம் உரைதல் தாமதமாகிறது என்றும், வளர்ச்சியானது குன்றுகிறது என்றும் பிரான்ஸ் மற்றும் நியூசிலாந்து விஞ்ஞானிகளான பேரா செராலினி, ஜீடி கார்மன் ஆகியோர் தெரிவிக்கின்றனர்.

- ❖ ஜீன் பரிமாற்றம் செய்யப்பட்ட தாவரங்களினாலும், ஜீன் மாற்றம் பெற்ற உணவுப் பொருட்களினாலும் (Genetically Modified Food or GM Food) பல்வேறு விதமான அபாயங்களும் ஏற்படலாம் என்று சுட்டிக் காட்டப்பட்டுள்ளன. சூழல் பாதுபாப்பு பிரச்சனைகள், உணவு பாதுபாப்புப் பிரச்சனைகள், நெறிசார் பிரச்சனைகள், மற்றும் சட்டப் பிரச்சனைகள் பல இந்த ஜீன் பரிமாற்ற உயிரிகளினால் எழுந்துள்ளன.

பரிணாமம்

இப்புவியில் வாழ்கின்ற பல்லாயிரக் கணக்கான உயிரினங்களில் கண்ணிற்குப் புலனாகாத ஒற்றைச் செல் உயிரினம் முதல் மிகப் பெரிய மரங்கள் வரை அடங்கும். இந்த அனைத்து உயிரினங்களும் அதிக வேறுபாடுகளைக் கொண்டுள்ளன. இந்த வேற்றுமைகள் அனைத்து மட்டங்களிலும் காணப்படுவதால் எளிதில் அறியக்கூடியவையாக உள்ளன. இவ்வேறுபாடுகள் தோன்ற பல்வேறு காரணங்கள் கூறப்படுகின்றன. இத்தகைய வேறுபாடுகள் இவ்வுயிரினங்களிடையே காணப்பட்டாலும் அடிப்படை உயிர் பண்புகளின் ஒற்றுமை இருப்பதை நாம் தெரிந்து கொள்ளுதல் அவசியம். நுண் அமைப்பு, வேதி அமைப்பு, வளர்சிதைமாற்றச் செயல் போன்றவை இந்த உயிர்ப்பண்புகளாக கருதப்படுகிறது. இவற்றையே நாம் வேற்றுமையில் ஒற்றுமை என்று கூறுகிறோம்.

உயிர்ப்பண்புகள் என்பது ஒவ்வொரு சந்ததியிலும் புதியதாக உருவாவதில்லை அதேபோல் முடிவடைவதும் இல்லை. பொதுவாக இந்த பண்புகள் எந்த இடையூரும் இல்லாமல் சந்ததிக்கு சந்ததி பகிர்ந்து அளிக்கப்டுகின்றன. எனவே உயிர்ப்பண்பு என்பது தொடர்ச்சியான தொன்று ஆகும். ஆனால் சந்ததியின் உயிரிகளில் வேற்றுமைகள் தோன்றக் காரணம் பரிணாம மாற்றங்கள் தான். தொடர்ச்சியாக ஒன்றாக இருந்தும், பலவித காரணிகளால் அப்பொழுதுக்குப் பொழுது உயிரினங்களில் வேறுபாடுகள் அல்லது பரிணாம நிகழ்வுகள் கரிமப் பரிணாமம் (Organic evalution) உயிரற்ற பொருட்களில் நிகழ்வதைக் கனிமப் பரிணாமம் (Inorganic evalution) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

ஏற்கனவே இருந்த உயிரினங்களிலிருந்து புதிய உயிரினங்கள் பரிணமிப்பது படிப்படியாக நடக்கும் மாற்றுச் செயல்களினால் உண்டாகிறது. இதற்கு நீண்டகாலம் ஆகும். மந்தமாக ஆனால் தொடர்ச்சியாக நடைபெறும் இந்நிகழ்விற்குப் பல சான்றுகள் உள்ளன. பரிணாமம் நடந்தபின் உருவான ஒரு இனக் கூட்டம், மீண்டும் பரிணாமம் நடைபெறும் ஒரு ஊடகமாகத் திகழ்ந்து புதிய இனக்கூட்டங்கள் தோன்ற வழி ஏற்படுகிறது. இதன் மூலம் ஒரு இனத்தின் பரிணாமப் தோற்றத்தை நாம் அறியமுடிகிறது.

பரிணாமம் என்பதைச்சுட்டும் (Evalution) சொல்லிற்கு 'மலர்தல்' அல்லது 'விரிதல்' என்று பொருள். தொன்மையான எளிய உயிர்களிலிருந்து, புதிய மேம்பாடு அடைந்த உயிரிகள் எவ்வாறு படிப்படியாகத் தோற்றம் பெற்றன என்பதை விளக்குவதே பரிணாமம் ஆகும். பரிணாமத்தின் அடிப்படை, ஒவ்வொரு உயிரியும், நிமிடத்திற்கு நிமிடம் மாற்றம் பெற்றுக்கொண்டே இருப்பது என்பதாகும். எனவே, உயிர்வாழ்வதற்கு அடிப்படை தேவை பரிணாமமாகும். தற்போதைய உலகின் அனைத்து உயிரினங்களும் தொடர்ந்து இது நாள் வரை தோற்றுவிக்கப்பட்ட பரிணாம மாற்றத்தின் விளைவேயாகும்.

உயிர்த் தோற்றம்

புவி சூரியனிலிருந்து விடுபட்டு 5 மில்லியன் ஆண்டுகளாகிறது. தொடக்ககாலத்தில் வெப்பத்தின் தாக்கத்தால் உயிர் மூலக் கூறுகள் தோன்ற இயலவில்லை. 3800 மில்லியன் (3.8 பில்லியன்) ஆண்டுகளுக்கு முன்புதான் உயிர் இப்புவியில் தோன்றியது. ஆனால் அத்தருணத்தில் மனித இனம் தோன்றவில்லை. எனவே புவியின் தோற்றம் பற்றியும், உயிரினங்களின் தோற்றம் பற்றியும் பல கோட்பாடுகளும், யூகங்களும் தோன்றின. உயிரிகள் முதலில் கடல்நீரில் தோன்றியது என்றும் ஏறத்தாழ 2200 மில்லியன் (2.2 பில்லியன்) ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நிலவாழ் உயிரிகள் தோன்றின என்றும் கருதப்படுகிறது.

உயிரை வரையரை செய்வது மிகக் கடினம். உயிரின் பண்புகளை எடுத்துகூற மட்டுமே முடியும். உயிருக்கான எந்தவொரு வரையறையும் பின்வரும் பண்புகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

1. உயிரின் வரையறை எளிய முறையிலும் பயன்படுத்தக் கூடிய வகையிலும் உயிரிகளை, உயிரற்றவைகளிலிருந்து பிரித்தறிய உதவ வேண்டும்.
2. வரையறை உயிரிகளுக்கு மட்டும் பொருந்துவதாக இருக்க வேண்டும்.
3. அனைத்துவகை உயிர்களையும் உள்ளடக்கக் கூடியதாக வரையறை இருக்க வேண்டும்.

4. இந்த வரையறை அடிப்படை உயிர் ஒழுங்கை (minimal life system) உண்டாக்கக்கூடிய் அளவுக்கு சோதனை முறைகளை உருவாக்க உதவ வேண்டும்.

5. தர்க்ரீதியாக சரியான வகையில் வரையறை இருக்க வேண்டும்.

அடிப்படை உயிர் ஒழுங்கு எப்படியிருக்க வேண்டும் என்பதற்கு ஒரு முன்மாதிரி கண்டி (Ganti 2001) என்பவரால் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த முன்மாதிரி கீமோடன் கொள்கை (Chemoton Theory) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இதன்படி அடிப்படை உயிர் ஒருங்கு மூன்று தன்னிச்சையாக வினையூக்கம் செய்யும் (auto catalytic) துணை ஒழங்குகளைக் கொண்டது.

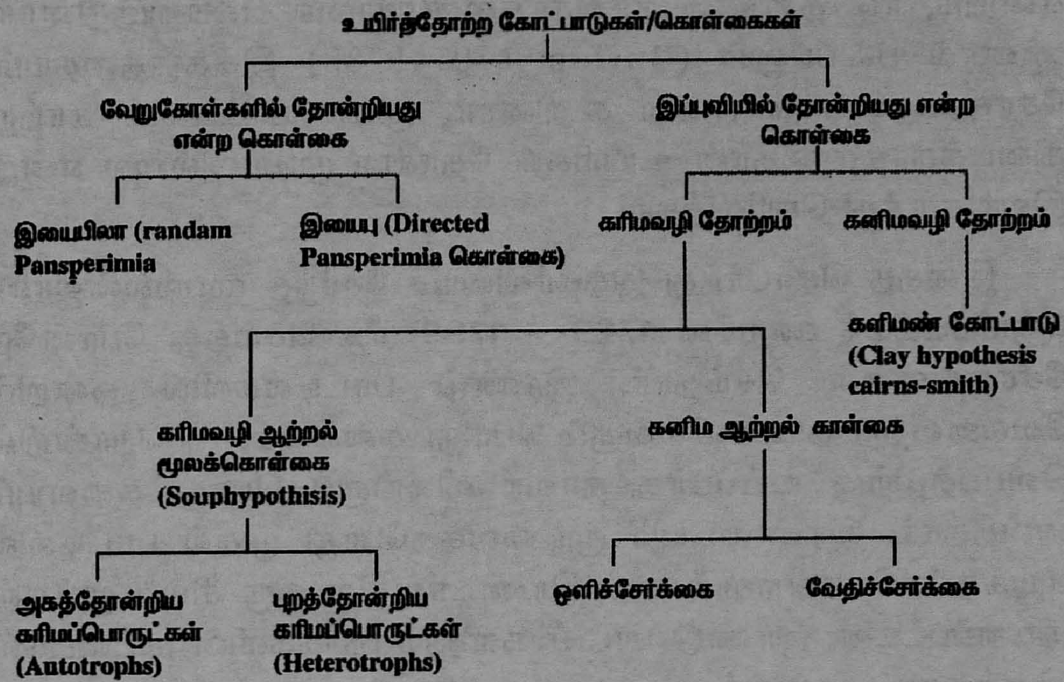
(i) வளர்சிதைமாற்ற துணை ஒருங்கு (Metabalic subsystem MS)

(ii) ஜீனிய துணை ஒருங்கு (Genetic substem, GS)

(iii) வரம்புத்துணை ஒருங்கு (Boundary system, BS), இந்த மூன்று ஒருங்குகளும் நிலையான (Static) துணை ஒருங்குகளாக இல்லாமல் செயல் திறம் மிக்கவையாக (aynamic) உள்ளன. இந்த மூன்று துணை ஒருங்குகளும் எவ்வாறு தோன்றின என்பதை விளக்கவும். இவை மூன்றும் இணைந்து எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பதை விளக்கவும் பல்வேறு கொள்கைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவையே உயிர்த்தோற்றம் பற்றிய கோட்பாடுகளாகும்.

உயிர்த்தோற்றம் பற்றிய கோட்பாடுகளை பின்வரும் வகையில் பிரிக்கலாம்

உயிர்த்தோற்றம் பற்றிய கோட்பாடுகள்



உயிர்த்தோற்றம் பற்றி பல கோட்பாடுகள் உள்ளன. தொடக்ககாலத்தில் உயிர்த்தோற்றம் பற்றியக் கோட்பாடாக சிறப்புப்படைப்பு கோட்பாடு தான்தோன்றிக் கோட்பாடு (Spontaneous origin hypothesis) (Special creation hypothesis) போன்றவற்றைக் கூறலாம். இவற்றின்படி முறையே உயிர்கள் கடவுளால் படைக்கப்பட்டது என்றும், தன்னிச்சையாகத் தோன்றின ஆகும்.

(i) தான்தோன்றிக் கோட்பாடு

தேல்ஸ் (Thales) போன்றோர் உயிரற்ற பொருட்களிலிருந்து, உயிர் தாமாக திடீரென தோற்றம் பெறுகின்றது என்றார்கள். இதற்கு உயிரிலிக் கோட்பாடு (Origin of life from non living) என்று பெயர். ஆனால் ஆய்வின் மூலமாக ரீடி (Redi 1626-1698) என்பவர் இக்கோட்பாட்டை தம்முடைய ஆய்வுகள் மூலம் நிராகரித்தார். இரண்டு பாட்டில்களில் அழுகிய தாவர, விலங்குப் பொருட்களை எடுத்துக்கொண்டு ஒன்றை மூடாமலும், மற்றொன்றை நன்கு மூடியும் வைத்தார். மூடிய பாட்டிலில் புழுக்கள் தோன்றவில்லை. திறந்த பாட்டிலில் புழுக்கள் தோன்றின. திறந்த பாட்டிலில் புழுக்களின் முட்டைகள் காற்றிலிருந்து விழுவதினாலேயே அங்கு புழுக்கள் தோன்றுகின்றன என்றும், மூடிய பாட்டிலில் இது நடைபெறவில்லை

என்றும், ரீடி தன்னுடைய சோதனை மூலம் வலியுறுத்தினார். ஆனால் பஃப்பனும் (Buffon 1707-1788) இக்கருத்தையும், சோதனையையும் குறை கூறினார். மூடிய பாட்டிலில் காற்று கிடைக்காததால்தான் உயிரிகள் தோன்ற முடியவில்லை என்று இவர் கருத்து தெரிவித்தார்.

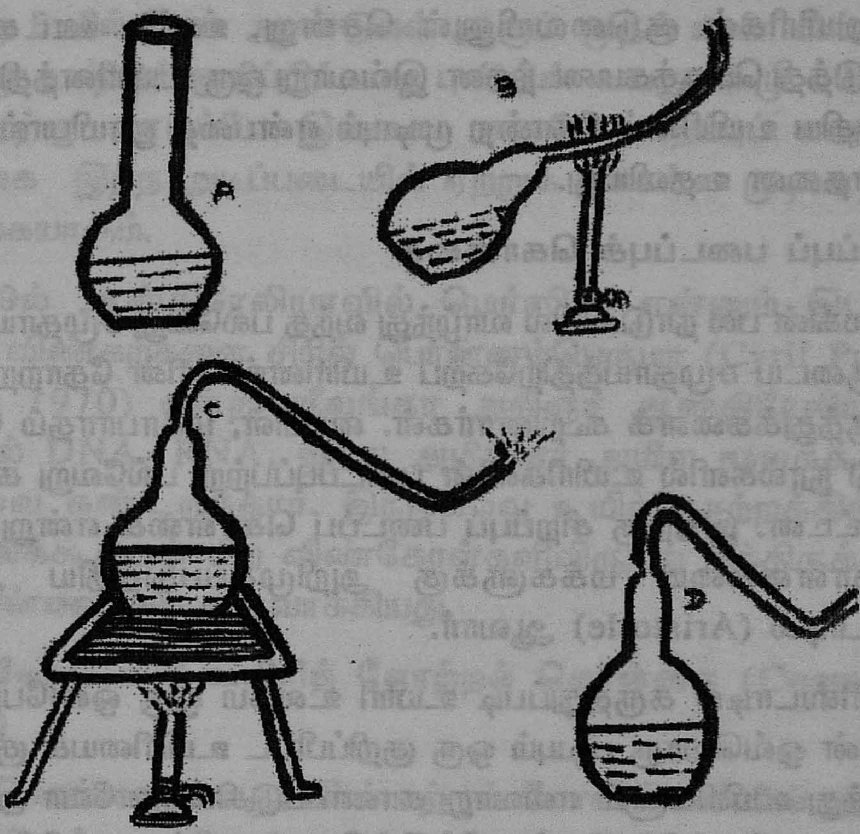
இதைத் தொடர்ந்து இத்தாலியைச் சேர்ந்த ஸ்பல்லின்ஜானி (ஞ்யீயட்டயமே ணயமே 1729 – 1799) ரீடி செய்தது போன்றே சோதனைகள் செய்தார். இரண்டு பாட்டில்களில் ஒன்றில் வேகவைத்த தாவரவிலங்குப் பொருட்களையும், மற்றொன்றில் வெப்பத்திற்கு உட்படாத தாவர விலங்குப் பொருட்களையும் வைத்தார். இரண்டையும் மூடிவைத்தபோது முதல் பாட்டிலில் புழுக்கள் தோன்றவில்லை. இரண்டாவதில் ஒரு சில புழுக்கள் காணப்பட்டன. இரண்டு பாட்டில்களிலும் புழுக்களின் முட்டைகள் இருந்தன என்றும், சூடாக்கும்போது ஒன்றில் அவை அழிந்துவிட்டன என்றும் மற்றொன்றில் அழியாமல் புழுக்களை உண்டாக்கின என்றும் இவர் எடுத்துக்கூறி தான்தோன்றிக் கொள்கையை நிராகரித்தார். இச்சோதனைக்கும் நீடுஹாமும் (Needham 1713-1781), கே லூசாக்கும் (Gay Lussac) எதிர்கருத்துக்கள் தெரிவித்ததால் தான்தோன்றிக் கொள்கை தொடர்ந்து நிலவி வந்தது. கடைசியில் லூயி பாஸ்டர் 1885–ம் ஆண்டு கொள்கை பல சான்றுகள், சோதனைகள் மூலம் அறவே நிராகரித்தார். இதன் பின்னரே இக்கொள்கை மறைந்தது. பின்னர் லூயி பாஸ்டர் உயிரற்றவைகளிலிருந்து உயிருள்ள பொருட்கள் தோன்றாது என்றும், ஒரு உயிரி மற்றொரு உயிரினின்று தான் தோன்ற இயலும் என நிரூபித்தார் .இதற்கு உயிர்வழிக் கோட்பாடு (Life begets Life) என்று பெயர்.

லூயிபாஸ்டர் சோதனை

சூரியனின் வெப்பம் மற்றும் காற்று ஆகியவற்றின் செயலால் கழிவுப் பொருட்களைக் கொண்ட மண்ணில் பலவகையான உயிரினங்கள் தோன்றயிதாக எடிகுராஸ் என்ற கிரேக்க அறிஞர் இக்கருத்தை வெளியிட்டார். இக்கருத்தைத் பல்வேறு கிரேக்க அறிஞர்கள் ஆதரித்தனர். ஏனெனில் இறைச்சி மற்றும் சாணத்திலிருந்து பல்வேறு புழுக்களும், பூச்சிகளும் தோன்றியதை

அவர்கள் கண்டனர். 17 நூற்றாண்டு வரை இக்கருத்தை மக்கள் நம்பினர். ஆனால் இதற்குப் பின்னர் வந்த லூயி பாஸ்டர் என்பவர் இக்கருத்து தவறு என்றும், சாணம், இறைச்சி ஆகியவற்றில் இருந்த புழு, பூச்சிகளின் முட்டைகள் தான் காரணம் என்றும், இவை தன்னிச்சையாக தோன்றவில்லை என்றும் கூறி உயிர் வழிப்பிறப்புக் கொள்கையினை வெளியிட்டார்.

படம் – 54. உயிரிலிப்பிறப்புக் கொள்கை ஒரு தவறான கொள்கை என்பதை நிரூபிக்க லூயிபாஸ்டியன் செய்த சோதனை



A – சர்க்கரை மற்றும் ஈஸ்ட்பவுடர் கரைக்கப்பட்ட கரைசல் கொண்ட குடுவை

B - வெப்பத்தினால் 'S' வடிவில் வளைக்கப்பட்ட கழுத்தினைப் பெற்ற கரைசல் கொண்ட குடுவை

C – பல நிமிடங்களுக்கு கொதிநிலையில் வைக்கப்பட்ட கரைசல்

D – படிப்படியாக குளிராக்கப்பட்ட ஆனால் நுண் உயிரிகளின் வளர்ச்சிகள் ஏதுமற்ற கரைசல்

ஒரு குடுவையில் சர்க்கரை மற்றும் ஈஸ்ட் பவுடரை எடுத்துக் கொண்டு பாதியளவு தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு, பின்னர் அக்குடுவையில் கழுத்தை வெப்பப்படுத்தி மென்மையாக்கி நீண்ட S வடிவக் குழலின் திறவுற்ற முனைப் பகுதி வழியாக அதிகச்செரிவில் ஆவி வெளியேறும் வரை குடுவையில் உள்ள திரவத்தை சூடுபடுத்தி, குளிர செய்தார். இக்குடுவையினுள் இருந்த திரவத்தில் எந்தவித மாற்றமும் ஏற்படாது அப்படியே பல நாட்களுக்கு இருந்தது தெரியவந்தது. ஆனால் இந்த குடுவையின் கழுத்து நீக்கப்பட்டவுடன் அதனுள் பல நுண்ணுயிரிகள் வளர்வதை காண முடிந்தது. கழுத்து நீக்கப்பட்டவுடன் காற்றில் உள்ள நுண்ணுயிரிகள் குடுவையினுள் சென்று, ஊட்ட ஊடகத்தைப் பயன்படுத்தி பெருக்கமடைந்தன. இவ்வாறு ஒரு உயிரினத்திலிருந்து தான் புதிய உயிரினம் தோன்ற முடியும் என்பதை லூயிபாஸ்டியரின் இச்சோதனை உதவியது.

ii. சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கை

உலகின் பல நாடுகளில் வாழ்ந்து வந்த பல்வேறு சமுதாயத்தினர் தங்களுடைய சமுதாயத்திற்கேற்ப உயிரினங்களின் தோற்றம் பற்றி பல கருத்துக்களைக் கூறினார்கள். பைபிள், மகாபாரதம் போன்ற ஆண்டு நூல்களில் உயிரிகளின் படைப்புப்பற்றி பல்வேறு கதைகள் கூறப்பட்டன. இதற்கு சிறப்புப் படைப்பு கொள்கை என்று பெயர். இக்கொள்கையை மக்களுக்கு அறிமுகப்படுத்திய அறிஞர் அரிஸ்டாடில் (Aristotle) ஆவார்.

அரிஸ்டாடில் கருத்துப்படி உயிரி உலகம் ஒரு ஒளிபோன்றது. ஏணியின் ஒவ்வொரு படியும் ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரியைக் குறிக்கும் அனைத்து உயிரிகளும் எவ்வாறு காணப்படுகின்றனவோ அவ்வாறு கடவுள் அவற்றைப் படைத்தார். இக்கொள்கைக்கு உயிரின் ஏணி (Ladder of life) கொள்கை அல்லது உயிரின் பெரிய தொடரி (Great chain of being) என்று பெயர். ஐரோப்பாவின் பெரும்பகுதி சர்ச்சின் (Church) ஆதிக்கத்தில் இருந்தால் சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கை பெரும்பாலோரால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டு வந்தது. பைபிலின் படி கடவுள் உலகத்தையும் அதன் அனைத்த உயிரிகளையும் 7 நாட்களில் படைத்தார் என்று கருதப்படுகிறது. ஜேம்ஸ் உஷ்ஷர் (James ussher 1581 - 1656) என்ற அயர்லாந்து நாட்டுப் பாதிரியார்

உலகம் உயிரிகள் ஆகியவற்றின் படைப்பைப் பற்றி பின்வருமாறு குறிப்பிட்டது நோக்கத்தகுந்தது. உலகின் முதல் நாள் அக்டோபர் 26, வருடம் கி.மு. 400, நேரம் காலை 9.00 மணி. அடுத்த ஏழு நாட்களுக்குள் உலகத்தின் அனைத்து உயிரிகளும் படைக்கப்பட்டன. 1749ஆம் ஆண்டு பஃப்பன் (Buffon) எழுதிய 44 பகுதி "Natural History" நூலில் குறிப்பிட்டுள்ள பின்வரும் வரிகள் இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. "இப்புவியின் பொது வரலாறு (அதாவது தோற்ற வரலாறு அல்லது புவியின் வயது) அதில் உருவாக்கப்பட்ட பொருட்களின் (உயிரிகள், உயிரற்ற பொருட்கள்) வரலாற்றை விட (அதாவது வயதைவிட) அதிகமாக இருக்கவேண்டும்" இந்த அடிப்படையில் பார்க்கும் புவியின் வயது, ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி, ஏறத்தாழ 5 மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகும். முதல் உயிரியின் வயது ஏறத்தாழ உஷ்ஷர் குறிப்பிட்டபடி புவியின் வயது கி.மு 400 ஆக இருப்பதற்கு வாய்ப்பே இல்லை. எனவே சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கை இந்த அடிப்படையில் ஏற்றுக் கொள்ள முடியாத ஒரு கொள்கையாகும்.

