

12.	நியூக்ளிக் அமிலங்கள்	—	98
13.	மரபுச் செய்தி (Genetic Code)	—	100
14.	புரதச்சேர்க்கையும் ஜீன்களின் செயல்பாடும் (Genes expression through Protein synthesis—	—	116
15.	ஜீன் பற்றிய பொதுக்கருத்து.	—	122
16.	சுடுதி மாற்றம் (Mutation)	—	126
17.	பன்மயமும் அதன் முக்கியத்துவமும் (Polyploidy and its importance)	—	139
18.	சைட்டோபிளாஸ்ட் மரபுவழி— நியூக்ளியஸ் சாராத பாரம்பரியம் (Cytoplasmic inheritance or Extra Nuclear inheritance)	—	148

M. Sowndharya Lakshmi

B. Sc (Botany) III year

1. முன்னுரை

மரபியலுக்கு ஒரு வகைப்பாடு

உயிரினங்களில் காணப்படும் மரபுத்தொடர் (Heredity) மற்றும் நுணுக்க வேறுபாடுகள் (Variations) பற்றி படித்தறிய உதவும் துறையே மரபியல் (Genetics) அல்லது பாரம்பரிய இயலாகும். உயிரினங்களின் பண்பு ஒப்புமையைக் குறிப்பதே மரபுத் தொடராகும். தனி உயிரினங்களில் காணப்படும் வேற்றுமைகள் நுணுக்க வேறுபாடுகளாகும். இயல்பான ஜீன்கள் (Genes) பெற்றோர்களிடமிருந்து வழித் தோன்றல்களுக்கு அனுப்பப்படுவதன் மூலம் மரபுத்தொடர் நிகழ்கிறது. ஜீன்களில் சூடுதி மாற்றங்கள் (Mutations) நிகழ்ந்து அல்லது புதிய சேர்க்கைகள் ஏற்பட்டு அவ்வகை ஜீன்கள் வழித் தோன்றல்களுக்கு அனுப்பப்படுவதன் மூலம் நுணுக்க வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன.

பண்புகள் ஒரு தலை முறையிலிருந்து அடுத்த தலை முறைக்கு அனுப்பப்படுவதை இனப்பெருக்க முறைகள் சாத்தியமாக்குகின்றன. இனப்பெருக்கத்தின் போது கேமிட்டுகள் வழியாக ஜீன்கள் பெற்றோர்களிடமிருந்து வழித்தோன்றல்களுக்கு அனுப்பப்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும். எனவே பெற்றோர்கள் இனப்பெருக்கம் செய்யும் போது தங்கள் பண்புகளை புதிய உயிரினங்களை உண்டாக்குவதன் மூலம் நிலை பெறச் செய்கின்றன. இவ்வீதம் பெற்றோர்களின் பண்புகள் பிள்ளைகளிடம் கைவரப் பெறுதலே மரபுத்தொடர் எனப்படும்.

மரபியலைக் குறிக்கும் 'ஜெனிடிக்ஸ்' (Genetics) என்ற சொல்லினை வில்லியம் பேட்சன் என்பவர் (William Bateson, 1906) முதன் முதலாகக் கையாண்டார். இந்த ய்ரேக்க மொழிக் சொல்லுக்கு 'கைவரப் பெறுதல்' (Coming into being) என்பது பொருளாகும். எனவே உயிரினங்களின் பண்புகள் கைவரப் பெறுதலைப் பற்றி விளக்கும் அறிவியலே மரபியலாகும்.

மரபியல் வரலாற்றுக்கு ஒரு அறிமுகம்

மரபியல் கருத்துக்கள் கால வரலாற்றில் பல்வாறாக உருவாகி பல்வேறு விளக்கங்களைப் பெற்றன. ஒவ்வொரு விளக்கத்திலும் உயிரினங்களின் தோற்றத்திற்கு பல அடிப்படைகள் காட்டப்பட்டன. இவைகள் அனைத்தும் பெற்றோர்களைச் சேர்க்குடன் தொடர்புபடுத்தியே தரப்பட்டுள்ளன. மரபியல் வரலாற்றின் பல்வேறு காலகட்டங்களில் தோன்றிய கருத்துகள் அனைத்தையும் இடு பகுதிகளாகப் பகுத்தறியப்படுகிறது.

1. மெண்டெலின் கொள்கைகள் ஏற்றுக்கொள்வதற்கு முன் நிலைய கருத்துகள்

மெண்டெலுக்கு, முன் வாழ்ந்திருந்தவர்கள் ஒத்தது ஒத்ததையே தரும் (Like begets like) என்ற பழமொழியினை நம்பியிருந்தார்கள். அரிஸ்டாடில் (Aristotle) கூறிய உயிரினப் பிறப்புக் கொள்கை மறுக்கப்பட்டு, பிரான்சிஸ்கோ ரீடி (Francisco Redi) என்பவர் கூறிய உயிரிப் பிறப்புக் கொள்கை ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டவுடன், மரபுத்தொடரும் உயிர்ப் பொருள்களும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையவை என்றும், ஒன்று மற்றொன்றுடன் சேர்ந்து இயங்கும் என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆனால் அக்காலத்திலுள்ளவர்கள் உடலின் பல்வேறு உறுப்புகளே அதன் அலகுகள் என்ற கருத்தினைக் கொண்டிருந்தனர். இதனடிப்படையில் மரபியலை விளக்க சில கருத்துக்களை வெளியிட்டனர். அவற்றுள் சில பின்வருமாறு:

விலங்குகளின் ஒவ்வொரு உறுப்பிலிருந்தும் ஒரு வகையான ஆவி வெளிப்பட்டு இவை இணைவதால் புதிய சேய் உயிர் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது என்கி. மு. ஐந்தாம் நூற்றாண்டின் கிரேக்கத் தத்துவஞானியான பிதகோரஸ் (Pythagoras) என்பவர் கூறினார்.

சேய்களின் உருவாக்கத்தில் தாய் தந்தையர்க்கு சம்பந்தம் உண்டென முதலில் லீயோனார்டோ டாவினசி (Leonardo da Vinci) என்பவர் கூறினார். பாலினப் பெருக்கத்தின் போது, தாய் தந்தையர் மிக நுண்ணிய துகள்களை வெளியிட்டுத் தின்றனர். இவை இணைந்து சேய்கள் உருவாகலாம் என உரேஞ்சு நாட்டு உயிரியல் வல்லுநர் மார்பெர்டீஸ் (Mauperthus) கருதினார். இந்த இணைப்பின் போது தந்தை வெளியிடுகின்ற துகள்கள் ஒங்கி இருப்பின் சேய் ஆணாகவும், பெண்பெருத்திய துகள்கள் ஒங்கி இருப்பின் சேய் பெண்ணாகவும் இருக்கும் எனக் கூறினார்.

தாய் துகள்கள் ஒங்கியிருப்பின் சேய் பெண்ணாகவும் இருக்கும் எனக் கூறினார்.

உயிரினங்களின் பண்புகளை தீர்மானிப்பதில் அவற்றின் உறுப்புகளின் பயன்பாடும், பயன் ஒழிவும் (Use and disuse) நிறைவு காணமாடுகிறது என்பதை லாமார்க் (Lamarck) வலியுறுத்தினார். உதாரணமாக ஒட்டகச் சிவிகளின் உயர்ந்த மரங்களிலிருந்து தழை உண்பதற்காக தமது கழுத்தினை தொடர்ந்து நீட்ட முயற்சி செய்து நீண்ட கழுத்து உருவானது என அவர் கருதினார். அதேபோல் தண்ணீர் தட்டுப்பாட்டின இடங்களில் வாழும் தாவரங்களின் இலைகள் அளவு குறைந்து செதில் இலைகளாகின்றன. இவற்றை வறண்ட நிலத் தாவரங்கள் என்கின்றோம். இம்மாற்றங்கள் மரபுத்தொடர் பொருள்கள் வழியாக சேய்களில் தொடர்கிறது எனவும் லாமார்க் கருதினார்.

பின்னர் 1674-ஆம் ஆண்டு கூட்டு நுண் நோக்கியை ஐசாபர்ட் ஹூக் (Robert Hook) கண்டறிந்த பின்னர், உயிரினங்களின் அடிப்படை அலகு செல் என்பது தெரியவந்தது. மேலும் பல செல் உயிரினங்கள் தங்களின் பாலினப் பெருக்கத்தின் போது இவ் செல்களை உண்டாக்குகின்றன என்ற உண்மையும், இவை இணைவதால் புதிய உயிரினம் தோன்றுகின்றது என்ற உண்மையும் அறியப்பட்டது. இக்காலத்தில் கூட நம்ப முடியாத சில கொள்கைகளான முன்படைப்பு மற்றும் முன் தோற்ற (Pre-formation and epigenesis) கொள்கைகள் நிலவி வந்தன. உதாரணமாக டச்சு அறிஞர் ஸ்வாமெர்டாம் (Swammerdam) என்பவர், விலங்கினங்களின் ஆண் இன செல்களில் முழுவளர்ச்சியடையாத உயிரினப்பிரதி ஒன்று அடங்கியுள்ளது எனக் கருதினார். இப்பிரதியினை ஹோமன் குலஸ் (Homunculus) அல்லது மேன் கின் (Man kin) என அழைத்தார்.

அதன் பின் செல் கொள்கையினை அடிப்படையாகக் கொண்டு டார்வின் (Darwin) என்பவர் 1838-ல் பார் ஜெனீவில் கோட்பாட்டினை உருவாக்கினார். ஒரு உயிரினத்தின் உடலத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு பகுதியும் தன்னையொத்த உயிர் மூலங்களான (gemmules) உண்டாக்குகின்றன. இவை இரத்தத்துடன் கலந்து கெமிட்டுகள் உண்டாகும் இடத்தை அடைகின்றன. பல உறுப்புகளிலிருந்து வந்த உயிர் மூலங்கள் ஒன்று ஒன்று சேர்ந்து கெமிட்டுகளாகின்றன. இவ்வாறு பாலினப் பெருக்கத்தின் மூலம் ஜெம்யூல்கள் சேய்க்கு ஒரு

எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் அவை பெற்றோர்களின் பண்புகளைக் காட்டுகின்றன என்பதே இக்கோட்பாடாகும்.

இறுதியில் 1904-ஆம் ஆண்டில் தான் ஒப்புக் கொள்ளக் கூடிய ஒரு கோட்பாடாகிய ஜெர்ம் பிளாஸ்க் கோட்பாட்டை அகஸ்ட் வெய்ஸ் மென் (August Weismann) என்பவர் வெளியிட்டார். உயிரினங்களின் உடலில் ஜெர்ம் பிளாஸம் (Germplasm) மற்றும் சோமடோபிளாஸம் (Somato plasm) என இருபகுதிகள் உள்ளன. சோமடோபிளாஸம் கொண்டுள்ள உடலனெய்கள் இணப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடுவதில்லை. எனவே இவைகளில் ஏதேனும் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டாலும் அவை மரபுவழியடைவதில்லை. ஜெர்ம்பிளாஸமுடைய கேமீட்டுகளே இணப்பெருக்கத்தில் பங்கு பெறுகின்றன. இந்த ஜெர்ம்பிளாஸம் பொதுவாக சூழ்நிலைக் காரணிகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே மாற்றம் ஏதும் அடையாமல் தலைமுறைக்குத் தலைமுறை எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. ஆயினும் அரிதாக, நிஉரென நிலையான மாற்றம் அடையலாம். இதனால் சேய்களின் பண்புகள் வேறுபடுகிறது என்பதே இக்கோட்பாட்டின் கருத்தாகும்.

மெண்டெலின் கொள்கைகள் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட பின் நோன்றிய கருத்துக்கள்

ஜெர்ம் பிளாஸ்க் கோட்பாடு வெளியிடப்பட்ட காலத்தில் தான், டிவிரிஸ், காரென்ஸ், ஷெர்மாக் (deVeries, Correns, Tschermak) என்ற விஞ்ஞானிகள் மெண்டெலின் ஆய்வுகளை மறுபடியும் மேற் கொண்டு அவரது கருத்துக்கள் உண்மை என உலகறியச் செய்தனர். இதனால் மரபியலின் தந்தை என மெண்டெல் அழைக்கப்பட்டார். இதே காலத்தில் தான் பேட்சன் (Bateson) மரபியலைக் குறிப்பதற்கு ஜெனிடிக்கஸ் என்ற சொல்லை அறிமுகம் செய்தார். மரபியலின் முறையான வளர்ச்சிக்கு மெண்டெலின் ஆய்வுகள் வித்திட்டன. இன்னால் பல தாவரங்களிலும் விலங்கினங்களிலும் ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டு பல முடிவுகள் வெளியிடப்பட்டன. அவற்றுள் முக்கியமானது. மார்கன் (Morgan) என்பவரும் அவரது சகாக்களும் பழ சிக்களின் (Drosophila) செய்த ஆய்வுகளாகும். இந்த ஆய்வுகளின் விளைவாக இவர்கள், ஜீன் பிணைப்பு, குறுக்கே கலத்தல் ஆகிய உண்மைகளை நிரூபித்ததோடு, குரோமோசோம்களே பாரம்பரியத்தின் அடிப்படை அலகுகள் என்ற மறுக்கமுடியாத உண்மையை விளக்கும் 'பாரம்பரியத்தில் குரோமோசோம்கள்'

கொள்கை' என்ற ஒரு கொள்கையினை வெளியிட்டனர். அதன் பின் மரபியலும் செல்வியலும் சேர்ந்து செல்விய மரபியல் (Cytogenetics) என்ற தனித்துறை ஒன்று உருவாக்கப்பட்டது.

தற்காலத்தில் மரபியலின் மேம்பாடு

தற்காலத்தில் நுண் நோக்கிய ஆய்வுகளிலும் நுணுக்கியுக் கு ஆய்வுகளிலும் அதிக முன்னேற்றம் ஏற்பட்டுள்ளதால் செல்விய மரபியல் அதிக முன்னேற்றம் கண்டுள்ளது. அவற்றுள் முக்கியமான சில முன்னேற்றங்கள் பின்வருமாறு:

1. காரணிகள் என அழைக்கப்படும் ஜீன் என்றால் என்ன என்பதற்கு தெளிவாக விளக்கம் அளிக்கப்பட்டுள்ளது.
2. கடுமியக்கக் காரணிகள் கையாளப்பட்டு துண்டப் பட்ட சகுதி மாற்றங்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டுள்ளது.
3. பல்கூட்டு ஜீன்களின் விளைவு அறியப்பட்டது.
4. பன்மயமும், பயிர்ப்பெருக்கத்தில் அதன் முக்கியத்துவமும் உணரப்பட்டது.
5. லைடோபிளாஸ மரபுவழித் தொடரின் முக்கியத்துவம் அறியப்பட்டது.

மரபியல் இன்று வேளாண்மை, தோட்டக்கலை, மற்றும் கால்நடை பராமரிப்பு ஆகிய நுறைகளில் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. நோய் எதிர்த்தல் மற்றும் பெற்றோர் அடிகப் பலனைத் தரக்கூடிய வகைகளை உருவாக்க பெரிதும் உதவுகிறது. மேலும் மருத்துவத் துறையில் பலநோய்களைப் பற்றிய நுணுக்கங்களைப் புரிந்து கொள்ள ருணப்படுத்த பாரம்பரிய இயல் ஆய்வுகள் உதவுகின்றன. தற்காலத்தில் ஜீன்களில் மாற்றங்கள் ஏற்படச் செய்து விரும்பத்தகாத பண்புகளை ஒடுக்கியும் தேவையான பண்புகளை ஒங்கச்செய்யவும் முடியும். இதனை விளக்கும் அறிவியல் ஜீன் நுணுக்கவியல் (Genetical Engineering) என்று பெயர்.

2. மெண்டெல்ஹும் மெண்டலிவ் பாரம்பரிய விதிகளும்

1. மரபியலின் தந்தை மெண்டெல்

பாரம்பரியத்தின் அடிப்படைக் கொள்கைகளை மரபியலின் தந்தை என அழைக்கப்படும் கிரிகோர் ஜோஹன் மெண்டெல் (Gregon Johann Mendel) என்பவரால் கி.பி. 1866-ம் ஆண்டில் உருவாக்கப்பட்டன. இவர் ஆஸ்திரியா நாட்டில் (தற்போது செக்கோஸ்லோவாக்கியாவின் ஒரு பகுதியாக உள்ளது) 1822-ம் ஆண்டு ஜூலை மாதம் 22-ம் தேதி பிறந்தார். இவர் 1843-ம் ஆண்டு ஆஸ்திரியாவில் உள்ள பிரன் என்ற இடத்தில் இருக்கும் ஒரு மடாலயத்தில் சேர்க்கப்பட்டார். அங்குதான் அவருக்கு கிரிகோர் என்ற பெயர் கிடைக்கப்பெற்றது. 1851-ல் இவர் இயற்கை அறிவியலைப் படிப்பதற்காக வியென்னாவிற்கு (Vienna) அனுப்பப்பட்டார். வியென்னா பல்கலைக் கழகத்தில் மூன்றாண்டுகள் இருந்து கணிதம், மற்றும் இயற்கை அறிவியல் ஆகியவற்றைப் பயின்று பின்னர் பிரன்விற்குத் திரும்பி அங்குள்ள ஒரு உயர்நிலைப் பள்ளியில் ஆசிரியராகப் பணியாற்றினார். அக்காலத்தில்தான் தான் தங்கியிருந்த மடாலயப் பூந்தோட்டத்தில் பட்டாணித் தாவரங்களை வளர்த்து தன் புகழ்பெற்ற சோதனைகளைச் செய்து வந்தார். 1867-ம் ஆண்டு முதல் 1865-ம் ஆண்டு வரை இவர் பல கவனியாக்கல் சோதனைகளை பட்டாணிச் செடியில் செய்து அதில் தான் கண்ட உண்மைகளை 1865-ல் இயற்கை வரலாற்றுக் கழகத்தில் இரு கூட்டங்களில் எடுத்துக் கூறினார். பின்னர் அக்கழகத்தின் ஆண்டு வெளியீட்டிலும் பிரசுரித்தார். இப்பிரசுரம் பின்னர், ஐரோப்பா மற்றும் அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளின் நூலகங்களுக்கு அனுப்பப்பட்டது. அறிவியல் சகாப்தத்தில் புதிய அத்தியாயத்தைத் தோற்றுவிக்கக் கூடிய இவருடைய வரலாற்று முக்கியத்துவம்வாய்ந்த கண்டுபிடிப்புகள் துரதிரிஷ்டவசமாக எவருடைய கவனத்தையும் ஈர்க்கவில்லை. அக்கால அறிவியலறிஞர்கள் அன்று தோன்றிய டார்வின் (Darwin's) இனத்தோற்றக் கொள்கையைப்

பற்றிய விவாதத்தில் ஈடுபட்டிருந்தனர் என்பதுடன், அக்கால உயிரியலறிஞர்களுக்கு மெண்டெல் அளித்த புள்ளியியல் முறைப்படியான விளக்கங்களைப் புரிந்துகொள்ள முடியவில்லை என்பதும் இதற்குக் காரணங்களாகக் கூறப்படுகின்றன. ஆனால் கி.பி. 1900-ஆம் ஆண்டில் பாரம்பரியத்தைப் பற்றி ஆய்வுகள் செய்து வந்த ஹாலாந்து நாட்டு வியூசோ டிவிரில் என்பவரும் (Hugo devries) ஜோமானிய நாட்டைச் சேர்ந்த கார்ல் காரென்ஸ் (Karl Correns) என்பவரும் ஆஸ்திரிய நாட்டைச் சேர்ந்த எரிக்வான் ஷெர்மாக் (Erievon Tschermak) என்பவரும் மெண்டெல் கொண்ட கருத்துக்களுக்கும் முடிவுகளுக்கும் வந்தனர். பின்னர், டிவிரில், மெண்டெலின் கண்டுபிடிப்புகள் அடங்கிய ஆய்வு வெளியீட்டினைக் கண்டுபிடித்து உலகிற்கு உணர்த்தினார். அதன் பின் பல நூலரங்களிலும் மெண்டெல் செய்த ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டு அவரது முடிவுகள் உண்மை என நிரூபிக்கப்பட்டது. அவ்வாறு பல சோதனைகளைச் செய்தவர்களில் வில்லியம் பேட்சன் (William Bateson) என்பவர் மிக முக்கியமானவராவார்.

2. மெண்டெலின் ஆய்வும் அதில் அவர் பெற்ற சில முடிவுகளும்

மெண்டெல் பட்டாணிச் செடிகளில் பரிசோதனைக்குத் தேர்வு செய்த பண்புகள் ஒவ்வொன்றும் இரு மாற்றுத் தோற்றங்களைப் பெற்றிருந்தன. இம்மாற்றுத் தோற்றங்களே உதாரணமாக மலிவ், நிறம் என்ற பண்பில் சிவப்பு நிறமலர்ளைப் பெற்ற தாவரங்களையும், வெள்ளை நிற மலர்களைப் பெற்ற தாவரங்களையும் சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டார். இதே போல் மற்ற பண்புகளிலும் மாற்றுத் தோற்றங்களைப் பெற்றிருக்கும் தாவரங்களைத் தேர்வு செய்து மொத்தம் 34 வகையான பட்டாணித் தாவரங்களை பரிசோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டார். இப்பண்புகள் பல தலைமுறைக்கும் பின்னும் மாறாமல் தாவரத்தில் இடம் பெறுகின்றவன என்பதை முதலில் கண்டறிந்தார். அதாவது இப்பண்புகளைப்போலுத்த மட்டில் அத்தாவரங்கள் அனைத்தும் தூய தாவரங்களாக உள்ளவனவா என்பதை முதலில் கண்டறிந்தார். அப்படிப்பட்ட தூய தாவரங்களையே சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டார். பின்னர், ஒரு பண்பின் சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டு அப்பண்பில் மாற்றுத் தோற்றம் கொண்ட இரு தாவரங்களை செயற்கைமுறையில் கலவிபுறச் செய்தார். இதனால் உண்

டான முதல் தலைமுறை சந்ததித் தாவரத்தில் வெளிப்பட்ட பண்பு என்ன என்பதையும், அத்தாவரம் தற்கலவியடையும் போது தோன்றும் இரண்டாம் தலைமுறை சந்ததித் தாவரங்களின் எண்ணிக்கை, வெளிப்படுத்திய பண்புகள் ஆய்வகளை ஆய்வுசெய்து ஒறித்துக் கொண்டார். இவ்வாறு ஆய்வுக் கணக்கான கலவிகளைச் செய்து அதன் முடிவுகளை குறித்துக் கொண்டு அலைகளைக் கொண்டு சில அடிப்படை உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார். அவர் பெற்ற சில முடிவுகள் பின்வருமாறு:

1. ஒவ்வொரு உயிரினமும் பல பண்புகளின் கூட்டால் ஆனது.
2. உயிரினத்தின் பண்புகள் அனைத்தும் அவற்றினுள் உள்ள காரணிகளால் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. மெண்டல் கூறிய இக்காரணிகளே தற்போது ஜீன்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.
3. ஒவ்வொரு பண்பும் வெளிப்பட இரு காரணிகள் அவசியமாகிறது.
4. உடல் செல்களில் பண்பிற்கான இரு காரணிகளும் காணப்படும். ஆனால் கேமீட்டுகளில் ஒரு காரணி மட்டுமே காணப்படும்.
5. ஒரு பண்பில் காணப்படும் ஒரு ஜோடி மாற்றுத் தோற்றங்களை எதிரிடைப் பண்புகள் என்று மெண்டல் அழைத்தார். இந்த எதிரிடைப் பண்புகளில் ஒன்று மட்டுமே ஒரு சமயத்தில் வெளிப்படும் என்பதையும் அவர் கூறினார். இவ்வெதிரிடைப் பண்புகளே பிற்காலத்தில் அல்லீல்கள் (Alleles) அல்லது அல்லீலோ மார்கிப்புகள் (Allelomorphs) என்று பேட்சன் (Bateson) என்பவரால் அழைக்கப்பட்டது. ஆனால் தற்காலத்தில் இதற்குக் கீழ்க்கண்ட வரையறை தரப்பட்டுள்ளது. ஒரு ஜீனின் இரு வேறுபட்ட வகைகளுக்கு அல்லீல்கள் என்று பெயர். இந்த இரு வகை ஜீன்களும் ஒத்திசைவுக் குரோம சோம்களின் (Homologous Chromosomes) ஒரே புள்ளியில் காணப்படும். உதாரணமாக பட்டாணித் தாவரத்தில் உயரம் என்ற பண்பில் நெட்டை, குட்டை என்ற இரு எதிரிடைப் பண்புகள் உள்ளன. இதில் நெட்டைப் பண்பிற்கான ஜீன்கள் அத்தாவரத்தின் எந்த ஒத்திசைவுக் குரோம சோம்களில் எந்த இலக்கில் காணப்படுகிறதோ அதேபோல் குட்டைப் பண்பிற்கான ஜீன் அத்தாவரத்தின் அதேவகை

ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்களில் அதே இலக்கில் காணப்படும். மெண்டல் பட்டாணித் தாவரத்தில் ஏழு ஜோடி எதிரிடைப் பண்புகளைக் கண்டறிந்து தனது ஆய்விற்கு தேர்வு செய்து கொண்டார். அவை பின் வருமாறு.

பண்புகள்	இருமாற்றுத் தோற்றங்கள்
1. உண்டின் நீளம்	நெட்டை X குட்டை
2. மலர் அடைய	கோணம் X நுனி அமைந்த அமைந்த மலர்கள் மலர்கள்
3. கனியின் நிறம்	பச்சை X மஞ்சள்
4. கனியின் வடிவம்	தட்டையான முழுக்கனி X இறுக்கங்கள் கொண்ட கனி
5. விதை வடிவம்	வட்ட விதை X மடிப்புற்ற விதை
6. விதை உறை நிறம்	சாம்பல் X வெள்ளை
7. வித்திலையின் நிறம்	மஞ்சள் வித்திலை X பச்சைவித்திலை.

6. எதிரிடைப் பண்புகளில் ஒன்று ஒங்கு பண்பாகவும் மற்றொன்று ஒங்கு பண்பாகவும் இருக்கும். இப்பண்புகளை நிர்ணயிக்கும் காரணிகளை முறையே ஒங்கு காரணிகள், ஒங்கு காரணிகள் என மெண்டல் அழைத்தார்.

வேதிக்கூட்டுப் பொருள்களின் கிரியைகளை விளக்குவதற்கு குத்திரங்கள் சமன்பாடுகள் கையாளப்படுகின்றன. அதே போல் காரணிகளைக் குறிப்பதற்கு சில குறிகளைக் கையாள வேண்டும் என மெண்டல் குறிப்பிட்டு அகில உலகங்களில் ஒரு முடிவு எடுக்கப் பட்டது. ஒரு பண்பின் ஆங்கில விளக்கச் சொல்லின் முதல் எழுத்தைக் கையாளப்படுதலின் மூலம் அப்பண்பினைக் குறிக்கும் முறை இதன் விளைவால்தான் வந்தது. உதாரணமாக பட்டாணித் தாவரத்தின் ஒங்கு பண்பாகிய நெட்டைப் பண்பிற்கான காரணியை குறிப்பதற்கு அதன் ஆங்கில விளக்கச் சொல் TALL என்பதின் முதல் எழுத்தாகிய T- என்ற எழுத்தும், ஒங்கு பண்பாகிய குட்டைப் பண்பிற்கான காரணியை குறிப்பதற்கு, இந்த எழுத்தின் மற்றொரு வகையாகிய t- என்ற சிறுஎழுத்தும் கையாளப்பட வேண்டும் என்பது விதி. எனவே உயரம் என்ற பண்பில் T- என்பது ஒங்கு காரணி, t- என்பது ஒங்கு காரணி.

7. மெண்டலின் கூற்றுப்படி ஒங்கு பண்பு வெளிப்பட அதன் இரு காரணிகளில் ஒன்று மட்டுமே ஒங்கு காரணியாக

இருந்தால் போதுமானது. ஆனால் ஒருங்கு பண்பு வெளிப்பட அதன் இரு காரணிகளும் ஒருங்கு காரணியாக இருத்தல் வேண்டும். எனவே TT, Tt இவை இரண்டுமே நெட்டைத் தாவரத்தைக் குறிக்கின்றன. ஆனால் tt எனக் குறிப்பது மட்டுமே குட்டைத் தாவரத்தைக் குறிக்கும். பட்டாணித் தாவரத்தை நெட்டைத் தாவரம் எனக் கூறும்போது அதன் ஃபினோடைப் (Phenotype), அதாவது அதன் புறத்தோற்றப் பண்பு மட்டுமே குறிக்கப்படுகிறது. ஆனால் அத்தாவரம் TT, Tt எனக் குறிப்பிடப்படும்போது அதன் ஜினோடைப் (Genotype) அதாவது, அதன் ஜீன் ஆக்கம் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஒரு தலைமுறையில் தோன்றும் தாவரங்களின் விவிதம் புறத்தோற்றப் பண்பின் அடிப்படையில் தரப்படுமேயானால் அதற்கு புறத்தோற்றப் பண்பு விவிதம் (Phenotypic ratio) என்று ஜீன் ஆக்கத்தின் அடிப்படையில் தரப்படுமேயானால் அதற்கு ஜீன் ஆக்க விவிதம் (Genotypic ratio) என்றும் பெயர்.

8. ஒரு பண்பிற்கான காரணிகள் இரண்டும் ஒரு தாவரத்தில் ஒத்த காரணிகளாக இருக்குமேயானால் அப்பண்பைப் பொறுத்த மட்டில் அத்தாவரம் தூய தன்மை கொண்டது. மேலும் கேமீட்டை உண்டாக்கும்போது ஒரே வகை கேமீட்டுகளை உண்டாக்கும், அவ்வாறில்லாமல் வேறுபட்ட காரணிகளாக இருக்குமேயானால் அப்பண்பைப் பொறுத்தமட்டில் அத்தாவரம் கலப்புத் தன்மை கொண்டது. மேலும் கேமீட்டை உண்டாக்கும்போது வேறுபட்ட கேமீட்டுகளை உண்டாக்கும். இவ்விரு நிலைகளும் தற்போது முறையே ஹோமோசைசஸ், ஹெட்டிரோசைசஸ் நிலைகள் எனக் குறிக்கப்படுகின்றன.

- TT -- ஹோமோசைசஸ் நிலை (தூய இனம்)
 [T] -- உண்டாகும் கேமீட்டுகள், ஒரே வகையின்
 Tt -- ஹெட்டிரோசைசஸ் நிலை (கலப்பினம்)
 [T] [t] -- உண்டாகும் கேமீட்டுகள், இரு வகையின்.

3. மென்டெலின் வெற்றிக்குக் காரணம்

பட்டாணிச் செடி பல சாதகமான பண்புகளைப் பெற்றிருந்ததால் தான் மென்டெல் அத்தாவரத்தை ஆய்விற் குப் பயன்படுத்தி வெற்றி காண முடிந்தது. இப்பண்புகள் பின்வருமாறு:

1. இச்செடிகளை எளிதில் தோட்டத்தில் பயிரிட முடியும்.)

2. இவற்றின் வாழ்வுக் காலம் குறுகியது. எனவே இராண்டிற்குள் இரு தலைமுறைகள் உண்டாக்க இயலும்.

3. இத்தாவரம் பல எதிரிடைப் பண்புகளைக் காட்டுகின்றன) மேலும் ஒவ்வொரு ஜோடி எதிரிடைப் பண்புகளிலும் ஒன்று விக் தன்மையைப் பெற்றிருக்கிறது.

4. இச்செடிகளில் பொதுவாகத் தரக்குவறு தல் முறையில் கனி விதை உண்டாகின்றன. எனவேதான் சோதனைக்கு உட்படுத்தப் பல் தூய தன்மை கொண்ட தாவரங்கள் எளிதில் கிடைக்கிறது.

5. ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பினைப் பெற்ற தாவரத்தின் பூவினிருந்து மகரந்தத்தை எடுத்து மற்றொரு தாவரத்தின் குல்லி முடிவில் சேர்ந்துச் செயற்கை முறையில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்த்தவும் இத்தாவரத்தில் இயலும். அதாவது கலப்புயிரிப் பயிர் முறைக்கு ஏற்றதாக பட்டாணித் தாவரம் உள்ளது.

6. உருவாகும் கலப்புயிரிகள் அனைத்தும் வளமான தாவரங்களாக உள்ளன.

இவை தவிர மென்டெலின் ஆய்வு முறையும் அவரது இவற்றிற்குக் காரணமாக இருந்தது. பாரம்பரியத்தைப்பற்றி இவருக்கு முன்னர் ஆய்வு செய்த அறிஞர்கள், ஓர் உயிரினம் முழுவதையும் சோதனைப் பெருளாக ஆய்வு செய்து வந்தார்கள். எனவே அவர்கள் எவ்வித முடிவிற்கும் வர இயலவில்லை. ஆனால் மென்டெல் தனது சோதனைகளின் போது ஒரு தடவை யில் ஒரு ஜோடி எதிரிடைப் பண்புகளை மட்டுமே எடுத்துச் கொண்டு, இப்பண்புகள் எவ்விதம் பின்வரும் சந்ததிகளில் தோன்றுகின்றன என்று ஆராய்ந்தார். ஒவ்வொரு கலப்பினமும் பல செடிகளை வளர்த்து, அவற்றின் எண்ணிக்கையையும் அவைகளில் உள்ள மரபுப்பண்புகளையும் எண்ணிக்கைக்கிட்டு புள்ளி இயல் அடிப்படையில் தய் முடிவுகளை வெளியிட்டார். எனவேதான் பாரம்பரியத்தில் பெய்க்க முறை பற்றிய ஒரு தீர்க்கமான முடிவிற்கு அவரால் வரமுடிந்தது.

