

அலகு - 6

- ஒரு இனக்கூட்டத்திலுள்ள ஒரு சிற்றினத்தின் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பண்புகளில் ஏற்படும். அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளுக்கு கடத்தப்படக்கூடிய மாற்றங்கள் பரிணாமம் எனப்படும். இன்றைய மனித இனத்தின் நிலை மூன்று வகைப் பரிணாம நிகழ்வுகளால் தோன்றியிருக்கலாம். அவையாவன – வேதிப்பரிணாமம், கரிமப் பரிணாமம் மற்றும் சமூக அல்லது பண்பாட்டுப் பரிணாமம்.
- கதிரியக்க முறையில் விண்கற்களை ஆய்வு செய்ததில், சூரியக்குடும்பம் மற்றும் பூமியின் வயது சுமார் 4.5 – 4.6 பில்லியன் ஆண்டுகள் என கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. புதிதாய்ப் பிறந்த பூமி சில நூறு மில்லியன் ஆண்டுகள் உயிரினங்கள் வாழத் தகுதியற்றதாக இருந்தது. அப்போது பூமி மிகுந்த வெப்பம் உடையதாக இருந்தது. இதற்குக் காரணம், குறுங்கோள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதி பூமியாக ஒன்றிணைந்த போது இக்கோளையே உருக்கக் கூடிய பெருமளவு வெப்பம் உமிழப்பட்டதே ஆகும். இறுதியாக, பூமியின் புறப்பரப்பு குளிர்ந்து திடமாகி மேற்பகுதி உருவானது. பூமியின் உட்பகுதியிலிருந்து வெளியேறிய நீராவி குளிர்ந்து பெருங்கடல்களாக மாறின. எனவே பூமியில் உயிரினத் தோற்றத்தினை மறைமுகச் சான்றுகளின் உதவியால் மறுகட்டமைக்க முடியும். உயிரியல் வல்லுனர்கள், வேறுபட்ட தகவல்களைச் சேகரித்து அவற்றை திகைப்பளி புதிரில் (Jig saw puzzle) துண்டுகள் ஒட்டுவது போல் ஒன்றிணைக்கின்றனர். உயிர் தோன்றல் குறித்த பல்வேறு கோட்பாடுகள் முன்வைக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் சில இப்பாடத்தில் விளக்கப்படுகின்றன.

உயிரினத் தோற்றம் - உயிரின வகைகளின் பரிணாமம்

- சிறப்புப் படைத்தல் கோட்பாட்டின்படி (Theory of special Creation) உயிரினங்கள் யாவும் இயற்கைக்கு அப்பாற்பட்ட சக்தியினால் படைக்கப்பட்டவை என நம்பப்படுகிறது. அனைத்து மதங்களும் “கடவுள்தான்” இந்த உலகத்தையும், தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளையும் படைத்ததாக நம்புகின்றனர்.
- தான் தோன்றல் கோட்பாடு (Theory of Spontaneous Generation) அல்லது உயிரின்றி உயிர் தோன்றல் (Abiogenesis) கோட்பாட்டின்படி உயிரினங்கள் உயிரின்றி உயிரற்ற பொருட்களிலிருந்து தோன்றின. பல மில்லியன் ஆண்டுகளாக உயிரற்ற பொருட்களான வேதிப்பொருட்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளில் படிப்படியாக நடைபெற்ற பரிணாமத்தால் உயிரினங்கள் தோன்றின. “உயிரின்றி உயிர் தோன்றல்” (Abiogenesis) என்ற பதத்தை உருவாக்கியவர் தாமஸ் ஹக்ஸ்லே ஆவார்.
- பெருவெடிப்புக் கோட்பாடு, (Bigbang Theory) இந்தப் பேரண்டம் ஒற்றைப் பெரு வெடிப்பினால் எவ்வாறு தோன்றியது என்பதை விளக்குகிறது. தொடக்க கால பூமியில் சரியான வளிமண்டலம் இல்லை. ஆனால் அம்மோனியா, மீத்தேன் ஹைட்ரஜன் மற்றும் நீராவி போன்றவை இருந்தன. அக்காலத்தில் பூமியின் காலநிலை மிகவும் வெப்பத்துடன் இருந்தது. சூரியனிலிருந்து வரும் புறஊதாக்

கதிர்கள் நீர் மூலக்கூறை ஹைட்ரஜனாகவும், ஆக்சிஜனாகவும் பிரித்தது. படிப்படியாக வெப்பநிலை குறைந்து நீராவி மழைநீராக மாறியது. மழைநீர் பூமியின் தாழ்வான பகுதிகளில் தேங்கி நீர்நிலைகள் உருவாயின. வளிமண்டலத்தில் உள்ள அம்மோனியா மற்றும் மீத்தேன் போன்றவை ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து கார்பன்-டை-ஆக்சைடு மற்றும் பிற வாயுக்களாக மாறின.

கோசர்வேட்டுகள் (திரவ ஊடகத்திலிருந்து திரண்டு வரும் கூழ்மத் திரள்கள்) - இந்த முதல் முன்னோடி செல்கள் படிப்படியாக மாற்றம் பெற்று உயிருள்ள செல்களாக மாறி விட்டன.

- உயிர்வழித் தோற்றக் கோட்பாட்டின் படி ஒரு உயிரினம் ஏற்கனவே உள்ள உயிரினத்திலிருந்து உருவானது ஆகும். இக்கோட்பாட்டின் படி உயிர்வேதியல் நிகழ்ச்சிகளால் உயிரினங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சொல்லை உருவாக்கியவர் ஹென்றி பாஸ்டியன் ஆவார்.
- வேதிப்பரிணாமக் கோட்பாட்டின்படி, பூமியின் ஆரம்ப காலச் சூழலில் தொன்மையான உயிரினங்கள் கனிமப் பொருட்கள் மற்றும் இயற்பியல் காரணிகளான மின்னல், புறஊதாக் கதிர்கள், எரிமலை செயல்கள் மற்றும் பிறவற்றின் உதவியால் தானாகவே தோன்றியிருக்கலாம். ஒப்பாரின் (1924) என்பவர் கரிமப் பொருட்கள் தொடர்ச்சியான மாற்றங்களுக்கு ஆட்பட்டு பெரிய மூலக்கூறுகளாக மாறியிருக்கக்கூடும் என்றும், இம்மூலக்கூறுகள் திரவ ஊடகத்தில் கூழ்மத் திரள்களாக அல்லது கோசர்வேட்டுகளாக (Coacervates) மாறியிருக்கலாம் என்றும் கூறுகிறார். இக்கூழ்மத்திரள்கள் சூழலிருந்து கரிமப் பொருட்களை உறிஞ்சித் தன்மயமாக்குகின்றன. ஹால்டேன் என்பவர் கூற்றுப்படி ஆரம்பகால கடல், சூரியஒளி ஆற்றலைப் பெற்று, மிகப்பெரிய வேதியியல் ஆய்வகமாக செயல்பட்டது.
- வளிமண்டலத்தில் ஆக்ஸிஜன் இல்லை. மேலும் அம்மோனியா மற்றும் புறஊதாக் கதிர்கள் ஒன்றிணைந்து கரிமப் பொருட்களை உருவாக்கின. இதனால் கடல் அதிக எண்ணிக்கையில் கரிம ஒருபடி (மோனோமர்) மற்றும் பலபடி (பாலிமர்) மூலக்கூறுகள் உடையதாகவும் “சூடான” நீர்த்த தன்மையுடையதாகவும் இருந்தது. இந்த ஒருபடி மற்றும் பலபடி மூலக்கூறுகள் கொழுப்பு உறையினைப் பெற்று பின்பு அவை உயிருள்ள செல்லாக மாறியதாக அறிஞர்கள் கருதினர். ஹால்டேன் “உயிரி முன்னோடிச்சாறு” (Prebiotic Soup) என்ற சொல்லை உருவாக்கினார். இதுவே உயிரினத் தோற்றத்தை விளக்கும் ஹால்டேன் ஒப்பாரின் கோட்பாட்டிற்கான அடையாளமாக மாறியது. (1924 - 1929).
- தொன்மையான வளிமண்டலம் குறையும் சூழலில் இருந்திருந்தால், மின்னல் அல்லது புறஊதாக்கதிர்கள் மூலம் தேவையான சக்தியும் கிடைத்திருந்தால் பல்வேறுவகை கரிம மூலக்கூறுகள் உருவாகியிருக்க முடியும் என்று ஒப்பாரின் மற்றும் ஹால்டேன் ஆகியோர் தனித்தனியே தமது கருத்துக்களை வெளிப்படுத்தினர்.

புவியியற் கால அட்டவணை (Geological Time Scale):

- புவியின் வரலாற்றுக் காலத்தை பல பெருங்காலங்களாகப் (Eras) பிரித்துள்ளனர். அவை, பாலியோசோயிக், மீசோசோயிக் மற்றும் சீனோசோயிக் பெருங்காலங்கள் ஆகும். சமீப பெருங்காலங்களை பல பருவங்களாகப் (Periods) பிரித்துள்ளனர். இந்த பருவங்கள் பல சிறுகாலங்களாகப் (Epoch) பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. புவியியற்காலங்களின் பல்வேறு பெருங்காலங்கள் மற்றும் பருவங்கள் அக்காலங்களில் வாழ்ந்த முதன்மையான உயிரினங்களும் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.
- பாலியோசோயிக் பெருங்காலத்தில் கடல்வாழ் முதுகுநாணற்ற விலங்குகளின் புதைபடிவங்கள் அதிகம் கிடைத்துள்ளன. அப்பெருங்காலத்தின் பின் பாதிப் பகுதியில் (கடல்வாழ் மற்றும் நிலவாழ்) பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டிகளைத் தவிர பிற முதுகு நாணுடையவை தோன்றின. பாலியோசோயிக் பெருங்காலத்தின் ஏழு பருவங்களாவன – (பழமையான காலத்திலிருந்து சமீபத்திய காலம் வரையிலான வரிசையில்) கேம்பீரியன் (முதுகுநாணற்றவைகளின் காலம்), ஆர்டோவிசியன் (நன்னீர் மீன்கள், ஆஸ்ட்ரகோடெர்ம்கள், மற்றும் பல்வேறு வகையான மெல்லுடலிகள்), சைலூரியன் (மீன்கள் தோற்றம்), டிவோனியன் (மீன்களின் காலம் - நுரையீரல் மீன்கள், கதுப்புத் துடுப்பு மீன்கள் மற்றும் திருக்கை மீன்கள் போன்றவை). மிசிசிபியன் (பழமையான இருவாழ்விகள், முட்டோலிகள்), பென்சில்வேனியன் (பழமையான ஊர்வன) மற்றும் பெரிமியன் (பாலூட்டிகளைப் போன்ற ஊர்வன).
- மீசோசோயிக் பெருங்காலம் (ஊர்வனவற்றின் ஆதிக்கம்) ”ஊர்வனவற்றின் பொற்காலம்” என அழைக்கப்படுகிறது. இப்பெருங்காலம் மூன்று பருவங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை, டிரையாசிக் (முட்டையிடும் பாலூட்டிகளின் தோற்றம்), ஜூராசிக், (டைனோசார்கள் ஆதிக்கம் மற்றும் புதைபடிவப் பறவை – ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ்) மற்றும் கிரட்டேஷியஸ் (பற்களுடைய பறவைகளும் டைனோசார்களும் மரபற்றுப்போதல் மற்றும் நவீன பறவைகளின் தோற்றம்).

சீனோசோயிக் பெருங்காலம் (பாலூட்டிகளின் காலம்):

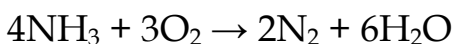
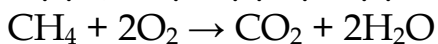
- இப்பெருங்காலம், டெர்ஷியரி மற்றும் குவார்டெர்னரி ஆகிய இரண்டு பருவங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. டெர்ஷியரி பருவம் பாலூட்டிகள் அதிக எண்ணிக்கையில் காணப்படும் பருவம் ஆகும். இப்பருவம் ஐந்து சிறு காலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை பாலியோசீன் (நஞ்சுக் கொடி பாலூட்டிகள்), இயோசீன் (வாத்து அலகு பிளாடிபஸ் மற்றும் எகிட்னா தவிர பிற மோனோடீரீம்கள், குளம்புகள் உடைய பாலூட்டி மற்றும் ஊன் ஊண்ணிகள்), ஆலிகோசீன் (மேம்பட்ட நஞ்சுக்கொடி பாலூட்டிகளின் தோற்றம்), மையோசீன் (மனிதனைப் போன்ற மனிதக் குரங்குகள் தோற்றம்) மற்றும் பிளியோசீன் (மனிதனைப் போன்ற மனிதக் குரங்குகளிலிருந்து மனிதனின் தோற்றம்), குவார்டெர்னரி பருவத்தில் பாலூட்டிகளின் வீழ்ச்சி மற்றும் மனித சமூக வாழ்க்கை துவக்கம் ஆகியவை நிகழ்ந்தன.

- புதைபடிவங்களின் வயது, ஒப்பீடு வயது கணக்கிடும் முறை (Relative Dating) மற்றும் முழுமையான வயது கணக்கிடும் முறை (Absolute Dating) ஆகிய இரண்டு முறைகளில் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. ஒப்பீடு வயது கணக்கிடும் முறையில், புதைபடிவங்களின் வயது, புதைபடிவங்களை ஒத்த பாறைகள் அல்லது வயது தெரிந்த புதைபடிவங்களோடு ஒப்பிட்டுக் கணக்கிடப்படுகிறது. முழுமையான வயது கணக்கிடும் முறையில், கதிரியக்க வயது கணக்கிடும் முறைப்படி, புதைபடிவங்களில் உள்ள ஐசோடோப்புகளின் சிதைவு அளவிடப்பட்டு புதைபடிவங்களின் வயது கணக்கிடப்படுகிறது.

உயிரியப் பரிணாமம் (Biological Evolution):

முன்னோடி உயிரினங்களின் உருவாக்கம்:

- உயிரற்ற பொருட்களிலிருந்து உருவான மூலக்கூறுகள், தன்னிச்சையாக ஒன்று சேர்ந்து, நீர்ம திரவத்தை உள்ளடக்கிய சிறு துளிகளாகத் தாமே வடிவமைத்துக் கொள்கின்றன. மேலும் இதன் உள் வேதிச்சூழல், புறச்சூழலிலிருந்து முற்றிலும் வேறுப்பட்டதாகும். இத்தகைய கோள அமைப்புகளை அறிவியலாளர்கள் “முன்னோடி உயிரினங்கள்” (Protobionts) என்று அழைத்தனர். திரவத்தில் உள்ள லிப்பிடுகள், தாமே ஒன்று சேர்ந்து இரட்டைச் சவ்வு லிப்பிடுகளாக வடிவமைத்துக் கொள்கின்றன. இவை “லிப்போசோம்கள்” என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த லிப்போசோம்க்கு உட்புறம் உள்ள சில புரதங்கள் நொதிகளின் பண்பைப் பெறுவதால் மூலக்கூறுகள் வேகமாகப் பெருக்கமடைகின்றன.
- நியூக்ளியோபுரதம் மற்றும் ஊட்டப் பொருட்களை உடைய கோசர்வேட்டுகள், வெளிப்புறமாக சவ்வினைப் பெற்றுள்ளன. இவை வைரஸ்கள் அல்லது தனித்து வாழும் மரபணுக்களின் பண்புகளை ஒத்துள்ளன. தொடர்ச்சியாக இது போன்ற நிறைய மரபணுக்கள் ஒன்றிணைந்து தற்கால வைரஸ்களைப் போன்ற “முன்னோடி வைரஸ்களை” (Proto Virus) உருவாக்கின. இந்த சமயத்தில் தோன்றிய இரண்டு செல்வகைகள் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. அவற்றில் முதல் வகையில் தொன்மையான செல்களில் உள்ள நியூக்ளியோ புரதத்துணுக்குகள் செல்பொருட்களில் பதிந்து காணப்பட்டன. இவ்வகை செல்கள் மொனிராவை ஒத்துள்ளன. இவை நவீன பாக்க்டீரியா மற்றும் நீலப்பச்சைப் பாசிகளுக்கு “மூதாதையர்கள்” என்று கருதப்படுகின்றன. மற்றொரு வகை தொன்மையான செல்களில், நியூக்ளியோ புரதத் துணுக்குகள் மையத்தில் திரண்டும் அவற்றைச் சூழ்ந்து மெல்லிய சவ்வும் காணப்பட்டது. இந்தச் சவ்வு, நியூக்ளியோ புரதத்தை பிற செல் உட்பொருள்களிலிருந்து பிரித்தது. இவ்வகை செல்கள் புரோடிஸ்டா (Protista) என அழைக்கப்பட்டன. காலப்போக்கில் கடலில் காணப்பட்ட இயற்கையான உணவு வளங்கள் குறைந்ததனால் மொனிரா மற்றும் புரோடிஸ்டா முன்னோடி செல்கள், உணவைப் பெறுவதற்கான பிற வழிமுறைகளை உருவாக்க வேண்டியதாயிற்று. அவ்வகையில் ஒட்டுண்ணி வகை, சாறுண்ணி வகை, கொன்றுண்ணி மற்றும் வேதிச்சேர்க்கை அல்லது ஒளிச் சேர்க்கை வகை உணவூட்ட முறைகள் தோன்றின. ஒளிச்சேர்க்கை செய்யும் உயிரினங்கள் அதிகரித்ததால் கடலிலும் வளிமண்டலத்திலும் தனித்த தனித்த O₂ அளவு அதிகரித்தது.



- வளிமண்டலத்தில் உள்ள ஆக்சிஜன், மீத்தேன் மற்றும் அம்மோனியாவுடன் இணைந்து கார்பன் டை ஆக்சைடு மற்றும் தனித்த நைட்ரஜனை உருவாக்கியது. வளிமண்டலத்தில் காணப்பட்ட தனித்த ஆல் காற்று சுவாச முறை பரிணாமம் ஏற்பட்டது. இச்சுவாச முறையால் உணவுப் பொருட்கள் ஆக்சிகரணம் அடைந்து அதிக அளவு ஆற்றல் உருவாகி இருக்கக் கூடும். இதனால் புரோகேரியோட் மற்றும் யூகேரியோட்டுகள் உருவாகின.

உயிரினத் தோற்றம் குறித்த சோதனை அணுகுமுறை:

- யூரே மற்றும் மில்லர் (1953) ஆகியோர் கரிம மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு உருவாகியிருக்கக் கூடும் என்றும் அவற்றிலிருந்து உயிரினங்கள் எவ்வாறு தோன்றியிருக்கலாம் என்பதையும் புரிந்து கொள்ள வழி ஏற்படுத்திக் கொடுத்தனர். அவர்களின் சோதனையில் வாயுக்களின் கலவையானது, டங்ஸ்டனாலான மின்முனைகளிலிருந்து வெளியேறும் மின்னோட்டத்தின் வழியாகச் சுற்றி வருமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. சிறிய குடுவையில் உள்ள நீர் தொடர்ச்சியாக கொதிக்க வைக்கப்படுவதால் வெளியேறும் நீராவி பெரிய குடுவையில் உள்ள வாயுக்களின் கலவையில் (அம்மோனியா, மீத்தேன் மற்றும் நைட்ரஜன்) கலக்கிறது. நீராவி பின்பு குளிர்விக்கப்பட்டு நீராக மாறி 'U' வடிவக் குழாய் வழியே செல்கிறது. தொடர்ந்து ஒருவார காலம் இச்சோதனை மேற்கொள்ளப்பட்டு அதில் உள்ள திரவம் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. இத்திரவத்தில் கிளைசின், அலனைன், பீட்டா அலனைன் மற்றும் அஸ்பார்டிக் அமிலம் போன்ற பொருட்கள் கண்டறியப்பட்டன. இவ்வாறு யூரே மற்றும் மில்லர் சோதனை, உயிரின் உயிர் தோன்றல் முறையில் அதிக அளவிலான பல்வகை கரிம மூலக்கூறுகள் இயற்கையில் எவ்வாறு உருவாகியிருக்கக் கூடும் என்பதை விளக்குகிறது. இவர்களது சோதனையில் மீத்தேன் வாயு மட்டுமே கார்பனுக்கான மூலமாக இருந்தது. பின்னர் மேற்கொள்ளப்பட்ட இது போன்ற சோதனைகளில் அனைத்து வகை அமினோ அமிலங்கள் மற்றும் நைட்ரஜன் காரங்கள் உருவாவது கண்டறியப்பட்டது.

உயிரியப் பரிணாமத்திற்கான சான்றுகள்:

தொல்லுயிரிய சான்றுகள்:

- தொல்லுயிரியல் என்பது புதைபடிவங்கள் மூலமாக வரலாற்றுக்கு முந்தைய உயிரினங்களை ஆய்வு செய்வது ஆகும். பரிணாமத்தின் உண்மையான சாட்சிகள் அல்லது பரிணாமத்தின் பல்வேறு புவியியல் அடுக்குகளுக்கான ஆவணங்களாக புதைபடிவங்கள் கருதப்படுகின்றன. பூமியின் படிவப் பாறைகளில் தாவரங்கள் அல்லது விலங்குகளின் எச்சங்கள் பாதுகாக்கப்படுதல் புதைபடிவமாக்கம் எனப்படும். இவற்றில் மூன்று முக்கிய வகைகள் உள்ளன.

1. எஞ்சிய உடல் பகுதிகள் (Actual Remains):

- விலங்குகளின் மிகக் கடினமான உடல் பகுதிகளான எலும்புகள், பற்கள் அல்லது ஓடுகள் ஆகியவை பூமியின் அடுக்குகளில் மாற்றமில்லாமல் அப்படியே பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இது புதைபடிவமாக்கலில் அதிகம் காணப்படும் முறை ஆகும். கடல் வாழ் விலங்குகள் இறந்தபின் அவற்றின் கடினமான பகுதிகளான எலும்புகள், ஓடுகள் போன்றவை படிவுகளால் மூடப்பட்டு மேலும்

சேதமடையாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. கடல் நீரில் உள்ள உப்புத்தன்மையால் அவை கெடாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. படிவுகள் கடினமாகி அவ்விலங்கினப் பகுதியின் மேற்புறம் உறைபோல் அல்லது அடுக்குகளாகப் படிகிறது. எடுத்துக்காட்டாக 22 ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வாழ்ந்த கம்பளி மாம்பூத் யானைகள் சைபீரியாவின் உறைந்த கடற்கரைப் பகுதியில் முழு உடலும் படிவமாக மாறி பாதுகாக்கப்பட்டிருந்தது.

- பொம்பெய் என்ற பழங்கால நகரத்தில், வெசுவியஸ் எரிமலை வெடித்த போது வெளியேற்றப்பட்ட எரிமலைச் சாம்பலில் சில மனிதர்கள் மற்றும் விலங்குகளின் உடல்கள் முழுமையாக பாதுகாக்கப்பட்டிருந்தன.

2. கல்லாதல் (Petrifaction):

- விலங்குகள் இறந்த பின்னர் அவற்றின் உண்மையான உடல் பகுதிகளின் மூலக்கூறுகள், தாது உப்புகளின் மூலக்கூறுகளால் பதிலீடு செய்யப்படுகின்றன. மேலும் அவற்றின் மூல உடல் பகுதிகள், சிறிது சிறிதாக அழிந்து விடுகின்றன. இம்முறையிலான புதைபடிவமாக்கல் முறை கல்லாதல் எனப்படும். இம்முறையிலான புதைபடிவமாக்கல் முறையில் இரும்பு பைரைட்டுகள், சிலிகா, கால்சியம் கார்பனேட் மற்றும் கால்சியம் மற்றும் மெக்னீசியத்தின் பைகார்பனேட்டுகள் போன்ற முக்கிய தாது உப்புக்கள் பெரும் பணியாற்றுகின்றன.

