மரபியல்

பயிர் மேம்பாட்டிற்கான பயிர்ப்பெருக்க முறைகள்:

1. புதிய வகைத் தாவரங்களின் அறிமுகம்

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

2. தேர்வு செய்தல்

புறத்தோற்றத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு சிறந்த தாவர ரகங்களைத் தாவரக்கூட்டத்தில் இருந்து பிரித்தெடுக்கும் பழம் பெரும் முறை “தேர்வு செய்தல்” ஆகும்.

தேர்வு முறைகள்

i. கூட்டுத் தேர்வு முறை

பல வகைப் பண்புகள் கொண்ட தாவரங்களின் கூட்டத்தில் இருந்து விரும்பத் தக்க பண்புகளைக் கொண்ட சிறந்த தாவரங்களின் விதைகள் சேகரிக்கப் படுகின்றன. இந்த விதைகளிலிருந்து இரண்டாம் தலைமுறை தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இச்செயல்முறை ஏழு அல்லது எட்டு தலைமுறைகளுக்குத் தொடர்ந்து செய்யப்படுகிறது.

வேர்க்கடலை ரகங்களான TMV – 2 மற்றும் AK–10 ஆகியவை கூட்டுத் தேர்வுக்கான சில எடுத்துக்காட்டுக்கள் ஆகும்.

ii. தூய வரிசைத் தேர்வு முறை

தூய வரிசை என்பது “தனி உயிரியில் இருந்து தற்கலப்பு மூலம் பெறப்பட்ட சந்ததி” ஆகும். இது “தனித் தாவரத் தேர்வு” எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் தன் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட ஒரு தனித் தாவரத்தில் இருந்து ஏராளமான தாவரங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு, தனித்தனியே அறுவடைச் செய்யப்படுகின்றன.

iii. போத்துத் தேர்வு முறை (குளோனல் தேர்வு முறை)

ஒரு தனித் தாவரத்திலிருந்து உடல இனப்பெருக்கம் அல்லது பாலிலா இனப்பெருக்கத்தின் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட தாவரங்களின் கூட்டமே குளோன்கள் எனப்படுகின்றன. இதன் மூலம் உருவான அனைத்து தாவரங்களும் புறத் தோற்றத்திலும் ஜீனாக்கத்திலும் ஒத்துக் காணப்படுகின்றன.

பன்மய பயிர்ப்பெருக்கம்:

பாலினப் பெருக்கம் செய்யும் தாவரங்களின் உடல செல்களில் இரண்டு முழுமையான தொகுதி குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இதுவே இரட்டை மயம்

(2n) எனப்படும். கேமீட்டுகளில் (இனச்செல்களில்) ஒரே ஒரு தொகுதி குரோமோசோம் மட்டுமே உள்ளது. இது "ஒற்றைமயம்" (n) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட தொகுதி குரோமோசோம்களைக் கொண்ட உயிரினம் "பன்மயம்" எனப்படும். இந்த நிலை "பல தொகுதியாக்கும் இயல்பு" எனப்படும்.

பன்மய பயிர்ப்பெருக்கத்தின் சாதனைகள்

i) விதைகளற்ற தர்பூசணி (3n) மற்றும் வாழை (3n)

ii) பெரிய தண்டும், வறட்சி எதிர்ப்புத் தன்மையும் கொண்ட மும்மய தேயிலை TV – 29

iii) டிரிட்டிக்கேல் (6n) என்பது கோதுமை மற்றும் ரை ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையே கலப்பு செய்து பெறப்பட்ட கலப்புயிரி ஆகும். இதை வளமுடையதாக மாற்ற, பன்மயம் தூண்டப் பட்டது. இது அதிக நார்ச்சத்தும் புரதமும் கொண்டது.

iv) கால்ச்சிசின் சிகிச்சையால் உருவாக்கப்பட்ட ரப்பனோ பிராசிக்கா ஒரு அல்லோடெட்ராபிளாய்டு (4n) ஆகும்.

சடுதிமாற்ற பயிர்ப்பெருக்கம்:

ஒரு உயிரினத்தின் DNA வின் நியூக்ளியோடைடு வரிசையில் திடீரென ஏற்படும், பாரம்பரியத்துக்கு உட்படும் மாற்றமே சடுதிமாற்றம் எனப்படும். பயிர் மேம்பாட்டிற்கு தூண்டப்பட்ட சடுதி மாற்றத்தைப் பயன்படுத்துவதே "சடுதிமாற்ற பயிர்ப்பெருக்கம்" எனப்படும்.

i) இயற்பியல் சடுதிமாற்றத் தூண்டிகள்

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

ii) வேதியியல் சடுதிமாற்றத் தூண்டிகள்

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

சடுதிமாற்ற பயிர்ப்பெருக்கத்தின் சாதனைகள்

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

கலப்பினமாக்கம்:

கலப்பினமாக்கம் என்பது "இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வகைத் தாவரங்களைக் கலப்பு செய்து, அவற்றின் விரும்பத்தக்க பண்புகளை, "கலப்புயிரி" என்ற ஒரே சந்ததியில் கொண்டு வரும் செயல்முறை ஆகும். கலப்புயிரியானது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பண்புகளில் இரண்டு

பெற்றோரையும் விட மேம்பட்டதாக இருக்கும். மரபியல் வேறுபாடுகளை ஏற்படுத்தி மேம்பட்ட வகை ரகங்களை உருவாக்கும் பொதுவான முறையே கலப்பினமாக்கம் ஆகும்.

மரபுப்பொறியியல்:

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

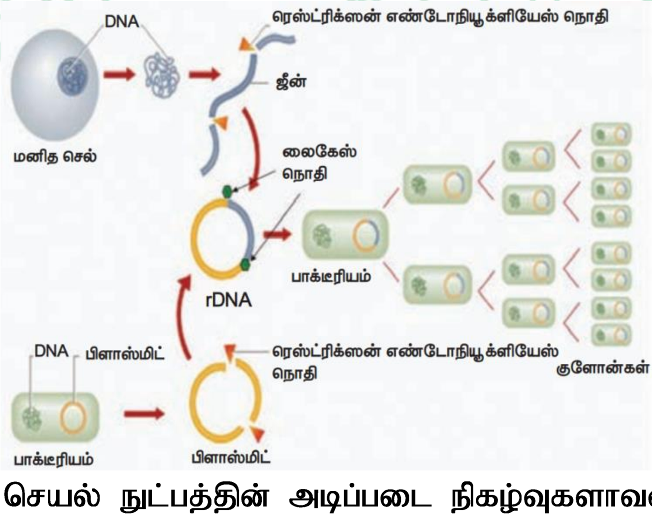
மரபுப்பொறியியல் தொழில்நுட்பம் – அடிப்படைத் தேவைகள்

1. பாக்டீரியாவின் குரோமோசோம் டி.என்.ஏ வுடன் சேர்ந்து தன்னிச்சையாக இரட்டிப்பு அடையும் பிளாஸ்மிட் DNA.
2. ரெஸ்ட்ரிக்ஸன் நொதிகள் டி.என்.ஏ இழையினை குறிப்பிட்ட இடங்களில் துண்டிக்கின்றன. எனேவே இவை மூலக்கூறு கத்திரிக்கோல் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.
3. டி.என்.ஏ லைகேஸ் நொதி துண்டிக்கப்பட்ட டி.என்.ஏ துண்டுகளை இணைக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஜீன் குளோனிங்:

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

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



ஜீன் குளோனிங் செயல் நுட்பத்தின் அடிப்படை நிகழ்வுகளாவன.