1969ல் ஆஸ்திரேலியாவில் மெர்ஸிஸ் என்னும் இடத்தில் விழுந்த விண்கற்களை சிரில் பொன்னம்பெருமா (Cyril Ponnam Peruma 1970) என்ற ஸ்ரீலங்கா அறிஞர் ஆஸ்திரேலியாவில் அவற்றில் DNA, RNA, ஐந்து அமினோ அமில மூலக்கூறுகள் ஆகியவை கண்டறிந்தார். இந்நிகழ்வு உயிர்தோற்றத்திற்கான உயிர்மூலக்கூறுகள் பிற விண்கோள்களிலிருந்து வந்திருக்கலாம் என்ற எண்ணத்தை உருவாக்கியது.

iii. பிறகோள் வழி உயிரித் தோற்றக் கொள்கை (Cosmozoic Theory)

இக்கொள்கையானது, விண்கற்கள் கோள் வெளியின் பல்வேறு பகுதியிலிருந்து புவியை வந்தடைந்தது. இதில் உள்ள உயிர்க் கருவூலங்கள் உயிரிகளை தோற்றுவிப்பதாகக் கூறுகிறது. கோள்வெளியில் எளிய கரிம மூலக்கூறுகள் தோன்றுவதற்கான சூழலும் (இடி, மின்னல் போன்றவை) இந்த எளிய கரிம வேதிப் பெருட்கள் ஒன்று சேர்ந்து முதல் உயிரியை உருவாக்கக் கூடிய சூழலும் இருக்கின்றன என்று இக்கொள்கையை ஆதரிப்போர் கூறுகின்றனர். தற்கால வான்வெளி அறிஞர்களான ஃபிரெட்

ஹாயில் (Fred Hoyle), நர்லிகர் (Narlikan), விக்ரம் சிங்கே (Wikrama singhe) போன்றவர்கள் இக்கொள்கைக்கு ஆதரவாக பல சான்றுகளை வழங்கியுள்ளனர்.

கரிமப் பரிணாமத்தைப் பற்றியறிய வேண்டுமெனில் எல்லா உயிரினங்களும் தோன்றக் காரணமாக இருந்த முதல் உயிரியைப் பற்றி அதாவது முதல் மூல உயிர்பொருளைப் பற்றி அறிய வேண்டும். இந்த உயிர் மூலம் சுயமாக இரட்டிப்படையக் கூடிய ஒருவகை தொகுப்பு . இந்த உயிரின் தோற்றத்தைப் பற்றிய கொள்கை என்றும் அழியாத தன்மைக் கொள்கை இவ்வுலகில் வாழும் உயிரினங்கள் அன்றும், இன்றும் ஒரே நிலையில் மாறுதல் ஏதும் இல்லாமல் இருந்து வருகின்றன. இக்கொள்கையே என்றும் அழியாத் தன்மை கொள்கையாகும்.

iv. உயிர்வேதி வழிப்பிறப்புக் கொள்கை

ஹாகெல் என்பவர் இக்கொள்கையை வெளியிட்டார். இது உயிர் மூலத் தோற்றத்தைப் பற்றிய மிக அண்மைக் கால கொள்கையாகும். சிறப்பான சில இயற்பியல் விசைகளை மின் ஏற்றவிசை, புற ஊதாக் கதிர்கள் மற்றும் கதிரியக்கம் போன்றவைகளின் செயலால் சில கனிம வேதிப்பொருட்களில் இருந்து மிகவும் தொன்மையான உயிரிகள் தன்னிச்சையாக தோன்றியிருக்கும் என்கிறது இக்கொள்கை. ஹாகெல் இதற்கு சான்றுகள் இல்லை என்றாலும், இவருக்குப் பின்னர் வந்த ஹால்டேன், ஓபாரின், ஸ்டான்லி மில்லர், யுரே போன்றவர்கள் செய்த அறிவுத் திறன்மிக்க சோதனைகள் இக்கோட்பாட்டிற்குச் சான்றுகளாக விளங்கின.

நாம் வாழ்கின்ற புவியானது, சூரியனிடமிருந்து பிரிந்த ஒரு பகுதியே என கோள்களைப் பற்றிய கொள்கை கூறுகிறது. விண்மீன்களிடையே இருந்து தூசுக்கள் படிப்படியாகச் சுருங்கி செறிவுற்று உருவானதே பூமி என நெபுளர் கொள்கை கூறுகிறது.

புவி உருவாகும் பொழுது இருந்த வெப்ப வளிகள் பல நூறு மில்லியன் ஆண்டுகள் கடந்து சுருங்கி உருக்கு உள்ளீடு ஒன்று தோன்றி அதைச் சுற்றி பல்வேறு மூலங்கள் புவி தன்மைக்கேற்ப அடுக்குற்று புவி உருவாகியது. தொடக்ககாலத்தில் இருந்த வெப்ப வளிகள் புவி குளிர்ச்சியடையும் போது, நீர்மங்களாகி, சில

திடப்பொருட்களாகி புவியை அடைந்தன. இந்த சுழற்சி நிகழ்வால் புவி குளிர்ச்சியடைந்தவுடன் கடல்கள் போன்ற நீர்நிலைகள் புவியில் தோன்றின. வளிமண்டலத்தில் உள்ள அமோனிய, மீதேன் மழைநீருடன் கரைந்து, கடலை அடைந்து காரத்தன்மை கொண்ட நீராக மாறின. இச்சூழலில் உயிரினங்கள் தோன்ற தொடங்கின. உயிர்கள் வாழ்வதற்கு ஏற்ற வெப்பநிலையைப் புவி அடைந்தவுடன் வேதியியல் பரிணாமத்தின் துவக்கமாக, சில பாக்டீரியங்கள், தொல் உட்கரு நிலை உயிரினங்கள் போன்றவை தோன்றியதாக வல்லுநர்கள் கூறுகிறார்கள். ஒபாரின் மற்றும் ஹால்டின் போன்றவர்கள் 'வேதியியல் வழி உயிர்த்தோன்றல்' என்ற கோட்பாட்டை வெளியிட்டார்கள். புவி குளிர்ச்சியடைந்தவுடன் Co2, CH4, NH4, H2O போன்றவை தோன்ற தொடங்கின. O2 அளவு சற்று குறைந்து காணப்பட்டது. புறஊதா கதிர்களின் தாக்கத்தினால் புரத மூலக்கூறுகளும், உட்கரு அமிலங்களும் தோன்றத் தொடங்கி உலகின் முதல் உயிரி தோன்றின.

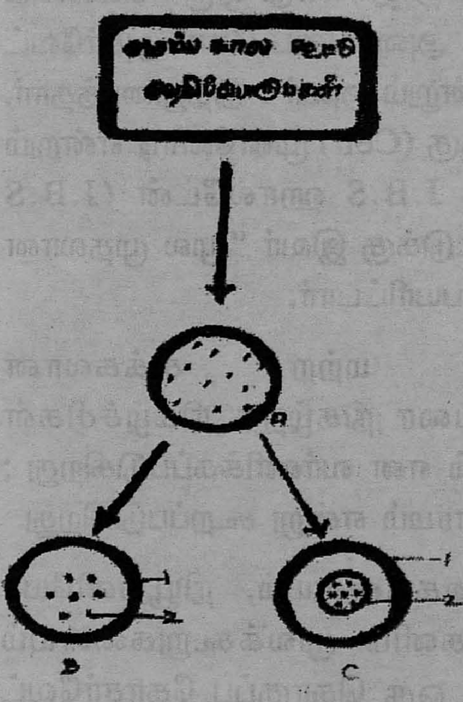
கோசர்வேட்டுகள்

ஒபாரின் (Oparin) என்ற இரஷ்ய அறிவியல் அறிஞர் முதல் உயிர் எப்படி தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்பதற்கான விளக்கத்தை 1920 ஆம் ஆண்டுகளில் எடுத்துரைத்தார். கடலில் மழையோடு வீழ்ந்த எளிய அங்கக மூலக்கூறுகள் ஒன்றாகத் திரண்டு ஒரு மெல்லிய உறையால் சூழப்பட்டன என்றும் இந்த அமைப்பை கோ–அசர்வேட் (Co-acervate) என்று அழைக்கலாம் என்றும் அவர் எடுத்துரைத்தார். இவை தான் உயிரினங்களின் செல்லுக்கு (Cell) முன்னோடி என்றும் அவர் கருதினார். இந்தக் கருத்தை J.B.S ஹால்டேன் (J.B.S Haldane) ஆதரித்தார். கோ–அசர்வேட்டுக்கு இவர் "மூல முதலான காஞ்சி'' (Primordial Soup) என்று பெயரிட்டார்.

நியூக்ளியோ புரதங்களும் மற்ற சிக்கலான பெருமூலக்கூறுகளும் தோன்றும் வரை நிகழ்ந்த நிகழ்ச்சிகள் அனைத்தும் உயிர் வேதியப் பரிணாமம் என வர்ணிக்கப்படுகிறது ; இதன்பின் நிகழ்பவை உயிரியல் பரிணாமம் என்று கூறப்படுகிறது.

ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட புரத வகைகளையும், நியூக்ளியோ புரதத்தையும் மற்ற கரிம மற்றும் கனிம மூலக்கூறுகளையும் வெவ்வேறு சேர்க்கைகளில் கொண்ட ஒரு தொகுப்பு கோசர்வேட்

என கூறப்படுகிறது. இதற்கிடையில் ஒவ்வொரு கோசர்வேட் தன்னைச் சுற்றி கொழுப்பு அமிலங்களால் ஆன லெசித்தின் மற்றும் செஃபாலின் போன்ற பொருட்களை படியச் செய்து வரம்பிடு சவ்வுகளை உருவாக்கிக் கொண்டது. இதனால் கோசர்வேட்டுகள் தங்களைச் சூழ்ந்திருந்த ஊடகத்திலிருந்து சவ்வினால் பிரிக்கப்பட்டதோடு வெவ்வேறு விதமான பொருட்களை வேறுபட்ட செறிவுகளில் சேகரித்துக் கொள்ள தொடங்கின. சில உள்வேதி வினைகளான கிரியாவூக்கிச் செயல்கள், உறிஞ்சுதல் ஆகியவையும் சுதந்திரமாக இவற்றில் நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும். இந்த நிலையின் போதுதான் உள்ளிருந்த சில புரதங்கள் நொதிகளாக மாறியிருக்க வேண்டும். அதன் பின்னர்தான், அதிக ஆற்றலும் மிகையான வெப்பமும், தேவைப்படும் உயிர்மக்கிரியைகள் அவை இல்லாமலேயே நொதிகளின் மூலம் கோசர்வேட்டுகளில் நிகழத் தொடங்கியிருக்க வேண்டும். இந்த நிலை முதற்கொண்டே இயற்கைத் தேர்வு நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும். அதாவது எந்த கோசர்வேட்டுகள் ஊட்டப்பொருட்கள் அடங்கிய கூட்டை நியூக்ளியோ புரதத்தைச் சூழ்ந்து அதிகஅளவில் பெற்றிருந்தனவோ அவை சிறந்து விளங்கி எண்ணிக்கையில் அதிகமாகின. இந்த கோசர்வேட்டுகளே உயிர்த்தன்மை கொண்ட முதல் இருவகைகள் குறிப்பிட்ட சிறப்புப் பெற்றிருக்க வேண்டும் என கூறப்படுகிறது.



படம் – 55. உயிர்வேதிய வழிப்பிறப்புக் கொள்கையின்படி தோன்றும் மொனிரான் வகை புரோடிஸ்டான் வகை செல்கள்

A – முதல்செல்
B – மொனிரான் வகை செல்
(1. சைட்டோபிளாசம், 2. குரோமாட்டின்)
C – புரோடிஸ்டான் செல்
(1. சைட்டோபிளாசம், 2. நியூக்ளியஸ்)

1. மொனிரான் வகை – நெருக்கமின்றி தொகுக்கப்பட்ட நியூக்ளியோ புரதங்களை நேரடியாக செல் பொருளினுள் மூழ்கிய நிலையில் பெற்ற செல்வகையாகும். இவைகளே பாக்டீரியம், நீலப்பச்சை பாசிகளின் மூதாதையர்கள் எனக் கூறப்படுகின்றன.

2. புரோடிஸ்டான் வகை – நியூக்ளியோ புரத குவியல்கள் தொகுக்கப்பட்டு சவ்வினால் சூழப்பட்டு செல் பொருளினுள் மைய உடலமாகக் காணப்படும் செல் இந்தவகைச் செல்லாகும். இந்த இருவகை செல்களும் தற்காலக் கடல்நீரில் வாழ்ந்து வரும் நுண்உயிரிகளை நமக்கு நினைவு கூறுகின்றன. இந்தச் செல்வகைகள் எண்ணிக்கையில் அதிகமானதாலும், கடலில் ஊட்டத்தின் அளவு குறைந்தமையாலும் வரம்பிடப்பட்ட மையத்திரள் நியூக்ளியஸாக மாறியது.

உட்புரதங்களும், இதர சிக்கலான பெருமூலக்கூறுகளும் தோன்றும் வரை நிகழ்ந்த நிகழ்வுகள் அனைத்தும் உயிர் வேதிய பரிணாமம் என்றும், அதன்பின்னர் நிகழ்ந்த நிகழ்வுகள் உயிர் பரிணாமம் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

லின்மார்க்குலஸ் (1971) உருவாக்கிய இணை வாழ்வு கோட்பாட்டின் படி உயிரிகள் தோன்றிய கேம்பிரியான் காலத்தில் வளிமண்டலத்தில் O2 குறைந்து காணப்பட்டதால் அச்சுழலில் வாழத்தகுந்த தொல்உட்கருவில் உயிரிகளின் செல்கள் மட்டும் முதலில் கருதப்படுகிறது..

யூரி–மில்லர் (1953)ல் சில ஆய்வுகள் செய்து அமினோ அமிலங்களைத் தோற்றுவித்தனர். பின்வரும் ஒரு சில ஆரம்பக்கட்ட ஊகங்களின் அடிப்படைகளில் இவர்கள் இருவரும் ஆய்வினைத் தொடங்கினர்.

i. இந்த புவியில் உயிர் தோன்ற ஆரம்பித்த காலத்தில் காணப்பட்ட வளிமண்டலச் சூழல் தற்போது உள்ள வழிமண்டலச் சூழலில் (யவஅடிளயீநசந) இருந்து வேறுபட்டிருந்தது.

ii. ஆரம்பகால வளிமண்டலம் பெரும்பலும் ஹைட்ரஜன் பெற்றுள்ள வாயுக்களான மீத்தேன், அம்மோனியாவால் ஆன நீராவி இருந்திருக்கலாம் என்று எண்ணப்படுகிறது.

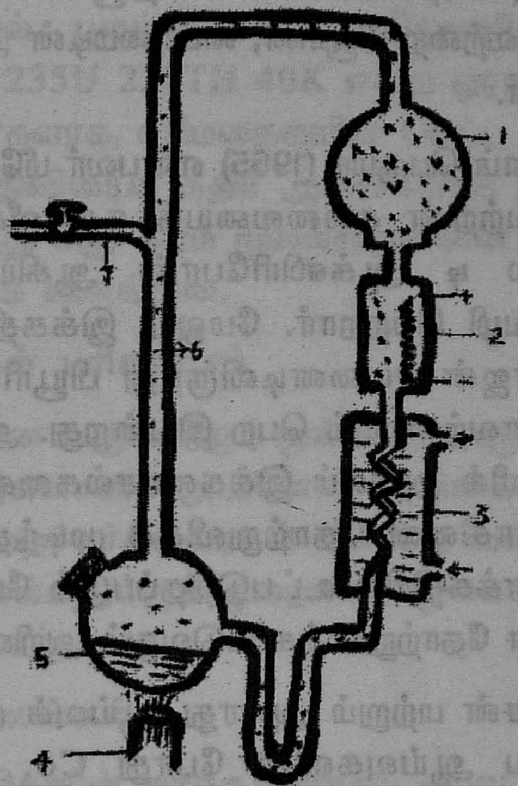
iii. இந்த வாயுக்களினால் ஆன பெரு முகில்கள் புவியின் கொந்தளிப்பான வளிமண்டலத்தில் அடிக்கடி மின்னல்களால் தாக்கப்பட்டன.

iv. வாயு மூலக்கூறுகளும், நீராவியும் சூரியனின் புற ஊதா (ரஎ) கதிர்களின் தாக்குதல்களுக்கும், மின்னல்களின் மின்னூட்டத்திற்கும் உட்படுத்தப்பட்டு பல அங்கக மூலக்கூறுகளை உண்டாக்கின. அந்தக் கால கட்டத்தில் வளிமண்டலத்தில் ஓசோன் படலம் (Ozone layer) உண்டாகவில்லை. இதனை சூரியனின் புறஊதாக் கதிர்களின் தாக்கம் அதிகமாக இருந்தது.

v. இவ்வாறு உண்டாக்கப்பட்ட அங்கக மூலக்கூறுகள் மழையோடு சேர்ந்து ஆழம் அதிகமில்லாத புவியின் கடற்பகுதிகளில் விழுந்து அங்கு ஒன்றோடு ஒன்று சேருவதற்கும், இணைவதற்கும் வாய்ப்பு ஏற்பட்டது.

இவற்றின் இணைவால் நீண்ட, ஓரளவு சிக்கலான பெப்டைடு (Peptide), அமினோ அமிலங்கள் (amino acids) போன்றவை முதலிலும், பின்பு இன்னும் சிக்கலான புரதங்களும் (Proteins), நியூக்லிக் அமிலங்களும் (Nucleic acids) தோன்றின.

மில்லரும், யூரேயும் தம்முடைய சோதனையில் புவியின் ஆரம்பகால வளிமண்டலத்தை உருவாக்கினர். அதனை மின்னல் போன்று மின் ஊட்டத்தையும், புறஊதாக் கதிர்களையும் கொண்டு தாக்கினார். சோதனையின் ஆரம்பத்தில் அவர்கள், இரண்டு மிக எளிய அமினோ அமிலங்கள் உட்பட ஒரு சில எளிய அங்கக மூலக்கூறுகளையும் (Organic molecules), பின்பு ஒரு சில சிக்கலான அங்ககப் பொருட்களையும், சோதனையை மேலும் நீட்டிக்கும் போது, மேலும் பல அமினோ அமிலங்களையும் பெற்றனர்.



படம் – 56. மில்லர் சோதனையின் உபகரணம்

1. மீத்தேன், அமோனியா மற்றும் ஹைட்ரஜன் வாயு
2. மின் அணுத்தெரிப்பை உண்டாக்கும் எலக்ட்ரோடு
3. ஆவியைக் குளிர வைக்க உதவும் நீர் சுற்றோட்டம்
4. வெப்பம் 5. நீர் கொண்ட குடுவை 6. நீராவி
6. வாக்குவம் பம்புடன் இணைக்கப்பட்ட குழல்

ஆய்வு வழிச்சான்றுகள்

1. சூரியக் கதிர்கள் உயிர் தோற்றத்திற்கு அடிப்படையான C,H,N2,P,S போன்ற மூலக்கூறுகளைக் கொண்டிருப்பதும் ஒரு சான்றாக அமைகிறது.
2. ஒரோ என்பவர் 1861ல் அமோனியம் சயனைடு கரைசலை 900Cல் ஒரு நாள் முழுவதும் வெப்பப்படுத்தி அடினின் அமினோ அமிலத்தை பெற்றார்.
3. ஒரோ, காக்ஸ் ஆகிய இருவரும் (1952) அல்டிஹைடு கரைசல்களைக் கொதிக்க வைப்பதன் மூலம் வெவ்வேறு கார்போஹைட்ரேட்டுகளை பெற்றனர்.

4. சாகன் (1963) என்பவர் DNA, நியூக்ளிக் அமிலங்கள் ATP போன்றவற்றை பியூரின், பைரிமைடின் ஆகியவற்றினின்று பெற்றார்.

5. பொன்னம் பெருமா (1965) என்பவர் மீதேன், அமோனியா, நீர் இவற்றின் கலவையைக் கதிர்வீச்சில் உட்படுத்தி ரிபோஸ் டி ஆக்ஸிரிபோஸ் ஆகிய சக்கரைகளை ஆய்வுவழி பெற்றார். மேலும் இக்கதிர்வீச்சின் மூலம் ஹைட்ரஜன் சயனைடிலிருந்து பியூரின், பைரிமைடின் ஆகியனவற்றையும் பெற இயன்றது. அடினின் ரிபோஸ், பாஸ்பாரிக் அமிலம் இக்கரைசல்களை வெப்பப்படுத்தி அடினோசினை தோற்றுவிக்க முடிந்தது. இக்கரைசல் புறஊதாக்கதிரில் உட்படுத்தப்படும் போது ATP, AMP ஆகியன தோற்றுவிக்கப்படுவதும் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது.

6. அபெல்சன் மற்றும் அவரது ஆய்வுக் குழுவினர் (1966) நடத்திய ஆய்வுகளின் போது Co, H, N ஆகியன ஒன்றுடன் ஒன்று வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் சயனைடு தோற்றுவிக்கப் படுவதாகவும், புற ஊதாக்கதிரிற்கு உட்படுத்தும் போது கிளைசின், அலனின், அஸ்பார்டிக் அமிலம், குளூடாமிக் அமிலம், செரின் போன்ற அமினோ அமிலங்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டது.

7. 3000 மில்லியன் (3–பில்லியன்)–ஆண்டுகளுக்கு முன்பு 20–க்கு மேற்பட்ட அமினோ அமிலங்கள் இருப்பதற்கான சான்றுகளை ஸ்காஃப் (1976–ல்) கூறுகிறார்.

8. கொரானா என்பவர் 1970–ல் 76 நியூக்ளியோடைடுகளை DNA மூலக்கூற்றினைச் செயற்கை வழியில் உருவாக்கினார்.

தொடக்க உலகின் உயிர் ஆதார சக்திகள்

தொடக்க அமைப்பாகிய நிலம், காற்று மண்டலங்களில் அமைந்த கார்பன், ஹைட்ரஜன், கந்தகம், ஃபாஸ்ஃபரஸ் முதலியன உயிர்மூலப் பொருட்களின் கரிம பொருட்களின் பரிணாமத்திற்கு அடிப்படையாகின்றன. உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மூலப்பொருட்களை உருவாக்கத் தேவையான தூண்டுதல் சத்தி

தொடக்க உலகில், பலவகையான கதிரவனின் கதிர்களாக, நிலையற்ற 238U 235U 232TH 40K என்ற ஓரகத்தனிமங்களின் ஆற்றல் மிகு கதிர்களாக, எரிமலைகளின் வெப்ப ஆற்றலாக, நுண் அலைகளாக, அதிவிரைவு கதிர் அலைகளாக நீராற்றல் வெப்ப சக்தியாக அமைந்து சிறு கரிம மூலக்கூறுகளின் பரிணாமத்திற்கு ஊன்றுகோல்களாக விளங்கின.

சிறு மூலக்கூறுகள் பரிணாமம்

உயிரமைப்பினை உருவாக்கும் முக்கியத்துவமுடைய அடிப்படை கரிம மூலக்கூறுகளான அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள், ஒற்றைச்சர்க்கரைகள் போன்ற வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் 100 டால்டனுக்குக் குறைவான மூலக்கூறு எடையுடைய சிறு மூலக்கூறுகளாகும்.

1. அமினோ அமிலங்கள்

ஆதாரச் சக்திகளின் தாக்கத்தினால் ஹைட்ரோகார்பன்கள், நீர், அமோனியா ஒருங்கிணைந்து அமினோ கூட்டுப் பொருளாகிய அமினோ அமிலங்கள் உருவாக்கப்பட்டன.