3. இயற்கையான அச்சுகளும் வார்ப்புகளும்:

- இறந்த விலங்குகளின் உடல்கள் படிப்படியாக சிதைந்த பின்பும், அவற்றின் உடல் மென்மையான சேறு போன்ற பகுதியில் அழியாத பதிவை உருவாக்குகின்றன. இப்பதிவு பின்பு கடினமாகி கல்லாக மாறுகிறது. இவ்வகைப் பதிவுகள் அச்சுகள் எனப்படும். இந்த அச்சுகளின் உட்புறம் உள்ள குழிகள் தாது உப்புகளால் நிரப்பப்பட்டு படிவமாக மாறுகின்றன. இவை வார்ப்புகள் எனப்படும். விலங்குகளின் கடினமாக்கப்பட்ட மலப்பொருட்கள், கோப்ரோலைட்டுகள் (Coprolites) எனும் சிறு உருண்டைகளாக காணப்படுகின்றன. இந்த கோப்ரோலைட்டுகளை ஆய்வு செய்வதால் வரலாற்றுக்கு முந்தைய காலத்தில் வாழ்ந்த விலங்குகளின் உணவுப் பழக்கத்தினை அறிந்து கொள்ளலாம்.

ஒப்பீட்டு உள்ளமைப்பியல் சான்றுகள்:

- வெவ்வேறு உயிரினத் தொகுப்புகளின் அமைப்பில் காணப்படும் ஒற்றுமைகள் அவற்றுக்கிடையே உள்ள தொடர்பை சுட்டிக்காட்டுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக வெவ்வேறு முதுகெலும்பி விலங்குகளின் முன்னங்கால்கள் குறித்த ஒப்பீட்டு ஆய்வு அவற்றின் அமைப்பில் உள்ள ஒற்றுமையைக் குறிக்கிறது. இத்தகைய தொடர்பை, அமைப்பொத்த உறுப்புகள். செயலொத்த உறுப்புகள், எச்ச உறுப்புகள், இணைப்பு உயிரிகள் மற்றும் முதுமரபு உறுப்பு மீட்சி (Atavism) ஆகிய தலைப்புகளில் அறியலாம்.

அமைப்பொத்த உறுப்புகள் (Homologous Structures):

- முதுகெலும்பிகளின் முன்னங்கால்கள் மற்றும் பின்னங்கால்கள் குறித்த ஒப்பீட்டு உடற்கூறியல் ஆய்வுகள், அவையனைத்தும் ஒரே அடிப்படை வரைவியைக் கொண்டிருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. வெவ்வேறு முதுகெலும்பிகளின் முன்னங்கால்களின் அடிப்படை அமைப்பில், ஒற்றுமைகள் காணப்படுகின்றன. அவையனைத்தும் மேற்கை எலும்பு, ஆர எலும்பு, அல்னா, மணிக்கட்டு எலும்புகள், உள்ளங்கை எலும்புகள் மற்றும் கைவிரல் எலும்புகள் போன்ற ஒரே விதமான எலும்புகளால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன.
- உருவாக்கத்தில் ஒரே மாதிரியாக அமைந்து ஆனால் வெவ்வேறு செயல்களை செய்யக்கூடிய உறுப்புகள் அமைப்பொத்த உறுப்புகள் எனப்படும். இவை விரி பரிணாமத்தை (Divergent Evolution) ஏற்படுத்தக்கூடியவை.
- இதே போல் காகிதப் பூவில் (Bougainvillea) உள்ள முட்கள் மற்றும் சுரை (Curcubita) மற்றும் பட்டாணியில் (Pisum Sativum) காணப்படும் பற்றுக் கம்பிகள் அமைப்பொத்த உறுப்புகளாக உள்ளன. காகிதப் பூவில் உள்ள முட்கள் அவற்றை மேய்ச்சல் விலங்குகளிலிருந்து பாதுகாக்கின்றன. சுரை மற்றும் பட்டாணியில் (Pisum sativum) உள்ள பற்றுக் கம்பிகள் பற்றிப் படர உதவுகின்றன.

செயலொத்த உறுப்புகள் (Analogous Structures):

- அமைப்பு அடிப்படையில் வேறுபட்டிருந்தாலும் ஒரேவிதமான செயலைச் செய்யக் கூடிய உறுப்புகள், செயலொத்த உறுப்புகள் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக பறவைகள் மற்றும் பூச்சிகளின் இறக்கைகள் வெவ்வேறு தோற்ற அமைப்பைப் பெற்றிருந்தாலும் அவை “பறத்தல்” என்ற ஒரே செயலைச் செய்கின்றன. இது குவி பரிணாமத்திற்கு (Convergent Evolution) வழிகோலுகிறது.
- பாலூட்டி மற்றும் ஆக்டோபஸ் ஆகியவற்றின் கண்கள் மற்றும் பெங்குவின் மற்றும் டால்பின்களில் காணப்படும் தசையாலான அகலத் துடுப்புகள் (Flippers) ஆகியவை செயலொத்த உறுப்புகளுக்குப் பிற எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். சீனிக் கிழங்கில் வேர் மாற்றுரு மற்றும், உருளைக் கிழங்கின் தண்டின் மாற்றுரு ஆகியவை செலலொத்த உறுப்புகள் ஆகும். இரண்டு தாவரங்களிலும் இவை “உணவு சேமிப்பு” என்ற பொதுவான செயலை மேற்கொள்கின்றன.

எச்ச உறுப்புகள் (Vestigial Organs):

- ஒரு சில உறுப்புகளால் அவற்றைப் பெற்றுள்ள உயிரினங்களுக்கு எந்தப் பயனும் இல்லை. மேலும் உயிரிகளின் உயிர்வாழ்க்கைக்கும் அவை தேவையற்றவை. இவையே எச்ச உறுப்புகள் எனப்படும்.
- உயிரினங்களில், உறுப்புகளின் மீதங்களாகக் கருதப்படுகின்ற எச்ச உறுப்புகள் அவற்றின் முதலாமை உயிரினங்களில் நன்கு வளர்ச்சி பெற்றுச், செயல்படும் உறுப்புகளாக இருந்திருக்கக்கூடும். ஆனால் பயன்படுத்தப்படாத காரணத்தால் பரிணாமத்தின் போக்கில் அவை மறைந்திருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக மனிதனின் குடல்வால், பெருங்குடல் பிதுக்கத்தின் எஞ்சிய பகுதி ஆகும். இவை

முயல் போன்ற தாவர உண்ணிகளில் செயல்படும் உறுப்புகளாக உள்ளன. இவற்றின் பெருங்குடல் பிதுக்கப்பகுதியில் செல்லுலோஸ் செரித்தல் நிகழ்ச்சி நடைபெறும். மனித உணவில் செல்லுலோஸின் தேவை குறைந்ததால் பெருங்குடல் பிதுக்கம் செயலிழந்து அளவில் குன்றி புழுப்போன்ற குடல்வால் என்னும் எச்ச உறுப்பாக மாறியது. வால் முள்ளெலும்பு, அறிவுப்பற்கள், காதில் உள்ள தசைகள், உடல் உரோமங்கள், ஆண்களில் மார்பகம் மற்றும் கண்களில் உள்ள நிக்டிடிடிங் சவ்வு போன்றவை மனிதனில் காணப்படும் பிற எச்ச உறுப்புகளாகும்.

இணைப்பு உயிரிகள் (Connecting Links):

- இரண்டு மாறுபட்ட தொகுப்பைச் சேர்ந்த உயிரினங்களின் பண்புகளையும் ஒருங்கே பெற்றுள்ள உயிரினங்கள் இணைப்பு உயிரிகள் எனப்படும். எ.கா. பெரிபேட்டஸ் (வளைத்தசைப் புழுக்கள் மற்றும் கணுக்காலிகள் தொகுதிகளை இணைக்கும் உயிரி). ஆர்க்கியோப்டெரிக்ஸ் (ஊர்வன மற்றும் பறவைகளை இணைக்கும் உயிரி).

முது மரபு உறுப்புகள் மீட்சி (Atavistic Organs):

- நன்கு பரிணாமம் பெற்ற உயிரினங்களில், திடீரென எச்ச உறுப்புகள் வெளித் தோன்றுவது முது மரபு உறுப்பு மீட்சி எனப்படும். எ.கா. மனிதனில் வளர்கருவில் வால் இருப்பது முது மரபு உறுப்பு மீட்சி ஆகும்.

கருவியல் சான்றுகள் (Embryological Evidences):

- கருவியல் என்பது கருமுட்டையிலிருந்து முழு உயிரினம் வளர்ச்சி அடைவதைப் படிக்கும் அறிவியல் பிரிவு ஆகும். வெவ்வேறு உயிரினங்களின் கரு வளர்ச்சியை கவனமாக ஆராயும் போது, அவற்றுக்கிடையே கருவளர்ச்சி நிலைகளிலும், வடிவங்களிலும் ஒற்றுமை இருப்பது உணரப்படுகிறது.
- அனைத்து முதுகெலும்பிகளிலும் இதயத்தின் கருவளர்ச்சி ஒரே முறையில் நடைபெறுகிறது. இவையனைத்திலும் ஓரிணைக் குழல் போன்ற அமைப்பு தோன்றி பின்னர் இவ்வமைப்பு மீன்களில் இரண்ட அறைகளையுடைய இதயமாகவும், இருவாழ்விகளிலும், பெரும்பாலான ஊர்வனவற்றிலும் மூன்று அறைகளை உடைய இதயமாகவும், முதலை, பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டிகளில் நான்கு அறைகளை உடைய இதயமாகவும் வளர்ச்சி அடைகிறது. அனைத்து முதுகெலும்பிகளுக்கும் பொதுவான மூதாதை உயிரினம் இருந்ததை இவ்வொற்றுமை காட்டுகிறது.
- இதனால், 19ம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த அறிவியல் அறிஞர்கள், உயர்நிலை விலங்குகள் தமது கரு வளர்ச்சியின் போது கீழ்நிலை விலங்குகளின் (மூதாதையர்கள்) கருவளர்ச்சி நிலைகளைக் கடப்பதாகக் கருதினர். எர்னஸ்ட் வான் ஹேக்கல் உயிர்வழித் தோற்ற விதி (உயிர் மரபியல் விதி) (Biogenetic Law) அல்லது தொகுத்துரைக் கோட்பாட்டை (Recapitulation Theory) உருவாக்கினார். இதன் படி ஒரு தனி உயிரினத்தின் வாழ்க்கை சுழற்சி (தனி உயிரி வளர்ச்சி) (Ontogeny) அவ்வயிரியின் இனவரலாற்றைத் (Phylogeny) தொகுத்துரைக்கிறது. இதனை “ஒரு தனி உயிரியின் கரு வளர்ச்சி அதன் இன

வரலாற்றை தொகுத்துரைக்கிறது” (Ontogeny Recapitulates Phylogeny) எனலாம். உயர்நிலை விலங்குகளின் கரு வளர்ச்சி நிலைகள், அதன் மூதாதை விலங்குகளின் முதிர் உயிரியைப் போல உள்ளன. மனித கருவளர்ச்சியின் போது தோன்றும் தொண்டை செவுள் பிளவுகள், கரு உணவுப் பை மற்றும் வால் ஆகியவற்றை இதற்கு எடுத்து காட்டுகளாகக் கூறலாம்.

- உயிர் மரபியல் விதி அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் பொருந்துவதில்லை. விலங்குகளின் கருவளர்ச்சி நிலைகள் அதன் மூதாதையர்களின் முதிர் உயிர்களைப் போல இருப்பதில்லை என இப்போது நம்பப்படுகிறது. மனிதக் கரு வளர்ச்சியின் போது மூதாதை விலங்குகளின் கரு வளர்ச்சி நிலைகளை மட்டுமே காட்டுகின்றனவே தவிர அவை முதிர் உயிரியைப் போன்றிருப்பதில்லை.
- பல்வேறு உயிரினங்களின் கருக்களுக்கிடையேயான ஒப்பீட்டு ஆய்வு, அவற்றின் அமைப்பிலுள்ள ஒற்றுமையைக் காட்டுகின்றன. மீன், சலமான்டர், ஆமை, கோழி மற்றும் மனிதக் கருக்கள் ஒற்றைச் செல்லான கருமுட்டையில் துவங்கி பிளத்தல் முறையில் பல்கிப் பெருகி, கருக்கோளமாகி பின்பு மூவருக்கு கருக்கோளமாக மாற்றம் அடைகின்றன. மேற்கூறிய இப்பண்பு அனைத்து விலங்குகளும் பொதுவான மூதாதையிடமிருந்து தோன்றியிருப்பதையே காட்டுகிறது.

மூலக்கூறு சான்றுகள்:

- அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளில் டி.என்.ஏ. மற்றும் ஆர்.என்.ஏ. போன்ற மூலக்கூறுகள் மற்றும் புரதங்களின் வரிசை அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்களையே மூலக்கூறு பரிணாமம் குறிக்கிறது. மூலக்கூறுகளின் அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்களை விளக்க பரிணாம உயிரியல் மற்றும் இனக்கூட்ட மரபியல் கோட்பாடுகள் பயன்படுகின்றன.
- உயிரினங்களின் வாழ்வியல் நிகழ்வுகளைக் கட்டுப்படுத்தும் புரதங்கள் மற்றும் பிற மூலக்கூறுகளை சிற்றினங்களிடையே பாதுகாக்க முடிவது மூலக்கூறு உயிரியல் பிரிவின் பயனுள்ள வளர்ச்சி ஆகும். பாதுகாக்கப்பட்ட இம்மூலக்கூறுகளில் (DNA, RNA மற்றும் புரதங்கள்) காலப்போக்கில் ஏற்படும் ஒரு சிறிய மாற்றம் “மூலக்கூறு கடிகாரம்” (Molecular Clock) என அழைக்கப்படுகிறது. பரிணாமம் குறித்த ஆய்வுகளில் பயன்படும் மூலக்கூறுகள் சைட்டோகுரோம் - சி (சுவாச வழிப்பாதை) மற்றும் ரைபோசோம் ஆர்.என்.ஏ. (புரதச் சேர்க்கை) ஆகியவை ஆகும்.

உயிரியல் பரிணாமக் கோட்பாடுகள் லாமார்க்கின் கோட்பாடு:

- ஜீன் பாப்டிஸ்ட் டி லாமார்க் என்பவர் தான் முதன் முதலாக பரிணாமக் கோட்பாட்டினை தனது புகழ்வாய்ந்த “விலங்கியல் தத்துவம்” (Philosophic Zoologique) (1809) என்ற நூலில் குறிப்பிட்டுள்ளார். லாமார்க் கோட்பாட்டின் இரண்டு முக்கியக் கொள்கைகள்.

1. பயன்படு மற்றும் பயன்படாக் கோட்பாடு:

- அடிக்கடிப் பயன்படுத்தப்படும் உறுப்புகள் அளவில் பெரிதாகின்றன. அதே வேளையில் பயன்படுத்தப்படாத உறுப்புகள் சிதைந்து அழிகின்றன. ஒட்டகச் சிவிங்கியின் கழுத்து, பயன்படு விதிக்கும் மற்றும் பாம்புகளில் கால்கள் இல்லாத தன்மை பயன்படா விதிக்கும் எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

2. பெறப்பட்ட பண்புகள் மரபு கடத்தல் கோட்பாடு:

- ஒரு உயிரினத்தின் வாழ்நாளின் போது உருவாக்கப்படும் பண்புகள், பெறப்பட்ட பண்புகள் எனப்படும். இப்பண்புகள் அடுத்த தலைமுறைக்கு கடத்தப்படுகின்றன.

லாமார்க் கோட்பாட்டிற்கான எதிர் கருத்துகள்:

- ஆகஸ்ட் வீஸ்மான் என்பவர் லாமார்க்சின் பெற்றபண்புகள் கடத்தப்படுதல் கோட்பாட்டினைத் தவறென்று நிரூபித்தார். இவர், தனது சோதனையில் தொடர்ந்து இருபது தலைமுறைகளாக சுண்டெலிகளின் வாலினைத் துண்டித்து பின்னர் இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடுத்தினார். முடிவில் அனைத்து சுண்டெலிகளும் முழுமையான வாலுடனே பிறந்தன. இதன் மூலம் உடல் செல்களில் ஏற்படும் மாற்றம் அடுத்த தலைமுறைக்குக் கடத்தப்படாது என்றும், இனப்பெருக்க செல்களில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் மட்டுமே மரபுக்கடத்தலுக்கு உரியன என்றும் வீஸ்மான் நிரூபித்தார்.

புதிய – லாமார்க்கியம்:

- லாமார்க் கோட்பாட்டை ஆதரிக்கும் (புதிய லாமார்கியர்கள்) கோப், ஆஸ்பர்ன், பக்கார்ட் மற்றும் ஸ்பென்சர் போன்றோர். இக்கோட்பாட்டினை அறிவியல் அடிப்படையில் விளக்க முயன்றனர். அனைத்து உயிரினங்களும் சூழலுக்கேற்ப தங்களைத் தகவமைத்துக் கொள்ளும் என்பது பொதுவானது எனக் கருதினர். சுற்றுச்சூழலில் மாற்றங்கள் ஏற்படும்போது அதற்கேற்ப தங்களைத் தகவமைத்துக் கொள்வதற்காக புதிய பண்புகளை உயிரினங்கள் பெற்றுக் கொள்கின்றன. புறச் சூழலில் ஏற்படும் மாற்றம் அவற்றின் உடல் செல்களைத் தூண்டி சில “சுரப்புகளைச் சுரக்க வைக்கின்றன. இவை இரத்தத்தின் மூலமாக இனச் செல்களை அடைந்து அடுத்த சேய் உயிரினங்களில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

டார்வினின் இயற்கைத் தேர்வு கோட்பாடு:

- சார்லஸ் டார்வின் தனது பரிணாமக் கோட்பாட்டை “இயற்கைத் தேர்வு வழி சிற்றினத் தோற்றம்” என்ற நூலில் விளக்கியுள்ளார். இவர் உலகின் பலபகுதிகளில் பயணம் மேற்கொண்டு, தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளைக் குறித்து விரிவாக ஆய்வு செய்தார். அவர் உயிரினங்களுக்கிடையே பல்வேறு வகையான மாற்றம் குறிப்பிடத்தக்க ஒற்றுமைகள் காணப்படுவதையும், அவை சூழலுக்கேற்ப பொருத்தமான தகவமைப்புகளைப் பெற்றிருப்பதையும் கண்டறிந்தார். அவ்வாறு தகுதி பெற்ற உயிரினங்கள் தகுதிபெறாத உயிரினங்களைவிட நன்கு வாழும் என்றும், அவை அதிக வாரிசு உயிரிகளை உருவாக்கும் என்றும், இதற்கு இயற்கை தெரிந்தெடுத்தல் ஒரு காரணம் என்றும் நிரூபித்தார்.
- டார்வின் கோட்பாடு, பல்வேறு உண்மைகள், கருத்துக்கள் மற்றும் தாக்கங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். அவையாவன,

1. மிகை இனப்பெருக்கம் (அல்லது) அளவற்ற பிறப்பித்தல் திறன்

- அனைத்து உயிரினங்களும் தன் இனக்கூட்டத்தை அதிக எண்ணிக்கையில் பெருக்கமடையச் செய்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சால்மன் மீன்கள் இனப்பெருக்க காலத்தில் சுமார் 28 மில்லியன் முட்டைகளை இடுகின்றன. அவற்றின் அனைத்து முட்டைகளும் பெரித்தால் சில தலைமுறைகளிலேயே கடல் முழுதும் சால்மன் மீன் நிறைந்து காணப்படும். மிகக்குறைவான இனப்பெருக்கத்திறன் உடைய யானை, தனது வாழ்நாளில் 6 குட்டிகளை மட்டுமே ஈனும். தடையேதும் ஏற்படாத நிலையில் ஏறத்தாழ 750 ஆண்டுகளில் 6 மில்லியன் வாரிசுகளை யானை உருவாக்கியிருக்கும்.

2. வாழ்க்கைப் போராட்டம்:

- உயிரினங்கள், உணவு, இருப்பிடம் மற்றும் இனப்பெருக்கத் துணைக்காகப் போராடுகின்றன. இவை கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளாக மாறும் நிலையில் இனக்கூட்ட உறுப்பினர்களுக்கிடையே போட்டி ஏற்படுகிறது. டார்வின் இப்போராட்டங்களை மூன்று வழிகளில் விளக்குகிறார்.
- சிற்றினங்களுக்குள்ளான போராட்டம் - ஒரே சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த உயிரினங்களுக்கிடையே உணவு, இருப்பிடம் மற்றும் இனப்பெருக்கத் துணைக்காக ஏற்படும் போராட்டம்.
- சிற்றினங்களுக்கிடையேயான போராட்டம் - வெவ்வேறு சிற்றினங்களுக்கிடையே உணவு மற்றும் இருப்பிடத்திற்கான போராட்டம்.
- சுற்றுச்சூழலுடன் போராட்டம் - காலநிலை வேறுபாடு, வெள்ளம், நிலநடுக்கம், வறட்சி மற்றும் பல சூழல் காரணிகளுடன் இணக்கமாவதற்கான போராட்டம்
- எந்த இரண்டு உயிரினங்களும் ஒன்று போல் இருப்பதில்லை. உருவமொத்த இரட்டையர்களிடையே கூட வேறுபாடுகள் காணப்படும். ஒரே பெற்றோருக்குப் பிறக்கும் குழந்தைகள் கூட நிறம், உயரம், பழக்க வழக்கங்கள் போன்ற பண்புகளால் வேறுபட்டுள்ளனர். விலங்குகளில் தோன்றும் பயனுள்ள மாறுபாடுகள், அவற்றை அவதிகளிலிருந்து மீட்க உதவுகின்றன. இப்பண்புகள் அடுத்த தலைமுறைக்குக் கடத்தப்படுகின்றன.

இயற்கைத் தேர்வு வழி சிற்றினத் தோற்றம்:

- டார்வின் கூற்றுப்படி இயற்கையே மிகச் சிறந்த தேர்ந்தெடுக்கும் சக்தி ஆகும். சிறிய தனிமைப்படுத்தப்பட்ட குழு உயிரினங்களில், இயற்கைத் தேர்வு காரணமாக புதிய சிற்றினம் தோன்றுவதை டார்வின் ஒப்பிடுகிறார். வாழ்வதற்கான போராட்டமே, தகுதி வாய்ந்த உயிரினங்கள் தப்பிப் பிழைப்பதற்கான காரணம் என்று அவர் கருதினார். அவ்வகை உயிரினங்கள் மாறுபட்ட சூழ்நிலைக் கேற்ப வாழ தன்மைத் தகவமைத்துக் கொள்கின்றன.