1. ரெஸ்ட்ரிக்ஸன் நொதியைப் பயன்படுத்தி விரும்பிய டி.என்.ஏ துண்டைப் பிரித்தெடுத்தல்.
2. டி.என்.ஏ துண்டைத் தகுந்த கடத்தியினுள் (பிளாஸ்மிட்) நுழைத்து மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ க்களை (rDNA) உருவாக்குதல்.
3. விருந்தோம்பி பாக்டீரிய செல்லின் உள்ளே மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ வை உட்புகுத்துதல் (உருமாற்றம்)
4. உருமாற்றமடைந்த விரும்தோம்பி செல்களைத் தேர்ந்தெடுத்து மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ (rDNA)வை பாக்டீரிய செல் பெருக்கம் மூலம் நகல் பெருக்கம் செய்தல்.
5. விருந்தோம்பியின் செல்லில் புதிய ஜீன் தனது பண்புகளை வெளிப்படுத்துதல்.

மெண்டலியன் குறைபாடுகள் (Mendelian disorders):

ஒரு மரபணுவில் ஏற்படுகின்ற மறுசீரமைப்பு அல்லது திடீர்மாற்றம், மெண்டலின் குறைபாட்டை ஏற்படுத்துகின்றன. மெண்டலின் மரபுக்கடத்தல் விதிகளின் படியே இவை சேய் உயிரிகளுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன.

1. தலசீமியா (Thalassemia)

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

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

பினைல்கீடோநியூரியா:

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

பினைல்அலனைன் —(பினைல்அலனைன் ஹைட்ராக்ஸிலேஸ்)→ டைரோசின்

நிறமி குறைபாட்டு நோய் (Albinism):

நிறமிகுறைபாட்டு நோய் ஒரு வளர்சிதை மாற்ற பிறவி குறைபாட்டு நோயாகும் (Inborn error of metabolism). இவை உடற்குரோமோசோமில் உள்ள ஒடுங்கிய ஜீனால் ஏற்படுகிறது. தோலின் நிறத்திற்கு மெலானின் நிறமிகள் காரணமாக உள்ளன. மெலானின் நிறமி இல்லாத நிலை 'நிறமி குறைபாட்டு நோய்' என அழைக்கப்படுகின்றது. ஒரு நபர், ஒடுங்கிய அல்லீல்களை பெற்றிருக்கும்போது, டைரோசினேஸ் நொதியை உற்பத்தி செய்யமுடியாது. மெலானோசைட் செல்களில் உள்ள டைஹைட்ராக்ஸி பினைல்அலனைனை (DOPA) மெலானின் நிறமியாக மாற்ற இந்நொதி தேவைப்படுகின்றது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட நபர்களின் தோல், உரோமம், ஐரிஸ் மற்றும் பல பகுதிகளில் இயல்பான எண்ணிக்கையில் மெலானோசைட் செல்கள் காணப்படும். ஆனால் அவற்றில் மெலானின் நிறமி இருப்பதில்லை.

3,4 டைஹைட்ராக்சி பினைல்அலனைன்(DOPA) —(டைரோசினேஸ்)→ மெலானின்

ஹன்டிங்டன் கோரியா:

இது மனிதனில் உடற்குரோமோசோமின் ஓங்கு தன்மை கொண்ட கொல்லி மரபணுவால் ஏற்படுகிறது. தன்னியல்பான உடல் நடுக்கம் மற்றும் படிப்படியான நரம்பு மண்டல சிதைவு, அதனுடன் மனநிலை பாதிப்பு மற்றும் உடல்பலம் குன்றல் ஆகியன இந்நோயின் பண்புகளாகும். இந்நோய் கொண்ட நபர்கள் 35 முதல் 40 வயதுக்கிடையே இறப்பை சந்திக்கிறார்கள்.

குரோமோசோம் பிறழ்ச்சிகள் (Chromosomal Abnormalities):

மனிதனுடைய ஒவ்வொரு இரட்டைமய (2n) உடல்செல்களும் 46 குரோமோசோம்களை (23 இணைகள்) பெற்றுள்ளன. குரோமோசோமின் அமைப்பு அல்லது எண்ணிக்கையில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்கள் குரோமோசோம்

குறைபாட்டு நோய்களை உண்டாக்குகின்றன. பொதுவாக, செல் பிளவில் ஏற்படும் பிழைகளால் குரோமோசோமில் முரண்பாடுகள் உண்டாகின்றன. செல்பிரிவின் போது குரோமோசோம்களின் குரோமட்டிடுகள் சரிவர பிரியாததால் ஒன்றோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோசோம்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தோ அல்லது குறைந்தோ காணப்படுவது ஒழுங்கற்ற பன்மயம் (அன்யூபிளாய்டி) எனப்படும். குரோமோசோம்கள் சரிவர பிரிந்து ஒதுங்காததால் இந்நிலை உண்டாகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட குறைபாட்டு நோயின் பண்புகளாக வெளிப்படுகிற பல்வேறு அடையாளங்களும் அறிகுறிகளும் சிண்ட்ரோம் எனப்படும். மனிதனில், டவுன் சிண்ட்ரோம், டர்னர் சிண்ட்ரோம், கிளைன்ஃபெல்டர் சிண்ட்ரோம் மற்றும் பட்டாவ் சிண்ட்ரோம் போன்ற குரோமோசோம் குறைபாட்டு நோய்கள் காணப்படுகின்றன.

i. மனிதனில் காணப்படும் உடல் குரோமோசோம் சார்ந்த ஒழுங்கற்ற பன்மயம்

1. டவுன் சிண்ட்ரோம் (21—டிரைசோமி)

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

2. பட்டாவ் சிண்ட்ரோம் (13 –டிரைசோமி)

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

ii. மனிதனில் காணப்படும் பால்குரோமோசோமின் இயல்பற்ற மாற்றம்

1. கிளைன்ஃபெல்டர் சிண்ட்ரோம் (XXY—ஆண்கள்)

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

2. டர்னர் சிண்ட்ரோம் (XO–பெண்கள்)

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

டி.என்.ஏ திருகுச் சுழலின் பொதிவு:

ஒரு பாலூட்டியின் செல்லில் உள்ள டி.என்.ஏவின் இரட்டைவட திருகுசுழலில், அடுத்தடுத்துள்ள கார இணைகளுக்கிடையேயான இடைவெளி 0.34nm (0.34◌10^{-9}m) ஆகும். மொத்த கார இணைகளின் எண்ணிக்கையை, இவ்விடைவெளி அளவால் பெருக்கினால் (6.6◌10^{9} ◌0.34X10^{-9} m/bp), வரும் ஒரு இரட்டைவட திருகுச்சுழலின் நீளம் ஏறத்தாழ 2.2 மீ ஆகும். (டி.என்.ஏவின் இரட்டை வட திருகுச்சுழலின் மொத்த நீளம் = மொத்த கார இணைகளின் எண்ணிக்கை X அடுத்தடுத்துள்ள கார இணைகளுக்கிடையேயான இடைவெளி). எ.கோலை பாக்டீரியாவில் உள்ள டி.என்.ஏவின் நீளம் ஏறத்தாழ 1.36 மி.மீ எனில், அதில் உள்ள கார இணைகளின் எண்ணிக்கை 4X106 bp (1.36X10^{3} மீ/0.34X10^{-9}) ஆகும். மாதிரி பாலூட்டி உட்கருவின் அளவை (ஏறத்தாழ 10–6 மீ) விட டி.என்.ஏவின் இரட்டை வட திருகுச்சுழலின் நீளம் மிக அதிகம். ஒரு செல்லுக்குள் இவ்வளவு நீளமான டி.என்.ஏ பாலிமெர் எவ்வாறு பொதித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது?