2. கொழுப்பு அமிலங்கள், கிளிசரால்

ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள் போன்றவற்றின் குன்றலினாலும், கூட்டமைப்பினாலும், ஆக்ஸிஜனேற்றத்தினாலும் கொழுப்பு அமிலங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. ஃபார்மால்டிஹைடு கூட்டமைப்பினால் கிளிசரால் உருவாக்கப் பெறுகின்றது.

$$\underset{\text{ஃபார்மால்டிஹைடு}}{2HCO} \xrightarrow{\text{கூட்டமைப்பு}} \underset{\text{(கிளைக்கால் ஆல்டிஹைடு)}}{CH_2\ OH\ CHO}$$

$$\underset{\text{(கிளைக்கால் ஆல்டிஹைடு)}}{CH_2\ OH\ CHO} \xrightarrow{O_2\ \text{குறைப்பு}} \underset{\text{கிளைக்கால்}}{CH_2OHCH_2OH} + \underset{\text{கிளைக்காலிக் அமிலம்}}{CH_2OH\ COOH}$$

3. ஹைட்ரோ கார்பன்கள்

புவி ஏறத்தாழ 10000C அளவிற்கு அல்லது அதற்கு குறைவான வெப்பநிலைக்கு குறைந்த போது CH, CH2 போன்ற மிகுந்த செயல்பாடுடைய தனித்த தனிமங்கள் சுருங்கி பல தெவிட்டிய, தெவிட்டாத ஹைட்ரோகார்பன்களைத் தோற்றுவித்தன.

CH + CH	HC = CH (அசிட்டிலைன்)
$CH_2 + CH_2$	$H_2C = HC_2$ (எத்திலைன்)
$CH_2 + CH_2$	$CH_4 + C$ (மீத்தேன்)
$2CH_4$	$HC = CH + 3H_2$ (அசிட்டிலைன்)
CaC2 + H2O	$H_2 = CH + CaH$
$3Fe4C_5 + 16H_2O$	$C1_5H_{32} + 4Fe_3O_4$.

ஹைட்ரோகார்பன் வழிப் பெறப்படும் பொருட்கள்

ஹைட்ரோகார்பன் அதிக வெப்பமடைந்த நீராவியுடன் செயல்பட்டு ஆக்ஸி, ஹைட்ராக்ஸி வழி பெறப்படும் பொருட்களான ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்களின் அமிலங்களைத் தோற்றுவித்தன.

$HC = CH + H_2O$		CH_3CHO
(அசிட்டிலைன்)	(நீர்)	(அசிட்டால்டிஹைடு)

4. பியூரின், பிரிமிடைன்

தொடக்க உலகின் ஹைட்ரஜன் சயனைடு வெப்ப ஆற்றல் வழி சுருக்க வினையினால் பியூரின்களையும், பிரிமிடைன்களையும் தோற்றுவித்தது.

5. நியூக்கிளியோடைடுகள்

நியூக்கிளியோடைடுகளும் அதன் தொடர்புடைய பிற பொருட்களும் வெப்பஆற்றல், புறஊதாக்கதிர் போன்றவற்றின் விளைவினாலும் ஃபாஸ்ஃபரஸ் ஏற்றம் மூலம் உருவாயின.

6. பார்ஃபைரின்

மீத்தேன், அமோனியா, நீராவி ஆகிய கலவைகளிலிருந்து

ஹைட்ரஜன் அற்ற நிலையில் பார்ஃபைரின் உருவாவதாக ஹைட்கன் (1968) கூறுகிறார். ஃபார்மால்டிஹைடும், பைரோலும், பார்ஃபைரினுக்கு மூலப்பொருட்களாக இருந்திருக்கலாம் என்று இவர் கூறுகிறார்.

பெரும் மூலக்கூறுகள் பரிணாமம்

சிறு மூலக்கூறுகளின் உருவாக்கத்தைத் தொடர்ந்து பெரும் மூலக்கூறுகலான புரதம், உட்கரு அமிலங்கள், கொழுப்பு கார்போஹைட்ரேட்டுகள் போன்றவை பரிணாமத்தின் தொடர்ச்சியால் தோன்றியதாக வல்லுனர்கள் கூறுகிறார்கள். நொதிப்புரதங்கள் அமினோஅமிலங்களின் கூட்டமைப்பை உருவாக்கப் பயன்படுவதோடு மற்ற பெரும் மூலக்கூறுகளான உட்கரு அமிலங்கள், கொழுப்பு போன்றவையும் படிப்படியாக உருவாக்கப் பயன்பட்டு இருக்கும் என்று வல்லுனர்கள் கூறுகிறார்கள். இந்த பெரும் மூலக்கூறு பரிணாம வளர்ச்சியின் காரணமாக முதல் செல் உருவாக்கம் பெற்றிருக்கலாம் என்று ஆய்வு முடிவுகள் கூறுகின்றன.

உயர்வேதிய பரிணாமத்தினால் கரிம மூலக்கூறுகள் வெவ்வேறு சேர்க்கைகளாக, பல்வேறு கூழ்ம துகள்களாக மாறி கோசர்வேட்டுகள் என்ற பெயரைப் பெற்றன. இது உயிர்த்தன்மை கொண்ட இருவகை செல் அமைப்பை உருவாக்குகின்றன. அவை 1. மொனிரா வகை: இதில் நெருக்கமின்றி தொகுக்கப்பட்ட உட்கரு புரதங்கள் உள்ளன. இவை பாக்டீரியங்கள், சயனோ பாக்டீரியங்கள் போன்றவற்றை உருவாக்கலாம் என கூறப்படுகின்றன. 2. புரோடிஸ்டா வகை : இந்த செல்களில் உட்கரு புரதவகை குழிகள் கொண்ட சவ்வினால் சூழப்பட்டு காணப்படும். உயர்நிலை உயிரிகளின் செல்கள் இந்தவகையைச் சார்ந்தது. இந்த இருவகை செல்களும் கடல்நீரில் வாழ்ந்து வரும் நுண்ணுயிரிகளை நினைவு கூறினாலும், காலப்போக்கில் இந்த உட்கரு புரதங்கள் மையத்தில் உட்கருக்களாக மாறியதாக வல்லுனர்கள் கூறுகிறார்கள். இந்த தொடக்க கால உயிரினங்கள் தங்கள் வாழ்க்கையில் பல்வேறு வழிகளில் உணவைப் பெற்றதால் அவை கீழ்க்கண்ட உயிரினங்களாகப் பெயரிடப்பட்டன.

1. ஒட்டுண்ணிகள் – இவை மற்றொரு உயிர் செல்லினுள் இருந்து வாழ்க்கையை நடத்தும், தற்கால வைரஸ்கள், பாக்டீரியாக்கள் இவற்றிலிருந்து தோன்றியிருக்கும்.

2. சாறுண்ணிகள் – இறந்துபோன செல்களின் மேல் வாழத்தொடங்கிய இந்த உயிரினங்கள் பெரும்பாலான பாக்டீரியங்களை உருவாக்கி இருக்கலாம்.

3. கொன்றுதின்னிகள் – ஓர் உயிர்ச்செல்லை கொன்று அதனை உண்ணும் உயிரிகள். இவற்றில் இருந்து தற்கால கொன்றுதின்றும் உயிரிகள் தோன்றியிருக்கலாம்.

4. இரசாயன சேர்க்கை செய்பவை – தொடக்க கால பாக்டீரியங்கள் கரிமப்பொருட்களில் வேதி வினைகளை ஏற்படுத்தி அதன்மூலம் பெறப்படும் சக்தியின் உதவிகொண்டு உணவைத் தயாரித்து வந்தன. இன்று காணப்படும் சில பாக்டீரியங்கள் இச்செயலைச் செய்வதைக் காணமுடிகிறது.

5. ஒளிச்சேர்க்கை செய்பவை – சூரிய ஆற்றலை பயன்படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலமாக உணவு தயாரிக்கும் முறை இன்றும் தாவர இனங்களில் காணமுடிகிறது. இச்செயல்பாட்டைத் தொடக்கக் கால நுண்ணுயிரிகள் பச்சையங்களை உருவாக்கி செய்திருக்க வேண்டும். இவற்றில் இருந்து தாவர உலகம் பரிணாமம் அடைந்திருக்க வேண்டுமென்று வல்லுனர்கள் கூறுகின்றார்கள்.

மேற்குரிய அனைத்து வினைகளும் அடிப்படை கூட்டுப் பொருட்கள் அடங்கிய கடலில்தான் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டுமென்று நம்பப்படுகின்றது. இதனை வெப்பம் மிகுந்த நீர்த்த குழம்பு (Primordial Soup) என ஹால்டேன் குறிப்பிடுகின்றார்.

தொடக்க காலத்தில் கடலில் தோன்றிய உயிர் பின்னால் நிலத்திற்கு இடம்பெயர்ந்தது என்று ஹ.ழ.சர்ச் (A.H.Church) என்பவர் தன்னுடைய “ இடப்பெயர்ச்சி கொள்கை” (Transmigration hypothesis) மூலம் கூறினார். இந்த இடப்பெயர்ச்சி சைல்யூரின் (Silurian) யுகத்தில் முதன் முதலில் ஏற்பட்டது என்றும், தொடக்க

காலத்தில் நீர் நிறைந்த சதுப்பு நிலத்திற்கு கடல் உயிரிகள் தாவின என்றும் சர்ச் கூறினார்.

RNA உலகம்

1950–ம் ஆண்டுகளில் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் உதவி கொண்டு ஜார்ஜ் பாலேட் (Goerge Palade) என்பவர் மைக்ரோம்சோம்கள் (Microsomes) என்ற சொல்லின் மிகச்சிறிய செல் உறுப்புகளின் ஆய்வுகள் மேற்கொண்டார். 1956–ம் ஆண்டு RNA அதிகம் பெற்ற மைக்ரோசோம் கூறுகளை அவரால் அடையாளம் காட்ட முடிந்தது. இவை பின்னால் ரைபோசோம்கள் (Ribosomes) என்று அழைக்கப்பட்டன. விரைவிலேயே ரைபோசோம்கள் தான் னுசூஹவில் இருந்து தகவல் பரிமாற்றம் அடைய மிக உறுதுணையாக இருக்கின்றன என்பது நிரூபிக்கப்பட்டது. 1956ஆம் ஆண்டு மக்லோன் புஷ் ஹோக்லாண்டு (Mahlon Bush Hoagland) என்பவர் RNA வின் வெவ்வேறு வகையான சிறிய மூலக்கூறுகள் சைட்டோபிளாசத்தில் (Cyto-plasm) காணப்படுகின்றன எனக் கூறினார். இவை அனைத்தும் குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலங்களுடன் இணைந்து காணப்படுகின்றன. இத்தகைய ரைபோசோம்களுடன் தொடர்புடைய சிறிய RNA-க்களை பரிமாற்றும் RNA-க்கள் (Trans-fer RNAs or t-RNAs) என்று ஹோக்லாண்டு தெரிவித்தார். ஒவ்வொரு t-RNA மூலக்கூறும் எதிர்கோடான்களை (Anticodons) உருவாக்கும் மூன்று நியூக்ளியோடைடுகளை கொண்டுள்ளன. t-RNA-வில் இந்த மூன்று நியூக்ளியோடைடுகளும் அமைந்துள்ள தொடர் வரிசையைப் பொறுத்து, இவற்றின் இணைகளாக m-RNAயில் அமையும் கோடான் (Codons)களை உருவாக்கும் மூன்று நியூக்ளியோடைடுகளும் தொடர் வரிசையைக் கொண்டுள்ளன. இதன் காரணமாகவே t-RNA மூலக்கூறின் இணைந்துள்ள அமினோ அமிலங்களின் தொடர் வரிசையும் m-RNA இழைக்கு இணைப்போக்கில் அமைவது நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

பாஸ்டர் ஆய்வு நிலையத்தைச் சேர்ந்த இரண்டு பிரான்ஸ் நாட்டு ஆய்வாளர்களான J.L.மோனாடும் (J.L.Monod) (1910-1976), F.J.ஜேக்கப்பும் (F.J.Jacob) நியூக்ளியஸின் DNA தகவல்களை அதன் வார்ப்பு அச்சு இழை (Tamplate stand) ஆக செயல்படும்

நியூக்ளியஸில் உள்ள ஒரு RNA மூலக்கூறுக்கு மாற்றுகிறது என்று கூறினர். இந்த நிகழ்ச்சிக்கு படியெடுத்தல் (Trancription) என்று பெயர். இந்த RNA மூலக்கூறுகள் நியூக்ளிஸிலிருந்து தகவல்களை சைட்டோபிளாசத்திற்கு எடுத்துச் செல்வதால் இவை செய்தி ஏவல் RNA (Messenger RNA or m-RNA) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த m-RNA விலும் கோடான்களை (Codons) உருவாக்கும் மூன்று நியூக்ளியோடைடுகள் அமைந்திருப்பதால் t-RNAவின் எதிர்கோடான்களும், m-RNAவின் கோடான்களும் m-RNAவின் பரிமாற்ற மையங்களில் ஒன்றுக்கொன்று சரியாகப் பொருந்திக் கொள்கின்றன. இதன் மூலம் ரைபோசோம் பரப்பின் மேல் அமரும் DNAவில் இருந்து தான் ஏற்று வந்த தகவல்களை t-RNAக்கு மாற்றுகிறது. இந்த தகவல் உடனே t-RNAவின் மூலம் அமினோ அமிலங்கள் எந்த தொடர் வரிசையில் அமைய வேண்டும் என்று நிர்ணயம் செய்ய உதவுகிறது. இதன் காரணமாகச் சரியான, குறித்த புரதம் உருவாகிறது. DNA, m-RNA, t-RNA வின் மூன்று அடுத்தடுத்த நியூக்ளியோடைடுகளின் தொகுப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலத்தை தேர்வு செய்ய உதவுகிறது. எந்தக் தொகுப்பு எந்த அமினோ அமிலத்தை உருவாக்குகிறது என்பது ஒருசில ஆண்டுகளுக்குக் கேள்விக்குறியாக அமைந்தது. ஆனால் இதற்கான விடையை ஜீன் சங்கேதம் (Genetic Code) அளித்தது.

ஜீன் சங்கேதம் பற்றிய ஆய்வானது 1955–ஆம் ஆண்டு செவெரோ ஒக்கோவா (Severo Ochoa) என்பவரால் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. இவர் பாக்டீரியத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு நொதி DNA-வின் ஒரு இழை அதற்கான இணை இழையை (Complementary Strand) உற்பத்தி செய்யும் செயலை தூண்டுவதாகவும், இந்த நொதி தனித்தனி நியூக்ளியோடைடுகளிலிருந்து RNA போன்ற பொருளை உருவாக்கும் என்று கூறினார். இதற்குப் பின்னர் ஆர்தர் கார்ன்பெர்க் (Arthur Kornberg) தனித்தனி நியூக்ளியோடைடுகளிலிருந்து DNA போன்ற பொருளை உருவாக்கினார். ஒக்கோவாவும், கார்ன்பெர்க்கும் தம்முடைய ஆய்வுக்காக 1959–ஆம் ஆண்டு வாழ்வியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசினைப் பெற்றனர். இவர்கள் விட்ட இடத்தில் இருந்து தொடங்கியவர் வாரன் நீரன்பெர்க் (Warren Nirenberg) சோதனைச்சாலையில் ஒக்கோவா

முறையில் 1961–ஆம் ஆண்டு RNA-வைத் தயாரிக்கப்பட்ட RNA யை m-RNAவின் செயலை ஏற்குமாறு செய்த இவர் தன்னுடைய ஆய்வைத் தொடங்கினார். இந்த RNA-வில் உள்ள ஒரே நியூக்ளியோடைடு முத்தொகையும் (Triplet) UUU-வாக இருக்கும் வகையில் இதன் அமைப்பு---UUU---வாக உண்டாக்கப்பட்டது. இது புரதத்தை உண்டாக்கியபோது அந்தப் புரதம் ஃபினைல் ஆலனைன் (Phenyl alanine) என்ற அமினோ அமிலத்தைப் பெற்றிருந்தது. அதாவது முத்தொகையக் கோடான் ருருரு வாக இருந்தால் அதற்கான அமினோ அமிலம் ஃபினைல் ஆலனைன் ஆகும். இதே துறையில் ஆய்வு செய்த ஹர்கோவிந் கொரானா (Har Gobind Khorana) வெவ்வேறு அமினோ அமிலங்களுக்கான வெவ்வேறு நியூக்ளியோடைடு முத்தொகையங்கள் (Letters of the code) உள்ளன என்று கண்டுபிடித்தார்.

நீரன்பெர்க் மற்றும் கோரான்ா ஆகிய இருவரும் தனித்தனியாக முழு ஜீன் சங்கேதத்தையும் கண்டுபிடித்தனர். பல முத்தொகையங்களால் ஆன ஜீன் சங்கேதம், கோரானா, நீரன்பெர்க் மற்றும் இராபர்ட் ஹோலி (Robert Holley) ஆகிய மூவருக்கும் 1968–ஆம் ஆண்டிற்கான வாழ்வியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. பின்னர் கோரானாவும் அவருடைய சகாக்களும் 1970–ஆம் ஆண்டு ஜீன்களை சோதனைகள் மூலம் உருவாக்கினார்கள். தேவைப்பட்ட ஜீன்களை பிறகாலத்தில் உருவாக்க இவர்களுடைய முயற்சி ஒரு தூண்டுகோலாக அமைந்தது.

பரிணாமக் கொள்கைகள்

புவியில் தற்பொழுது வாழ்ந்து வரும் உயிரினங்கள், எளிய தன்மையினின்று எவ்வாறு படிப்படியாய் மாற்றம் அடைந்தன என்பதைப் பல்வேறு பரிணாமக் கொள்கைகள் விளக்குகின்றன. வேறுபட்ட உயிரினங்களை உண்டாக்க உதவும் இந்த மாற்றங்கள் எவ்வாறு தோன்றின மற்றும் எவ்வாறு பெறப்பட்டன என்பதை பல்வேறு கால கட்டங்களில் கூறப்பட்ட கொள்கைகள் விளக்குகின்றன.

பரிணாமத்திற்கான சான்றுகள் (Evidence for Evaluation)

பரிணாமத்திற்கான சான்றுகள், சிற்றினங்கள், இனக்குழுமங்கள் பரிணாமத்தின் மூலம் உண்டாகின்றன என்பதை விளக்குகின்றன. இவை உயிர்வாழ்ந்து வரும் உயிரினத் தொகுதிகளுக்கிடையே உள்ள உறவுகளின் அடிப்படையில் தரப்பட்ட சான்றுகள் ஆகும். இவ்வுறவுகள் பரிணாம உறவுகள் எனப்படுகின்றன. தொடக்க காலத்தில் வாழ்ந்து மடிந்து பின் புதையுண்ட உயிரினங்களின் தொல்லுயிர் படிமங்களின் (Fossils) மூலமும் சில சான்றுகள் கிடைத்துள்ளன. பின்வருவன பரிணாமத்திற்கான சான்றுகளில் முக்கியமானவையாகும்.

I. புற அமைப்பு மற்றும் ஒப்புமை உள்ளமைப்பியல் சான்று (Evidence from morphology and Comparative Anatomy)

உயிரினங்களின் உறுப்புகளில் இருவகையான ஒப்புமைகள் உள்ளன. பிறப்பொப்புமை பண்புகள், செயலொப்புமை பண்புகள் (Homologous and analogous characters) என்பவையாகும். பல்வேறு உயிரினங்களின் பிறப்பாலொத்த ஒரே அங்கங்கள் ஒரே வகை அடிப்படை உள்ளமைப்பு பண்புகளையும் ஒரே வகை கருநிலைத் தோற்ற முறையையும் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக் காட்டு, முதுகெலும்பு பிராணிகளின் ஒப்புமை உள்ளமைப்பில், மனிதனின் முன்னங்கை, குதிரை, திமிங்கலம், அகழ் எலிகள், வௌவாள் மற்றும் பறவை போன்றவற்றில், முன்னங்கால்கள் செய்தொழிலால் மாறுபட்டிருந்தாலும் பிறப்பால் ஒத்தவை.

ஒவ்வொரு உயிரினத்தின் முன்னங்கால்களும் அவை செய்யும் தொழிலுக்கேற்ப ஹியூமரஸ் (Humerus) ஒற்றை எலும்பைப் பெற்ற முன் கரம், அல்னா, ரேடியஸ் (ulna, Radius) என்ற இணைப்போக்காக அமைந்த எலும்புகளைப் பெற்ற பின் கரம், கார்பல்கள் (Carpals) என்ற எலும்புகளைப் பெற்ற மணிக்கட்டு, மெட்டா கார்பல்கள் (Metacarpals) எலும்புகளைப் பெற்ற உள்ளங்கை ஃபிலான்ஜீகள் (Pilanges) எலும்புகளைப் பெற்ற விரல்கள் போன்ற எலும்புத் தொகுதிகளும் வெவ்வேறு வகையில் மாற்றுரு அடைந்துள்ளன. உதாரணமாக பறவைகளில் மூன்று விரல்கள் மற்றும் மணிக்கட்டில் இரு கார்பல்கள் மட்டுமே உள்ளன. மற்ற கார்பல்கள் மூன்று மெட்டா கார்பல்களுடன் இணைந்து கார்போமெட்டா கார்பல் என்ற இரு நீண்ட எலும்புகளாக உள்ளன.

II. எச்ச உறுப்புகளிலிருந்து பெறப்படும் சான்றுகள் (Evidence from vestigial Organs)

மூதாதையர்களில் தங்களுக்கு உகந்த வேலைகளைச் செய்து சிறந்து விளங்கிய உடல் உறுப்புகள் சில, காலப்போக்கில் அக்குறிப்பிட்ட வேலைகள் அவசியமற்றுப்போனதால், தேவையற்றுப்போய் படிப்படியாக அழிந்து செயலற்ற உறுப்புகளாகத் தற்போது வாழ்ந்து வரும் உயிரினங்களில் விடப்படுகின்றன. இவ்வுறுப்புகள் எச்ச உறுப்புகள் அல்லது பதிவுச் சுட்டு உறுப்புகள் எனப்படும். மனித உடல் "எச்ச உறுப்புகளை அதிகம் பெற்ற ஒரு அருங்காட்சியகம்" (Museum of vestiges) என்று கூறப்படுகிறது. மனித உடலில் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட எச்ச உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. வெர்மிஃபார்ம் அபெண்டிக்ஸ் (Vermiform appendix) என்ற குடல்வால் ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும். இதை சிறுகுடலும் பெருங்குடலும் சந்திக்கும் இடத்தில் உள் பெருங்குடலின் ஒரு சிறு பகுதியாகிய சீக்கம் (Caecum) என்ற அமைப்பில் இருந்து தோன்றும் வால் போன்ற பகுதியாகும். மற்ற தாவர உண்ணி விலங்குகளில் இது பெரிதாக இருப்பதுடன் செயல்படும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. மனிதனுக்கு இது அவசியமற்றுப் போனதால் காலப் போக்கில் மறைந்து, அவனது உடலில் எச்ச உறுப்பாகக் காணப்படுகிறது.

III. கருவியல் சான்றுகள் (Embrological Evidence)

வான்பேயர் (Von Bayer) என்ற அறிஞர் கருவியல் என்பது உயிரினத்தின் முழு உடல் அமைப்பு ஏற்படும்வரை நிகழும் ஆக்கச் செயல்களை விளக்கும் அறிவியலாகும். வெவ்வேறு பிராணிகள் வளர்ச்சியடையும் போது சில பொதுகுணங்களைப் பெறுகின்றன. கரு மேலும் வளர்ச்சி அடையும் போது முதலில் இருந்த பொது குணங்களைவிட, சாதாரண பொது குணங்கள் தோன்றுகின்றன. பின்பு கடைசியாக சிறப்பான குணங்கள் தோன்றி, அவை ஒன்றுடன் ஒன்று வேறுபட ஆரம்பிக்கின்றன என்று கூறினார். வான்பேயர் இந்த கருத்தைக் கொண்டு ஃபிரிட்ஸ் முல்லர் (Fritz Muller) என்பவர் தோற்ற வரலாற்றினையும் (Ontogen) தொகுதி வரலாற்றினையும் (Phylogeny) ஒப்பிட்டு அறிந்தார். அவையாவன ஒரு பிராணி வளர்ச்சியடைந்து வரும்பொழுது பல நிலைகளை தாண்டி

செல்கிறது. அப்போது தனது முன்னோரின் முழு வளர்ச்சி நிலைகளையும் கடந்து, பின்னர் தனக்கென்று சிறப்பு குணங்களுடன் கூடிய முதிர்நிலையை அடைகிறது. இவற்றைக் கொண்டு, ஒரு உயிரினத்தின் தோற்ற வரலாறு அந்த உயிரினத்தின் தொகுதி வரலாற்றின் சுருக்கமாக ஒரே நேரத்தில் புலப்படுமாறு வெளிப்படுகிறது. இவற்றை "தோற்ற வரலாறு, தொகுதி வரலாற்றினைப் பின்பற்றுகிறது" (Ontogeny Recapitulaes Phylogeny) என்ற கருத்தாக ஹேகெல் என்பவர் கூறுகிறார்.