டார்வினியத்திற்கான எதிர்கருத்துக்கள்:

- டார்வினியக் கோட்பாட்டிற்கு எதிராக எழுந்த சில எதிர்கருத்துக்கள்:
- மாறுபாடுகள் தோன்றும் முறை குறித்து டார்வின் சரியாக விளக்கவில்லை.
- தகுதியுடைய பிழைத்தல் என்பதை மட்டும் டார்வினியம் விளக்குகிறது. ஆனால் விலங்குகள் அத்தகுதியை எவ்வாறு பெறுகின்றன என்பதை விளக்கவில்லை.
- பெரும்பாலும் அடுத்த தலைமுறைக்குக் கடத்தப்படாத சிறு மாறுபாடுகளை மட்டுமே டார்வின் கவனத்தில் கொண்டார்.
- உடல் செல் மற்றும் இனப்பெருக்க செல்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அவர் வேறுபடுத்தவில்லை.
- எச்ச உறுப்புகள், அழிந்துவிட்டன மாம்முத் யானைகளின் நீளமான தந்தங்கள் மற்றும் அயர்லாந்து மான்களின் நீளமான கொம்புகள் போன்ற அளவுக்கதிமாக சிறப்புப் பெற்றிருத்தல் குறித்து டார்வின் விளக்க முற்படவில்லை.

புதிய டார்வினியம்:

- இயற்கைத் தேர்வு வழியாக பரிணாமம் நடைபெறுகிறது என்னும் டார்வினிய கோட்பாட்டிற்கான புதிய விளக்கங்களே புதிய டார்வினியம் எனப்படும். ஏனெனில், டார்வினியக் கோட்பாடு அது தோன்றிய காலத்திலிருந்து பல்வேறு மாற்றங்களைச் சந்தித்தது. பரிணாமம் குறித்த புதிய உண்மைகள் மற்றும் அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் டார்வினியம் பல்வேறு மாற்றங்களைப் பெற்றது. மேலும் வால்ஸ், ஹென்ரிச், ஹேக்கல், வீஸ்மேன் மற்றும் மென்டல் ஆகியோர் இக்கோட்பாட்டினை ஆதரித்தனர். திடீர் மாற்றம், மாறுபாடுகள், தனிமைப்படுத்தல் மற்றும் இயற்கைத் தேர்வு காரணமாக ஒரு இனக் கூட்டத்தின் மரபணு நிகழ்வெண்களில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை இக்கோட்பாடு வலியுறுத்துகிறது.

திடீர் மாற்றக் கோட்பாடு:

- திடீர் மாற்றக் கோட்பாட்டை முன் வைத்தவர் ஹிகோ டி விரிஸ் ஆவார். திடீர் மாற்றம் என்பது உயிரினங்களில் ஏற்படும் உடனடியான சீரற்ற மற்றும் மரபுகடத்தலில் பங்கேற்காத மாற்றங்கள் ஆகும். ஹிகோ டி விரிஸ், அந்தி மந்தாரை (ஈனோதீரா லாமார்க்கியானா) தாவரத்தில் ஆய்வு மேற்கொண்டு, அதில் திடீர் மாற்றம் காரணமாக ஏற்பட்ட மாறுபாடுகளைக் கண்டறிந்தார்.
- பெரிய மற்றும் உடனடியாக ஏற்படும் மாறுபாடுகள் மட்டுமே புதிய சிற்றினம் தோன்றுவதற்குக் காரணம் என்பது டி விரிஸ் கருத்தாகும். ஆனால் லாமார்க் மற்றும் டார்வின் ஆகியோர் உயிரினங்களில் ஏற்படும் படிப்படியான மாறுபாடுகள் அனைத்தும் ஒன்று சேர்ந்து புதிய சிற்றினம் உருவாகக் காரணமாகிற்று என்று நம்பினர்.

திலர் மாற்றக் கோட்பாட்டின் சிறப்புப் பண்புகள்:

- திலர் மாற்றம் அல்லது தொடர்ச்சியற்ற மாறுபாடுகள் அடுத்த தலைமுறைக்குக் கடத்தப்படும் தன்மை கொண்டது.
- இயற்கையாக இனப்பெருக்கம் செய்யும் இனக்கூட்டத்தில் அவ்வப்போது திலர் மாற்றங்கள் ஏற்படும்.
- திலர் மாற்றம் முழுமையான நிகழ்வு ஆதலால் இடைப்பட்ட உயிரினங்கள் காணப்படாது.
- திலர் மாற்றம் இயற்கைத் தேர்வுக்கு உட்பட்டது ஆகும்.

நவீன உருவாக்கக் கோட்பாடு (Modern Synthetic Theory):

- சீவால் ரைட், ஃபிஷ்ஷர், மேயர், ஹக்ஸ்லே போப்சான்க்கி, சிம்ஸ்சன் மற்றும் ஹேக்கல் போன்றோர் டார்வினுக்குப் பந்தைய கண்டுபிடிப்புகளின் அடிப்படையில் இயற்கைத் தேர்வுக் கோட்பாட்டை விளக்கினர். இக்கோட்பாட்டின்படி மரபணு திலர்மாற்றம், குரோமோசோம் பிறழ்ச்சி, மரபணு மறுசேர்க்கை, இயற்கைத் தேர்வு மற்றும் இனப்பெருக்க ரீதியாக தனிமைப்படுத்துதல் ஆகிய ஐந்து அடிப்படை காரணிகள் கரிமப் பரிணாம நிகழ்வுக்குக் காரணமாகின்றன.
1. **மரபணு திலர்** மாற்றம் என்பது மரபணுக்களின் அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் ஆகும். இது மரபணு திலர் மாற்றம் / புள்ளி திலர் மாற்றம் என்றும் அழைக்கப்படும். இது உயிரினங்களின் புறத் தோற்றங்களை மாற்றியமைத்து அவற்றின் சேய் உயிரிகளில் மாறுபாடுகளை உருவாக்குகிறது.
 2. **குரோமோசோம் பிறழ்ச்சி** என்பது நீக்கம், சேர்த்தல், இரட்டிப்பாக்கம், தலைகீழாக்கம் மற்றும் இடமாற்றம் காரணமாக குரோமோசோம் அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் ஆகும். இவையும் உயிரினங்களின் புறத் தோற்றங்களை மாற்றியமைத்து அவற்றின் சேய் உயிரிகளில் மாறுபாடுகளை உருவாக்குகின்றன.
 3. **மரபணு மறுசேர்க்கை** என்பது குன்றல் பிரிதலின் போது ஏற்படும் குறுக்கெதிர் மாற்றத்தால் நிகழ்கிறது. இவை ஒரு சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த உயிரினங்களில் மரபணு மாற்றங்களை உருவாக்குகின்றன. இம்மாற்றங்கள் அடுத்த தலைமுறைக்கு கடத்தப்படும்.
 4. **இயற்கைத் தேர்வு** எந்த வித மரபணு மாறுபாடுகளையும் தோற்றுவிப்பதில்லை. ஆனால் தேர்வு சக்தி சில மரபணு மாற்றங்களை மட்டுமே உயிரினங்களில் அனுமதிக்கிறது. மற்றவை நிராகரிக்கப்படுகின்றன. (பரிணாமத்திற்கான உந்து சக்தி).
 5. இனப்பெருக்க ரீதியாக தனிமைப்படுத்துதல் முறைகள் தொடர்புடைய உயிரினங்களுக்கிடையே இனப்பெருக்கம் நடைபெறுவதைத் தடுக்கிறது.

மனித இனத்தால் உருவாகும் பரிணாமம்:

இயற்கைத் தேர்வு (தொழிற்சாலை மெலானினாக்கம்):

- இயற்கைத் தேர்வு நடைபெறுவதை “தொழிற்சாலை மெலானின் ஆக்கம்” மூலம் தெளிவாக விளக்க முடியும். கரும்புள்ளி அந்திப்பூச்சி (பிஸ்டன் பெட்டுலேரியா) யில் காணப்படும் தொழிற்சாலை மெலானின் ஆக்கம் இயற்கைத் தேர்வுக்கான மிகச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இவை, வெள்ளை மற்றும் கருப்பு ஆகிய இரண்டு நிறங்களில் காணப்பட்டன.
- இங்கிலாந்தில் தொழில் மயமாக்கலுக்கு முன்பு வெள்ளை மற்றும் கருப்புநிற அந்திப்பூச்சிகள் இரண்டுமே பரவலாகக் காணப்பட்டன. தொழில்மயமாக்கலுக்கு முன்பு கட்டிடங்களின் வெள்ளை நிற சுவரின் பின்புலத்தில் வெள்ளை நிற அந்திப்பூச்சிகள் கொண்டு எண்ணிகளிடமிருந்து எளிதில் தப்பித்தன. தொழில்மயமாக்கலுக்குப் பின் மரங்களின் தண்டுப் பகுதிகள் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் புகை மற்றும் கரியால், கரிய நிறமாக மாறின. கருப்பு நிற அந்திப் பூச்சிகள் இந்தக் கரிய மரத் தண்டுகளில் உருவமறைப்புப் (Camouflage) பெற்றன. ஆனால் வெள்ளை நிறப்பூச்சிகள் கொண்டு எண்ணிகளால் எளிதில் அடையாளம் காணப்பட்டன. அதனால் கரிய நிறமுடைய அந்திப்பூச்சிகள், இயற்கையால் தேர்வு செய்யப்பட்டு அவற்றின் எண்ணிக்கை வெள்ளை நிற அந்திப்பூச்சிகளை விட உயர்ந்தது. இயற்கை, கருப்பு நிற அந்திப்பூச்சிக்கு நேர்மறை தேர்வு அமுத்தத்தை வழங்கியது. ஒரு இனக்கூட்டத்தில் தகுந்த தகவமைப்புப் பெற்ற உயிரினங்கள் இயற்கைத் தேர்வு காரணமாக அதிகமான வாரிசுகளை உருவாக்குவதால் அவற்றின் எண்ணிக்கை உயரும் என்பதையே மேற்கண்ட எடுத்துக்காட்டு உணர்த்துகிறது.
- செயற்கைத் தேர்வு என்பது காடுகள், கடல்கள் மற்றும் மீன் வளங்களை மனிதன் மிகையாகப் பயன்படுத்துவது, தீங்குயிர்க் கொல்லிகள், களைக் கொல்லிகள் மற்றும் மருந்துகளைப் பயன்படுத்துவது ஆகிய நிகழ்வுகளின் பக்க விளைவாகும். நூற்றுக் கணக்கான ஆண்டுகளாக மனிதன் வெவ்வேறு வகையான நாய்களைத் தேர்வு செய்துள்ளான். இவை அனைத்தும் ஒரே சிற்றின நாய்களின் வேறுபட்ட மாற்றுருக்கள் ஆகும். மனிதன் புதிய இனங்களைக் குறுகிய காலத்தில் உருவாக்குவது போல, தாராளமான வளங்கள் மற்றும் அதிக கால அளவு ஆகியவற்றைக் கொண்டு, இயற்கை தேர்வின் மூலம் புதிய சிற்றினத்தை எளிதாக உருவாக்க முடியும்.

தகவமைப்புப் பரவல் (Adaptive Radiation):

- ஒரு முதலாதை இனத்திலிருந்து புதிய சிற்றினங்கள், புதிய வாழிடங்களில் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்புகளுடன் தோன்றும் பாணாமநிகழ்வு தகவமைப்புப் பரவல் எனப்படும். தகவமைப்புப் பரவலை நெருங்கிய தொடர்புடைய உயிரினங்களில், மிகக் குறுகிய கால இடைவெளிகளில் எளிதில் நிரூபிக்கலாம். டார்வினின் குருவிகள் மற்றும் ஆஸ்திரேலியாவைச் சேர்ந்த பைப்பாலூட்டிகள் ஆகியவை தகவமைப்புப் பரவலுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். ஒரு தனிமைப்படுத்தப்பட்ட புவியியல் பரப்பில், அமைப்பு மற்றும் செயலில் ஒத்திருக்கும் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட தகவமைப்புப் பரவல் தோன்றுவதற்குக் காரணம் “குவி பரிணாமம்” ஆகும்.

டார்வினின் குருவிகள்:

- இப்பறவைகளின் முதாதையர் 2 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு காலபாகஸ் பகுதிக்கு வந்து சேர்ந்தவை. டார்வின் ஆய்வு மேற்கொண்ட போது, உடல் அளவு, அலகின் வடிவம் மற்றும் உணவுப்பழக்கம் ஆகிய பண்புகளால் வேறுபட்ட 14 சிற்றினங்களாகப் பரிணமித்திருந்தன. அவற்றின் உடல் அளவு மற்றும் அலகின் வடிவம் ஆகியவற்றில் எற்பட்ட மாறுபாடுகளால் அவை வெவ்வேறு வகை உணவுகளான பூச்சிகள், விதைகள், கள்ளித் தாவரத்தின் மகரந்தத் தேன் உடும்பின் இரத்தம் ஆகியவற்றை உண்ண முடிகிறது. இப்பண்புகளை இயற்கைத் தேர்வு, வழி நடத்துகிறது. டார்வின் கண்டறிந்த பல்வேறு வகை குருவிகளைப் காணலாம்.
- டார்வினின் குருவிகளில் உள்ள டி.என்.ஏ.க்களில் காணப்படும் ALX1 மரபணுக்களில் ஏற்பட்ட சிறிய திடீர்மாற்றம் டார்வினிய குருவிகளின் அலகு அமைப்பின் புறப் பண்புகளில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றது.
- ஆஸ்திரேலியாவில் உள்ள பைப்பாலூட்டிகள் மற்றும் வட அமெரிக்காவில் உள்ள நஞ்சுக்கொடி பாலூட்டிகள் ஆகிய இரண்டு துணை வகுப்பைச் சேர்ந்த பாலூட்டிகளும் உணவு வளம், இடப்பெயர்ச்சித் திறன் மற்றும் கால நிலை ஆகியவற்றுக்கான தகவமைப்புகளை மேற்கொண்ட முறைப்படியே பெற்றுள்ளன. இவை இரண்டும் பொது முதாதையரிடமிருந்து 100 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தனியாகப் பிரிந்தன. பின்னர் இவை ஒவ்வொன்றும் தனித்தனி மரபுக் கால்களாக தன்னியல்பாகப் பரிணமித்தன.
- ஆஸ்திரேலிய பைப்பாலூட்டிகள் மற்றும் வட அமெரிக்க நஞ்சுக் கொடி பாலூட்டிகளும், காலத்தாலும், புவிப்பரவலாலும் வேறுபட்டு இருந்தாலும் அவை ஒரே வாழிடத்தில் வாழும் வாழ்க்கை முறைகளைக் கொண்ட பல சிற்றினங்களை உருவாக்கியுள்ளன. இவற்றின் வடிவம், இடப்பெயர்ச்சி முறை, உணவூட்டம் மற்றும் உணவு தேடும் முறையில் உள்ள ஒற்றுமை, அவற்றின் வேறுபட்ட இனப்பெருக்க முறைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இப்பண்புகள் அவற்றின் தெளிவான பரிணாமத் தொடர்புகளை விளக்குகின்றன.
- ஆஸ்திரேலியாவில் 200க்கும் மேற்பட்ட பைப்பாலூட்டிகளும், ஒரு சில சிற்றினங்களைச் சேர்ந்த நஞ்சுக் கொடி பாலூட்டிகளும் வாழ்கின்றன. இப்பையுடைய பாலூட்டிகள், வட அமெரிக்காவில் பரவியுள்ள நஞ்சுக் கொடி பாலூட்டிகள் போலவே தகவமைப்பு பரவல் மூலம் ஆஸ்திரேலியாவின் வெவ்வேறு வாழிடங்களில் பரவலாக வாழ்கின்றன.

பரிணாமம் நடைபெறும் முறை:

- நுண்பரிணாமம் (சிறு அளவில் நடைபெறும் பரிணாமம்) என்பது ஒரு இனக்கூட்டத்தில் அல்லீல் நிகழ்வெண்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் குறிக்கிறது. இயற்கைத் தேர்வு, மரபியல் நகர்வு, திடீர் மாற்றம் மற்றும் மரபணு ஓட்டம் ஆகிய நான்கு அடிப்படைக் காரணிகளால், இனக்கூட்டத்தின் அல்லீல் நிகழ்வெண்கள் மாற்றமடைகின்றன.

இயற்கைத் தேர்வு:

- ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் ஒரு அல்லீல் (அல்லது வேறுபாடைய அல்லீல்களின் சேர்க்கை) ஒரு உயிரினத்தை வாழவும், இனப்பெருக்கம் செய்யவும் தகுதிப்படுத்தும்போது, இயற்கைத் தேர்வு நடைபெறுகிறது. அந்த அல்லீல் தகுதியைக் குறைக்கும்போது அதன் நிகழ்வெண் அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளில் குறைகிறது.
- ஒரு குறிப்பிட்ட மரபணுவின் பரிணாமப் பாதை என்பது, பல்வேறு பரிணாம செயல்முறைகள் ஒரே நேரத்தில் செயல்படுவதன் விளைவாகும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு மரபணுவின் அல்லீல் நிகழ்வெண், மரபணு ஒட்டம் மற்றும் மரபியல் நகர்வு ஆகிய இரண்டு காரணிகளால் மாற்றப்படலாம். அதே நேரத்தில் மற்றொரு மரபணு திடீர் மாற்றத்தினால், இயற்கைத் தேர்வு ஏற்கத்தக்க புதிய அல்லீலை உருவாக்கலாம்.

தேர்வு முறைகள்: மூன்று வகையான இயற்கைத் தேர்வு முறைகள் காணப்படுகின்றன.

1. நிலைப்படுத்துதல் தேர்வு (மைய நோக்குத் தேர்வு) (Centripetal Selection):

- இவ்வகைத் தேர்வு முறை நிலையான சுற்றுச்சூழல் இருக்கும்போது செயல்படுகிறது. இம்முறையில் சராசரி புறத்தோற்றப் பண்புகள் உடைய உயிரினங்கள் தப்பிப் பிழைக்கும். ஆனால் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள குழலுக்கு ஒவ்வாத மிகை பண்பு உயிரினங்கள். உயிரினத் தொகையிலிருந்து நீக்கப்படும். இங்கு புதிய சிற்றினமாக்கல் நிகழாது. ஆனால் இனக்கூட்டத்திற்குள், புறத்தோற்றப் பண்புகளில் உள்ள நிலைத்தன்மை அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளிலும் மாறாமல் பேணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, புயலின் போது தப்பி வாழ்ந்த சிட்டுக்குருவிகள் எண்ணிக்கை சராசரி அளவை ஒட்டி இருக்கும். புயலுக்குத் தாக்குப்பிடிக்க இயலாத சிட்டுக்குருவிகளின் எண்ணிக்கை மாறுபாடுகளின் விளிம்புகளில் சேகரமாகிவிடுகிறது. இப்போக்கு நிலைப்படுத்துதல் தேர்வினைக் குறிக்கும்.

இலக்கு நோக்கிய தேர்வு முறை (Directional Selection):

- படிப்படியாக மாற்றம் பெறும் சுற்றுச்சூழல், இலக்கு நோக்கிய தேர்வு முறைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது இவ்வகையான தேர்வு முறையில், புறத்தோற்றப் பண்புகள் பரவலின் ஒரு முனையிலிருந்து மறுமுனையை நோக்கி படிப்படியாக உயிரினங்கள் நீக்கப்படுகின்றன. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக, ஆண் மற்றும் பெண் சிட்டுக் குருவிகளின் உடல் அளவில் உள்ள வேறுபாடுகளைக் கூறலாம். ஆண் மற்றும் பெண் சிட்டுக் குருவிகள் புறத்தோற்றத்தில் ஒன்றுபோலத் தோன்றினாலும், அவற்றின் உடல் எடை வேறுபாடுகளைக் காணப்படும். பெண் குருவிகள் அதன் உடல் எடையோடு தொடர்புடைய இலக்கு நோக்கிய தேர்வு முறையை வெளிக்காட்டுகிறது.

உடைத்தல் முறைத் தேர்வு மைய விலக்குத் தேர்வு (Centrifugal Selection):

- ஒரே விதமான சுற்றுச் சூழல், நிலைமாற்றம் பெற்று, பல்வகை சுற்றுச்சூழல் நிலைகளைக் கொண்டதாக மாறும்போது இவ்வகைத் தேர்வுமுறை செயல்படுகிறது இம்முறையில் இருமுனைகளிலும் காணப்படும் புறத்தோற்றப் பண்புகளை உடைய உயிரினங்கள் தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. ஆனால் சராசரி புறத்தோற்றப் பண்புகளை உடைய உயிரினங்கள் இனக்கூட்டத்திலிருந்து நீக்கப்படுகின்றன. இதனால் இனக்கூட்டம் துணை இனக்கூட்டங்கள் அல்லது துணை சிற்றினங்களாகப் பிரிகின்றன. இந்த அரிதான வகைத் தேர்வு முறையில் இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட மாறுபட்ட சிற்றினங்கள் தோன்றுகின்றன. இது தகவமைப்புப்பரவல் (Adaptive Radiation) என்றும் அழைக்கப்படும். எடுத்துக்காட்டு: காலபாகஸ் தீவுகளில் வாழும் டார்வினின் குருவிகளில், உணவாகப் பயன்படும் விதையின் அளவுக்கேற்ப அவற்றின் அலகுகளின் நீளம் மாறுபடுகிறது.
- குழுத் தேர்வு மற்றும் பாலினத் தேர்வு ஆகியவை பிற தேர்வு முறைகள் ஆகும். பொது நலன் (Altruism) மற்றும் உறவுமுறைத் தேர்வு (Kin selection) ஆகியவை குழுத் தேர்வு முறையின் இரு முக்கிய வகைகளாகும்.

மரபணு ஓட்டம்

- இனச்செல்கள் வழியாக மரபணுக்கள் இடம்பெயர்தல் அல்லது ஒரு இனக்கூட்டத்தில் தனிப்பட்ட உயிரினங்களின் உள்ளேற்றம் (உட்பரவல்) அல்லது வெளியேற்றம் (வெளிப்பரவல்) ஆகியவை மரபணு ஓட்டம் எனப்படும். இனக்கூட்டத்தினுள் நுழையும் உயிரினங்கள் மற்றும் இனச்செல்கள் புதிய அல்லீல்களைக் கொண்டிருக்கலாம் அல்லது இனக்கூட்டத்தில் இருக்கும் அல்லீல்களின் விகிதத்தை விட மாறுபட்ட விகிதங்களில் ஏற்கனவே உள்ள அல்லீல்களே கொண்டு வரப்படலாம். பரிணாமம் நிகழ்வதற்கான வலிமையான காரணியாக மரபணு ஓட்டம் திகழ்கிறது.

மரபியல் நகர்வு / சீவால் ரைட் விளைவு (Genetic Drift / Sewall Wright Effect):

- வாய்ப்புகள் காரணமாக (மாதிரி சேகரித்தலில் பிழை), அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளில் ஒரு இனக்கூட்டத்தின் அல்லீல் நிகழ்வெண்களில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் பரிணாம நிகழ்வே மரபியல் நகர்வு ஆகும். மரபியல் நகர்வு இனக்கூட்டத்தின் அனைத்து அளவுகளிலும் நடைபெறும். ஆனால் இதன் விளைவுகள் சிறிய இனக்கூட்டத்தில் வலிமை உடையதாக இருக்கும் இதன் விளைவாக சில அல்லீல்கள் இழக்கப்படலாம். (நன்மை தரும் அல்லீல்கள் உட்பட) அல்லது சில அல்லீல்கள் நிலைநிறுத்தப்படலாம். இயற்கை இடர்பாடு காரணமாக இனக்கூட்டத்தின் அளவு குறைந்திருந்தாலும் (சீசாகமுத்து விளைவு) அல்லது மூல இனக்கூட்டத்திலிருந்து ஒரு சிறுபகுதி பிரிந்து சென்று புதிய கூட்டத்தை உருவாக்கினாலும் (நிறுவனர் விளைவு) மரபியல் நகர்வின் விளைவு அதிகமாக இருக்கும்.