மென்டெலின் ஒருபண்புக் கலப்புச் சோதனை

ஒரு பண்பின் இரு மாற்றத் தோற்றங்களைத் தனித்தனி யாகப் பெற்ற இரு தாவரங்கள் கலப்பியும் கலவிக்கு ஒரு பண்புக் கலப்பு என்று பெயர் தாவரத்திற்கு பல பண்புகள் இருக்க

போதிலும் ஒரு பண்புக் கலப்புச் சோதனையில் ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பு மட்டுமே அடிப்படையாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. மெண்டெல் தனது ஒரு பண்புக் கலப்புச் சோதனைக்கு பட்டாணிச் செடியின் உயரம் என்ற பண்பை எடுத்துக் கொண்டார். முதலில் நெட்டை பட்டாணித் தாவரங்களை எடுத்துக் கொண்டு பல தலைமுறைகள் தற்கலவி அடையச் செய்து ஒவ்வொரு தலை முறையிலும் நெட்டைப் பண்பே வெளிப்படுகின்றதா என்று கண்டறிந்தார்; அதாவது தாவரம் நெட்டைப் பண்பிற்கு தூய தன்மை கொண்ட தாவரமாகவுள்ளதா என்பதை உறுதி செய்து கொண்டார். அதே போல் குட்டைத் தாவரத்திலும் செய்து தாவரம் அப்பண்பிற்கு தூய தாவரமாகவுள்ளதா என உறுதி செய்து கொண்டார். பின்னர் இரு தாவரங்களின் விதைகளையும் தனித்தனியே முளைக்க வைத்து உண்டான செடிகளில் குட்டைச் செடியின் பூக்களிலிருந்து மகரந்தங்களை எடுத்து நெட்டைச் செடியின் பூக்களின் சூலக முடிக்குமாற்றி செயற்கை முறையில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையடையச் செய்தார். இப்பூக்களின் சூலக முடிகளில் மீண்டும் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழாதவாறு அப்பூக்களை முடி வைத்தார். இவை தோற்று வித்த விதைகள் அனைத்தையும் சேகரித்து, பின்னர் அவற்றை முளைக்க வைத்து முதல் மகவுச் சந்ததிகளை உருவாக்கினார் (First filial generation-F₁). இந்த F₁-சந்ததியின் தாவரங்கள் அனைத்தும் நெட்டைத் தாவரங்களாக இருந்தன. இவ்வாறு பெற்றோர் பண்புகள் இரண்டில் ஒரு பண்பு மட்டுமே F₁ சந்ததியில் வெளிப்பட்டது. எப்பண்பு அவ்வாறு வெளிப்படுகிறதோ அதை ஒங்கு பண்பு என்றும் வெளிப்படாத மற்றொரு பண்பை ஒங்கு பண்பு என்றும் மெண்டெல் பெயரிட்டார். இச்சோதனையில் நெட்டைப்பண்பு ஒங்கு பண்பாகும், ஆனால் F₁ சந்ததியின் அனைத்துத் தாவரங்களும் கலப்பின நெட்டைத் தாவரங்கள் எனக் கண்டறிந்தார். காரணம் இவை அனைத்தும் தற்கலவியடையும் போது இரண்டாம் மகவுச் சந்ததியில் (F₂) மீண்டும் இரு வகை பெற்றோர்களின் பண்புகளும் வெளிப்பட்டன. அதாவது நெட்டைத்தாவரங்களும் குட்டைத்தாவரங்களும் தோன்றின. மெண்டெல் தனது ஆய்வில் F₂ சந்ததியில் மொத்தம் 1064 தாவரங்களைப்பெற்றார் அவற்றுள் 787 தாவரங்கள் அதாவது 75% தாவரங்கள் நெட்டையாகவும் 277 தாவரங்கள் அதாவது 25% தாவரங்கள் குட்டையாகவும் இரப்பகைக் கண்டறிந்தார். இந்த 70:25 என்ற விழுக்காடு அதாவது 3:1 என்ற விகிதம் தாவரங்களின் புறத்தோற்றப் பண்பின் அடிப்படையில் தரப்

பட்ட விதிமாகும். எனவே இதற்கு புறத்தோற்றப் பண்பு விகிதம் (Phenotypic ratio) என்று பெயர். ஆனால் இந்த முன்று மடங்கு-நெட்டைத் தாவரங்களும் தூய நெட்டைத் தாவரங்களாக இருக்க வில்லை. இவற்றுள் ஒரு மடங்குத் தாவரங்களே தூய நெட்டைத் தாவரங்களாக இருந்தன. மீதமுள்ள இரு மடங்குத் தாவரங்கள் கலப்பின நெட்டைத் தாவரங்களாக இருந்தன என்பதை தற்கலவிச் சோதனைமூலம் மெண்டெல் கண்டறிந்தார். எனவே ஜீன் ஆக்கத்தின் அடிப்படையில் பார்த்தால் 1:2:1 என்ற விகிதம் கிடைக்கும். இவ்விகிதத்திற்கு ஜீன் ஆக்கவிகிதம் என்று பெயர். மெண்டெலின் இச் சோதனையை கீழ்க்கண்ட எளிய முறையில் குறிப்பிடலாம்.

பெற்றோர் :

நெட்டை பட்டாணிச்செடி × குட்டை பட்டாணிச்செடி

TT tt

கேமிட்டுகள்: (T) (t)

கலப்பின நெட்டை

Tt

F₁ சந்ததி

(தற்கலவிசெய்யப்படுதல்)

கேமிட்டுகள்:

♀ (T) (t) ♂ (T) (t)

புல்டை சதுரம்

	♂ (T)	♂ (t)
♀ (T)	TT	Tt
♀ (t)	Tt	tt

F₂- சந்ததி:

TT Tt Tt tt
தூய கலப்பின தூய
நெட்டை நெட்டை குட்டை

1 : 2 : 1

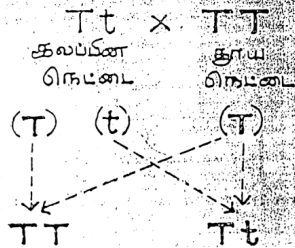
நெட்டை 3 : 1 குட்டை

F₂-சந்தித் தாவரங்களைத் தோற்றுவிக்க சேமிட்டுகள் இணையும். விதிகளைப் பெட்டிக் கட்டங்கள் இட்டு மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள முறையில் குறிப்பிடப் படுவதற்கு செக்ஸ் போர்டு (Checker board) அல்லது புன்செட்டசதுர (Punnet square) முறை என்று பெயர்.

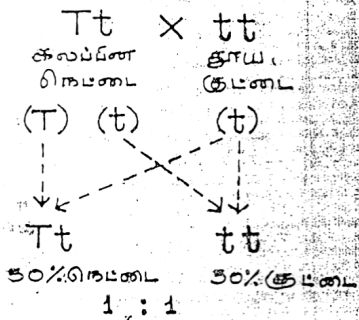
5. மெண்டெல் செய்த பின் கலப்பும் சோதனைக் கலப்பும்

மெண்டெல் தான் செய்த ஒரு பண்புக் கலப்புச் சோதனையில் பெற்ற F₁-கலப்பினத் தாவரத்தை பெற்றோர் தாவரங்களில் ஒன்று கலவி செய்தார். இக்கலவி முறைக்கு F₂-கலப்பு என்று பெயர். பின் கலப்பு முறையில் இருவகைகள் உள்ளன. 1. ஒங்கு பெற்றோர் பின் கலப்பு. 2. ஒடுங்கு பெற்றோர் பின் கலப்பு.

Cross I



Cross II



F₁-கலப்பினத் தாவரத்தை ஒங்கு பெற்றோர் தாவரமாகிய தூய நெட்டைத் தாவரத்துடன் கலவி செய்யப்படும் முறைக்கு ஒங்கு பெற்றோர் பின் கலப்பு என்று பெயர். இதனால் தோன்றும் வழித் தோன்றல்கள் அனைத்தும் 100% ஒங்கு பண்பை பெற்ற தாவரங்களாக இருந்தன. (Cross I)

F₁-கலப்பினத் தாவரத்தை ஒடுங்கு பெற்றோர் தாவரமாகிய தூய குட்டைத் தாவரத்துடன் கலவி செய்யப்படும் முறைக்கு ஒடுங்கு பெற்றோர் பின் கலப்பு என்று பெயர். இக்கலவியினால் தோன்றும் வழித் தோன்றல்களில் 50% ஒடுங்கு பண்பை பெற்ற தாவரங்களாகவும் 50% பண்பை பெற்ற தாவரங்களாகவும் இருந்தன. அதாவது 1:1 என்ற புறத் தோற்றப் பண்புவிகிதத்தில் வழித் தோன்றல்கள் உண்டாகின்றன. மேலும் இக்கலப்பில் ஜின் ஆக்கவிதமும் 1:1 ஆகவே உள்ளது. [Cross II]

மெண்டெலின் ஒரு பண்புக் கலப்புச் சோதனையில் தோன்றிய F₂-தாவரங்களில் 1 பங்கு ஹோமோசைஸ் நெட்டைத் தாவரங்களும் 3 பங்கு ஹெட்டிரோசைஸ் நெட்டைத் தாவரங்களும் காணப்பட்டன. எனவே F₂-வழித் தோற்றங்களில் எத்தாவரங்கள் ஹோமோசைஸ் நெட்டை [தூய நெட்டை] எத்தாவரங்கள் ஹெட்டிரோசைஸ் நெட்டை (கலப்பின நெட்டை) என்பதைக் கண்டறிய F₂-நெட்டைத் தாவரங்களை ஒடுங்கு பெற்றோர் தாவரத்துடன் பின் கலப்புச் செய்தார். எந்த F₂ தாவரம் பின் கலப்பில் நெட்டை மற்றும் குட்டை பண்புகளை 1:1 என்ற விகிதத்தில் உண்டாக்குகிறதோ அத்தாவரத்தை கலப்பின நெட்டை எனக் கொள்ளவேண்டும். இவ்வாறு F₂-சந்தித் தாவரங்களின் ஜின் ஆக்கத்தை சோதனை செய்ய இந்த ஒடுங்கு பெற்றோர் பின் கலப்பு (cross II) உதவி செய்கிறது. மேலும் கலப்பினங்கள் இருவிதமான காரீட்டுகளை உண்டாக்கக் கூடியவையா, அப்படி இருப்பின் அவை சமப்பளியில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றனவா என்பதையெல்லாம் சோதனை செய்யவும் இந்த ஒடுங்கு பெற்றோர் பின் கலப்பு உதவுகிறது. எனவே தான் இக்கலப்பு சோதனைக் கலப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

6. மெண்டெலின் இரு பண்புக் கலப்புச் சோதனை

இரு வேறுபட்ட பண்புகளின் மாற்றுத் தோற்றங்களை தனித்தனியே பெற்ற இரு தாவரங்கள் கலவியுறும் கலவிக் கு இரு பண்புக் கலப்பு என்று பெயர். இதனால் இரு ஜோடிப்

பண்புகள் ஒரே சமயத்தில் எவ்வாறு மரபுவழி அடைகின்றன என்பதை மெண்டெலால் கண்டுபிடிக்க முடிந்தது.

மெண்டெல் தனது இரு பண்புக்கலப்புச் சோதனைக்கு பட்டாணிச் செடியின் விதையின் வடிவம், வித்திலையின் நிறம் என்ற இருமரபுபண்புகளை எடுத்துக்கொண்டார். வட்டமான விதையையும் மஞ்சள் நிற வித்திலையையும் கொண்ட தாவரத்துடன் சுருங்கிய விதையையும் பச்சைநிற வித்திலையையும் கொண்ட தாவரத்தை கலவி செய்தார். மேற்கூறிய பண்புகளில் வட்ட விதை பண்பும் மஞ்சள்நிற வித்திலைப்பண்பும் ஒன்றுக்கு பண்புகள் என்றும் சுருங்கிய விதை பண்பும் பச்சைநிற வித்திலைப்பண்பும் ஒடுங்கிய பண்புகள் என்றும் இச்சோதனை புலப்படுத்தியது. காரணம் முதல் தலைமுறையில் அனைத்தும் வட்ட விதையையும் மஞ்சள் நிற வித்திலைகளையும் கொண்ட தாவரங்களாக இருந்தன. இந்த F₁-தாவரங்களை தற்கலவி செய்த பின்னர் உண்டான இரண்டாம் தலைமுறை தாவரங்களின் விதைகளில் பெற்றோர் பண்புகளுடன் புதிய பண்புச் சேர்க்கைகளை கொண்ட இரு வகை புதிய விதைகளும் தோன்றின. F₂ தலைமுறையில் அவருக்குக் கிடைத்த 556 விதைகளில் 315 விதைகள் வட்டமானதாகவும் மஞ்சள் நிற வித்திலைகளையும் பெற்றிருந்தன. 108 விதைகள் வட்டமானதாகவும், பச்சைநிற வித்திலைகளையும் பெற்றிருந்தன. 101 விதைகள் சுருங்கியதாகவும் மஞ்சள் நிற வித்திலைகளையும் பெற்றிருந்தன. 32 விதைகள் சுருங்கியதாகவும் பச்சைநிறவித்திலைகளையும் பெற்றிருந்தன. மேற்கூறிய எண்களை சுருக்கி விதிமாதக் காணும் போது அவைகள் 9:3:3:1 விதித்ததை அமைக்கிறது. எனவே ஒன்பது பங்குத் தாவரங்கள் இரு ஒங்கு பண்புகளையும், மூன்று பங்குத் தாவரங்கள் ஒரு ஒங்கு பண்பையும் ஒரு ஒடுங்கு பண்பையும், மற்றொரு மூன்று பங்குத்தாவரங்கள் பிறிதொரு ஒங்கு பண்பையும், பிறிதொரு ஒடுங்கு பண்பையும், எஞ்சிய ஒரு பங்குத் தாவரங்கள் இரு ஒடுங்கு பண்புகளையும் வெளிப்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு இரண்டாம் தலைமுறையில் பெற்றோர் பண்புகளைக் கொண்ட விதைகளைத் தவிர, அப்பண்புகள் கலந்து உண்டான விதைகளும் உண்டாவதை மெண்டெல் கண்டறிந்தார். அதாவது புதிய பண்புச் சேர்க்கைகள் உருவாவதைக் கண்டறிந்தார்.

F₁-தாவரம் கேமீட்டுகளை உருவாக்கும்போது இரு பண்புகளுக்கான காரணிகள் சார்பின்றி ஒதுக்கி நான்குவித

மான ஆண் மற்றும் பெண் கேமீட்டுகள் தோன்றி அவை தன்னிச்சையாக இணைவதன் காரணமாகத்தான் புதிய பண்புச் சேர்க்கைகள் தோன்றுகின்றன என மெண்டெல் என்க்கொள்கிறார். மெண்டெலின் இச்சோதனையை கீழ்க்கண்ட முறையில் குறிப்பிடலாம்.

பெற்றோர் : வட்ட விதை மஞ்சள் நிற சுருங்கிய விதை
வித்திலை பச்சைநிற வித்திலை
RR YY X rr yy
[Round Yellow] [wrinkled green]
கேமீட்டுகள் : (RY) (ry)

F₁ : Rr Yy
வட்டவிதை மஞ்சள்
வித்திலை
(தற் கலவியடையச் செய்தல்)
கேமீட்டுகள் :

♀ (RY) (Ry) (rY) (ry) ♂ (RY) (Ry) (rY) (ry)

(புள்ளெட்டசதுரம்)

	(RY)	(Ry)	(rY)	(ry)	
(RY)	RRYY	RRYy	RrYY	RrYy	— வட்டமஞ்சள் = 9
(Ry)	RRYy	RRyy	RrYy	Rryy	⊗ வட்ட பச்சை = 3
(rY)	RrYY	Rryy	rrYY	rrYy	⊕ சுருங்கிய மஞ்சள் = 3
(ry)	Rryy	Rryy	rrYy	rryy	(-) சுருங்கிய பச்சை = 1

மற்றொரு பண்பின் இரு காரணிகள் தனித்துப் பிரிதலைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. அதாவது இரு வேறுபட்ட பண்புகளுக்கு காரணிகள் சார்பின்றி ஒதுங்குகின்றன.

5. மறுசேர்க்கை விதி (Law of Recombination)

ஒரு உயிரினத்தின் புறத் தோற்றம் அதன் ஜீன் ஆக்கத்தினால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. பின்வரும் சந்ததிகளில் பல ஜீன்கள் மறு சேர்க்கை அடைவதால் பல்வேறு நிலையான பண்புகள் தோன்றுகின்றன. காரணிகள் தனித்துப் பிரிதல் அடைவதன் மூலம் பல்வேறு மறுசேர்க்கைகள் நிகழ்ந்து பல புதிய பண்புச் சேர்க்கைகள் தோன்ற வாய்ப்பாகிறது. எனவே தான் ஒரு இனத்தில் பல்வேறு ரகங்கள் தோன்றுகின்றன.

3. ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு (Interaction of Genes)

ஒரு ஜீன் ஒரு பண்புக் கோட்டுபாடும், காரணிக் கோட்பாடும்

மெண்டெல் செய்த ஆய்வுகளில் காரணிகள் தனித்துப் பிரியும்போது சார்பின்றி ஒதுங்குகின்றன. மேலும் ஒங்கு தன்மை முழுமை பெற்றுக் காணப்படுகின்றது. பட்டாணிச் செடியில் அவர் எடுத்துக் கொண்ட ஒவ்வொரு பண்பையும் ஒரு ஜீன் கட்டுப்படுத்துகிறது. எனவே மெண்டெலின் சோதனைகளை மறு ஆய்வு செய்த பீயீரிஸ் என்பவர், எல்லா உயிரினங்களிலும் ஒரு பண்பு விவளிப்படுவதற்கு ஒரு ஜீன் காரணமாக உள்ளது என்ற கருத்தினை வெளியிட்டார். இதற்கு "ஒரு ஜீன் ஒரு பண்புக் கோட்பாடு!" (One gene-one trait hypothesis) என்ற பெயர். ஆனால் பிற்காலத்தில் மற்ற உயிரினங்களில் செய்யப்பட்ட மரபியல் ஆய்வுகள், இதை முழுமையாக ஏற்றுக்கொள்ள முடியாது என்பதைப் புலப்படுத்துகின்றன. மேலும் இந்த ஒரு ஜீன் ஒரு பண்புக் கோட்பாடு எல்லா மரபுவழித் தன்மையையும் சிளக்குர் விதத்தில் இல்லை. காரணம் சில சமயம் பல ஜீன்கள் கூட்டாகச் சேர்ந்து ஒரு பண்பினை உருவாக்குகின்றன என்றும், சிலவற்றில் ஒரே ஜீன் மாறுபாடான பல பண்புகளை உருவாக்குவதிலும் பங்கெடுத்துக்கொள்கின்றன என்றும் அறியப்பட்டன. எனவே ஜீன்களுக்கு பல தோற்ற விளைவுகள் உள்ளன. ஜீன்கள் ஒவ்வொன்றுமே தனித்தனி அலகாகப் பாரம்பரியமாகாலும் அவையாவும் சிக்கலான முறையில் கூட்டாகச் சேர்ந்து செயல்பட்டு ஒரு பண்பினை உண்டாக்குகின்றன. இதற்கு ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் (interaction of genes) என்று பெயர். இக்கருத்திற்கு 'காரணிக் கோட்பாடு' (Factor hypothesis) என்று பெயர். இக்கோட்பாட்டை முதன் முதலாக முன் வைத்தவர் பேட்சன் (Bateson) என்ற மரபியல் வல்லுநர் ஆவார். இக்கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் பார்த்தால் ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் காரணமாக மெண்டெலின் ஆய்வுகளுக்கும் புறம்பான சில முடிவுகள் ஏற்பட முடியும் என்பது புலனாகிறது. இதனால்: மெண்டெலின் 3:1 மற்றும் 9:3:3:1 என்ற புறத்தோற்றப் பண்பு விதிதங்களுக்கு மாறாக புதிய மரபியல் விதிதங்கள் ஏற்படுகின்றன.

வட்டமஞ்சள் : (9)

1. ஹோமோசைகஸ் நிலை RR YY-1
 2. ஓடுஜோடிக்க காரணிகள்
ஹெட்டிரோசைகஸ் நிலை Rr Yy-2
 3. இடுஜோடிக்க காரணிகளும்
ஹெட்டிரோசைகஸ் நிலை Rr Yy-4
- வட்ட பச்சை : (3)
1. ஹோமோசைகஸ் நிலை RR yy-1
 2. ஹெட்டிரோசைகஸ் நிலை Rr yy-2
- சுருங்கிய மஞ்சள் : (3)
1. ஹோமோசைகஸ் நிலை rr YY-1
 2. ஹெட்டிரோசைகஸ் நிலை rr Yy-2
- சுருங்கிய பச்சை : (1)
- ஹோமோசைகஸ் நிலை rr yy-1

1:2:2:4:
1:2:1:2:1
என்ற இந்த
விதிமேல்தான்
ஆக்க விதிதான்

மேற் கூறிய சோதனையில் தோன்றிய F1-கலப்பினத் தாவரம் ஒடுங்கு பெற்றோர் தாவரத்துடன் கலப்புச் செய்யப்படுமேயானால் வட்ட மஞ்சள் வட்டப்பச்சை, சுருங்கிய மஞ்சள், சுருங்கிய பச்சை பண்புகளைக் கொண்ட விதைகள் முறையே 1:1:1:1 என்ற விதித்தின்படி தோன்றும். ஹோமோசைகஸ் ஒடுங்கு பெற்றோர் தாவரம் உண்டாக்கும் ஒரே வகை கேமீட்டுகள் (ry), F1-ஹெட்டிரோசைகஸ் கலப்பினத்தாவரம் உண்டாக்கும் நான்குவகை கேமீட்டுக் களால் உன்னிச்சையாக இணைவதே இதற்கு காரணம். இப்பின் கலப்பு முறை பின்வருமாறு:

F1-கலப்பினம்	ஒடுங்குபெற்றோர்
Rr Yy	rr yy
கேமீட்டுகள் :	(ry)
(RY) (Ry) (rY) (ry)	
(RY) (Ry) (rY) (ry)	
(ry) Rr Yy Rr yy rr Yy rr yy	

வட்ட மஞ்சள் வட்ட பச்சை சுருங்கிய மஞ்சள் சுருங்கிய பச்சை
1 : 1 : 1 : 1

இப்பின் கலப்பினம் ஜீன் ஆக்க விதிதழும் புறத்தோற்றப் பண்பு விதிதழும் ஒன்றாக உள்ளது.

மெண்டெலின் பாரம்பரிய விதிகள்:
மெண்டெலின் பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் நில

நிலைவு கூறும் விதத்தில் தற்போது மெண்டெலின் விதிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

ஒரு பண்புக் கலப்புச் சோதனையின் அடிப்படையில் தரப்பட்ட மூன்று விதிகள் பின்வருமாறு:

1. அலகுப் பண்பு விதி (Law of Unit-character)
ஒவ்வொரு உயிரினமும் பல பண்புகளின் கூட்டால் ஆனது. பண்புகள் காரணிகள் மூலம் வெளிப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பண்பும் வெளிப்பட இடு காரணிகள் உள்ளன.

2. ஒங்கு பண்பு விதி (Law of dominance)
ஒரு பண்புக் கலப்பில் கலவியுறும் இடு தூய தாவரங்களில் ஒன்றின் பண்பு மட்டுமே முதல் கலப்புச் சந்ததியில் தோன்றும். இவ்வாறு வெளிப்படும் பண்பிற்கு ஒங்கு பண்பு என்றும் வெளிப்படாத மற்றொரு பண்பிற்கு ஒங்கு பண்பு என்றும் பெயர்.

3. தனித்துப் பிரிதல் விதி அல்லது கேமீட்டுகளின் கலப்பற்ற தன்மை விதி (Law of Segregation or Law of Purity of gametes)

ஒரு பண்பின் இடு மாற்றுத் தோற்றங்களை தனித்தனியே பெற்ற இடு தூய தாவரங்கள் கலவியுறும் போது அவற்றின் வேறுபட்ட காரணிகள் F1- தலைமுறையில் உண்டான கலப்பினத்திற்கு கொண்டு வரப்படுகின்றன. அங்கு இக்காரணிகள் ஒன்றாகக் கலந்து விடுவதில்லை. மேலும் இக்கலப்பினத் தாவரம் கேமீட்டுகளை உருவாக்கும்போது இக் காரணிகள் தனித்துப் பிரிபின்றன. எனவே உடல் செல்களில் பண்பிற்கான இடு காரணிகளும் காணப்பட்டாலும் கேமீட்டுகளில் ஒரு காரணி மட்டுமே காணப்படும். அதாவது தாவரம் கலப்பினமாக இருப்பினும் அவை உண்டாக்கும் கேமீட்டுகள் கலப்பற்ற தன்மை கொண்டவை.

இடு பண்புக் கலப்புச் சோதனையின் அடிப்படையில் தரப்பட்ட இடு விதிகள் பின்வருமாறு.

4. சார்பின்று ஒதுங்குதல் விதி (Law of independent assortment.)
இடு வேறுபட்ட பண்புகளின் மாற்றுத் தோற்றங்களைத் தனித்தனியே பெற்ற இடு தூய தாவரங்கள் கலவியுறும் போது தோன்றும் F1 கலப்பினத் தாவரம் கேமீட்டுகளை உருவாக்கும் போது ஒரு பண்புக்கான இடு காரணிகள் தனித்துப் பிரிகல்

ஜீன்களின் கூட்டுச்செயல் விளைவுகளினால் நிகழும் மரபுத் தொடர் முறைக்கு முக்கிய உதாரணங்கள் பின்வருமாறு:

- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--|
| 1. முழுமைபெற ஒங்கு நிலை (Incomplete dominance) | } அல்லல்களாக உள்ள ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு. | |
| 2. சக ஆதிக்க நிலை (Co-dominance) | | |
| 3. கொல்லி ஜீன்கள் (Lethal genes) | | |
| 4. கோழிகளில் கொண்டைகலின் | | |
| 5. மரபுவழி | } அல்லல்களாக உள்ள ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு. | |
| 6. துணை நிரப்பு காரணிகள் (Supplementary factors) | | |
| 7. முழுமைவாக்கும் காரணிகள் (Complementary factors) | | |
| 8. மறைக்கும் காரணிகள் (Epistatic Genes) | | |
| 9. தடைசெய்யும் காரணிகள் (Inhibitory factors) | | |
| 10. மாற்றுக் காரணிகள் (Duplicate Factors) | | |
| 1. அல்லல்களாக உள்ள ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு (Allelic gene interaction) | | |

ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்களின் ஒரே இலக்கில் காணப்படும் ஒரு ஜீனின் இரு அல்லல்களுக்கிடையே கூட்டுச் செயல் விளைவு ஏற்பட்டால் அதற்கு அல்லல்களாக உள்ள ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு என்று பெயர். கீழ்க்கண்ட மூன்று மரபுத் தொடர் முறைகளை அ்தற்கு உதாரணங்களாகக் கூறலாம்.

முழுமை பெறா ஒங்கு நிலை (Incomplete Dominance)

மெண்டெல் செய்த அனைத்து கலவிச் சோதனைகளிலும் ஒரு அல்லல் மற்றொன்றின் மேல் ஆதிக்கம் செலுத்தும் தன்மை பெற்றிருந்தது. இந்த முழுமை பெற்ற ஒங்கு தன்மை அனைத்துத் தாவரங்களிலும் காணப்படுவதில்லை. அந்தி மந்தாரை (Mirabilis jalapa) தாவரத்தில் செய்த மரபியல் சோதனை பொதுவதற்கு மாறாக அமைந்திருந்தது. இதற்கு ஒரு சான்றாகும். இச்சோதனையை வெளியிட்டவர்கள் பேட்சன், பன்னெட் என்ற மரபியல் அறிஞர்களாவர்.

சிவந்த மலரைக் கொண்ட தாவரத்தையும் வெள்ளை மலரைக் கொண்ட தாவரத்தையும் கலவி செய்த போது முதல் தலைமுறையில் இளஞ் சிவப்பு நிற மலர்கள் தோன்றின.

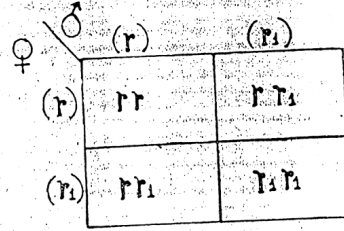
இத்தாவரத்தினை தற்கலவி செய்து இரண்டாம் தலைமுறை உருவாக்கிய போது அவற்றில் ஒரு பங்கு சிவந்த மலராகவும் இரு பங்கு இளஞ்சிவப்பு நிற மலராகவும் பிறிதொரு பங்கு வெண்மை நிற மலராகவும் தோன்றின.

பெற்றோர் : சிவந்த மலர் வெள்ளை மலர்

கேமிட்டு : rr R_1R_1
 (r) (R_1)
 F_1 : இளஞ்சிவப்புமலர்

(தற்கலவியைச் செய்தல்)

கேமிட்டுகள் : ♀ $(r) (R_1)$ ♂ $(r) (R_1)$



rr rR_1 R_1R_1
 சிவப்புமலர் இளஞ்சிவப்புமலர் வெள்ளைமலர்

மேற்காட்டப்பட்ட சோதனை மெண்டெலின் ஒரு பண்புக் கலப்புச் சோதனையைப் போன்றது. தான், என்றாலும் இங்கு ஒங்கு தன்மை இல்லாததுதான் இரண்டிற்கும் உள்ள வேறுபாடாகும்.

அதாவது எந்த அல்லலும் பிறிதொன்றின் மேல் ஆதிக்கம் செலுத்தும் திறன் பெற்றவை அல்ல. இதனால் பெற்றோர்கள் உண்டாக்கும் கேமிட்டுகள் சேர்ந்து உண்டாகும் தாவரம் இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட நிறமாகிய இளஞ்சிவப்பு நிற மலர்களை தோற்றுவிக்கின்றன. r -அல்லலும், R_1 -அல்லலும் ஒன்றாகக் கலக்காவிட்டாலும், கலப்பு நிறத்தினை தங்களின் கூட்டுச் செயல்களின் காரணமாக உருவாக்குகின்றன. அவை

ஒன்றாகக் கலக்காததினால் தான் முதல் தலை முறை தற்கலவி உடையும் போது, பெற்றோர் பண்புகளும் முதல் தலை முறை பண்பும் தனித்தனியே பிரிகின்றன. மேலும் இரண்டாம் தலை முறையில் உருவாகும் தாவரங்களில் புறத்தோற்றப்பண்புகளிலும் மரபுத் தோற்ற விசிறமும் ஒத்ததாக அதாவது 1 : 2 : 1-ஆக உள்ளது.

2. சக ஆதிக்க நிலை (Co-dominance)

இதுவும் முழுமை பெற ஒங்கு சன்மையைப் போன்றது தான். ஆனால் பெற்றோர்களின் இரு பண்புகளும் F_1 -சந்ததியில் கலந்து தோன்றுகின்றன. முழுமை பெற ஒங்கு நிலையில் உள்ளது போல் புதிய பண்பு தோன்றுவதில்லை. அதாவது பெற்றோர் பண்புகள் இரண்டும், விஞ்சு தன்மை கொண்டது போலவும் அதனால் இரு பண்புகளும் F_1 -சந்ததியில் தோன்றுவது போலவும் உள்ளது. இந்த F_1 -கலப்பினத்திற்கு மயிலை நிறமுடைய இனம் (Roans) என்று பெயர். இவ்வாறு பெற்றோர்கள் தங்களின் பண்புகளில் ஒங்கு தன்மை ஒங்கு தன்மை உறவை இழந்து காணப்படும் இந்நிலைக்கு சக ஒங்கு தன்மை என்று பெயர்.

(உ-ம்) : கால் நடையில் தோல் நிறம் மரபுவழி அடைதல் இதற்கு நிறந்த உதாரணமாகும்.

பழுப்பு வண்ணத் தோலும், வெண்மை நிறத்தோலும் இவ்விலங்குகளில் சக ஆதிக்க நிலையைக் காட்டுகின்றன. இவ்விருபண்புகளுக்கான காரணிகளைப் பெற்ற விலங்குகளின் தோலில் பழுப்பு மற்றும் வெண்மை நிறத்திட்டிகள் இரண்டும் காணப்படுகின்றன. இவ்வகை மரபுவழி ஒருங்கிணைந்த மரபுவழி (Blending inheritance) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

3. கொல்லி ஜீன்கள் (Lethal genes)

சோதனைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட விலங்கு - மஸ் மஸ்குலஸ் என்ற வீட்டு எலி (Mus musculus)

சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்ட பண்பு - நிறம்

இவைகளில் மஞ்சள் நிறம் ஒங்கு குணமாகவும் கருமை நிறம் ஒங்கு குணமாகவும் உள்ளது.

மஞ்சள் நிறமுடைய எலியை கருப்பு நிறமுடைய எலியுடன் கலவி செய்த போது ஒரு மஞ்சள் ஒரு கருப்பு என்ற விசிறத்தில் முதல் சந்ததி அமைந்தது. எனவே மஞ்சள் நிற எலி ஒரு கலப்பினம் என்பது புலனாகிறது. காரணம் மேற்கூறிய கலவி ஒரு சோதனைக் கலவியாகும்.

இந்தக் கலப்பின மஞ்சள் எலிகள் இரண்டை கலவியுறச் செய்யும் போது மெண்டெலின் விதிப்படி ஜீன் ஆக்க விசிறம் 1 : 2 : 1 என்று அமையாமல் 2 : 1 என்று அமைகின்றது. இதை கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

மேற்கண்ட சோதனையில் YY என்ற ஜீன் ஆக்கம் கொண்ட எலிகள் கருவிலேயே இறந்துவிடுகின்றன. அதாவது ஒங்கு ஜீன்கள் ஹோமோசைஸ் நிலையில் கொல்லி ஜீன்களாகின்றன. எனவே ஒரு ஒங்கு காரணிகளுக்கு இடையே ஏற்படும் கூட்டுச் செயல் விளைவு அழிவுத் தன்மையை ஏற்படுத்துகின்றது.

சில தாவரங்களில் ஒங்கு ஜீன்கள் ஹோமோசைஸ் நிலையில் இருக்கும் போது கொல்லி ஜீன்களாக செயல்படுகின்றன. உதாரணமாக சோளத்தில் (Sorghum) பசுமைநிற இனத்தாவரம் ஒங்கு தாவரமாகவும் வெளிர் பச்சை நிற இனத்தாவரம் ஒங்கு தாவரமாகவும் உள்ளன. இதில் வெளிர் பச்சை நிறத்தாவரம் நரத்துப் பருவத்திலேயே போதிய பச்சையும் இடைகளில் இல்லாமையால் மடிந்து விடுகின்றன. எனவே உயிருடன் இருக்கும் தாவரங்கள் அனைத்தும் பசுமை நிறத்திற்கான ஒங்கு ஜீனை பெற்ற தாவரங்களாக இருக்க வேண்டும். இவற்றின் ஜீன் ஆக்கம் GG அல்லது Gg என்ற இரு நிலையில் இருக்கலாம். எனவே இரு கலப்பின பசுமை நிறத்தாவரங்கள் கலவியுறும் போது 1 : 2 என்ற விசிறத்தில் தாவரங்கள் தோன்றுகின்றன. இதனை கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

	பசுந்தாவரம்	×	பசுந்தாவரம்
பெற்றோர் :	Gg		Gg
கேள்விக்கள் :	(+) (g)		(G) (g)

♀/♂	(G)	(g)
(G)	GG	Gg
(g)	Gg	gg

F₁: பசுந்தாவரம் 1 GG பசுந்தாவரம் 2' Gg வெளிப்பச்சைதாவரம் 88g (நாற்றில் மடிகிறது)

பாலிணைந்த கொல்லி ஜீன்கள்

பால் தன்மையை நிர்ணயிக்கும் குரோமோசோம்களில் கொல்லி ஜீன்கள் இருப்பின் அதற்கு பாலிணைந்த கொல்லி ஜீன் என்று பெயர். இதனால் இயல்பான 50%:50% அதாவது 1:1 என்ற பால் விகிதத்திற்குப் பதிலாக 50%:25% என்ற அதாவது 2:1 என்ற பால் விகிதம் உண்டாகிறது. உதாரணமாக டிரோசோல்பைலா பூச்சியில் இந்த கொல்லி ஜீன் X குரோமோசோமில் காணப்படுகிறது. இது ஒரு நடுக்கு ஜீனாகும். எனவே சில பெண்பூச்சிகள் தவறு இடு X குரோமோசோம்களில் ஒன்றில் இந்த கொல்லி ஜீனை பெற்றிருக்கலாம் இந்த குரோமோசோம் X என குறிக்கப்படுகிறது. ஆனால் மற்றொரு X குரோமோசோம்

சோம் இயல்பான ஒங்கு ஜீனை பெற்றிருப்பதால் இப்பூச்சிகள் இறப்பதில்லை. எனவே XX என்ற ஜீன் ஆக்கத்தினைப் பெற்ற

ஒரு பெண்பூச்சி இயல்பான ஆண்பூச்சியுடன் (XY) கலையும் போது சிழ்க்கண்ட முறையில் மரபுவழி நீகழ்கிறது.

பெற்றோர் :

கொல்லி ஜீனை தாங்கி வரும் பெண்	X	இயல்பான ஆண்பூச்சி
XX		XY

கேமிட்டுகள் : (X) (X) (X) (Y)

♀/♂	(X)	(Y)
(X)	XX	XY
(X)	XX	XY

F₁: XX 25% XX 25% XY 25% XY 25% (இறக்கின்றன)

50% ♀ 25% ♂

2 1

முதல் தலைமுறையில் தோன்றும் ஆண்பூச்சிகளில் பாதி இறந்துவிடுகின்றன. இவை தவறு தாயிடமிருந்து X குரோமோ

சோமை பெறுவதே இதற்குக் காரணமாகும். இந்த கொல்லி ஜீன் ஏற்படுத்தும் விளைவை ஒடுக்க உதவும் ஒங்கு ஜீன் Y குரோமோசோமில் இல்லாததால் இவை இறக்கின்றன.