IV. உடற்செயலியல் மற்றும் உயிர்ம வேதியியல் சான்றுகள் (Physiological and Biochemical Evidence)

உயிரினங்களின் புறஅமைப்பு பண்பு உறவுகளுக்கு இணையாக அமைந்த உயிர்ச்செயலியல் மற்றும் உயிர்வேதியப் பண்புகள் மற்றும் மூதாதையர் பற்றிய முக்கிய விபரங்களை அளிக்கின்றன. ஒரே வகையான நொதிகள் மற்றும் ஹார்மோன்கள் பல விலங்கின தொகுப்புகள் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக புரோட்டோசோவா முதல் பாலூட்டிகள் வரை டிரிப்சின் என்ற நொதி காணப்படுகிறது. தைராக்ஸின் என்ற ஹார்மோன் அனைத்து முதுகுநாண் பெற்ற விலங்குகளிலும் காணப்படுகிறது. அத்துடன் ஹார்மோன் அவ்விலங்குகளுக்கிடையே மாற்றப்படும் போது ஒத்த விளைவையே தரவல்லது. எடுத்துக்காட்டாக தவளையின் தைராய்டு சுரப்பி நீக்கப்படின் அதன் மெட்டாமார்ஃபோசிஸ் பாதிக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் அதற்கு பாலூட்டி விலங்கின தைராய்டு திசு பொருத்தப்படும்போது அதன் இயல்பான உருமாற்றம் நிகழத் தொடங்குகிறது.

V. தொல்லுயிரியல் சான்றுகள் (Paleontological Evidence)

தொடக்க காலத்தில் வாழ்ந்து இறந்த உயிரினங்களின் பகுதிகள் பூமியில் புதையுண்டு எச்சங்களாகத் தற்போது கிடைக்கின்றன. இவைகளுக்கு தொல்லுயிர் படிமங்கள் (Fossils) என்று பெயர். 18-ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் தான் உலகின் பல பகுதிகளிலிருந்து இவைகள் கிடைக்கப்பெற்றன. இவைகள் இருந்த பாறைகளின் வயதை அறிஞர்கள் சில சோதனைகளின் அடிப்படையில் கண்டறிந்தனர். இப்பாறைகள் உலகில் எப்பொழுது தோன்றின என்பதைக் கொண்டு, அதாவது அவற்றின் வயதைக் கொண்டு

மண்ணியல் கால அட்டவணையை வகுத்தனர். பின்னர் அவர்கள் எடுத்த தொல்லுயிரியின் படிமங்களையும் அவை எங்கே கிடைத்தனவோ அங்குள்ள பூமியின் பகுதிகளையும் ஒப்புநோக்கி ஆராய்ந்தனர். இந்த ஆய்வின் மூலம், மிகப் பழங்காலப் பாறைகளில் எளிய அமைப்புடைய உயிரினங்களும், அதற்கு அடுத்த உண்டாகிய பாறைகளில் சிக்கலான அமைப்புடைய உயிரினங்களின் படிமங்களும் கிடைத்தது தெரியவந்தது.

உதாரணமாக கிராண்ட கான்யான் (Grand Canyon) என்ற இடத்தில் கொலராடோ நதியினருகில் ஒரு மைல் ஆழத்தில் பெறப்பட்ட பாறைப்படிவுகள் “உலகத்தின் கதைப் புத்தகம் (Story book of the world)” என அழைக்கப்படுகிறது.

யுகங்கள் பெரும் பிரிவுகள் கால அளவு வருடங்களில் (தற்பொழுது முதல்) யுகங்கள் (Eioches) ஓங்கிக் காணப்பட்ட உயிரினங்கள் உயிரியல் சிறப்பு வாய்ந்த நிகழ்ச்சிகள்

யுகங்கள்	பெரும் பிரிவுகள்	கால அளவு வருடங்களில் (தற்போதுக்கு முதல்)	யுகங்கள் (Epoches)	ஓங்கிக் காணப்பட்ட உயிரினங்கள்	உயிரியல் சிறப்பு வாய்ந்த நிகழ்ச்சிகள்
சீனோசோயிக் (புதுயுகம்) —CENOZOIC— 60 மில்லியன்	குவாட்டர்னரி	2 மில்லியன்	நடப்பு	சிறுசெடிகளும், மனிதர்களும்	சிறுசெடிகள் ஓங்கு நிலை அடைந்தன நாகரிக மனிதர் தோன்றினார்
			பிளீஸ்டோசீன்		பல மரத்தாவரங்களும் பெரிய பாலூட்டி விலங்குகளும் மறைந்து போயின
	டெர்சியரி	பின் டெர்சியரி 25 மில்லியன்	பிலியோசீன்	பூக்கும் தாவரங்கள், பாலூட்டிகள் மற்றும் பறவைகள்	சிறுசெடிகளின் தோற்றம், காடுகள் குறைதல், மனிதன் தோன்றுதல்
			மியோசீன்		தாவரத் தொகுதிகள் பின்னடைதல், காடுகள் குறைதல், பாலூட்டிகள் முற்றிலும் தோன்றிவிட்ட நிலை
		முன் டெர்சியரி 75 மில்லியன்	ஒலிகோசீன்		உலகளாவிய வெப்பக்காடுகள் காணப்படுதல் முதல் ஆந்த்ரோபாய்டு ஏப்புகள் தோன்றல், ஆரம்பகால பாலூட்டிகள் மறைதல்
			இயோசீன்		பூக்குந்தாவரங்கள் நவீனமாதல், வெப்பக் காடுகள் விரிந்து வளர்தல், நவீன பாலூட்டிகள் தோன்றுதல்
			பேலியோசீன்		
மீசோசோயிக் (இடையுகம்) —MESOZOIC— 125 மில்லியன்	பின் நடுயுகம்	கிரிடேஷியஸ் 135 மில்லியன்		உயர்நிலை ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் மற்றும் ஊர்வன	பூக்குந்தாவரங்கள் தோன்றி துரிதமாகப் பரவுதல், ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் ஒன்றி இருப்பினும் பல மறையத் தொடங்குதல், முதல்நிலை பாலூட்டிகள் தோன்றுதல், பெரிய ஊர்வன விலங்குகள் மறைந்துபோதல்
	முன் நடுயுகம்	ஜூராசிக் 165 மில்லியன்			முதல் பூக்குந்தாவரம் தோன்றுதல், ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் ஓங்குநிலை பெற்றிருத்தல், டைனோசார்ஸ் மற்றும் உயர்நிலை பூச்சி இனங்கள் அதிகமிருத்தல், பறக்கும் டெரோடாக்டைல்கள் மற்றும் முதல் நிலைப் பறவை இனங்கள் காணப்படுதல்.
		ட்ரையாசிக் 205 மில்லியன்			சைக்கேட்கள் பெருகியிருத்தல், ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் அதிகரித்தல்

பேலியோசோயிக் (பழைய உயிரி யுகம்) –PALEOZOIC– 368 மில்லியன்	பின்பேலியோசோயிக்	பெர்மியன் 230 மில்லியன்		லைக்கோ போடுகள், விதைதாங்கு பெரணிகள் மற்றும் இருவாழிகள்	நவீன கோனிஃபெர்களின் முதல் தோற்றம், நிலம் வாழ் முதுகெலும்பிகள் அதிகரித்தல்
		பென்சில்வேனியன் 250 மில்லியன்			முதல்நிலை ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் ஓங்கியிருந்தன
		மிசிசிப்பியன் 280 மில்லியன்			லைக்கோபோடுகள், ஈக்குசீட்டம், மற்றும் விதைதாங்கு பெரணிகள், ஓங்கியிருந்தன ஆரம்பகால ஊர்வன மற்றும் பூச்சிகள் தோன்றுதல்
	நடுபேலியோசோயிக்	டிவோனியன் 325 மில்லியன்		ஆரம்பகால நிலத் தாவரங்கள் மற்றும் மீன்கள்	ஆரம்பகால நிலத்தாவரங்களின் தோற்றம் இருவாழிகளின் தோற்றம், மீன்கள் ஓங்குநிலை பெறுதல்
		சைலூரியன் 360 மில்லியன்			ஆல்காக்கள் ஓங்கு நிலை பெறுதல், காற்றை சுவாசிக்கும் முதல் விலங்கு தோன்றுதல்
	முன் பேலியோசோயிக்	ஆர்டோவிசியன் 425 மில்லியன்			கடல்வாழ் ஆல்காக்கள் ஓங்கு நிலை பெறுதல் கடற்பஞ்சு இனங்கள், நட்சத்திர மீன்கள், மட்டி இனங்கள் அதிகம் காணப்படுதல்
		கேம்ப்ரியன் 500 மில்லியன்			ஆல்காக்கள் ஓங்கியிருத்தல், பலவகை நாண் அற்ற விலங்குகள் அதிகரித்தல்
புரோட்டிரோசாயிக் (தொன்மையுகம்) – PROTEROZOIC– 900 மில்லியன்		1500 மில்லியன்		ஆரம்பகால கடல்வாழ் முதுகுநாண் அற்ற விலங்குகள்	பாக்டீரியங்கள், சிற்றினம், ஆல்காக்கள், புழு இனங்கள், கிரஸ்டேஷியன்கள் ஓங்கியிருத்தல்
ஆர்க்கியோசாயிக் (பழைய யுகம்) – ACHEOZOIC– 2000 மில்லியன்		2000 மில்லியன்		ஒற்றைசெல் உயிரிகள்	தொல்லுயிரி எச்சங்கள் ஏதுமற்ற காலம், ஒற்றைச்செல் உயிரிகள் காணப்படுதல் முதல் முழு உயிரியின் தோற்றம்

VI. புவியியல் பரவுச் சான்று (Evidences from geographical distribution)

மிக அருகாமையில் இருக்கும் தேசங்களில் அல்லது ஒத்த காலநிலைகளைப் பெற்ற பிரதேசங்களில் வேறுபட்ட தாவர மற்றும் விலங்கினங்கள் காணப்படுதலுக்குத் தொடர்பற்ற பரவுமுறை (Discontinues Distribution) என்று பெயர். இவற்றிற்குக் காரணம் பல சிற்றினங்கள் அதில் தூர இலக்குகளுக்குப் பரவுதல் அடைகின்றன. இத்தூர இலக்கிற்கு இடைப்பட்ட பகுதியில் விரவுற்ற இனம் மரபற்று போகுமானால் இடைவெளி பரப்புகளில் பிரிக்கப்பட்ட இனத் தொகைகள் ஆகின்றன. அப்படிப்பட்ட நிகழ்ச்சி ஏற்பட்டதற்கானச் சான்றுகளைத் தொல்லுயிர் படிமங்கள் அளிக்கின்றன.

தொடர்பற்ற பரவுமுறைக்கு எடுத்துக்காட்டு ஆப்பிரிக்காவின் கிழக்குத் தொடர்ச்சி பிரதேசங்களிலிருந்து சுமார் 260 மைல் தூரத்தில் தான் மடகாஸ்கர் என்ற தீவு உள்ளது. ஆனால் இவ்விரு இடங்களிலும் உள்ள உயிரினங்கள் பெரிதும் வேறுபட்டு விளங்குகின்றன. ஆஸ்திரிரேலியா, தென் ஆப்பிரிக்கா மற்றும் தென் அமெரிக்காவின் மேற்குப் பகுதி ஆகியவற்றின் காலநிலை ஒத்திருப்பினும் இப்பகுதிகள் ஒவ்வொன்றின் தாவர மற்றும் விலங்கின வகைகள் பெரிதும் வேறுபட்டு காணப்படுகின்றன.

சிறப்பு உருவாக்க கொள்கை (Theory of special creation)

எர்ன்ஸ்ட் ஹெக்கல் (Ernest Haeikel) (1834 - 1910) 1868ஆம் ஆண்டில் எழுதிய படைப்பின் வரலாறு (History of creation) என்ற நூலில் (பரிணாமக் கொள்கையை ஏற்று எழுதப்பட்ட முதல் நூல் இதுதான்) உயிர் ஏணியின் (Ladder of life) 22 படிகளில், 22ஆம் படியில் மனிதர்களையும், 21 ஆம் படியில் pithecanthropus alatus என்ற பேசத் தெரியாத மனித – வாலில்லாக் குரங்குகையும் வைத்தார். இந்த விலங்கு அப்பொழுது உயிருடன் காணப்படவில்லை எனவும், அது இந்தியக் கடல்கோள் கொண்ட லெமூரியா (Lemuria) கண்டத்தில் தோன்றியது என்றும், அதன் தொல்லுயிர் எச்சங்கள் கிழக்கிந்திய தீவுகள், போர்னியோ அல்லது ஜவாவில் காணப்படலாம் என்றும் அவர் மேலும் எடுத்துரைத்தார். இந்த கருத்தினால் ஈர்க்கப்பட்ட ஹாலந்து நாட்டைச் சேர்ந்த மனித உள்ளமைப்பியல் (anatomy) ஆசிரியரான யூஜீன் டுபாஸ் (Eugene

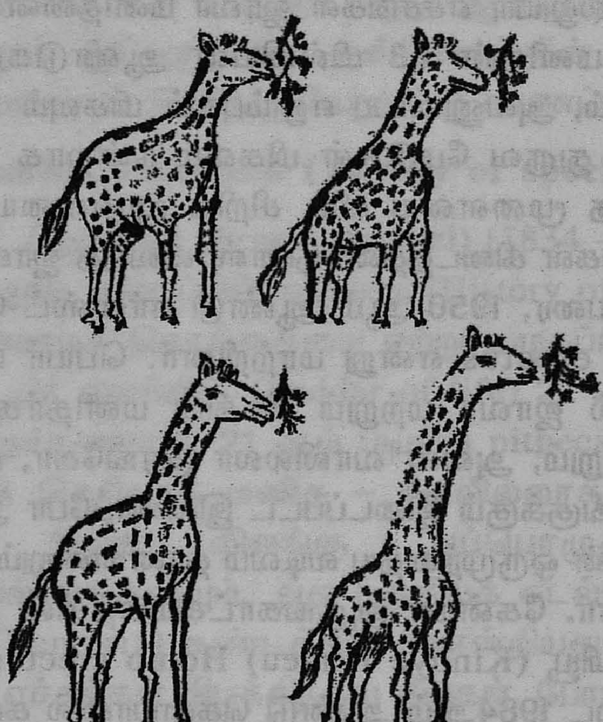
Dubois) (1858-1940) 1887ஆம் ஆண்டு டச்சு கிழக்கிந்திய படையின் ஒரு அங்கத்தினராக சுமத்ரா சென்றடைந்தார். தன் ஓய்வு நேரத்தில் கூறிய ஹெக்கலின் மனித முன்னோரின் தொல்லுயிர் எச்சத்தை தேடி அலைந்தார். இரண்டு ஆண்டுகளுக்குள் தன்னுடைய வேலையை விட்டுவிட்டு முழுநேரமும் தேடுதல் வேட்டையில் இறங்கினார். 1891–ஆம் ஆண்டு சோலோ (Solo) ஆற்றின் அருகில் தன்னுடைய முதல் தொல்லுயிர் எச்சக் கண்டுபிடிப்பை அடைந்தார்.

இதற்கு அவர் "Pithecanthropus erectus" (ஜாவா மனிதன் (Java Man) என்றும் பலராலும் அழைக்கப்பட்ட) என்ற பெயரை சூட்டினார். இது சிறிய மூளை கொண்ட நேராக நடக்கக் கூடிய மனித குரங்காகும். இந்தக் கண்டுபிடிப்பைப் பலரும் பாராட்டத் தவறியதால் விரக்தியடைந்த டுபாஸ், தன்னுடைய வேட்டையில் இருந்தும், அறிவியலில் இருந்தும் முற்றிலும் விலகிக் கொண்டார்.

K.A.ஹெபெரர் (K.A. Heberrer) என்பவரால் சீனாவில் 1920 முதல் 1930 வரை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பீக்கிங் மனிதன் (Peking man) பல தொல்லுயிர் எச்சங்கள் ஜாவா மனிதனை ஒத்திருந்தன. ஜாவா–பீகிங் மனிதன் 1.8 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வாழ்ந்ததாகவும், அவனுடைய எலும்புகள் மிகவும் கனமானவை என்றும், கண் துருவ மேடுகள் மிகவும் நன்றாக அமைந்தவை என்றும், மனித மூளையை விட சிறிய மூளையை உடையவன் என்றும் தகவல்கள் கிடைத்தன. டுபாஸ் வைத்த ஜாவா மனிதனின் அறிவியல் பெயரை, 1950 ஆம் ஆண்டு எர்னஸ்ட் மேயர் (Ernest Mayr) Homo erectus என்று மாற்றினர். பெயர் மாற்றத்தோடு மட்டுமல்லாமல் ஜாவா மற்றும் பீக்கிங் மனிதர்கள் இருவரும் ஒருவனே என்றும், அவன் வாலில்லா குரங்கோ, மனிதனுக்கும் வாலில்லா குரங்குக்கும் இடைப்பட்ட இணைப்போ அல்ல என்றும், மனித இனத்தின் ஒருமுந்தைய வடிவம் தான் என்றும் மேயர் மேலும் வலியுறுத்தினார். கேன்யா அருங்காட்சியகத்தின் இயக்குநரான கினோயோ கிமியூ (Kinoye Kimeu) Homo erectus ன் ஒரு முழு எலும்புக் கூட்டை 1984ஆம் ஆண்டு கென்யாவில் கண்டுபிடித்தார். இந்த 1.6 மில்லியன் வயதான எலும்புக் கூடு 4 முதல் 5 அடி உயரம் கொண்ட ஒரு 12 வயது சிறுவனுடையது ஆகும். டர்கானா சிறுவன் (Turcana boy) என்று இவன் அழைக்கப்பட்டான்.

லேமார்க்கின் கொள்கை (Lamarck's Theory)

பிரான்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த இயற்கை வல்லுனர் ஜீன் பாப்டிஸ்டி லேமார்க் கொடுத்ததே லேமார்க்கியம் (Lamarckism) ஆகும். பிரான்ஸ் நாட்டின் பாரிஸ் நகரில் உள்ள "இயற்கை வரலாற்று அருங்காட்சியகத்தில்" முதுகெலும்பற்றவை துறையின் (Department of Invertibrate Zoology) தலைவராகத் தகிழ்ந்த இவர் தனது பரிணாமக் கொள்கையை "ஃபிலசாஃபிக் ஸூவாலாஜிக்'' (Zoological Philosophy) என்ற நூலின் (1809) மூலம் வெளியிட்டார். இக்கோட்பாட்டின் மூன்று முக்கிய கருத்துருக்கள் இருந்தன. I. அனைத்து உயிரிகளிலும் மேலும் பரிணமித்த உயிரிகளாக மாற வேண்டும் என்ற அடிப்படை உந்துதல் காணப்படுகிறது. இயற்கையே மேலும் சிக்கலான அமைப்பாக பரிணமிக்க முயல்கிறது. எந்த ஒரு சிற்றினமும் நிலையாக இருப்பதில்லை. மாறிக்கொண்டே இருக்க முயற்சி செய்கிறது. II. உறுப்புகளின் பயனுறு, பயன்ஒழித்தல் செயல் (Concept of use and disuse), III. சூழ்நிலையால் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமாதல் (Inheritence of acquired characters).



படம்–57. ஒட்டகச்சிவிங்கியின் கழுத்து வளர்ச்சியில் நிகழும் பரிணாமப் போக்கை லமார்க்கின் பரிணாமக் கொள்கை மூலம் வெளிப்படுத்தும் படம்

மேலே கூறப்பட்ட கருத்துருக்களின் அடிப்படையில் தரப்பட்ட லேமார்க்கியக் கொள்கையை கீழ்க்கண்ட தலைப்புகளில் பகுத்தறியலாம்.

1. புறச்சூழலுக்கு ஏற்ப நிகழும் செயல்விளைவுகள்

உயிரினங்களில் வடிவுருவை பாதிப்பதில் புறச்சூழல் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. இதனால் வளரியல் பண்புகள் மாற்றத்திற்கு உள்ளாகின்றன என்றும், இதனால் அதன் உறுப்புக்களில் வழக்கத்திற்குமாறான மாற்றங்கள் (அமைப்பிலும், செயலிலும்) தோன்றியன எனவும் கூறப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, அவர் கூறயவதாவது: ஒரே சிற்றினத்தின் உயிரினங்கள் வேறுபட்டபுறச்சுழலில் வளரும் போது சில மாற்றங்களை அடைகின்றன. சத்துகுறைவான நிலத்தில் வாழும் தாவரங்கள் மெலிந்தும், தாதுச்சத்துக்கள் அதிகமான நிலத்தில் வாழும் தாவரங்கள் செழித்தும் வளர்வதே இதற்கு ஆதாரம் என கூறப்பட்டுள்ளது. இதுபோன்று நீர்நிலைகளில் வாழும் தாவரங்கள் இருவகையான இலைகளை கொண்டு, அதாவது நீரினுள் மூழ்கிய நிலையில் ஒரு விதமான இலையையும், நீரிற்கு வெளியே ஒரு விதமான இலையையும் பெற்றிருப்பது மற்றொரு சான்றாகக் கூறப்பட்டது.

2. தேவைகளின் விளைவு

வளர் இயல்பில் ஏற்படும் மாற்றம் புதிய அங்கம் ஒன்றின் உருவாக்கத்தை அல்லது இருக்கும் உறுப்பில் அல்லது உடல் அமைப்பில் தேவையான மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றது என்று கூறிப்பிடப்பட்டுள்ளார்.

3. உறுப்புகளின் பயனுறு அல்லது பயன்ஒழிசெயல் விளைவு

ஒரு உறுப்பு தொடர்ந்து பயன்படுத்தப்பட்டால் அதன் செயல் திறனும், அளவும் அதிகரிக்கிறது. அதற்கு மாறாக ஒரு உறுப்பு தொடர்ந்து பயன்படுத்தாமல் இருப்பதன் காரணமாக அதன் செயல்திறன் குறைந்து, அது அழிந்துவிடும் நிலை ஏற்படுகின்றது. இதனை நிரூபிக்க லேமார்கியம் ஒட்டகசிவிங்கியின் முன்னங்கால்களும், கழுத்தும் நீட்சியுற்றிருப்பதை சான்றாகக் கூறுகிறது. ஆடு, மாடு, மான்களுடன் தரையில் உள்ள புற்களை

உண்ட போது அதன் கழுத்து குட்டையாகவும், பின்பு புற்கள் இல்லாத நிலையில் மரங்களில் உள்ள இழைகளை உண்டு வாழும் உணர்வாற்றல் தோன்றியிருக்கு அதன் கழுத்து பகுதியும், முன்னங்கால் பகுதியும் நீண்டு வளர்ந்தன என்றும் கூறியுள்ளார்.