திலர் மாற்றம்:

- திலர் மாற்றம், மரபியல் மாறுபாடுகள் தோன்றுவதற்கான மூலகாரணமாக இருந்தாலும், பெரும்பாலான உயிரினங்களில் திலர் மாற்ற வீதம் குறைவாகவே இருக்கும். எனவே ஒரு அல்லீல் நிகழ்வெண்ணில் ஏற்படும் புதிய திலர் மாற்றம் அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளில் பெரிய அளவில் இருக்காது.

ஹார்டி வீன்பெர்க் கொள்கை (Hardy - Weinderg Principle):

- திறந்த வெளிகளில் உள்ள புல்வகைகள், காடுகளில் காணப்படும் ஓநாய்கள், மனித உடலில் காணப்படும் பாக்டீரியாக்கள் போன்ற அனைத்து இனக்கூட்டங்களும் இயற்கையாக பரிணாமம் அடைபவையே. அனைத்து இனக்கூட்டங்களிலும் சில மரபணுக்களாவது பரிணாமத்திற்கு உள்ளாகின்றன. பரிணாமம் என்றால் உயிரினங்கள் நிறைவை நோக்கி நகர்கின்றன. என்று பொருளல்ல. மாறாக இனக் கூட்டங்கள் அதன் மரபியல் கட்டமைப்பை அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளில் மாற்றியமைத்துக் கொள்ளுகின்றன என்பதாகும். எடுத்துக்காட்டாக ஓநாய் இனக்கூட்டத்தில், சாம்பல் நிற உரோமத்திற்கான மரபணு நிகழ்வெண் மாற்றம் பெற்று கருப்பு நிற உரோமத்தை உருவாக்கும். சில நேரங்களில் இதுபோன்ற மாற்றங்கள் இயற்கைத் தேர்வு அல்லது வலசைபோதல் அல்லது சில சீரற்ற நிகழ்வுகள் காரணமாக ஏற்படலாம்.
- ஒரு இனக்கூட்டத்தில் பரிணாமம் நிகழாமல் இருப்பதற்கான நிலைகளை ஆராயலாம். இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த ஹார்டி மற்றும் ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த வீன்பெர்க் ஆகியோர்” ஒரு இனக்கூட்டத்தில் மரபணு ஒட்டம், மரபியல் நகர்வு, திலர் மாற்றம், மரபணு மறுசேர்க்கை மற்றும் இயற்கைத் தேர்வு ஆகிய காரணிகள் இல்லாத நிலையில் அல்லீல்களின் நிகழ்வெண் அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளிலும் மாறாமல் இருக்கும்” எனக்கூறினர். ஒரு இனக்கூட்டம் ஹார்டி வீன்பெர்க் சமநிலையில் இருக்கும்போது அல்லீல்களின் நிகழ்வெண் மற்றும் மரபு வகை (Genotype) அல்லது அல்லீல்களின் தொகுப்பு ஆகியவை அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளிலும் மாறாமல் நிலையானதாக இருக்கும். பரிணாமம் என்பது ஒரு இனக்கூட்டத்தின் அல்லீல் நிகழ்வெண்களில் கால ஒட்டத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் ஆகும். எனவே ஹார்டி வீன்பெர்க் சமநிலையைக் கொண்டிருக்கும் இனக்கூட்டத்தில் பரிணாமம் நிகழாது.
- வண்டுகளின் மிகப்பெரிய இனக்கூட்டத்தை எடுத்துக்கொண்டால் கருஞ்சாம்பல் (கருப்பு) மற்றும் வெளிர் சாம்பல் ஆகிய இரண்டு நிறங்களில் அவை இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். வண்டுகளின் உடல் நிறத்தைத் தீர்மானிக்கும் மரபணு “A” ஆகும். “AA” மற்றும் “Aa” மரபணுவாக்கம் உள்ள வண்டுகள் கருஞ்சாம்பல் நிறமுடையதாகவும், “aa” மரபணுவாக்கம் உள்ள வண்டுகள் வெளிர் சாம்பல் நிறமுடையதாகவும் உள்ளன. இவ்வினக்கூட்டத்தில் ‘A’ அல்லீலின் நிகழ்வெண் (p) 0.3 எனவும் மற்றும் ‘a’ அல்லீலின் நிகழ்வெண் (q) 0.7 எனவும் இருந்தால் $p + q = 1$ ஆகும். ஹார்டி வீன்பெர்க் சமநிலை பெற்ற இனக்கூட்டத்தில் அதன் மரபணுவாக்க நிகழ்வெண்ணை ஹார்டி - வீன்பெர்க் சமன்பாட்டைக் கொண்டு கணக்கிடலாம்.

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$$

$$p^2 = AA \text{ ன் நிகழ்வெண்}$$

$$2pq = Aa \text{ ன் நிகழ்வெண்}$$

$$q^2 = aa \text{ ன் நிகழ்வெண்}$$

$$p = 0.3, q = 0.7 \text{ எனில்}$$

$$p^2 = (0.3)^2 = 0.09 = 9\% AA$$

$$2pq = 2 (0.3) (0.7) = 0.42 = 42\% Aa$$

$$q^2 = (0.7)^2 = 0.49 = 49\% aa$$

- இதனால் வண்டு இனக்கூட்டம் ஹார்டி வீன்பெர்க் சமநிலையில் இருப்பதை அறியலாம். இச்சமநிலையிலுள்ள வண்டுகள் இனப்பெருக்கம் செய்தால் அடுத்த தலைமுறையில் அல்லீல் மற்றும் மரபணுவாக்க நிகழ்வெண் கீழ்க்கண்டவாறு அமையும். அடுத்த தலைமுறையை உருவாக்கும் இனச்செல் குழுமத்தின் 'A' மற்றும் 'a' அல்லீல்களின் நிகழ்வெண் ஒரே மாதிரியாக இருந்தால் அதன் சந்ததிகளின் பண்புகளில் எந்த மாறுபாடுகளும் தோன்றாது. அடுத்த தலைமுறை சந்ததிகளின் மரபணுவாக்க நிகழ்வெண் 9% AA, 42% Aa மற்றும் 49% aa ஆகவே இருக்கும்.
- இவ்வண்டுகள் சீரற்ற முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்வதாகக் கொண்டால் (ஆண் மற்றும் பெண் இனச்செல்களை, இனச்செல் குழுமத்திலிருந்து தேர்வு செய்தல்) அடுத்த தலைமுறை உயிரினங்களில் மரபணுவாக்கம் தோன்றுவதற்கான நிகழ்தகவு, எந்தெந்த வகைப் பெற்றோர் இனச்செல்கள் இணைகின்றன என்பதைப் பொருத்து அமையும்.

ஹார்டி – வீன்பெர்க் விதியின் ஊகங்கள்:

- திடீர் மாற்றம் இன்மை – திடீர் மாற்றத்தின் காரணமாக புதிய அல்லீல் உருவாக்கம், மரபணு இரட்டிப்படைதல் அல்லது மரபணு நீக்கம் ஆகிய எதுவும் இல்லை.

சீரற்ற இனச்சேர்க்கை:

- ஒவ்வொரு உயிரினமும் இனச்சேர்க்கையில் ஈடுபடுவதற்கான வாய்ப்பைப் பெறுகின்றன. குறிப்பிட்ட மரபணு ஆக்கத்திற்கு முக்கியத்துவம் தராமல் இவற்றுக்கிடையேயான இனச்சேர்க்கை சீரற்ற முறையில் உள்ளது.

மரபணு ஒட்டம் இன்மை:

- இனக்கூட்டத்திலிருந்து தனிப்பட்ட உயிரினங்களோ அல்லது அவற்றின் இனச்செல்களோ உள்செல்கை (உள்ளேற்றம்) அல்லது வெளிச்செல்கை (வெளியேற்றம்) எதிலும் ஈடுபடுவது இல்லை.

மிகப்பெரிய உயிரினத்தொகை

- இனக்கூட்டத்தின் அளவு எல்லையற்றதாக இருக்க வேண்டும்.

இயற்கைத் தேர்வு இன்மை

• அனைத்து அல்லீல்களும், வாழவும், இனப்பெருக்கம் செய்யவும் தகுதியுடையவை.

• மேற்கண்ட ஊகங்களில் ஏதேனும் ஒன்று பொருந்தவில்லை என்றாலும், இனக்கூட்டம் ஹார்டி - வீன்பெர்க் சமநிலையில் இருக்காது. அல்லீல் நிகழ்வெண்கள் அடுத்தடுத்த தலைமுறையில் மாறும்போது பரிணாமம் நிகழும்.

மனிதனின் தோற்றம் மற்றும் பரிணாமம்:

• பாலூட்டிகளின் பரிணாமம் ஜூராசிக் காலத்தின் தொடக்கத்தில் சுமார் 210 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நிகழ்ந்தது. ஆசியா மற்றும் ஆப்பிரிக்கா பகுதியில் ஹோமினிட்களின் பரிணாமம் நிகழ்ந்தது. பொருட்களை உருவாக்கும் திறன் மற்றும் கலாச்சாரம் ஆகியவற்றில் பிறவிலங்குகளை விட மனித இனம் மேம்பட்டது என்பதை ஹோமினிட்கள் மெய்ப்பித்தனர். சுமார் 14 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வாழ்ந்த ராமாபித்திகஸ் (Ramapithecus) மற்றும் சிவாபித்திகஸ் (Sivapithecus) போன்ற வரலாற்றுக்கு முந்தைய மனிதர்களின் புதைபடிவங்கள் கிடைத்துள்ளன. அவை மனிதக் குரங்கு போன்ற டிரையோபித்திகசிலிருந்து (Dryopithecus) தோன்றியதாகக் கருதப்படுகிறது. டிரையோபித்திகஸ் மற்றும் ராமாபித்திகஸ் ஆகியவை உடல் முழுவதும் முடிகளைக் கொண்டு கொரில்லா மற்றும் சிம்பன்சிகளைப் போல நடந்தன. சுமார் 5 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் கிழக்கு ஆப்பிரிக்கா புல்வெளிகளில் வாழ்ந்ததாகக் கருதப்படும் ஆஸ்திரலோபித்திகஸ் (Australopithecus) “ஆஸ்திரேலியக் குரங்கு மனிதன்” என அழைக்கப்படுகிறது. இம்முன்னோடி மனிதன், 1.5 மீ உயரம் கொண்டு, இரண்டு கால்களால் நடக்கும் திறன், அனைத்துண்ணிப் பண்பு, பாதி நிமிர்ந்த நிலை, குகை வாழ் தன்மை ஆகிய பண்புகளைப் பெற்றிருந்தான். தாழ்ந்த நெற்றி, கண்களின் மேல் புருவ மேடுகள், துருத்திய நிலையில் உள்ள முகம், கன்னங்களற்ற தன்மை, 350 – 450 கனசெ.மீ அளவுகொண்ட திறன்குறைந்த மூளை, மனிதனைப் போன்ற பல்லமைப்பு, முதுகெலும்புத் தொடரில் இடுப்புப் பக்க வளைவு ஆகியவை இதன் சிறப்புப் பண்புகளாகும். ஹோமோ ஹாபிலிஸ் (Homo habilis) உயிரினம் 2 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வாழ்ந்தது. இதன் மூளையின் அளவு 650 – 800 கன செ.மீ ஆகும். மேலும் தாவர உண்ணிகளான இவை இரண்டு கால்களால் இடப்பெயர்ச்சி செய்வதுடன் செதுக்கப்பட்ட கற்களாலான கருவிகளை பயன்படுத்தும் திறனையும் பெற்றிருந்தன.

• முதன் முதலாக மனிதனைப் போலத் தோற்றமளித்த ஹோமோ எரக்டஸ் (Homo erectus) உயிரினம் 1.7 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தோன்றியது. பார்வைக்கு மனிதனைப் போன்றே தோற்றமளித்த ஹோமோ எரக்டஸ், நவீன மனிதனைவிட தட்டையான, தடிமனான மண்டடை ஒரு, 900 கன செ.மீ அளவு கொண்ட மூளை மற்றும் இறைச்சி உண்ணும் தன்மை ஆகிய பண்புகளைப் பெற்றிருந்தன.

• ஹோமோ எர்காஸ்டர் (Homo ergaster) மற்றும் ஹோமோ எரக்டஸ் (Homo Erectus) ஆகியவை ஆப்பிரிக்காவை விட்டு வெளியேறிய முதல் இனங்களாகும். சுமார் 34,000 – 1,00,000 ஆண்டுகளுக்கு முன் ஜெர்மனியின்

நியாண்டர் பள்ளத்தாக்கில் வாழ்ந்த நியாண்டர்தால் மனிதனின் மூளை அளவு 1400 கன செ.மீ ஆகும். இவ்வகை மனிதன், பாதி நிமிர்ந்த நிலை, தட்டையான மண்டடை ஓடு, சாய்வான நெற்றி, மெலிதான பெரிய கண்குழிகள், கனமான கண்புரவ மேடுகள், துருத்திய தாடைகள் மற்றும் கன்னங்கள் அற்ற தன்மை ஆகிய பண்புகளால் நவீன மனிதனிடமிருந்து வேறுபடுகின்றான்.

- இவர்கள் விலங்கினங்களின் தோலைப் பயன்படுத்தி தங்கள் உடலைப் பாதுகாக்கவும், நெருப்பைப் பயன்படுத்தவும், இறந்தவர்களைப் புதைக்கவும் அறிந்திருந்தனர். வேளாண்மை, வீட்ட விலங்கு வளர்ப்பு போன்ற எதையும் அவர்கள் செய்யவில்லை. மனிதப் பரிணாமத்தின் பாதையில் இவ்வின் உருவாக்கம் முக்கியக் கிளையாகும். நவீன ஐரோப்பியர்களின் மூதாதையர்கள் எனக்கருதப்படும். குரோமோக்னன் (Cro-Magnon), பிரான்ஸ் நாட்டின் குரோமேக்னன் பாறைப் பகுதிகளில் வாழ்ந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. அவர்கள் பல்வேறு சூழ்நிலைகளில் வாழும் திறனைப் பெற்றிருந்ததோடு, குகைகளிலும், தரைகளிலும், சுவர்களிலும் படங்கள் வரையும் பண்பினையும் பெற்றிருந்தனர்.
- ஹோமோ சேப்பியன்ஸ் எனும் நவீன மனித இனம் சுமார் 25,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ஆப்பிரிக்காவில் தோன்றி மற்ற கண்டங்களுக்குப் பரவி, தனித்தனி வகை இனங்களாக வளர்ச்சியடைந்தது. அவர்களின் மூளை அளவு ஏறத்தாழ 1300 – 1600 கன செ.மீ ஆகும். இவர்கள் பயிர்சாகுபடி செய்யத் தொடங்கியிருந்தனர் மேலும் வீட்டு விலங்குகளை வளர்த்தலிலும் ஈடுபட்டிருந்தனர்.

அலகு – 10

உயிரி தொழில் நுட்பவியலின் பயன்பாடுகள்

- இப்பாடப் பகுதியைக் கற்கத் தொடங்கும் முன் டி.என்.ஏவின் அமைப்பு, புரத உற்பத்தி மற்றும் மரபுப்பொறியியல் ஆகியவற்றைப் பற்றி மீள் பார்வை செய்தல் உதவிகரமானதாக அமையும். டி.என்.ஏ மற்றும் இயற்கையாக நடைபெறும் புரத உற்பத்தியை மனித விருப்பப்படி, மாற்றியமைத்து மருத்துவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்த புரதங்கள் மற்றும் இதர பயன்பாட்டிற்கான புரதங்களை உருவாக்கும் செயல்முறைகள் 'மரபுப் பொறியியல்' எனப்படும். ஒரு உயிரிலிருந்து மரபணுவைப் பிரித்தெடுத்து அதே சிற்றினத்தையோ அல்லது வேறு சிற்றினத்தையோ சார்ந்த உயிரியின் டி.என்.ஏ வுடன் மாற்றிப் பொருத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு உருவாக்கப்படும் டி.என்.ஏ வானது மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ (rDNA) என்றும் இச்செயல்முறைக்கு டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கை தொழில்நுட்பம் என்று பெயர். இவையனைத்தும் உயிரி தொழில்நுட்பவியல் என்னும் பெரும் பிரிவின் அங்கங்களாகும். நல்ல பொருட்களையும் சேவையையும் அளிப்பதற்காக உயிரியல் காரணிகளைக் கொண்டு செயல்படுத்தப்படும் அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் கோட்பாடுகளே உயிரிய தொழில்நுட்பம் என வரையறுக்கலாம்.
- பல்வேறு பொருட்களின் உற்பத்திக்காகவும் சேவைக்காகவும் உயிரிகளின் பண்புகளை பயன்படுத்திக் கொள்ளும் பலவகையான தொழில் நுட்பங்களை பரந்த அளவில் உள்ளடக்கிய சொல் உயிரி தொழில்நுட்பவியல் ஆகும்.

- பாரம்பரிய செயல்பாடுகளான இட்லி, தோசை, பால்பொருட்கள், ரொட்டித்துண்டங்கள் அல்லது ஓயின் தயாரித்தல் போன்றவற்றிற்கு உயிரி தொழில்நுட்பவியல் என்னும் வார்த்தை 20ம் நூற்றாண்டுக்கு முன்பு பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. ஆனால், தற்காலத்தில் இவற்றுள் எதுவும் உயிரி தொழில்நுட்ப முறையாகக் கருதப்படுவதில்லை.
- மருத்துவத்துறையிலும் பிற துறைகளிலும் உயிரி தொழில் நுட்பவியலின் பயன்பாடுகளை இப்பாடத்தில் பயில இருக்கிறோம். மருத்துவ சிகிச்சைப் பயன்பாடு கொண்ட ஹார்மோன்களையும் புரதங்களையும் பெரும் அளவில் உற்பத்தி செய்வதில் டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கை தொழில் நுட்பம் முன்னணியில் உள்ளது.

**மருத்துவத்தில் உயிரி தொழில் நுட்பவியலின் பயன்பாடுகள்
(Applications in medicine)
மறுசேர்க்கை மனித இன்சலின்
(Recombinant Human Insulin)**

- கணையத்திலுள்ள லாங்கர்ஹான் திட்டுகளில் காணப்படும் β செல்களிலிருந்து மனித இன்சலின் உற்பத்தியாகிறது. இது 51 அமினோ அமிலங்களால் ஆனது. இவை 'A' மற்றும் 'B' என்னும் இரண்டு பாலிபெப்டைடு சங்கிலிகளாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. 'A' சங்கிலி 21 அமினோ அமிலங்களையும் 'B' சங்கிலி 30 அமினோ அமிலங்களையும் கொண்டுள்ளன. A மற்றும் B ஆகிய இரண்டு சங்கிலிகளும் டைசல்ஃபைடு பிணைப்புகள் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இரத்தத்தில் சர்க்கரையின் அளவை இன்சலின் கட்டுப்படுத்துகிறது. செல்கள் குளுகோஸை எடுத்துக் கொண்டு அதை ஆற்றலாக மாற்றி வெளியிடுவதற்கு இன்சலின் உதவுகிறது. இன்சலின் பற்றாக்குறையினால் 'டயயாபிடீஸ் மெலிடீஸ்' எனும் சர்க்கரை நோய் உண்டாகிறது. சிகிச்சை அளிக்காவிடில் மரணத்தை ஏற்படுத்தக்கூடிய நோயான இது இரத்தத்தில் குளுக்கோஸின் அளவு அதிகரித்தல் மற்றும் சிக்கலான அறிகுறிகளையும் கொண்டு காணப்படுகிறது. தொடர்ச்சியான இன்சலின் சார்பு சிகிச்சை மூலம் இப்பற்றாக்குறை நோயைச் சரி செய்யலாம்.

மனித இன்சலின் உற்பத்தி

- முற்காலத்தில், பன்றிகள் மற்றும் பசுக்களின் கணையங்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டு தூய்மைப்படுத்தப்பட்ட இன்சலினை சர்க்கரை நோயாளிக்குச் செலுத்தி சிகிச்சையளிக்கப்பட்டது. விலங்கு இன்சலினுக்கும் மனித இன்சலினுக்கும் அமைப்பில் சிறிய அளவில் வேறுபாடுகள் உள்ளதால், சில நோயாளிகளில் இது ஒவ்வாமையை ஏற்படுத்தியது. 1970களின் பிற்பகுதியில் டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கைத் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி இன்சலின் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. இத்தொழில் நுட்பத்தில், மனித இன்சலினுக்கான மரபணு, எ.கோலையின் பிளாஸ்மிட்டில் நுழைக்கப்படுகிறது. ஒரு தலைமை வரிசையை (leader sequence) முன்புறம் கொண்டு அதைத் தொடர்ந்த 'A' மற்றும் 'B' துண்டங்கள் (சங்கிலிகள்) மற்றும் அவற்றை இணைக்கும் 'C' என்னும் மூன்றாவது சங்கிலி ஆகியவற்றால் ஆன முன்னோடி பாலிபெப்டைடு சங்கிலியாக முதன்மை-முன்னோடி இன்சலின் (Pre-Pro Insulin) உருவாகிறது.

மொழி பெயர்ப்புக்குப்பின் தலைமை வரிசையும் 'C' சங்கிலியும் வெட்டப்பட்டு நீக்கப்படுவதால், 'A' மற்றும் 'B' சங்கிலிகள் மட்டும் எஞ்சுகின்றன.

- டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கைத் தொழில் நுட்பத்தால் உருவாக்கப்பட்டு மனிதனுள் செலுத்தப்பட்ட முதல் மருந்துப்பொருள் இன்சலின் ஆகும். 1982 ல் சர்க்கரை நோயைக் குணப்படுத்துவதற்காக இந்த இன்சலினைப் பயன்படுத்த அனுமதியளிக்கப்பட்டது. 1986ல் 'ஹியுமுலின்' (Humulin) என்னும் வணிகப் பெயரோடு, சந்தையில் மனித இன்சலின் விற்பனை செய்யப்பட்டது.

1921ல் பெஸ்ட் மற்றும் பேன்டிங் என்பவர்கள், நாயின் கணையத்திட்டுகளிலிருந்து பிரித்து எடுக்கப்பட்ட இன்சலின் ஹார்மோனின், சர்க்கரை நோய் குணப்படுத்தும் திறனை விளக்கிக் காட்டினார்கள்.

மனித ஆல்.பா லேக்டால்புமின் (Human α lactalbumin)

- ஆல்.பா லேக்டால்புமின் என்பது 123 அமினோ அமிலங்களையும் 4 டைசல்.பைடு இணைப்புகளையும் 14178 டால்டன் மூலக்கூறு எடையையும் கொண்ட ஒரு புரதம் ஆகும். மனித தாய்ப்பாலிலுள்ள புரதங்களுள் 25% புரதம் ஆல்.பா லேக்டால்புமின் ஆகும். இது பால் சுரப்பிகளால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. லேக்டால்புமின் கால்சியம் மற்றும் துத்தநாக அயனிகளுடன் இணைந்து பாக்கிரியங்களைக் கொல்லும் பண்பையும் கட்டி-எதிர்ப்புச் செயல்பாடுகளையும் கொண்டுள்ளது.