II அல்லீல்கள் அல்லாத ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவு (Non-allelic gene interaction)

ஒரே குரோமோசோமின் வெவ்வேறு இலக்குகளில் உள்ள வேறுபட்ட ஜீன்களுக்கிடையேயும், வெவ்வேறு குரோமோசோம்களில் காணப்படும் வேறுபட்ட ஜீன்களுக்கிடையேயும் கூட்டுச் செயல் நிகழ்ந்தால் அதற்கு அல்லீல்கள் அல்லாத ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் என்று பெயர். மெண்டெலுக்குப் பின் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட சிழ்க்கண்ட மரபுத்தொடர் முறைகளை இதற்கு உதாரணங்களாகக் கூறலாம்.

1. கோழிகளில் கொண்டைகளின் மரபுவழி :

கோழிகளில் சிவப்பு நிறக் கொண்டையையுடைய வைண்டோடி (Wyandotte) என்ற இனமும், பட்டாணி (Pea)

வகைக் கொண்டையையுடைய பிரமால் (Brahmas) என்ற இனமும், ஒற்றைக் கொண்டையை உடைய லெக் காள் (Leghorn) என்ற இனமும் காணப்படுகிறது. இவைகளின்

ஜீன் அக்கம்	புறத் தோற்றம்	புறத் தோற்ற விகிதம்
RRPP RRPp RrPP RrPp		9
RRpp Rrpp		3
rrPP rrPp		3
rrpp		1

பிரம்மால் - 1
கோழிகளில் கொண்டை மரபு வழி அடைதல்

கொண்டைப் பண்பு மரபு வழி அடைதலை பேட்சன், புன்னைட் என்பவர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். சிவப்புக் கொண்டைக்கோழியையும் ஒற்றைக் கொண்டைக்கோழியையும் கலந்தபோது சிவப்பு வீஞ்சுத்தன்மை பெற்றதாக இருந்தது என இவர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். அதேபோல் பட்டாணி வகையையும் ஒற்றை வகையினையும் கலந்தபோது பட்டாணி வகை ஒங்குதன்மை பெற்றதாக இருந்தது.

சிவப்பு வகையினையும், பட்டாணி வகையினையும் இவர்கள் கலந்த பொழுது F_1 சந்ததியில் வால்நட் (Walnut) என்ற புதிய வகை உண்டாவதைக் கண்டனர். F_2 சந்ததியில் உண்டாகிய இரு வால்நட் வகைகளைக் கலந்த பொழுது F_3 சந்ததியில் 9 வால்நட் : 3 சிவப்பு : 8 பட்டாணி : 1 ஒற்றை என்ற விகிதத்தில் சந்ததிகள் தோன்றின. இதைக் கொண்டு இவர்கள் கீழ்க்கண்ட விளக்கத்தினை தந்தனர்.

1. கொண்டைப்பண்பு வெளிப்பட நாளுக்கு காரணிகள் தேவைப்படுகிறது. எனவே தான் இருபண்புக் கலப்பை ஒத்த புறத்தோற்றப் பண்பு விகிதம் கிடைக்கிறது.

2. இந்த நாளுக்கு காரணிகளில் ஒரு ஒங்கு பண்பிற்கான காரணி ஒன்றும் (R) மற்றொரு ஒங்கு பண்பிற்கான காரணி ஒன்றும் (P) சேர்ந்து காணப்படுமேயானால் புதிய பண்பு ஒன்றை (வால்நட்) தோன்றும். R-என்ற ஒங்கு ஜீன் மட்டும் காணப்பட்டால் சிவப்பு வகையும் P-என்ற ஒங்கு ஜீன் மட்டும் காணப்பட்டால் பட்டாணி வகையும், அனைத்துமே ஒங்கு ஜீன்களாக இருப்பின் ஒற்றை வகையும் தோன்றும்.

3. பெற்றோர் பண்புகளின் ஒங்கு காரணிகளுக்கிடையே கூட்டுச் செயல் நிகழ்வதால் புதிய பண்பு தோன்றுகிறது எனவே தான் F_1 -சந்ததி பெற்றோர் பண்புகளிலிருந்து மாறுபட்ட பண்பினைக் காட்டுகிறது.

பேட்சன், புன்னைட், இவர்களின் இச்சோதனையை கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்:

பெற்றோர் : சிவப்புக்கொண்டை X பட்டாணிக்கொண்டை
கோழி : RRpp கோழி : PPr

கேமிட்டுகள்: (Rp) (Pr)
 F1: Rr Pp
 வால் நட கொண்ட கோழி
 (தற்கவியடையச் செய்தல்)

கேமிட்டுகள்:

	(RP)	(Rp)	(rP)	(rp)	
(RP)	RRPP	RRPp	RrPP	RrPp	சவப்பு = 9
(Rp)	RRPp	RRpp	RrPp	Rrpp	சவப்பு = 3
(rP)	RrPP	RrPp	rrPP	rrPp	புள்ளி = 3
(rp)	RrPp	Rrpp	rrPp	rrpp	புள்ளி = 1

9 : 3 : 3 : 1

2. துணை நிரப்பு காரணி (Supplementary factors)

சோதனைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட தாவரம்—சோளம் (Sorghum)
 எடுத்துக் கொண்ட பண்பு—வண்ணம்
 இடைத்த புறத்தோற்றப் பண்பு விதம்—9 : 3 : 4

முத்துச் சோளத்தில் கரும்பர்பிள் வண்ண விதைப்பண்பு, பழுப்பு விதைப் பண்பின் மேல் ஆதிக்கம் செலுத்துகிறது. ஆனால் கரும்பர்பிள் வண்ணத்திற்கான ஜினுடன் (P) ஒரு துணைக்காரணி (Q) காணப்படும் போது சிவந்தபர்பிள் என்ற புதிய வண்ணம் தோன்றுகிறது. ஆனால் ஒருங்கு பண்பிற்கான அதாவது பழுப்பு வண்ண விதைப் பண்பிற்கான ஜினுடன் (p) இந்த துணைக்காரணி சேர்ந்திருக்கும் போது எந்தவித புதிய பண்பும் தோன்றாது. விதை பழுப்பு நிறமாகவே உள்ளது. எனவே துணைக்காரணி ஒது நிறையில் தனியே எந்தவிதப் பண்பையும் உண்டாக்க முடியவில்லை. எனவேதான்

கரும்பர்பிள் மற்றும் பழுப்பு விதை கொண்ட பெற்றோர்கள் கலந்து உண்டாகும் சிவந்தபர்பிள் விதை கொண்ட F1-தாவரம் தற்கவிய அடையும் போது, F1-சந்ததியில் F1-சந்திப்பண்பும் பெற்றோர் பண்பும் 9 : 3 : 1 என்ற விதத்தில் தோன்றுகின்றன. இதை கீழ்க்கண்ட விளக்க அட்டவணை தெளிவாக்க காட்டுகிறது.

பெற்றோர்: கரும்பர்பிள் X பழுப்பு
 PPqq ppQQ
 கேமிட்டுகள்: (Pq) Pp Qq (pQ)
 F1: சிவந்த பர்பிள்
 (தற்கவியடையச் செய்தல்)
 கேமிட்டுகள்: (PQ) (Pq) (pQ) (pq)

	(PQ)	(Pq)	(pQ)	(pq)	
(PQ)	PPQQ	PPQq	PpQQ	PpQq	சவந்தபர்பிள் = 9
(Pq)	PPQq	PPqq	PpQq	Ppqq	கரும் பர்பிள் = 3
(pQ)	PpQQ	PpQq	ppQQ	ppQq	பழுப்பு = 4
(pq)	PpQq	Ppqq	ppQq	ppqq	

3. முழுமையாக்கும் காரணிகள் (Complementary factors)

சோதனைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட தாவரம் - பட்டாணி
 எடுத்துக் கொண்ட பண்பு - மலரின் நிறம்
 இடைக்கப் பெற்ற புறத்தோற்றப்பண்பு விதம் - 9 : 7

பட்டாணித்தாவரத்தில் வெள்ளை மலர்களைக் கொண்ட இரு ரகங்கள் உள்ளன. இவை இரண்டையும் கலப்பு செய்த போது F1-சந்ததியில் பர்பிள் வண்ணமலர் கொண்ட தாவரம் தோன்றியது. பெற்றோர் தாவரங்களிலிருந்து வந்த இரு வெவ்வேறு ஒங்கு ஜின்களின் கூட்டுச் செயல் விளைவே இதற்குக் காரணமாகும். இவற்றுள் ஒன்று பர்பிள் வண்ணப்

பண்பை நிர்ணயிப்பது. மற்றொன்று பண்பை ஆதரிப்பது அல்லது முழுமையாக்குவது. இவை இரண்டும் பிரிக்கப்பட்டிருப்பின் பர்பிள் பண்பு தோன்றுகிறது. உதாரணமாக இரு பெற்றோர்களில் ஒன்று குரோமோசோம் என்ற வண்ணத்தை உருவாக்கும் முள்லோடிப்பொருளிற்கான ஒங்கு ஜினை மட்டும் பெற்றுள்ளது. மற்றொன்று குரோமோசோம் பொருளை உகக்குவித்து பர்பிள் வண்ணமாக்க உதவும் நொதிக்கான ஒங்கு ஜினை மட்டும் பெற்றுள்ளது. எனவேதான் அவை வெண்மையான மலர்களை பெற்றுள்ளது. F1 சந்ததியில் இவ்விரு ஒங்கு ஜின்களும் கொண்டுவரப்படுவதால் பர்பிள் பண்பு வெளிப்படுகிறது. இந்த F1-சந்ததி தற்கலையிடையும் போது பர்பிள் மலர்கள் கொண்ட தாவரங்களும், வெள்ளை மலர்கள் கொண்ட தாவரங்களும் 9 : 7 என்ற விகிதத்தில் தோன்றுகின்றன. இதை கீழ்க்கண்ட விளக்க அட்டவணை தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

பெற்றோர் : வெள்ளை மலர் X வெள்ளை மலர்
 CCpp ccPP
 (Cp) (cP)
 கேமீட்டுகள் :
 F1 : பர்பிள் மலர்
 CcPp
 (தற்கலையிடையச் செய்தல்)
 கேமீட்டுகள் : (CP) (Cp) (cP) (cp)

	(CP)	(Cp)	(cP)	(cp)
(CP)	CCPP	CCPp	CcPP	CcPp
(Cp)	CCPp	CCpp	CcPp	Cc pp
(cP)	CcPP	CcPp	ccPP	ccPp
(cp)	CcPp	Cc pp	ccPp	cc pp

— பர்பிள் = 9
 • வெள்ளை = 7

4. மறைக்கும் காரணிகள் (Epistatic genes)

சோதனைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட தாவரம் : பூசணி

எடுத்துக் கொண்ட பண்பு : கனியின் நிறம்

கிடைக்கப்பெற்ற புறத்தோற்ற பண்பு விகிதம் : 12 : 3 : 1

சில தாவரங்களில் ஒரு ஒங்கு ஜினின் குணத்தை மற்றொரு ஒங்கு ஜின் குறைக்கிறது அல்லது மறைக்கின்றது. எந்த ஒங்கு ஜின் மற்றொரு ஒங்கு ஜினை ஒங்கு ஜினாக மாற்றுகிறதோ, அதற்கு எபிஸ்டாடிக் ஜின் என்று பெயர். ஒங்கு ஜினாக மாற்றப்படும் ஒங்கு ஜின் ஹைப்போஸ்டாடிக் ஜின் என்று பெயர். இச்செயல் முறைக்கு எபிஸ்டாடிக் என்று பெயர். உதாரணமாக பூசணித் தாவரத்தின் கனிகளில் மூன்று வகை நிறங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் வெள்ளை மற்றும் மஞ்சள் நிறத்திற்கான ஜின்கள் ஒங்கு ஜின்கள். இவ்விரு ஒங்கு ஜின்களும் ஒன்றாகக் கொண்டுவரப்படும்தோது மஞ்சள் நிறத்திற்கான ஒங்கு ஜின் வெள்ளை நிறத்திற்கான ஒங்கு ஜினால் ஒடுக்கப்படுவதால் மஞ்சள் நிறம் மறைக்கப்பட்டு வெள்ளை நிறம் வெளிப்படுகிறது. இவ்விரு ஜின்களும் ஒங்கு ஜின்களாக இருக்கும் பொழுது பச்சை வண்ணம் என்ற புதிய பண்பு தோன்றுகிறது. எனவேதான் வெள்ளை நிறக் கனி கொண்ட தாவரமும் மஞ்சள் நிறக் கனிக் கொண்ட தாவரமும் கலந்து தோன்றும். வெள்ளை நிறக் கனி கொண்ட F1 சந்ததி தற்கலையிட யடைவதால், F₂-சந்ததியில் வெள்ளை, மஞ்சள் மற்றும் பச்சை நிறக் கனிகள் கொண்ட தாவரங்கள் 12 : 3 : 1 என்ற விகிதத்தில் உண்டாகின்றன இதை கீழ்க்கண்ட விளக்க அட்டவணை தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

பெற்றோர் : வெள்ளை நிறக்கனி X மஞ்சள் நிறக்கனி
 WWyy wwYY

கேமீட்டுகள் : (WY) (wY) (wY) (wy)

F1 : WwYy

வெள்ளை நிறக்கனி

(தற்கலையிடையச் செய்தல்)

கேமீட்டுகள் : (WY) (WY) (wY) (wy)

	(WY)	(Wy)	(wY)	(wy)
(WY)	WWYY	WWyY	WwYY	WwYy
(Wy)	WWyY	WWyy	WwYy	WwyY
(wY)	WwYY	WwYy	wwYY	wwYy
(wy)	WwyY	WwyY	wwYy	wwyy

5. தடைசெய்யும் காரணிகள் (Inhibitory factors) - இவைகள் மறைக்கும் காரணிகளை ஒத்தனவே எனவே இந்த தடைசெய்யும் காரணி ஒங்கு தன்மை நிலையில் மற்றொரு ஒங்கு ஜினின் சேர்ந்திருக்கும் போது அந்த ஜின் உண்டாக வேண்டிய பண்பை தடை செய்து ஒங்கு பண்பு வெளிப்படச் செய்கிறது. மேலும் இந்த தடை செய்யும் காரணி தனிபாக ஒங்கு தன்மையில் இருக்கும்போது எந்த விதப் பண்பையும் வெளிப்படுத்துவதில்லை எனவே தாவரத்தின் ஒடுங்கு பண்பே திரும்பவும் வெளிப்படுகிறது.

இதற்கு உதாரணமாக நெல் தாவரத்தில் தண்டு இலை ஆகியவற்றின் நிறப்பண்பு மரபுவழி அடைதலைக் கூறலாம். இந்த தாவரத்தில் பர்பிள் நிற இலைப்பண்பு ஒங்கு பண்பாகவும் பச்சை நிறப்பண்பு ஒடுங்கு பண்பாகவும் உள்ளது. தடை செய்யும் காரணியை ஒங்கு தன்மை நிலையில் (ii) பெற்ற பர்பிள் இலை தாவரத்தையும் தடைசெய்யும் காரணியை ஒங்கு தன்மை நிலையில் (II) பெற்ற பசும் இலை தாவரத்தையும் கலந்த பொழுது F1 சந்ததியில் பசும் இலைகள் கொண்ட தாவரமே உண்டாகியது, ஒங்கு பண்பாகிய பர்பிள் வெளிப்படாததற்கு தடைசெய்யும் காரணி காணப்பட்டாததே காரணமாகும். இந்த F1 சந்தித் தாவரம் தற்கலவியன்டயும் போது பசுமை நிற இலைகள் மற்றும் பர்பிள் நிற இலைகளைப் பெற்ற தாவரங்கள் முறையே 13:3 என்ற விகிதத்தில் தோன்றின. இதை கீழ்க்கண்ட விளக்க அட்டவணை தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

பெற்றோர் : பர்பிள் நிறஇலை X பசுமைநிறஇலை
 ii PP II pp
 கேமிட்டுகள் : (iP) (Ip)

F1: ii Pp
 பசுமைநிற இலை (தற்கலவியன்டயச் செய்தல்)
 கேமிட்டுகள் : (IP) (Ip) (iP) (ip)

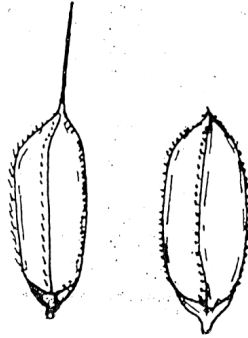
	(IP)	(Ip)	(iP)	(ip)
(IP)	II PP	II Pp	iI PP	iI Pp
(Ip)	II Pp	Ii Pp	iI Pp	iI pp
(iP)	iI PP	iI Pp	ii PP	ii Pp
(ip)	iI Pp	iI pp	ii Pp	ii pp

● பசுமைநிற கிடை = 13
 ★ பர்பிள்நிற கிடை = 3

6. மாற்றுக் காரணி அல்லது பேரலிக் காரணி (Duplicate factors or Pseudo alleles)

பொதுவாக ஒரு பண்பை ஒரு ஜோடிக் காரணிகள் வெளிப்படுத்துகின்றன. சில சமயம், இக்காரணிகளைத் தவிர வேறொரு ஜோடிக் குரோமோசோம்களில் காணப்படும் மற்றொரு ஜோடிக் காரணிகளும் இப்பண்பு வெளிப்படுதலை தீர்மானிக்கின்றன. இந்தக் காரணிகள் மாற்று அல்லது போலிக் காரணிகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. எனவே இயல்பான காரணிகளில் ஒரு ஒங்கு காரணி மட்டும் இருந்தாலோ அல்லது மாற்றுக் காரணிகளில் ஒரு ஒங்கு காரணி மட்டும் இருந்தாலோ இப்பண்பு வெளிப்பட்டுவிடும். ஆனால் இயல்பான காரணிகள் மற்றும் மாற்றுக் காரணிகள் ஆகிய இரண்டும் ஒடுங்கு தன்மை நிலையில் இருக்கும்போது மட்டும் இப்பண்பு வெளிப்படாது. நெல் தாவரத்தில் செய்த ஒரு சோதனையை இதற்கு உதாரணமாகக் கூறலாம். நெல்வின்மேல்முனை அலகிக் ஒரு

கதிர் இழை போன்ற நீட்சி காணப்படும். இந்த கதிரிழை அலகுப் பண்பை (Awned rice) A1 என்ற ஒங்கு ஜீன் திரிமான்சிக் கிறது. இது தவிர A2 என்ற மற்றொரு ஒங்கு ஜீனும் இப்பண்பு வெளிப்பட உதவுகிறது. எனவே இந்த A1, A2 ஆகிய இரண்டில் ஏதாவது ஒன்று மட்டும் இருந்தாலே இப்பண்பு வெளிப்பட்டுவிடும். அனைத்தையும் ஒடுங்கு காரணிகளாகப் பெற்ற (a1 a2 a2) தாவரம் மட்டுமே கதிர் இழை அலகு அற்ற நெல்லை உண்டாக்கக்கூடியது.



A B
புலம் - 2

மாற்றுக்காரணி : நெல்லில் கதிரிழை அலகுப் பண்பு மரபு வழி அடைதல் A — கதிரிழை அலகு கொண்ட நெல் B — கதிரிழை அலகு அற்ற நெல்.

எனவே கதிர் இழை அலகு கொண்ட ஒரு தோழமோலைகள் தாவரம் கலந்து உண்டாகும் கதிர் இழை அலகு கொண்ட F1 சந்தி தற்கலவியடையும்போது 15:1 என்ற விகிதத்தில் கதிர் இழை அலகு கொண்ட நெல்லும் கதிர் இழை அலகு அற்ற நெல்லும் தோன்றுகின்றன. இதை கீழ்க்கண்ட வினாக்கள் அட்டவாணை தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

பெற்றோர் :

கதிர் இழை அலகு கொண்ட X கதிர் இழை அலகு அற்ற
A1 A1 A2 A2 a1 a1 a2 a2

சேமீட்டுகள் : (A1 A2) (a1 a2)

F1 : A1 a1 A2 a2

கதிர் இழை அலகு கொண்ட நெல்
(தற்கலவியடையச் செய்தல்)

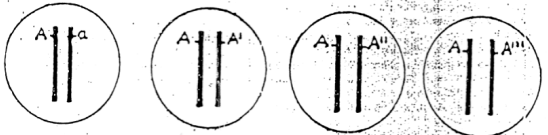
சேமீட்டுகள் : (A1 A2) (A1 a2) (a1 A2) (a1 a2)

	(A ₁ A ₂)	(A ₁ a ₂)	(a ₁ A ₂)	(a ₁ a ₂)
(A ₁ A ₂)	A ₁ A ₁ A ₂ A ₂	A ₁ A ₁ A ₂ a ₂	A ₁ a ₁ A ₂ A ₂	A ₁ a ₁ A ₂ a ₂
(A ₁ a ₂)	A ₁ A ₁ A ₂ a ₂	A ₁ A ₁ a ₂ a ₂	A ₁ a ₁ A ₂ a ₂	A ₁ a ₁ a ₂ a ₂
(a ₁ A ₂)	A ₁ a ₁ A ₂ A ₂	A ₁ a ₁ A ₂ a ₂	a ₁ A ₁ A ₂ A ₂	a ₁ A ₁ A ₂ a ₂
(a ₁ a ₂)	A ₁ a ₁ A ₂ a ₂	A ₁ a ₁ a ₂ a ₂	a ₁ A ₁ A ₂ a ₂	a ₁ A ₁ a ₂ a ₂

• - கதிர்க்களவு அலகு கொண்ட நெல் = 15
★ - கதிர்க்களவு அலகு அற்ற நெல் = 1

4. பல்கூட்டு அல்லீல்கள் (MULTIPLE ALLELES)

ஒரு பண்பினைத் தீர்மானிக்கும் ஜீனின் ஒரு மாற்ற வகைகளே காணப்படும். இவ்விருவகைகளும் ஒரே பண்பின் இரு மாற்றுத் தோற்றங்களை தீர்மானிக்கின்றன. இவ்விரு வகைகளும் ஒத்திசைவுக்கு ரோம சோயின் ஒரே இலக்கில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு ஜீனின் இவ்விரு வகைகளுக்கு அல்லீல்கள் என்று பெயர். இவ்விண்மைகளை மெண்டெலின் சோதனைகள் தெளிவாக எடுத்துக் காட்டுகின்றன. ஆனால் சில ஜீன்களில் பல மாற்றவகைகள் காணப்படுகின்றன. அவ்வாறு இருப்பின் அவை அனைத்தும் ஒரு சேர 'பல' கூட்டு அல்லீல்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. 'பல' கூட்டு அல்லீல்களின் ஒரு தொகுப்பில் 3, 4; சில சமயம் 20 அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஜீன் வகைகள் காணப்படும். இவைகள் யாவும் ஒத்திசைவுக்கு ரோம சோயின் ஒரே இலக்கில் அமைந்து காணப்படும். இவ்வாறு பல்வேறு ஜீன் வகைகள் காணப்பட்டாலும் ஒரு உயிரினத்தின் இருமயசெல்லில் ஒரு சமயத்தில் இரண்டுமட்டுமே காணப்படும். அதன் இன் செல்களில் (கேமீட்டுகள்) ஒன்று மட்டுமே எடுத்துச் செல்லப்படும். பல கூட்டு அல்லீல்களின் ஒரு தொகுப்பு உள்ள அனைத்து வகைகளும் ஒரு ஒங்கு ஜீனின் சடுதி மாற்ற விளைவின்ால் தோன்றியவையாகும். எனவே அந்த ஜீன் கட்டுப்படுத்தும் பண்பில் 'பல' மாற்றுத் தோற்றங்கள் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. இதனை கீழ்க்கண்ட விளக்கப் படத்தின் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம்.



மேற்கூறிய எடுத்துக்காட்டில் A என்பது ஒங்குஜீன். இதன் சடுதிமாற்ற வகையே ஒங்கு ஜீனாகிய A. இந்த A என்ற ஒங்கு ஜீன் மேலும் சடுதிமாற்றங்கள் அடைவதால் தோன்று

வனவே A¹, A², A³, ஆகிய ஜீன்கள் A, a, A¹, A², A³, ஆகிய அனைத்தும் பல கூட்டு அல்லீல்களின் ஒரு தொகுப்பாகும்.

எடுத்துக்காட்டுகள்
1. முயல்களின் உடல் நிறத்தில் பல்கூட்டு அல்லீல்கள் முயல்களின் உடல் நிறப் பண்பை தீர்மானிக்கும் ஜீனில் நான்கு மாற்றவகைகள் காணப்படுகின்றன. நான்கு அல்லீல்கள் காணப்படுவதால் இவைகளில் கீழ்க்கண்ட நான்கு ரகங்கள் உள்ளன.

ரகத்தின் பெயர்	பண்பின் காண அல்லீல்
1. சிவகன்னடி	C
2. சின்சில்லா	C ^{ch}
3. ஆன்மாலயன்	C ^h
4. அல்பிடோனா	c

1. அடுகையு (AGOUTI) - இது பழுப்புக் கலந்த சாம்பல நிறமுடையது. இவற்றில் காணப்படும் C என்ற ஒங்கு ஜீனை இப்பண்பு வெளிப்படக் காரணமாகவுள்ளது. இந்த ஒங்கு ஜீன் சடுதிமாற்றம் அடைவதால் மற்ற வகைகள் அதாவது C^{ch} C^h மற்றும் C என்ற அல்லீல்கள் உண்டாகின்றன. எனவே C என்ற ஒங்கு ஜீன் மற்ற அனைத்து அல்லீல்களின் மேல் முழுமையாக ஆதிக்கம் செலுத்துகிறது. எனவே இதன் ஜீன் ஆதிக்கம் CG, CC^{ch}, C^hC^h என்ற நான்கு வகைகளில் ஒன்றாக இருக்கலாம்.

2. சின்சில்லா (Chinchilla) - இது வெண்மை கலந்த சாம்பல் நிறத்தில் காணப்படும் C^{ch} சடுதிமாற்ற அல்லீல் இவற்றில் காணப்படுதலே இப்பண்பு வெளிப்படக் காரணமாக உள்ளது. இது மற்ற இரு அல்லீல்களின் மேல் (C^h மற்றும் c) ஆதிக்கம்

செலுத்துகிறது. எனவே இதன் ஜின் ஆக்கம் Cch Cch, Cch Ch, Cchc, என்ற மூன்று வகைகளில் ஒன்றாக இருக்கலாம்.

3. ஹிமாலயன் (Himalayan) - இந்த ரக முயல்களின் சில உடல் உறுப்புகளின் நுனிப்பாகங்கள், உதரணமாக காது, மூக்கு, பாதங்களின் முனைகள் ஆகியவை சரம்பல் திறம் கொண்டும், உடலின் மற்ற பகுதிகள் வெண்மையாகவும் காணப்படும். CH^c என்ற சடுதிமாற்ற அல்லல் இவைகளில் காணப்படுதலே இதற்குக் காரணமாகும். இது c-என்ற சடுதி மாற்ற அல்லல் ஒன்றின் மேல் மட்டும் ஆதிக்கம் செலுத்துகிறது. எனவே இதன் ஜின் ஆக்கம் CH^cCh, CH^cc என்ற இரு வகைகளில் ஒன்றாக இருக்கலாம்.

4. அல்பினோ (Albino) - இந்த ரக முயல்களில் நிறமி முழுமையாகக் காணப் படாமையால் உடல் முழுதும் வெண்மை நிறத்துடன் காணப்படும். c-என்ற சடுதிமாற்ற அல்லல் இவைகளில் காணப்படுதலே இதற்குக் காரணம். மேற்கூடிய C, Cch, மற்ற CH ஆகிய அனைத்தும் இதன் மேல் ஆதிக்கம் செலுத்துவதால் cc-என்ற ஹோமோ சைகஸ் நிலையில் மட்டும் இப்பண்பு வெளிப்படும்.

மனிதனின் ABO இரத்தப் பகுப்பினத்தில் பல் கூட்டு அல்லல்கள்

எல்லா மனிதர்களின் இரத்தமும் ஒன்று போல், இருப்பதில்லை என்ற உண்மையினை டாக்டர் கார்ல் லாண்ட்ஸ்டைனர் (Dr. KARL LANDSTEINER) என்பவர் 1900-ஆம் ஆண்டில் முதன்முதலாகக் கண்டறிந்தார். எனவே தான் ஒரு சில மனிதர்களின் இரத்தம் ஒன்று சேரும்போது சிவப்பணுக்களின் திரட்சி ஏற்பட்டு விபரீத வளைவுகள் ஏற்பட்டுவிடுகிறது. இதற்குக் காரணம் மனிதனின் இரத்தத்தில் சில பகுப்பினங்கள் (Blood groups) காணப்படுகின்றன. மேலும் இவைகளில் உகந்தவைகளே ஒத்துப் போகின்றன. இந்த உண்மைகளைக் கண்டறிந்ததால் இந்த விஞ்ஞானிக்கு 1931-ஆம் ஆண்டில் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

ஒவ்வாத இரத்தங்களில் சிவப்பணுக்களின் திரட்சி (agglutination) ஏற்படுவதற்கு ஆன்டிஜென் ஆன்டிபாடி எதிர்ச் செயலே காரணமாகும். ஆன்டிஜென், ஆன்டிபாடி என்பன இரத்தத்தில் காணப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகைப் புரதப் பொருள்களாகும். இவற்றுள் ஆன்டிஜென்கள் சிவப்பணு செல்களின் பரப்பிலும், ஆன்டிபாடிகள் பிளாஸ்மா களிலும் காணப்படுகின்றன. ஆன்டிஜென்களில் A, B என்ற

இருவகைகள் உடனடி. A-ஆன்டிஜென் பெற்ற மனிதனின் இரத்தப் பகுப்பினம் A-வகை எனப்படுகிறது. இவனது பிளாஸ்மாவில் b-என்ற ஆன்டிபாடி காணப்படும்.

B-என்ற ஆன்டிஜென் தனது இரத்தச் சிவப்பணுக்களில் பெற்ற மனிதனின் இரத்தப் பகுப்பினம் B-வகை எனப்படுகிறது. இவனது பிளாஸ்மாவில் a-என்ற ஆன்டிபாடி காணப்படும்.

A, B ஆகிய இரு ஆன்டிஜென்களையும் தனது இரத்தச் சிவப்பணுக்களில் பெற்ற மனிதனின் இரத்தப் பகுப்பினம் AB வகை எனப்படுகிறது. இவனது பிளாஸ்மாவில் ஆன்டிபாடி எதுவும் காணப்படுவதில்லை.

இரு ஆன்டிஜென்களையும் தனது இரத்தச் சிவப்பணுக்களில் பெற்றிராத மனிதனின் இரத்தப் பகுப்பினம் O வகை எனப்படுகிறது. இவனது பிளாஸ்மாவில் a மற்றும் b ஆகிய இருவகை ஆன்டிபாடிகளும் காணப்படும்.

கொடுப்பவரது இரத்தத்தில் A ஆன்டிஜெனும் பெறுபவரது இரத்தத்தில் a-ஆன்டிபாடியும் இருக்கும் போதும் அல்லது B ஆன்டிஜெனும், b-ஆன்டிபாடியும் இருக்கும் போதும் எதிர் வினை ஏற்பட்டு சிவப்பணுக்களின் திரட்சி ஏற்பட்டு விடும். எனவே கீழ்க்கண்ட அட்டவணை எவ்வகை இரத்தப் பகுப்பினர் எவ்வகைப் பகுப்பினரிடமிருந்து இரத்தத்தைப் பெறலாம், எவ்வகை இரத்தப் பகுப்பினருக்கு இரத்தம் கொடுக்கலாம் என்பதைக் காட்டுகிறது.

இரத்தப் பகுப்பின வகை	அட்டவணையின் முதல் வரிசையில் உள்ள வகைக்கு இரத்தம் கொடுக்கக் கூடியான வகைகள்	அட்டவணையின் முதல் வரிசையில் உள்ள இரத்தவகையினைப் பெறத் தகுதியான வகைகள்
A	A, O	A, AB
B	B, O	B, AB
AB	A, B, AB, O	AB
O	O	A, B, AB, O

O-வகை இரத்தத்தினர் எல்லா வகையினருக்கும் இரத்தம் அளிக்கத் தகுதியானவர் என்பதையும், AB வகை இரத்தத்தினர் எல்லா வகையினரிடமிருந்தும் இரத்தத்தைப் பெறத் தகுதியானவர் என்பதையும் மேற்கூறிய அட்டவணை தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

மனிதனின் இந்த இரத்தப்பகுப்பினப் பண்பு மூன்று வகை அல்லிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

- A ஆன்டிஜனை உண்டாக்கும் இனம் என்றும்.
- B ஆன்டிஜனை உண்டாக்கும் இனம் என்றும்.

ஆன்டிஜன் இல்லாபடியை ஏற்படுத்தும் இனம் O என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன. இதில் L-என்பது லிண்டென்சென் என்ற விஞ்ஞானியின் பெயரிலுள்ள முதல் எழுத்தைக் குறிக்கிறது. இந்த மூன்று வகை ஜீன்களின் A, B ஆகியவை ஒன்று ஜீன்களாக உள்ளன. எனவே நான்கு வகை இரத்தப் பகுப்பினங்கள் ஜீன் ஆக்கங்களிழ்வொன்று அமைகிறது.

இரத்தப்பகுப்பின வகை	ஜீன் ஆக்கம்
A	IA IA
B	IB IB
AB	IA IB
O	IO IO

இந்த ஜீன் ஆக்கங்களைப் பார்க்கும்போது இரத்தப் பகுப்பினப் பண்புகள் மென்டெலின் கொள்கைப்படி மரபுவழி சடைபின்றன என்பது புலனாகிறது. கீழ்க்கண்ட கலப்புச் சோதனை இதை நிரூபிக்கிறது.

ஆண் பெண்
 ஹைட்ரோசைகஸ் × ஹைட்ரோசைகஸ்
 A வகை இரத்தம் B வகை இரத்தம்

பெற்றோர்: IA IO IB IO

கேமிட்கள்: (IA) (IO) (IB) (IO)

	(IA)	(IO)
(IB)	IA IB AB வகை	IB IO B வகை
(IO)	IA IO A வகை	IO IO O வகை

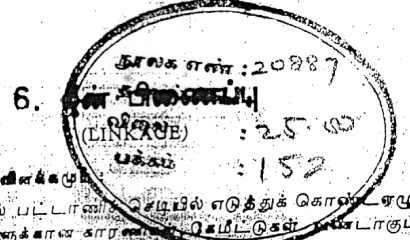
எனவே பெற்றோர்களின் இரத்தப் பகுப்பினத்தைக் கொண்டு பிறக்கக்கூடிய பிள்ளைகளின் இரத்தப் பகுப்பினம் என்னவாக இருக்கக்கூடும் என்பதை நிச்சயமாக யூகித்துவிடலாம். கீழ்க்கண்ட அட்டவணை பெற்றோர்களின் இரத்தப்பகுப்பினங்களையும், அவர்களுக்குப் பிறக்க வாய்ப்புள்ள பிள்ளைகளின் இரத்தப் பகுப்பினங்களையும், பிறக்க வாய்ப்பில்லாத பிள்ளைகளின் இரத்தப் பகுப்பினங்களையும் எடுத்துக் காட்டுகிறது. சில வழக்குகளில் தந்தையர் என்பது பற்றி எழும் விவாதத்தினை தீர்த்து வைக்க இந்த இரத்தப் பகுப்பின ஆய்வுபொறிதும் உதவுகிறது.

பெற்றோர்களின் இரத்தப்பகுப்பினம்	பிறக்க வாய்ப்புள்ள பிள்ளைகளின் இரத்த வகை	பிறக்க வாய்ப்பில்லாத பிள்ளைகளின் இரத்த வகை
OxO (ஹோமோசைகஸ்)	O	A, AB, B
OxA (ஹைட்ரோசைகஸ்)	A	B, AB, O
OxB (ஹைட்ரோசைகஸ்)	O, A	B, AB
OxAB (ஹைட்ரோசைகஸ்)	B	A, AB, O
(ஹோமோ) AxA (ஹைட்ரோசைகஸ்)	O, B	A, AB
(ஹைட்ரோ) AxA (ஹைட்ரோசைகஸ்)	A, B	O, AB
(ஹோமோ) AxB (ஹைட்ரோசைகஸ்)	A	B, AB, O
(ஹைட்ரோ) AxA (ஹைட்ரோசைகஸ்)	A, O	B, AB
(ஹோமோ) AxB (ஹைட்ரோசைகஸ்)	A, B	A, B, O
(ஹைட்ரோ) AxB (ஹைட்ரோசைகஸ்)	A, AB	B, O
(ஹைட்ரோ) AxB (ஹைட்ரோசைகஸ்)	B, AB	A, O
(ஹைட்ரோ) AxB (ஹைட்ரோசைகஸ்)	A, B, AB, O	—
(ஹைட்ரோ) AxB (ஹைட்ரோசைகஸ்)	A, B, AB	O

Handwritten notes and signatures at the bottom of the page.