மரபணுக்களை தன்னகத்தே வைத்துள்ள குரோமோசோம்கள், ஒரு தலைமுறையிலிருந்து இன்னொரு தலைமுறைக்கு பல்வேறு பண்புகளை கடத்துகின்றன. டுப்ரா (1965) என்பவர் ஒற்றை இழை மாதிரி (Unineme) ஒன்றை முன்மொழிந்தார். அதன்படி யுகேரியோட்டுகளில், நீண்ட சுருள் தன்மை கொண்ட மூலக்கூறான ஒற்றை இழை டி.என்.ஏ மாதிரி ஹிஸ்டோன் புரதங்களுடன் இணைந்துள்ளன. பாக்டீரியங்களை விட, தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் அதிகமான டி.என்.ஏ பொருள் உள்ளது. எனவே செல்லின் உட்கருவுக்குள் பொருந்துவதற்கேற்ப பல மடிப்புகளாக்கப்பட்டு வைக்கப்பட்டுள்ளன.

எ.கோலை போன்ற புரோகேரியோட்டுகளில் தெளிவான உட்கரு கிடையாது என்றாலும் டி.என்.ஏ செல்லினுள் சிதறி காணப்படுவதில்லை. எதிர்மறை மின்தன்மை கொண்ட டி.என்.ஏ, நேர்மறை மின்தன்மை கொண்ட சில புரதங்களோடு இணைந்து ‘நியுக்ளியாய்டு (Nucleoid)’ எனும் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இப்பகுதியில் புரதத்தால் கட்டப்பட்டுள்ள டி.என்.ஏ பல பெரிய மடிப்பு வளையங்களாக உள்ளன. புரோகேரியேட்டுகளின் டி.என்.ஏ

ஏறத்தாழ வட்ட வடிவமானது. மேலும் அதில் குரோமேட்டின் அமைப்பு இல்லாததால் அவை ஜீனோ.ஃபோர் (Genophore) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

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

மாதிரி நியுக்ளியோசோம் ஒன்றில் டி.என்.ஏ இரட்டை வட திருகு சுழற்சியின் 200 கார இணைகள் அடங்கியுள்ளன. ஹிஸ்டோன் எண்மம் நெருக்கமாக அமைந்து, நியுக்ளியோசோமின் வெளிப்புறத்தில் டி.என்.ஏ சூழ்ந்து சுருளாகக் காணப்படுகிறது. அடுத்தடுத்துள்ள நியுக்ளியோசோம்களை, நொதிகளின் உதவியுடன் இணைப்பு டி.என்.ஏக்கள் இணைக்கின்றன. ஹிஸ்டோன் எண்மத்தைச் சுற்றி டி.என்.ஏ இரு முழுமையான திருகுகளை உருவாக்கியுள்ளன. இரண்டு திருகுகளையும் H1 மூலக்கூறு (இணைப்பு டி.என்.ஏ) மூடுகிறது. H1 இல்லாத நிலையில் குரோமேட்டின் மணிகோர்த்த மாலையைப் போலதோன்றுகின்றது. இவ்வமைப்பின் எந்த இடத்திலும் டி.என்.ஏ உட்செல்லவும், நியுக்ளியோசோமை விட்டு வெளியேறவும் முடியும். ஒரு நியுக்ளியோசோமின் H1, அடுத்துள்ள நியுக்ளியோசோமின் H1 உடன் வினைபுரிவதால் இழை, மேலும் மடிகிறது. இடைநிலையில் உள்ள உட்கருவின் குரோமேட்டின் இழை மற்றும் குன்றல் பிரிவின் போதான குரோமோசோம் ஆகியவற்றின் விட்டம் 200nm முதல் 300nm வரை இருக்கும்.

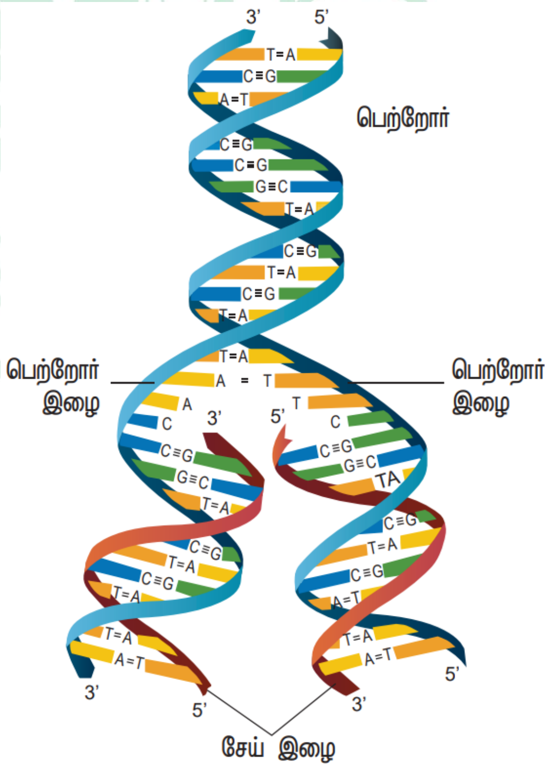
இது செயலற்ற குரோமேட்டின் ஆகும். நியுக்ளியோசோமின் மடிப்பிலிருந்து தோன்றும் 30nm நீளமுள்ள இழை, ஒரு சுற்றுக்கு ஆறு நியுக்ளியோசோமைக் கொண்ட வரிச்சுருளமைப்பைத் (Solenoid) தோற்றுவிக்கிறது. வெவ்வேறு H1 மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான வினையால் இவ்வமைப்பு நிலைப்புத் தன்மையைப் பெறுகிறது. தற்போது டி.என்.ஏ வரிச்சுருள் அமைப்புடன் சுமார் 40 மடிப்புகளைக் கொண்டு பொதிக்கப்படுகிறது. குரோமோசோம் அமைப்பின் உயர்படிநிலையின் வரிசைக்கிரமம் தரப்பட்டுள்ளது. மேலும் உயர்நிலை குரோமேட்டின் பொதிவுக்கு கூடுதலான புரதத் தொகுதிகள் தேவையாய் உள்ளன. இப்புரதங்கள், ஹிஸ்டோனற்ற குரோமோசோம் புரதங்கள் (Non–histone chromosomal proteins – NHC) எனப்படுகின்றன. மாதிரி

உட்கருவில், குரோமேட்டினின் சில பகுதிகள் தளர்வாக பொதிக்கப்பட்டுள்ளன (குறைவான நிறமேற்பி) இதற்கு யுகுரோமேடின் என்று பெயர். இறுக்கமாக பொதிக்கப்பட்ட (அடர்நிறமேற்பி) குரோமேட்டின் பகுதி ஹெட்டிரோகுரோமேட்டின் எனப்படும். யுகுரோமேடினில் படியெடுத்தல் நிகழ்வு தீவிரமாக நிகழும் ஆனால் ஹெட்டிரோகுரோமேடினில் படியெடுத்தல் நிகழ்வதில்லை.