மனித வளர்ச்சி ஹார்மோன் உற்பத்தி

- மறுசேர்க்கை செய்யப்பட்ட மனித ஆல்.பா லேக்டால்புமின் மரபணுவைக் கொண்டு பசுவின் மரபியல்பை மாற்றி அதன் விளைவாக பசும்பாலின் உணவு மதிப்பை அதிகரிக்கச் செய்ய முயற்சிக்கப்பட்டது. உடற்செல் உட்கரு மாற்றிப் பொருத்துதல் மூலம் நலமான, மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட பசுக்கள் உருவாக்கப்பட்டன. அப்பசுவின் பாலில், ஒரு லிட்டருக்கு 1.55 கிராம் மறுசேர்க்கை ஆல்.பா லேக்டால்புமின் உற்பத்தி சாத்தியமானது. இதே போன்று மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட வெள்ளாடுகள் உருவாக்கப்பட்டு. அவற்றின் பாலைப் பரிசோதித்ததில், அதில் ஒரு மில்லி லிட்டருக்கு 0.1 முதல் 0.9 மில்லி கிராம் மனித ஆல்.பா லேக்டால்புமின் இருப்பது கண்டறியப்பட்டது.

உடற்செல் உட்கரு மாற்றிப் பொருத்துதல் எனும் தொழில் நுட்பத்தில், ஒரு உடற்செல்லையும் ஒரு அண்ட செல்லையும் கொண்டு ஒரு உயிருள்ள கரு உருவாக்கப்படுகிறது. விலங்கு நகலாக்கம் எனும் பாடப்பகுதியில் இத்தொழில்நுட்பம் குறித்து விரிவாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

1997ல் முதன் முதலில் 'ரோஸி' எனும் மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட பசு உருவாக்கப்பட்டது. இப்பசுவின் பால், மனித லேக்டால்புமின் கொண்ட புரதச் செறிவு மிக்க பாலாகக் காணப்பட்டது. சாதாரண பசுவின் பாலை விட, புரதம் செறிந்த (2.4கிராம்/லிட்டர்) இப்பசும்பாலானது பச்சிளம் குழந்தைகளுக்கு ஏற்ற உணவூட்டம் மிக்க ஒரு சரிவிகித உணவாகும்.

மனித வளர்ச்சி ஹார்மோன் (hGH)

- எ.கோலை பாக்டீரியத்தைப் பயன்படுத்தி மறுசேர்க்கை மூலம் இன்சலின் தயாரிக்கப்பட்ட அதே கால கட்டத்தில் மற்றொரு ஆய்வுக் குழுவானது 'சொமட்டோஸ்டேட்டின்' மற்றும் 'சொமட்டோடிரோபின்' என்னும் இருவகை மனித வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் பற்றிய ஆய்வுகளில் ஈடுபட்டது. பிட்யூட்டரியிலிருந்து சுரக்கப்படும் இந்த பெப்டைடு ஹார்மோன்கள், அமினோ அமில உள்எழுத்து மற்றும் புரத உற்பத்தியை ஊக்குவித்தல் போன்றவற்றில் ஈடுபட்டு மனித வளர்ச்சியைத் தூண்டவும் நெறிப்படுத்தவும் செய்கின்றன. வளர்ச்சி ஹார்மோன் பற்றாக்குறையினால் 'குள்ளத்தன்மை' (dwarfism) ஏற்படுகிறது. மனித பிட்யூட்டரி சுரப்பியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் மனித வளர்ச்சி ஹார்மோனை ஊசி வழியாகச் செலுத்தவதன் மூலம் இக்குள்ளத்தன்மையைச் சரிசெய்யலாம்.
- DNA மறுசேர்க்கைத் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி hGH ஐ உற்பத்தி செய்யலாம். பிட்யூட்டரி சுரப்பியிலிருந்து hGH உற்பத்திக்குக் காரணமான மரபணு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. பின்பு இந்த மரபணுவடன் ஒரு கடத்தி பிளாஸ்மிட்டை இணைத்து எ. கோலை பாக்டீரியத்தினுள் செலுத்தப்படுகிறது. இவ்விதம் மறுசேர்க்கையுற்ற எ.கோலை, மனித வளர்ச்சி ஹார்மோனை உற்பத்தி செய்யத் தொடங்குகிறது. இந்த எ.கோலை பாக்டீரியங்கள் வளர்ப்பு ஊடகங்களிலிருந்து தனிமைப்படுத்தப்பட்டு நொதித்தல் தொழில்நுட்பத்தின் மூலம் பெருமளவில் மனித வளர்ச்சி ஹார்மோன் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.
- மறுசேர்க்கை வகையான, 'சொமட்டோடிரோபின்' என்று அழைக்கப்படும் மனித வளர்ச்சி ஹார்மோனானது குழந்தைகளின் வளர்ச்சிக் குறைபாடுகளுக்கு சிகிச்சையளிக்கப் பயன்படும் மருந்தாக விளங்குகிறது.

மனித இரத்த உறைவுக் காரணி VIII (Human blood clotting factor VIII)

- இயல்பான இரத்தம் உறைதலுக்கு பல காரணிகள் தேவை என்றும் அவற்றுள் ஒன்று, காரணி VIII என்பதையும் முந்தைய வகுப்புகளில் ஏற்கனவேபடித்திருப்பீர். காரணி VIIIஐ உருவாக்கக்கூடிய மரபணுக்கள் 'X' (எக்ஸ்) குரோமோசோமில் காணப்படுகின்றன. காரணி VIIIன் உற்பத்திக் குறைபாட்டால் 'ஹீமோஃபிலியா A' என்னும் பால் சார்ந்த 'இரத்தம் உறையாமை நோய்' ஏற்படுகிறது. இந்நோயால் தாக்கப்பட்டவர்களுக்கு இரத்தம் உறைவதற்கு நீண்ட நேரம் ஆவதோடு. உட்புற உடல் இரத்தக்கசிவும் ஏற்படுகிறது.
- இயல்பான மனிதனின் இரத்தத்திலிருந்து உறைதல் காரணி VIII பிரிக்கப்பட்டு 'இரத்தம் உறையாமை A' நோய்க்கு சிகிச்சையளிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மிக அதிக அளவில் இரத்தம் தேவைப்படுதல் மற்றும் 'எய்ட்ஸ்' போன்ற தொற்றுநோய்கள் பரவும் அபாயம் போன்றவை இச்செயல் முறையில் உள்ள குறைபாடுகள் ஆகும். டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கைத் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி, சீன ஆம்ஸ்டரின் (ஒரு வகைக் கொறிக்கும் விலங்கு) அண்டகத்திலும் மற்றும் அதன் குட்டியின் சிறுநீரக செல்களிலும் மறுசேர்க்கைக் காரணி VIIIஐ உற்பத்தி செய்யலாம். மிக அண்மையில், மனிதனிலிருந்து

பெறப்பட்ட செல் வகையைக் கொண்டு, முதன் முதலாக மனித இரத்த உறைவுக் காரணி VIII உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளது.

இன்டர்.:பெரான்கள்

- பாலூட்டிகளின் செல்கள் வைரஸ்களால் பாதிக்கப்படும் போது, அச்செல்களால் உற்பத்தி செய்யப்படும் சிற்றினக்குறிப்பிடு தன்மையுடைய, புரதத்தாலான, வைரஸ் எதிர்ப்புப் பொருட்களே 'இன்டர்.:பெரான்கள்' ஆகும். 1957ல் அலிக் ஐசக்ஸ் (Alick Isaacs) மற்றும் ஜீன் லின்ட்மேன் (Jean Lindemann) என்பவர்களால் இன்டர்.:பெரான்கள் முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவற்றின் அமைப்பின் அடிப்படையில் இன்டர்.:பெரான்கள் α , β மற்றும் γ என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை, செல்லில் உள்ள டி.என்.ஏ வைத் தூண்டி, வைரஸ் எதிர்ப்பு நொதிகளைச் சுரக்கச் செய்து அதன் மூலம் வைரஸ்களின் பெருக்கத்தைத் தடுத்து செல்களைப் பாதுகாக்கின்றன. காரணி VIIIஐப் போன்ற இன்டர்.:பெரான்களை இரத்தத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கலாம். ஆனால், இதற்கு மிக அதிக அளவில் இரத்தம் தேவைப்படுவதால் இது நடைமுறைச் சாத்தியம் இல்லை. இச்சிக்கலைக் கடப்பதற்கு, இன்டர்.:பெரான்களை rDNA தொழில்நுட்பம் மூலம் உருவாக்குவது உகந்ததாகும். மறுசேர்க்கை இன்டர்.:பெரான்கள் (recombinant interferons) உற்பத்திக்கு 'எ.கோலை' யை விட 'சாக்கரோமைசெஸ் செரிவிசியே' என்னும் ஈஸ்ட் பொருத்தமானதாகும். ஏனெனில், புரதங்களைச் சர்க்கரையெற்றம் (Glycosylation) அடைய வைக்கத் தேவையான இயங்குதளம் 'எ.கோலை'யில் இல்லை. புற்றுநோய், எய்ட்ஸ், தண்டுவட மரப்பு நோய் (multiple sclerosis), கல்லீரல் அழற்சி (hepatitis), அக்கிப்புடை (herpes zoster) போன்ற பல்வேறு நோய்களுக்கான சிகிச்சையில் இன்டர்.:பெரான்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இவ்விதம், பல சிகிச்சைப் பயன்பாடுகளை இவை கொண்டிருந்தாலும் அவற்றின் அதீதமான உற்பத்திச் செலவு காரணமாக, சாதாரண மனிதனுக்கு இன்னும் எட்டாக்கனியாகவே இன்டர்.:பெரான்கள் விளங்குகின்றன.

மறுசேர்க்கைத் தடுப்பூசிகள்.:தடுப்பு மருந்துகள் (Recombinant vaccines)

- புதிய தலைமுறைத் தடுப்பூசிகளை உருவாக்க டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கைத் தொழில்நுட்பம் பயன்படுகிறது. இம்முறையின் மூலம், பாரம்பரியத் தடுப்பூசி உற்பத்தி முறைகளிலிருந்த வரம்புகளைக் கடக்க இயலும்.
- வழக்கமான நடைமுறைகளில் உற்பத்தி செய்யப்படும் தடுப்பூசிகளுடன் ஒப்பிடும்போது, மறுசேர்க்கைத் தடுப்பூசிகள் சீரான தரத்துடன் குறைவான பக்க விளைவுகளைக் கொண்டுள்ளன. மறுசேர்க்கைத் தடுப்பூசிகளின் பல்வேறு வகைகளாவன:
 - துணை அலகு தடுப்பூசிகள்
 - வலு குறைக்கப்பட்ட மறுசேர்க்கைத் தடுப்பூசிகள்
 - டி.என்.ஏ தடுப்பூசிகள்

துணை அலகு தடுப்பூசிகள் (Subunit vaccines)

- நோயுண்டாக்கும் உயிரியை, முழுஉயிரியாகப் பயன்படுத்தாமல், அவ்வுயிரியின் பகுதிகளை மட்டும் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் தடுப்பூசிகளுக்கு 'துணை அலகு தடுப்பூசிகள்' என்று பெயர். புதிய வகை துணை அலகு தடுப்பூசிகள் தயாரிக்க டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கைத் தொழில் நுட்பம் ஏற்றதாகும். இம்முறையில், நோயுண்டாக்கும் உயிரியிலுள்ள புரதங்கள், பெப்டைடுகள் மற்றும் அவற்றின் டி.என்.ஏக்கள் ஆகிய கூறுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தயாரிப்பில் தூய்மை, நிலைப்புத்தன்மை மற்றும் பாதுகாப்பான பயன்பாடு ஆகியவை இவ்வகைத் தடுப்பூசிகளின் நன்மைகளாகும்.

வலு குறைக்கப்பட்ட மறுசேர்க்கைத் தடுப்பூசிகள் (Attenuated recombinant vaccines)

- மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட நோயுண்டாக்கி உயிரிகளில் (பாக்டீரியா அல்லது வைரஸ்) அவற்றின் நோயுண்டாக்கும் தன்மை நீக்கப்பட்டு தடுப்பூசிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பாக்டீரியா அல்லது வைரஸ்களை மரபுப் பொறியியல் மாற்றம் மூலம் உயிருள்ள தடுப்பூசிகளாகப் (live vaccines) பயன்படுத்தலாம். இத்தகைய தடுப்பூசிகள் 'வலு குறைக்கப்பட்ட மறுசேர்க்கைத் தடுப்பூசிகள்' எனப்படும்.

டி.என்.ஏ தடுப்பூசிகள் (DNA vaccines)

- டி.என்.ஏ தடுப்பூசிகளை மரபியல் நோய்த்தடுப்பு முறையாகப் பயன்படுத்தும் ஒரு புதிய அணுகுமுறை 1990ல் நடைமுறைக்கு வந்தது. டி.என்.ஏ மூலக்கூறுகள் மூலம் உடலில் தடைகாப்பு வினைகள் தூண்டப்படுகின்றன. 'எதிர்ப்பொருள் தூண்டி புரதத்திற்கு' (antigenic protein) குறியீடு செய்யும் ஒரு மரபணுவை டி.என்.ஏ தடுப்பூசி கொண்டுள்ளது. இந்த மரபணுவை பிளாஸ்மிட்டுக்குள் செலுத்தி, பின்னர் ஒரு இலக்கு விலங்கின் உடல் செல்களுக்குள் ஒன்றிணையச் செய்யப்படுகிறது. உள்ளே சென்ற அந்த டி.என்.ஏ எதிர்ப்பொருள் தூண்டி மூலக்கூறுகளை உருவாக்க செல்களுக்கு உத்தரவிடுகிறது. அவ்விதம் உருவாக்கப்பட்ட மூலக்கூறுகள் செல்களுக்கு வெளியே காணப்படுகின்றன. செல்களால் உருவாக்கப்பட்டு, சுதந்திரமான மிதந்து கொண்டிருக்கும் இம்மூலக்கூறைக் காணும் நமது தடைகாப்பு, தனது வலுவான எதிர்ப்பை, எதிர்ப்பொருள் உருவாக்கத்தின் மூலம் தெரிவிக்கிறது.

மரபுப்பொறியியல் என்னும் அறிவியற்புலத்தைப் பயன்படுத்தி 'மூலக்கூறு மருந்தாக்கம்' என்னும் முறைமூலம் வாய்வழி தடுப்பு மருந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட மரபணுக்கள் தாவரங்களுக்குள் புகுத்தப்பட்டு மரபியல்பு மாற்றப்படுவதால், அம்மரபணுக்களுக்குரிய புரதம் உற்பத்தியாகிறது. உண்ணத்தகுந்த தடுப்பு மருந்துகள் கோழைப்படலத்தை இலக்காகக் கொண்டவை. இவை, உடல் பகுதி மற்றும் கோழைப்படலம் சார்ந்த தடைகாப்பு வினைகளைத் தூண்டுகின்றன. தற்பொழுது, மனித மற்றும் விலங்கு நோய்களான, மணல்வாரி, காலரா, கால் மற்றும் வாய் நோய் மற்றும் கல்லீரல் அழற்சி போன்றவற்றிற்கான உண்ணத்தகுந்த தடுப்பு மருந்துகள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளன.

டி.என்.ஏ தடுப்பூசியால் நோயை உருவாக்க இயலாது. ஏனெனில் இது நோயுண்டாக்கும் மரபணுவின் ஒரு பகுதி நகல்களையே கொண்டுள்ளது. வடிவமைக்கவும் மலிவாக உற்பத்தி செய்வதற்கும் டி.என்.ஏ தடுப்பூசிகள் எளிதானவை.

மறுசேர்க்கை HB தடுப்பூசி உற்பத்தி

1997ல் முதன் முதலில் உருவாக்கப்பட்ட செயற்கைத் தடுப்பூசி, ஹெப்பாடைடிஸ் B (HbsAg) நோய்க்கு எதிரான மறுசேர்க்கைத் தடுப்பூசி ஆகும். இது, ரிகாம்பிவேக்ஸ் (Recombivax) மற்றும் என்ஜெரிக்ஸ் B (Engerix B) என்னும் வணிகப் பெயர்களில் விற்பனையாகிறது. அமெரிக்கா, ஃப்ரான்ஸ் மற்றும் பெல்ஜியம் நாடுகளுக்கு அடுத்தபடியாக, ஹெப்பாடைடிஸ் B தடுப்பூசியைச் சொந்தமாகத் தயாரித்த நான்காவது நாடு இந்தியா ஆகும்.

- இவ்வாறு புதிய தொழில் நுட்ப முறைகளின் மூலம் உருவாக்கப்படும் தடுப்பூசிகள் உறுதியான பல நன்மைகளைக் கொண்டுள்ளன. அவையாவன: இலக்கு புரத உற்பத்தி, நீண்டு நிலைக்கும் நோய்த்தடைக்காப்பு மற்றும் குறிப்பிட்ட நோயுண்டாக்கிகளுக்கு எதிரான தடைக்காப்பு விளைகளை குறைந்த நச்சு விளைவுகளுடன் விரைவாகத் தூண்டுதல் ஆகியன.
- சாக்கரோமைசெஸ் செரிவிசியே எனும் ஈஸ்ட்டில், ஹெப்பாடைடிஸ் B புறப்பரப்பு எதிர்பொருள் துண்டிக்கான (HbsAg) மரபணுவை நகலாக்கம் செய்து, துணை அலகு தடுப்பூசியாக மறுசேர்க்கை ஹெப்பாடைடிஸ் B தடுப்பூசி உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது படம்.

மரபணு சிகிச்சை (Gene therapy)

- பிறக்கும்போதே ஒரு மனிதன் மரபிய நோயோடு பிறப்பானேயாகில், அதைச் சரி செய்ய ஏதேனும் சிகிச்சைகள் உளதோ? அவ்வாறாகின், 'மரபணு சிகிச்சை' எனும் செயல்முறையின் மூலம் அது சாத்தியம் ஆகும். ஒன்றோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்டோ மாற்றமடைந்த அல்லல்களைக் கொண்ட ஒருவனுடைய செல்களுக்குள் இயல்பான மரபணுவை செலுத்தி அவற்றைச் சரி செய்யலாம். இவ்வாறு உட்செலுத்தப்பெற்ற மரபணு செயல்பட்டு, உருவாக்கும் செயல்நிலை விளைபொருட்களினால் இயல்பான புறத்தோற்றம் உருவாகிறது. இயல்பான அல்லலை செல்களுக்குள் செலுத்தும் பணியானது ஒரு கடத்தி மூலம் செயல்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு மரபணுத்திடர் மாற்றத்தால் உருவாகும் நோய்களான, 'நீர்மத்திசுவழற்சி' (Cystic fibrosis) மற்றும் 'இரத்த உறையாமை' (Haemophilia) போன்ற நோய்களைக் குணப்படுத்தும் முயற்சியே மரபணு சிகிச்சையின் முக்கிய நோக்கமாகும். பெரும்பாலான மரபியல் நோய்களுக்கு இன்றுவரை சரியான சிகிச்சை முறை இல்லையாதலால், மரபணு சிகிச்சை ஒன்றே பலருக்கும் நம்பிக்கையளிப்பதாகும். மரபணு சிகிச்சையில் பயன்படுத்தப்படும் இருவித உத்திகளாவன: 'மரபணு பெருக்குதல் சிகிச்சை' (Gene augmentation therapy) மற்றும் 'மரபணுத்தடை சிகிச்சை' (Gene augmentation therapy) ஆகியன. இழந்த மரபுப்பொருளை ஈடு செய்ய

மரபணுத் தொகுதியில் டி.என்.ஏவை நுழைத்துச் சரிசெய்யும் முறைக்கு மரபணு பெருக்குதல் சிகிச்சை என்று பெயர். உணர்தடை மரபணுக்களை (anti-sense genes) நுழைத்து ஒங்கு மரபணுவின் வெளிப்பாட்டைத் தடை செய்யும் சிகிச்சைக்கு மரபணுத் தடை சிகிச்சை என்று பெயர்.

உடற்செல் மரபணு சிகிச்சைக்கும் இனச்செல் மரபணு சிகிச்சைக்கும் இடையேயான வேறுபாடுகள்

| உடற்செல் மரபணு சிகிச்சை | இனச்செல் மரபணு சிகிச்சை |
|--|---|
| சிகிச்சையளிக்கும் மரபணுக்கள் (therapeutic genes) உடற்செல்களுக்குள் மாற்றப்படுகின்றன. | சிகிச்சையளிக்கும் மரபணுக்கள் இனச்செல்களுக்குள் மாற்றப்படுகின்றன. |
| எலும்பு மஜ்ஜை செல்கள், இரத்த செல்கள், தோல் செல்கள் போன்ற செல்களுக்குள் மரபணுக்கள் செலுத்தப்படுகிறது. | அண்டச்செல்கள் மற்றும் விந்து செல்களுக்குள் மரபணுக்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. |
| பிந்தைய தலைமுறைக்கு பண்புகள் கடத்தப்படுவதில்லை. | பிந்தைய தலைமுறைக்கு பண்புகள் கடத்தப்படுகின்றன. |

அடினோசின் டி அமிலேஸ் (ADA) குறைபாடு கொண்ட நான்கு வயது பெண் குழந்தைக்கு ஃப்ரெஞ்ச் ஆன்ட்ரீசன் என்பவரால், 1990ல் முதன் முதலில் மரபணு சிகிச்சை மருத்துவம் அளிக்கப்பட்டது. ADA நொதி உருவாக்கத்துக்குத் தேவையான மரபணுவின் செயலிழப்பு அல்லது நீக்கம் காரணமாக இக்குறைபாடு உண்டாகிறது. இந்நோயாளிகளின் உடலிலுள்ள 'T' செல்களின் செயலிழப்பால், உள் நுழையும் நோயுக்கிகளுக்கு எதிரான நோய்த்தடைகாப்பு பதில் வினைகளை அவற்றால் வெளிப்படுத்த முடிவதில்லை. இந்நிலையில், பாதிக்கப்பட்ட நோயாளிகளுக்கு, செயல்புரியும் நிலையிலுள்ள அடினோசின் டி அமிலேஸ் அளிக்கப்பட்டு, அதன் மூலம் நச்சுத்தன்மையுள்ள உயிரியல் பொருட்களை அழிப்பதே SCID நோய்க்கான சரியான சிகிச்சை முறையாகும்.

சில குழந்தைகளில், ADA குறைபாட்டை, எலும்பு மஜ்ஜை மாற்று சிகிச்சை மூலம் குணப்படுத்தலாம். இதில் குறைபாடுடைய நோய்த்தடை செல்களை கொடையாளியிடமிருந்து பெறப்பட்ட நலமான நோய்த்தடை செல்களைக் கொண்டு பதிலீடு செய்யப்படுகிறது. சில நோய்களில், நொதி பதிலீட்டு சிகிச்சை முறையாக, செயல்நிலை ADA நோயாளியின் உடலில் செலுத்தப்படுகிறது.

மரபணு சிகிச்சையின்போது, நோயாளியின் இரத்தத்திலிருந்து லிம்.போசைட்டுகள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, ஒரு ஊட்ட வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வளர்க்கப்படுகிறது. ADA நொதி உற்பத்திக்குக் குறியீடு செய்யும் நலமான, செயல்நிலை மனித மரபணுவான ADA cDNA வை ரெட்ரோவைரஸ் கடத்தியின் உதவியுடன் லிம்போசைட்டுகளுக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு மரபுப்பொறியியல் செய்யப்பட்ட லிம்.போசைட்டுகள் மீண்டும் நோயாளியின் உடலினுள் செலுத்தப்படுகிறது. இவை, சில காலமே

உயிர்வாழ்வதால் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில், மரபுப்பொறியியல் செய்யப்பட்ட லிம்போசைட்டுகளை மீண்டும் மீண்டும் செலுத்திக் கொள்ள வேண்டும். எனும்பு மஜ்ஜையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ADA மரபணுக்களை ஆரம்பகட்ட கருநிலை செல்களுக்குள் செலுத்துவதன் மூலம் இந்நோயை நிரந்தரமாகக் குணப்படுத்த இயலும்.