இந்தகைய ஜீன்களில் தனிப்பட்ட பண்புகள் யாவும் கூட்டாகச் சேர்ந்து குவிந்து ஒரு தோற்றப் பண்பினை உண்டாக்குகின்றன.

8. பல் காரணியப் பாரம்பரியம் நிகழும் விதம் வேறாக இருந்தாலும், மெண்டெலின் அடிப்படை பாரம்பரிய வழியிலிருந்து வேறுபடுவதில்லை.
9. இப்பாரம்பரியத்தில் தோன்றும் பண்பு வேறுபாடுகள், குழந்தை வேறுபாடுகள் உண்டாக்கும் வேறுபாடுகளை ஒத்தவை. காரணம் அடிப்படைப் பண்புகள் எப்பொழுதும் குழந்தைகளைக் காரணிகளாகேற்ப மாறுபடும். நேரிடையான குரிய ஒளியில் ஒருவன் எவ்வளவு நேரம் இருக்கின்றானோ அவ்வளவிற்கேற்றவாறு அவனது தோளின் நிறம் மாறுபடும். மண்ணின் சிறந்த வளத்தன்மையினால் தாவரங்களும், வளமுடைய ஊட்டப் பொருள்களினால் விலங்குகளும் உருவத்தில் பெரிசனவாய், நோயின் நிக் காணப்படும்.
10. இப்பாரம்பரியத்தில் தோன்றும் பண்பு வேறுபாடுகளை அளவிட புள்ளியியல் முறைப்படி (Statistical technique) ஆய்ந்தறிய வேண்டும்.



வரையறையும் விளக்கமும்

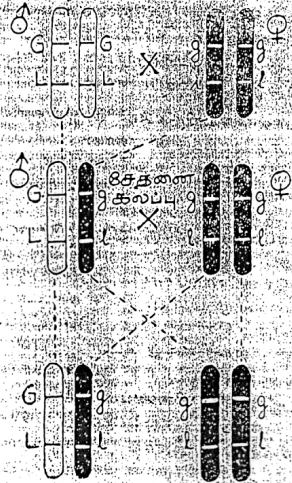
மெண்டெல் பட்டாணிக் குரோமோசோமில் எடுத்துக் கொள்ளும் ஜோடி பண்புகள்காரண காரணிகளின் மெண்டெல் பட்டாணிக் குரோமோசோமில் ஒதுங்கும் தன்மை மகாண்டலை. எனவே தான் சார்பின்றி ஒதுங்கல் விதியை உண்டாக்க நேர்ந்தது. இந்த ஏழு ஜோடி பண்புகள்காரண காரணிகளும் ஏழு ஜோடி வேறுபட்ட ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்களில் காணப்படுதலே சார்பின்றி ஒதுங்கல் காரணமாக இருந்தது என செல்வியல் ஆய்வுகள் அடிப்படையில் பின்னர் நிரூபிக்கப்பட்டது. ஆனால் ஒரு ஜோடி ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்களில் காணப்படும் காரணிகள் அனைத்தும் சார்பின்றி ஒதுங்குதல் இல்லை. பதிலாக ஒட்டு மொத்தமாக மரபுவழி அடைகின்றன. இந்தக் தத்துவத்திற்கு ஜீன் பிணைப்பு என்று பெயர்.

பெரும்பாலான உயிரினங்களில் ஜீன்களின் எண்ணிக்கையானது குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையை விட மிகவும் அதிகமாக இருக்கின்றன. உதாரணமாக பழப் பூச்சியான டிரோசோலாபலாவில் கிட்டத்தட்ட 850 ஜீன்கள் காணப்படுகின்றன. ஆனால் நான்கு கோடி குரோமோசோம்களே இதில் உள்ளன. எனவே ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் அநேக ஜீன்கள் இருத்தல் வேண்டும் என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகிறது. இவ்வாறு ஒரே குரோமோசோமில் காணப்படும் காரணிகள் சார்பின்றி ஒதுங்குதல் முடியாது. இவை கூட்டாகச் சந்தகிகளுக்குச் செல்லும் தன்மை கொண்டவை. இப்படிப்பட்ட ஜீன்களுக்கு பிணைப்புற்ற ஜீன்கள் என்று பெயர். இவ்வாறு மரபுத்தொடர்நிகழ்ச்சியில் ஜீன்கள் கூட்டாக குரோமோசோம்களில் செல்லும் போக்கிற்கு ஜீன்களின் பிணைப்பு (Linkage) என்று பெயர் இதனை சட்டன் (SUTTON) என்பவர் 1903-ஆம் ஆண்டில் முதல் அறிவித்தார். ஆனால் 1911-இல் மார்்கன் (Morgan) என்பவர் பழப்புச்சிவிலிதான் செய்த சோதனைகள் மூலம் உகறியச் செய்தார்.

ஜீன் பிணைப்பிற்கு எடுத்துக்காட்டுகள்
டிரோசோலாபலாவில் மார்்கன் செய்த
சிறந்த எடுத்துக் காட்டாகும். இப்படி

மும் நீண்ட இறகும் கொண்ட பூச்சிகள். சுருப்புநிற உடலும் குட்டையான இறகும் கொண்ட பூச்சிகள் என இரு வகைகள் உள்ளன. முதல் தோடிப் பண்புகள் ஒரே பண்புகளாக இருப்பதால் இவ்விரு பூச்சிகளும் கலவியும் போது முதல் தலைமுறையில் சாம்பல்நிற உடலும், நீண்ட இறகும் கொண்ட பூச்சிகள் உண்டாகின்றன. இந்த F₂ கலப்பினத்தை ஒடுக்குபெற்றோருடன் பின் கலப்பு செய்த போது அதாவது சோதனைக் கலப்பு செய்த போது சாம்பல்நிற உடலும் நீண்ட இறகும் கொண்ட

சாம்பல்நிறம் கருமைநிறம்
நீண்ட இறகு குட்டைய இறகு



50% சாம்பல்நிறம் நீண்ட இறகு
50% கருமைநிறம் குட்டைய இறகு
பட்டம் - 3

புரோசோப்பெராவில் ஜீன் பிணைப்பு சாம்பல் நிற உடலம் (G) கருமைநிற உடலத்தின் (g) மீதம் ஆதிக்கம் செலுத்துகிறது. நீண்ட இறகு (L) குட்டைய இறகின்மேல் ஆதிக்கம் செலுத்துகிறது.

பூச்சிகளும், சுருப்பு நிற உடலும் குட்டைய இறகு கொண்ட பூச்சிகளும், முறையே 50% தோன்றின, அதாவது 1:1 என்ற விகிதத்தில் தோன்றின. இரு பண்புகளை எடுத்துக் கொண்ட போதிலும், ஒரு பண்புக் கலப்புச் சோதனைக் கலவியில் (Monohybrid test cross) விடுதமே டெடக்ஷெடு. அதாவது புதிப் பண்புச் சேர்க்கைகள்திரண்டும். (சாம்பல் நிற உடலம் குட்டை இறகு - கருமை நிற உடலும் நீண்ட இறகு) தோன்றவில்லை. இதற்குக் காரணம் இரு பண்புகளுக்கான காரணியும் ஒரே ஒடுநிசைவுக் குரோமோசோம்களில் காணப்படுதலே யாகும். எனவே பண்புகளுக்கான காரணிகள் தனித்துப் பிரியும் போது சார்பின்றி ஒதுங்க முடியவில்லை.

மக்காச் சோளத்தில் விதையின் நிறத்திற்கான ஜீன்களும் (வண்ணம் கொண்ட விதை வண்ணமற்ற விதை-CC/cc) முளை குழந்திகளின் அளவிற்கான ஜீன்களும் (அதிக முளை குழந்திச் கொண்ட முழு விதை, குறைவான முளை குழந்திச் கொண்ட குருங்கிய விதை-SS/ss) பிணைப்புறமே காணப்படுகின்றன. அதே போல் விதைகள் நிறப்பிரேட்டல் (Lathyrus odoratus) என்ற தாவரத்தில் பூ வின் நிறத்திற்கான ஜீன்களும் (மண்தா நிறப்பூக்கள், சிவப்பு நிறப்பூக்கள்-BB/bb) மகரந்தத்தின் வடிவத்திற்கான ஜீன்களும் (நீண்ட மகரந்தம், வட்ட மகரந்தம்-BL/l) பிணைப்புறமே காணப்படுகின்றன என்பதை அவற்றில் செய்த சோதனைகள் எடுத்துக் காட்டுகின்றன.

ஜீன் பிணைப்பில் நிலைகள் (Linkage phases)

ஜீன் பிணைப்பில் இணைதல் நிலை, மற்றும் விலகல் நிலை (Coupling phase and repulsion phase) என இரு நிலைகள் உள்ளன. உதாரணமாக AaBb என்ற வெறட்டிரோஸைகோட்டில் (A | a) பிணைப்புற ஜீன்களின் அமைவு AB/ab என்ற முறையில் இருப்பின் இதற்கு இணைதல் நிலை என்று பெயர். இங்கு பிணைப்புற இரு ஜீன்களின் ஒங்கு தன்மை வகைகள் ஒத்திசைவுக் குரோமோசோமின் ஒரே குரோமோசோமில் காணப்படுகிறது. எனவே இவை இரண்டும் ஒரே கேமிட்டின் வழியாக அடுத்த சந்ததிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

ஆனால் AaBb என்ற வெறட்டிரோஸைகோட்டில் (A | a) பிணைப்புற ஜீன்களின் அமைவு Ab/aB என்ற முறையில் இருப்பின் இதற்கு விலகல்நிலை என்று பெயர். இங்கு பிணைப்புற இரு ஜீன்களில் ஒரு ஜீன் ஒங்கு தன்மை வகை

ஒத்திசைவுக் குரோமசோமின் ஒரு குரோமசோமிலும், மற்றொரு ஜீன்-ஒங்கு தன்மை மற்றொரு குரோமசோமிலும் காணப்படுகிறது. எனவே இவை இரண்டும் விலகி வெவ்வேறு கேமீட்டுகளின் வழியாக அடுத்த சந்ததிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

ஜீன் பிணைப்புக் கொள்கையினை மார்கள் நிரூபிப்பதற்கு முன்பே இணைதல் மற்றும் விலகல் கொள்கை என்ற கொள்கை மூலம் இந்த இரு நிலைகளையும் பேட்சின், புன்செட் என்ற இரு வல்லுநர்கள் வெளியிட்டனர். ஆனால் இவ்விரு நிலைகளும் ஜீன் பிணைப்பு என்ற தத்துவத்தின் இரு கூறுகள் என்பதை மார்கள் பின்னர் எடுத்துக் கூறினார்.

ஜீன் பிணைப்பின் குரோமசோம் கொள்கை
(Chromosome theory of Linkage)

கேஸில் (Castle) மற்றும் மார்கள் என்ற வல்லுநர்கள் இ கொள்கையினை வெளியிட்டனர். ஒரு குரோமசோமின் காணப்படும் ஜீன்கள் அனைத்தும் ஒன்றாகக் சேர்ந்து மரபுவழியடைகின்றன. அதாவது இவை பிணைப்புற்ற ஜீன்கள் ஆனால் வெவ்வேறு குரோமசோம்களில் காணப்படும் பிணைப்படைபாதை ஜீன்கள் சுதந்திரமாக மரபு வழியடைகின்றன. பிணைப்புற்ற ஜீன்கள் குரோமசோமில் நீள் வரிசையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. பிணைப்பின் வலிமை ஜீன்களுக்கிடையே உள்ள தூரத்தைப் பொறுத்தது. அருகருகே உள்ள ஜீன்களுக்கிடையே பிணைப்பின் வலிமை அதிகமாகவுள்ளது. இவ்வாறும் இக் கொள்கையில் தரப்பட்டுள்ள கருத்துக்களையும் செவ்வியல் ஆய்வுகள் பல இக்கருத்திற்கு ஆதாரமாக உள்ளன. எனவே இக் கொள்கையே பலராலும் ஒத்துக் கொள்ளப்பட்ட கொள்கையாகும்.

பிணைப்புத் தொகுதிகள் : (Linkage groups)

பிணைப்புற்ற ஜீன்கள் அனைத்தும் ஒன்று சேர்ந்து பிணைப்புத் தொகுதி என அழைக்கப்படுகிறது. பிணைப்புற்ற ஜீன்கள் அனைத்தும் ஒரே குரோமசோமில் காணப்படுதலால் ஒர் உயிரினத்தில் எத்தனை ஒருமயக் குரோமசோம்கள் உள்ளனவோ அல்லது எத்தனை குரோமசோம் ஜோடிகள் காணப்படுகின்றனவோ அத்தனை பிணைப்புத் தொகுதிகள் உள்ளன. உதாரணமாக டிரோசோஃபெலா பூச்சியில் நான்கு ஜோடி குரோமசோம்கள் உள்ளன. எனவே, நான்கு பிணைப்புத் தொகுதிகள் காணப்படுதலும் மீகாச் சோளத்தில் 10 ஜோ

குரோமசோம்கள் உள்ளமையால், 10- பிணைப்புத் தொகுதிகள் காணப்படுதலும் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு சில தாலரங்கள்ிலும் விலங்கினங்களிலும் காணப்படும் அனைத்து பிணைப்புத் தொகுதிகளும் முழுமையாகக் கண்டறியப்படவில்லை. உதாரணமாக தக்காளிச் செடியில் 12 ஜோடிக் குரோமசோம்கள் உள்ளன. ஆனால் 10 பிணைப்புத் தொகுதிகளே முழுமையாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அதேபோல் முயல் கனல் 22 ஜோடிக் குரோமசோம்கள் காணப்பட்டாலும் 11 பிணைப்புத் தொகுதிகளே முழுமையாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு பிணைப்புத் தொகுதியிலும் பல ஜீன்கள் உள்ளன. சில சமயம் இவை கூட்டாகச் செயல்பட்டு ஒரு பிணைப்புக் கட்டுப்படுத்தலாம். உதாரணமாக ஒரு பிணைப்புத் தொகுதியில் உள்ள 13 ஜீன்கள் டிரோசோஃபெலா பூச்சியின் கண் நிறத்தைத் தீர்மானிக்கின்றன.

ஜீன் பிணைப்பின் வகைகள்

பிணைப்புற்ற ஜீன்கள் தீர்மானிக்கும் பண்புகள் இரண்டு அல்லது மூன்று சந்ததிகளுக்கு ஒரு சேர் அப்படியே மரபுவழியடையுமாயின் அதற்கு முற்றுப்பெற்ற ஜீன் பிணைப்பு என்று பெயர். இந்நிலை மிக அரிது. டிரோசோஃபெலாவின் ஆண் பூச்சிகளில் மட்டும் அரிதாக நிகழலாம். எனவே தான் முன் கூறிய உதாரணத்தில் (படம் 3) F1 கலப்பின் ஆண் டிரோசோஃபெலா பூச்சி பிணையுற்ற ஜீன்களைப்பெற்ற இருவகை காமீட்டுகளை மட்டுமே உருவாக்கி, அவற்றின் மூலம் பண்புகள் ஒரு சேர மரபு வழியடைகின்றன.

ஆனால் இந்த F1-கலப்பினம் பெண் பூச்சியாக இருப்பின் ஜீன் பிணைப்பு முற்றுப்பெற்ற ஒன்றாக இருப்பதில்லை. காரணம் இவைகளில் காமீட்டுகளின் ஆக்கத்தின் போது நிகழும் மயாசிஸ் பகுப்பின் போது பிணைப்புற்ற ஜீன்களைப் பெற்ற ஒத்திசைவு குரோமசோம்களுக்கிடையே குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்வது தவிர்க்க முடியாத ஒன்றாக உள்ளது. (படம் 4). இதனால் ஒரு சில காமீட்டுக்களாவது புதிய ஜீன் சேர்க்கைகளைப் பெற்று புதிய பண்புச் சேர்க்கைகளை பின்வரும் சந்ததிகளுக்கு ஏற்படுத்தி விடுகின்றன.

7. குறுக்கே கலத்தல் (CROSSING OVER)

வகையம்:

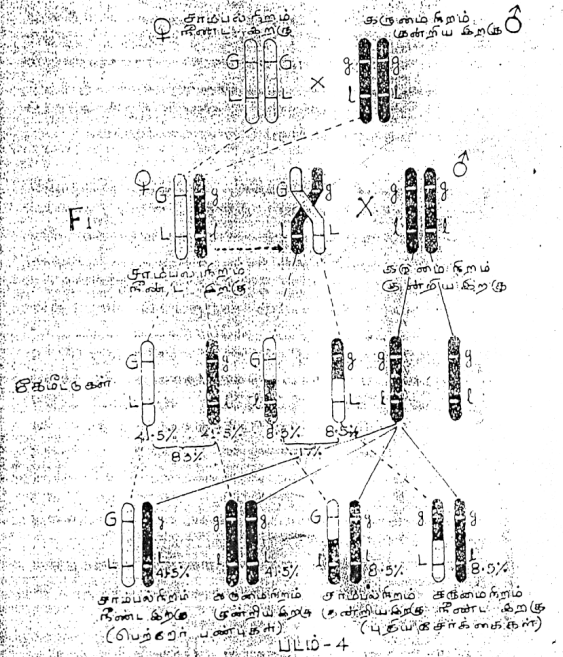
ஜீன் பிணைப்பில் முற்றப்பெற்ற ஜீன் பிணைப்பு, முற்றுப் பெறா ஜீன்பிணைப்பு என இருவகைகளை உள்ளன. பொதுவாக முற்றுப் பெற்ற ஜீன் பிணைப்பைக் அடுத்து பெரும்பாலும் ஜீன் பிணைப்பு முற்றுப்பெறாமல் போவதற்குக் காரணம் மயாசிக் பகுப்பின் போது ஜோடி சேர்ந்த ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்களில் துண்டிப்பு நிகழ்ந்து, துண்டிக்கப்பட்ட பகுதிகள் இரு குரோமோசோம்களுக்கிடையே பரிமாற்றப்பட்டு, மறுசேர்க்கை நிகழ்வதேயாகும். இவ்வாறு குரோமோசோம் துண்டங்கள் பரிமாற்றம் அடைவதால், ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்களில் அல்லல்களாக உள்ள ஜீன்களின் பரிமாற்றம் நிகழ்ந்து புதிய பண்புச் சேர்க்கைகள் பின்னர் தோன்றக் காரணமாகிறது. இந்நிகழ்ச்சியைத் தான் மாரக்ஸ் குறுக்கே கலத்தல் அல்லது குறுக்கெடுர்மாற்றம் என அழைத்தார். இதற்கு இவர் தந்துள்ள தெளிவான வரையறை பின்வருமாறு.

"ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்களின் எதிர் எதிர் குரோமோசோம்களின் ஒத்த பகுதிகள் அதாவது அல்லல்களாக உள்ள ஜீன்களைப் பெற்ற பகுதிகள் ஒரு புள்ளியில் குறுக்கே கலந்து, அப்பகுதிகளுக்கிடையே பரிமாற்றம் நிகழ்ந்து, ஜீன்களின் மறுசேர்க்கை நிகழும் நிகழ்ச்சிக்கு குறுக்கே கலத்தல்" என்று பெயர்.

குறுக்கே கலத்தல்கிழ்ச்சிக்கு ஒத்துகாட்டு:

டி.ரோசோஃபெலாவின் பெண் இணைப்புகளில் குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்ச்சி நிகழ்வதை மாரக்ஸ் விவரித்துள்ளார். சில பூச்சிகளில் சாம்ப்ஸ் நிற உடலும் சிலவற்றில் கருமை நிற உடலும் காணப்படுகிறது. இதில் சாம்ப்ஸ் நிறப் பண்பு ஒங்கு பண்பாகவுள்ளது. சிலவற்றில் நீளமான இறகும் சிலவற்றில் மிகச் சிறிய அதாவது இறகு போன்ற எச்சத்தடத்தை மட்டும் பெற்ற நிலையும் காணப்படுகிறது. இதில் நீளமான இறகுப் பண்பு ஒங்கு பண்பாகவுள்ளது. இவ்விரு பண்புகளுக்கும் ஜீனும் அதாவது உடலத்திறகுரிய ஜீனும் இறகு நீளத்திற குரிய ஜீனும் ஒரே குரோமோசோமில் பிணைப்புற்றுக் காணப்படுகின்றது. இப்பிணைப்பு ஆண பூச்சிகளில் முற்றுப் பெற்ற

நிலையில் இருந்தாலும் பெண் பூச்சிகளில் முற்றுப் பெற்ற நிலையில் இல்லை. பெண் பூச்சிகளில் காம்ப்டுகளின் ஆக்கத்தின் போது அதாவது மயாசிக் பகுப்பு நிகழும் போது இந்த பண்புகளுக்கான ஜீன்களைப் பெற்ற ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்களுக்கிடையே குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்வதே இதற்குக் காரணமாகும். இதனால் ஜீன்களின் மறு சேர்க்கைகளைக் கொண்ட புதியவகை காம்ப்டுகள் லி.தோன்றி அவற்றின் மூலம்புதிய பண்புச் சேர்க்கைகள் தோன்றுகின்றன. எல்லா



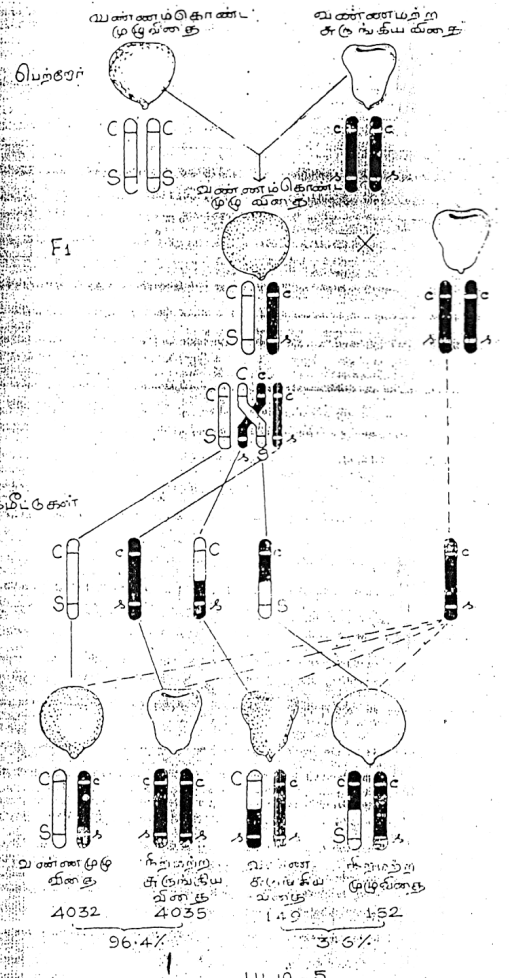
டி.ரோசோஃபெலா பெண்பூச்சியில் முற்றுப் பெறாத ஜீன் பிணைப்பு, குறுக்கே கலத்தல் காரணமாக பிணையற்ற ஜீன்கள் மறுசேர்க்கை அடைகின்றன.

மயாசில் பகுப்புக்களின் போதும் இந்நிகழ்ச்சி நிகழ்ந்த விடுவதில்லை. எனவேதான் பிணைப்புற்ற ஜீன்களைப் பெற்ற காமீட்டுகள் அதிக அளவிற்காட்டிலும் (83%) மறு சேர்க்கை அடைந்த ஜீன்களைப் பெற்ற காமீட்டுகள் குறைவான அளவு காட்டிலும் (17%) தோன்றி பின் கலப்பின் போது பெற்றோர் பண்புகளை அதிக அளவிற்கையிலும், புதிய பண்புச் சேர்க்கைகளை குறைவான அளவிற்கையிலும் உண்டாக்குகின்றன. இந்த பண்புகளுக்கான ஜீன்கள் பிணைப்புறாது வெவ்வேறு ஜோடி குரோமோசோம்களில் இருந்திருப்பின் இவை சார்பின்றி ஒதுங்கி பின் கலப்பின் போது 1 : 1 : 1 : 1 என்ற விதத்தில் பெற்றோர் பண்புகளும் புதிய பண்புச் சேர்க்கைகளும் தோன்றியிருக்கும். ஆனால் இப்பண்புகளுக்கான ஜீன்கள் இங்கு முற்றுப் பெறாத நிலையில் பிணைப்புறக்கானப் படுவதால் தான் மேற்கூறிய விதம் தோன்றுவதில்லை.

இதே போல் மக்காச் சேரளத்தில் (Maize) விதையின் நிறத்திற்கான ஜீன்களும் (வண்ணம் கொண்ட விதை - வண்ணம்ற்ற விதை - C/Cc) முளைக் குழந்திகளின் அளவிற்கான ஜீன்களும் (அதிக முளைக் குழந்திக் கொண்ட விதை - குறைவான முளைக் குழந்திக் கொண்டிருக்கிய விதை - S/Ss) பிணைப்புறக்கானப் படுகின்றன. இப்பிணைப்பும் முற்றுப் பெறாத ஜீன் பிணைப்பாகும். எனவே F₁ சந்ததி ஸ்போர்களை உண்டாக்கும் போது குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்ந்து, ஜீன்களின் மறு சேர்க்கையினைக் கொண்ட புதிய காமீட்டுகள் தோன்றி, பின் கலப்பின் போது முன்னாள் கூறியபடி பெற்றோர் பண்புகளை அதிக அளவிலும் (96.4%) புதிய பண்புச் சேர்க்கைகளை குறைவான அளவிலும் (3.6%) உண்டாக்குகின்றன. (படம் 6)

(குறிப்பு: இங்கு F₁ சந்ததியில் தோன்றிய எத்தாவரத்தை வேண்டுமானாலும் ஆண் தாவரமாகவோ அல்லது பெண் தாவரமாகவோ பாவிக்கலாம். எம்சுரோஸ் ஸ்போர்கள் மற்றும் மெகாஸ் ஸ்போர்கள் ஆகிய இரண்டின் ஆக்கத்தில் போதும் குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்வதே இதற்குக் காரணமாகும்.)

குறுக்கே கலத்தல் அடைபெறுவதற்கான செல்லியல் சான்று (Cytological evidence for crossing over):
மார்சன் குறுக்கே கலத்தல் என்ற தத்துவத்தை முதன் முதலில்

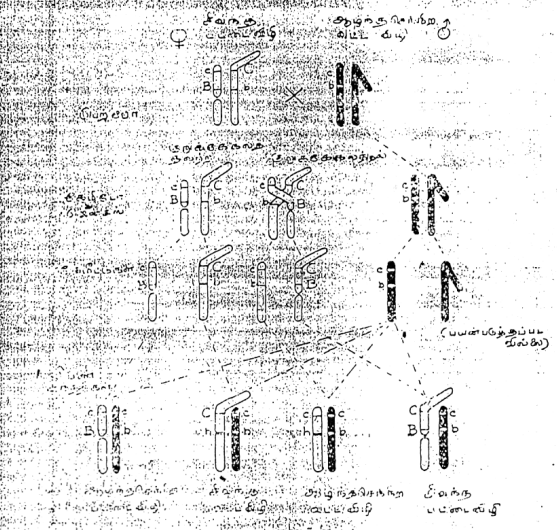


மக்காச் சேரளத்தில் குறுக்கே கலத்தல்: வண்ணம் கொண்ட (C) முட்டைவிதை (S) - வண்ணம் மற்ற (c) சூடுவகிய விதையின் (s) உருவிகளின் செலுத்துகின்றன, மறுசேர்க்கையால் வண்ணம்

கொடுக்க வில்லை. ஸ்டெர்ன் (Stern) என்பவர் தான் முதன் முதலாக செவ்வியல் சான்றிதழ்மூலம் இதை நிரூபித்தார். பால் குரோமசோம்களின் அமைப்பில் மற்ற பெண்பூச்சிகளிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்ட ஒரு குரோமசோம்களைப் பூச்சியினை இவர்பெற்றார். இதனைக் கொண்டு குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்ச்சியை நிரூபித்தார். இப்பூச்சியின் இரு பால் குரோமசோம்கள் (XX) மற்ற மூன்று ஜோடி குரோமசோம்களிலிருந்து அமைப்பில் வேறுபட்டிருக்காண்படுகின்றன. மேலும் இந்த இரு X குரோமசோம்களுமே அமைப்பில் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. ஒரு X குரோமசோம் இரண்டாக முறிந்த நிலையில் காணப்படுகிறது. மற்றொரு X குரோமசோம்தன்னை Y குரோமசோமின் ஒரு பகுதியை இணைத்துக் கொண்டு காணப்படுகிறது. இது முறிந்த குரோமசோமம் விட அளவில் பெரியது.

இந்த இரு பால் குரோமசோம்களிலும் சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்ட இரு பண்புகளுக்கான ஜீன்கள் பிணைப்புற்றிருக்காண்படுகின்றன. கண்ணின் நிறம் மற்றும் கண்ணின் வடிவம் ஆகியவை இவ்விரு பண்புகள் கண்ணின் நிறத்தில் சிவந்த கண் (Red eye) வகை, ஆழ்ந்த செந்நிற (Dark ruby eye) வகை என்ற இரு மாற்றுத்தோற்றங்கள் உள்ளன. இதில் முன்னது ஒங்கு பண்புகண்ணின் வடிவத்தில் குறுகிய பட்டை போன்ற கண் (Bared eye). இயல்பான வட்டவழி (Round eye) என இரு மாற்றுத்தோற்றங்கள் உள்ளன. இதிலும் முன்னது ஒங்கு பண்பு, ஸ்டெர்ன் எடுத்துக் கொண்ட பெண்பூச்சியின் இரு X-குரோமசோம்களில் முறிவுற்ற X-குரோமசோமின் நிறியதுண்டத்தில் குறுகிய பட்டை போன்ற விழிக்கான ஒங்கு ஜீனும் (B) ஆழ்ந்த செந்நிற விழிக்கான ஒங்கு ஜீனும் (c) காணப்படுகிறது. Y குரோமசோமின் துண்டத்தைப்பெற்ற X குரோமசோமில் வட்ட விழிக்கான ஒங்கு ஜீனும் (b) சிவந்த நிறத்திற்கான ஒங்கு ஜீனும் (C) காணப்படுகிறது. இந்தப் பூச்சியில் மயாசில் பகுப்பின் போது இந்த இரு X குரோமசோம்களுக்கு மிடையே குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்ந்தது. இவ்விரு குரோமசோம்களும் அமைப்பில் வேறுபட்டிருப்பதால், குறுக்கே கலத்தல் நடைபெற்ற குரோமசோம்களையும், நடைபெறாத குரோமசோம்களையும் நுண் நோக்கியின் மூலம் எளிதில் கண்டறிந்து கொள்ளலாம். குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்வதால் ஒருசில கேமிட்டுகள் CB ஆகவும் CB என்ற ஜீன் மறு சேர்க்கைகளைக் கொண்ட குரோமசோம்களைப் பெறுகின்றன. எனவே இப்பூச்சி, இரு பண்பிலும் ஒடுங்கு ஜீன்களைப் பெற்ற ஆண்

பூச்சியுடன் கலக்கும் போது பெற்றோர் பண்புகளோடு புதிய பிணைப்புச் சேர்க்கைகளும் தோன்றுகின்றன.

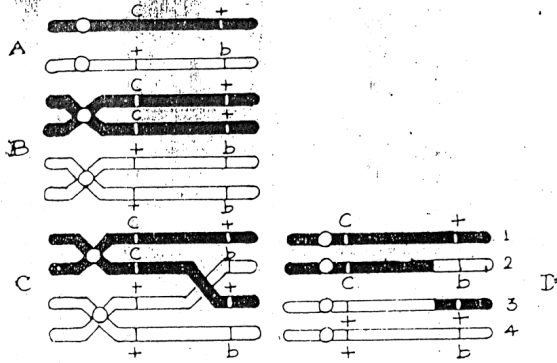


குறுக்கே கலத்தல் நடைபெறுவதற்கான செவ்வியல் சான்று? பெண்பூச்சியில் இயல்பிற்கு மாற்றான X குரோமசோமையும் குறுக்கே கலத்தல் காரணமாகத் தோன்றும் நான்கு வகை பெண்சந்திகளையும் கவனிக்கவும்.

குறுக்கே கலத்தலின் இயக்க முறை:

விலங்கினங்களில் கேமிட்டுக்களின் ஆக்கத்தின் போதும் (Gametogenesis), தாவரங்களில் ஸ்போர்க்களின் ஆக்கத்தின் போதும் (Sporogenesis), நிகழும் மயாசில் பகுப்பின் போதும் குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்கிறது. முதல் மயாசில் பகுப்பின் முதல் புரோஃபஸின் ஸைனாப்சிஸ் நிகழ்வதில் ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்கள் ஜோடி சேர்கின்றன (Synapsis). ஜோடியற்ற குரோமசோம்கள் பைவா வண்டுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இதனை அடுத்து பாக்கிடின் நிலையின் போது

ஜோடிபுற குரோமசோம்கள் ஒவ்வொன்றும் இரு குரோமாட்டிடுகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. இந்நிலையில் பைவாலண்டுகள், ஒரு குரோமசோமிற்கு இரு குரோமாட்டிடு



படம்-7.

ஒற்றை குறுக்கெதிர் மாற்றம்: A- ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்கள் B- குரோமாட்டிடுகளைக் கொண்ட ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்கள் C-நான்கிழை நிலையில் குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்தல். D-குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்ந்த பின்நிலை (1,4-இயல்பான குரோமசோம்கள், 2,3- மறுசேர்க்கை அடைந்த குரோமசோம்கள்.)

கள் என்ற கணக்கில் நான்கிழைகளைக் காட்டும். இதற்கு டெட்ராவாலண்ட் (Tetavalent) என்று பெயர். இந்த டெட்ராவாலண்டின் எதிர் எதிர் குரோமசோம்களின் குரோமாட்டிடுகளே ஒரு சில புள்ளிகளில் குறுக்கே தழுவி, அப்பகுதியில் எண்டோ நியூக்ளியேஸ் என்ற நொதியின் உதவியால் குரோமாட்டிடுகள் சம அளவில் துண்டிக்கப்பட்டு, பின்னர் விதேஸ் என்ற நொதியின் உதவியால் மீண்டும் மாறி இணைகின்றன. குரோமாட்டிடுகள் குறுக்கே தழுவுகின்றபுள்ளி களுக்கு கயாஸ்மா என்று பெயர். கயாஸ்மா புள்ளியில் இரு குரோமாட்டிடுகளே குறுக்கே கலக்கின்றன. இதனால் இவ்விரு குரோமாட்டிடுகளுக்கும் குமிடையே ஜீன்களின் பரிமாற்றம் நிகழ்ந்து புதிய சேர்க்கை தோன்றுகிறது. மற்ற இரு குரோ

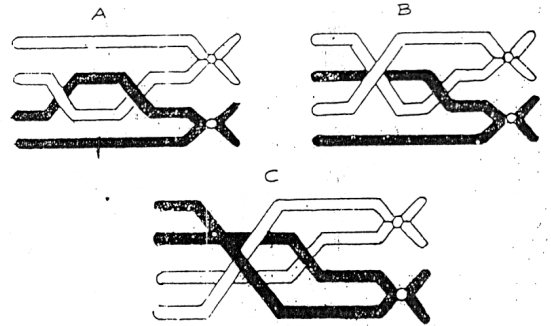
மாட்டிடுகளும் தனது இயல்பான அமைப்பை தக்கவைத்துக் கொள்கின்றன.