டி.என்.ஏ இரட்டிப்பாதல்:

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

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



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

படியெடுத்தல் (Transcription):

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

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

மரபணுக்கள், தங்களின் பண்புகளை வெளிப்படுத்தினால் மட்டுமே ஒரு செல் திறனுடன் செயல்பட முடியும். அதாவது, புரதம் அல்லது ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகள் போன்ற மரபணு பொருட்கள் உருவாக்கப்பட வேண்டும். மரபணுவிலிருந்து புரதத்திற்கான தகவல்களை குறியீடாகச் செல்லுக்குக் கொண்டுசெல்லும் ஆர்.என்.ஏவை தூது ஆர்.என்.ஏ (mRNA) என்றழைக்கப்படும். மரபணு படியெடுக்கப்பட வேண்டுமென்றால், இரட்டைத் திருகுச்சுழலமைப்புக் கொண்ட டி.என்.ஏவின் இழைகள் தற்காலிகமாகப் பிரிய வேண்டும். பின் டி.என்.ஏ வின் ஒரு வார்ப்புரு இழையிலிருந்து ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் நொதியின் உதவியுடன் ஆர்.என்.ஏ உற்பத்தி செய்யப்பட வேண்டும். இந்நொதி மரபணுவின் ஆரம்பத்தில் டி.என்.ஏவுடன் இணைந்து, திருகுச்சுழல் அமைப்பை திறக்கிறது. இறுதியில் ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறு

உற்பத்தியாகிறது. ஆர்.என்.ஏவின் நியுக்ளியோடைடுகள், அது உருவான டி.என்.ஏ வார்ப்புரு இழையின் நிகரொத்த அமைப்பாகும்.

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

1. இரு இழைகளுமே வார்ப்புருவாக செயலாற்றுமேயானால் ஆர்.என்.ஏவிற்கான குறியீடு இரண்டிலும் வெவ்வேறு வரிசையில் இருக்கும். இதனால் புரதத்தின் அமினோ அமில வரிசையிலும் பாதிப்பு ஏற்படும். இதனால் டி.என்.ஏவின் ஒரு பகுதியிலிருந்து இரு வேறு புரதங்கள் உற்பத்தியாகி மரபுத் தகவல் பரிமாற்ற நிகழ்முறையில் சிக்கல் ஏற்படுகின்றது.
2. இரு வித ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகள் ஒரே நேரத்தில் உற்பத்தியாகுமேயானால், ஆர்.என்.ஏவின் இரு இழைகளும் ஒன்றுக்கொன்று நிகரொத்ததாக இருக்கும். எனவே அந்நிலை, ஆர்.என்.ஏவை புரதமாக மொழிபெயர்க்கப்படுவதை தடுக்கிறது.

படியெடுத்தல் அலகு மற்றும் மரபணு:

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

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

அமைப்பு மரபணுக்கள், யுகேரியோட்டுகளில் உள்ளது போல மோனோசிஸ்ட்ரானிக் ஆகவோ அல்லது புரோகேரியோட்டுகளில் உள்ளது போல பாலிசிஸ்ட்ரானிக் ஆகவோ இருக்கலாம்.

யூகேரியோட்டுகளில், ஒரு மரபணு ஒரு தூது ஆர்.என்.ஏவாக படியெடுக்கப்பட்டு ஒரே ஒரு புரதமாக மட்டும் மொழி பெயர்க்கப்படும். இந்த மரபணுவிற்கு மோனோசிஸ்ட்ரானிக் மரபணு என்று பெயர். புரோகேரியோட்டுகளில், தொடர்புடைய மரபணுக்களின் கூட்டமான ஓபரான், குரோமோசோமில் அடுத்தடுத்து அமைகின்றன. எனவே படியெடுத்தலின்போது அவை கூட்டமாக படியெடுக்கப்பட்டு ஒற்றை தூது ஆர்.என்.ஏவை உற்பத்தி செய்கின்றன. எனவே, இத்தகைய தூது ஆர்.என்.ஏக்கள் பாலிசிஸ்ட்ரானிக் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

படியெடுத்தல் தொடங்குவதற்கு முன்பு, மரபணுவின் முன்பகுதியிலுள்ள ஊக்குவிப்பானுடன், ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் பிணைகிறது. புரோகேரியோட்டான பாக்டீரியாவின் ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸில் 'முக்கியநொதி' மற்றும் 'சிக்மா துணை அலகு' உள்ளன. முக்கிய நொதி (2α, β, β^1 மற்றும் ω) ஆர்.என்.ஏ உற்பத்திக்கும் முக்கியமானது. அதைப்போல் சிக்மா துணை அலகு ஊக்குவிப்பான்களின் அங்கீகாரத்திற்கு பொறுப்பாகும். உயிரினங்களுக்கு ஏற்ப, ஊக்குவிப்பானின் வரிசையிலும் மாற்றம் காணப்படுகிறது. ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் டி.என்.ஏ.வை திறப்பதால் படியெடுத்தல் குமிழ் உருவாகிறது. ஊக்குவிப்பான் பகுதியில் முன்நகரும் முக்கிய நொதி ஆர்.என்.ஏவை உற்பத்தி செய்து சிக்மா துணை அலகை ஊக்குவிப்பான் பகுதியிலேயே விட்டு விடுகிறது. ஆர்.என்.ஏவில் கொண்டை ஊசி வளைவு அமைப்பை உருவாக்கும் நிறைவி வரிசையால் மரபணுவின் முடிவு குறிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறான நிறைவியின் துணை அலகின், முழுமையான செயல்பாட்டிற்கு அங்கீகாரப் புரதமான 'ரோ' (ρ) தேவைப்படுகிறது.