உள்ள மரபணுக்களை உடற்செல்லுக்குள் செலுத்தி மரபியல் நோயை நிரந்தரமாகச் சரி செய்யும் முறை 'உடற்செல் மரபணு சிகிச்சை' எனப்படும். இதே போன்று, அடுத்தடுத்த தலைமுறைகளுக்கு செல்லும் வகையில் இனச் செல்களுக்குள் டி.என்.ஏ வைச் செலுத்திச் சரி செய்தால் அதற்கு 'இனச்செல் மரபணு சிகிச்சை' என்று பெயர். குறிப்பிட்ட மரபணுவைத் தனித்துப் பிரித்தெடுத்து அதன் நகல்களை உருவாக்கி பின்பு அவற்றை இலக்கு செல்களுக்குள் செலுத்தி விரும்பிய (சரியான) புரதத்தை உற்பத்தி செய்தலே மரபணு சிகிச்சை ஆகும். இவ்விதம் செலுத்தப்படும் மரபணுவை, பெறுபவரின் உடலுக்குள் அது சரியான விதத்தில் செயல்பட்டு வெளிப்பாட்டை அளிக்கிறதா என்பதையும் இந்த மரபணுவில் உருவாக்கப்படும் புதிய வகைப் புரதங்களோடு அந்நபரின் நோய்த்தடைக்காப்பு மண்டலம் எதிர்வினை ஏதும் புரியவில்லை என்பதையும் மற்றும் நோயாளிக்குத் தீங்கு என்பதையும் மரபணு சிகிச்சையாளர்கள் உறுதிப்படுத்திக் கொள்ளுதல் மிக முக்கியமானதாகும்.

தண்டு செல் சிகிச்சை (Stem Cell Therapy)

- பெரும்பாலான பல செல் உயிரிகளில் காணப்படும் வேறுபாடு அடையாத செல்கள் 'தண்டு செல்கள்' ஆகும். இவை பல மறைமுகப்பிரிவுகளுக்கு உட்பட்டாலும் தங்களது வேறுபாடு அடையாத தன்மையைத் தொடர்ந்து பராமரித்து வருகின்றன.
- சேதமற்ற மற்றும் நோயற்ற உறுப்புகளை மீண்டும் உருவாக்கி எதிர்கால மருத்துவத்துறையில் புரட்சி படைக்கத் தேவையான திறனுடன் தண்டு செல் ஆராய்ச்சிகள் விளங்குகின்றன. தங்களைத் தாங்களே புதுப்பித்துக்கொள்ளும் இயல்புடைய தண்டு செல்கள் 'செல் திறனை' (Cellular Potency) வெளிப்படுத்துகின்றன. மூன்று வகை வளர்ச்சி அடுக்குகளான புற அடுக்கு, அக அடுக்கு மற்றும் நடு அடுக்கு ஆகிய அடுக்குகளிலிருந்து உருவாகும் அனைத்து வகை செல்களாகவும் மாறும் திறன் படைத்தவை தண்டு செல்கள் ஆகும்.
- பாலூட்டிகளில், இரு முக்கிய தண்டு செல் வகைகள் காணப்படுகின்றன. அவை 'கருநிலை தண்டு செல்கள்' (Embryonic stem cells) மற்றும் 'முதிர் தண்டு செல்கள் (Adult stem cells).' கருநிலை தண்டு செல்கள் 'பகுதித்திறன்' (Pluripotent) கொண்டவை. அவற்றிற்கு, புற அடுக்கு, நடு அடுக்கு மற்றும் அக அடுக்கு என்னும் மூன்று அடிப்படை வளர்ச்சி அடுக்குகளையும் உருவாக்கும் திறன் உள்ளது. கருநிலை செல்கள் பல்திறன் (Multipotent) கொண்டவையாகவும் விளங்குகின்றன. அவை, பலவகையான செல்களாக மாற்றமுறும் திறன் படைத்தவை (படம்). கருக்கோளத்தினுள் காணப்படும் செல்திரளின் மேற்பகுதி திசுக்களில் (Epiblast tissue) இருந்து கருநிலை தண்டு செல்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

- கருநிலை தண்டு செல்கள் தூண்டப்படும்போது, 200க்கும் மேற்பட்ட முதிர்ந்த உடலின் செல் வகைகளாக மாற்றமடையக்கூடும். கருநிலை தண்டுசெல்கள் அழிவற்றவை. அதாவது, கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்ட ஊடகத்தில் அவை நன்கு வளர்ந்து தங்களது வேறுபாடு நிலையைத் தொடர்ந்து பராமரிக்கவும் செய்கின்றன.
- குழந்தைகள் மற்றும் முதிர்ந்த மனிதர்களின் பல்வேறு திசுக்களில் முதிர் தண்டு செல்கள் காணப்படுகின்றன. முதிர் தண்டு செல் அல்லது உடல் தண்டு செல் பிரிதலடைந்து தன்னைப்போன்றே மற்றொரு செல்லை உருவாக்க இயலும். பெரும்பாலான முதிர் தண்டு செல்கள் பல்திறன் (Multipotent) கொண்டவை. இவை, உடலின் சேதமற்ற பாகங்களைச் சரி செய்யும் அமைப்பாகவும் முதிர் உயிரி திசுக்களைப் புதுப்பிக்கும் அமைப்பாகவும் திகழ்கின்றன. முதிர் தண்டு செல்களின் அதிகப்படியான உற்பத்திக்கு மூலாதாரமாக சிவப்பு மஜ்ஜை விளங்குகிறது.

கருநிலை தண்டு செல்கள்

- மனித தண்டு செல்களின் மிகமுக்கியமான திறன் வாய்ந்த பயன்பாடு என்னவெனில், செல் அடிப்படையிலான சிகிச்சைகளுக்குப் (Cell based therapeutics) பயன்படும் செல்களையும் திசுக்களையும் உற்பத்தி செய்தல் ஆகும். மனித தண்டு செல்கள் புதிய மருந்துகளைச் சோதனை செய்து பார்க்க உதவுகின்றன.

முழுமைத்திறன் (Totipotency) எனப்படுவது, ஒற்றைச் செல், பிரிதலடைந்து ஒரு உயிரியின் அனைத்து வகையான வேறுபாடடைந்த செயல்களையும் உருவாக்கும் திறனாகும்.

பகுதித்திறன் (Pluripotency) எனப்படுவது, தண்டு செல்லானது புற அடுக்கு, அக அடுக்கு, நடு அடுக்கு என்னும் மூவகை அடுக்குகளில் ஏதேனும் ஒரு செல் அடுக்காக மாறும் திறனாகும்.

பல்திறன் (Multipotency) எனப்படுவது, தொடர்புடைய, பலவகை செல்வகைகளாக மாற்றமுறும் தண்டு செல்களின் திறனாகும். எடுத்துக்காட்டாக, இரத்தத்தண்டு செல்கள், லிம்ஃபோசைட்டுகள், மோனோசைட்டுகள், நியூட்ரோஃபில்கள் மற்றும் இன்னபிற செல்களாக வேறுபாடடைதலில்லை.

ஒற்றைத்திறன் (Unipotency) எனப்படும் திறனில் தண்டு செல்கள் ஒரேயொரு செல்வகையாக மட்டும் வேறுபாடடையும்.

தண்டு செல் வங்கிகள் (Stem cell Banks)

- எதிர்கால சிகிச்சைத் தேவைகளுக்காக தண்டு செல்களைப் பிரித்தெடுத்தல், பதப்படுத்துதல் மற்றும் சேமித்து வைத்தல் ஆகிய பணிகளை உள்ளடக்கியதே **தண்டு செல் வங்கியியல் (Stem Cell Banking)** எனப்படும். பனிக்குட திரவத்திலிருந்து பெறப்படும் தண்டு செல்களை எதிர்காலப் பயன்பாட்டிற்காகச்

சேமித்து வைக்கும் வசதி கொண்ட இடத்திற்கு பனிக்குட திரவ செல் வங்கி (Amniotic Cell Bank) என்று பெயர். ஒரு நபரிடமிருந்து பெறப்படும் தண்டு செல்களைச் சேகரித்து குறிப்பிட்ட அந்நபரின் எதிர்காலப் பயன்பாட்டிற்காக அவற்றைத் தண்டு செல் வங்கிக்குரிய கட்டணத்தைச் செலுத்தி சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. குழந்தை பிறக்கும்போது அதன் தொப்புள் கொடியிலிருந்து தண்டு செல்களைப் பிரித்தெடுத்து அவற்றைச் சேமிக்கும் முறைக்கு தொப்புள்கொடி இரத்த வங்கியியல் (Cord Blood banking) என்று பெயர். தொப்புள் கொடி மற்றும் அதன் இரத்தம் ஆகியவை தண்டு செல்களுக்கான சிறந்த மூலங்கள் ஆகும். அதே சமயம், தாய் சேய் இணைப்புத்திசு, பனிக்குட உறை மற்றும் பனிக்குட திரவம் ஆகியவையும் மிகுந்த அளவில் தரமான தண்டு செல்களைக் கொண்டுள்ளன.

மூலக்கூறு அளவில் நோய் கண்டறிதல் (Molecular Diagnostics)

- தொற்று நோய்களாக இருந்தாலும், பரம்பரையாக வரும் மரபியல் நோய்களாக இருந்தாலும் முன்கூட்டியே கண்டறிதல் சரியான சிகிச்சைக்கு முக்கியமானதாகும். பாரம்பரிய கண்டறியும் நடைமுறைகளான, நுண்ணோக்கி வழி ஆய்வு, சீரம் பகுப்பாய்வு சிறுநீர் பகுப்பாய்வு போன்ற ஆய்வுகளின் மூலம் நோய்களைத் தொடக்க நிலையிலேயே கண்டறிய இயலாது. இந்த ஆய்வகத் தொழில்நுட்பங்கள் மறைமுகமானவை மற்றும் இலக்கு தன்மை (குறிப்பிடும் தன்மை) அற்றவை. எனவே நோய்களைக் கண்டறிய இலக்கு தன்மையுடைய, துல்லியமான, எளிய கண்டறிதல் தொழில் நுட்பங்களை நாடி அறிவியலாளர்கள் தொடர் ஆய்வுகளைச் செய்து வருகிறார்கள். டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கைத் தொழில்நுட்பம், பாலிமரேஸ் சங்கிலி வினைகள் (polymerase Chain Reactions PCR), நொதி சார்ந்த நோய்த்தடைப்பொருள் உறிஞ்சுகை மதிப்பீடு (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) போன்ற நம்பகத் தன்மை உள்ள தொழில்நுட்பங்கள் நோய்களைத் தொடக்க நிலையிலேயே கண்டறிய உதவுகின்றன. நோயாளியின் உடலில் அறிகுறிகள் தோன்றும்போதுதான் அவனது உடலுக்குள் வைரஸ், பாக்டீரியா போன்ற நோயூக்கிகள் இருப்பதை அறிய முடிகிறது. ஆனால், அறிகுறிகள் தோன்றுவதற்குள் அவை நோயாளியின் உடலில் பல்கிப்பெருகி அதிக எண்ணிக்கையுடன் (அடர்வுடன்) காணப்படுகின்றன. இருப்பினும், பாக்டீரியா, வைரஸ் போன்றவை மிகக்குறைந்த எண்ணிக்கையில் இருக்கும்போதே, நோயின் அறிகுறிகளை வெளிப்படுத்துவதற்கு முன்பே அவற்றின் நியூக்ளிக் அமில பெருக்க வினையின் மூலம் அந்நோய்க்கிருமிகள் இருப்பதைக் கண்டறிய இயலும்.

நொதி சார்ந்த நோய்த்தடைப்பொருள் உறிஞ்சுகை மதிப்பீடு-எலைசா (ELISA Enzyme linked Immuno Sorbent Assay)

- சீரம் அல்லது சிறுநீர் மாதிரியின் குறிப்பிட்ட வகை எதிர்ப்பொருள் அல்லது எதிர்ப்பொருள் தூண்டிகள் உள்ளதா என்பதைக் கண்டறிய எவா எங்வால் என்பதைக் கண்டறிய எவா எங்வால் (EVA ENGVALL) மற்றும் பீட்டர் பெர்ல்மான் (1971) (Peter Perlmann) ஆகியோர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உயிர்வேதி செயல்முறையே எலைசா ஆகும் ஒரு நபர் HIV தொற்று கொண்டவரா (Positive) இல்லையா (Negative) என்பதைக் கண்டறிய உதவும் மிக முக்கியமான கருவியாக எலைசா சோதனை விளங்குகிறது. ஒரு நபரின்

உடலில் உள்ள சீரத்தில் எதிர்ப்பொருள் அளவைத் தீர்மானிக்கவும் (நோயூக்கியான HIV தொற்று கொண்ட நபரின் உடலில் உற்பத்தியாகும். எதிர்ப்பொருளின் அளவு) குறிப்பிட்ட எதிர்ப்பொருள் தூண்டிகள், மனித கோரியானிக் கொனடோட்ரோபின் போன்ற ஹார்மோன்கள் ஆகியவற்றைக் கண்டறியவும் எலைசா ஒரு சோதனைக் கருவியாக உள்ளது.

- ஆன்டிஜெனைக் கொண்டுள்ளது எனச் சந்தேகிக்கப்படும் மாதிரியில், ஆன்டிஜென் இருப்பின் எலைசா தகட்டின் மேற்பரப்பில் அது நகர இயலாமல் செய்யப்படுகிறது (படம்). இந்த நகர்ச்சியற்ற எதிர்ப்பொருள் தூண்டியுடன் அதற்கே உரிய எதிர்ப்பொருள் சேர்க்கப்பட்டு வினைபுரியச் செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு சேர்க்கப்படும் எதிர்ப்பொருள் பெராக்ஸிடேஸ் போன்ற உகந்த நொதியுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. வினைபுரியாத எதிர்ப்பொருள்கள் கழுவி, நீக்கப்பட்டு நொதியின் தளப்பொருள் (ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸிடேஸ்) 4 குளோரோ நாப்தால் என்னும் வேதிப்பொருளுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. நொதியின் செயல்பாட்டால், நிறமுள்ள விளைபொருள் உருவாவது எதிர்ப்பொருள் தூண்டி இருப்பதைக் குறிக்கும். உருவாகும் நிறத்தின் செறிவும் எதிர்ப்பொருள் தூண்டியின் எண்ணிக்கையும் நேர்விகிதத்தில் உள்ளன. எலைசா என்பது நேனோகிராம் அளவிலுள்ள எதிர்ப்பொருள் தூண்டிகளைக்கூட கண்டறிய உதவும் அதிக உணர்திறன் கொண்ட முறையாகும்.

நொதி சார்ந்த நோய்த்தடைப் பொருள் உறிஞ்சுகை மதிப்பீடு

- நமக்கு விருப்பமான டி.என்.ஏ துண்டுகளை எண்ணற்ற ஒத்த நகல்களாக (இலட்சக்கணக்கில்) அதிக அளவில் பெருக்கம் செய்யப் பயன்படும் ஒரு உடல் வெளி (in vitro) ஆய்வகத் தொழில் நுட்பமாக பாலிமரேஸ் சங்கிலி வினை செயல்படுகிறது. 1983-ல் கேரி முல்லிஸ் (1993-ல் நோபல் பரிசு பெற்றவர்) என்பவரால் இத்தொழில் நுட்பம் உருவாக்கப்பட்டது.
- (இயல்பு திரிபு (denaturation) இயல்பு மீள்வு (renaturation), அல்லது 'முதன்மை இணைப்பு இழை பதப்படுத்துதல்' (Prime annealing) மற்றும் அதன் 'உற்பத்தி' (synthesis) அல்லது 'நீட்சி' (Primer extension) அதிக வெப்பநிலையைப் பயன்படுத்தி, நமக்குத் தேவைப்படும் இரட்டைச்சருள் டி.என்.ஏவின் இயல்பைத்திரித்து இரண்டு தனித்தனியான இழைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. இதற்கு இயல்பு திரிபு என்று பெயர். ஒவ்வொரு இழையும் ஒரு முதன்மை இணைப்பு இழையுடன் கலப்பு செய்யப்படுகிறது. (renaturation or primer annealing). இந்த முதன்மை இணைப்பு அச்சு வார்ப்பு இழையைக் கொண்டு Taq டி.என்.ஏ பாலிமரேசைப் பயன்படுத்தி புதிய டி.என்.ஏ உருவாக்கப்படுகிறது.
- இயல்பு திரிபு நிகழ்ச்சியில், வேதிவினைக் கலவையானது 95°C வெப்பநிலையில் சிறிது நேரம் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் இலக்கு டி.என்.ஏ தனது இயல்பு திரிந்து தனித்த இழைகளாகப் பிரிகிறது. இவ்விழைகள் புதிய டி.என்.ஏக்களை உருவாக்கும் அச்சு வார்ப்பு டி.என்.ஏக்களாகச் செயல்படுகின்றன. கலவையை விரைந்து குளிர்விப்பதன் மூலம் இரு முதன்மை இணைந்து இணைப்பு அழைகளும், இலக்கு டி.என்.ஏவின் தனி இழைகளின் பக்கவாட்டில் இணைந்து கொள்கின்றன. முதன்மை இணைப்பு இழையின் நீட்சி அல்லது உருவாக்கத்தின்போது கலவையின்

வெப்பநிலை 75°C க்கு உயர்த்தப்பட்டு போதுமான கால அளவிற்கு நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. இதனால் Taq டி.என்.ஏ பாலிமரேஸ், தனித்த அச்ச வார்ப்பு டி.என்.ஏ விலிருந்து நகலெடுக்கப்பட்டு முதன்மை இணைப்பு இழை நீட்சியடையச் செய்யப்படுகிறது. இந்த அடைகாப்புக் காலத்தின் இறுதியில்

- இரு அச்ச வார்ப்பு இழைகளும் பகுதியளவு இரட்டைச் சுருள் இழைகளாக மாற்றப்படும். இவ்வாறு உருவாகும் இரட்டைச் சுருள்களிலுள்ள ஒவ்வொரு புது இழையும் கீழ் நோக்கிய வேறுபட்ட தொலைவுகளில் நீண்டு காணப்படும். இந்த நிகழ்வுகள் திரும்பத்திரும்ப நடைபெறுவதன் மூலம் விரும்பிய டி.என்.ஏவின் பல நகல்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இதற்கு டி.என்.ஏ பெருக்கமடைதல் (DNA amplification) என்று பெயர் (படம்).
- PCR முறைப்படி RNA மூலக்கூறுகளையும் பெருக்கமடையச் செய்ய இயலும். இந்நிகழ்ச்சி பின்னோக்கிய படியெடுத்தல் (PCR (RT-PCR): Reverse transcription PCR) என அழைக்கப்படும். இச்செயல் முறையில், ரிவர்ஸ் டிரான்ஸ்கிரிப்டேஸ் எனும் நொதியைப் பயன்படுத்தி ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகள் (mRNA) நிரப்பு டி.என்.ஏ க்களாக (Complementary DNA) மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வாறு உருவான cDNA வானது PCR க்கு வார்ப்புரு டி.என்.ஏவாகப் பணிபுரிகிறது.

மருத்துவக் கண்டறிதல் PCR (PCR in clinical diagnosis)

- மரபியக்குறைபாடுகள், வைரஸ் நோய்கள், பாக்டீரிய நோய்கள் போன்றவற்றைக் கண்டறிய PCRன் இலக்குத் தன்மை மற்றும் உணர்திறன் மிகவும் பயன்படுகிறது. குறிப்பிட்ட வகை நோயூக்கியை அடையாளங்காண்பதன் மூலம் சரியான சிகிச்சை அளிக்க இயலும். வழக்கமான நடைமுறையில் நோயூக்கியாகக் கருதப்படும் நுண்ணுயிர்களை வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வளர்த்து, வளர்சிதை மாற்ற சோதனைகளையும் மற்றும் இதர சோதனைகளையும் செய்து பார்த்து அடையாளங்காணப்படுகின்றன. தொற்று நோய்களை கண்டறிய PCR அடிப்படையிலான ஆய்வு எளிதானதாகும். ஒரு ஆய்வுக் மாதிரியில், ஒரு நோயூக்கி காணப்பட்டால் நிச்சயமாக அதன் டி.என்.ஏவும் காணப்படும். PCR முறை மூலம் அவற்றின் தனித்துவமான டி.என்.ஏ வரிசைகள் கண்டறியப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, இரத்தம், மலம், தண்டுவட திரவம், சளி போன்ற மருத்துவ மாதிரிகளில் PCR முறைப்படி மூலம் பரிசோதிப்பதன் மூலம் நோய் வகைகளைக் கண்டறியலாம். கோரியான் நீட்சிகளின் மாதிரிகளைப் பயன்படுத்தியோ அல்லது பனிக்குட திரவ செல்களை ஆய்வதன் மூலமோ குழந்தை பிறப்பதற்கு முன்பே அக்குழந்தைக்கு மரபியல் நோய்கள் உள்ளனவா என்பதைக் கண்டறியலாம். கதிர் அரிவாள் இரத்த சோகை (Sickle cell anaemia), தலாசீமியா (β -Thalassemia) மற்றும் .:பினைல்கீட்டோனூரியா போன்ற நோய்களையும் PCR முறையில் கண்டறிந்து விடலாம். RCR மூலம் கண்டறியப்படும் cDNA வானது ரெட்ரோவைரஸ் தொற்றுகளைக் கண்டறியவும் (எ.கா.மைகோபாக்டீரியம் டியுபர்குலோசிஸ்) கண்காணிக்கவும் உதவும் ஒரு மதிப்பு மிகுந்த கருவியாகும்.

- PCR முறை மூலம், பாப்பிலோமா வைரஸால் தோற்றுவிக்கப்படும் கருப்பை வாய்ப்புற்று நோய் போன்ற வைரஸ்களால் தூண்டப்படும் புற்று நோய்களைக் கண்டறிய இயலும், முதன்மை இழைகளையும் (Primers) டி.என்.ஏ துலக்கி (Probes) யையும் பயன்படுத்தி பால் குரோமோசோம்களைக் கண்டறிந்து, மனிதக்கரு கால்நடைகளின் கரு மற்றும் உடல் வெளிக்கருக்களின் பால் தன்மையை (ஆண்/பெண்) PCR முறையில் கண்டறியலாம். கருவுற்ற முட்டைகளில் (கருக்கள்) ஏதேனும் பால் சார்ந்த குறைபாடுகள் உள்ளனவா என்பதையும் கண்டறியலாம். கருவுற்ற முட்டைகளில் (கருக்கள்) ஏதேனும் பால் சார்ந்த குறைபாடுகள் உள்ளனவா என்பதையும் கண்டறியலாம்.