குறுக்கே கலத்தலின் வகைகள்

குறுக்கே கலத்தலின் போது உண்டாகும் கயாஸ்மாக்களின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு குறுக்கே கலத்தல் பல வகைகளாக அழைக்கப்படுகிறது.

1. ஒற்றைக் குறுக்கெதிர் மாற்றம்: இங்கு ஒரே ஒரு கயாஸ்மா தான் தோன்றும். அதாவது ஒரே ஒரு புள்ளியில் மட்டும் ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்களின் எதிர் அமைந்த குரோமாட்டிடுகளை குறுக்கே கலக்கின்றன. (படம்: 7)

2. இரட்டைக் குறுக்கெதிர் மாற்றம்; ஒரு குரோமசோம் ஜோடியில் இரு இடங்களில் குறுக்கே கலத்தல் ஏற்பட்டால் அதற்கு இரட்டைக் குறுக்கெதிர் மாற்றம் என்று பெயர். இங்கு ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்களின் இரு குரோமாட்டிடுகளோ அல்லது மூன்று குரோமாட்டிடுகளோ அல்லது நான்கு குரோமாட்டிடுகளுமோ பங்கு கொள்கின்றன.



படம்-8.

இரட்டைக் குறுக்கெதிர் மாற்றம்: A- ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்களின் இரு இழைகள் பங்கு கொள்ளுதல்; B- மூன்று இழைகள் பங்கு கொள்ளுதல்; C- நான்கு இழைகளும் பங்கு கொள்ளுதல்.

1. பரோமோசோமின் குறுக்கெதிர் மாற்றம் ஒரு குரோமோசோம் ஜோடியில் 3 அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட புள்ளிகளில் குறுக்கே கலத்தல் ஏற்பட்டால் அதற்கு பன்மடங்குக் குறுக்கெதிர் மாற்றம் என்று பெயர். இதுமிகு அரிது.

குறுக்கே கலத்தலின் இயக்க முறை பற்றிய கொள்கைகள்

1. செரிபிரோவ்ஸ்கி (Serebrovsky) என்பவரின் தொடுமுதல் கொள்கை

ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்களின் எதிர்-எதிர் குரோமாட்டிடுகள் முதலில் ஒரு புள்ளியில் தொடருகின்றன. குறுக்கெதிர் மாற்றம் ஏற்படும்போது தொட்டுக் கொள்ளும் இடத்தில் முறிவு ஏற்பட்டு முறிந்த பகுதிகள் மாறி இணைந்து புதிய சேர்க்கைகள் உண்டாகின்றன என்பதே இக் கொள்கையாகும்.

2. முல்லர் (Muller) என்பவரின் முறிவு முதல் கொள்கை

குரோமாட்டிடுகள் தொட்டுக் கொண்டு குறுக்கெதிர் மாற்றம் மடைவதற்கு முன்பே ஒரு புள்ளியில் முறிந்து விடுகின்றன. பின்னர் முறிந்த பகுதிகள் மாறி இணைந்து புதிய சேர்க்கைகள் உண்டாகின்றன என்பதே இக் கொள்கையாகும்.

3. டார்லிங்டன் (Darlington) என்பவரின் உழைப்புலுப்புக் கொள்கை

மிகையான குறுக்கேறு நிலை காரணமாக குரோமாட்டிடுகள் உழைப்புலுப்புக்கு (Strain) உள்ளாகப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக ஒரு குரோமாட்டிடு முதலில் தொடு புள்ளியில் முறிக்கிறது. இதனை அடுத்து அடுத்த குரோமாட்டிடும் முறிந்து முறிந்த குரோமாட்டிடுகள் தங்களின் முறிவுற்ற முனையில் முறுக்கை தளர்த்தி பின்னர் மாறி இணைகின்றன.

குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்ச்சியைப் பரதிக் கும் காரணிகள்

1. மிகையான வெப்பநிலை குறுக்கே கலத்தலின் நிகழ்வினைவை அதிகப்படுத்துகிறது.
2. X-கதிர்கள் குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்ச்சியைத் தூண்டி அதன் நிகழ்வினைவை அதிகப்படுத்துகிறது.
3. சில உயிரினங்களில் அவற்றின் வயது அதிகரிக்கும் போது குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்வினைவு குறைகிறது.

4. நெருங்கிய குரோமோசோமின் சென்ட்ரோமியர் மற்றும் அவற்றின் முனைப்பகுதியில் குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்வது மிக அரிது.

5. தலைநீழ் திருப்பம் அடைந்த குரோமோசோம்களில் இந் நிகழ்ச்சி நிகழ்வது அரிது.

6. ஒரு இலக்கில் சுயாஸார் புள்ளி தோன்றிவிடின் அதன் அணைப்பைப் பகுதிகளில் தயாரிப்புகள் தோன்றுவது தடைப்படுகிறது. இந்த நிலைக்கு இடையிடாது என்று பெயர்.

7. சில ஜீன் சடுதி மாற்றங்கள் குறுக்கே கலத்தலினை தடை செய்யும் காரணிகள் உள்ளன.

8. குரோமோசோமின் நீளத்தின்மீது பொறுத்தும் குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்வினைவு உள்ளது. அதிக நீளமுள்ள குரோமோசோம்களில் இது அதிகமாகவும் குட்டையானவற்றில் மிக அரிதாகவும் உள்ளது.

9. ஜீன்களின் நெருக்கமான அமைவுக் கூட்டு குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்வதை பாதிக்கிறது. மிக நெருக்கமாக இணைப்புற்ற ஜீன்கள் குறுக்கே கலத்தலுக்கு உட்படுவதில்லை.

குறுக்கே கலத்தலின் முக்கியத்துவம்

விவரம் முதல் மனிதன் வரை நடைபெறுகிற ஒரு தத்துவமாக குறுக்கே கலத்தல் உள்ளது. நிகழ்கண்ட சில காரணங்களினால் இதைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள வேண்டியது மிக அவசியமாகிறது.

1. குரோமோசோம்களில் ஜீன்கள் பின் வரிசையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன என்ற உண்மையை இது எடுத்துக்காட்டுகிறது.
2. குரோமோசோம்களின் திட்ட வரைபடத்தினை அமைத்திட குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்வினைவு மிகவும் உதவுகின்றது.
3. ஜீன்களின் புதிய சேர்க்கைகள் தோன்றுவதற்கு இது காரணமாக உள்ளது.
4. ஜீன்களில் புதிய சேர்க்கையினால் அடுத்து வரும் சந்ததிகள் புதிய பண்புகள் தோன்றி அதன் மூலம் புதிய இனம் உண்டாகி பரிணாமம் நிகழ்ந்து அழிகோலுகிறது.
5. தாவர மேம்பாடு மற்றும் பயிர் பெருக்கம் என்ற துறையில் இந் நிகழ்ச்சி ஒரு யுகியாகக் கையாளப்படுவதால், இதைப் பற்றிய அறிவு மிக இன்றியமையாததாக உள்ளது.

8 குரோமசோம் திட்ட வரைபடம் (Chromosome Map)

தட்பு நூற்றாண்டின் இரண்டாம் பாதாம் ஆண்டுவதற்குள் மார்ட்டின் என்செவராலின் பிணைப்பும் குறுகல்தலும் கண்டறியப்பட்டு நிரூபிக்கப்பட்டது. ஜீன் குரோமசோம்களில் நீள் வரிசையில் காணப்படுகின்றன. பண்பு சந்தேகத்திற்கிடமின்றி இது திருப்பித்தோடு, குறுகிய குரோமசோமில் குறிப்பிட்ட ஜீன் காணப்படுகின்றன. இது நிரூபிக்கிறது. எனவே 1913-ஆம் ஆண்டு மார்ட்டின், மாணவராகிய ஸ்டூர்டெவென்ட் (Sturtevent) அவர் தனது தெரிந்த ஜீன்கள் எந்த குரோமசோமில் இலக்கில் காணப்படுகிறது என்பதைத் தீர்மானிக்க முயற்சி செய்தார். இதற்கு அவர் ஒரு கருத்தை வெளியிட்ட குரோமசோம்களில் ஜீன்களின் இலக்கைத் தீர்மானிக்கும் கலத்தல் சதவீதத்தினைப்பயன்படுத்தலாம் என அவர் வெளியிட்ட கருத்தாகும். இந்தக் கருத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு டிரோசோகைபலாவின் X குரோமசோம்காணப்படும் ஐந்து ஜீன்களின் சரியான அமைவிடம் அவர்கள் கொடுக்க முடிந்தது. இந்த ஐந்து ஜீன்களும் வெளியிடப்படும் பண்புகளும் வருமாறு:

1. மஞ்சள் உடலம் (Yellow body)—Y
2. வெண்மை நிறக்கண் (White eye)—W
3. செந்நிறக்கண் (Vermillion eye)—V
4. நுண்ணிய இறகு (Miniature wings)—M
5. மூல அடிப்படை இறகுகள் (Rudimentary wings)

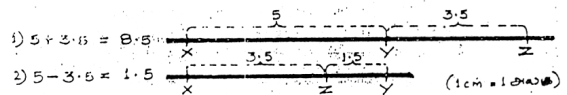
இந்த ஐந்து ஜீன்கள் இருக்கும் குரோமசோமின் உயர்நிலைக்கு ஒப்பு விதித்தில் வரையப்பட்ட நேர் கோடு அவற்றின் குறுக்கே கலத்தல் சதவீதத்திற்கு ஒப்பு விதிப்புள்ளிகளை வைத்து, அவற்றின் அமைவிடங்கள் எனக்கொள்ள இவ்வாறு வரையப்பட்ட திட்டவரைபடத்திற்கு குரோமசோமின் மரபுத்திட்ட வரைபடம் (Genetic Map) அல்லது குரோமசோம் வரைபடம் என்று குறிப்பிட்டு வரைபடத்தில் ஒத்திசைவு குரோமசோம்களின் குரோமசோம் மட்டுமே வரைந்து காட்டப்பட்டு அதாவது ஒரு குரோமசோமில் பிணைப்புற்ற ஜீன்களின் அமைவிடங்கள் காட்டப்படுகிறது.

இவ்வரைபடத்திற்கு ஜீன் பிணைப்பைக் காட்டும் திட்ட வரைபடம் (Linkage Map) என்றும் பெயர் தரப்பட்டுள்ளது.

குரோமசோம் திட்ட வரைபடம் வரையும் விதம் :

எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட ஜீன்களுக்கிடையேயுள்ள தூரத்திற்கு நேர்விதிப் பொருத்தத்தில் குறுக்கே கலத்தல் சதவீதம் காணப்படுகிறது. உதாரணமாக ஒரு குரோமசோமில் X, Y மற்றும் Z ஆகிய மூன்று ஜீன்களின் அமைவிடத்தைக் குறிக்க வேண்டும் என எடுத்துக் கொள்வோம். இதற்கு கீழ்க்கண்ட செய்முறைகளைக் கையாள வேண்டும்.

1. முதலில் Xக்கும் Yக்கும் இடையே உள்ள குறுக்கே கலத்தல் சதவீதத்தை அறியவேண்டும். இதை ஐந்து எனக் கொள்வோம்.
2. ஒரு கிடைமட்ட நேர் கோட்டை வரைந்து ஐந்து சம அளவு இடைவெளியிட்டு X மற்றும் Y எனக் குறிக்க வேண்டும்.
3. பிறகு Xக்கும் Zக்கும் இடையே குறுக்கே கலத்தல் சதவீதத்தை கண்டறிய வேண்டும். இதை 3.5 எனக் கொள்வோம்.
4. இப்போது Yக்கும் Zக்கும் இடையே உள்ள குறுக்கே கலத்தல் சதவீதம் கீழ்க்கண்ட இரண்டில் ஒன்றாக இருக்க வேண்டும் என நாம் யூசிக்கலாம்.



எனவே Xக்கும் Yக்கும் இடையே உள்ள தூரம் 8.5 அலகாகவோ அல்லது 1.5 அலகாகவோ இருக்கவேண்டும்.

5. பின்னர் சோதனைகள் மூலம் Yக்கும் Zக்கும் இடையேயுள்ள உண்மையான குறுக்கே கலத்தல் சதவீதத்தை சோதனைகள் மூலம் கணக்கிட வேண்டும். இது 1.5 எனக் கொள்வோம்.

6. Yக்கும் Zக்கும் இடையே குறுக்கே கலத்தல் சதவீதம் 1.5 ஆக இருப்பதால் Z ஜீன் Xக்கும் Yக்கும் இடையில் இருக்க வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது. எனவே Y புள்ளியிலிருந்து ம—5

X ஐ நோக்கி 1-ந் அளவு இடைநிலைபிட்டு ஒரு புள்ளிவைத்து Z எனக் குறிக்கவேண்டும். இப்போது இடைக்கும் படமே X, Y, Z, ஜின்கள் பெற்ற குரோமசோமின் திட்ட வரை படமாகும்.

டி.ரோசோம் மையலில் மூலத்தில் உடலம் (Y) சென்றிற்க கண் (V) வண்ணம் (M) ஆவாய்ப்புகளின் பிணையுற முன்று ஜின்களின் இலக்கைக்காட்டும் குரோமசோம் வரை படத்தை இப்போது காண்போம். Y மற்றும் V ஜின்களுக்கிடையே ஏற்படும் குறுக்கே கலத்தல் சதவீதம் 32.2. அதே போல் Yக்கும் Mக்கும் இடையே இது 35.5 ஆகவுள்ளது. எனவே Mக்கும் Yக்கும் இடையே உள்ள குறுக்கே கலத்தல் சதவீதம் 67.7 அல்லது 33.3 ஆகவும் இரண்டில் ஒன்றாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் சோதனைகள் இதை 3 என நினைத்துள்ளது. எனவே குரோமசோம் வரைபடம் கீழ்க்கண்டவாறு இருக்க வேண்டும்.



(காணப்படும் எல்லா குரோமசோம் வகைகளுக்கும்):

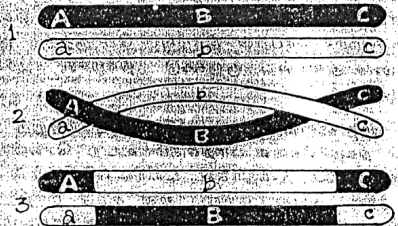
குரோமசோம் வரைபடம் முழுமையாக வரையப்பட்டிருப்பது ஒரு சில உயிரினங்களில் தான். உதாரணமாக டி.ரோசோம் பைன் பூச்சியில், நான்கு பிணையுற தொகுதிகள் காணப்படுவதால், அதன் தான்கு குரோமசோம் வரைபடங்களும் முழுமையாக மார்க்கின் சகாக்களின் வரையப்பட்டுள்ளது. மக்காசோளத்தில் பத்து பிணையுற தொகுதிகள் (10 ஜோடி குரோமசோம்கள்) காணப்படுவதால் 10 குரோமசோம் வரைபடங்களும் எம்.என். (Emerson) என்பவரால் வரையப்பட்டுள்ளது.

குரோமசோம் திட்ட வரைபடத்தை பாதிக்கும் காரணிகள்

குறுக்கே கலத்தல் புள்ளி விபரங்களைக் கொண்டு கிட்டத்தட்ட துல்லியமான திட்ட வரைபடத்தை வரைய முடியும். இருப்பினும் குறுக்கே கலத்தல் விதித்திற்கும் வரைபடத்தில் கையாளப்படும் அளவுத்திட்டத்திற்கும் இடையே சில முரண்பாடுகள் ஏற்பட வாய்ப்பு இருக்கிறது. இதனால் மிக அரிதாக சில வேளைகளில் நாம் குரோமசோம் வரைபடத்தை துல்லியமாக வரைய இயலாமல் போகிறது. இந்த முரண்பாடுகள் தோன்று

வதற்கு கீழ்க்கண்ட நிகழ்ச்சிகளும்; காரணிகளும் காரணமாக உள்ளன.

1. **இரட்டைக் குறுக்கெதிரீ மாற்ற நிகழ்ச்சி** அதிக இடை வெளிகளில் காணப்படும் ஜின்களுக்கிடையே இரட்டைக் குறுக்கெதிரீ மாற்றம் நிகழ வாய்ப்பு இருக்கிறது. இதனால் இரு முனைகளில் இருக்கும் இரு ஜின்களும், குறுக்கெதிரீ மாற்ற நிகழ்ச்சிக் குப் பின்னும் ஒரே குரோமசோமில் இருந்து மீண்டும் பிணையுறின்றன. எனவே குறுக்கே கலத்தல் சதவீதக் கணக்கீட்டில் தவறுகள் ஏற்பட்டு வரைபடத்திலும் தவறு நிகழ வாய்ப்பு இருக்கிறது.



படம் - 9

இரட்டைக் குறுக்கெதிரீ மாற்றம் குரோமசோம் திட்ட வரைபடத்தை பாதித்தல். குறுக்கெதிரீ மாற்றம் நடைபெற்ற பின்னரும் A, C மற்றும் a, c ஆகிய ஜின்கள் ஒரே குரோமசோமில் இருப்பதைக் கவனிக்கவும்) 1. ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்கள் 2. இரட்டைக் குறுக்கெதிரீ மாற்றம் 3. குறுக்கே கலத்தல் நிகழ்ந்தபின் நிலை.

2. **குறுக்கீடு நிகழ்ச்சியும் நிகழ்வுப் பொருத்தமும் (Interference and Coincidence)** ஒரு இலக்கில் தோன்றும் கயர்ஸிமா புள்ளி, அதன் அருகே ஒரு குறிப்பிட்ட தூரம் வரை மேற்கொண்டு கயர்ஸிமா புள்ளி தோன்றுவதை தடை செய்கிறது. அதாவது ஒரு புள்ளியில் ஏற்படும் குறுக்கீடு கலத்தல் அதன் அருகாமைப் பகுதிகளில் குறுக்கீடு கலத்தல் நிகழ்வதற்கான சாத்தியக் கூறை குறைக்கிறது. இதற்குக் குறுக்கீடு என்று பெயர். இதனை மூலெர் (Miller 1931) என்பவரின் கண்டறிந்தார். ஒரு குறிப்பிட்ட ஜின் இடைவெளியில் இந்த குறுக்கீடு அளவு மிக அதிகமாக இருக்கும். இருப்பினும் இடைவெளி அதிகரிக்க அதிகரிக்க இந்த அளவு குறைந்து கொண்டே

வருகிறது. எனவே துல்லியமான குரோமோசோம் வரைபடம் வரைவதற்கு குரோமோசோமின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் நிகழும் இந்த குறுக்கீடு நிகழ்ச்சியை கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

நிகழ்வு பொருத்தம் என்பது குறுக்கீடு நிகழ்ச்சிக்கு நேர் மாறானது. உண்மையான இரட்டை குறுக்கீடு மாற்ற எண்ணிக்கைக்கு எதிர்பார்த்த இரட்டை குறுக்கீடு மாற்ற எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள விசைதமே நிகழ்வு பொருத்தமாகும். உண்மையான எண்ணிக்கை பூச்சியமாக இருக்கும் பட்சத்தில் நிகழ்வு பொருத்தமும் பூச்சியமாக இருக்கும். ஆனால் குறுக்கீடு நிகழ்ச்சி மழுமையாக நிகழ வாய்ப்புண்டு. உண்மையான இரட்டை குறுக்கீடு மாற்ற நிகழ்ச்சியும் எதிர்பார்த்த இரட்டை குறுக்கீடு மாற்ற நிகழ்ச்சியின் அளவும் சமமாக இருப்பின் நிகழ்வு பொருத்தம் ஒன்று என இருக்கும். ஆனால் குறுக்கீடு நிகழ்ச்சி பூச்சியமாகக் காணப்படும்.

3. மற்ற காரணிகள்: ஜின் பிணைப்பு மற்றும் குறுக்கீடு கலத்தல் நிகழ்ச்சிகளை பாதிக்கும் உடற் செயலில் காரணிகளாகிய பெய்ரம், X-கதிர்கள், உயிரினத்தின் பால் தன்மை, உயிரினத்தின் படிபுது மற்றும் ஜின் சுற்றி மாற்றம் ஆகிய அனைத்து காரணிகளும் குரோமோசோம் வரைபடம் அமைப்பதை பாதிக்கும் காரணிகளாக உள்ளன. இவைகள் அனைத்தும் இயல்பான குறுக்கீடு கலத்தல் சதவீதத்தில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்த செய்வதன் மூலம் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகின்றன.

குரோமோசோம் வரைபடத்தின் பயன்கள் :

மரபியல் ஆய்வுகளில் இது கீழ்க்கண்ட வழிகளில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

1. ஒரு உயிரினத்தில் இதுவரை செய்யப்படாத கலவிகளை செய்து பார்க்க இது காரணமாக உள்ளது.
2. குரோமோசோம்களில் ஜின்கள் சில இலக்குகளில் காணப்படுகின்றன என்பதை நிரூபிக்கிறது.
3. குறிப்பிட்ட குரோமோசோமில் சில குறிப்பிட்ட ஜின்கள் காணப்படுகிறது என்பதை காட்ட உதவுகிறது.
4. குரோமோசோமில் ஜின்கள் நீள்வரிசையில் அமைந்துள்ளன என்பதை புலப்படுத்த உதவுகிறது.

19. பால் நிர்ணயம்

(Determination Of Sex)

பால் தன்மையின் முக்கியத்துவம்

பால் தன்மை என்பது உயிரினங்களின் ஒரு முக்கியப் பண்பாகும். பால் தன்மை இல்லையெனில் உயிரினங்கள் உடலினப் பெருக்கம் மட்டுமே செய்து வாழக்கூடிய நிலை ஏற்பட்டிருக்கும். மேலும் புதிய இனங்கள் தோன்றியிருக்க வாய்ப்புகள் ஏற்பட்டிருக்காது. பால் தன்மையின் பிரதான உயிர்மச் செயல் பாலினப் பெருக்கமாகும். இதன் மூலம் புதிய இனங்கள் உருவாகி, பரிணாமம் நிகழ வாய்ப்பிருப்பதால், பால் தன்மை பரிணாமத்தின் ஒரு சிறப்பு அம்சமாகவும் சிலரால் கருதப்படுகிறது. இருப்பினும் சில உயிரினங்களில் பால் தன்மை சாராத பாலினப் பெருக்கம் காணப்படுகிறது. கிளாமிடோமோனாஸ் போன்ற சில கீழ்நில ஆட்காக்களில் காணப்படும் ஐசோகாமஸ் வகை பாலினப் பெருக்கத்தை இதற்கு உதாரணமாகக் கூறலாம். சில உயிரினங்களில் பால் தன்மை மட்டும் வெளிப்படும். ஆனால் அவைகளில் பால் இனவேறுபாடுகள் காணப்படுவதில்லை. ஹெர்மா புரோடைட்டுகளாக உள்ள விலங்குகள், தாவரங்கள், இருபால் மலர்கள் பெற்ற தாவரங்கள், ஒருபால் மலர்களைப் பெற்ற மானேஷியஸ் தாவரங்கள் ஆகியவற்றை இதற்கு உதாரணமாகக் கூறலாம். உயர் விலங்குகளிலும், உயேஷியஸ் தன்மை பெற்ற சில உயர்த தாவரங்களிலும் மட்டுமே பால் தன்மையுடன் பால் இனவேறுபாடு காணப்படுகிறது. அதாவது இவைகளில் ஆண் இனம் பெண் இனம் என தனிப்பட்ட இனங்கள் காணப்படுகின்றன. இருப்பினும், மரபு வழியிலும், புற அமைப்பிலும், உடற் செயலியிலும், வேறுபாடுகளைக் காட்டும் ஆண், பெண் என்ற இரு இனங்கள் காணப்படுவது விலங்கினங்களில், மட்டுமே. வேறுபட்ட இனப்பெருக்க உறுப்பை பெற்றிருத்தல், வேறுபட்ட இனசெல்களை தோற்றுவித்தல் என்ற பிரேமரி பால் தன்மையை வெளிப்படுத்துவதோடு, செகண்டரி பால் தன்மைகளையும் இவைகள் இவ்விப்படுத்துவதே இதற்குக் காரணமாகும். ஆனால் தாவரங்களில் செகண்டரி பால் தன்மை எதுவும் காணப்படுவதில்லை. எனவே விலங்கினங்களில் பால் நிர்ணயம் கீழ்க்கண்ட நான்கு கொள்கைகளின் மூலம் விளக்கப்படுகிறது.

1. குரோமோசோம் கொள்கை
2. ஹார்மோன் கொள்கை
3. வளர்சிதை மாற்ற வேறுபாட்டுக் கொள்கை
4. பால் நிர்ணயிதகவிலை குழுவிலைக் காரணிகள் என்ற கொள்கை இவற்றுள் மரியலோடு சம்பந்தப்பட்ட குரோமோசோம் கொள்கை மட்டுமே இங்கு விளக்கப்பட்டுள்ளது.

பால் நிர்ணயம் நிகழும் விதம்
உயிரினங்களில் பால் தன்மை எவ்வாறு நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பதை விளக்க தெளிவான கோட்பாடுகள் சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதிவரை கொடுக்கப்படவில்லை. இந்த நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் பால் நிர்ணயம் மரபுத்தொடருடன் சம்பந்தம் கொண்டது என அறியப்பட்டது. எவ்வாறு மற்ற பண்புகள் மரபுத்தன்மை அடைகின்றதோ அதே போல் பால் தன்மையும் மரபுத்தன்மை அடைகின்றது என்பது தற்போது அறியப்பட்ட உண்மையாகும். செல்லியல் ஆராய்ச்சியின் அடிப்படையில் ஹென்சிங் (Henking) என்பவர் தான் இதை முதன் முதலாக எடுத்துக் கூறினார். ஆண் மூட்டை பூச்சிகளில் பால் நிர்ணயிக்கும் X குரோமோசோம் ஒன்று உள்ளதை கண்டறிந்ததன் மூலம் இதை எடுத்துக் கூறினார். பின்னர் பலவகை செல்லியல் மரபியல் ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக குரோமோசோம் கொள்கையின் அடிப்படையில் பால் நிர்ணயம் என்ற கோட்பாடு கொண்டு வரப்பட்டது. இக் கோட்பாடு விளக்கும் முக்கியக் கருத்து பின்வருமாறு:

ஒவ்வொரு உயிரினத்தின் உடல் செல்லியல் பால் தன்மையை நிர்ணயிக்கும் ஒன்று அல்லது இரண்டு குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இவைகளுக்கு அல்லோசோம்கள் அல்லது பால் குரோமோசோம்கள் (Allosomes or Sex Chromosomes) என்று பெயர். மற்ற குரோமோசோம்கள் உடலின் மற்ற பண்புகளை நிர்ணயிக்கின்றன. இவை ஆட்ட சோம்கள் அல்லது உடல் குரோமோசோம்கள் (Autosomes or Somatic chromosomes) என அழைக்கப்படுகின்றன.

A. விலங்கினங்களில் பால் நிர்ணயம்
பால் குரோமோசோம்களின் பிற அமைப்பு வேறுபாடு பல் வேறு விலங்குகளில் பல்வேறு விதமாக இருப்பதை பிரிட்டிஷை மற்றும் கோல்ட் ப்ரிட்க் (Bridges and Gold Schmidt) என்ற விஞ்ஞானிகள் கண்டறிந்தனர். அந்தந்த விலங்கினத்திற்கே உரிய பால் நிர்ணய இயக்க முறைக்கு ஏற்ப இது காணப்படு

கிறது. இதழடிப்படையில் குரோமோசோம் கொள்கை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. ஹெட்டிரோகேமிசி கோட்பாடு
2. ஜின் சமநிலைக் கோட்பாடு
3. ஒருவய ஆண் தோற்றக் கோட்பாடு

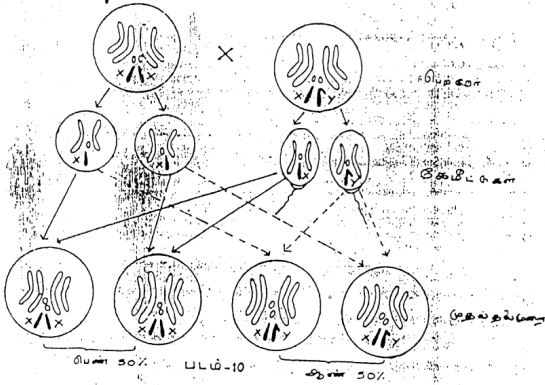
1. ஹெட்டிரோகேமிசி கோட்பாடு (Theory of Heterogametesin)

1906-ஆம் ஆண்டு காரிரென்ஸ் (Correns) என்ற விஞ்ஞானி இக்கோட்பாட்டை எடுத்துக் கூறினார். இரு பாலினங்களில் ஏதாவது ஒன்று இருவகை கேமிட்டுகளை உண்டாக்கி கருவுற்ற பின் ஒவ்வொரு கேமிட்டுமே ஒரு பால் தன்மையை தீர்மானிக்கின்றது என்பது இக்கோட்பாடு இவ்வகை பால் நிர்ணயத்தில் இருவகைகள் உள்ளன: 1. XX-XY வகை 2. XX-XO வகை.

a. XX-YY வகை: வில்சன் (Wilson) என்பவரால் முதல் முதலாக வைகேயஸ் (Lyell) என்ற மூட்டைப்பூச்சினத்தில் இவ்வகை பால் நிர்ணயம் கண்டறியப்பட்டது. இங்கு X மற்றும் Y என்ற அமைப்பில் வேறுபட்ட அல்லோசோம்கள் பால் நிர்ணயத்தில் பங்கு கொள்ளின்றன. இதில் XX-பெண் XY-ஆண் என்ற ஒரு வகையும் XY-பெண் XX-ஆண் என்ற மற்றொரு வகையும் உள்ளன.

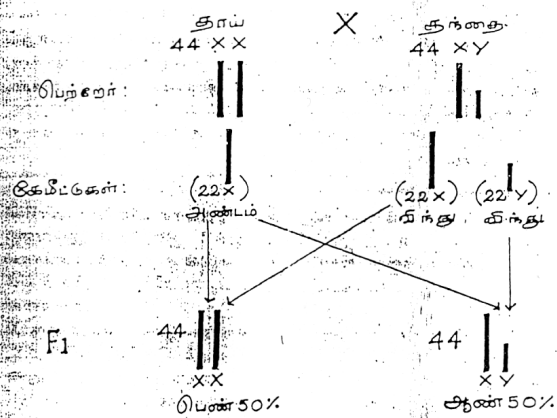
XX-பெண், XY-ஆண் வகையில் பெண் இனம் ஹோமோகேமிடிக் (Homogametic) தன்மை கொண்டதாகவும் ஆண் இனம் ஹெட்டிரோகேமிடிக் (Heterogametic) தன்மை கொண்டதாகவும் உள்ளன. எனவே பெண் இனம் உண்டாக்கும் அனைத்து கேமிட்டுகளும் ஒரே வகையின அனைத்தும் ஒரு ஆட்ட சோம் தொகுப்புடன் X குரோசோம் ஒன்றினமைடும் கொண்டுள்ளன. ஆனால் ஆண் இனம் உண்டாக்கும் கேமிட்டுகளில் 50% X-குரோமோசோமை கொண்டவாகவும், 50% Y-குரோமோசோமை கொண்டவாகவும் உள்ளன. எனவே உருவாகும் கேமிட்டுகள் இருவகையின. ஆண் இனம் உண்டாக்கும் இந்த இருவகை கேமிட்டுகளே, தோன்றும் சந்ததிகளின் பால் தன்மையை தீர்மானிக்கின்றன. உதாரணமாக டிரோசோ கிப்பெலாவில் எட்டு குரோமோசோம்கள் நான்கு ஜோடிகளாக உள்ளன. இவற்றுள் மூன்று ஜோடி ஆட்ட சோம்கள் ஒரு ஜோடி அல்லோசோம்கள். இந்த அல்லோசோம்கள் பெண் பூச்சியில் XX என்றும், ஆண் பூச்சியில் XY என்றும்

அழைக்கப் படுகின்றன. X குரோமசோமிலிருந்து Y குரோமசோம் அமைப்பில் வேறுபட்டுள்ளது. Y குரோமசோம் நுனியில் சற்று வளைந்து காணப்படும். கீழ்க்கண்ட படம் இப்பூச்சிகளில்பால் தன்மை மரபுவழி அடைதலை தெளிவாகப் புலப்படுத்துகிறது.



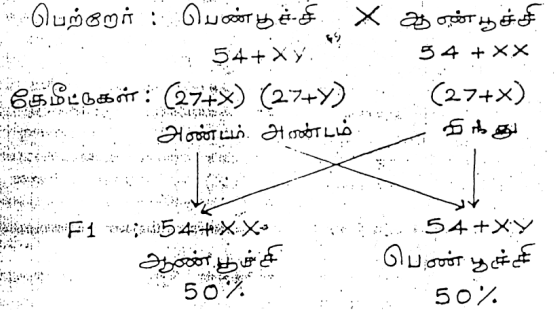
மரோசோஃபைலாவில் XY ஆண்-XX பெண்வகை பால் நிர்ணயம்:

இதேபோல் மனிதனில் 46 குரோமசோம்கள், 23 ஜோடிகளாக உள்ளன. இவற்றுள் 22 ஜோடி ஆட்டசோம்களும், ஒரு ஜோடி அல்லோசோம்களும் உள்ளன. பெண் இனத்தில் பால் குரோமசோம்கள் XX என்றும் ஆண் இனத்தில் இவை XY என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. Y குரோமசோம் X குரோமசோமைவிட சற்று குட்டையாக இருப்பதன் மூலம் அமைப்பில் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. பால் தன்மை மரபுவழி அடைதலையின்கண்டவாறு காட்டலாம்.

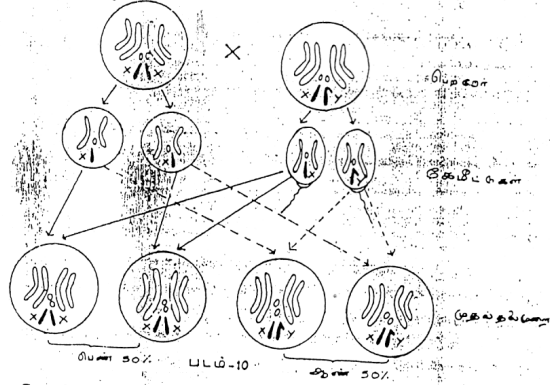


XY பெண், XX-ஆண் வகையில் பெண் இனம் நெட்டி ரோகேமிடிக் தன்மை கொண்டதாகவும், ஆண் இனம் ஹோமோகேமிடிக் தன்மை கொண்டதாகவும் உள்ளன. எனவே பெண் இனம் உருவாக்கும் இருவகை கேமிட்டுகளே தோன்றும் சந்ததி களில் பால் தன்மையை தீர்மானிக்கின்றன.

உதாரணமாக வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் 56 குரோமசோம்கள் 28 ஜோடிகளாக உள்ளன. இவற்றுள் 27 ஜோடி ஆட்ட

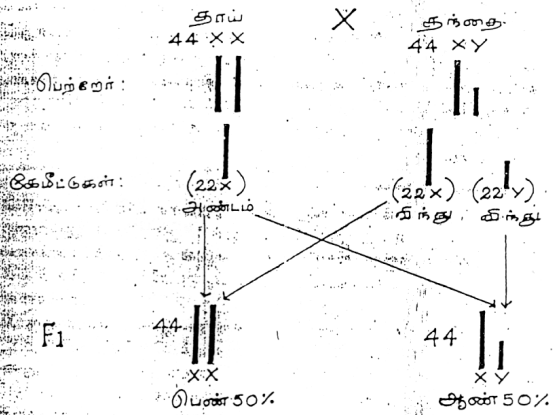


அழைக்கப்படுகின்றன. X குரோமோசோமிருந்து Y குரோமோசோம் அமைப்பில் வேறுபட்டுள்ளது. Y குரோமோசோம் நுனியில் சற்று வளைந்து காணப்படும். கீழ்க்கண்ட படம் இப்பூச்சிகளில்பால் தன்மை மரபுவழி அடைதலை தெளிவாகப் புலப்படுத்துகிறது.