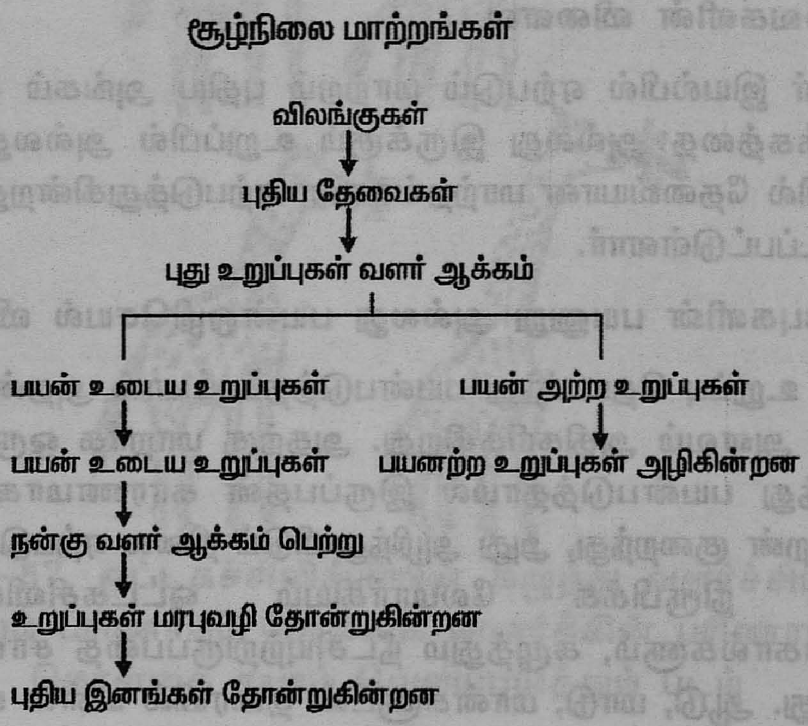
4. சூழ்நிலையால் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமாதல்

சூழ்நிலையால் ஏற்படும் மாற்றங்கள் அவ்வுயிரினச் சந்ததிகளில் பாதுகாக்கப்பட்டு பின்னர் வழித்தோன்றல்களுக்கு அனுப்பப்படுகின்றது என்றும், வழித்தோன்றல்களும் மூதாதையர் போன்று சூழ்நிலை கட்டாயங்களுக்கு உட்படும்போது மாற்றுப்பண்புகள் மேலும் மேலும் சிறப்படைகின்றன என்றும், இத்தகையக் கூட்டுச்செயல் விளைவுகள் முடிவில் புதிய இனங்களின் தோற்றத்திற்குக் காரணமாகின்றன என்றும் கூறுகின்றார்.

கோட்பாட்டின் முக்கியத்துவம்

உயிர்களில் ஏற்படும் மாற்றத்தை அறியவும், பரிணாமா விளக்கத்தையும், எளிய உதாரணங்கள் தருவதாலும், எச்ச உருப்புகளுக்கான எளிய விளக்கத்தையும் இக்கோட்பாடு தருவதாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

லேமார்கியன் கோட்பாடு மையகருத்து



லமார்கியன் கோட்பாடு மையக்கருத்து நுண் ஆய்வு

1. உயிரிகள் தொர்ந்து அளவில் பெருக்கின்றன என்பது அனைத்து உயிரிகளுக்கும் பொருந்தாது என்றும்,
2. புதிய தேவைக்கேற்ப புதிய உறுப்பு உருவாதல் என்பது தவறானது என்றும்,
3. பயனுரு, பயன்படாக் கோட்பாடு உறுப்புகளின் வளர்ச்சி என்பதானது உண்மை என்றும்
4. ஓர் உயிரி சூழ்நிலைக்காரமாக முயன்று பெற்ற மாறுதல்கள் அடுத்தத் தலைமுறைக்கு செலுத்தப்படுகிறது என்றும் இந்த ஆய்வில் கூறப்பட்டுள்ளது.

ஆதரவான கருத்துகள்

அறிவியல் வல்லுனர்கள், வண்ணத்து பூச்சிகளிலும், அந்துப் பூச்சிகளிலும் அதிக வெப்பத்தால் ஏற்படும் மாற்றங்கள் பரம்பரை வழி செலுத்தப்படுவதை ஆதரவாக கூறியுள்ளார். ஹெர்பர்ட் ஸ்பென்சர் என்பவர், காஸ்ட்ரோஸ்டியல் மீனில் ஏற்படும் பாரம்பரிய வழி கடத்தப்படுதல் மூலம் ஆதரவளித்துள்ளார். அவையாவன கடல்மீனில் உடற்பகுதியின் 20–30 எலும்புத்தகடுகளும், கழிவு நன்னீர் வாழ் மீனில் தகடுகளற்றும், நன்னீரில் 3–15 வரையும் காணப்பட்டது. பின்பு கடல்வாழ் மீன்கள் நன்னீர் சூழலுக்கு மாற்றும் போது அவை எலும்புத் தகடுகள் மறைந்து காணப்படுகின்றன என்பதுவே.

1. பிக்டெட் – பூச்சிகளில் உணவூட்ட வழிபாட்டால் ஏற்படும் நிறமாற்றம் பரம்பரையைக் கூறியுள்ளார்.
2. கம்மாரர் – சூழ்நிலை மாற்றத்தால் ஏற்படும் நிறம் பரம்பரை வழி செலுத்தப்படுகிறது என்பதை விளக்கினார். ஆனால் மற்ற அறிவியல் வல்லுனர்களால் இவை ஏற்றுக்கொள்ளபடவில்லை.
3. பிரான்சிஸ் – சுண்டெலிகளில் வாலின் நீளமும், பாதத்தின் நீளமும் சம்னர் வெப்பநிலையில் அதிகரிக்கிறது. இவை பரம்பரை வழி செலுத்தப்படுகிறது என விளக்கினார்.

4. லிண்ட்சே – இயற்பற்ற சூழலுக்கு, குளிர் இரத்த பிராணிகளையும், இரத்த பிராணிகளையும் மாற்றும் போது முயன்று பெற்ற பண்புகள் அடுத்த வழி சந்ததிகளுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன என கூறுகிறார்.

5. டவர் – லெப்புனோ டார்சா லெசிமிலினியேட்டா என்ற வண்டினத்தில் வறட்சி குறைந்த காற்றழுத்தம் போன்ற காரணிகளில் செய்த ஆய்வு லேமார்க்கியத்தின் பரம்பரையை ஒத்ததாக காணப்படுகிறது.

லேமார்க்கியத்திற்கு எதிரான கருத்துகள்

1. ஆக்ஸ்ட், வீஸ்மன் ஆகியோர் மரபுவழி செலுத்தப்படும் மாறுபாட்டிற்கும், செலுத்தப்படா மாறுபாட்டிற்கும் ஜெம்பிளாம் வழிவிளக்கம் கண்ட லேமார்க்கியன் கோட்பாட்டிற்கு எதிர்ப்பு தெரிவித்தனர்.

2. சீமைப்பெருச்சாலியில் பல சந்ததிகளுக்கு தொடர்ந் செய்யப்பட்ட வால் துண்டிப்பு லேமார்க்கியத்திற்கு ஆதரவாக இல்லை என செக்குயர்ட் என்பவர் கூறியுள்ளார்.

3. தேசில், பிலிப்ஸ் ஆகியோர் இருவரும் கருப்பு, வெண்மை டெண் சீமை பெருச்சாலியிலும் செய்த சினை சுரப்பி ஒட்டு மாற்று ஆய்வு முயன்று பெற்ற பண்பு பரம்பரை வழி கடத்தப்படுவதில்லை என்பதை உறுதி செய்துள்ளது.

4. மெக்கெல் என்பவரது கருத்துப்படி, முயன்று பெற்ற பண்பு பாராம்பரியம் வழி கடத்தப்படுகின்றது என்ற முடிவினை வலியுறுத்தும் எலிகளின் பயிற்சி வழி கற்றிதல் ஆய்வினைச் கையாண்ட முறை தவறானது என்று கூறிகிறார்.

5. லோர்மார்க்கின் கொள்கையின் படி சீமை எலிகளில் எரிசாராய நெடியினால் ஏற்படும் பார்வை மங்கல் தன்மையை அடிப்படையாகச் செய்த ஆய்வு தவறானது என்று சார்லஸ் ஸ்டாக்கார் தெரிவித்தார்.

சூழல் மாற்றங்கள் உடல் செல்களில் மாற்றத்தினை ஏற்படுத்தி, பராம்பரிய வழிப்பண்பு செல்லில் செயல்பட தோன்றும் என்பதை மைக்கேல், கையர், ஜே.எஸ்.ஹக்ஸ்லி, ஏ.எம்.கார்சண்டர்ஸ் செய்ய ஆய்வுகளில் உறுதிபடுத்துகின்றனர்.

புதிய லேமார்க்கியக் கோட்பாடு

லேமார்க்கியக் கோட்பாட்டினை அனைவரும் ஏற்றுக்கொள்ளும் வகையில் உருவாக்கப்பட்டதே புதிய லேமார்க்கியக் கோட்பாடு ஆகும். இதனை லேமார்க் ஆதரவாளர்களான நோப், கயார்டு, பேக்கார்டு, ஸ்பென்சர், தேக்பிரைடு போன்றவர்கள் கூறுகிறார்கள். உறுப்புகளின் அமைப்பு செயல்முறை, சூழல் ஆகியவை இவற்றுள் ஏற்படும் மாற்றம் தொடர்பாக மாறும் என்று இவர்கள் கூறியுள்ளனர். மாறுபடும் சூழலானது உயிரிகளின் புதிய வாழ்கைக்கு ஏற்றதாக அமைந்தும், பின்பு பராம்பரியம் மூலமாக அடுத்த தலைமுறைக்குச் செல்வதாகவும் கூறப்பட்டுள்ளது.

புதியலேமார்க்கியத்தில், கரிம அமைப்புகளில், சூழலின் நேரடி செயல்பாடு வலியுறுத்தப் படுகின்றது. அதாவது (எ.கா) குளிர்காலத்தின் போது உயிரிகளில் ரோமம் உண்டாகுதலும், குளிர்காலம் மாறுபடுகையில் அவை உதிர்வதையும் எடுத்துக்காட்டாக விளக்கியுள்ளார்.

புதியலேமார்க்கியக் கோட்பாடு உரைத்த அமைப்பு, செயல்பாடு, சூழல் இவையனைத்தும் பரிணாமத்தைச் செயல்படுத்தும் முழுக்காரணி இயற்கை தேர்வு என்பதை மையமாகவே கொண்டுள்ளது. இவ்விளக்கமானது ஆய்வு வழியாகப் பெற்ற விடைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டது என கூறப்பட்டுள்ளது.

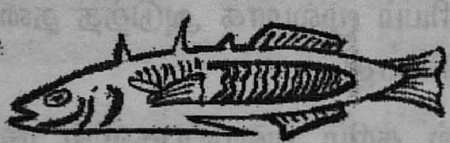
கோட்பாட்டிற்கான ஆய்வு வழி ஆதாரங்கள்

1. காஸ்ட்ரோ ஸ்ட்யஸ் மீனின் எலும்புத் தகடு

காஸ்ட்ரோ ஸ்ட்யஸ் மீனானது முதுகுபுறத்தின் மையத்தில் 20–30 வரையிலான எலும்பு தகடுகளையும், கழிவு நன்னீர் வாழ் மீன்கள் எலும்பு தகடுகளின்றியும், நன்னீர் மீனில் 3–15 எலும்புத்தகடுகளும் காணப்படு கின்றன எனவும், கடல்வாழ் மீன்கள் நன்னீர்க்கு மாற்றும் போது எலும்புதகடுகள் அற்று காணப்படுவதில்லை என்றும், நன்னீரில் வாழும் மீன்கள் கடல்நீர்க்கு மாற்றும் போது எலும்புதகடுகள் தோன்றுகின்றன என்று இந்த ஆய்வு ஆதாரங்களில் கூறப்பட்டுள்ளது.

படம்–58. ஸ்டிக்கிள் பேக் மீன் வேறுபாடுகள்

1



கடல் வாழ் காஸ்ட்ரோ மீன்

2

கழிவு நன்னீர் வாழ் காஸ்ட்ரோ

3

நன்னீர் வாழ் காஸ்ட்ரோ மீன்

2. புரோட்டியஸ் – கண்நிறமித்துகள்கள்

குகையில் காணப்படும் புரோட்டியஸ் எனும் இருவாழ்விகள் ஒளியியல் உட்படுத்தும் போது, அவை நிறமற்ற தோல் நிறமித்துகள்கள் கொண்டதாக மாறுகின்றன எனவும், இம்மாற்ற அடுத்தடுத்தத் தலைமுறைக்கு கடத்தப்படுகிறது என இக்கோட்பாடு கூறுகிறது.

3. உருளைக்கிழங்கு வண்டு

உருளைக்கிழங்கு வண்டுகளை அதிக வெப்பத்திலும், ஈரப்பதத்திலும் உட்படுத்தும் போது பல மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன எனவும், அம்மாற்றங்கள் அடுத்தத் தலைமுறைக்கும் கடத்தப்படுகின்றன என விளக்கப்பட்டுள்ளது.

4. சம்மர் ஆய்வு

சுண்டெலிகளை அதிக வெப்பநிலையில் வளர்க்கும் போது அவற்றிக் கால், வால், உடலானது நீளமாகிறது, பின்பு இவை அடுத்தத் தலைமுறைக்கும் கடத்தப்படுகிறது என சம்மர் ஆய்வில் கூறுகிறார்.

5. ஜெம் பிளாசம் கோட்பாடு

இனப்பெருக்கங்களில் சுரக்கப்படும் ஹார்மோன்கள் சொமெட்டோபிளாசத்தில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி, உடற்செல்களில் சில சுரப்புகளைச் சுரக்கின்றன எனவும் அது ஜெம்பிளாசத்தை அடைந்து, ஜெம்செல் மாற்றத்திற்கு உட்படுத்துகிறது எனவும் இம்மாற்றம் அடுத்தடுத்த தலைமுறைக்குக் கடத்தப்படுகிறது என ஆர்தர் கானன் என்பவர் லார்மார்கின் கொள்கைக்கு விளக்கம் தெரிவித்தார்.

6. சுழல் கூண்டு ஆய்வு

கிரிபித், மற்றும் பெட்லி ஆப்சன் இருவரும் எலிகளை சுற்றிக்கொண்டிருக்குக் கூண்டுகளில் வளர்த்தனர். இவை முதலில் சிரமப்பட்டாலும், பின்பு இயல்பான நிலைக்கு வந்தன. பின் இவற்றிலிருந்து வந்த அடுத்ததலைமுறையில் எலியின் உடல் அமைப்பில் மாற்றம் காணப்படுகின்றது என்பதை கூறியுள்ளார்கள்.

7. எதிர் சீரம் விளைவு

முயலின் லென்சின் சாற்றினை எடுத்து கோழிக்கு செலுத்தி அதன் எதிர்சீரத்தினை அடுத்து மீண்டும் முயலின் கண்களில் செலுத்தும் போது, கண்களில் குறைகள் இருப்பதனையும், அது அடுத்தச் சந்ததிக்கும் செலுத்தப்படுவதையும் குய்யர், ஸ்மித் ஆய்வு விளக்குகிறது.

8. பூச்சியின் சிறகுகள்

வெப்ப தாக்குதலுக்கேற்ப பூச்சியின் சிறகினில் ஏற்படும் மாற்றங்களின் அடிப்படையில் லமார்கியன் கோட்பாட்டிற்கு லைசன்கோ விளக்கம் அளித்துள்ளார்.

டார்வின் கோட்பாடு அல்லது டார்வினியம் (Darwinism)

சார்லஸ் டார்வின் (1809–1882) என்பவர் பரிணாம அறிவியலைப் பற்றி நன்கு அறிவதற்கு தூண்டுகோலாக இருந்தவர். இவரின் கோட்பாடு இயற்கைத்தெரிவுக் கொள்கை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இக்கோட்பாட்டை 1858 தான் எழுதிய 'சிற்றினத்தோற்றம்' என்ற நூலில் விரிவாக வெளியிட்டார். இயற்கைத் தெரிவு அடிப்படையில் விளக்கம் பெறும் பரிணாம புது விளக்கமே டார்வினின் கோட்பாடாகும். இக்கோட்பாடு தற்கால உயிரியல் பரிணாம விளக்கத்திற்கு அடிப்படையாக அமைந்தது. ஆல்பிரட் ரசல், வாலஸ், ஜான் ஸ்டீவன், சார்லஸ் லயல், ஜோசப் ஸீக்கர் இவர்களின் கருத்துக்களின் அடிப்படையில், 5 ஆண்டுகள் H.M.S.பீகில் என்ற கப்பலில் பல தீவுக்கூட்டங்களுக்கு சென்று (1831 முதல் 1836 வரை) அங்கு உயிரினங்களின் ஒத்த, வேறுபட்ட பண்புகளின் அடிப்படையில் பரிணாமத் தந்தை சார்லஸ் டார்வின் தன்னுடைய பரிணாமக் கருத்தை வெளியிட்டார்.

இந்தப் பயணம் பிரிட்டன் அரசால் தென் அமெரிக்காவின் கரையோரப் பகுதிகளை வரைப்படமாகத் தயாரிக்கவும், அப்பகுதிகளின் தீர்க்கரேகைகளைக் குறிக்கவும் ஏற்பாடு செய்யப்பட்டது. டார்வின் இப்பயணத்தின் உயிரியல் அறிஞராக இடம் பெற்றார். இலையில் எழுதிய Principles of Geology (புவியியலின் அடிப்படைகள்) என்ற நூலை எடுத்துச்சென்றார். தன்னுடைய எல்லா குறிப்புகளையும், முக்கியமாகக் கால பாகாஸ் (Galapagos) தீவுகளின் 13 வெவ்வேறு வகை ஃபின்ச் (finch) பறவைகளில் காணப்படும் பண்புகளையும் அவர் ஐந்து பகுதிகள் கொண்ட தன்னுடைய நூலில் விளக்கியுள்ளார். இந்த ஐந்து பகுதி நூலை எழுதி முடிக்க அவருக்குக் கப்பல் பயணம் முடிந்து பத்து ஆண்டுகள் ஆயின.

பயணம் முடிந்து 1836 ஆம் ஆண்டு திரும்பிய டார்வின் ஃபின்ச் பறவைகளில் காணப்படும் வேறுபாடுகள் பற்றியே சிந்தித்துக்

கொண்டிருந்தார். 1838–ஆம் ஆண்டுகள் இங்கிலாந்து நாட்டு பொருளாதார நிபுணர் தாமஸ் இராபர்ட் மால்தூஸ் (Thomas Robert Malthus) (1776-1834) எழுதிய An Essay on the Principle of Population (மக்கள் தொகை அடிப்படைப் பற்றிய கட்டுரை) என்ற கட்டுரையின் கருத்துக்களால் டார்வின் மிகவும் கவரப்பட்டார். இந்த கட்டுரையில், மக்கள் தொகை அதிகரிப்பு பெருக்கல் முறையிலும் (Geomatrically) (எடுத்துக்காட்டாக 2,4,8,16,32) மக்கள் தொகையைத் தாங்க தேவையான பொருட்களின் அதிகரிப்பு கூட்டல் முறையிலும் (எடுத்துக்காட்டாக 1,2,3,4,5 . . . .) ஏற்படுகின்றன என்றும் மால்தூஸ் எடுத்துக் காட்டினார். இயற்கையின் தேர்வு விசைகளான (Selection forces) மனித கூட்ட நெருக்கம் (Over crowding), நோய்கள், போர், ஏழ்மை, தீய ஒழுக்கங்கள் போன்றவைத் தகுதியற்ற மக்களைக் களையெடுத்து, தகுதியான மக்களை மட்டும் தொடர்ந்து வாழத் தேர்ந்தெடுக்கின்றன என்று மால்தூஸ் கூறினார். டார்வின் மிகத் தகுதி வாய்ந்த சிற்றினங்களை இயற்கையே தேர்வு செய்கிறது என்ற "இயற்கை தேர்வுக் (Natural selection) கொள்கையை" உருவாக்கினார்.

டார்வினுக்கு ஆல்ஃபிரட் இராசல் வாலஸ் (Alfrad Russel Wallace) என்வரிடமிருந்து ஒரு கட்டுரையும், கடிதமும் வந்தது. அக்கட்டுரையில் சார்லஸ் டார்வினின் கருத்துருவிற்கு ஒப்பான கருத்துக்களுடன் கூடிய பரிணாமக் கொள்கையை வாலஸ் முன்மொழிந்தார். பின்பு இலையல் மற்றும் ஹூக்கர் (Hooker) போன்றவர்களின் அறிவுறுத்தலின்படி வாலஸிற்கு கொள்கையை வெளியிடலாம் என்று வேண்டுகோள் விடுத்தார். அவரும் சம்மதித்தார். பின்பு பரிணாமம் பற்றிய கூட்டுக் கட்டுரை 1858–ஆம் ஆண்டு வெளியாகிறது. 1859–ஆம் ஆண்டு தன்னுடைய கொள்கையின் குறுகிய படைப்பை (Abridged version) டார்வின் நூல் வடிவில் வெளியிட்டார். இந்த நூல் சிற்றினங்களின் தோற்றம் Origin of species என்று தலைப்பிடப்பட்டது.

டார்வின் கோட்பாட்டின் மையக்கருத்துக்கள்

டார்வின் இயற்கைத் தேர்வு கோட்பாட்டின் மையக்கருத்துக்கள் முறையே,

1. எங்கும் நிறைந்த உயிரி வேறுபாடுகள் (Variation)
2. உயிரினங்களில் அதிக எண்ணிக்கைப் பெருக்கம் (Over Production)
3. வாழ்க்கை போராட்டமும், போட்டிகளும் (Competition)
4. தகவமைப்பு மாற்றங்களைப் பெறுதல் (Develoment of variation)
5. தக்கன பிழைத்து வாழ்தல் (Survival of the fittest)
6. பயனுள்ள தகவமைப்பு விளைவுகள் வழித்தோன்றல்களுக்குக் கடத்தப்படுதல்
7. இயற்கைத் தெரிவு (Natural Selection)
8. புதிய சிற்றினங்கள் தோன்றுதல் (Origin New Spices)

1. எங்கும் நிறைந்த உயிரின வேறுபாடுகள்

தாவரங்கள், விலங்குகள் போன்றவற்றில் காணப்படுகின்றன. இதனால் உயிரிகள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடுகின்றன. பல வேறுபட்ட உயிரினங்கள் காணப்படுகின்றன. இது உயிரின வளம் எனப்படுகின்றது. டார்வின் இவற்றை "உயிரினங்களின் முடிவுற்ற வடிவங்கள்" (டுகைந'ள நுனேடநளள கடிசஅள) என்று வியந்தார். இவை அனைத்தும் ஒரே நாளில் தோன்றியிருக்க முடியாது. உயிரிகளின் பன்மயத் தன்மையும் (Diversity) ஒருமிதத் தன்மையும் (உயிரைப் பெற்றிருத்தல்) (Unity) ஆகிய இரண்டுமே டார்வினால் வலியுருத்தப்பட்டன.

2. உயிரினங்களில் அதிக எண்ணிக்கைப் பெருக்கம்

எவ்வித தடையும் இல்லாத நிலையில் அனைத்து உயிரினங்களும் அதிக எண்ணிக்கையில் இனப்பெருக்கம் அடைகின்றன. இத்தகைய இனப்பெருக்கத்திறன் பல்வேறு சிற்றினங்களில் இயற்கையாக உள்ளது எடுத்துக்காட்டாக சால்மன் மீன் ஒரு பருவத்தில் 28,000,000 முட்டைகளை இடுகின்றன. ஒரு யானை 800 ஆண்டுகளில் 29 மில்லியன் கன்றுகளை உருவாக்கவல்லது. அதே சமயத்தில் சில உயிரிகள் அழிந்து சமனிலை தோன்றினால்தான் இடநெருக்கடி ஏற்படாமல் இருக்கும்.

உண்டான அனைத்து வழித்தோன்றல்களும் நிலைத்து வாழ்ந்தால் புவி முழுவதும் ஒரு சில நாட்களில் நிரம்பிவிடும்.

3. வாழ்க்கை போராட்டமும், போட்டிகளும்

உயிரினங்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் பெருக்கம் அடைவதால், அவற்றிற்கிடையே வாழ்க்கைப் போராட்டமும், போட்டிகளும் ஏற்படுகின்றன. இப்போராட்டம் சிற்றினத்திற்குள்ளேயோ அல்லது சிற்றினங்களுக்கிடையேயோ, உணவிற்காக, உறைவிடத்திற்காக, தகுந்த துணைக்காகவோ ஏற்படுகின்றது. இதுவே கொல் அல்லது கொல்லப்படு என்ற சூழலுக்கு உயிரிகளைத் தள்ளுகிறது.