PCRன் பயன்பாடுகள் (Applications of PCR)

- இரு வேறு உயிரிகளின் மரபணுத் தொகுதியில் காணப்படும் வேறுபாடுகளை PCR மூலம் ஆய்வு செய்யலாம். பரிணாமத்தில் குறிப்பாக, மரபுவழி இனவரலாறுகளை (Phylogenetics) ஆய்வு செய்ய PCR மிக முக்கியமானதாகும். இதில், முடி, பதப்படுத்தப்பட்ட திசுக்கள், எலும்புகள் அல்லது ஏதேனும் படிவமாக்கப்பட்ட பொருள்கள் போன்ற மூலங்களிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் நுண்ணிய அளவு டி.என்.ஏக்களை கூட, அளவில் பெருக்கி ஆய்வுகள் மேற்கொள்ள இயலும்.
- தடயவியல் மருத்துவத்திலும் PCR தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தலாம். இரத்தக்கறை, மயிர், விந்து திரவம் போன்ற தடயங்களிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் ஒரேயொரு டி.என்.ஏ மூலக்கூறைக்கூட PCR தொழில்நுட்பம் மூலம் பெருக்கி ஆய்வு செய்ய முடியும். இவ்வாறு பெருக்கப்பட்ட டி.என்.ஏவைப் பயன்படுத்தி டி.என்.ஏ ரேகை அச்சிடப்பட்டு (DNA finger printing) குற்றவாளிகளை அடையாளம் காண உதவும் ஒரு குருவியாக, தடயவியல் அறிவியலில் பயன்படுத்தலாம். மரபணு சிகிச்சையில், குறிப்பிட்ட டி.என்.ஏ துண்டங்களை உற்பத்தி செய்து பெருக்குவதற்கும் PCR பயன்படுகிறது.

மரபணு மாற்றப்பட்ட விலங்குகள் (Transgenic Animals)

- கால் நடைகள் மற்றும் வீட்டு விலங்குகளின் மரபியல் பண்புகளை மேம்படுத்துவதற்கு தொடக்க காலங்களில், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கலப்பு முறைகள் நடைமுறையில் இருந்தன. ஆனால் நவீன உயிரி தொழில்நுட்ப முன்னேற்றத்திற்குப் பிறகு, விரும்பிய வகை விலங்குகளைத் தோற்றுவிக்க, மரபு ரீதியிலான மாற்றங்களைக் கையாள, மனிதர்களால் முடிகிறது. உயிரிகளின் மரபணுத் தொகுதிக்குள் புதிய, (அந்நிய/புறந்தோன்றிய) மிகைப்படியான டி.என்.ஏக்களை நுழைத்து நிலையான மரபியல் மாற்றங்களை விரும்பிய வண்ணம் தோற்றுவிக்கலாம். இதற்கு மரபணு மாற்றம் (Transgenesis) என்று பெயர். இவ்விதம் உள் நுழைக்கப்படும் அந்நிய DNA வானது 'மாற்று மரபணு' (Transgene) எனவும், இதனால் தோற்றுவிக்கப்படும் விலங்குகளை 'மரபுப்பொறியியல் மூலம் மாற்றப்பட்ட' (Genetically engineered) அல்லது

‘மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகள்’ (Genetically modified organisms) என்று அழைக்கலாம்.

மரபணு மாற்ற உயிரிகளை உருவாக்கும் பல்வேறு படிநிலைகளாவன,

- விரும்பிய மரபணுவை அடையாளங்கண்டு அதைத் தனித்துப் பிரித்தெடுத்தல்.
- கடத்தியைத் (பொதுவாக, வைரஸ்) தேர்ந்தெடுத்தல் அல்லது நேரடியாகச் செலுத்துதல்
- விரும்பிய மரபணுவை, கடத்தியின் மரபணுவுடன் இணைத்தல்
- இவ்விதம் மாற்றமுற்ற கடத்தியை, செல்கள், திசுக்கள், கரு அல்லது முதிர்ந்த உயிரியினுள் செலுத்துதல்
- மரபணு மாற்ற திசு அல்லது விலங்குகளில் அந்நிய ஜீனின் ஒருங்கிணைப்பு மற்றும் வெளிப்பாடு பற்றிய செயல் விளக்கம்.
- சுண்டெலி, எலி, முயல், பன்றி, பசு, வெள்ளாடு, செம்மறியாடு மற்றும் மீன் ஆகியவற்றில் மரபணு மாற்ற வகைகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டுள்ளன (படம்).

மரபணு மாற்றப்பட்ட விலங்குகள்

மரபணு மாற்றுதலின் பயன்பாடுகள் (Uses of Transgenesis)

- உயர்வகை உயிரிகளில் மரபணு வெளிப்பாட்டையும் வளர்ச்சி செயல்முறைகளையும் அறிந்து கொள்ள உதவும் சக்தி வாய்ந்த கருவியாக மரபணு மாற்றம் உள்ளது.
- மரபணு மாற்றம் விலங்குகளின் மரபுப் பண்புகளை மேம்படுத்த உதவுகிறது. மனித நோய்களைப் புரிந்து கொள்ளவும் அவற்றிற்குரிய புதிய சிகிச்சை முறைகளைப்பற்றி ஆய்வு செய்யவும் உதவும் நல்ல மாதிரிகளாக மரபணு மாற்ற விலங்குகள் விளங்குகின்றன. புற்றுநோய், அல்சைமர், நீர்மத்திசு வழற்சி (Cystic fibrosis), சரவாங்கி (rheumatoid arthritis) மற்றும் கதிர் அரிவாள் இரத்த சோகை (Sickle cell anaemia) போன்ற மனித நோய்களுக்கான மனித மரபணு மாற்ற மாதிரிகளும் (Transgenic models) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.
- மரபணு மாற்ற விலங்குகளைக் கொண்டு உற்பத்தி செய்யப்படும் புரதங்கள் மருத்துவத்துறையிலும் முக்கியமான பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளன.
- தடுப்பூசிகளின் பாதுகாப்புத்தன்மையைச் சோதிப்பதற்கு மரபணு மாற்ற சுண்டெலிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- நச்சுத்தன்மையுடைய பொருட்களைச் செலுத்தி மரபணு மாற்றமில்லாத (non-transgenic) விலங்குகளைப் பரிசோதித்தபோது, அவை அப்பொருள்களுக்குரிய மரபணுவை பெற்றிருந்தால், உணர்திறன் மிகுதியாகக் கொண்டிருந்ததையும், நச்சுப்பொருள்களால் அவைகளில் ஏற்படும் விளைவுகள் பற்றியும் அறியப்பட்டது.
- பாலின் அளவையும் தரத்தையும் மேம்படுத்துவதற்கும், மாமிசம், முட்டைகள் மற்றும் கம்பளி (மயிர்) உற்பத்திக்கும், மருந்து எதிர்ப்புத்தன்மையைப் பரிசோதிப்பதற்கும் மரபியல்பு மாற்றுதல் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது.

உயிரிய விளைபொருட்கள் மற்றும் அவற்றின் பயன்கள் (Biological products and their users)

- உயிரிகளிடமிருந்து பெறப்பட்டு நோய்கள் வருமுன் தடுக்கவும், நோய்களுக்கு சிகிச்சை அளிக்கவும் பயன்படும் பொருட்கள் “உயிரிய விளைபொருட்கள்” எனப்படும். எதிர் நச்சுகள் (Antitoxins), பாக்டீரிய மற்றும் வைரஸ் தடுப்பூசிகள் (Bacterial and Viral vaccines), இரத்த விளைபொருட்கள் (Blood products) மற்றும் ஹார்மோன் வடிசாறு (Hormone extracts) போன்றன சில உயிரிய விளை பொருட்கள் ஆகும். இத்தகு பொருட்கள் நுண்ணுயிரிகள், தாவர செல்கள் அல்லது விலங்கு செல்கள் போன்ற உயிரிகளைக் கொண்டு உயிரியதொழில் நுட்ப முறையில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. இவற்றை பண்பாக்கம் செய்வது சிறு மூலக்கூறு மருந்துகளின் பண்பாக்கத்தை விட கடினமாகும். இத்தகைய உயிரிய விளைபொருட்களை மரபணு மறுசேர்க்கை தொழில்நுட்பத்தின் மூலம், தேவையான போது உற்பத்தி செய்து கொள்ள முடியும். சிகிச்சை புரதங்கள் (Therapeutic proteins), ஒற்றைப் படியாக்க எதிர்ப்பொருட்கள் (Monoclonal antibodies) மற்றும் தடுப்பூசிகள் (Vaccines) போன்ற பல உயிரிய விளைபொருட்கள் பயன்பாட்டிற்கான ஒப்புதலைப் பெற்றுள்ளன. புரதங்கள் நலப்பாதுகாப்பு மற்றும் மருந்தாக்கத் தொழிற்சாலைகளில் உயிரிய தொழில்நுட்பவியல் புரட்சியை ஏற்படுத்தியுள்ளது. வணிக முறையில் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஹார்மோன்களும், எதிர்ப்பொருட்களும் மருத்துவத் தொழிற்சாலைக்கு முதன்மையானவை ஆகும். மறுசேர்க்கை ஹார்மோன்களான இன்சலின், மனித வளர்ச்சி மற்றும் மனித ஆல்.பாலாக்ட்டல்புமின் போன்ற மறுசேர்க்கைப் புரதங்கள் தற்போது கிடைக்கின்றன.
- விரும்பத்தகுந்த புரதங்களை உற்பத்தி செய்யும் உயிரிய வினைகலன்களாக (Bioreactors) விலங்குகள் பயன்படுகின்றன. நோயுண்டாக்கும் எதிர்ப்பொருள் தூண்டிகளுக்கு (Antigens) எதிராகச் செயல்படும் பொருட்களே எதிர்ப்பொருள்கள் (Antibodies) எனப்படும். இவற்றை உற்பத்தி செய்யும் உயிரிய வினைகலன்களாக மரபணு மாற்றப்பட்ட விலங்குகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- புற்றுநோய் சிகிச்சை, இதயநோய் சிகிச்சை மற்றும் உறுப்பு மாற்று நிராகரிப்பு போன்றவற்றில் பயன்படும் ஒற்றை படியாக்க எதிர்ப்பொருட்கள் (Monoclonal antibodies) போன்றன உயிரி தொழில்நுட்பமுறையில் உற்பத்தி

செய்யப்படுகின்றன. இயற்கை புரத ஒட்டுப்பசைகள் (Natural protein adhesives) என்பன நச்சற்ற, உயிரி சிதைவுக்கு உள்ளாகும், அரிதாக நோய்த்தடையை முடுக்கிவிடும் தன்மை கொண்டனவாகும். எனவே தசை நார் (Tendons) மற்றும் திசுக்களை இணைக்கவும், பற்குழியை நிரப்பவும், உடைந்த எலும்புகளை சீராக்கவும் பயன்படுகின்றன.

விலங்கு நகலாக்கம் (Animal cloning)

- விலங்கு நகலாக்கம் என்பது ஒரு உயிரியிலிருந்து மரபொத்த பல உயிரிகளை இயற்கை முறை அல்லது செயற்கை முறையில் உருவாக்குவது ஆகும். இயற்கையில் பல உயிரினங்கள் நகலாக்கம் எனும் பாலிலி இனப்பெருக்க முறையை மேற்கொள்கின்றன.
- உயிரிய தொழில்நுட்பவியலில் நகலாக்கம் என்பது உயிரியை உருவாக்குவது அல்லது செல்களின் நகல்களை உருவாக்குவது அல்லது டி.என்.ஏ துண்டங்களை உருவாக்குவது (மூலக்கூறு நகலாக்கம்) ஆகியவற்றைக் குறிப்பதாகும்.
- ஐயன் வில்மட் (Ian Wilmat) மற்றும் கேம்ப்பெல் (Cambell) ஆகியோர் 1997ல் முதன் முதலில் டாலி (Dolly) எனும் முதல் பாலூட்டியை (செம்மறி ஆடு) நகலாக்கம் செய்தனர். முழுமைத்திறன் நிகழ்வாய்வு மற்றும் உட்கரு மாற்று தொழில்நுட்பத்தின் மூலம் மரபணு மாற்றப்பட்ட டாலி எனும் நகல் செம்மறி ஆடு உருவாக்கப்பட்டது. முழுமைத்திறன் என்பது பல்வேறு செல்களை, திசுக்களை, உறுப்புகளை மற்றும் முடிவாக, ஒரு உயிரியை உருவாக்கும் ஒரு செல்லின் திறனாகும்.
- கொடையாளி செம்மறி ஆட்டின் (ewe) பால்மடி செல்கள் (உடல் செல்கள்) தனிமைப்படுத்தப்பட்டு 5 நாட்களுக்கு உணவூட்டமின்றி வைக்கப்பட்டது. மடி செல்கள் இயல்பான வளர்ச்சி அடையாமல் உறக்க நிலையை அடைந்து முழுமைத்திறனைப் பெறுகின்றது. வேறொரு செம்மறி ஆட்டின் அண்டசெல் (முட்டை) பிரித்தெடுக்கப்பட்டு உட்கரு வெளியேற்றப்படுகின்றது. பின்னர் உறக்க நிலை மடிசெல் மற்றும் உட்கரு நீக்கிய அண்ட செல் இரண்டும் ஒன்றிணைக்கப்பட்டது. மடிசெல்லின் வெளியுறை சிதைக்கப்பட்டு உட்கருவைச் சுற்றி அண்ட செல் இரண்டும் ஒன்றிணைக்கப்பட்டது. மடிசெல்லின் வெளியுறை சிதைக்கப்பட்டு உட்கருவைச் சுற்றி அண்டசெல் சூழும்படி செய்யப்பட்டது. இவ்வாறு ஒன்றிணைந்த செல் பிரிதொரு செம்மறி ஆட்டின் கருப்பையில் பதிவேற்றப்பட்டது. (வாடகைத்தாய்) ஐந்து மாதங்களுக்குப்பின் “டாலி” பிறந்தது. ஒரு முதிர்ந்த விலங்கின் மாறுபாடமைந்த உடல் செல்லிலிருந்து கருவுறுதல் நிகழ்வு இன்றி, நகலாக்க முறையில் முதன்முதலாக உருவாக்கப்பட்ட விலங்கு டாலி ஆகும் படம்.

விலங்கு நகலாக்கத்தின் நன்மைகளும் தீமைகளும்

- மருத்துவப் பரிசோதனைகள் மற்றும் மருத்துவ ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு நன்மை பயக்கின்றது. மருத்துவத் துறையில் புரதங்கள் மற்றும் மருந்துகள் உற்பத்திக்கு உதவுகின்றது.

- தண்டு செல் ஆராய்ச்சிக்கு (Stem cell research) வழிகோலுகிறது.
- விலங்கு மற்றும் மனித செயல் முனைவோர் நகலாக்கம் என்பது உயிரிய பல்வகைமைக்கான சவாலானது எனக் கருதுகின்றனர். இச்செயல், பரிணாமத்தை மாற்றி இனத்தொகை மற்றும் சூழ்நிலை மண்டலத்தில் தாக்கத்தை உண்டாக்கும் என்ற கருதுகின்றனர்.
- நகலாக்க செயல்முறை கடினமானது மற்றும் விலையுயர்ந்தது.
- இச் செயலால் விலங்குகள் பாதிப்படையும்.
- வாடகைத்தாய் உயிரிகள், எதிர்மறையாகி கேடுகளுக்கு ஆட்படுவதுடன் நகலாக்க விலங்குகள் நோய் பாதிப்புக்கு உட்பட்டு உயிர் இறப்பு வீதம் ஏற்படுகின்றது.
- நகலாக்க விலங்குகளின் இறைச்சியை உண்பதால் உடல் நலனில் சமரசம் செய்ய வேண்டியுள்ளது.
- இயல்பான விலங்குகளை நகலாக்க விலங்குகள் விரைவாக மூப்படைவதுடன், பெற்றோர் உயிரியைவிட குறைந்த நலமுடையனவாக உள்ளன. (இந்தப் பிரச்சனை 'டாலி'யிலும் காணப்பட்டது.
- நகலாக்க விலங்குகளில் மரபுக்கோளாறுகள் தோன்றுகின்றன.
- 90% மேற்பட்ட நகலாக்க விலங்குகள் சந்ததியை உருவாக்க இயலாத மலட்டுயிரிகளாகின்றன.

ஐயன் வில்மட் மற்றும் கேம்ப்பெல் முதிர்ந்த செம்மறி ஆட்டின் 227 மடிசெல்களை 227 உட்கரு நீக்கிய அண்ட செல்களுடன் ஒன்றிணைத்தனர். 6 நாட்கள் கருவளர்ச்சிக்குப்பின் 29 வளர்கருக்களை வாடகைத்தாய் கருப்பையில் பதித்தனர். அவற்றில் ஒன்று மட்டுமே 'டாலி' யாக உற்பத்தியானது.

'மரபணு வெளியேற்றம்' (Knock out) என்பது ஒரு உயிரியிலுள்ள குரோமோசோம்களில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மரபணுக்களை மரபுப்பொறியியல் வாயிலாக செயல்பட இயலாமல் செய்வதாகும்.

அறம் சார்ந்த பிரச்சனைகள் (Ethical issues)

- மலிவான மருந்துகள், தரம் மிகுந்த பழங்கள் மற்றும் காய்கறிகள், நோயெதிர்ப்பு திறன் கொண்ட பயிர்கள், நோய்களை குணமாக்கும் உள்ளூர் முறை மற்றும் அதிக எண்ணிக்கையிலான முரண்கள் ஆகியவற்றை இச்சமூகத்திற்கு உயிரிய தொழில்நுட்பம் கொடையாக தந்திருக்கிறது.
- இதற்கான முக்கிய காரணம் நவீன உயிரிய தொழில்நுட்பத்தின் பெரும்பகுதி மரபணு கையாளுதலுடன் தொடர்புடையதே ஆகும். இத்தகைய மரபணு

மாற்றம் இனம் புரியாத விளைவுகளை ஏற்படுத்துமோ என மக்கள் அச்சப்படுகின்றனர். டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கை தொழில்நுட்பத்தால் உருவாக்கப்படும் தனித்தன்மை கொண்ட நுண்ணுயிரிகள், வைரஸ் போன்றனவற்றை கவனக்குறைவாகவோ அல்லது வேண்டுமென்றோ போர் போன்றவற்றில் பயன்படுத்திட நேர்ந்தால் தொற்று நோய்கள் அல்லது சூழியல் பேரழிவை ஏற்படுத்தும் எனும்பீதி மக்களிடையே நிலவுகின்றது. எப்படியிருப்பினும் இம்முறையில் இடர்கள் குறைவு, பயன்கள் அதிகம்.

உயிரிய தொழில்நுட்பவியலின் நெறிமுறைகள் (Regulations in Biotechnology)

- மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளின் (GMOs) உற்பத்தி மற்றும் உயிரிய தொழில்நுட்பப் பொருட்களின் உற்பத்தி, விற்பனை மற்றும் பொருட்கள் ஆகியவை சில நெறிமுறைகளுக்குட்பட்டதாகும். மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளின் உற்பத்திப் பொருட்களை கவனமாக ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு ஆவணப்படுத்துவது அவசியம். மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளை அடையாளப்படுத்தி, பயன்பாட்டு வழிமுறைகளுக்கு ஏற்ப பயன்படுத்த வேண்டும். இத்தகு நெறிமுறைகள் மக்கள் உயிரினங்கள் மற்றும் சுற்றுச்சூழலை பாதுகாக்க உருவாக்கப்பட்டதாகும். இந்திய உயிரிய தொழில்நுட்ப நெறிப்படுத்து ஆணையம் (BRAI) (Bio technology Regulatory Authority of India), மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளை உள்ளடக்கிய உயிரிய தொழில்நுட்பவியல் வழி (GMOs) உற்பத்திப் பொருட்கள் பயன்பாட்டை நெறிப்படுத்த உருவாக்கப்பட்ட அமைப்பாகும். இந்திய வனங்கள், சூழ்நிலை மாற்றம் சுற்றுச்சூழல் அமைச்சகத்தின் ஆளுகையில் உள்ள மரபுப்பொறியியல் ஒப்புதல் குழுமம் (Genetic Engineering Approval Committee - GEAC), நம் நாட்டில் மரபுப்பொறியியல் ஒப்புதல் குழுமம் (Genetic Engineering Approval committee - GEAC), நம் நாட்டில் மரபுப்பொறியியல் உற்பத்திப் பொருட்களுக்கு ஒப்புதல் அளிக்கும் அமைப்பு ஆகும். மசோதா ஏற்பளிக்கப்பட்டால், உயிரிய தொழில் நுட்பவியல் நெறிப்படுத்து ஆணையத்தின் துணைப்பிரிவான சுற்றுச்சூழல் மதிப்பீட்டுக் குழு (Environmental Appraisal Panel) பொறுப்பேற்கும். மேலும், அமைச்சகங்களுக்கு இடையிலான BRAI செயல்பாடுகளை மேற்பார்வை செய்யும் அமைப்பை உருவாக்கிட இம்மசோதா முன்மொழிகின்றது. உயிரிய தொழில்நுட்ப உற்பத்தி பொருட்கள் மற்றும் உயிரிகளை சமுதாயத்துக்குள் நுழைத்தல், அவற்றின் பயன்பாட்டின் பின்னூட்டம் அளிப்பது ஆகியன தேசிய உயிரி தொழில்நுட்ப ஆலோசனைக் குழுமப் பங்குதாரரின் பணிகளாகும். சட்டப்படியான தன்னாட்சி நிறுவனமான நெறிப்படுத்து அமைப்பு உயிரிய தொழில்நுட்ப உற்பத்திப் பொருட்கள் மற்றும் உயிரிகளைப்பற்றி ஆராய்ச்சி, இறக்குமதி, போக்குவரத்து மற்றும் உற்பத்தி ஆகியனவற்றை நெறிப்படுத்துகின்றது. மாநில உயிரிய தொழில்நுட்ப ஒருங்கிணைப்புக் குழுமம் (State Biotechnology Co ordination Committees - SBCC) மற்றும் மாவட்ட அளவிலான குழுமங்கள் (District level Committee) ஆகியன GEAC க்கு உதவி புரிவனவாகும். நிறுவன உயிரிய பாதுகாப்புக் குழுமம் (The institutional Biosafety Committee - SBCC) மற்றும் மாவட்ட அளவிலான குழுமங்கள் (District level Committee) ஆகியன GEAC க்கு உதவி புரிவனவாகும். நிறுவன உயிரிய பாதுகாப்புக் குழுமம் (The Institutional biosafety Committees - IBSC) உள்ளூரில்

வழிமுறைகளை நடைமுறைப்படுத்தும் அமைப்பு ஆகும். மரபணு மாற்றப்பட்ட பொருட்களை வர்த்தக ரீதியாக, பெருமளவில் பயன்படுத்த அனுமதி அளிப்பது, விருப்பத்திற்கேற்ப மரபுப்பொருள் மாற்றியமைப்பு மீளாய்வுக்குழு (Review Committee on Genetic manipulation (RCGM) வின் பணியாகும். IBSC மற்றும் RCGM ஆகியவை மிக முக்கிய அமைப்புகளாகும். இவற்றை கண்காணிப்பது மரபுப்பொருள் ஒப்புதல் குழுவின் (GEAC) பொறுப்பாகும்.