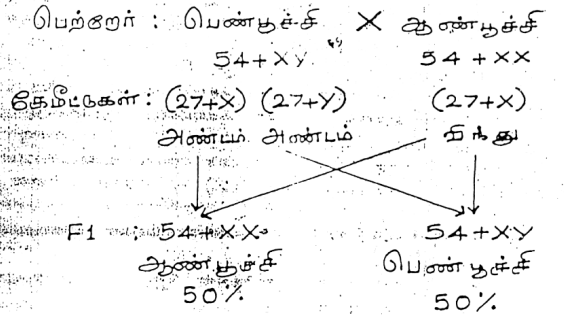
மரோசோலிபைலாவில் XY ஆண்-XX பெண்வகை பால் நிர்ணயம் :

இதே போல் மனிதனில் 46 குரோமோசோம்கள் 23 ஜோடிகளாக உள்ளன. இவற்றுள் 22 ஜோடி ஆட்டசோம்களும், ஒரு ஜோடி அல்லோசோம்களும் உள்ளன. பெண் இனத்தில் பால் குரோமோசோம்கள் XX என்றும் ஆண் இனத்தில் இவை XY என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. Y குரோமோசோம் X குரோமோசோமைவிட சற்று குட்டையாக இருப்பதன் மூலம் அமைப்பில் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. பால் தன்மை மரபுவழி அடைதலை பின் கண்டவாறு காட்டலாம்.



XY பெண், XX-ஆண் வகையில் பெண் இனம் நெட்டடி ரோகேமீடிக் தன்மை கொண்டதாகவும், ஆண் இனம் ஹோமோகேமீடிக் தன்மை கொண்டதாகவும் உள்ளன. எனவே பெண் இனம் உருவாக்கும் இருவகை கேமீட்டுகளே தோன்றும் சந்ததி தவின்பால் தன்மையை தீர்மானிக்கின்றன.

உதாரணமாக வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் 56 குரோமோசோம்கள் 28 ஜோடிகளாக உள்ளன. இவற்றுள் 27 ஜோடி ஆட்ட



சுருவுறச் செய்வதால் ஆண் பெண் உயிரி உண்டாகிறது. இந்த ஆண் பெண் உயிரியில் பெண் தன்மைக்குரிய XY குரோமோசோம்கள் உள்ள திசுக்களும், ஆண் தன்மைக்குரிய XX குரோமோசோம்கள் உள்ள திசுக்களும் காணப்படும். (படம் 13 II)

B. தாவரங்களில் பால் நிர்ணயம்

சில கீழ் நிலைத்தாவரங்களில் பால் தன்மை சாராத பாலினப் பெருக்க முறை காணப்படுகிறது. (உ-ம்: கிளாமிடோமோனாஸ்) பூக்கும் தாவரங்கள் பல இருபால் மலர்க்களையும் சில ஒருபால் மலர்க்களையும் கொண்டுள்ளன. அவை மாணவியல் அல்லது டையேஷியல் தன்மை கொண்டுள்ளன. இருபால் மலர்களைக் கொண்ட தாவரங்களிலும், மாணவியல் தாவரங்களிலும் பால் தன்மை காணப்பட்டாலும் பாலின வேறுபாடு இல்லை. டையேஷியல் தாவரங்களில் மட்டுமே பால் தன்மையுடன் பாலின வேறுபாடும் (ஆண், பெண் தாவரங்கள்) காணப்படுகிறது. இவ்வகைத் தாவரங்களில் ஹெட்டிரோகேமிலி கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் பால் தன்மை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்று லின்ட்சே (Lindsay) என்பவர் எடுத்துக் காட்டினார். இதில் நான்கு வகைகள் உள்ளன.

வகை I: XX பெண்—XY ஆண் வகை மரோசோஃபைலா மற்றும் மனிதனில் காணப்படுவது போல் பெண் இனம் ஹோமோகேமிலிக்காகவும் ஆண் இனம் ஹெட்டிரோகேமிலிக்காகவும் உள்ளன. மொலாண்டரியம் பிளையோசீயா, இலோடியா, குமெக்லி, மோரஸ், காக்கினியா போன்றவற்றில் இவ்வகை பால் நிர்ணயம் காணப்படுகிறது.

வகை II: இது முதல் வகையைப் போன்று ஆனால் ஆண் தாவரத்தில் இரு Y குரோமோசோம்கள் காணப்படும். ஆண் தாவரத்தின் ஜீன் ஆக்கம் $2n Y_1 XY_2$ என குறிக்கப்படுகிறது. இத்தாவரம் (nx) என்ற கேமிட்டையும் ($nY_1 Y_2$) என்ற கேமிட்டையும் உண்டாக்கும். இவ்வகை பால் நிர்ணயம் ஹிமுலஸ் துபானிகல், ஹி.லுயுல்ஸ் போன்ற தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

வகை III: XX பெண்—XO ஆண் வகை இது ஆண் தாவரத்தின் ஜீன் ஆண் $2nXO$ எனக் குறிக்கப்படுகிறது இது (nx), (n) என்ற இருவகை கேமிட்டுகளை உருவாக்கி தேர்ந்தும் சந்ததி

களின் பால் தன்மையினை தீர்மானிக்கின்றன. இவ்வகைப் பால் நிர்ணயம் டயூல் கோசீயா சைனுவா (Dioscorea Sinuata) என்ற சிற்றினத்தில் காணப்படுகிறது.

வகை IV: XY பெண்—XX ஆண் முதல் வகையின் தாவரங்களின் ஜீன் ஆக்கத்திற்கு தேர்ந்திரான ஜீன் ஆக்கம், இவ்வகையின் ஆண், பெண் தாவரங்களுக்குக் காணப்படுகிறது. எனவே இங்கு பெண் ஹெட்டிரோகேமிலிக்காக இருந்து சந்ததிகளில் பால் தன்மையை தீர்மானிக்கின்றது. பிளேரேசீயா இலேட்டிர் (Fragaria elatior) என்ற தாவரத்திலும், ரன்சுகுலேசி குடும்பத் தாவரங்கள் சிலவற்றிலும் இவ்வகைப் பால் நிர்ணயம் காணப்படுகிறது.

பிரையோஃபைட்டுகளில் பால் நிர்ணயம்

பிரையோஃபைட்டுகளில் ஹாப்ளாய்டுகாமிட்டோஃபைட் தாவரம் இன உறுப்புகளைத் தாங்கியுள்ளன. சிலவற்றில் தாவரம் டையேஷியல் தாவரங்களாக உள்ளன. உதாரணமாக லிபீரோகார்பஸ் என்ற ஒரு லிவ்வோர்ட் தாவரத்தில் பெண் தாவரம் ஏழு ஆட்டசோம்களையும் ஒரு Y குரோமோசோமையும் கொண்டுள்ளது. ஆண் தாவரம் ஏழு ஆட்டசோம்களையும் ஒரு X குரோமோசோமையும் கொண்டுள்ளது என அலென் (Allen) என்பவர் கண்டறிந்துள்ளார். விந்துவும் அண்டமும் சேர்ந்து உருவாகும் ஸைகோட், 14 ஆட்டசோம்களையும், XY ஆகிய இரு பால் குரோமோசோம்களையும் பெற்றுள்ளது. இது டிப்ளாய்டு ஸ்போரோஃபைட்டை உருவாக்குகிறது. இந்த ஸ்போர்களில் சில Y குரோமோசோம்களையும், சில X குரோமோசோம்களையும் பெற்றிருக்கும். இவை முனைத்து முறையே ஆண் தாவரங்களும், பெண் தாவரங்களும் தோன்றுகின்றன.

பாக்டீரியங்களில் பால் நிர்ணயம்

பாக்டீரியங்களில் பாலினப் பெருக்கம் நிகழ்வது அறியப்படவில்லை, இணைதலைச் செய்யும் இரு பாக்டீரியங்களில் ஒன்று ஆண் இன செல்லாகவும், மற்றொன்று பெண் இன செல்லாகவும் செயல்படுகின்றன என்பது தெரிய வந்தது. இணைதலின் போது ஆண் இன செல் தனது குரோமோசோம பெண் இன செல்லினுள் செலுத்துகிறது. இந்த ஆண் இன செல் ஆண் தன்மையை தீர்மானிக்கும் எபிசோம் (Episome) என்ற ஒரு சிறப்பான குரோமோட்டிவ் பகுதியைப் பெற்றுள்ளது.

இணைதீளில் பொது ஆண் செல் தனது குரோமோசோமில் ஒரு பகுதியை மட்டுமே பெண் செல்லிலுள் செலுத்துகிறது. எனவே ஆண் செல் தனது குரோமோசோமில் ஒரு பகுதியை இழப்பதால் முட்டையில் அழிந்து விடுகிறது. எனவே ஆண் இன செல்களின் எண்ணிக்கை குறைய வாய்ப்பிருக்கிறது. ஆனால், இது நிச்சய வதில்லை. காரணம் இந்த செல் துரிதமாகப் பிளவுறுதல். முறையில் அதாவது பாலிலா இனப் பெருக்க முறையில் தனது இணைதீளை விடுத்த செய்து கொள்கிறது. இப்பிளவுறுதல் நிச்சயச்சிவின் போது எப்போதும் இரட்டிப்படைந்து செய் செல்லினால் சென்று ஆண் செல்கள் தோன்றக் காரணமாக உள்ளது.

10. பாலிணைந்த மரபுவழி (Sex-linked Inheritance)

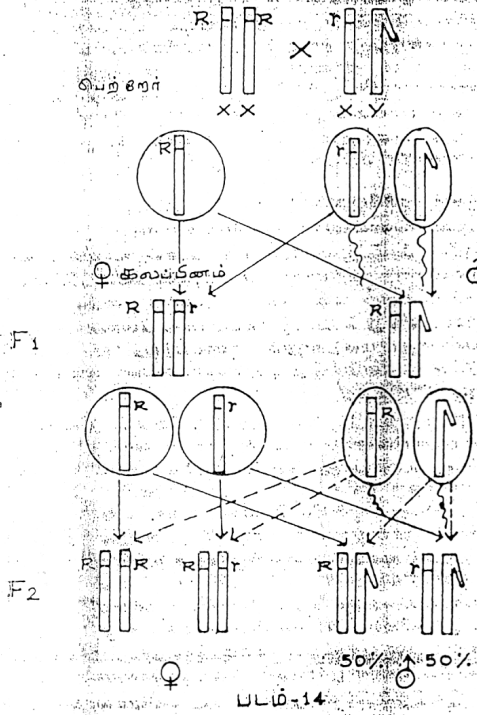
ஒரு குரோமோசோமில் காணப்படும் ஜீன்கள் அனைத்தும் ஜீன் பிணைப்பு காரணமாக ஒரு சேர் மரபுவழி அடைகின்றன. இவ்வாறு பிணைப்புற்ற ஜீன்கள், பால் குரோமோசோம்கள் வழியாக ஒரு சேர் மரபுவழி அடைந்தால் அதற்கு பாலிணைந்த மரபுவழி அடைதல் என்று பெயர். அல்லோசோம்களில் அதாவது பால் நிர்ணயிக்கும் குரோமோசோம்களில் பெரும்பாலும் X குரோமோசோம்கள் பால் நிர்ணயிக்கும் ஜீன்களைத் தவிர மற்ற உயிர் பண்புகளை நிர்ணயிக்கும் பல ஜீன்களை பெற்றுள்ளது. இவ்வாறு பால் நிர்ணயிக்கும் ஜீன்களும் மற்ற பண்புகளை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்களும் பிணைப்புற்ற மரபுவழி அடைதலில் அதாவது பாலிணைந்த மரபுவழியில் இரு வகைகள் உள்ளன. அதாவது 1. டைலீனிக் பால் பிணைப்பு 2. டைஆண்ட்ரிக் பால் பிணைப்பு என்பன அவையாகும்.

டைலீனிக் பால் பிணைப்பு (Digenic sex-linkage)

ஆண் டெல்ட்டிரோமோசோம்களாகவும் (XY), பெண் ஹோமோமோசோம்களாகவும் (XX) உள்ள உயிரினங்களின் X குரோமோசோம வழியாக உடல் பண்புகளை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்கள் மரபுவழி அடைந்தால் அதற்கு டைலீனிக் பால் பிணைப்பு என்று பெயர். இவ்வகை பால் பிணைப்பு டிரோசோஃபைலாயிடும் மனிதனிலும் காணப்படுவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. எனவே இது டிரோசோஃபைலா வகை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

T.H. மார்சன் 1910-ல், டிரோசோஃபைலா பூச்சிகளில் இவ்வகை பால் பிணைப்பை முதன்முதலில் கண்டறிந்தார். இப் பூச்சிகள் பெரும்பாலும் சிவப்பு நிறக் கண்களை உடையவை. இப்பண்பு ஒரு ஒங்கு பண்பாகும், மார்சன் செய்த பல சோதனைகளுள் ஒன்றில் வெள்ளை நிறக் கண்களை உடைய பூச்சிகள் தோன்றாதவைக் கண்டார். வெள்ளை நிறம் சகுதி மாற்றத்தின் மூலம் தோன்றியிருக்கக்கூடும் எனக் கருதினார். இது ஒரு ஒடுக்கு பண்பாகும், புதிதாகத் தோன்றிய இப் பண்பின்பாரம்பரியத்தை அறிய வெள்ளை நிறக் கண்களை உடைய ஆண் பூச்சியினை சிவப்புக் கண்களை உடைய தாய் (ஹோமோசைக்ஸ்) பெண் பூச்சியுடன் கலவி செய்தார். F-1 சந்ததியில் தோன்றிய எல்லா பூச்சிகளும் சிவப்புக் கண்களை பெற்றிருந்தன. இவற்றுள் பெண் பூச்சிகள் டெல்ட்டிரோசைக்ஸ் தன்மை

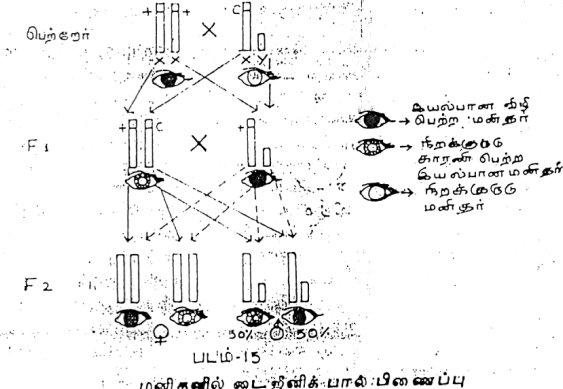
பெற்றிருந்தது குறிப்பிடக்கூது. F1-சந்ததியின் பெண்பூச்சி யினையும் ஆண்பூச்சியினையும் கலவி செய்து தோன்றிய F2-சந்ததியில் பெண்பூச்சிகள் யாவும் சிவப்புக் கண்களையும், ஆண்பூச்சிகளில் பாதி சிவப்புக் கண்களையும் பாதி வெள்ளைக் கண்களையும் பெற்றிருந்தன. கண்ணின் நிறத்திற்கான ஜீன் X-குரோமோசோமில் பிணைப்புற்றிருந்தால் மட்டுமே இது சாத்தியமாகும். மேற்கூறிய கலவீச்சு சோதனைகளை கீழே காண்க:



பெண்-பூச்சி மட்டும் சிவப்புக் கண்களைப் பெறுகிறது.

F1 சந்ததியில் உருவாகும் பெண்பூச்சிகளுக்கு மட்டுமே பெற்றோர் சந்ததியின் ஆண்பூச்சி தனது X-குரோமோசோமை கொடுக்கிறது. ஆனால் பெற்றோர் சந்ததியின் பெண்பூச்சி F1-சந்ததியின் இரு இனப்பூச்சிகளுக்கும் தனது X-குரோமோசோமை அளிக்கிறது. எனவேதான் பெற்றோர் சந்ததியின் ஆண்பூச்சி தன்னுடைய X-குரோமோசோமில் உள்ள பால் இணைந்த பண்பாகிய வெள்ளைக் கண் என்ற பண்பை, முதல் தலைமுறையில் தோன்றும் பெண்பூச்சியின் மூலம் F2 சந்ததியில் 50% ஆண்பூச்சிகளுக்கு அனுப்புகின்றன. இவ்வாறு பாலிணைந்த ஒடுக்கு பண்பு (வெள்ளைக் கண்) ஆண் பெற்றோர்களிடமிருந்து F1-பெண் மூலம், F2-ஆண் சந்ததிகளுக்கு மரபுவழி அடையும் செயலுக்கு "குறுக்கு மறக்குப் பாரம்பரியம்" (Criss-Cross inheritance) என்று பெயர்.

இதே போன்ற டைஜீனிக் பால் பிணைப்பு மனிதர்களிலும் காணப்படுகிறது. நிறப்பார்வையின்மை, அல்லது நிறக்குருடு (Colour blindness) இதற்கு சிறந்த உதாரணமாகக் கூறலாம். இக்குறைபாடு உடையோர் சிவப்பு நிறத்திற்கும் பச்சை நிறத்திற்கும் வேற்றுமை உணர முடியாதவர்களாயிருப்பார்கள். இதற்கு சிவப்பு-பச்சை நிறப்பார்வையின்மை என்று பெயர். இயல்பான பார்வைக்கான ஜீன் (+) ஒடுக்கு ஜீனாகவும், நிறப்பார்வையின்மைக்கான ஜீன் (-) ஒடுக்கு ஜீனாகவும் உள்ளன.



உயல்பான கண் → பெற்ற மனிதர்
 நிறக்குருடு காரணியற்ற பெற்ற உயல்பான மனிதர்
 நிறக்குருடு மனிதர்

நிறப்பார்வுபெற்றவர்களைக் கண்டுபிடித்தும் ஜீன்கள் X-குரோமோசோமில் காணப்படுகிறது. ஆனால் Y-குரோமோசோம் இதற்கான ஜீன் எதையும் பெற்றிருப்பதில்லை. மேற் கூறிய உண்மைகளைச் சி. வில்சன் (B. B. Wilson, 1911) என்பவர் முதன்முதல்தான் எடுத்தக் கூறினார். இயல்பான பார்வை உடைய ஒரு பெண் நிறப்பார்வையின்மை கொண்ட ஒரு ஆணை மணக்கும்போது அவர்களின் ஆண் மற்றும் பெண் குழந்தைகள் அனைவரும் இயல்பான பார்வை உடையவர்களாக இருப்பர். இவர்களுள் பெண் குழந்தைகள் அனைவரும் நிறப் பார்வையின்மைக்கான ஜீனத் தாங்கியிருப்பர். இப்படிப்பட்ட ஒரு பெண் இயல்பான பார்வை கொண்ட ஒரு ஆணை மணக்கும் போது அவர்களின் பிள்ளைகளில், 50% ஆண் பிள்ளைகள் இயல்பான பார்வை கொண்டும், 50% ஆண் பிள்ளைகள் நிறப்பார்வையின்மை பெற்றும் அனைத்து பெண்பிள்ளைகளும் இயல்பான பார்வை பெற்று மிருப்பார்கள். மேற்கண்ட படம்-1.8 இதைக் கெளரிவாக்குத்துக்காட்டுகிறது.

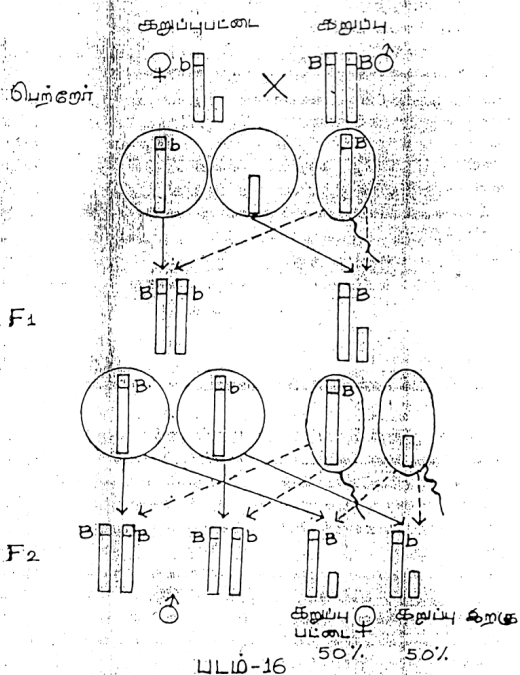
டி.ரோசேர்ஸ்பெலரவில் உள்ளது போல மனிதனின் இந்த மரபுவழியிலும் குறுக்கு மறுக்கு பாரம்பரியம் காணப்படுகிறது. மேலும் நிறப்பார்வையின்மை என்ற குறைபாட்டை வெளிப்படுத்த ஆண் களில் ஒரு ஜீனும் பெண்களில் இரண்டு ஜீன்களும் தேவைப்படுகிறது. எனவே தான் பெண்களைக் காட்டிலும் ஆண்களில் இக்குறைபாடு அதிகமாகவுள்ளது.

மனிதர்களில் ஹீமோஃபிலியா (Haemophilia) என்ற பரம்பரை நோய் மரபுவழி அடைதலைப்பாவிணைந்த மரபுவழிக்கு மற்றொரு உதாரணமாகக் கூறலாம். இதை ஜான் காடோ (John Cotto-1803) என்பவர் கண்டறிந்தார். உடலில் காயப்பட்ட இடங்களில் இரத்தம் உடனடியாக அதாவது இரண்டு அல்லது எட்டு நிமிடத்திற்குள் இரத்தப்பேரக்கு தடைப்பட்டு விடுவது மனிதனில் காணப்படும் ஒரு இயல்பான பாதுகாப்புச் செயலாகும். ஆனால் ஹீமோஃபிலியா நோய் உள்ளமனிதரில் இரத்தம் உறைதல் தாமதிக்கப்படுவதால் இரத்தப்பேரக்கு அதிகம் ஏற்பட்டு அந்த உயிதன் இறக்கவும் நேரிடுகிறது. ஆண்டிஹீமோஃபிலிக் குளோபுலின் (anti haemophilic globulin) என்ற காரணி இரத்தத்தில் இயல்பான இரத்தநிலைக்குக் காரணம். எனவே இந்நோய் இரத்தப் பேரக்காளர்களின் நோய் (Bleeder's disease) எனப்படுகிறது. சடுதிமாற்றத்தின் விளைவாக வீக்லெசரியா மகாராணியிடம் இது தோன்றி

அவருடைய சந்ததியினருக்கு வந்த நோய் இதுவாகும் எனக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு மேட்டுக்குடி மக்களிடம் மட்டுமே காணப்படும் இந்நோய் உயர் குடியினரின் நோய் (Royal disease) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இந்நோய் பாவிணைந்த ஒரு ஒடுங்கு பண்பாகும். இதற்கான ஒடுங்கு காரணி (H) பால் குரோமோசோம்கிய X-குரோமோசோமில் அமைந்துள்ளது. இந்நோயற்ற இயல்பான மனிதனின் X-குரோமோசோமில் H என்ற காரணி காணப்படுகிறது. X-குரோமோசோமில் வழியாக இந்த காரணி மரபுவழி அடைவதால் மற்ற பாவிணைந்த பண்புகளைப்போல இதுவும் பெண்களை விட ஆண்களில் அதிகமாகக் காணப்படும் ஒரு பண்பாகும். மேலும் இந்நோய் பண்பும் குறுக்கு மறுக்குப் பாரம்பரியத்தைக் காட்டுகிறது. அதாவது ஒரு குந்தை அவனது மகள்கள் மூலம் தனது பேரன்களுக்கு இந்நோயை அனுப்புகிறான்.

டைஆண்ட்ரிக் பால்பிணைப்பு (diandric:Sex linkage)

பெண் இனம் ஹெட்டிடி ரோ கேமீட்டிக் காகவும் (XY) ஆண் இனம் ஹோமோ கேமீட்டிக் காகவும் (XX) உள்ள உயிரினங்களில் X குரோமோசோம் வழியாக உடலப் பண்புகளை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்கள் மரபுவழி அடைந்தால் அதற்கு டைஆண்ட்ரிக் பால் பிணைப்பு என்று பெயர். கோழிகளில் இவ்வகை பாவிணைந்த மரபுவழி காணப்படுகிறது. இதில் வெள்ளை நிறத்தில் கறுப்புப் புள்ளிகளோடு கூடிய இறகு (Barred) என்ற ஒங்கு பண்பும், கறுப்பு இறகு என்ற ஒடுங்கு பண்பும் உள்ளன. இவற்றின் முன்னது B-என்ற ஒங்கு ஜீனாலும், பின்னது b என்ற ஒடுங்கு ஜீனாலும் தீர்மானிக்கிறது. கறுப்பு பெட்டையும் புள்ளி சேவலும் கலவி புறம்போது பெட்டை தனது கறுப்பு இறகு என்ற ஒடுங்கு பண்பை முதல் சந்ததியின் சேவல் மூலம் F₂ சந்ததியின் பெட்டைகளுக்கு அனுப்புகிறது. இந்த மரபுவழி முறையை பின்பரும் படம் தெளிவாக எடுத்துக் காட்டுகிறது. இதுவும் ஒரு குறுக்கு மறுக்குப் பாரம்பரியமாகும். ஆனால் இந்த பாவிணைந்த மரபுவழி டி.ரோசேர்ஸ்பெலர, மனிதன் ஆகியவற்றில் காணப்படும் டைஜீனிக் பாவிணைந்த மரபுவழிக்கு நேர் மாறானது.



கொழிகளில் டை-ஆன்ட்ரிக் பால் பிணைப்பு

தோலாண்ட்ரிக் பால் பிணைப்பு (Hollandic inheritance)

பாலிணைப்பின் பிறகான ஜீன் Y குரோமோசோமில் அமைக்கப்பட்டு அதன் வழியாக பாரம்பரியம் சுவைப்போல Y குரோமோசோமில் பாலிணைப்பின் பிறகான ஜீன் அமைதி திருந்து பாரம்பரியம் அடைவலாம். இப்பண்பு ஆண் சந்திசன்களுக்கு மட்டுமே மரபுவழி அடையும் ஆண் பெற்றோர்கள் தங்களது Y குரோமோசோமம், ஆண் மகவுகளுக்கு மட்டும்

அனுப்புவதே இதற்குக் காரணமாகும். இவ்வகை பாலிணைந்த மரபுவழிக்கு தோலாண்ட்ரிக் பால் பிணைப்பு என்று பெயர்.

டி.ரோசோஃபெலாவின் Y குரோமோசோம் உடலப்பண்பிற் கான எந்த ஜீனையும் பெற்றிருப்பதில்லை. எனவே அவை வெற்று குரோமோசோம்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஆனால் மனிதனின் Y குரோமோசோம் ஆண் தன்மையை தீர்மானிப்பதுடன் ஏறத்தாள் 17 விதமான மற்ற உடலப் பண்புகளுக்கான ஜீன்களையும் பெற்றுள்ளது. என்கில மரபியல் அறிஞர்கள் கருதுகின்றார்கள். இது இன்னும் முழுமையாக உறுதிப்படுத்தப்படவில்லை. இருப்பினும் ஆண்களின் காதுகளில் நீண்ட முடிகள் கொத்தாகவளரும் ஒரு பண்பிற்கான ஜீன் Y குரோமோசோமில் பிணையுற்ற ஜீன் என்பது தீர்மானமாக முடிவு செய்வப்பட்ட ஒன்றாகும்.

16. சடுதி மாற்றம் (Mutation)

மூன்றுரை

ஒரு பண்பிற்கான ஜீனில் தொடர்பற்ற பெரிய மாறுதல் திடீரென தோன்றுவதற்கு சடுதிமாற்றம் என்று பெயர். இதனால் விளையும் மாற்றப்பண்பு மூதாதையர்களிடமிருந்து மரபுப் பண்பாக பெறப்படாதது. எனவே ஒரு உயிரினத்தின் ஜீனோடைப் அதன் பிறப்பிலிருந்து இறப்பு வரை ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. மரபாகத் தொடரக் கூடிய திடீர் மாற்றங்களே இதற்குக் காரணமாகும்.

டார்வின் இத்தகைய மாறுதல்களை முதன் முறையாகக் கண்ணுற்று அவைகளுக்கு 'ஸ்போர்ட்ஸ்' (Sports) என்று பெயரிட்டு அழைத்தார். ஆனால் தனது பரிணாமக் கருத்தில் அவைகளுக்கு அதிக முக்கியத்துவம் கொடுக்கவில்லை. பின்னர் ஹியுகோ டிவிரிஸ் (Hugo de Vries) என்ற தாவர இயல் வல்லுநர், சனோதிரா லாமார்க்கியாஸ (Oenothera lamarckiana) என்ற தாவரத்தில் செய்த சேர்தனைகளைக் கொண்டு சடுதி மாற்றத்தின் முக்கியத்துவத்தை அறிவியல் உலகத்திற்கு உணர்த்தினார். இவரது ஆய்வின் முக்கிய கருத்துகள் பின்வருமாறு.

1. தொடர்புள்ள இடைத் தோற்றங்கள் ஏதும் இல்லாமல் வேறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்ட ஒரு சிற்றினம் திடீரெனத் தோன்றலாம். பெற்றவைகளிடம் மூன்று காணப்படாத இப்பண்புகள் வழித்தோன்றல்களில் தோன்றுவதற்கு சடுதி மாற்றம் என்று பெயர்.
2. இந்தச் சடுதிமாற்றங்கள் நிலைத்து விடுகின்றன. அதாவது அடுத்தடுத்த சந்ததிகளுக்கு மரபாகத் தொடர் கின்றன.
3. ஒரே சிற்றினத்தின் பல உயிரினங்கள் ஒரே சமயத்தில் இந்த மாற்றங்களைப் பெறுகின்றன.
4. இச்சடுதி மாற்றங்கள் முடிவில்லாது எல்லாத்திசைகளிலும் தோன்றலாம்.
5. சடுதிமாற்றத்தினால் தோன்றும் இந்த புதியவகைகளை மூதாதையர்களிடமிருந்து அதிகம் வேறுபட்டிருந்தாலும் ஆரம்ப வளர்நிலைகளில் அவற்றை ஒத்தே காணப்படுகின்றன.

அமெரிக்க நாட்டைச் சேர்ந்த டியூக்ஸ் மற்றும் ஷெல்ஸ் (Dougal and Shell) இவ்வொந்து நாட்டைச் சேர்ந்த கேட்ஸ் (Gates) என்பவரும் டியூரிஸின் இந்தக் கருத்துக்கள் உண்மையானவை என்பதை உறுதிப்படுத்தினர். மேலும் சனோதிரா தாவரத்தில் அவர் பெற்ற சடுதி மாற்றங்கள் அதன் குரோமோசோம் தொகுப்பில் மாற்றம் ஏற்பட்டதால் விளைந்தவை என்பதையும் எடுத்துக் கூறினர்.

அவர்பறை

சுரீபிண்டி ஒதுங்குதலில் தோன்றும் புதிய பண்புச் சேர்க்கைகள் குருக்கே கலத்தலினால் தோன்றும் புதியப் பண்புச் சேர்க்கைகள் தவிர மரபுப் பண்புகளில் ஏற்படும் மற்ற மாற்றங்கள் யாவும் சடுதி மாற்றங்கள் என்று டியூரிஸ் கருதினார். சடுதி மாற்றங்கள் மிகச் சிறியதாகவும் தொடர்புள்ள இடைத் தோற்றங்களைப் பெற்ற மாறுபட்ட பண்புகளாகவும் இருக்கலாம் என்பதை அண்மைக்கால ஆய்வுகள் வெளிப்படுத்தியுள்ளன. எனவே சடுதி மாற்றத்திற்கான தற்கால விளக்கங்கள் முற்றிலும் வேறுபட்டதாகவுள்ளது. இதில் சின்னெட்டும் அவரது சகாக்களும் தந்துள்ள விளக்கம் மிகக் குறிப்பிடத்தக்கது. இது பின் வருமாறு.

பரந்த நோக்கில் பார்க்கும் போது சடுதி மாற்றம் என்பது ஒரு உயிரினத்தின் ஜீன் அமைப்பில் அல்லது குரோமோசோம் அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் விளையும் ஜீன் ஆக்க மாற்றங்களாகும். இதில் முன்னது ஜீன் சடுதி மாற்றம் என்றும் பின்னது குரோமோசோம் சடுதி மாற்றம் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. ஆனால் குறுகிய நோக்கில் பார்க்கும் போது சடுதி மாற்றம் என்பது ஒரு உயிரினத்தின் ஜீனில் ஏற்படும் மாற்ற விளைவுகளை மட்டுமே குறிக்கும்.

சடுதிமாற்றத்தின் இயல்புகள்

சடுதி மாற்றம் திடீரென்று திடீரிரமாக உயிரினங்களில் உண்டாவதில்லை. இவை எல்லாவகைகளிலும், எல்லா அளவுகளிலும், உயிரினங்களில் காணப்படுகின்றன என்ற உண்மையை மார்ட்டினும் அவரது சகாக்களும் தங்களின் ஆய்வின் பயனாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். மாற்றம் பெற்ற உயிரினத்திற்கும் அதன் பெற்றோர்களுக்குமிடையே மாற்றம் பெரிய அளவில் இருக்கலாம் அல்லது மிகச் சிறியதாக இருக்கலாம், இரண்டிற்கும் இடைப்பட்டதாகவும் இருக்கலாம். சில சடுதி மாற்றங்கள் வெளியே தெரியும் அளவிற்கு உண்டாகின்றன. வேறு சில

சுடுதி மாற்றங்கள் மிகக் கவனம் செலுத்திய பின்னரே கண்டு பிடிக்க முடியும் என்ற அளவில் உள்ளன. இத்தகைய சுடுதி மாற்றங்களே இயற்கையில் அதிகமாகவுள்ளன. இவைகளுக்கு நுண் சுடுதிமாற்றங்கள் (micromutations) என்று பெயர். இதை உயிரினங்களுக்கு உதவும்படியாக இருப்பதனால் பரிணாம முக்கியத்துவம் வாய்ந்தன வாசகக் கருதப்படுகின்றன.

சுடுதிமாற்றத்தினால் ஏற்படும் மரபியல் மாற்றங்கள் இலக்கு அற்றவை கருத்து அற்றவை. பெரும்பாலும் உயிரினத்தின் குறிப்பிட்ட நோக்கத்தினை நிறைவேற்றுவதற்காகச் சுடுதிமாற்றங்கள் உண்டாவதில்லை. அவ்வகை சுடுதி மாற்றங்கள் நன்மையற்றவை சில சமயம் நிகரா தீமைகளை உண்டாக்கக் கூடியனவாகின்றன. இப்படிப்பட்ட சுடுதி மாற்றங்கள் மூலம் இயற்கைத் தேர்வும் சேர்ந்து இயங்குமேயானால் உயிரினங்களில் தக அமைவுத் தோற்றங்கள் உண்டாகி அவைகளும் நன்மையை உண்டாக்குகின்றன. இதன் காரணமாக மரபுவழியடையும் வேறுபாடுகளைப் பெற்ற புதிய இனங்கள் தோன்றி பரிணாமம் நிகழ வாய்ப்புறுக்கிறது. எனவே சுடுதி மாற்றம் பரிணாமத்திற்கு மூலப் பொருள்களாக விளங்குகின்றன.

குரோமோசோம் சுடுதி மாற்றம் (Chromosomal mutation)

இது இருவிதங்களில் நிகழ்கிறது.

- (I) குரோமோசோம் அமைப்பில் மாற்றங்கள் ஏற்படுதல்.
- (II) குரோமோசோம் தொகுதியில் மாற்றங்கள் ஏற்படுதல்.