படியெடுத்தல் நிகழ்முறை:

தூது ஆர்.என்.ஏ (mRNA), கடத்து ஆர்.என்.ஏ (tRNA) மற்றும் ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ (rRNA) என மூன்று வகையான ஆர்.என்.ஏக்கள் பு ரோகே ரி யோட் டு க ளி ல் காணப்படுகின்றன. செல்லில் நடைபெறும் புரத உற்பத்திக்கு இம்மூன்று வகை ஆர்.என்.ஏ க்களும் தேவையாயிருக்கின்றன. தூது ஆர்.என்.ஏ, வார்ப்புருவாகவும், கடத்து ஆர்.என்.ஏ மரபணுவின் முக்கியக்குறியீட்டைப் படிப்பதற்கும் அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டு வருவதற்கும் பயன்படுகிறது. அமைப்பு மற்றும் வினை மாற்றியாக ரிபோசோம்

ஆர்.என்.ஏ செயல்படுகிறது. அனைத்து ஆர்.என்.ஏ க்களின் படியாக்க செயல்களின் வினைமாற்றியாக டி.என்.ஏ சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் எனும் ஒற்றை நொதி மட்டுமே செயல்படுகிறது. இந்நொதி, ஊக்குவிப்பானுடன் பிணைந்து பின்பு படியெடுத்தலை தொடங்கி வைக்கிறது. பல் படியாக்க பிணைப்பு இடங்களே ஊக்குவிப்பான்கள் ஆகும். இவை நியுக்ளியோசைடு டிரைபாஸ்பேட்டை தளப்பொருளாகவும், நிரப்புக்கூறு விதியைப் பின்பற்றி, பாலிமரேஸ்களை வார்ப்புரு சார்ந்த முறையிலும் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. படியெடுத்தல் தொடங்கப்பட்டதும் நியுக்ளியோடைடுகளை வளரும் ஆர்.என்.ஏ வோடு அடுத்தடுத்து இணைப்பதன் மூலம் பாலிமெரேஸ், ஆர்.என்.ஏ வின் நீளத்தை அதிகரிக்கிறது. மரபணுவின் முடிவில், பாலிமெரேஸ் நிறைவியை அடையும் போது ஆர்.என். ஏவின் சிறு பகுதி மட்டுமே நொதியுடன் பிணைந்து காணப்படுகின்றது. முடிவில் தனி ஆர்.என்.ஏவும் ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸும் உதிர்க்கப்படுகின்றன.

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

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

யூகேரியோட்டுகளின் உட்கருவில் குறைந்தது மூன்று வகை ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ்கள் காணப்படுகின்றன. (செல் உட்பொருட்களில் உள்ள ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ்கள் இல்லாமல்) இம்மூன்று பாலிமெரேஸ்களும் வெவ்வேறு பணிகளைச் செய்கின்றன. ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ்–I, tRNA வை (28S, 18S 58S)படியெடுக்கிறது. ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ்–III, கடத்து ஆர்.என்.ஏ, 5S ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ மற்றும் snRNA க்களை படியெடுக்கிறது. ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேஸ்– II, தூது ஆர்.என்.ஏவின்

முன்னோடியான hnRNA வை (வேறுபட்ட தன்மையுடைய உட்கரு ஆர்.என்.ஏ)(Heterogenous RNA) படியெடுக்கிறது. யூகேரியோட்டுகளில், வெளிப்பாட்டு வரிசையமைப்பின் குறியீடுகளான எக்ஸான் (Exon) மற்றும் வரிசையமைப்பின் குறியீடுகளற்ற இன்ட்ரான் (Intron) ஆகியவற்றிற்கு, மோனோசிஸ்ட்ரானிக் அமைப்பு மரபணுக்கள் இடையூறு செய்கின்றன. பிளத்தல் (Splicing) நிகழ்வால், இன்ட்ரான்கள் நீக்கப்படுகின்றன. hnRNAவில் கூடுதலாக அதன் 5' முனையில், மீதைல் குவானோசைன் ட்ரைபாஸ்பேட் இணைக்கப்படுகிறது. இச்செயல்முறை காப்புறையாக்கம் (capping) எனப்படுகிறது. அதே வேளையில் 3' முனையில், அடினைலைட் எச்சங்கள் (200–300 Poly A) இணைக்கப்படுகின்றன. இந்நிகழ்வு 'வாலாக்கம்' (tailing) எனப்படும். இவ்வாறான செயல்முறைகளுக்கு ஆட்பட்ட hnRNA, தற்போது தூது ஆர்.என்.ஏ என அழைக்கப்படுகிறது. இது உட்கருவிலிருந்து மொழியாக்கத்திற்காக, வெளியேற்றப்படுகிறது.

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

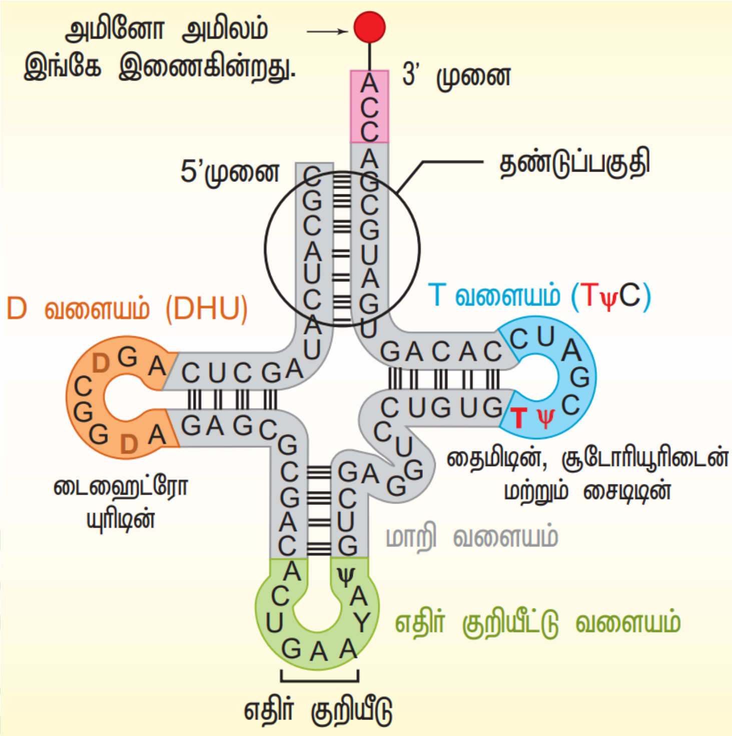
கடத்து ஆர்.என்.ஏ (tRNA) இணைப்பு மூலக்கூறு:

செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தில் சிதறி காணப்படும் அமினோ அமிலங்களை எடுத்து வரும் கடத்தியாக செயல்படுதலும், தூது ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறில் உள்ள குறிப்பிட்ட குறியீடுகளைப் படிப்பதுவும் கடத்து ஆர்.என்.ஏக்களின்

வேலையாகும். எனவே அவை ‘இணைப்பு மூலக்கூறுகள்’ எனப்படுகின்றன. இந்த சொற்களை ஃபிரான்சிஸ் கிரிக் உருவாக்கினார்.