4. தகவமைப்பு மாற்றங்களைப் பெறுதல்

போட்டிகளின் விளைவாகத் தம்மை தக்க வைப்பதற்கு அனைத்து உயிரிகளும் பலத் தகவமைவுகளை, அதாவது பண்பு மாற்றங்களை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. இத்தகவமைவுகள் பயனுள்ளவைகளாகவோ அல்லது பயனற்றவைகளாகவோ உள்ளன.

5. தக்கனப் பிழைத்து வாழ்தல்

உயிரினங்களில் சூழலுக்கு ஏற்ப, போட்டிகளின் விளைவாக ஏற்படும் பயனுள்ள வேறுபாடுகள் அவ்வுயிரினங்கள் பிழைத்து வாழ்தலுக்கு உதவுகின்றன. சூழலுக்கு ஏற்ப, போட்டிகளின் விளைவாக ஏற்படும் பயனற்ற வேறுபாடுகளை கொண்ட உயிரினங்கள் உயிர் வாழ தகுதியற்றவையாக புறக்கணிக்கப்படுகின்றன. இயற்கைத் தெரிவின் மையக் கருத்தை தக்கனப் பிழைத்தல் ஆகும்.

6. பயனுள்ள தகவமைவுகள் வழித்தோன்றகளுக்கு கடத்தப்படுதல்

பயனுள்ள தகவமைவுகளை பெற்ற உயிரினங்கள் அவற்றைப் பெற்று தம்மை மாற்றி அமைத்துக் கொள்வதை (Modification) தவிர அத்தகவமைப்புப் பண்புகளைத் தம்முடைய அடுத்தடுத்த சந்ததிகளின் வழித்தோன்றல்களுக்குக் கடத்துகின்றன. தொடர்ந்து வரும் தலைமுறைகளில் சூழலுக்கு ஏற்ப தகுந்த தகவமைவுடைய வழித்தோன்றல்கள் சிறப்பாக வாழும் திறனைப் பெறுகின்றன.

இந்நிகழ்வு "வேறுபாடுகளைக் கொண்டு கால்வழிச் செல்லுதல்" (Descent with Modification) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

7. இயற்கைத் தெரிவு

நல்ல தகவமைவுகளைப் பெற்று, சூழலுக்கு ஏற்ப வாழும் திறன் பெற்ற உயிரிகளையே இயற்கைத் தெரிவு (Selection) செய்கிறது. மற்றவற்றை இயற்கை நிராகரிக்கிறது.

8. புதிய சிற்றினம் தோன்றுதல்

நல்ல தகவமைவுகளைப் பெற்ற உயிரிகள் தொடக்க உயிரிகளிலிருந்து இத்தகவமைவு காரணங்களால் பெரிதும் மாறுபடுவதால் அவை புதிய சிற்றினங்களாக மாறுகின்றன. தொடர்ந்து ஏற்படும் மாற்றங்களே சிற்றினங்களைத் தொடக்கச் சிற்றினங்களிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. இந்த தொடர் மாற்றங்கள் (ஊடிவேவைரேடிரள ஏயசயைவடிைே) தான் டார்வினியத்தின் மிக முக்கியக் கருத்தாகும்.

டார்வினியத்தில் உலகப் புகழ் பெற்ற வல்லுனரான மேயர் தன்னுடைய புகழ் பெற்ற நூலில் (Mayr 1991) டார்வினின் பின்வரும் ஐந்து முக்கிய கருத்துக்கள் தான் டார்வினியத்தின் அடிப்படைக் கருத்தகளாகக் கருதப்படவேண்டும் என்று கூறியுள்ளார். அவையாவன,

I. உயிர் தொடர்ந்து பரிணமித்துக் கொண்டே உள்ளது (Life Evolves). உலகம் நிலையானதோ அல்லது காலத்தால் அண்மையானதோ அல்லது காலத்தால் அண்மையானதோ அல்ல உலகம் அதிலுள்ள உயிரிகளும் தொடர்ந்து மாற்றமடைந்து கொண்டே உள்ளன.

II. அனைத்துச் சிற்றினங்களுக்கும் ஒரு பொதுவான முன்னோடி உண்டு. அதிலிருந்து தொடர்ந்து ஏற்பட்ட மாற்றங்களினால் பல்வேறு சிற்றினங்கள் பல்வேறு காலகட்டங்களில் தோன்றின.

III. சிற்றினங்கள் தொடர்ந்து மாற்றங்களினால் பல கால் வழிகள் பல சிற்றினங்களை உருவாக்கவல்லன. இதன் காரணமாகத்தான் உயிரினவளம் (Bio diversity) ஏற்பட்டது.

IV. படிநிலை மாற்றத் தன்மை (Gravnalism) பரிணாமத்தின் போது மாற்றங்கள் மிகச் சிறிய அளவில், மிக மெதுவாகத்தான் உயிரிகளில் ஏற்படுகின்றன.

V. இயற்கைத் தெரிவு

பான்ஜீன் கோட்பாடு (Panngene Hyothesis)

உயிரினம் ஒவ்வொன்றும் தங்களின் உறுப்புகளிலிருந்து குறிப்பிட்ட அளவு உயிர் துகள்களை உண்டாக்குகின்றன. இவைகளுக்கு ஜெம்மியூல்கள் (Jemmules) அல்லது பான்ஜீன்கள் (Pangenes) என்று பெயர். இவை இரத்தத்துடன் கலந்து இன உறுப்புக்களுக்குச் சென்று அங்கு காணப்படும் இனச்செல்களில் அமைகின்றன. இனச்செல்களின் சேர்க்கையால் அடுத்த உயிரினம் தோன்றும் போது இந்த உயிர் துகள்களுக்கு ஒவ்வொரு உறுப்பும் அவ்வுயிரினத்தில் உருவாகின்றன. சூழ்நிலைக் காரணிகளால் ஒரு உயிரினத்தின் உறுப்புகள் மாற்றமடையும் போது புதிய உயிர்த் துகள்கள் அங்கு தோன்றி, பின் இனப்பெருக்கச் செல்களை வந்தடைந்து மாற்றம் பெற்ற புதிய உயிரினம் தோன்றுகிறது என்பதே பான்ஜெனிசிஸ் கொள்கையாகும்.

டார்வின் இயற்கைத் தெரிவினால் தெளிவாக விளக்கமுடியாத பரிணாமப் போக்கினை பால் முறைத் தேர்வு, செயற்கை முறைத் தேர்வு, பான் ஜெனிசிஸ் கோட்பாடுகள் வாயிலாக விளக்கம் அளித்தார். அவை டார்வினின் துணைக் கோட்பாடுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

பால் முறைத் தேர்வு (Sexual Selection)

1871–இல் டார்வின் வெளியிட்ட 'சிற்றின ஆக்கம்' என்ற நூலில் பால் முறைத் தெரிவைப்பற்றி விளக்கி கூறியுள்ளார். உயிரினங்களில் காணப்படும் பால் பண்புகள் இயற்கைத் தெரிவினால் தோன்றியவையாகத் தெரியவில்லை. பால் முறைத் தெரிவுக் கோட்பாடு ஆண், பெண் இணைதல் நிலையின் போது ஏற்படும் போராட்டத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. பெண் பறவைகள் பல வண்ணங்களை அழகுறப் பெற்று, வேறு அடையாளங்களைக் கொண்ட ஆண் பறவைகளை ஈர்க்கின்றன. இதுவே பால் முறைத் தேர்வுக்கு அடிப்படை என்றார் டார்வின்

எடுத்துக்காட்டாக, ஆண் விலங்குகளில் காணப்படும் கொம்பு, தந்தங்கள் போன்றவை பால் முறைத் தெரிவினால் தான் தோன்றின என்றும், இவைகளே பெண்களால் கவரப்படுவதாகவும் கூறினார். ஆனால், இதற்கு சான்றுகள் போதுமானதாக இல்லை. ஆண் தெரிவிற்குப் பல காரணிகள் சொல்லப்படுவதால், பால் முறைத் தெரிவானது சரியாக எப்பங்கினை வகிக்கின்றது என்பதை தெளிவாகக் கூற இயலவில்லை என்கிறது இக்கோட்பாடு. இக்கோட்பாட்டிற்கும் மாறுபட்ட கருத்துக்களும் நிலவுகின்றன.

செயற்கைத் தெரிவு (Artificial Selection)

பரிணாம வளர்ச்சி பெற்ற மனிதன், தன்னைச்சுற்றியுள்ள விலங்குகளையும், தாவரங்களையும் தேவையான மாற்றங்களை அவற்றில் செய்து பயன்படுத்திக் கொண்டான். இதற்கு செயற்கைத் தெரிவு என்று பெயரிட்டனர். செயற்கைத் தெரிவு மனிதனின் தேவைகளையும், பயன்பாட்டையும் பொருத்தது. எடுத்துக்காட்டாக, அதிக முட்டையிடும் கோழியையும், அதிக மாமிச எடையுள்ள சேவலையும் இனகலப்பு செய்வதன் மூலம் அதிக முட்டையும், நல்ல எடையுடன் கூடிய சேவலை உருவாக்கலாம். நார்ஃபோல்க் என்னும் மாட்டு இனத்துடன் சாபோலிக் என்ற இனத்தை கலப்பினம் செய்யும்போது கொம்பு நீண்ட, சிகப்பு நிறம் கொண்ட, அதிக பால் தரக்கூடிய கன்றுகுட்டி கிடைக்கிறது. இக்கலப்பு ரெட்போல் என கூறப்படுகிறது.

டெக்சாஸ் என்ற மாநிலத்தில் மாடு வகை ஒன்றானது பூச்சிகடியைப் பொறுத்து கொள்ளும் தன்மையுடையது. அதையும் மற்றொரு இறைச்சி அதிகமாக தரும் மாடு ஒன்றினையும் கலப்பினம் செய்து அதிக இறைச்சி யையும், பூச்சிகடியைத் தாங்கும் பண்பும் கொண்ட இனம் பெறப்படுகிறது.

செயற்கைத் தெரிவு, தேவைகளுக்கு ஏற்ப, பொருளாதா மேம்பாட்டிற்காகவும், புதுமையை ஆதரிக்கும் வகையிலும், இயற்கைக்கு மாறாகவும் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

கோட்பாட்டிற்கு எதிரான கருத்துக்கள்

டார்வின் கோட்பாட்டிற்கு எதிரான கருத்துக்களும் பல அறிஞர்களால் கூறப்பட்டது. அவை

1. டார்வின் இயற்கைத் தெரிவு தக்கன பிழைத்ததை விளக்கியதே தவிர தக்கன வருவதை விளக்கவில்லை.

2. சிற்றினங்களுக்கிடையே உள்ள பல வேறுபாடுகள் தக அமைவு முக்கியத்துவம் கொண்டவையல்ல. ஜீன்களில் எதேச்சையாக நிகழ்ந்த விளைவுகளே.

3. உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக் குன்றலுக்கு விளக்கம் தரப்படவில்லை.

4. புதிய வேறுபாடுகள் கொண்ட உயிரிகள் வேறுபாடுகள் அற்ற உயிரிகளோடு இணைகையில் நடைபெறும் செயல்திறன் இழப்புபற்றி இக்கொள்கையில் விளக்கப்படவில்லை.

5. மறைமுகமாக முயன்று பெற்ற பண்பு பரம்பரை பரம்பரையாகக் கடத்தப்படுவதை விளக்கிடும் பான்ஜீன் கருதுகோள் (Pangenesis) தற்போதைய மரபியல் ஆய்வால் ஏற்றுக் கொள்ளப்படவில்லை.

புதிய டார்வினியம் (NeoDarwinism)

டார்வினின் கோட்பாட்டை மேம்படுத்த கொண்டு வரப்பட்டதே புதிய டார்வினியம் ஆகும். டி.எச்.ஹக்ஸ்லி, ஹெர்பர்ட், ஸ்பென்சர், வீய்ஸ்மென், பிஷ்ஷர், டாப்சான்ஸ்கி, ஹார்டி–வியன்பெர்க், சீவால் ரைட் போன்றவர்கள் டார்வினிய கோட்பாட்டிற்கு ஆதரவு அளித்தனர்.

டார்வினின் நூலுக்கு (Origin of Species) பின்பு பரிணாமம் பற்றிய விழிப்புணர்வும், கருத்துரு ஏற்பும் அதிகமாயின. உலகின் உயிரினங்கள் அனைத்தும் பொதுவான முன்னோடியை கொண்டுள்ளன என்பதும், ஒரு சிற்றினத்திலிருந்து மற்ற சிற்றினங்கள் தொடர்ந்து உருவாகிக் கொண்டே வந்துள்ளன என்பதும் (Multiplication of Species) மிக வேகமாக ஏற்கப்பட்டன. ஆனால் டார்வினின் முக்கிய கருத்தான இயற்கை தெரிவு நடைபெறும் செயல்முறை (Mechanism of Natural selection) எளிதாக ஏற்கப்படவில்லை. குறிப்பாகத் தலைமுறை தலைமுறையாக ஏற்படும் தொடர் மாற்றங்கள் (Continuous variation) பற்றிய கருத்துரு எளிதாக ஏற்கப்படவில்லை. இதற்கு முக்கிய

காரணம் பரம்பரையியல் பற்றிய மெண்டலின் விதிகள் 1901–ஆம் ஆண்டு மீண்டும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதுதான். மெண்டலின் ஆய்வுகள் மிகத் தெளிவாக உயிரிகளின் பண்புகள் தொடர்ச்சியானவை அல்ல என்பதை தெளிவாக நிரூபித்தன. உயிரியின் ஒவ்வொரு பண்பும் ஒரு இணைக் காரணிகளால் (A Pair of Factor) நிர்ணயம் செய்யப்படுகின்றன என்பதை மெண்டல் தெளிவாக்கினார். எடுத்துக்காட்டாக, பட்டாணித் தாவரத்தில் நீண்ட உயரமானத் தாவர பண்பும் அதற்கு எதிரான குட்டையான தாவர பண்பும் தனித்தனி காரணங்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. (ஓங்கு காரணிகள், ஒடுங்கு காரணிகள்). இந்த இரண்டிற்கும் இடையேயான பண்பு இல்லை, அவற்றிற்கான காரணிகளும் இல்லை. எனவே மெண்டலின் கருத்துப்படி பண்புகள் தொடர்ச்சியற்றவை (Discrete). ஆனால் டார்வினின் கருத்துப்படி பண்புகள் தொடர்ச்சியானவை (Continuous).

மேற்கூறிய இரண்டு கருத்துகளையும் தகுந்த விளக்கங்களின் மூலம் இணைப்பதுதான் புதிய டார்வினியத்தின் முக்கிய குறிக்கோளாகும். அதாவது ஜீனியலில் (Genetics) ஏற்பட்ட ஆய்வு முன்னேற்றங்களை டார்வினியத்துடன் இணைப்பது. இந்த இணைப்பிற்கு உதவிய ஆய்வு முடிவுகளில் முக்கியமானது ஒரு சிற்றினத்தின் ஜீனிய வேறுவபாட்டிற்கான அலகு (Unit of Genetic Diversity of a Species) அச்சிற்றினத்தின் தனி உறுப்பினர் (Individual of a Species) அல்ல, ஒரு உறுப்பினத்தொகை அல்லது உயிரித்தொகை A Species (A Population) தான். ஒரு சிற்றினத்தின் சரியான, விளைவு ஏற்படுத்தக் கூடிய, அனைத்துப் பண்புகளையும் வெளிப்படுத்தக் கூடிய ஜீனிய அளவு (Effective Genetic size) அச்சிற்றினத்தின் சரியான, விளைவு ஏற்படுத்தக் கூடிய அனைத்துப் பண்புகளையும் வெளிப்படுத்தக் கூடிய உயிரித்தொகை அளவு தான் (Effective Population size, NE). அதாவது ஒரு சிற்றினத்தின் அனைத்து ஜீன்களையும் கொண்டுள்ள அதன் உயிரித்தொகை தான் அச்சிற்றினத்தின் ஜீனிய வேறுபாட்டின் அலகு ஆகும். சூநு என்பது பின்வரும் சமன்பாட்டால் சீவால் ரைட் என்பவரால் விளக்கப்பட்டது.

$$N_E = \frac{N}{(1+F_{IS})}$$

இந்தச் சமன்பாட்டில் N என்பது உயிரித்தொகையின் அளவு, குளை என்பது உயிரித்தொகையில் உள்ள மாற்றுப் பண்புத் தன்மை (Heterozygates) கொண்ட உறுப்பினர்களின் பற்றாக்குறை அளவு ஆகியவற்றைக் குறிக்கின்றன.

ஒரு உயிரித் தொகையில் சிற்றினத்தின் அனைத்து ஜீன்களும் உள்ளனவா இல்லையா என்பதை பின்வரும் பண்புகள் நிர்ணயம் செய்கின்றன. நிறுவனர் விளைவு (Founder Effect) உயிரிதொகை நெருக்கல்கள் (Demographic Bettlenecks) ஜீனிய விலகல் தன்மை (Genetic Drift), உட்கலப்புத்தாழ்வு (Inbreding Depressiom) ஆகியவை, எனவே பரம்பரை இயலிலும் Heredity, ஜீனியலும் (Geretics) ஒரு சிற்றினத்தின் நிர்ணயம் செய்வதிலும் அப்பண்புகள் அடுத்தடுத்த சந்ததிகளுக்கு பரிமாற்றம் செய்யப்படுவதிலும் அச்சிற்றினத்தின் தனிப்பட்ட உறுப்பினர் உயிரிகளின் (Individual member of that species) ஜீன்களையும் பண்புகளையும் விட அச்சிற்றினத்தின் சரியான உயிரித் தொகையும் (Population) அத்தொகையில் உள்ள மொத்த உறுப்பின உயிரிகளின் ஜீன்களும் பண்புகளும் தான் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. பொதுவாக இந்த உயிரித்தொகையில் உள்ள பல்வேறு உறுப்பின உயிரிகளில் எந்த பண்பை எடுத்துக் கொண்டாலும் அந்த பண்பில் ஒரு தொடர்ச்சியான வேறுபாடு காணப்படுவதைக் காணலாம். (Continuous Variation) இதே போன்று இவ்வுறுப்பின் உயிரிகள் அனைத்திலும் எந்த பண்பிற்கான ஜீனை எடுத்துக் கொண்டாலும் அதன் அனைத்து வகை அல்லீல்களையும் அந்த உயிர்த்தொகையில் காணலாம். இத்தகைய விவரங்களை விளக்குவது தான் உயிரித்தொகை ஜீனியில் (Population Genetics) ஆகும். உயிரித்தொகை ஜீனியில் ஒருபக்கம் டார்வினின் பரிணாமக் கோட்பாட்டையும் ஜீனியலையும், இன்னொரு பக்கம் டார்வினையும் மெண்டலையும் இணைத்தது என்று கூறினால் அது மிகையாகாது.

உயிரித்தொகை ஜீனியலில் முக்கியப் பங்கேற்கும் இன்னொரு கருத்துரு ஹார்டியும் வியன்பெர்க்கும் (Hardy-weinberg) உருவாக்கிய விதியும், சமன்பாடும் ஆகும். ஹார்டி–வியன்பெர்க் விதி பின்வருமாறு. ஒரு சில குறிப்பிட்ட சூழல் நிலைகள் காணப்படும்போது ஒரு சிற்றினத்தின் உயிரித் தொகையில் காணப்படும் ஒரே ஜீனின் அனைத்து மாறுபட்ட அல்லீல்களின்

நிகழ்வெண்கள் ஒரு சந்ததியிலிருந்து அடுத்த சந்ததிவரை நிலையாக உள்ளது. இந்த குறிப்பிட்ட சுழல்நிலைகள் பின்வருமாறு i) உயிரித்தொகை வரம்பற்ற முறையில் மிகப் பெரியது (ii) உயிரித்தொகை உறுப்பினர்களிடையே பாலினக்கலப்பு இயல்பிலா முறையில் (Random) நடைபெறுவது (அதாவது ஒத்த அல்லது ஒத்திராத ஜீன்வகையைங்கள் இடையே (Genotypes) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட முறையில் கலப்பு ஏற்படாமல் இருப்பது (iii) இயற்கைத் தெரிவு நடைபெறாமல் இருத்தல் (அதாவது எந்தவொரு ஜீன் வகையமும் மற்ற ஜீன் வகையத்தை விட ஜீனியத்தன்மையில் அதிக வாழ்தகுதியைப் (fitness) பெறாமல் இருத்தல் (iv) சடுதமிாற்றம் (Mutation) எதுவும் இல்லாமல் இருத்தல் (v) ஒரு உயிரித்தொகையில் இருந்து உறுப்பின உயிரிகள் இன்னொரு உயிரித்தொகைக்கு இடம்பெறாமல் இருத்தல் மேற்கூறப்பட்ட பண்புகள் கொண்ட சிறப்புத்தன்மை வாய்ந்த சூழல் நிலைகள் எந்தவொரு உயிரித்தொகையிலும் உண்மையிலேயே காணப்படாது. (இது ஹார்டி–வியன்பெர்க் சமன்பாடு (Hardy-Weinberg Equilibrium) எனப்படுகிறது) என்றாலும், இந்த கருத்துரு மேற்கூறிய சூழல்நிலைகளில் எந்த ஒரு சூழல் நிலையும் உயிரித்தொகையில் ஏற்படுத்தும் தாக்கத்தை அறிந்துகொள்ள (எடுத்துக்காட்டாக) சடுதி மாற்றங்கள் உயிரித்தொகையில் ஏற்படுத்தும் தாக்கங்களை மிகவும் பயன்படுகிறது, மேலும் தெரிவு அழுத்தங்களின் (Selection Pressures) அளவைக் கணக்கிட இக்கருத்துரு உதவுகிறது.

சமன்நிலையில் (அதாவது ஹார்டி–வியன்பெர்க் சமன்நிலையில்) உள்ள ஒரு உயிரித் தொகையில் A, a என்ற இரண்டு அல்லீல்களைப் பெற்ற ஒரு ஜீனுக்கான ஜீன் வகைய நிகழ்வெண்களைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம். A அல்லீலின் நிகழ்வெண் P என்றும் a அல்லீலின் நிகழ்வெண் q என்றும் ஒவ்வொரு உயிரி உறுப்பினரும் இரட்டை மடியத்தன்மை (Diploid) கொண்டுள்ளன என்றும் நிகழ்வெண் அவற்றின் ஜீன் வகையங்கள் p2 + p2+ 2pq = 100 (அல்லது) p2 + p2+ 2pq = 1 ஆகும். இதுவே ஹார்டி–வியன்பெர்க் சமன்பாடு ஆகும். இந்த சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி எந்தவொரு ஜீன்வகையைத்தை, எடுத்துக்காட்டாக aa ஜீன் வகையம் கொண்ட உயிரி உறுப்பினர்களின் நிகழ்வெண் தெரிந்தால், எளிதாகக் கணக்கிட்டு விடலாம்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட உயிரித்தொகை ஜீனியல் கருத்துக்களின் அடிப்படையில் பெறப்பட்ட பல ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் தியடோர் டாப்ஷான்கி (1900–1975) என்பவர் 1937–ஆம் ஆண்டு எழுதிய "Genetics and the Origin of Species" என்ற நூலில் மெண்டலிய உயிரித்தொகை (Mendelian Population) என்ற கருத்துருவையும் இது உயிரித்தொகை ஜீனியலோடு தொடர்பு படுத்தப்பட்டது) "தகுதி வாய்ந்த உயிரி உறுப்பினர்கள் பிழைத்தன" (தக்கன பிழைத்தன) Survical of the tittest என்ற டார்வினின் கருத்துக்கு பதிலாக "தகுதிவாய்ந்த ஜீன்கள் பிழைத்தன (தக்க ஜீன்கள் பிழைத்தன) Survical of the tittest genes என்ற கருத்துருவையும் விவரமாக விளக்கியுள்ளார். புதிய டார்வினியம் பற்றிய சிறப்பான விளக்கங்கள் பல இந்நூலில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

சடுதிமாற்ற பரிணாமக் கொள்கை (Theory of Evolution)

சடுதி மாற்றக் கொள்கை –ஹியுகோடிவிரிஸ் டச்சு நாட்டின் தாவரவியல் வல்லுநரான ஹியுகோடிவிரிஸ் (1848–1935) ஏற்றுக்கொள்ளப்படமால் இருந்த மெண்டலின் கோட்பாடுகளையும், ஆய்வு முடிவுகளையும் மீண்டும் மக்களின் கவனத்திற்குக் கொண்டு வந்து ஆராய்ந்து அவை உண்மையென இவ்வுலகிற்கு எடுத்துக் கூறினார். இவரே 1900–ஆம் ஆண்டு பரிணாமம் பற்றி ஒரு கொள்கையை வெளியிட்டார். அதற்கு சடுதி மாற்றக் கொள்கை என்று பெயரிட்டார். இவர் தனது ஆய்வுப் பணியை ஈனோதீரா லேமார்க்கியானா என்ற தாவரத்தில் மேற்கொண்டு அந்த ஆய்வுகளின் முடிவின் அடிப்படையில் தனது கோட்பாட்டை வெளியிட்டார். தினமும் காலையில் நடக்கும்போது சாலையின் ஓரங்களில் உள்ள ஈனோ லேமார்க்கியானா என்ற தாவரத்தில் திடீரென மாறுபட்ட பண்புகளைக் கண்டார். இப்பண்புகள் அடுத்தடுத்த சந்ததிக்கும் பாரம்பரியமாக பங்களிப்பு செய்யப்பட்டன. இந்த வேறுபாடுகள் அனைத்தும் ஒரே படியில் நிலையில் திடீரென்று தோன்றி புதிய ரகங்களைத் தோற்றுவித்தன என்பதால் இம்மாற்றத்திற்குச் சடுதிமாற்றம் என்று பெயரிட்டார். டீவரிஸ் சடுதிமாற்றம் மூலமாக பெற்ற புதிய தாவரங்களைத் தொடக்கநிலை சிற்றினங்கள் என்று எண்ணி அவற்றைப் பிரிவுகளாகப் பிரித்தார் அவையாவன

1. முற்போக்கு சிற்றினங்கள்

முற்போக்கு இனங்கள் என்பது சடுதி மாற்றத்தின் காரணமாக ஒரு தாவரத்தில் பல புதிய பண்புகள் தோன்றுதலாகும். ஈனோதீரா லேமார்க்கியானா தாவரத்தை விட ஈனோதீரா கைகாஸ் புற அமைப்பில் உயரமானதாகவும் தடித்த தண்டு, அகன்ற இலை, பெரிய பூக்களையும் பெற்றிருந்ததால் இதனை முற்போக்கு சிற்றினத்திற்கு எடுத்துக்காட்டாக கூறலாம்.