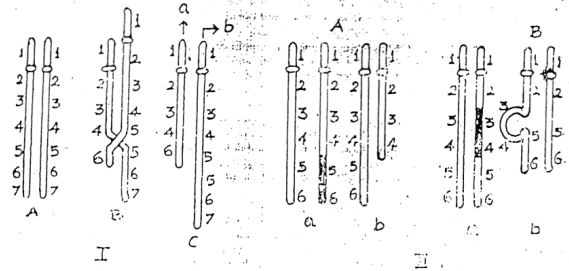
(I) குரோமோசோம்களின் அமைப்பு வேறுபாட்டால் ஏற்படும் சுடுதி மாற்றங்கள்

குரோமோசோம்களின் அமைப்பு வேறுபாட்டிற்கு குரோமோசோம் பிரிச்சி அல்லது சிகாரம் என்று பெயர். இது நான்கு வகைகளில் நிகழ்கிறது. அவை

a) இழப்புக்கள் : (Deletion)

சில சமயங்களில் குரோமோசோம்களின் சில பகுதிகள் இரு பகுதிகளாக மாணப்படுகின்றன. இதனால் சில ஜீன்கள் இரு மடங்காக உள்ளன. இரும்புக்குறி ஜீன்கள் ஒரே குரோமோசோமிலே வெவ்வேறு குரோமோசோம்களிலே அல்லது தனித்துண்டமாகவோ காணப்பட்டலாம். இதை எளிதில் கண்டறியலாம். இரட்டிப்புக்களை உடைய குரோமோசோம்கள் பிழைக்கும் ஆற்றல் பெற்றவை. மேலும் இவை கொண்ட உயிரினங்களை

பிழைக்கும் தன்மை கொண்டவை ஆனால் இயல்பிற்கு மாறான உடலப் பண்புகளைக் காட்டுகின்றன. இரு மடங்காகவுள்ள ஜீன்கள் எளிதில் சுடுதி மாற்றம் அடையும் தன்மை பெற்றவை. எனவே இரட்டிப்புக்கள் பரிணாமத்தில் அதிகம் பங்கு வகிக்கின்றன. மேலும் இவை குறுக்கே கலத்தலை தடை செய்யும் அலகாகச் செயல்படுகின்றன. எனவே சந்ததி சந்ததியாக வெறட்டிரோசைகஸ் நிலையை தக்கவைத்துக் கொள்ள உதவுகிறது. பிரிட்டஜெஸ் என்பவர் 1919-ல் டிரோசோஃபைலா பூச்சிகளில் இதனை முதன்முறையைக் கண்டறிந்தார். (படம் 84 I)



படம் - 2A

குரோமோசோம் சுடுதி மாற்றம்: I இரட்டிப்புக்கள் A- ஜோடியற்ற ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்கள் B-சமமற்ற குறுக்கே கலத்தல் C-குறுக்கே கலத்தலுக்குப்பின் ஜோடி குரோமோசோம்கள் (a-இழப்புற்ற குரோமோசோம் b-இரட்டிப்புற்ற குரோமோசோம்) II பற்றாக்குறை அல்லது நீக்கம் A-நுனி இழப்பு நிகழ்தல் B-இடை இழப்பு நிகழ்தல் (a-ஜோடியற்ற ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்கள் b-இழப்பிற்குப் பிறகு ஜோடிக் குரோமோசோம்கள்)

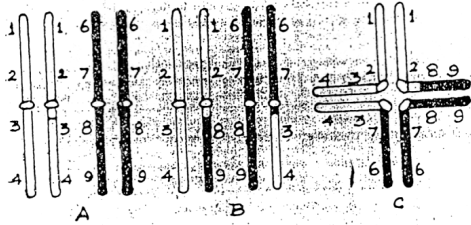
b. பற்றாக்குறை அல்லது நீக்கம் (Deletion or Deficiency)

சில சமயங்களில் குரோமோசோம்களின் நுனி அல்லது இடைப்பகுதிகளில் குறைக்கப்பட்டு மறையலாம். இதனால் இப்பகுதிகள் கட்டுப்படுத்தும் பண்புகள் தோன்றுவதில்லை. இந்த மாற்றத்திற்கு நீக்கம் அல்லது குறைபாடு என்று பெயர். நீக்கப்பட்ட பகுதி சென்ட்ரோமியர் அற்றிருந்தால் நிலைத்திருப்பதில்லை. இவ்வகை சுடுதிமாற்றத்தை பிரிட்டஜெஸ் 1917-ல் டிரோசோஃபைலா வில் கண்டறிந்தார். நுனி இழப்பின் போது குரோமோசோம் ஒரு முறை துண்டிக்கப்படு

ஐந்தாம் இடை இழப்பின்போது குரோமோசோம் இருமுனை துண்டிக்கப்பட்டு பிறகு துண்டிக்கப்பட்ட துண்டுகள் இணைகின்றன. (படம் 24 II) இந்த இழப்பு நிகழ்ச்சியானது ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்கள் இரண்டில் ஒன்றில் மட்டும் நிகழ்ந்தால் அதற்கு ஹெட்டி ரோசைசஸ் இழப்பு என்று பெயர். இதனால் உயிரினத்தின் பண்புகளில் திகழ்பெரிய மாறுதல்கள் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் இந்த நிகழ்ச்சி ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்கள் இரண்டிலுமே ஏற்பட்டால் அதற்கு ஹோமோசைசஸ் இழப்பு என்று பெயர். இதனைப்பெற்ற உயிரினம் வாழ்வதில்லை. காரணம் சில குறிப்பிட்ட பண்புகளைக் கொண்ட ஜின்கள் நீக்கப்படுதலே யாகும்.

C. இடமாற்றம் (Translocation)

சில சமயங்களில் குரோமோசோம்கள் உடைபட்டு உடைபட்ட துண்டம் அதே குரோமோசோமுடனோ அல்லது வேறு குரோமோசோமுடனோ இணையலாம். அதே குரோமோசோமுடன் இணைந்தாலும் அல்லது வேறு ஆனால் ஒத்திசைவுக் குரோமோசோமுடன் இணைந்தாலும் அதற்கு எளிய இடமாற்றம் என்று பெயர். இந்த இடமாற்றம் ஒத்திசைவு அற்ற குரோமோசோம்களுக்கிடையே நிகழ்ந்தால் அதற்கு ரெசிபுரோசல் (Reciprocal) இடமாற்றம் என்று பெயர் இவ்வாறு ஏற்படும் இடமாற்றம் இரு ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்களிலும் நடந்தால் அதற்கு ஹோமோசைசோசு என்று பெயர்.



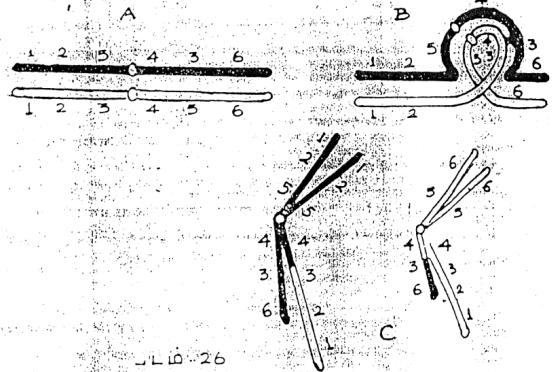
படம் - 25

குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம் : இடமாற்றம் (ஹெட்டி ரோசைசோசு). A-இரு ஜோடி ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்கள் B-இடமாற்றம் ஏற்பட்ட பின்னர் ஜோடி குரோமோசோம்கள் C-பெக்கிடென் நிலையில் குரோமோசோம்கள்.

41. தலைகீழ் திருப்பம் (Inversion)

ஒரு குரோமோசோமில் இரு முறிவுகள் ஏற்பட்டு அவைகளுக்கு இடையேதோன்றும் துண்டம் 180° சுற்றி தலைகீழான முறையில் இணையும் நிகழ்ச்சிக்கு தலைகீழ் திருப்பம் என்று பெயர். உதாரணமாக ஒரு குரோமோசோமில் ABCDEF என்ற அமைப்பு இருப்பதாகக் கொள்வோம். இது AB, CD, EF, என்ற மூன்று துண்டங்களாகி, C, D ஜின்கள் கொண்ட துண்டம் 180° சுழன்று மீண்டும் துண்டங்கள் இணையும் போது AB DC EF என ஜின் வரிசை மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு திருப்பமடையும் துண்டம் சென்ட்ரோமியர் பெற்றிருந்தால் அதற்கு பெரி சென்ட்ரிசு திருப்பம் என்றும், பெற்றிராவிட்டால் அதற்கு பாரா சென்ட்ரிசு திருப்பம் என்றும் பெயர். தலைகீழ் திருப்ப நிகழ்ச்சியை முதன்முறையாக ஸ்டூர்டெவென்ட் (Sturtevant) என்பவர் 1926-ல் கண்டறிந்தார்.

தலைகீழ் திருப்பமடைந்த குரோமோசோம் தனது இயல்பான குரோமோசோமுடன் ஜோடி சேரும் போது அவைகள் இரண்டின் ஜின்கள் ஜோடி சேர் வாய்ப்புவிக்கும் விதத்தில்



படம் - 26

குரோமோசோம் சடுதிமாற்றம் : தலைகீழ் திருப்பம் (பெரி சென்ட்ரிசு) A- ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்கள் - ஒன்று தலைகீழ் திருப்பமுற்றது B- பெக்கிடென் நிலையில் ஜோடி குரோமோசோம்கள் C- பிரிவற்ற குரோமோசோம்கள்.

குரோம சோம்களில் வளையங்கள் தோன்றுகின்றன (படம் 26-B). இந்த ஜோடிக்கு ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்களுக்கு இடையே குறுக்கெதிரீ மாற்றம் நிகழ்ந்து பின்னர் பிரிவும் போகும். ஒரு குரோமசோம் குறைதல் அடைந்த ஒரு குரோமாட்டிடையும் மற்றொரு குரோமசோம் இரட்டிப்புப் பண்புடைய ஒரு குரோமாட்டிடையும் கொண்டிருக்கும். (படம் 26-C). இத்தகைய குரோம சோம்களையுடைய இணைவிக் குரோமசோம்கள் படுவதில்லை. இதனால் அதிகமான செயல் திறனற்ற இணைவிகளும் சைகோட்டுகளும் உண்டாகின்றன. தாவரங்களில் மகரந்த வளயின்மை உண்டாகும்.

(II) குரோம சோம் தொகுதியில் மாற்றங்கள் ஏற்படுதல்

ஒரு உயிரினத்தின் நிலையான குரோம சோம் எண்ணிக்கையில் சில சமயம் மாற்றங்கள் ஏற்படலாம். அவ்வுயிரினத்தின் அடிப்படை குரோம சோம் எண்ணிக்கையாகிய ஜீனோம் தொகுதியில் மாற்றங்கள் ஏற்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும். இந்த மாற்றங்களை இரு பெரும்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம் (a) யூபிளாய்டி (Euploidy) அடிப்படையிலான குரோம சோம் எண்ணிக்கையாகிய ஜீனோம் (n) சமமாக இரட்டிப்புதல் இது நிகழ்கிறது. உயிரினங்களில் இரண்டிற்கு மேற்பட்ட ஜீனோம் தொகுதிகள் காணப்பட்டால் அவை பன்மய உயிரினங்கள் (Polyploids) என அழைக்கப்படுகின்றன. இங்கு நடைபெறும் ஜீனோம் பெருக்கத்திற்கு பன்மயமாதல் (Polyploidy) என்று பெயர். இங்கு ஜீனோம் பெருக்கத்தால் ஜீன்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறதேயன்றி புதிய ஜீன்கள் சேர்க்கப் படுவதில்லை. வேறுபட்ட ஜீனோம்கள் பெருக்கப்படும் நிகழ்ச்சிக்கு வேற்று பன்மயமாதல் (Allopolyploidy) என்று பெயர். இது கலப்புயிர்ப் பயிரி முறையில் போது நிகழ்கிறது. அவ்வாறில்லாமல் ஒத்த ஜீனோம்கள் பெருக்கமடையும் நிகழ்ச்சிக்கு தற்பன்மயமாதல் (Autopolyploidy) என்று பெயர். பன்மயமாதல் பொதுவாக தாவரங்களிலேயே அதிகம் நிகழ்கிறது. விலங்குகளில் காண்பது அரிது.

(b) அனூபிளாய்டி (Aneuploidy)

ஜீனோம் சமமாக இரட்டிக்காமல், தோன்றும் இயற்கையான நிலையில் ஒரு குரோம சோம் குறைந்து விடும் அல்லது அதிகரிக்கும் நிகழ்ச்சிக்கு அனூபிளாய்டி என்று பெயர். குறைந்தால் அதற்கு குறைமயம் என்றும் அதிகரித்தால் அதற்கு மிகைமயம் என்றும் பெயர். குறைமயம் மிகைமயம் இவ்வகைகள் உண்டு. ஒரு முழு குரோமசோம் இல்லாதிருந்தால் அதற்கு மாலோசோமிக் ($2n-1$) நிலை என்று பெயர். இரு குரோம சோம்கள் இல்லாதிருந்தால் ($2n-2$); அதற்கு நல்லி சோமிக்

நிலை (Nullisomic) என்று பெயர். மிகைமயத்தில் இரு வகைகள் உண்டு. ஒரு முழு குரோம சோம் உபரிமாகக் காணப்பட்டால் ($2n+1$); அதற்கு டிரிசோமிக் நிலை என்று பெயர். இரு குரோமசோம்கள் உபரிமாகக் காணப்பட்டால் ($2n+2$); அதற்கு டெராசோமிக் நிலை என்றும் பெயர்.

குரோமசோம்கள் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் உயிரினத்தின் புறத்தோற்ற மாறுதல்களை எப்பொழுதும் ஏற்படுத்தும் என்று கூற முடியாது.

ஜீன் சடுதி மாற்றம்

ஜீன் மரபுத் தொடரின் அலகுகளாகும். இவை குரோம சோம்களில் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு உயிரினமும் எண்ணற்ற ஜீன்களை பெற்றுள்ளது. இவற்றின் தனிப்பட்ட செயல்களும், கூட்டுச் செயல்களுமே பண்புகளின் வெளிப்பாட்டை தீர்மானிக்கின்றன. இந்த ஜீன்கள் மிகச் சிக்கலான ஆனால் புரதம் பிணைந்த DNA வால் ஆனவை, ஒவ்வொரு ஜீன் ஆகக் கூறும் ஒரு குறிப்பிட்ட விதத்தில் அமைந்திருப்பதால் ஒவ்வொன்றும் மற்றொன்றிலிருந்து வேறுபடுகிறது. செல் பகுப்பின் போது இந்த ஜீன் ஒவ்வொன்றும் தன்னைப்போன்ற மறு பதிப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றது. இதற்கு ஜீன் இரட்டிப்பு என்று பெயர். சில வேளைகளில் இந்த மறுபதிப்பு சரியான விதத்தில் ஏற்படுவதில்லை. ஜீன் பொருளாகிய DNA மூலக்கூறின் அமைப்பிற்கு காரணமாகவுள்ள நியூக்ளியோடைடு வரிசைகள் இயல்பிற்கு மாறாக மாற்றி அமைக்கப்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும். இதன் விளைவால் தோன்றும் புதிய வகை ஜீனிற்கு சடுதி மாற்றம் என்று பெயர். இவ்வகை ஜீன்கள் தோன்றும் நிகழ்ச்சிக்கு ஜீன் சடுதி மாற்றம் என்று பெயர். ஒரு குரோமசோமில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் உள்ள ஒரு ஜீனின் அமைப்புக் கூறில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் விளைவாக இச் சடுதி மாற்றம் தோன்றுவதால் இவைகள் புள்ளி சடுதி மாற்றங்கள் (Point mutations) என அழைக்கப்படுகின்றன. ஜீன் சடுதி மாற்றங்களினால் குரோமசோம்களின் புறத் தோற்றத்தில் எவ்வித மாற்றங்களும் தோன்றுவதில்லை.

பெரும்பாலான ஜீன் சடுதி மாற்றங்கள் என்ஸைம்களின் குறைபாட்டினால் தோற்றுவிக்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீனின் சடுதி மாற்றம் திரும்பத் திரும்ப நடைபெறக்கூடும். இவ்வகை காணப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீன் சடுதி மாற்றம் கடந்த காலத்தில் பல தடவைகள் நடந்திருக்கக் கூடும். இவ்வாறு ஒரு ஜீனில் பல தடவைகள் சடுதி மாற்றங்கள்

நிகழ்வதால் அது திரும்பவும் பழைய நிலையை அடைபதும். ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீனில் பல மாற்றங்கள் பல கூட்டு அல்லீல்களாக மாறுகின்றன. சடுதி மாற்றம் ஒங்கு ஜீனில் ஏற்பட்டால் அதற்கு ஒங்கு சடுதி மாற்றம் என்ற பெயர். இம்மாற்றம் உடனடியாகப் புலப்பட்டும். அவ்வாறின்றி சடுதி மாற்றம் ஒங்கு ஜீனில் ஏற்பட்டால் அதற்கு ஒங்கு சடுதி மாற்றம் என்று பெயர். இம்மாற்றம் பல தலைமுறைகளுக்குப் பின்னர் தான் சந்ததியில் வெளிப்படும். ஏனெனில் ஒங்கு ஜீன் ஹோமோசைகஸ் நிலையை அடைந்ததொன்றான இந்நிலையான திடீர் மாற்றத்தை அறியலாம்.

சடுதி மாற்றத்தின் வகைகள்

தாவரங்களின் வாழ்க்கையில் சடுதி மாற்றங்கள் நிகழும் நிலையைக் கொண்டு மூன்று வகைகள் காணப்படுகின்றன.

1. கேமிட்டிக் சடுதி மாற்றம்: கேமிட்டிகள் உண்டாகும் போது இது நிகழ்வதால் இது மரபாகத் தொடர்கிறது. இதனால் மகவுச் சந்ததியில் ஓர் உயிரினம் பரறுப்படிருக்கும்.

2. லைக்கோடிக் சடுதி மாற்றம்: லைக்கோடின் முதல் மைடாசிஸ் பகுப்பில் ஏற்பட்டால் உருவாகும் உயிரினத்தின் ஒரு பகுதியில் மாற்றம் பெற்ற திசுக்களும், மற்ற பகுதியில் பெற்றோர்களைப் போன்ற மாற்றம் பெற்ற திசுக்களும் காணப்படும்.

3. உடல சடுதி மாற்றம் (Somatic mutation): உயிரினம் நன்றாக வளர்ந்த பின்னர் அதன் உடலத்தில் உள்ள சில செல்களில் சடுதி மாற்றம் ஏற்பட்டால் பலவிதமான தேம்ப உருத் திசுக்கண் (Chimeras) உண்டாகும். இவை மரபாகத் தொடர்வதில்லை.

தோன்றும் விதத்தின் அடிப்படையில் சடுதி மாற்றத்தில் இரு வகைகள் காணப்படுகின்றன.

1. தன்னோன்றிச் சடுதி மாற்றங்கள் (Spontaneous mutations)

செயற்கை முறையில் தூண்டப்படாமல் இயற்கையிலேயே சடுதி மாற்றம் நிகழ்ந்தால் அதற்கு தான் தோன்றிச் சடுதி மாற்றம் என்று பெயர். ஊட்ட நிலையில் வேறுபாடு, வயது, இயற்கை கதிர்வீச்சு ஆகியவைகள் காரணமாக இது ஏற்படுகிறது.

2. தூண்டப்பட்ட சடுதி மாற்றங்கள் (Induced mutations)

செயற்கை முறையில் தூண்டப்பட்ட சடுதி மாற்றங்களுக்கு தூண்டப்பட்ட சடுதி மாற்றங்கள் என்று பெயர். இச் சடுதி மாற்றத்தை தூண்டக்கூடிய காரணிகளுக்கு சடுதி மாற்றக் காரணிகள் (Mutagenic agents) அல்லது மியூடாஜென்சுகள் என்று பெயர்.

சடுதி மாற்றத்தை தூண்டும் காரணிகள்

1. கதிர்வீச்சு: குறைந்த அலைநீளமுள்ள அதிக சக்தி வாய்ந்த கதிர்வீச்சுகள் அனைத்தும் அயனியாக்கல் கதிர்வீச்சுகள் குறிப்பிடப்படுகின்றன. ஏனெனில் அவை ஊடுருவும் பொருட்களில் அயனிகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. அதாவது அணுக்களிலிருந்து எலக்ட்ரான்களை நீக்கி அவற்றை நேர்மின் சேற்றத் துகள்களாக மாற்றுகின்றன. உயிருள்ள செல்களிலுள் அந்த அயனி ஆக்கல் விளைவாக சில வினை ஆற்றல் மிகுந்த வேதிப்பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இவை நொதிகளுடன் மற்றும் பல முக்கிய புரத மூலக் கூறுகளுடன் வினை புரிந்து அசாதாரண வளர்சிதை மாற்றங்களை விளைவிக்கின்றன. இது குரோமோசோம்களில் நிகழ்ந்தால் அவை விகாரமடைகின்றன அல்லது ஜீன்களின் தன்மை மாற்றப்படுகின்றன. இதனால் சடுதி மாற்றம் நிகழ்கின்றது. செல்லின் வேறு பொருள்களில் நிகழ்ந்தால் செல் அழிவு அல்லது வளர்ச்சியில் மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன. கதிர்வீச்சுகளில் முக்கியமானவை 1. X கதிர்கள் 2. ஐசோடோப்புகளிலிருந்து உண்டாகும் துகள்வடிவக் கதிர்வீச்சுகள் (α , β , நியூட்ரான் துகள்கள்) அல்லது மின் காந்தக் கதிர்வீச்சுகள் (காமா கதிர்கள், கால்டிக் கதிர்கள்) 3. புறஊதாக் கதிர்கள்.

X-கதிர்கள்: எல்லா உயிரினங்களிலும் இவை சடுதி மாற்றத்தை உண்டுபண்ணுகின்றன. சடுதி மாற்றத்தின் நிகழ் விரைவு X-கதிர்வீச்சின் அளவைப் பொறுத்தது. இது ரோன்ட்ஜன் அலகுகளால் (Rontgen Units-r) குறிக்கப்படுவது ரோன்ட்ஜன் அளவு ஒரே மாதிரியாக இருந்தால் எல்லா X-கதிர்களும் சம எண்ணிக்கையுள்ள சடுதி மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன. X-கதிர்வீச்சின் விளைவு வெப்பத்தினாலும் வேதிப் பொருள்களினாலும் ஏற்படும் விளைவுகளைப் போன்றதே. பெரும்பாலான சடுதி மாற்றங்கள் சிதை விளைவையே உண்டுபண்ணுகின்றன. எனவே செல்கள் அதிகரித்தால் அதிக அளவில் அழிவுகளை ஏற்படும், குரோமோசோம்களில் அதிக அளவு காரங்களை உண்டுபண்ணும் காரணிகளில் X-கதிர்களே மிக முக்கியமானவை.

புற ஊதாக்கதிர்கள்: X-கதிர்களைவிட அதிக அலைநீளம் கொண்டவை. எனவே குறைந்த ஆற்றலையே பெற்றுள்ளன. இவை எல்லா உயிரினங்களிலும் சடுதிமாற்றத்தை ஏற்படுத்துவதில்லை. மனிதன் மற்றும் விலங்கினங்களின் பால்கெல்களை இவை பாதிப்பதில்லை. ஏதாவது இவற்றில் சடுதி மாற்றம் ஏற்படுத்தவில்லை. பரீட்சையா போன்ற நுண்உயிரிகளில் இது அதிகம் சடுதி மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. X-கதிர் வீச்சைப்போலவே புற ஊதாக்கதிர்களும் ஜீன் சடுதி மாற்றத்தையும் குரோமோசோம் சடுதிமாற்றத்தையும் உண்டாக்கின்றன. புற ஊதாக்கதிர்கள் தோற்றுவிக்கும் சடுதிமாற்றங்கள், தான் தோன்றிச் சடுதி மாற்றங்களை ஒத்துள்ளன என ஸ்டேட்லர் (Stadler) கண்டறிந்துள்ளார்.

சடுதி மாற்றவேதிப் பொருள்கள்

சடுதி மாற்றத்தை தூண்டக் கூடிய வேதிப் பொருள்களில் முக்கியமானவை வில பின் வருமாறு.

வாயுப்பொருள்கள்: கடுகு வாயு, நைட்ரஜன் வாயுக்கள்

நாவர எண்ணெய்கள்: கடுகு மற்றும் கால்டர் எண்ணெய்

அல்கலாய்டுகள்: கால்சீசின், கெலிடமைன் (Chelidamine) ஹோமோகெலிடமைன், மீதாக்கிளி கெலிடமைன், நார்கேர்டைன், ஸைஃபானிலமைடு, ஸைஃபாபைரிடின்

வளர்ச்சிப்பொருள்கள்: ஹலோபுராபில்பினைல் கார்ப்ரேட், ஆஃபா நாப்தலீன், ஃபினைல் அலிடிக் அமிலம்

பூச்சி கொல்லிகள்: பென்லின் ஹெக்சாகுளோரைடு, DDT

இவை தவிர 5-புரோமோபுராசில், 2-அமினோ பியூரின், காஃபின் போன்ற வேதிப்பொருள்கள் DNA இரட்டிப்பை பாதிப்பதன் மூலம் சடுதி மாற்றத்தை தூண்டுகின்றன. சடுதி மாற்றத்தை உண்டாக்கும் வேதிப்பொருள்கள் கீழ்க்கண்ட சில வரம்பிற்கு உட்பட்டவை 1. அனைத்தும் சம அளவில் சடுதி மாற்றத்தை உண்டாக்குவதில்லை. 2. நியூக்ளேசில் சடுதி மாற்ற விளைவை ஏற்படுத்துவதற்கு முன்னால் அவை எல்டோபினாஸ்தின் வழியாக திபூக்னியை அடைய வேண்டும். சில இரசாயனப் பொருள்கள் ஸைடேர்பினாஸ்திவையே அழிவுகின்றன.

வெப்பம்: வெப்பம் இரசாயனக் கிரியைகளை துரிதப்படுத்துவதால், வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது சடுதி மாற்ற வீதம் அதிகரிக்க வாய்ப்புண்டு. வெப்பநிலையை திடீர் திடீரென மாற்றி வெப்ப அதிர்வை விளைவிப்பதால் சடுதி மாற்றத்தை உண்டாக்க முடியும். இருப்பினும் வெப்பக் காரணியால் ஏற்படும் சடுதி மாற்ற விளை மிகமிகக் குறைவே.

சடுதி மாற்றக் காரணிகளால் DNA மூலக்கூறில் விளையும் மாற்றங்கள்:

DNA வின் பியூரின் காரங்கள் கதிர் வீச்சினால் அதிகம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் பிரமிடின் காரங்கள் கதிர் வீச்சினையே அதிகம் உணரும் திறன் கொண்டவை. அதிகச் செறிவில் தரப்படும் அயனியாக்க கதிர்வீச்சு, தைமின், யூராசில் மற்றும் சைடோசின் காரங்களை கிளர்த்தலுக்கு உள்ளாக்குகின்றன. DNA வின் ஒரு பாலிநியூக்ளியோடைடு சங்கிலியில் இவ்வாறு தோன்றும் கிளர்த்தப்பட்ட காரங்கள் அடுத்தடுத்து இருக்குமாயின் அவைகளுக்கிடையே சுகப்பிணைப்பு தோன்றி டைமர்கள் உண்டாகின்றன. புற ஊதாக்கதிர்கள் தைமின் டைமர்கள் அதிகம் உருவாதலைத் தூண்டுகின்றன. இதனால் காரங்களில் இயல்பான ஜோடி சேரும் முறை பாதிக்கப்பட்டு சடுதி மாற்றங்கள் விளைகிறது.

அயனியாக்கக் கதிர்வீச்சு DNA வில் டிபாலிமரைசேஷன் நிகழ்ச்சியை உண்டாக்கலாம். இதனால் DNA இரட்டிப்பு தடைப்படுகிறது. DNA சிதைவின் தன்மை மற்றும் சிதைவின் அளவியைப் பொறுத்து ஜீனோமின் முழு மறு மாற்றம் தோன்றுதல் உள்ளது. DNA வின் இரு சங்கிலித்தொடர்களுக்கிடையே உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு துண்டிக்கப்பட்டு, ஒரு நைட்ரஜன் காரம் நீக்கப்படலாம், அல்லது சேர்க்கப்படலாம், அல்லது மாற்றி அமைக்கப்படலாம். இவை முறையே பற்றாக்குறை சடுதி மாற்றம், இடைச் செருகுச் சடுதிமாற்றம், பதில் மாற்றுச் சடுதிமாற்றம் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பதில் மாற்றுச் சடுதி மாற்றத்தில் ஒரு காரம் மற்றொன்றினால் மாற்றப்படுதல் கீழ்க்கண்ட மூன்று விதங்களில் நிகழ்கிறது.

1. டாலோ மெரைசேஷன் (Tautomerization)

வழக்கமாக DNA மூலக்கூறில் காரங்களின் ஜோடி அமைவு A—T, C—G எனவுள்ளது. இந்த ஜோடி அமைவு மாறி அமைவுமேயானால் அதற்கு டாலோமெரிக் மாற்றம் என்று பெயர்.

இயல்பான நைட்ரஜன் காரத்தில் எலக்ட்ரான்கள், புரோடான் கள் மாற்றப்படும் போது அவற்றின் NH_3 தொகுப்புகள், NH தொகுப்புகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இதனால் இக்காரங்கள் இயல்பான ஜோடிசேரும் தன்மையை இழக்கின்றன. அதாவது A-T ஜோடி அமைவிற்குப் பதிலாக A-C ஜோடி அமைவு ஏற்படுகிறது. இப்பிழைகளின் காரணமாக mRNA உருவாக்கம் தடைப்பட்டு சடுதிமாற்றம் நிகழ்கிறது.

2. டிஅமைனேஷன் (Deamination)

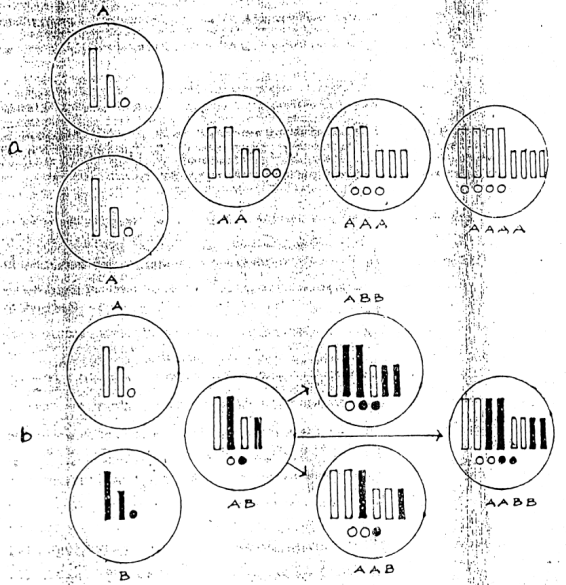
நைட்ரஸ் அமிலம் போன்ற வேதிப் பொருள்கள் அடினின், டைடொசின் போன்ற காரங்களிலிருந்து அறினோர் தொகுப்புகளையே அகற்றி விடுகின்றன. இதற்கு டிஅமைனேஷன் என்று பெயர். இதன் விளைவாக முடிவில் காரங்களின் ஜோடி அமைவு மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது.

3. காரமாற்றிகள்

சில வேதிப் பொருள்கள் DNA வின் காரங்களின் வேதி அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. இவைகளை கார மாற்றிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக 5-புரோமோ யூரேசில் (5-BU) என்ற காரம் இயல்பான தைமினை ஒத்திருக்கிறது. இந்த வேதிப் பொருள் அளிக்கப்படும் போது DNA வின் தைமின் காரங்கள் அனைத்தும் இந்த 5BU என்ற காரத்திலால் மாற்றி அமைக்கப்பட்டு விடுகிறது. தைமினை கொண்ட DNA வை பெற்ற குரோமோசோம்களை விட 5BU பொருளை பெற்ற குரோமோசோம்கள் அதிக அளவில் சடுதி மாற்றங்களுக்கு உட்படுகின்றன. 5BU இருப்பதால் வழக்கத்திற்கு மாறாக mRNA உற்பத்தி நிகழ்வதே இதற்குக் காரணமாகவுள்ளது.

17. பன்மயமும் அதன் முக்கியத்துவமும் (Polyploidy and its importance)

உயிரினத்தின் அடிப்படை குரோமோசோம் எண்ணிக்கையான ஜீனோம் (n) சமமாக பெருக்கமடைந்தால், அந்நிகழ்ச்சிக்கு யூப்ளாய்டி (Euploidy) என்று பெயர். இரண்டிற்கு மேற்பட்ட ஜீனோம் தொகுப்புகள் உண்டாகும் வகையில் ஜீனோம்



பன்மயங்கள் : a- தற்பல்மயங்கள் b- வேற்றுப்பன்மயங்கள் (ஜீனோம் - 3, 2n = 6, 3n = 9, 4n = 12)

பெருக்கமடைந்தால் அதற்கு பன்மயமாதல் (Polyploidy) என்று பெயர். இது பொதுவாக தாவரங்களிலே அதிகம் நிகழ்கிறது. விவசாயங்களில் அரிது.

இரண்டிற்கு மேற்பட்ட ஜீனோம் தொகுப்புகளில் குரோமசோம்களைப் பெற்ற தாவரங்கள் பாலிபிளாய்டுகள் (Polyploids) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அடிப்படையில் பன்மயம் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. தற்பன்மயம் (Auto Polyploidy): தற்கல்வி அடையும் தாவரத்தில் ஜீனோம் அல்லது ஒரே வகை சிற்றனத்திலிருந்து வந்த ஒத்த ஜீனோம் சிராகப் பெருகுவதால் ஏற்படும் பன்மயத்திற்கு தற்பன்மயம் என்று பெயர் (படம்-27 a)

2. வேற்றுப் பன்மயம் (Allopolyploidy): வெவ்வேறு சிற்றினம் அல்லது பேரினத்திலிருந்து வந்த வெவ்வேறு வகை ஜீனோம் சிராகப் பெருகுவதால் ஏற்படும் பன்மயத்திற்கு வேற்றுப் பன்மயம் என்று பெயர். இது கலப்புயிரிப் பயிரி முறையின் போது உண்டாகிறது. (படம்-27 b)

1. தற்பன்மயம்: இரண்டிற்கு மேற்பட்ட ஒத்த ஜீனோம் தொகுப்புகளை பெற்ற தாவரங்கள் தன்மயத் தாவரங்களாகும். இயற்கையில் இது பொதுவாக அதிகம் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் செயற்கை முறையில் தாவரங்களைத் தண்டி இந்த நிலையை அடையச் செய்யலாம். a) பகுப்பு நிலையில் இவற்றின் இயப்புகள்: டிப்ளாய்டு தாவரங்களின் மயாசில் பகுப்பின் போது ஒத்திசைவுக் குரோமசோம்கள் ஜோடி சேர்வது போலவே, ஆட்டோபாலி பிளாய்டு தாவரங்களிலும் சேர்கின்றன. ஒரே வகை பெற்றோர்களிடமிருந்து வந்த ஜீனோமின் குரோமசோம்கள் ஜோடி சேரும் நிகழ்ச்சிக்கு ஆட்டோ சின் டெசிஸ் என்று பெயர். ஆட்டோ பாலி பிளாய்டு தாவரங்களில் எல்லாம் இந் நிகழ்ச்சி மட்டுமே நிகழ்வதால் இத்தாவரங்களின் முதல் மயாசில் நிகழ்ச்சியின் போது ஒத்திசைவுக் குரோம சோம்கள் அருகமைவதால் மல்டிவாலெண்டுகள் (Multivalents) தோன்றுகின்றன. அருகமைந்த குரோம சோம்களுக்கிடையே குறுக்கேவதல் நடைபெறும் விதத்தைப்பொறுத்து, டெட்ரா வாலென்ட், டிரைவாலென்ட், பைவாலென்ட், மானோ வாலென்ட் ஆகிய பல்வேறு நிலைகளைக் கொண்ட மைய நிலைத் தட்டு தோன்றுகிறது. பிரிநிலையின் போது இவை சரிவர பிரிதல் அடையாமையால் குரோம சோம்கள் தள்ளிச்செ

யாக திருவங்களை அடைந்து இயல்பிற்கு மாறான ஸ்போர்சுள் தோன்றுகின்றன. எனவே தான் ஆட்டோ பாலிபிளாய்டு தாவரங்கள் வளமற்றவைகளாக உள்ளன. பெரும்பாலும் ஆட்டோ டிப்ளாய்டு தாவரங்களே வளமற்றவையாகவுள்ளன. ஆனால் ஆட்டோ டெட்ராபிளாய்டு தாவரங்களில் டெட்ராவாலெண்டுகள் தோன்றி பிரிநிலையின் போது இரண்டாக குரோமசோம்கள் பிரிவுற்று வளமற்ற டிப்ளாய்டு ஸ்போர்கள் தோன்றலாம். எனவே டிப்ளாய்டு கேமீட்டுகளை பின்னர் இவை உண்டாக்கி வளமான தாவரங்களாக விளங்குகின்றன.