ராபர்ட ஹோலே (Robert Holley) கடத்து ஆர்.என்.ஏவின் ஃகிளோவர் வடிவ மாதிரியை (Clover leaf model) இரு பரிமாண வடிவில் முன்மொழிந்தார். படம் 5.11ல் கொடுக்கப்பட்ட கடத்து ஆர்.என்.ஏவின் இரண்டாம் நிலை கட்டமைப்பு ஃகிளோவர் வடிவத்தை ஒத்திருக்கிறது. உண்மையில் இறுக்கமான மூலக்கூறான கடத்து ஆர்.என்.ஏ, தலைகீழ் ‘L’ வடிவத்தைப் பெற்றதாகும். கடத்து ஆர்.என்.ஏவில் DHU கரம், நடுகரம் மற்றும் TψC கரம் என மூன்று கரங்கள் உள்ளன. இக்கரங்களில், அமினோ அசைல் பிணைப்பு வளையம், எதிர் குறியீட்டு வளையம் மற்றும் ரிபோசோம் பிணைப்பு வளையம் என மூன்று வளையங்கள் (loops) காணப்படுகின்றன. இவற்றுடன் மிகச்சிறிய கூடுதல் கை அல்லது மாறி வளையம் ஒன்றும் உண்டு. அமினோ அமில ஏற்புமுனைப்பகுதியில் அமினோ அமிலமும் அதன் எதிர்முனையில் எதிர் குறியீட்டிற்கான மூன்று நியுக்ளியோடைடுகளும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தூது ஆர்.என்.ஏ வில் உள்ள குறியீட்டுடன் எதிர் குறியீடு பொருந்தி, வளரும் பாலிபெப்டைடு சங்கிலியில் சரியான அமினோ அமிலம் இணைக்கப்பட்டிருப்பதை உறுதி செய்கிறது. மடித்தல் நிகழ்வின் போது ஈரிழை ஆர்.என்.ஏவில் நான்கு வெவ்வேறு பகுதிகள் தோன்றுகின்றன. காரங்கள் மாறுவதென்பது கடத்து ஆர்.என்.ஏவில் சாதாரணமானது ஆகும். குறியீடு மற்றும் எதிர் குறியீடுகளுக்கிடையேயான ஊசலாட்டத்தின் காரணமாக, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குறியீடுகளை கடத்து ஆர்.என்.ஏ படிக்கிறது.

கடத்து ஆர்.என்.ஏவுடன் கூடுதலாக அமினோ அமிலம் சேர்க்கப்படும் செயல்முறை அமினோஅசைலேசன் அல்லது ஆற்றலேற்றம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக பெறப்படும் விளைபொருள் அமினோ அசைல் கடத்து ஆர்.என்.ஏ (ஆற்றலேற்றம் பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏ) எனப்படும். அமினோ அசைல் ஏற்றம்பெறாத ஆர்.என்.ஏக்கள் ஆற்றலற்றவை எனப்படும். இவ்வாறான இரண்டு கடத்து ஆர்.என்.ஏக்களை ஒன்று சேர்க்கும்போது ஆற்றல் மிக்க பெப்டைடு பிணைப்பு உருவாகிறது. பெப்டைடு பிணைப்புகளைக் கொண்டு அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்பட்டுப் பாலிபெப்டைடு சங்கிலி உருவாக்கப்படுகிறது. அமினோ அசைல்கடத்து ஆர்.என்.ஏ சிந்தடேஸ் எனும் நொதி, அமினோ அசைலேஷன் வினைக்கு வினை வேகமாற்றியாக செயல்படுகிறது. வெப்பம் கொள்வினையான இதில், ATP, நீரால் பகுக்கப்படுகிறது. 20 வெவ்வேறு வகையான அமினோ அசைல் கடத்து ஆர்.என்.ஏ சிந்தடேஸ் நொதிகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. தூது ஆ.என். ஏவில் உள்ள குறியீடுகளை அடையாளம் காணும் திறன் கடத்து ஆர்.என்.ஏவில் இருக்கிறதே தவிர, இணைந்துள்ள அமினோ அமில மூலக்கூறுகளில் இல்லை.



மொழிபெயர்த்தல்:

பாலிபெப்டைடு சங்கிலியை உருவாக்குவதற்காக அமினோ அமிலங்கள் பல்படியாக்கம் ஆகும் செயல்பாடுகளே மொழிபெயர்த்தல் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. ரிபோ சோமினால் முக்குறி நீக்கம் நடைபெறுகிறது. ரிபோசோம் தூது ஆர்.என்.ஏ மற்றும் ஆற்றலேற்றம் பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏக்கள் மூலக்கூறுகளுடன் இணைகின்றன. தூது ஆர்.என்.ஏவின் 5' முனையிலிருந்தே மொழிபெயர்ப்பு தொடங்குகிறது. தூது ஆர்.என்.ஏ உடன், இணைந்த பிறகு, ரிபோசோம்கள் தூது ஆர்.என்.ஏ மேல் நகர்ந்து சென்று, குறியீட்டைப்படிக்கும் ஒவ்வொரு முறையும் பாலிபெப்டைடு சங்கிலியுடன் ஒரு புதிய அமினோ அமிலத்தைச் சேர்க்கின்றன.

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

மொழிபெயர்த்தல் முறை

செல்லில் புரத உற்பத்தி செய்யும் தொழிற்சாலை, ரிபோசோம் ஆகும். ரிபோசோமில் அமைப்பு ஆர்.என்.ஏக்களும், 80க்கும் மேற்பட்ட பல்வகைப் புரதங்களும் உள்ளன. செயலற்ற நிலையில் ரிபோசோமில் இரு துணை அலகுகள் உள்ளன. அதில் ஒன்று பெரியதாகவும் மற்றொன்று சிறியதாகவும் உள்ளன. துணை அலகுகளை தூது ஆர்.என்.ஏ சந்திக்கும்போது மொழி பெயர்ப்பு தொடங்குகிறது. 70S அளவுள்ள புரோகேரியோட்டுகளின் ரிபோசோமில் 50S அளவுள்ள பெரிய துணை அலகும் 30S அளவுள்ள சிறிய துணை அலகும் உள்ளன. யூகேரியோட்டுகளின் ரிபோசோம் பெரியதாகவும் (80S). 60S மற்றும் 40S ஆகிய துணை அலகுகளைக் கொண்டும்

காணப்படுகின்றன. ‘S’ என்பதுவீழ்படிவுத் திறனை குறிப்பதாகும். இது, ஸ்வெட்பெர்க் அலகால் (S) குறிக்கப்படுகிறது.

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

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

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

தொடக்கி கூட்டமைப்பின் உட்கூறுகள், தொடர்ச்சியாக வினைபுரிகின்றன. IF3, 30S ரிபோசோமோடு இணைவதால் 30S துணை அலகு தூது ஆர்.என்.ஏவோடு இணைகிறது. மற்றொரு தொடக்கக் காரணியான IF2, AUG

முக்குறியத்திற்கான பதில் வினையாக, ஆற்றலேற்றம் பெற்ற ஃபார்மைல் மெத்தியோனைன் கடத்து ஆர்.என்.ஏ வுடனான சிறு துணை அலகுகளின் பிணைப்பை மேம்படுத்துகிறது. இச்செயலினால் படிப்புச் சட்டகம் அதற்குரிய இடத்தில் பொருந்தி அமைகிறது. இதனால் அடுத்துவரும் மூன்று ரிபோ நியுக்ளியோடைடுகள் துல்லியமாக மொழி பெயர்க்கப்படுகின்றன.

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

மரபு மொழிபெயர்த்தலின் அடுத்த நிலை நீட்சியடைதல் ஆகும். தூது ஆர். என்.ஏவுடன் ரிபோசோமின் இரு துணை அலகுகளும் சேர்ந்தவுடன், இரு ஆற்றலேற்றம் பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகளுக்கான பிணைப்பிடங்கள் தோன்றுகின்றன. ரிபோசோமில் உள்ள இப்பகுதிகள் அமினோ அசைல் பகுதி (A–இடம்) என்றும், பெப்டைடில் பகுதி (P–இடம்) என்றும் மற்றும் வெளியேற்றும் பகுதி (E–இடம்) என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஆற்றலேற்றம் பெற்ற தொடக்கிக் கடத்து ஆர்.என்.ஏ P–இடத்தில் பிணைகிறது. புரோகேரியோடிக்களின் மொழிபெயர்த்தலின் அடுத்தநிலை இரண்டாவது கடத்து ஆர்.என்ஏ வை ரிபோசோமின் 'A' இடத்தில் பொருத்துவதாகும். இதனால், தூது ஆர்.என்.ஏவின் இரண்டாவது குறியீடு மற்றும் எதிர் குறியீடு ஆகியவற்றிற்கிடையே ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு உருவாகிறது (படிநிலை –I). இப்படிநிலைக்கு, சரியான கடத்து ஆர்.என்.ஏ, இன்னொரு GTP மற்றும் நீட்சிக் காரணிக்கான இரு புரதங்கள் (EF– TS மற்றும் EF–TU) ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன.