2. பிற்போக்கு சிற்றினங்கள்

இவ்வகை சிற்றினங்களில் இயல்பான தாவரத்தின் (ஈ. லேமார்க்கியானா) பண்புகளை விட குறைப்பட்ட பண்புகள் காணப்படும். ஈனோதீரா நானெல்லா என்ற தாவரத்தில் சிறிய இலைகளும், பூக்களும், மெலிந்த தண்டுகளும், குறைந்த உயரமும் காணப்படுவதால் அதனை பிற்போக்கு இனம் என்று கொள்ளலாம்.

3. இழிந்த சிற்றினங்கள்

இவ்வகை சிற்றினங்கள் பயனற்ற சடுதிமாற்றத்தால் தோன்றிய தாவரங்களாகும். எனவே இவற்றில் சிறந்த பண்புகள் நீங்கப்பெற்று காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக ஈனோதீரா ஆல்பிடா தாவரங்கள் குறைந்த அளவு பச்சையத்தைப் பெற்றிருப்பதால் இயல்பான தாவரத்தைப் போல் உணவு தயாரிக்க முடியாது. அதன் வளர்ச்சியும் குன்றிக் காணப்படுகிறது.

4. நிலையில்லா சிற்றினங்கள்

இவ்வகை சிற்றினங்கள் சடுதிமாற்றம் பெற்ற பின்பும் ஈனோதீரா லேமார்க்கியானாவைப் போல் பல புதிய சிற்றினங்களை உருவாக்கும் ஆற்றல் பெற்றவை. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக ஈனோதீரா லேடாவைக் குறிப்பிடலாம். டார்வினும், சடுதிமாற்றத்தால் இதுபோன்ற நிலையைப் பல உயிரினங்களில் கண்டு அதற்கு ஸ்போர்ஸ் (Spores) என்று பெயரிட்டு, அவை பரிணாமத்திற்கு உதவுவதில்லை எனக் கருதி ஒதுக்கிவிட்டார். ஆனால் டீவிரிஸ் இவற்றை ஆய்வு செய்து தனது பரிணாமக் கொள்கையை வெளியிட்டார் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

சடுதி மாற்றங்கள் என்பது எல்லா அளவுகளிலும், நிலைகளிலும்

நிகழக்கூடியது. இயல்பான உயிரினத்திற்கும், சடுதிமாற்ற உயிரிக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் கண்ணிற்கு புலப்படும் நிலையிலோ அல்லது புலப்படாத நிலையிலோ இருக்கலாம். இத்துடன் சடுதிமாற்றம் என்பது படிப்படியாக நிகழ்பவை அல்ல. புதிய இனங்கள் திடீரென்று ஒரே சந்ததியிலேயே தோன்றிவிடலாம். இதுவே பரிணாமத்திற்குக் காரணமாகின்றது என்று முதன்முதலில் டிவிரிஸ் குறிப்பிட்டார். சடுதிமாற்றத்தால் தோன்றிய புதிய சிற்றினங்களில் புறச்சூழலில் உயிர்வாழ தகுதி பெற்றவையே தெரிவு செய்யப்படுகின்றன என்ற கருத்தையும் இவர் கூறினார். டிவிரிஸ், டார்வினின் இயற்கைத் தெரிவை ஏற்றுக் கொண்டார். ஆனால் வேறுபாடுகளின் தன்மையைப் பொறுத்தமட்டில் இவர் மாறுபட்டக் கருத்தைக் கொண்டிருந்தார். அடுத்தடுத்து தோன்றும் சந்ததிகளின் சிறு சிறு வேறுபாடுகள் சூழலின் தாக்கத்தால் தோன்றி புதிய சிற்றினங்கள் மெதுவாக தோன்றுவதாக டார்வின் கருதினார். ஆனால் டிவிரிஸ் புதிய சிற்றினங்கள் திடீரென்று ஒரே சந்ததிக்குள் சடுதிமாற்றத்தினால் தோன்றக் கூடியவை என்றும் இதுவே பரிணாமத்திற்கு உதவக் கூடியவை என்றார். உயிரிக்கு பயனளிக்காத சடுதிமாற்றங்கள் பரிணாமத்தில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. எனவே பயன்தரும் சடுதிமாற்றங்கள் உயிரியில் நிலைத்துவிடுகின்றன. எனவே உயிர்வாழ உதவும் சடுதிமாற்றங்களே சூழ்நிலையைத் தேர்ந்தெடுக்கின்றது.

டிவிரிஸின் பரிணாமக் கொள்கை மிகவும் விரிவான கொள்கை அல்ல. இவர் தனது கொள்கையில் சடுதிமாற்றம் உயிரினங்களிடையே தொடர்பற்ற வேறுபாடுகளை உருவாக்குகின்றன என்றும் அவற்றில் சூழ்நிலைக்குப் பயன்படும் வேறுபாடுகளை மட்டும் இயற்கை தேர்ந்தெடுக்கிறது என்றும் இந்த பயனுள்ள வேறுபாடுகளைக் கொண்ட உயிரினங்கள் மட்டுமே புதிய இனங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்றும் வலியுறுத்தியுள்ளார். பரிணாமம் திடீர் மாற்றங்களால் ஏற்படுகின்றன என்று டிவிரிஸ் (Devries) என்ற ஹாலந்து நாட்டு அறிஞர் 1901–ஆம் ஆண்டு கூறினார். ஆனால் இந்தக் கொள்கை அதிக அளவில் ஏற்றுக்கொள்ளப்படவில்லை. ஏனெனில் டிவிரிஸ் எடுத்துக் கொண்ட ஈனோதீரா லேமார்க்கியானா என்ற தாவரம் ஒரு கலப்புயிரியாகும் (Hybrid) மேலும் இவை பன்மயத் தாவங்கள்

ஆகும். சடுதிமாற்றம் மட்டுமே பரிணாமத்தில் உதவும் என்ற கோட்பாட்டை எவரும் ஏற்றுக் கொள்ளவில்லை. டீவிரிஸ்க்கு பின்பு மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகள் ஈனோதீராவில் காணப்பட்ட திடீர் மாற்றங்களுக்குக் காரணம் குரோமோசோம் எண்ணிக்கை மாற்றங்கள் தான் என்று வலியுறுத்தினர்.

பின்னால் குரோமோசோம் மாற்றங்களினால் ஏற்படும் பரிணாம மாற்றங்கள் (Saltation) என்ற பெயரால் குறிப்பிட்டனர். திடீர் மாற்றம் என்ற சொற்றொடர் ஜீன் மாற்றங்களுக்கு மட்டுமே சூட்டப்பட்டது.

சடுதிமாற்றப் பரிணாமக் கொள்கை (Theory of Evolution)

DNA - மூலக்கூறுகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களின் விளைவே சடுதிமாற்றம் எனப்படும். உயிரினங்களின் மரபுபொருள் DNA, அது அடுத்தடுத்த சந்ததிகளுக்கிடையே கடத்தப்படுகிறது, மரபியலின் அலகுகளான ஜீன், DNAயின் ஒரு துண்டு, இவை நியூக்ளியோடைடு வரிசையில் அமைந்துள்ளன. இவை உயிரியின் புறதோற்றம், மற்ற செயல்களை தீர்மானிக்கும் புரதங்களை உண்டாக்குகின்றன. ஜீன்களை வரிசைப்படுத்தும் DNAயின் நியூக்ளியோடைடு வரிசையில் ஏதேனும் வேறுபாடு ஏற்படுமாயின், வேறுபட்ட பண்பு கொண்ட ஜீன் உருவதற்குக் காரணம் ஏற்பட்டு, வேறுபாடுடைய உயிரி உருவாகிறது. இத்தகைய வேறுபாடுகளுக்கு ஜீன் சடுதிமாற்றங்கள் அல்லது புள்ளி சடுதிமாற்றங்கள் என்று பெயர்.

இவை இரு முறைகளில் நடைபெறுகின்றன. அவையாவன,

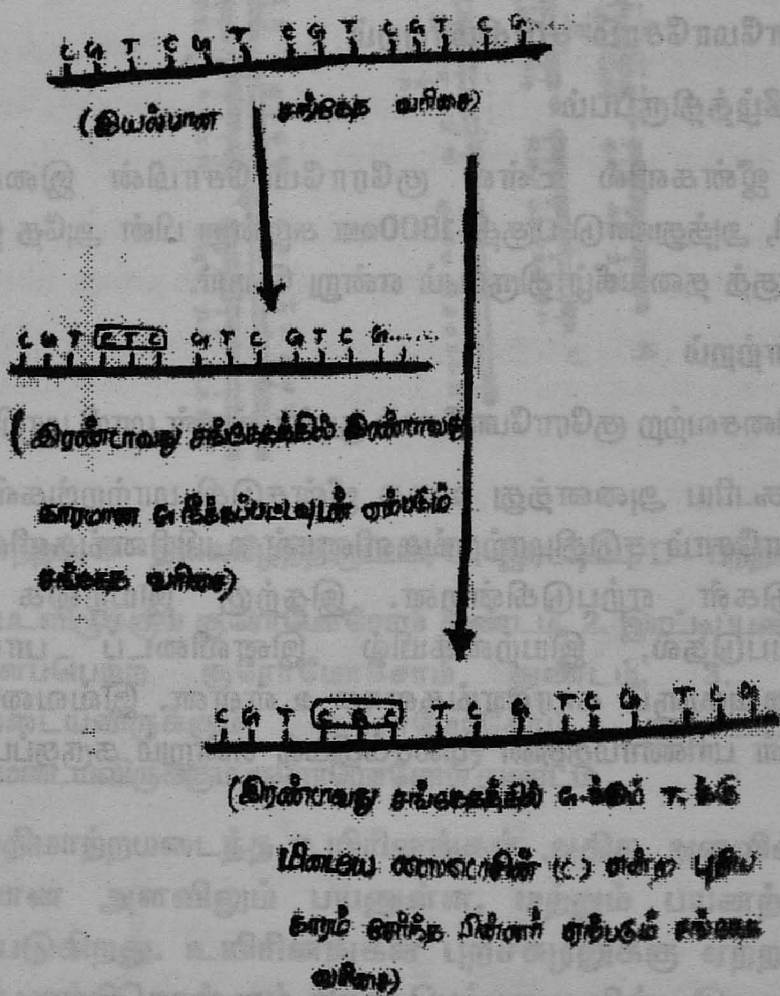
I. ஜீன் சடுதிமாற்றம்

1. பதிலி சடுதிமாற்றம்

DNAயில் உள்ள மூன்றெழுத்து சங்கேதத்தின் ஏதாவது ஒரு நைட்ரஜன், காரத்திற்குப் பதிலாக வேறொரு காரம் மாற்றப்பட்டு அதன் விளைவால் ஜீன் சடுதிமாற்றம் ஏற்பட்டு பண்பு வேறுபாடு உண்டானால் அதற்குப் பதிலி சடுதிமாற்றம் என்று பெயர். ஒரு பியூரின் காரத்திற்குப் பதிலாக மற்றொரு பியூரின் காரம் இடப்பெயர்வு அடைந்தால் அதற்கு இடப்பெயர்வு சடுதிமாற்றம் என்றும், ஒரு பியூரின் இருந்த இடத்தில் பிரமிடின்காரம் ஒன்று அமைந்தால் அதற்குக் குறுக்குப்பெயர்வு சடுதிமாற்றம் என்று பெயர்.

2. ஜீன் அமைப்புச் சட்டத்தின் மாற்றத்தால் விளையும் சடுதிமாற்றம்

ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட காரங்கள் RNA அல்லது m-RNAயின் நியூக்ளியோடைடு வரிசையில் சேர்க்கப்படுவதாலே அல்லது நீக்கப்படுவதாலோ ஜீனை அமைக்கும் நியூக்ளியோடைடு அமைப்பு சட்டம் மாற்றியமைக்கப்படுகிறது. இதற்கு ஜீன் அமைப்பு சட்ட மாற்றச் சடுதிமாற்றம் என்று பெயர். இவற்றில் காரங்கள் நீக்கப்படுமாயின் அதற்கு நீக்கச் சடுதிமாற்றம் எனப்படும். மரபுச் சங்கேதச் செய்திகள் மாற்றியமைக்கப்படுவதால் சடுதிமாற்றம் ஏற்படுகின்றது என்பதை இவை விளக்குகின்றன.



படம் – 59. சடுதிமாற்றம்

பலநேரங்களில், குரோமோசோம்களின் அமைப்பு, எண்ணிக்கை மற்றும் ஜீன்களின் அமைவிடம் இவற்றில் மாற்றம் குறிப்பிடுவது உயிரிகளின் புறத்தோற்ற அமைப்பை மாறுபடுத்துகிறது. இவை மரபுவழியடையக் கூடியவை. குரோமோசோம்கள் இவற்றில் பங்கேற்பதனால் இதற்கு குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம் என்று பெயர்.

ஜீன்களின் எண்ணிக்கையில் மாற்றங்கள் ஏற்படுதல்

(i) பற்றாக்குறை அல்லது நீக்கம் – ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட ஜீன்கள் நீக்கப்படுதல்.

(ii) இரட்டிப்பு – ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட ஜீன்கள் சேர்க்கப்பட்டு ஜீன் இரட்டிப்புரதல்.

II. குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம்

i) தலைகீழ்த்திருப்பம்

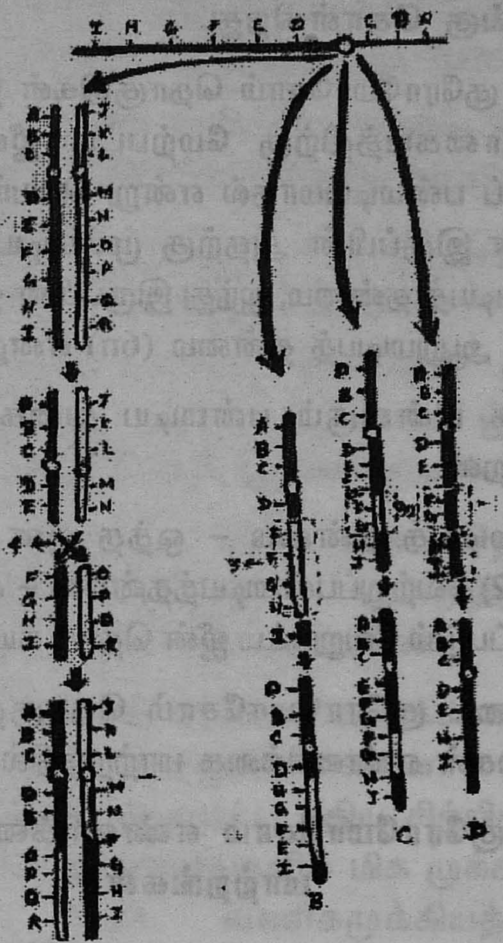
சில ஜீன்களில் உள்ள குரோமோசோமின் இடைப்பகுதி துண்டாகி, அத்துண்டு பகுதி 1800ஊ சுழன்று பின் அதே இடத்தில் சேர்வதற்குத் தலைகீழ் திருப்பம் என்று பெயர்.

ii) இடமாற்றம்

ஒத்திசைவற்ற குரோமோசோம் துண்டங்கள் மாறி மாறி சேர்தல்.

மேற்கூரிய அனைத்து வகை ஜீன்சடுதி மாற்றங்கள் மற்றும் குரோமோசோம் சடுதிமாற்றங்களினால் உயிரினங்களில் பண்பு, வேறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. இதற்கு இயற்கை தேர்வு, தனிமைப்படுதல், இயற்கையில் இனவிடைப் பாலினைவு போன்றவைகளும் காரணங்களாக உள்ளன. இவ்வகை சடுதி மாற்றங்கள் பரிணாமத்தின் மூலசக்திகள் என்றும் கருதப்படுகிறது.

படம் – 60. குரோமோசோம் சடுதிமாற்றங்கள்



A. இடமாற்றம், B – தலைகீழ்த்திருப்பம், C – இரட்டிப்பு, D – பற்றாக்குறை,

1. நீக்கப்படவிருக்கும் குரோமோசோம் துண்டம், 2. இரட்டிப்படையிருக்கும் ஜீன்களைப்பெற்ற குரோமோசோம் துண்டம், 3. தலைகீழ்த் திருப்பமடையவிருக்கும் குரோமோசோம் துண்டம், 4. பரிமாற்றமடையவிருக்கும் குரோமோசோம் துண்டம்.

சடுதிமாற்றமடைந்த உயிரினங்கள் அதிக அளவில் அல்லது குறைவான அளவிலும் பயனுள்ள, மற்றும் பயனற்றதாகவும் காணப்படுகிறது. உயிரினங்கள் புறச்சுழலுக்கு ஏற்றவகையில் தன்னை மாற்றிகொள்ளும் திறன் பெற்றவை. பின்பு இவை இயற்கை தேர்வு செய்து இயல்பான ஜீனோடைப்புகளுடன் சேர்கிறது. புதிய சூழ்நிலைகேற்ப சிற்றினங்களைத் தக்க வைத்துக் கொள்ள சடுதிமாற்றங்கள் உதவுகின்றன.

III. குரோமோசோம் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

a. அடிப்படை குரோமோசோம் தொகுதி முழுதும் எண்ணிக்கை மாற்றத்தில் பங்கு கொள்கிறது.

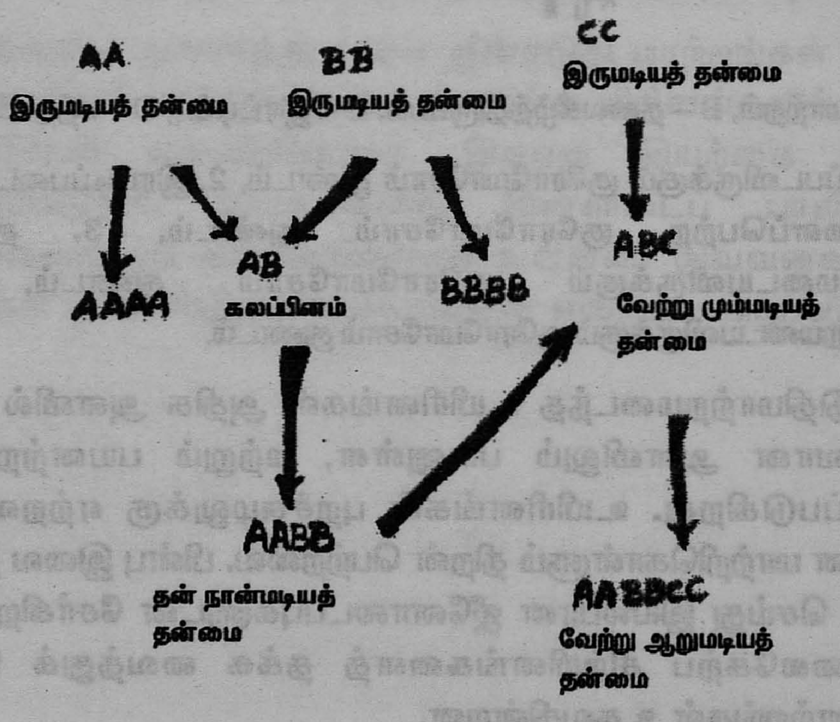
அடிப்படை குரோமோசோம் தொகுதிகள் இரட்டிப்படைவதால், இரு ஜீன் தொகையத்திற்கு மேற்பட்ட ஜீன் தொகையங்கள் உண்டாவதற்குப் பன்மடியமாதல் என்று பெயர். எ.கா மூன்று ஜீன் தொகையங்கள் இருப்பின் அதற்கு மும்மடியத் தன்மை, நான்கு இருப்பின் நன்மடியத் தன்மை, ஐந்து இருப்பின் ஐந்துமடியத் தன்மை, ஆறு இருப்பின் ஆறுமடியத் தன்மை (6n) என்றும் பெயர்.

பொதுவாக பின்வரும் பன்மடிய வகைகள் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.

1) தற்பன்மடியத் தன்மை – ஒத்த ஜீன் தொகையங்களின் இரட்டிப்பாதல், 2) வேற்றுப்பன்மடியத்தன்மை – கலப்பினங்கள் மூலம் தோன்றி காணப்படும் வேறுபட்ட ஜீன் தொகையங்கள் இரட்டிப்பாதல்

b. அடிப்படை குரோமோசோம் தொகுதியின் ஒன்றிரண்டு குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கை மாற்றத்தில் பங்கு கொள்ளுதல்.

படம்–61. குரோமோசோம் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்



அடிப்படை குரோமோசோம் தொகுதியில் ஒன்று அல்லது இரண்டு குரோமோசோம்கள் சேர்தல் அல்லது நீக்கப்படுதல் மூலம் இருமடிய குரோமோசோம் எண்ணிக்கை பாதிக்கப்பட்டு உயிரியின் பண்புகள் வேறுபடுகின்றன. இதற்கு அனூபிளாய்டி என்று பெயர்.

1. மோனோசோமிக் – (2n–1) ஒரு ஜீன் தொகையங்கத்தின் குரோமோசோம்களில் ஒன்று நீக்கப்படுதல்.

2. ட்ரைசோமிக் – (2n+1) ஒரு ஜீன் தொகையங்கத்தின் குரோமோசோம்களில் ஒன்று இரட்டிப்பாதல்.

3. நல்லிசோமிக் (2n-2) இருமடிய எண்ணிக்கையில் ஏதாவதொரு குரோமோசோம் இணையின் இரு குரோமோசோம்களும் இழக்கப்படுதல்.

4. பாலிசோமிக் – ஒரு ஜீன் தொகையங்கத்தின் குரோமோசோம்களில் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட குரோமோசோம்கள் இரட்டிப்பாதல்.