- உயரிய தொழில் நுட்பவியல் துறையானது அதன் பெருந்துத்தன்மை மற்றும் பயன்தரு தன்மை அடிப்படையில் தனித்தனியே பல்வேறு சட்டதிட்டங்களால் நிர்வகிக்கப்படுகின்றது. 1990ல் உயிரிய தொழில்நுட்பவியல் துறையால் (DBT) வெளியிடப்பட்ட மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ பாதுகாப்பு வழிகாட்டி முறைகள் மரபுப்பொறியியலால் மாற்றப்படும் உயிரிகள் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகளை உள்ளடக்கியதாகும். இந்த வழிகாட்டி முறைகள், 1994ல் மேலும் திருத்தி அமைக்கப்பட்டது. இந்திய மருத்துவ ஆராய்ச்சிபேரவை இந்திய வேளாண் ஆராய்ச்சிபேரவை, அறிவியல் மற்றும் தொழிலக ஆராய்ச்சிப் பேரவை ஆகியவற்றின்

சட்டப்படியான அமைப்புகள்

1. மறுசேர்க்கை DNA ஆலோசனைக் குழுமம் → ஆலோசனை (RDAC)-
2. நிறுவன உயிரிய பாதுகாப்புக் குழுமம் (IBSC)
3. விருப்பத்திற்கேற்ப மரபுப்பொருள் மாற்றியமைப்பு ஒப்புதல் மீளாய்வுக் குழு (RCGM)
4. மரபுப்பொறியியல் ஒப்புதல் குழுமம் (GEAC)
5. மாநில உயிரிதொழில் நுட்பவியல் ஒருங்கிணைப்பு குழுமம் (SBCC) } கண்காணிப்பு
6. மாவட்ட அளவிலான குழுமம் (DLC) }

உயிரிப்பொருள் கொள்கை (Biopiracy) என்பது 'பன்னாட்டு நிறுவனங்கள் மற்றும் பிற அமைப்புகள், நாடு அல்லது மக்களின் உரிய அங்கீகாரமின்றி, இழப்பீடு ஏதும் வழங்காமல் உயிர் வளங்களை பயன்படுத்துவதாகும்' என வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

உயிரியல் மற்றும் மருத்துவத்துறை மேம்பாட்டால் தோன்றும் அறம்சார் பிரச்சனைகளைப் பற்றி படிப்பது உயிர் அறவியல் (Bioethics) எனப்படும். இது மருத்துவ கொள்கை மற்றும் நடைமுறையை தொடர்புபடுத்தும் மிக பகுப்பாய்வு ஆகும்.

- பிரதிநிதிகளை உயிரிய தொழில் நுட்பவியல் துறையின் கீழ் இயங்கும் விருப்பத்திற்கேற்ப மரபுப்பொருள் மாற்றியமைப்பு மீளாய்வுக் குழு (RCGM) அங்கத்தினர்களாகக் கொண்டுள்ளது. டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கைத் தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி பெருமளவு மருந்து உற்பத்தி செய்யும் தொழிலகங்களுக்கு உரிமம் பெறுவது தொழிற்சாலை (வளர்ச்சி மற்றும் நெறிப்படுத்துதல்) விதி 1951ன் படி கட்டாயமாக்கப்பட்டுள்ளது.

- உலக வர்த்தக அமைப்பின் (WTO) ஒப்பந்தப்படி அறிவுசார் சொத்துரிமை வர்த்தகத்தின் கையொப்பதாரர் எனும் முறையில் இந்தியா, காப்புரிமை விதி 1999 உட்பட பல்வேறு அறிவுசார் சொத்துகளின் மீதான சட்ட விதிகளில் திருத்தங்களைச் செய்துள்ளது.

மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளால் நேரிடக்கூடிய ஆபத்துகள் (Possible threats of Genetically modified organisms)

- மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகள் (GMO) எனப்படும் மரபுப்பொறியியல் வழி மாற்றப்பட்ட உயிரிகள் (GEO), வளர்ந்த மற்றும் வளரும் நாடுகளில் வேளாண்மை, வனத்துறை, நீர்வாழ் உயிரி வளர்ப்பு, உயிரியல் தீர்வு மற்றும் சுற்றுச்சூழல் மேலாண்மை ஆகியவற்றில் பங்காற்ற உருவாக்கப்பட்டனவாகும். இருந்தபோதிலும் வேண்டுமென்றோ அல்லது கவனக்குறைவாகவோ மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளை சுற்றுச்சூழலில் விடுவிக்கப்படும்போது சில சமயங்களில் எதிர் சூழலியல் விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன.

மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளால் ஏற்பட வாய்ப்புள்ள இடர்பாடுகள்:

- புதிய அல்லது கொடிய தீங்குயிரிகள் மற்றும் நோயூக்கிகளை உருவாக்குவது. மரபணு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளைக் கொண்டு இனக்கலப்பு செய்வதன் மூலம் வாழ்ந்து வரும் தீங்குயிரிகளின் விளைவுகளை மேலும் மோசமடையச் செய்தல்.

| சுற்றுச்சூழல் | நலம் | வேளாண்மை |
|--|--|---|
| தீங்குயிர்க்கொல்லி நச்சுப்பொருட்கள் இலக்கில்லா உயிரிகள் மற்றும் சூழ்நிலை மண்டலம் ஆகியவற்றில் எதிர்மறை விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. | மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட மரபணுக்களால் உருவாக்கப்படும் புரதங்கள் மனிதன் அல்லது பிற விலங்குகளில் ஒவ்வாமை விளைவிக்கின்றது. தற்காலத்தில் மரபியல்பு மாற்றிய உணவுப்பொருட்கள் மீது எவ்விதக் குறியீடுகளும் செய்யப்படுவதில்லை. | தீங்குயிர் நச்சுப் பொருட்களுடன் மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகள் இணைந்து தீங்குயிர்க்கொல்லி இனத்தொகையில் நச்சு எதிர் பரிணாமத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. |
| சிற்றினங்களுக்கிடையிலான மகரந்தச்சேர்க்கை “தாவரக் கொல்லி எதிர்ப்பு” மரபணுக்களை பரப்பி” “சூப்பர் வீட்” எனும் “மீக்களை” தாவரங்களை உருவாக்குகின்றன. | மரபணு மாற்றத்தின்போது குறியீட்டாளராகப் பயன்படுத்தப்படும் நோய் எதிர்பொருள் தடை ஏற்படுத்தும் மரபணுக்கள், நோய் உண்டாக்கும் பாக்டீரியங்களை பரப்ப வாய்ப்புள்ளது. | மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட விதைகள் மீது பெரிய உயிர்த்தொழில்நுட்ப நிறுவனங்கள் சட்டப்படியான தனியுரிமை (காப்புரிமை) தன்னகத்தே கொண்டுள்ளன. |
| தீங்குயிரிகள், களைகள் மற்றும் போட்டித் தாவரங்களை அழிப்பதால் | மரபு மாற்றப்பட்ட மரபணுக்கள் திடீர் மாற்றமடைந்து | தீங்குயிர்க்கொல்லி எதிர்ப்பு மற்றும் களைக்கொல்லி எதிர்ப்பு |

| | | |
|---|---------------------------------------|---|
| உயிரிய பல்வகைத் தன்மையில் எதிர்மறைத் தாக்கம் ஏற்படுகின்றது. | எதிர்பாராத இடர்பாடுகளை ஏற்படுத்தலாம். | என இரு வடிவங்களில், மரபணு மாற்றப்பட்ட உயிரிகள், வேளாண்மையில் இடையூறுகளை ஏற்படுத்தும். |
|---|---------------------------------------|---|

- இலக்கில் இல்லாச் சிற்றினங்களான மண்ணில் வாழும் உயிரிகள், தீங்கு செய்யத் தாவரங்கள், பறவைகள் மற்றும் பிற விலங்குகளுக்கு ஊறு விளைவித்தல்
 - விவசாய/வேளாண் சூழ்நிலை மண்டலம் உட்பட்ட உயிரிய சமுதாயத்திற்கு இடையூறு செய்தல்.
 - சிற்றின பல்வகைத் தன்மை அல்லது சிற்றினங்களுக்குள்ளான மரபியல் பல்வகைமை ஆகியவற்றில் சரி செய்யப்பட இயலாத இழப்பு அல்லது மாற்றங்களை ஏற்படுத்துதல்.
 - மனித நலனுக்கு எதிரான இடர்பாடுகளை ஏற்படுத்துதல்
- மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளை சுற்றுச்சூழலில் விடுவித்தால் காலம் தாழ்ந்தும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தலாம். ஏனெனில், அவ்வுயிரிகள் பெருகி, ஊடுருவி, பரவி, சில நேரங்களில் பிற உயிரிகளின் டி.என்.ஏ வில் நுழைந்து மாற்றங்களை ஏற்படுத்திட நீண்ட காலம் தேவைப்படும். மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகள் தற்போது வாழும் உயிரிகளில் மாற்றங்களை உருவாக்கி அதன் மூலம் புதிய சிற்றினங்களை உருவாக்கி சுற்றுச்சூழலை பாதிக்கச் செய்ய இயலும். இத்தகு காரணங்களால் நெறிப்படுத்தும் ஆணையத்தினர் மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளை சுற்றுச்சூழலில் களப்பரிசோதனைக்கு அனுமதி அளிப்பதில் மிகவும் கவனமாக உள்ளனர்.

உயிரிய பாதுகாப்பு வழிமுறைகள் (Biosafety guidelines)

- மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகள் (GMOs) வளர்ச்சி பற்றி கருத்துகள் புவியளவில் வளர்ந்து வருவதால் உலக சுகாதார நிறுவனம் (WHO) 1991 ஆம் ஆண்டு உயிரிய பாதுகாப்புக்காக முறை சாரா பணிக் குழுக்களை உருவாக்கியது. இக்குழு சுற்றுச்சூழலில் உயிரிகளை விடுவிக்க “தன்னார்வக் குறியீடு” ஒன்றை தயாரித்துள்ளது. “மரபுப்பொறியியல் மற்றும் உயிரிய தொழில் நுட்பவியல் பன்னாட்டு மையம்” (ICGEB) உயிரிய பாதுகாப்பு தொடர்பாக எழும் பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு மற்றும் சுற்றுச்சூழல் அடிப்படையில் உயிரிய தொழில்நுட்பவியல் தொடர் பயன்பாடு ஆகியனவற்றில் முக்கியப் பங்காற்றுகின்றது. மனித சுகாதாரம் சுற்றுச்சூழல் மற்றும் வேளாண்மை ஆகியனவற்றில் மரபியல்பு மாற்றப்பட்ட உயிரிகளுக்கான அனுமதியால் தோன்றும் இடர்பாடுகள் பற்றி ICGEB வலைதளத்தில் அறியலாம். கேடு விளைவிக்கும் நுண்ணுயிரிகள் மற்றும் மரபுப் பொறியியலால் உருவாக்கப்பட்ட உயிரினங்கள் ஆகியனவற்றை உற்பத்தி செய்தல், பயன்படுத்துதல், இறக்குமதி செய்தல், ஏற்றுமதி செய்தல், சேமித்தல்

போன்றவற்றை கட்டுப்படுத்துவதற்காக, 1986-ன் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு சட்டம் தனக்கு வழங்கியுள்ள அதிகாரத்தை பயன்படுத்தி இந்தியாவில் உயிரிய தொழில்நுட்பத் துறை (DBT) “rDNA பாதுகாப்பு வழிமுறை”களை உருவாக்கியுள்ளது. மேற்கூறிய வழிமுறைகளை நடைமுறைப்படுத்துவது மற்றும் கண்காணிப்பது “உயிரியப் பாதுகாப்பு நிறுவனக் குழுக்கள் (IBSC’s) “விருப்பத்திற்கேற்ப மரபுப்பொருளை கையாளும் மீளாய்வுக் குழுக்கள்” (RCGM) மற்றும் சுற்றுச்சூழல் மற்றும் வனத்துறை அமைச்சகத்தின் மரபுப் பொறியியல் ஒப்புதல் குழு (GEAC) ஆகியனவற்றின் பணிகளாகும்.

அறிவுசார் சொத்துரிமை மற்றும் பாதுகாப்பு (Intellectual property rights and intellectual property protection)

- இயல்பொருட்களான வீட்டுத் தளவாடங்கள், நிலம் போன்ற சொத்துகளைப் பாதுகாக்க நாட்டில் பல சட்டங்கள் நடைமுறையில் உள்ளன. இவை வெளியில் புலப்படக்கூடியன. ஆனால், மாற்றம் செய்யப்பட்ட நுண்ணுயிரிகள், தாவரங்கள், விலங்குகள் மற்றும் வணிகப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்யும் தொழில் நுட்பங்கள் போன்றன முழுமையாக அறிவு சார்ந்தனவாகும். இத்தகு பொருட்களை உருவாக்கியவர் அல்லது கண்டறிந்தவர் அப்பொருளுக்கு முழு உரிமையுடையவராவார். இத்தகு அறிவுசார் சொத்துகளுக்கும் நாட்டில் சட்டம் உருவாக்கப்பட்டு பாதுகாப்பு அளிக்கப்படுகிறது. ஏனெனில், இவை வெளியில் புலப்படாத சொத்துகள். மேலும் இத்தகு அறிவை பிறருக்கு வெளிப்படுத்துவது புதிய கண்டுபிடிப்பு மற்றும் புதுமையாக்கலுக்கும் வழி செய்கின்றது. இதற்கான பின்னூட்டமே சட்ட உரிமை அல்லது காப்புரிமை எனும் பயன்பாட்டிற்கான தற்காலிக தனியுரிமை ஆகும். சட்டங்கள் தேசிய அளவிலும் பன்னாட்டு அளவிலும் அவ்வப்போது உருவாக்கப்படுகின்றன. உருவாக்கப்படும் புதிய பயிர் வகைகளும் அறிவுசார் சொத்துரிமை ஆகும். இது தாவர சாகுபடியாளர்களின் உரிமைகள் (plant breeders rights - PBR’s) மூலமாக பாதுகாக்கப்படுகின்றது. கிராம சமூகம் மற்றும் விவசாயிகளின் மரபியல் பல்வகைமை கொண்ட சிற்றினப் பயன்பாடு, மரபியல் அறிவு மற்றும் பரிமாற்றம் படைப்பு, பாதுகாப்பு ஆகியனவற்றை PBR அங்கீகரிக்கின்றது. தாவர சாகுபடியாளர் இதுவரை இல்லாத புதிய தாவர வகையை உற்பத்தி செய்ய அரசாங்கத்தால் அளிக்கப்படுவதே “அறிவுசார் சொத்துரிமை” (IPR) மற்றும் “பாதுகாப்பு” (IPP) ஆகும்.
- காப்புரிமை, பதிப்புரிமை, வணிகக் குறியீடு போன்ற பல்வேறு வரிகளில் அறிவுசார் சொத்துகளின் உரிமை பாதுகாக்கப்படுகின்றது.

காப்புரிமை (Patents):

- பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த எண்ணற்ற உயிரிய பொருட்களின் உற்பத்தியை உள்ளடக்கியது. உயிரிய தொழில் நுட்பவியல் எனும் அறிவியல் ஆகும். உயிரிய தொழில் நுட்பவியல் உற்பத்திப் பொருட்கள் மற்றும் செயல்முறைகள் ஆகியவை கண்டுபிடிப்புகளுள் அடங்கும். உயிருள்ள கூறுகளான நுண்ணுயிரிகள் விலங்குகள், தாவரங்கள், செல்வகைகள், செல் நுண்ணுறுப்புகள், பிளாஸ்மிடுகள், மரபணுக்கள் மற்றும் உயிரினத் தொகுப்பில்

உருவாகும் இயற்கை உற்பத்திப் பொருட்களான முதனிலை மற்றும் இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்ற உற்பத்திப் பொருட்களான ஆல்கஹால் மற்றும் எதிர்ப்பொருட்கள் ஆகியன உற்பத்தி பொருட்களில் அடங்கும்.

தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் மட்டுமே உலகில் 1000க்கும் மேற்பட்ட காப்புரிமையை தன் கணக்கில் கொண்ட அறிவியலாளர் ஆவார்.

- பிரித்தெடுத்தல், சுத்திகரித்தல், வளர்த்தல், புதிய, எளிய, செலவு மலிவான உயிரிய மாற்ற செயல்கள் மற்றும் உயிரிய தொழில்நுட்ப விளைபொருட்களை உருவாக்குதல் போன்றன உயிரிய தொழில் நுட்பவியலின் பல்வேறு செயல்கள் ஆகும்.
- ஒருவர் கண்டுபிடித்த ஒரு பொருளை உற்பத்தி செய்ய, விற்பனை செய்ய மற்றும் பயன்படுத்த அரசால் குறிப்பிட்ட காலம் (இயல்பாக 20 ஆண்டுகள்) வரை முழு உரிமையை ஆவணமாக வழங்குவதே காப்புரிமை (patent) என்பதாகும்.
- இந்த சட்டப்படியான ஆவணம் கண்டுபிடித்தவர் மற்றும் கண்டுபிடித்தலை பாதுகாக்கும் உரிமை மற்றும் சலுகையாகும். கண்டுபிடிப்பாளர்களின் கடின உழைப்பு, நேரம், கருத்துகள், முதலீடு ஆகியனவற்றிற்கேற்ப சீரான வருவாய் கிடைக்க வழி செய்வதே காப்புரிமையின் நோக்கமாகும்.

காப்புரிமை பெறத் தேவையான அடிப்படைத் தகுதிகள்

- கண்டுபிடிப்பு புதுமையானதாகவும் பயனுள்ளதாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.
- உற்பத்திப் பொருட்கள் புதிய கண்டுபிடிப்பாகவும் மீண்டும் தயாரிக்கத் தகுந்ததாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.
- காப்புரிமை விண்ணப்பத்தில் கண்டுபிடிப்பு பற்றிய முழு விளக்கமும் இருத்தல் வேண்டும்.

1980ல் முதன் முதலில் காப்புரிமை பெற்ற உயிரினம் மரபுப் பொறியியல் மாற்றம் செய்யப்பட்ட பாக்டீரியாவான சூடோமோனாஸ் புடா (*Pseudomonas Putida*). 1971 ஆம் ஆண்டு பேராசிரியர் ஆனந்த மோகன் சக்கரவர்த்தி என்பவரால் இது உருவாக்கப்பட்டது.

- அறிவுசார் சொத்துரிமை வணிகம் (TRIPs) தொடர்பான கட்டண நிர்ணயம் மற்றும் வர்த்தக பொது ஒப்பந்தம் (GATT):
- உலக வர்த்தகப் பங்கீடு தொடர்பான சர்ச்சைகளுக்குத் தீர்வு காண 1948 ஆம் ஆண்டு வளர்ந்த நாடுகளால் வடிவமைக்கப்பட்டது தான் GATT ஒப்பந்தமாகும். இந்த ஒப்பந்தத்தின் நன்மைகள் வளர்ந்த நாடுகளால் மட்டுமே அனுபவிக்கப்பட்டன. 1988-ல் “அமெரிக்க பாராளுமன்றம் அனைத்து வணிகம் மற்றும் போட்டித் தன்மை சட்டம்” (Omnibus trade and competitiveness

act (OTCA) எனும் சட்டத்தை இயற்றி, வர்த்தகம் தொடர்பான சட்ட திட்டங்களை விசாரிக்கும் அதிகாரத்தை அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளுக்கு வழங்கியது.

புவியியல் சார்ந்த குறியீடு (Geographical indication - GI)

- புவியியல் சார்ந்த குறியீடு என்பது ஒரு உற்பத்திப் பொருள் தோன்றிய உற்பத்தியான குறிப்பிட்ட நிலப்பரப்பை சார்ந்தோ, அதன் சிறப்பியல்பு அல்லது பண்பைப் பொருத்து வழங்கப்படும் ஒருபெயர் அல்லது குறியீடு ஆகும். இக்குறியீடு குறிப்பாக வேளாண் உற்பத்திப் பொருட்கள், உணவுப் பொருட்கள், கைவினைப் பொருட்கள் மற்றும் தொழிலக உற்பத்திப் பொருட்களுக்கு வழங்கப்படுவதாகும். 2004 – 05 ஆம் ஆண்டு இந்தியாவில் முதன்முதலில் புவியியல் சார்ந்த குறியீடு பெற்ற பொருள் டார்ஜிலிங் தேயிலை ஆகும். காஞ்சிப்பட்டு, கோவை மாவரைக்கும் இயந்திரம், தஞ்சை வண்ண ஓவியங்கள், மதுரை மல்லிகை மற்றும் நாகர்கோவில் ஆபரணங்கள் ஆகியன தமிழகத்தில் புவியியல் சார்ந்த குறியீடு பெற்ற சில பொருட்கள் ஆகும்.

பதிப்புரிமை (Copyright)

- ஒரு நூலாசிரியர் வெளியிட்ட படைப்புகளுக்கான படைப்புரிமையை பாதுகாத்தல் IPRன் கீழ் வருகிறது. பதிப்புரிமை நூலாசிரியரின் கருத்து வெளிப்பாட்டிற்கு வழங்கப்படும் பாதுகாப்பு ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக நூலாசிரியர், பதிப்பாசிரியர் (பதிப்பாளர்) நூல் வெளியீட்டாளர் அல்லது பதிப்பாசிரியர்/நூல் வெளியீட்டாளர் ஆகிய இருவருக்கும் வழங்கப்படும் உரிமையாகும். நூலின் கருத்துகள் நகலாக்கம் அல்லது மறுபதிப்பு செய்ய பதிப்புரிமையாளரிடம் எழுத்துபூர்வமான அனுமதி பெறுதல் வேண்டும். ஒரு பொருள் எவ்வாறு உருவாக்கப்பட்டது என்பதை பாதுகாப்பது காப்புரிமை மற்றும் வணிக ரகசியங்கள் ஆகியனவாகும். ஆனால், அச்சில் வெளிவந்தவை, ஒளிப்பதிவு மற்றும் ஒலிப்பதிவு செய்து வெளியிட்டவை போன்ற வெளிவந்த படைப்புகளைப் பதிப்புரிமை பாதுகாக்கிறது. உயிரிய தொழில் நுட்பவியல் துறையில் டி.என்.ஏ. வரிசைத் தரவுகள் அல்லது வேறு பதிப்பு வடிவங்கள், ஒளி நுண் வரை படங்கள் போன்றன பதிப்புரிமையில் அடங்கும்.

வணிகக் குறியீடு (Trade mark):

- வணிகக் குறியீடு என்பது ஒரு நிறுவனத்தின் தனியொரு பொருளை அல்லது நடவடிக்கைகளைக் கண்டறியப் பயன்படும் சொற்கள் அல்லது குறியீடு ஆகும். பொதுமக்களுக்கு உண்மையான வணிகப் பொருளையும் பிறரால் உருவாக்கப்படும் போலிப் பொருளையும் பிரித்தறிய வணிகக்குறியீடு வழிவகை செய்கின்றது. பரந்த எல்லையில்லா பயன்பாடுகளைக் கொண்டதால் உயிரிய தொழில்நுட்பவியல் உலகளவில் அரசு மற்றும் பெரிய வணிக நிறுவனங்களை ஈர்க்கும் சுயசார்புத் துறையாகும். மரபியல் நோய்கள் மற்றும் பிற நோய்களை தீர்க்க வல்ல சஞ்சீவியாக இத்துறை கருதப்படுகின்றது. உயிரிதொழில் நுட்பவியல் உற்பத்திப் பொருட்களின் தேவை உலகளவில் உயர்ந்து வருகின்றது. இந்த அறிவியல் பிரிவு நலம், வேளாண்மை, சுற்றுச்சூழல் மற்றும் தொழிலகங்கள் தொடர்பான பிரச்சனைகளுக்கு எதிர்காலத்தில் சிறந்த தீர்வளிக்கும் துறையாகும்.