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

தூது ஆர்.என்.ஏ – கடத்து ஆர்.என்.ஏ – அ.அ1 – அ.ஆ.2 கூட்டமைப்பு முழுவதும் மூன்று நியுக்ளிடைடு தொலைவில் P—இடம் உள்ள திசைநோக்கி இடம்பெயர்கிறது. (படிநிலை —3). இந்நிகழ்வுக்கு நீட்சிக் காரணிகள் பலவும் நீரால் பகுக்கப்பட்ட GTP தரும் ஆற்றலும் தேவைப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக தூது ஆர்.என்.ஏவின் மூன்றாவது முக்குறியம், ஆற்றலேற்றம் பெற்ற கடத்து ஆர்.என்.ஏவை A—இடத்தில் அனுமதிக்கிறது (படிநிலை —4). இவ்வகையில் வரிசை நீட்சி தொடர்ந்து அடுத்தடுத்து நடைபெறுகிறது (படிநிலை 5 மற்றும் படிநிலை 6). ரிபோசோம் வழியாக தூது ஆர்.என்.ஏ முன்னேறும் ஒவ்வொரு முறையும் வளரும் பாலிபெப்டைடுடன் கூடுதல் அமினோ அமிலங்கள் இணைக்கப்படுகின்றன. பாலிபெப்டைடு சங்கிலி சேர்க்கை முடிந்தவுடன், பெரிய அலகிலிருந்து அது விடுவிக்கப்படுகிறது.

மரபு மொழிபெயர்த்தலின் இறுதி நிலை, 'நிறைவடைதல்' ஆகும். ரிபோசோமின் A—இடத்தில், மூன்று நிறைவுக் குறியீடுகளில் ஏதாவதொன்று வரும் போது புரத உற்பத்தி நிறைவடைகிறது. GTP— சார்ந்த விடுவிப்பு காரணியை இக்குறியீடு செயலூக்கப்படுத்துவதால், பாலிபெப்டைடு சங்கிலி உடைக்கப்பட்டு, மொழிபெயர்ப்பு கூட்டமைப்பிலிருந்து (படிநிலை1), கடத்து ஆர்.என்.ஏ விடுவிக்கப்படுகிறது. பிறகு, கடத்து ஆர்.என்.ஏ ரிபோசோமிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டவுடன் ரிபோசோம்கள் துணை அலகுகளாகப் பிரிகின்றன (படிநிலை 2).

மனித மரபணுத் திட்டம் (Human Genome Project – HGP):

சர்வதேச மனித மரபணுத் திட்டம் 1990 ஆம் ஆண்டு தொடங்கப்பட்டது. இந்த மாபெரும் திட்டம் நிறைவுற 13 ஆண்டுகள் எடுத்துக் கொண்டது. இன்றைய தேதி வரை வரிசைப்படுத்தப்பட்ட உயிரினங்களின் மரபணுவினை விட மனித மரபணுத் திட்டம் 25 மடங்கு பெரியதாகும். முதன்முதலில் நிறைவு செய்யப்பட்ட முதுகெலும்பி மரபணு, மனித மரபணுவாகும். மனித மரபணு ஏறத்தாழ $3X10^9$ கார இணைகளைக் கொண்டுள்ளதாக கூறப்படுகிறது.

மனித மரபணு திட்டத்தின் முக்கிய இலக்குகள்

1. மனித டி.என்.ஏவில் உள்ள அனைத்து மரபணுக்களையும் (ஏறத்தாழ 30,000) கண்டறிதல்.
2. மனித டி.என்.ஏவை உருவாக்கிய மூன்று பில்லியன்வேதி கார இணைகளின் வரிசையை தீர்மானித்தல்.
3. இந்த தகவல்களை தரவுதளங்களில் சேமித்தல்.
4. தரவுகளை ஆய்வு செய்வதற்கான கருவிகளை மேம்படுத்துதல்.
5. தொடர்புடைய தொழில்நுட்பங்களை தொழிற்சாலைகள் போன்ற பிற துறைகளுக்கு இடமாற்றுதல்
6. இந்த திட்டத்தில் எழும் அறம், சட்டம் மற்றும் சமூக இடர்ப்பாடுகளைத் (ELSI) தெரிவித்தல்.

மனித மரபணு திட்ட வழிமுறைகள்

ஒரு அணுகுமுறை, ஆர்.என்.ஏவாக வெளிப்படும் அனைத்து மரபணுக்களையும் கண்டறிதலை குறிக்கிறது (ESTs—வெளிப்பாடு வரிசை முத்திரைகள்). மற்றொரு அணுகுமுறை மேற்கோள் வரிசையாக்கம் (Annotation) ஆகும். இங்கு குறியீடுகள் உடைய மற்றும் குறியீடுகள் அற்ற வரிசைகளைக் கொண்ட முழுத் தொகுப்பு மரபணுக்களும் வரிசையாக்கத்திற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பின்னர் வரிசையில் உள்ள பல்வேறுபட்ட பகுதிகளை அதன் பணிகளுடன் ஒதுக்கப்படுகிறது. வரிசைப்படுத்துவதற்காக ஒரு செல்லில் உள்ள அனைத்து டி.என்.ஏக்களும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, சிறிய அளவுள்ள துண்டுகளாக மாற்றப்படுகிறது. மேலும், இவை சிறப்பு வாய்ந்த கடத்திகளைப் (Vectors) பயன்படுத்தித் தகுந்த விருந்தோம்பிகளில் நகலாக்கம் செய்யப்படுகிறது. இந்த நகலாக்கம் டி.என்.ஏ துண்டுகளை பெருக்கமடையச் செய்கின்றன. இது வரிசையாக்க நிகழ்வினை எளிதாக்குகின்றது.

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

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

மனித மரபணு திட்டத்தின் சிறப்பியல்புகள்:

1. மனித மரபணு 3 பில்லியன் நியூக்ளியோடைடு கார மூலங்களைக் கொண்டுள்ளது. y மரபணு சராசரியாக 3000 கார மூலங்களைக் கொண்டுள்ளது. மிகப்பெரிய மனித மரபணு, டிஸ்ட்ரோஃபின் (Dystrophin) 2.4 மில்லியன் கார மூலங்களைக் கொண்டுள்ளது.