வளமற்ற தாவரங்கள், சிற்றினங்களுக்கிடையே நடைபெறும் கலப்பு மூலமாக வளமுள்ளவைகளாக மாறி, தன் பெற்றோர்களிலிருந்து வேறுபட்ட புதிய சிற்றினங்களாகின்றன. பன்மடியமாதல் என்பது தாவரங்களில் மிக முக்கியமானவையாகக் கருதப்படுகிறது. எ.கா. வணிகமுக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாவரங்களான புகையிலை, கோதுமை, கரும்பு, காப்பி, ஓட்ஸ் போன்றவை பன்மடியமாதல் மூலம் பரிணாமம் பெற்றவையாகும். இருமடிய தாவரங்களை விட பன்மடிய தாவரங்களில் சடுதிமாற்றம் ஏற்பட அதிக வாய்ப்புகள் உண்டு. பன்மடியமாதல் சடுதிமாற்றத்தில் தீமைபயக்கும் ஜீன்களின் செயல் வெளிப்படாதவாறு தடுக்கப்படுகிறது. எனவே பரிணாமத்தில் பன்மடியங்கள் முக்கியதுவம் பெறுகின்றன.

மரபியல் அடிப்படை பரிணாமம்

டிவிரிஸ் கூரிய குரோமோசோம் கொள்கை விளக்கம், குரோமோசோம் பிழற்சியை விளக்கியதே தவிர, ஜீன் மாற்றங்களை விளக்கவில்லை. ஆனால் மார்கன், முல்லர் ஆகியோர் இந்த மாற்றங்களை குரோமோசோம் திடீர் மாற்றம், ஜீன் மாற்றம் என இருவகையாகப் பிரித்தனர். குரோமோசோமில் உள்ள ஜீன்கள்

மரபியல் அடிப்படை அலகுகளாக, மரபுப்பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பாக இருக்கின்றது. DNA மூலக்கூறுகளால் ஆன இந்த ஜீன்கள் செல் பிரிதலின் போது எண்ணிக்கையில் மிகுந்து ஜீன் பெருக்கமடைகின்றன. சில தருணங்களில் இந்த ஜீன்களும் புதிய ஜீன் அமைப்புகளை உருவாக்குகிறது. இதற்கு காரணம் திடீர் மாற்றம் ஆகும். இதனால் வேறுபாடு உருவாகின்றது. இந்த வேறுபாடு சிறிதாக இருக்கும் போது புலப்படுவதில்லை. ஆனால் அந்த வேறுபாடுகள் ஒருங்கிணைந்து பெரும் மாற்றமாக அமைந்து புலப்படுகிறது.

மூலக்கூறு அடிப்படை ஜீன் மாற்றம்

பல நியூக்ளியோடைடுகளை கொண்ட DNA மூலக்கூறில் நைட்ரஜன் அடிஇணைப் பொருள்கள் உள்ளன. இந்த நைட்ரஜன் அடிஇணைப் பொருட்கள் பியூரின், பிரிமிடின் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் மாற்றம் ஜீனின் செயல்படும் தன்மையை மாற்றுகிறது. இதன் விளைவாக புறத்தோற்றத்தில் வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. சில தருணங்களில் நைட்ரஜன் அடிஇணையில் பதிலீடு செய்யப்பட்டால் திடீர்மாற்றம் ஏற்படுகிறது. குறைதல், இரட்டிப்பாதல், DNA நகலாக்கத்தின் போது திடீர்மாற்ற விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

2. ஜீன் திடீர் மாற்றம் நடைபெறும் முறை

கடுகு வாயு, நைட்ரஸ் அமிலம் போன்றவை திடீர் மாற்றத்தைத் தூண்டுவிக்கின்றன. இதனால் DNA வில் உள்ள அடினைன், பதிலீடு செய்யப்பட்டு சைட்டோசைனோடு இணையாக்கம் பெற்று ஜீன் திடீர்மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

3. டேட்டோமெரியம் (Tatomerism)

சில வேதியியல் பொருட்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வேதியியல் அமைப்பில் காணப்பட்டால் டேட்டோமர்கள் என்று அழைக்கப் படுகின்றன. நைட்ரஜன் அடிஇணைகளில், எலக்ட்ரான் அல்லது ஃபோட்டான் இவைகளின் உதவியால் உருமாற்றம் அடைகின்றன. இதற்கு டேட்டோமெரியம் என்று பெயர். இதன் விளைவாக இயற்புக்குப் புறம்பான நைட்ரஜன் அடிஇணைகள் தோன்றுகின்றன.

4. அயனியாக்கம்

DNAவில் உள்ள நைட்ரஜன் அடிஇணைகளில் அயனியாக்கம் நடைபெற்றால் திடீர் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. தையமின் இணை, குவனைனுடன் இணைந்து திடீர் மாற்றத்தை உண்டாக்குகிறது. ஜீன் மாற்றம் இயல்பு மாற்றம், என்றும் தூண்டுவிக்கப்பட்ட மாற்றம் என இருவகையாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. தாவரங்களிலும், விலங்குகளிலும் இயல்பு காரணிகளால் வரும் மாற்றம் இயல்பு திடீர் மாற்றம் எனப்படும். இவை அடிக்கடி நடைபெறுகிறது. இதற்கு பிற்போக்கு திடீர்மாற்றம் என்று பெயர். ஒரே ஜீன்களில் திடீர்மாற்றம் பல திசைகளில் நடைபெறுகிறது. இதற்கு பல் கூட்டு அல்லீல்கள் என்றும் பெயர். சிலநேரம் உயிரின் இறப்பிற்குக் காரணமான கொல்லி ஜீன்விளைவு திடீர்மாற்றமும் ஏற்படும். இயல்பு திடீர் மாற்றத்திற்கு எடுத்துகாட்டு மனிதர்களில் குருதி உறையாத தன்மை, நிறவேறுபாட்டுக் குருட்டுத்தன்மை.

செயற்கைமுறை புறக்காரணிகளாகிய X-ரே கதிர்கள், ஆல்ஃபா, காமா, பீட்டா கதிர்கள், வேதியியல் பொருட்கள் போன்றவைகளின் தூண்டு தன்மையினால் உண்டாவதற்கு தூண்டப்பட்ட திடீர்மாற்றம் என்று பெயர்.

எண்ணிக்கை, அமைவு குரோமோசோம்களின் பகுதிகள் விடுபடல், இரட்டிப்பாதல், தலைகீழாதல், இடமாறி அமைதல் போன்றவை குரோமோசோம் சடுதிமாற்ற நிகழ்வாகவும் உட்படுகிறது. ஜீனிலும், குரோமோசோமிலும் ஏற்படும் திடீர் மாற்றம் புதிய இனம் தோன்றுவதற்கு காரணமாகிறது. படிப்படியாக ஏற்படாத திடீர்மாற்றத்தில் சிறு வேறுபாடுகள் அதிக அளவிலும் பெரு வேறுபாடுகள் குறைவான அளவிலும் காணப்படும்.

திடீர் மாற்றம் பெரும்பாலும் தீமை அளிக்கிறது. உயிரிகளின் தேவைக்கேற்ற, தூண்டலுக்கு ஏற்ப இவை மாறாததால் அங்கொன்று இங்கொன்றுமாக மாறுபாடு ஏற்படுகிறது. பெரும் திடீர் மாற்றம், சிறு திடீர்மாற்றம் என்று வகைப்படுத்துவதன் மூலம், திடீர் மாற்றங்களின் பரிணாம வேறுபாடுகளுக்குக் காரணம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

வேறுபாடுகளை தோற்றுவிக்கும் ஜீன், குரோமோசோம் திடீர் மாற்றங்கள் புதிய பண்புகளின் தோற்றத்திற்கு காரணமில்லை

என்றும், ஜீன்களின் இடவிளைவு, ஜீன்களின் எண்ணிக்கை சமநிலை, ஜீன்களின் வெளிப்பாடு போன்றவை தான் புதிய பண்பு தோன்ற காரணமாகிறது என்று பலர் வாதிடுகின்றனர். ஜீன் மூலக்கூறுகளில் ஏற்படும் திடீர்மாற்றம் வேறுபாடுகளை மட்டும் உண்டாக்குவதில்லை, ஜீன்களைப் பாதுகாக்கவும் அடிப்படையாகின்றன. மூலக்கூறு அமைப்பில் மாற்றம் ஏற்பட்டு பின்பு பரிணாமத்தின் ஆதாரபொருளாக அமைய இயற்கைத் தெரிவு செயல் வடிவம் பெற்று புதிய உயிரமைப்புகள் நிலைத்து வாழ உதவுகின்றன.

தனிமைபடுத்தலும் பரிணாமும் (Isolation)

தனிமைப்படுத்தல் புறத்தடையினாலோ அல்லது அகத்தடையினாலோ ஏற்படுகிறது. இது அயல்கலப்பை தடுத்து, இரு உயிரித்தொகைகளுக்கு இடையே ஏற்படும் ஜீன்களின் பரிமாற்றத்தைத் தவிர்க்கிறது. தனிமைப்படுத்தலின் பரிணாம முக்கியத்துவத்தை சூழ்நிலை வேறுபாடு, திடீர்மாற்றம், இயற்கைத்தெரிவு, அடிப்படையில் லேமார்க்கும், டார்வினும், டீவிரிஸிம் விளக்கியுள்ளனர். தனிமைபடுத்தவில்லை என்றால் உயிரிப்பரிணாமம் நடைபெற வழியில்லை என்று வேக்னரும் டாப்ஷான்ஸ்கியும் கூறுகின்றனர். இடம் சார்ந்த தனிமைப்படுத்தம் (Allopatric) – உயிரித்தொகையையும், ஜீன் சார்ந்த தனிமைப்படுத்தம் – அல்லோபேட்ரிக், சிம்பேட்ரிக் ஆகிய இரண்டு உயிரித்தொகைகளையும் உருவாக்குகின்றது. முக்கியமான தனிமைபடுத்தும் முறைகளாவன,

1) புவி அமைவிட சார் தனிமைப்படுத்தம் (Geographical Isolation).

2) சூழ்நிலைத் தனிமைப்படுத்தம் (Ecological Isolation).

3) பருவ காலத் தனிமைப்படுத்தம் (Seasonal Isolation).

4) பால்முறை அல்லது உளத்தனிமைப்படுத்தம் (Sexual Isolation).

5) உறுப்பமைவு வழி தனிமைப்படுத்தம் (Mechanical Isolation).

6) அடற்செயலியல் தனிமைப்படுத்தம் (Physiological Isolation).

7) செல்லியல் தனிமைப்படுத்தம் (Cytological Isolation).

8) கலப்பினம் வாழாமை தனிமைப்படுத்தம் (Zygotic Mortality).

9) கலப்பின மலட்டுத் தன்மை (Hybrid Sterility).

10) கலப்பினச் சிதைவு.

மேற்கூரிய தனிமைபடுத்து முறைகளை ஜி.எஸ்.ஸ்டெப்பின்ஸ் இருவகைப்படுத்தியுள்ளார்.

அ. கருமுட்டை உருவாகும் முன்பான தனிமைப்படுத்தம்

இனப்பெருக்கச் செயல்பாடு மிகுந்த இரண்டு சிற்றினங்கள் இணையாமல் ஒதுங்கிவிடல்.

ஆ. கருமுட்டை உருவாகும் பின்பு தனிமைப்படுத்தம்

இரண்டு சிற்றினங்கள் இணைந்தாலும் கலப்பின உயிரியின் வளர்ச்சியில் பல வழிகளில் குறைபாடு அடைதல்.

அ. கருமுட்டை உருவாகும் முன்பான தனிமைப்படுத்தம்

1. புவி அமைவிட சார் தனிமைப்படுத்தம் (Geographical Isolation).

நீண்ட நிலப்பரப்பினாலோ, ஆறு, கடல் போன்றவற்றாலோ, பள்ளம், மேடு (மலை) போன்ற அமைப்பு வேறுபாடுகளாலோ இரண்டு உயிரித்தொகைகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று தனிமைபடுத்தப்படல் புவி அமைவிட தனிமைப்படுத்தல் ஆகும். இதன் முக்கியதுவத்தை வேக்னர் கூறியுள்ளார். தனிமைப்படுத்து செயல்முறையில் தொடக்கநிலை புவி அமைவிட சார் தனிமைப்படுத்தல் என்று ஏர்னஸ்ட் மேயர் கூறுகிறார். இரு உயிரிகள் ஜீன் வழி வேற்றுமை உண்டாக்கப்பட்டு இனப்பெருக்கம் செய்ய முடியாமல் தனிமைப்படுத்தப்பட்டால் அது ஜீன் சார்ந்த தனிமை எனப்படும் (எ.கா.) ஆஸ்திரேலியாவில் இருக்கும் பையுடைய பாலூட்டிகள் முட்டையிடும் பாலூட்டிகள், கலப்பகாஸ் தீவுகளில் காணப்படும் உயிரினங்களில் 76 நத்தை இனங்கள் எண்டெமிக் (Endemic) சிற்றினங்கள். இவை பொதுவாக தமக்குள்ளேயே இனப்பெருக்கம் செய்து கொள்கின்றன. இவற்றில் கலப்பினச்சேர்க்கை நடைபெற வாய்ப்பில்லை. மேலும் புவி

அமைவிட சார் தனிமைப்படுத்தம் மூன்று வகைப்படும் 1. நிலவழி தனிமைப்படுத்தல் 2. நன்னீர் வழி தனிமைப்படுத்தல். 3. கடல்நீர் வழி.

2. சூழ்நிலைத் தனிமைப்படுத்தம்

சூழ்நிலை காரணமாக ஒரே நில அல்லது நீர் பரப்பில் வாழ்பவையாக இருந்தாலும் சிற்றினங்கள் கலப்புத்தொடர்பில்லாமல் இருப்பதற்கு சூழ்நிலை தனிமை என்று பெயர். (எ.கா) பெரோமிஸ்கஸ் மெனிகுலேட்டஸ் என்னும் குறுமான்கள் அமெரிக்காவில் உள்ளன. இவற்றில் ஒரு சிற்றினம் மணற்பாங்கான இடத்திலும், மற்றொரு சிற்றினம் காட்டு பகுதியிலும் காணப்படுவதால் இனக்கலப்பு செய்வதில்லை.

3. பருவகாலத் தனிமைப்படுத்தம்

பருவம் அடைவதில் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் வேறுபடுவதாலும், அல்லது புணரும் காலம் வேறுபடுவதாலும் ஏற்படுவதாகும். பியூபா அமெரிக்கானஸ் வசந்தகால ஆரம்பத்திலும், பியூபா பௌவல்ரிவூசந்த் வசந்தகால கடைசியிலும் பருவ முதிர்ச்சியடையும். ஆகையால் இவற்றில் வேறுபட்ட பருவ முதிர்ச்சியால் இனக்கலப்பு செய்ய இயலுவதில்லை.

4. உளத்தனிமை அல்லது பால்முறை தனிமைப்படுத்தம்

பால் சிற்றினங்கள், ஒற்றுமையின்மை அல்லது பிடித்த மின்மையால் ஏற்படும் தனிமைப்படுத்தல் உளத்தன்மையாகும். இரு சிற்றினங்களுக்கு இடையே புற இனப்பெருக்க உறுப்பு அமைப்பில் வேறுபாடு இல்லை, ஆனால் இனச்சேர்க்கைக்கு முன்பாக வேறுபாடு காணப்படுகிறது. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக கேஸ்டிரோஸ்டியஸ் அக்குலிலேட்டடஸ் என்ற மீன் இனத்தில் காணப்படும் இனப்பெருக்க முறையை வீனர் என்பவர் குறிக்கிறார்.

5. உறுப்பமைவு வழித் தனிமைப்படுத்தம்

இது பால் உறுப்புகள் பொருந்தாத அல்லது ஒன்று சேராத நிலையைக் குறிக்கும். பொதுவாக ஆண், பெண் இனப்பெருக்கம் உறுப்புகள் பொருந்தும் நிலையை பொருத்தேப் புணர்ச்சி திறன் இருக்கும் என லிடர்போர் என்பவர் குறிக்கிறார்.

தாவரங்களில் தனிமைப்படுத்தல் செவ்வனே திறம்பட நடைபெறுகிறது. வெவ்வேறு மலர்கள் வெவ்வேறு அமைப்பை பெற்றிருப்பதால் பூச்சிகளால் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுவது தவிர்க்கப்படுகிறது.

6. உடற் செயலியல் தனிமைப்படுத்தம்

உடல் செயலியல் தடைகள் ஏற்படுவதால் இனச் சேர்க்கை நடைபெற்றாலும் புதிய இன உயிரிகள் உண்டாக முடியாது. ஊமத்தை செடியின் சில இனங்களில் இன ஆக்கச் செல் தனிமைப்படுத்துவதை பிளாக்ஸி என்பவர் எடுத்துரைத்துள்ளார்.

ஆ. கருமுட்டை தோற்றம் பின்பாக தனிமைப்படுத்தம்

1. செல்லியல் வழி தனிமைப்படுத்தம்

சிறப்பினங்கள் இரண்டில் உள்ள குரோமோசோம் எண்ணிக்கையில் உள்ள வேறுபாடு காரணமாக புணர்ச்சி நடைபெற்றாலும் கருவுறுதல் தடைபடுகின்றது. மேலும், பால் செல்கள் இணைந்து, வளர்ச்சி நடைபெற்றாலும் இந்த உயிரி இளம்வளர் நிலையிலேயே இறந்து விடுகின்றது. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக ரானா ஆரியோலோட்டா தவளை இனத்தை குறிப்பிடலாம்.

2. கலப்பினம் வாழாமை

இனச்செல்கள் இணைந்து கரு தோன்றி, வளர்ந்து முதிர் உயிரியாகும், ஆனால் பருவமுதிர்ச்சி அடைவதற்குள் இறந்துவிடும். மீன்கள், தவளைகள், வண்டுகளில் காணப்படும் ஜீன் வழி ஒவ்வாமையே கலப்பினம் வாழாமைக்குக் காரணமாகிவிடுகிறது.

3. கலப்பின மலடு

ஈரினச்சேர்க்கையால் தோன்றும் கலப்புயிரிகளில் காணப்படும் குரோமோசோம்களின் பிரிவடையாத தன்மையால் கலப்பின மலடு தோன்றுகிறது.

4. கலப்பினச் சிதைவு

வீரியம் உள்ள சில கலப்பினங்கள் அந்த இனத்தைச் சார்ந்த விலங்குகளோடுப் புணர்ச்சி செய்தால் கலப்பினங்கள் சிதைந்து உயிர்வாழ முடியாமல் போய் விடுகின்றது. பெண் பழ ஈக்கள் முதல்

சந்ததி ஆண் பூச்சியோடு புணரும்போது பிறக்கும் சந்ததி வளமையற்றுக் காணப்படுகின்றது.

தனிமைப்படுதல் தோற்றம்

தனிமைப்படுதல் என்பது பாரம்பரிய முறையில் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. ஜீன் பரிமாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் தனிமைப்படுத்தல் இரு கோட்பாடுகள் மூலம் விளக்கப்படுகின்றன. முல்லர் என்பவர் சிற்றினத்தோற்றம் (Speciation) உருவாகும் போது பாரம்பரிய வேறுபாடும், அதன் துணை வேறுபாடும் தனிமைப்படுத்தும் செயல்முறையைத் தூண்டுவதாகக் கூறினார். டாப்ஸன்ஸ்கி இயற்கைத் தெரிவின் விளைவால் இனப்பெருக்கத் தனிமை ஏற்படுகின்றது என்றார்.

தனிமைப்படுத்தலும் பரிணாமமும்

பரிணாமத்தில் தனிமைப்படுத்தல் முக்கிய இடத்தை வகிப்பதாக ரோமேன் என்பவர் கூறுகிறார். உயிரிகளின் துவக்க காலத்தில் தனிமைப்படுத்தல் இயற்கையாகவும், பிற்பகுதியில் இயல்பாகவும் நடைபெறுகிறது பரிணாமத்தில் தனிமைப்படுத்தல் தொடக்க நிலையில் பாதகமான காரணியாகவும், காலப்போக்கில் சாதகமான காரணியாகவும் விளங்குகிறது.

நிறுவனர் கோட்பாடு (Founder Effect)

மலைத்தொடர்கள், பெருங்கடற்பரப்புகள் போன்ற தடைகளைக் கடந்து விலங்குகள் இடம்பெயர்ந்து செல்கின்றபோது தனித்தனி குழுவாக, விலங்குகளின் குழுமம் தோன்றி அதனால் ஜீன் குழுமத்தில் சிறு மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. இதனால் வேறுபாடுகள் தோன்றுகிறது. இந்தப் புதிய சூழலில் காணப்படும் நிறுவனர் விலங்கு கூட்டம் பற்றி விளக்கும் கோட்பாடு நிறுவனர் கோட்பாடு என ஏர்னஸ்ட் மேயர் என்பவர் கூறுகிறார்.

தற்காலத்திய புதிய ஒருங்கிணைவுக் கோட்பாடு

ஜி.எல்.ஸ்டெப்பின்ஸ் என்பவர் ஜீன் திடீர் மாற்றம், குரோமோசோம் எண்ணிக்கை அமைப்பு மாற்றம், ஜீன் வழி மறுஇணைவு, இயற்கைத் தெரிவு, இனப்பெருக்கத் தன்மை ஆகிய ஐந்து அடிப்படைகளில் "தற்கால புதிய ஒருங்கிணைவு கோட்பாட்டை'' முதன்முதலில் கூறியுள்ளார். மரபியல் மாறுபாட்டில் படிநிலை வேறுபாடுகள் தோன்றாது எனவும், இவை இயற்கைத் தெரிவு இனப்பெருக்கத் தனிமை ஆகியவற்றின் மூலமாகத்தான் நடைபெறலாம் என்பது தெளிவு.

மேயர் தகவமைவு எதிர் திடீர்மாற்ற வரையறை, எபிஜெனிக் திடீர்மாற்றம், இணைவு இயற்கைத் தெரிவு போன்றவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு தற்காலப் புதிய ஒருங்கிணைந்த கோட்பாட்டினை விளக்கியுள்ளார்.

டார்வினின் இயற்கைத் தெரிவு கோட்பாட்டினை மையமாக கொண்டு ஹக்ஸ்லி என்பவரின் ஒருங்கிணைவு கருத்துக் கோட்பாடு அமைந்துள்ளது. இக்கோட்பாட்டின் கருத்துக்களாவன,

1. ஜீன்களின் திடீர்மாற்றம் (Gene Mutation)
2. குரோமோசோம்களின் திடீர்மாற்றம் (Chromosome Mutation)
3. மரபுவழி மறு இணைவு
4. மரபுவழி நழுவுதல்
5. இனக்கலப்பு (Hybrid)
6. இயற்கைத் தேர்வு (Natural Selection)
7. தனிமைப்படுத்துதல் (Isolation)
8. இடமாற்றம் (Transformation)
9. மரபுச் சமநிலையும் பரிணாமமும்
10. அணுகரணமும் பரிணாமமும்
11. பல்லுருவ அமைப்பும் பரிணாமமும்

ஆதார நூல்கள்

A text book of Biotechnology - H.D.Kumar (1991) East West Press, New Delhi

Biotechnology in Agriculture - M.S.Swaminathan (1991) Macmillan India Limited

Cell Structure and Function - A.G.Loewy, Philip Slekevitz.

Cell Biology - C.B.Power (1992) Himalaya Publishing house, Delhi.

Cell and Molecular Biology - E.D.P.De Roberts (1980) E.M.F.De Roberts Holt Saunders, Japan.

Crop Improvement Utilizing Biotechnology - Ruplal and Sukanyala (1990) CRC Press.

Microbial Biotechnology - S.M.Reddy, D.K.Purohit and Ram Reddy (1999) Scientific Publishers.

Plant Biotechnology - S.S.Purohit (1995) Agro Botanical Publishers.

Plant Function and Structure - Victor A. Greulach Macmillan Publishing Co Inc, New York.

Principles of Genetics - E.J.Gardnes and D.P.Snustad (1992) John wisely and Sons New York.

Soil Biotechnology - J.M.Lynan (1987) Blackwell Scientific Publishers

Technology Transfer of Plant Biotechnology - Peter.N.Greeshof (1997) CRC Press.

299143
T.P.M. LIBRARY
MADURAI KAM