தற்பன்மயங்கள் தோன்றும் விதம்

இருமயத்தாவரங்களின் உடல் செல்லின் இருமய குரோமசோம்கள் இரட்டிப்பதால் ஆட்டோ டெட்ராபிளாய்டுகள் தோன்றுகின்றன. இந்த இரட்டிப்பு ஸைகோட்டின் முதல் மைட்டாசில் பகுப்பின் போது நிகழ்கிறது. சில சமயம் மயாசில் பகுப்பு நிகழாமல் தோன்றும் இரு 2n கேமீட்டுகளின் இணைவினால் டெட்ராபிளாய்டுகள் தோன்றலாம்.

டிப்ளாய்டு தாவரங்களில் குன்றல் பகுப்பு நிகழ்ந்து தோன்றும் ஹாப்ளாய்டு கேமீட்டும், குன்றல் பகுப்பு நிகழாமல் தோன்றும் டிப்ளாய்டு கேமீட்டும் இணைவதால் ஆட்டோ டிப்ளாய்டுகள் தோன்றுகின்றன. அல்லது ஆட்டோ டெட்ராபிளாய்டு தாவரத்திலிருந்து வந்த 2n கேமீட்டும், டிப்ளாய்டு தாவரத்திலிருந்து வந்த n-கேமீட்டும் இணைவதால் இவை தோன்றலாம்.

11. வேற்றுப் பன்மயங்கள்

மரபுவழியில் மாறப்பட்ட இரு தாவரங்களின் கலவிக்குப் பிறகு உண்டாகிய பன்மயங்களுக்கு வேற்றுப் பன்மயங்கள் என்று பெயர். இத்தகைய பன்மயத்தாவரங்கள் தொடர்புடைய அல்லது தொடர்பற்ற தாவரங்களைப் கலந்து உண்டாகியவைகளாக இருக்கலாம். எனவே ஆல்போ பாலி பிளாய்டுகள் இரு பேரினங்களுக்கிடையே உண்டாகிய கலவி யினால் ஏற்படலாம் அல்லது ஒரே பேரினத்தைச் சேர்ந்த இரு சிற்றினங்களுக்கிடையே உண்டாகிய கலவியினால் ஏற்படலாம். இயற்கையில் காணப்படும் பெரும்பாலான பன்மயத் தாவரங்கள் வேற்றுப் பன்மய முறையினால் உண்டானவை யாகும்.

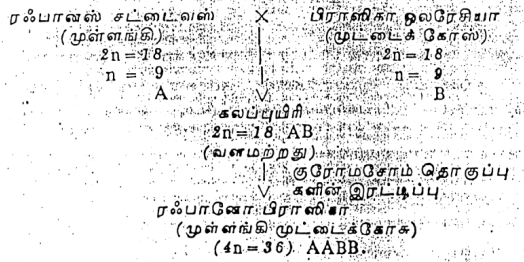
a) அலீலோ டெட்ராபிளாய்டுகள்.

மரபியல் பண்புகளில் ஒற்றுமையல்லாத இரு இருமய இனங்கள் கலந்து உண்டாகிய கலப்புயிரியில் குன்றல் பகுப்பு

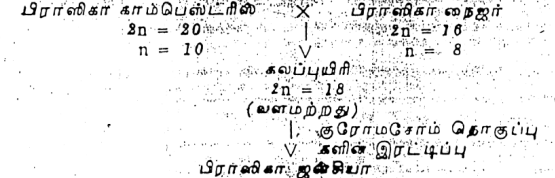
பின்போது, குரோமோசோம்கள் ஜோடி ஜோடி இயலாமையினால் ஒற்றை குரோமோசோம்கள் உண்டாகி வளமின்மை ஏற்படுகிறது. கலப்புயிரின் இந்த குரோமோசோம்களை இரட்டிப்படைய ஒத்திசைவுக் குரோமோசோம்கள் ஏற்பட்டு, மயாசில் பகுப்பின்போது தற்ஜோடி (ஆட்டோசிண்டிரி) சிசுந் து இயல்பான பைவால்லிடுகள் தோன்றி, வளத்தன்மை ஏற்படுகிறது. இத்தகைய தாவரங்கள் டெட்ராபிளாய்டுகள் அல்லது ஆம்பிபிடிப்லாய்டுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

இரு பேரினக் கலப்பால் தோன்றிய அல்லோ டெட்ராபிளாய்டு

ரஷ்ய நாட்டு விஞ்ஞானி ஒருவர் முள்ளங்கித் தாவரத்தையும்; முட்டைக்கோசுத் தாவரத்தையும் செயற்கை முறையில் கலந்து உண்டாக்கிய முள்ளங்கி முட்டைக்கோசு (Rephano brassica) இதற்கு சிறந்த உதாரணமாகும்.



இரு சிற்றினக் கலப்பினால் தோன்றிய அல்லோ டெட்ராபிளாய்டு

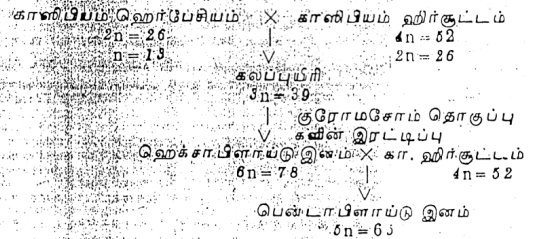


இவை ஹைட்ரஜிக் கண்ட புதிப வகைகள் அல்லோ டெட்ராபிளாய்டுகளாக உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன. 1. காஸிபியம் ஹிர்கூட்டம்: காஸிபியம் அனோ-மாலம் என்ற இந்நியப் பகுத்தியும் காஸிபியம் ரெய்மான்சு என்ற அமெரிக்கப் பகுத்தியும் கலவி செய்யப்பட்டு உருவானது. 2. திக்கோடியானாட்

பாக்கம்: இது நி. டொமெண்டோசா மற்றும் நி. சிவ்வெஸ்ட்-ரிஸி என்ற இரு சிற்றினங்களின் கலப்பினால் தோன்றியது. 3. டிரிடிசேல்: இது டிரிடிசேல் வல்சேர் என்ற கோதுமை தாவரமும் சிகேல் சிரேல் என்ற ரை தாவரமும் கலவி செய்யப்பட்டு உருவானது. சொர்க்கம் ஆலம் மற்றும் ரோஜா, பெபாவர் போன்றவற்றின் சில சிற்றினங்கள் மற்ற உதாரணங்களாகும்.

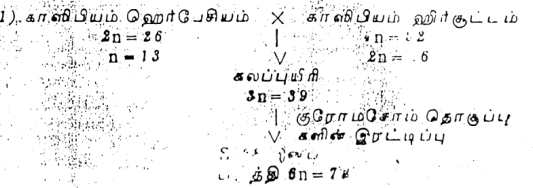
5) அல்லோ பெண்டாபிளாய்டுகள் (Allopentaploids)

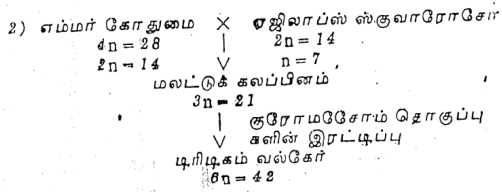
அரிதாக இனங்கும் இதரவரங்கள் ஐந்து குரோமோசோம் தொகுதிகளைக் கொண்டவை. செயற்கை முறையில் உண்டாக்கப்படுகின்றன. ஒரு ஹெக்சாபிளாய்டு பகுத்தித் தாவரத்தையும்; ஒரு டெட்ராபிளாய்டு பகுத்தித் தாவரத்தையும் கலந்து உருவாக்கப்பட்ட BC-201 என்ற வகைப் பகுத்தி இதற்குச் சிறந்த உதாரணமாகும்.



c) அல்லோ ஹெக்சாபிளாய்டுகள் (Allohexaploids)

மும்மயத் தாவரங்களின் (3n) குரோமோசோம் தொகுதிகள் இரட்டிப்படையச் செய்வதால் இவை உண்டாக்கப்படுகின்றன. S-28 என்ற ஒருவகை பகுத்தி இனமும், தற்காலத்தில் பயிரிடப்பட்டு வரும் கோதுமைத் தாவரமாய் டிரிடிசேல் வல்சேர் தாவரமும் இதற்கு உதாரணமாகும்.



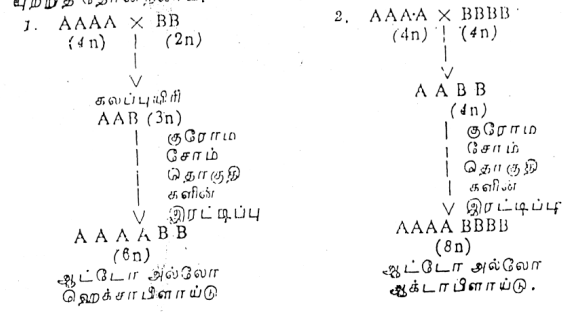


III பகுதி வேற்றுப் பன்மயங்கள் (Segmental Polyploids)

பொதுவாக அல்லோ டெட்ராபிளாய்டுகளில் மயாசிஸ் பகுப்பின் போது ஆட்டோசின் டெசிஸ், அதாவது ஒத்த ஜீனோம்களின் குரோமசோம்களுக்கிடையே ஜோடி சேருதல் நடைபெறுகிறது. இதனால் பைவாலண்டுகள் மட்டுமே தோன்றுகின்றன. ஆனால் சில அல்லோ டெட்ராபிளாய்டுகளில் மயாசிஸ் பகுப்பின் போது அல்லோசின் டெசிஸ் அதாவது இரு வேறு ஜீனோம்களின் குரோமசோம்கள் ஜோடி சேரின்றன. இதனால் டெட்ராவாலெண்டுகளும் பைவாலண்டுகளும் உண்டாகின்றன. இவைகளுக்கு பகுதி வேற்றுப் பன்மயங்கள் என்று பெயர். பிரிமுலா கிரிவென்சில் என்ற ஒரு தாவரம் இதற்கு உதாரணமாகும்.

IV தன்வேற்றுப் பன்மயங்கள் (Auto allo polyploids)

இதை மிகக் கிண்கலான பன்மயங்கள். மிக அரிதாகத் தோன்றுகின்றன. ஆட்டோ டெட்ராபிளாய்டு தாவரம் ஒன்றும் கலவிபுற்றுத் தோன்றலாம் அல்லது மரபியல் பண்புகளில் வேறுபட்ட இரு ஆட்டோ டெட்ராபிளாய்டுகள் கலவிபுற்றுத் தோன்றலாம்.

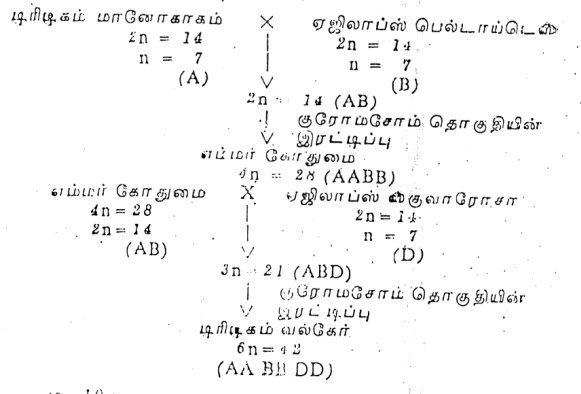


V இரண்டாம் நிலைப் பன்மயங்கள் (Secondary polyploids)

சில தாவரங்களில் முறைகேடான செல் பகுப்பினால் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமசோம்கள் இருமய குரோமசோம்களுடன் சேர்க்கப்பட்டு அனுபிளாய்டுகள் தோன்றுகின்றன. இப்புதிய குரோமசோமிற்கு அதனை ஒத்த குரோமசோம் காணப்படமாட்டாது. இத்தகைய, சமநிலையற்ற குரோமசோம்களைப் பெற்ற அனுபிளாய்டு தாவரங்களின் ஜீனோம் இரட்டிப்படைவதால் உண்டாகும் பன்மயங்களுக்கு இரண்டாம் நிலை பன்மயங்கள் என்று பெயர். ஆப்பிள் பேரி ஆகிய தாவரங்களில் இந்நிலை காணப்படுவது கண்டறி யப்பட்டுள்ளது.

பகிர்பெருக்கத்தில் பன்மயத்தின் பங்கு

பயிர்களை மேம்படுத்தலில் தற்பன்மய முறையைவிட வேற்றுப்பன்மய முறை மிக முக்கியமானது. நாம் பயிரிடும் பல தாவரங்கள் பன்மய முறையில் ஏற்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் உருளைக்கிழங்கு, சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு, வாழைப்பழம், நிலக்கடலை, காபி தாவரங்கள் முதலியவை தற்பன்மய முறையினால் உண்டானவை. கோதுமை, கரும்பு, ஓட்ஸ், பருத்தி, புகையிலை முதலியவை வேற்றுப் பன்மய முறையினால் ஏற்பட்டவை. உதாரணமாக நாம் பயன்படுத்தி வரும் கோதுமை தாவரத்தின் (டிரிபுக் வல்கேர்) இருமய குரோமசோம் எண்ணிக்கை 42-ஆகும். ஆனால் உண்மையில் இது ஒரு அல்லோ ஹெக்சாபிளாய்டு (6n) என்பதை அதன் தோற்ற முறையின்குந்து நாம் அறியலாம்.



பன்மய முறையினால் பல புதிய பாயிரங்களை, பல அறிஞர்கள் உருவாக்கியுள்ளனர். உதாரணமாக முள்ளங்கியும், முட்டைக் கோசும் கலந்து பன்மய முறையினால் முள்ளங்கி முட்டைக் கோசு என்ற புதிய இனம் உண்டாக்கப்பட்டது. அதேபோல் ரை தாவரமும், கோதுமை தாவரமும் கலக்கப் பெற்று ரை கோதுமை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

சிகேள் சேரல் X டிரிடிகம் வல்சை
 $2n = 14$ | $2n = 42$
 $n = 7$ V $n = 21$
 $2n = 28$
 | குரோமோசோம் தொகுதிகளின்
 V இரட்டிப்பு
 $4n = 56$
 டிரிடிகல் (ரைகோதுமை)

சிலபயிரினங்களுக்கிடையே கலப்புறிகளும்போது, அதனால் உண்டாகிய கலப்பினம் வளமில்லாததாகக் காணப்படும். இக் கலப்பினத்தின் குரோமோசோம் தொகுப்புகளை இரட்டிப்படையச் செய்து வேற்றுப் பன்மயமாக்கினால், அது வளமுடைய கலப்பினமாகிறது. எனவே கலப்புயிரிப் பயிரி முறையால் ஏற்படும் வளமில்லாத தன்மையை நீக்கச் சிறந்த வழி பன்மய முறை ஒன்றுதான்.

வேற்றுப் பன்மய முறையினால் கலப்புற இயலாத இனங்களைக்கூட கலந்துபயனுள்ள புதிய இனங்களை பெறமுடியும். உதாரணமாக ஆசியப்பருத்தி வகையும் அமெரிக்கப் பருத்தி வகையும் இயல்பாகக் கலப்பதில்லை. ஆனால் ஆசியப் பருத்தியை மற்றொரு ஒத்த இனத்துடன் கலப்பி செய்து அல்லோ டெட்ராபிளாய்டாக மாற்றி பிறகு அமெரிக்கப் பருத்தியுடன் கலந்தால் எளிதில் கலவியடைகிறது.

கலப்புயிரி விரியும் இருமயத் தாவரங்களில் உள்ளதை விடப் பன்மயத்தாவரங்களில் அதிகமாகவுள்ளது.

இருமயங்களில் உள்ளதைவிட பன்மயங்களில் அதிகமான எலக்ட்ரிகல்கையில் ஜின்கள் இருத்தலினால் சூடுதி மாற்றம் அதிகமாக ஏற்பட வழிஉண்டு. இதனால் வேறுபாடு மிகுந்த புதிய இனங்கள் உண்டாகும்.

இமை விளைவிக்கும் சூடுதி மாற்றமாக இருந்தால் அது உடனே இருமயங்களின் சந்ததிகளில் காணப்படும். ஆனால் பன்மயங்களில் உபரி ஜின்கள் காணப்படுவதால் தீங்கிழைக்கும் சூடுதி மாற்றங்களோடு கூடிய ஜின்களை, ஏனைய இயல்பான ஜின்கள், அப்பண்புகள் வெளிப்படாதபாறு மறைத்து

யிடும். எனவே தேர்வு மதிப்பினை உயர்த்து பரிணாமத்திற்கு பன்மயம் உதவுகிறது.

யொதுவாக தற்பன்மயங்கள் தாவர உறுப்புகளின் பேருருவத்திற்கு வழிவகுக்கின்றன. உதாரணமாக ஆட்டோ டெட்ராபிளாய்டு வகை சம்பு, பேருருவத் தன்மை, பல்லாண்டு வாழும் தன்மை, வறட்சி மற்றும் துருநோய் எதிர்ப்புத் திறன் ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளது.

ஆட்டோ டெட்ராபிளாய்டு தாவரங்களின் விதைகளற்றவை, இப்பண்பினை ஆப்பிள், வாழை, திராட்சை, ஆரஞ்சு முதலியவைகளில் விதைகளற்ற பழங்களை உண்டாக்குவதில் பயன்படுத்தலாம். விதைகளைத் தவிர்க்கும் மற்ற தாவர உறுப்புகளுக்காகப் பயிரிடப்படும் தாவரங்களில் மும்மயப் பயிர்கள் சிறந்த பலனைத் தருகின்றன. உதாரணமாக மும்மயப் பீட்டுட், பருமனிலும் சர்க்கரை சத்திலும் இருமய பீட்டுட்டை விடச் சிறந்து விளங்குகிறது.

பன்மயங்களில் செயலியல் பண்புகள் மாறு படுவதால் இவை இருமயங்களைவிட உலகின் பல பருதிகளில் விரிவாக காணப்படுகின்றன.

18. ஸைட்டோபிளாஸு மரபுவழி- நியூக்ளியஸ் சாராத பாரம்பரியம்

(Cytoplasmic inheritance or Extra Nuclear inheritance)

உயிரினங்களின் பெரும்பாலான புறத் தோற்றப் பண்புகள், அவற்றின் குரோமோசோம்களில் உள்ள ஜீன்களின் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே செல் பகுப்பில் ஸைட்டோபிளாஸம் பகிர்ந்து கொள்ளப் படுவதை விட குரோமோசோம் பகிர்ந்துகொள்ளப்படுவது மிக முக்கியமானது. அதாவது நியூக்ளியஸ் பொருளைக் காட்டிலும் அதிக அளவு ஸைட்டோபிளாஸம் ஒரு செல்லில் இருந்த போதிலும் மரபுத் தொடரை நிர்ணயிப்பதில் ஸைட்டோபிளாஸம் முக்கியத்துவம் அற்றதாக உள்ளது என இது நான்வரை கருதப்பட்டு வந்தது. இருப்பினும் உயிரினங்களின் சில புறத்தோற்றப் பண்புகள் வெளிப்படுவது ஜீன் ஸைட்டோபிளாஸம் உறவின அடிப்படையில் உள்ளதாக தற்காலத்தில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. நியூக்ளியஸில் உள்ள ஜீன்கள் நொதிகளைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம் ஒரு செல்லில் உயிரும் வேதிக்கிரமிகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இருப்பினும் ஸைட்டோபிளாஸமே ஜீன் இயக்கத்திற்கு தகுந்த தளப் பொருள்களைக் கொடுத்து உதவுகிறது. பார்க்கப் போனால் ஜீன் செயலுக்கு ஸைட்டோபிளாஸம் வரம்பிடுகிறது என்று கூடக் கூறலாம். சில தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் ஸைட்டோபிளாஸத்தில் காணப்படும் சில துகள்கள் அவ்வுயிரினத்தின் சில பண்புகள் மரபுவழி அடைதலை நிர்ணயிக்கின்றன. இவை பிளாஸ்மோ ஜீன்கள் (Plasmogones) எனப்படுகின்றன. சில உயிரினங்களில், நியூக்ளியார் ஜீன்களும், பிளாஸ்மோ ஜீன்களும் கூட்டுச் செயல் புரிவதன் மூலம் சில பண்புகள் வெளிப்படுகின்றன. சில உயிரினங்களில் செயல் பரிசோதனைகளும் ஆராய்ச்சிகளும் இதற்கு ஆதாரமாகவுள்ளது. அவை பின்வருமாறு:

1. அசிடோபுலேரியாசிடா (Acetabularia) செய்த சோதனைகள்

ஒரு அங்குல உயரத்திற்கு வளரும் இப்பச்சை பாசி, ஒரு காம்பு போன்ற அமைப்பையும் அதன் நுனியில் ஒரு தொப்பி போன்ற அமைப்பையும் கொண்டுள்ளது. நியூக்ளியஸ் ஸைட்டோபிளாஸத்தை கட்டுப்படுத்துவதையும் ஆராய்ந்து பார்க்க இது ஒரு சிறந்த தாவரமாகும். இத்தாவரத்தில் வானப்படும் மேக்கண்ட சில பண்புகள் இந்த ஆய்விற்கு உதவும் விதத்தில் அமைந்துள்ளன.

1. தாவரத்தின் ஒன்றை நியூக்ளியஸ் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலேயே அமைந்திருக்கும்.

2. சிற்றினத்திற்குத் தக்கவாறு தொப்பியின் அமைப்பு வேறுபட்டிருக்கிறது.

3. தொப்பிப் பகுதி முதிர்ச்சியடைந்த பின்னரே அதாவது இனப் பெருக்க காலத்தில் மட்டுமே, தாவரத்தின் ஒன்றை நியூக்ளியஸ் பகுப்படைகிறது.

4. இழந்த தனது உறுப்பைத் திரும்ப உற்பத்தி செய்து கொள்ளும் திறனை தாவரம் பெற்றுள்ளது.

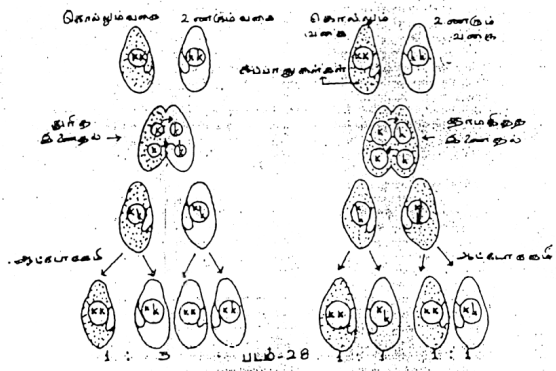
ஆய்வுகளிலிருந்து கண்ட உண்மைகள் பின்வருமாறு: தாவரத்தின் நியூக்ளியஸ் பரவுதல் அடையும் ஒரு பொருளை (mRNA) உற்பத்தி செய்கிறது. இந்தப் பொருள்களின் மூலம் அனுப்பப்படும் செய்தி அது செல்லும் இடத்திற்குத் தகுந்த வாறு வேறுபடுகிறது. அதற்கேற்ப தாவரத்தின் உறுப்புகள் தோன்றுகின்றன. உதாரணமாக காம்பின் நுனியை அடையும் போது அங்கு தொப்பி உறுப்பு தோன்றுதலைத் தீர்மானிக்கிறது. ஆனால் காம்பின் அடியை அடையும் போது அங்கு வேர்கள் (Rhizoids) உண்டாவதைத் தீர்மானிக்கிறது. ஒரு சிற்றினத்தின் நியூக்ளியஸ் நீக்கப்பட்டு அதனுள் மற்றொரு சிற்றினத்தின் நியூக்ளியஸ் வைக்கப்பட்டு போது நியூக்ளியஸ் எந்தச் சிற்றினத்திலிருந்து வந்ததோ அதன் தொப்பி உருவாகிறது. நியூக்ளியஸ் நீக்கப்பட்ட சிற்றினத்தில் ஏற்கனவே போதுமாவ அளவு, பரவுதலடையும் அந்தப் பொருள் இருக்குமேயானால் புதிய நியூக்ளியஸ் வைக்கப்பட்ட பிறகு இரு சிற்றினங்களின் தொப்பிப் பண்புகளும் வெளிப்படுகின்றன. இதிலிருந்து நியூக்ளியஸின் பணி தெளிவாகப் புலப்படுகிறது.

தாவரத்தின் நியூக்ளியஸ், தொப்பி நன்கு வளர்ந்து இன உறுப்புகள் தோன்றும் சமயத்தில் மட்டுமே பகுப்படையத் தொடங்குகிறது. இருப்பினும் இவ்ந்தாவர செல்லின் தொப்பியை நீக்கி விட்டு முதிர்ச்சி அடைந்த தொப்பியைப் பொருத்தும் போது இனம் செல்லாக இருந்த போதிலும் நியூக்ளியஸ் பகுப்படையத் தொடங்குகிறது. இதற்குக் காரணம், இணைக்கப்பட்ட தொப்பியின் ஸைட்டோபிளாஸத்திலிருக்கும் ஏதோ ஒரு காரணியேயாகும். இது நியூக்ளியஸ் பகுப்பிற்கான செய்தியை எப்படி அளிக்கிறது என்பது தெரியவில்லை. ஆனால் பண்பை நிர்ணயிப்பதில் ஸைட்டோபிளாஸமும் பங்கு கொள்கிறது என்பது இதிலிருந்து புலனாகிறது.

2. பாராமேசியத்தில் செய்த சோதனை

பாராமேசியத்தில் இரு இனக் கூறுகள் (strains) உள்ளன. 1. கொல்லும் இனக்கூறு (Killer strain) 2. உணரும் இனக்கூறு (Sensitive Strain) கொல்லும் இனக்கூறின் செல் சைடோபிளாஸத்தில் DNA துகள்கள் காணப்படுகின்றன. இவை களுக்கு உப்பா துகள்கள் என்று பெயர். ஆனால் உணரும் வகையில் இவை இருப்பதில்லை. கொல்லும் இனக்கூறு நீரிற் பாரா அந்நீரில் வாழும் உணரும் இனக்கூறுகளை வளிக்காவிடும்.

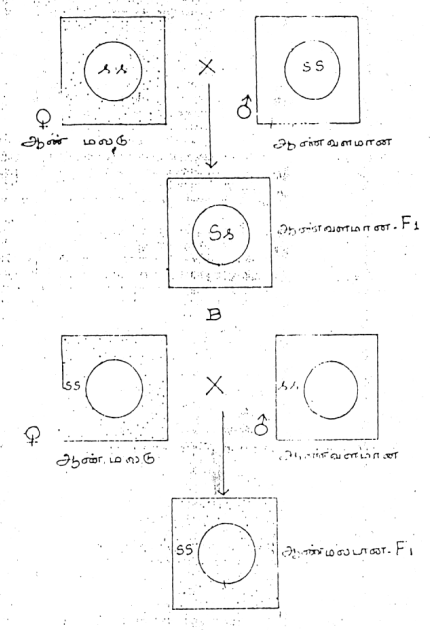
கொல்லும் இலக்குமில் கப்பா துகள் நினைத்திருப்பதை
கேள்வியாக நினைக்கிறார் ஜீன் தீர்மானிக்கிறது. எனவே உயிரினம்
கப்பாத்துக்களின் KK என்ற ஜீன் ஆக்கத்தையோ அல்லது
KK என்ற ஜீன் ஆக்கத்தையோ பெற்றிருக்கும் போது அது
கொல்லும் இலக்குமாகத் திகழ்கிறது எனவே நியூக்ளியார்
ஜீனும் பிளாஸ்மோ ஜீனும் சேர்ந்து மரபுப்பண்பை தீர்மானிக்க
கின்றன. K என்ற ஒன்று ஜீன் இல்லாத கப்பாத்துக்கள் மட்
டும் இருந்தால், அத்துக்களின் தன்மை நிலை திராது. அது
உணரும் வகையாகிறது. (பட்டம்-28) கொல்லும் இலக்கு
திரும்பத்திரும்ப துரிதமாகச் சம்பினைவு அடையும் போது அது
உணரும் இலக்குமாக மாறுகிறது. காரணம் கப்பாத்துக்கள்
துரிதமாகப் பெருகும் செலவுக்குள் செல்லும் வகையில்
பெருக்கமடைவதில்லை. எனவே பிளாஸ்மோ தோன்றும் புதிய
வகைகளில் பெரும்பாலானவை உணரும் இலக்குகளாக
கின்றன.



ஸைட்டோபிளாஸ்மோ மரபு வழி : பாராமெசியத்தில் கப்பா
துகள் மரபுவழி அடைதல்

3. சோளத்தில் ஆண் மலட்டுத் தன்மை
சோளத்தின் மஞ்சரியில் ஆண் சிறு மலர்களும் பெண் சிறு
மலர்களும் தனித்தனியே காணப்படுகின்றன. இதில் ஆண்மலர்
கள் கருங்கிய மகரந்தப்பை கொண்டு மகரந்தமின்றி மலடா
கின்றன. இந்த ஆண்மலட்டுத் தன்மை நியூக்ளியார் ஜீன்
மூலமோ அல்லது ஸைட்டோபிளாஸ்தில் காணப்படும்
பிளாஸ்மோ ஜீன் மூலமோ ஏற்படுகிறது என்பது கண்டறியப்
பட்டிருக்கிறது. நியூக்ளியார் ஜீனாக இருந்தால் ஆண்மலட்டுத்
தன்மைக்கான ஜீன் ஒடுங்குஜீனாகவுள்ளது. (ss) எனவே ss-என்ற
ஜீன் ஆக்கமுடைய ஆண் மலட்டுத் தன்மை கொண்ட தாவரத்
தின் பெண் மலர்களின் சூலசமுடிக்கு ஆண் மலட்டுற்ற வேறொரு

தாவரத்தின் (ss) மகரந்தம் மாற்றப்படும் போது, அதன்
கிளைவாகத் தோன்றும் மகரந்த சந்ததிகளில் ஆண் மலட்டுத்
தன்மை நீக்கப்படுகிறது. (பட்டம்-29A) ஆனால் ஆண்மலட்டுத்
தன்மைக்கான ஜீன் பிளாஸ்மோ ஜீனாக இருந்தால் அது ஒங்கு
ஜீனாகவுள்ளது. (ss) எனவே ss-என்ற ஜீன் ஆக்கமுடைய
ஆண்மலட்டுத் தன்மை கொண்ட தாவரத்தின் பெண் மலர்
களின் சூலசமுடிக்கு ஆண்மலட்டுற்ற வேறொரு தாவரத்தின்
மகரந்தம் மாற்றப்பட்டு, அதன் விளைவாகத் தோன்றும்
மகரந்த சந்ததிகளில் ஆண் மலட்டுத் தன்மை நீக்கப்படுவ
தில்லை. ஆண் மலட்டுத் தாவரத்தின் அண்ட ஸைட்டோ
பிளாஸ்மோ மூலம் மலட்டுத் தன்மைக்கான பிளாஸ்மோ ஜீன்கள்
எடுத்துச் செல்லப்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும்.

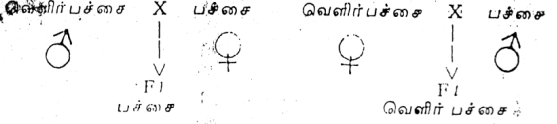


ஸைட்டோபிளாஸ்மோ மரபுவழி : சோளத்தில் ஆண் மலட்டுத்
தன்மை மரபுவழி அடைதல் A-நியூக்ளியார் ஜீன் மூலம் மரபு
வழி அடைதல் B-பிளாஸ்மோ ஜீன் மூலம் மரபுவழி அடைதல்.

தமிழ்நாடு
தேசிய கிணை
188 25

B6L-10

4. அய்யமந்தாரைத் தாவரத்தில் கணிகய்வின் மரபுவரு
மிராபிலிஸ்சிவரத்தின் வெளிர் பச்சைத் தாவரம்,
பச்சைத் தாவரம் என இரு வகைகளாக உள்ளன. வெளிர்-பச்சை
தாவரத்தின் மரபுத்தன்மை பச்சைத் தாவரத்தின் குலகமுடிக்கு
மாற்றினாலோ அல்லது பச்சைத் தாவரத்தின் மகரந்தத்தை
வெளிர் பச்சைத் தாவரத்திற்கு மாற்றினாலோ உண்டாகும்
மகவுச் சந்ததிகள் பெண்டின் கொள்கைப்படி ஒத்திருக்க
வேண்டும். ஆனால் இந்தவித எதிரிடைக் கலப்பு (Reciprocal
Cross) முறையில் தோன்றிய மகவுச் சந்ததிகள் பண்பில்
ஒத்திருப்பதில்லை. ஆனால் எந்தத்தாவரம் பெண் தாவரமாக
நிரூபிக்கப்படுகிறதோ அத்தாவரத்தின் பண்பே FI-இல்
புலப்படுகிறது.



எனவே வண்ணத்திற்குக் காரணம் பெண் தாவரத்தின்
அண்டத்திலிருந்தும் வரும் ஸைட்டோ பிளாஸ்டோ என்பது
இதிலிருந்து புலனாகிறது. மேலும் இந்த ஸைட்டோ பிளாஸ்டோ
மூலம் பசுங்கணிகம் எடுத்துச் செல்லப் படுவதின் அடிப்படையிலும்
இந்த மரபுவழி அமைந்துள்ளது. அதாவது பசுங்கணிகம்
நியூக்ளியஸ் சாராத பாய்பியத்தில் பங்கெடுத்துக் கொள்
கிறது. சில மிராபிலிஸ் தாவரங்களில் சில கிளைகள் பச்சை
வண்ணம் கொண்ட இலைகளையும் சில கிளைகள் பல
வண்ணத்திலிருந்து கொண்ட இலைகளையும் பெற்றுள்ளன.
இவை மூன்றில் ஏதாவது ஒரு கிளையின் மலரை பெண்
மலராகப் பாவித்து மற்ற கிளைகளின் மலர்களைவிடும் மகரந்
தங்களை எடுத்து மகரந்த சேர்க்கை அடையச் செய்ய
வேண்டும். எந்தக் கிளையின் மலரை பெண் மலராகப் பாவித்
தோமோ அந்தக் கிளையின் பண்பு மட்டுமே மகவுச் சந்ததி
களில் தோன்றிவை. எனவே அண்டத்தின் ஸைட்டோ பிளாஸ்டோ
தில் இருக்கும் பிளாஸ்டோ ஜின்களே பண்பை நிர்மாணிக்கிறது
என்பது இதிலிருந்து தெளிவாகப் புலனாகிறது.

ஸைட்டோபிளாஸ்ட் மரபு வழியை முதன் முறையாக
கண்டறிந்த காரென்ஸ் (Correns-1908) என்பவர் தான்
மிராபிலிஸ் தாவரத்தில் மேற்கூறிய சேர்தனைகளைச் செய்து
ஸைட்டோபிளாஸ்ட் மரபு வழியை நிரூபித்தார். கருவுற்று
பூப்பாய்வு ஸைக்கோட் உண்டாகும்போது விந்தைவிட
அண்டம் அதிக அளவு ஸைட்டோபிளாஸ்டத்தை கொண்டு வரு
கிறது. எனவேதான் நியூக்ளியஸ் சாராத ஸைட்டோபிளாஸ்ட்
மரபு வழி அடையும்போது பெற்றோர்களில் தாய் பண்புகள்
மட்டும் வெளிப்படுகிறது. ஸைட்டோபிளாஸ்டத்தில் காணப்
படும் பிளாஸ்டோ ஜின்களும் சுய இரட்டிப்பு அடையக்
கூடியவை. மேலும் சடுதி மாற்றம் அடையக் கூடியவை
என்பவைதற்காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உண்மைகளாகும்.