2. மனித குரோமோசோம் அமைப்பில் மரபணுக்கள் பல்வகைத் தன்மையைக் காட்டுகின்றன.
3. மரபணு தொகுதியில் 40000–35000 மரபணுக்கள் இருந்தாலும், ஏறக்குறைய 99.9 நியூக்ளியோடைடு கார மூலங்கள் அனைத்து மக்களிடமும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன.
4. கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மரபணுக்களில் 50 விழுக்காட்டிற்கும் மேற்பட்ட மரபணுக்களின் பணிகள் தெரியவில்லை.
5. 2 விழுக்காட்டிற்கும் குறைவான மரபணுக்கள் மட்டுமே புரதங்களை குறியீடு செய்கின்றன.
6. திரும்ப திரும்ப காணப்படும் வரிசைகள் மனித மரபணுவில் மிகப் பெரிய பகுதியை உருவாக்குகிறது. இந்த வரிசைகள் நேரடியாக குறியீட்டு செயல்களில் பங்கேற்பதில்லை. ஆனால், குரோமோசோமின் அமைப்பு, செயல் மற்றும் பரிணாமத்தைத் தீர்மானிக்கிறது (மரபிய பல்வகைத் தன்மை)
7. 1 வது குரோமோசோம் 2968 மரபணுக்களை கொண்டுள்ளது. அதேபோல்
8. குரோமோசோம் 231 மரபணுக்களை கொண்டுள்ளது. y மனிதனில் பல்வேறுபட்ட ஒற்றை கார மூல டி.என்.ஏக்கள் காணப்படக்கூடிய 1.4 மில்லியன் இடங்களை அறிவியலாளர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். (SNPs – Single Nucleotide Polymorphisms –ஒற்றை நியூக்ளியோடைடு பல்லுருவமைப்பு – இது SNIPS என உச்சரிக்கப்படுகிறது). SNIPS –ஐ கண்டறிதல், நோய்களுடன் தொடர்புடைய வரிசைகளுக்கான குரோமோசோம் இடங்களை கண்டுபிடித்தல் மற்றும் மனித வரலாற்றை தேடவும் உதவி புரிகிறது.

பயன்பாடுகள் மற்றும் எதிர்கால சவால்கள்:

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

கராணங்களைக் கண்டறிந்து, அவற்றுக்குச் சிகிச்சையளிப்பதே மூலக்கூறு மருத்துவத்தின் முக்கியமான முன்னேற்றமாக இருக்கும்.

1. மரபணு வரிசையாக்கம் எளிமையாக்கப்பட்டதைத் தொடர்ந்து, சிலர் இத்தகவல்களை சுய லாபத்திற்காகவோ அல்லது அரசியல் ஆதாயத்திற்காகவோ பயன்படுத்தக்கூடும்.
2. காப்பீட்டு நிறுவனங்கள் தங்களுடைய எதிர்கால மருத்துவ செலவினங்களில் இருந்து காப்பாற்றிக் கொள்ள 'மரபிய கோளறுகளையுடைய' மக்களுக்கு காப்பீடு வழங்குவதை மறுக்கலாம்.
3. சரியான இனத்தைத் தோற்றுவிக்க வேண்டும் என்ற நோக்கத்தில், மனித கூட்டத்திலுள்ள பலரிடம் இருந்து ஜீன்களைப் பெற்று இணைத்து இனவிருத்தி செய்ய தொடங்கிவிடுவார்களோ என்ற அச்சமும் உள்ளது.

மருத்துவத்தில் உயிரி தொழில் நுட்பவியலின் பயன்பாடுகள் (Applications in medicine):

1. **மறுசேர்க்கை மனித இன்சுலின் (Recombinant Human Insulin)**

கணையத்திலுள்ள லாங்கர்ஹான் திட்டுகளில் காணப்படும் β செல்களிலிருந்து மனித இன்சுலின் 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 இன்சுலின் கட்டுப்படுத்துகிறது. செல்கள் குளுகோஸை எடுத்துக் கொண்டு அதை ஆற்றலாக மாற்றி வெளியிடுவதற்கு இன்சுலின் உதவுகிறது. இன்சுலின் பற்றாக்குறையினால் 'டயாபடிஸ் மெலிடஸ்' எனும் சர்க்கரை நோய் உண்டாகிறது. சிகிச்சை அளிக்காவிடில் மரணத்தை ஏற்படுத்தக்கூடிய நோயான இது இரத்தத்தில் குளுக்கோஸின் அளவு அதிகரித்தல் மற்றும் சிக்கலான அறிகுறிகளையும் கொண்டு காணப்படுகிறது. தொடர்ச்சியான இன்சுலின் சார்பு சிகிச்சை மூலம் இப்பற்றாக்குறை நோயைச் சரி செய்யலாம். முற்காலத்தில், பன்றிகள் மற்றும் பசுக்களின் கணையங்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டு தூய்மைப்படுத்தப்பட்ட இன்சுலினை சர்க்கரை நோயாளிக்குச்செலுத்தி சிகிச்சையளிக்கப்பட்டது.

விலங்கு இன்சுலினுக்கும் மனித இன்சுலினுக்கும் அமைப்பில் சிறிய அளவில் வேறுபாடுகள் உள்ளதால், சில நோயாளிகளில் இது ஒவ்வாமையை ஏற்படுத்தியது. 1970களின் பிற்பகுதியில் டி.என்.ஏ மறுசேர்க்கைத் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி இன்சுலின் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. இத்தொழில் நுட்பத்தில், மனித இன்சுலினுக்கான 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 இன்சுலின் (Pre–Pro Insulin) உருவாகிறது. மொழி பெயர்ப்புக்குப்பின் தலைமை வரிசையும் 'C' சங்கிலியும் வெட்டப்பட்டு நீக்கபடுவதால், 'A' மற்றும் 'B' சங்கிலிகள் மட்டும் எஞ்சுகின்றன.

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

2. மனித ஆல்ஃபா லேக்டால்புமின் (Human αlactalbumin)

ஆல்ஃபா லேக்டால்புமின் என்பது 123 அமினோ அமிலங்களையும் 4 டைசல்ஃபைடு இணைப்புகளையும் 14178 டால்டன் மூலக்கூறு எடையையும் கொண்ட ஒரு புரதம் ஆகும். மனித தாய்ப்பாலிலுள்ள புரதங்களுள் 25% புரதம் ஆல்ஃபா லேக்டால்புமின் ஆகும். இது பால் சுரப்பிகளால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. லேக்டால்புமின் கால்சியம் மற்றும் துத்தநாக அயனிகளுடன் இணைந்து பாக்டீரியங்களைக் கொல்லும் பண்பையும் கட்டி—எதிர்ப்புச் செயல்பாடுகளையும் கொண்டுள்ளது.

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

3. மனித வளர்ச்சி ஹார்மோன் (hGH)

எ.கோலை பாக்டீரியத்தைப் பயன்படுத்தி மறுசேர்க்கை மூலம் இன்சுலின் 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 உள்ளெடுப்பு மற்றும் புரத உற்பத்தியை ஊக்குவித்தல் போன்றவற்றில் ஈடுபட்டு மனித வளர்ச்சியைத் தூண்டவும் நெறிப்படுத்தவும் செய்கின்றன. வளர்ச்சி ஹார்மோன் பற்றாக்குறையினால் 'குள்ளத்தன்மை' (dwarfisim) ஏற்படுகிறது. மனித பிட்யூட்டரி சுரப்பியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் மனித

வளர்ச்சி ஹார்மோனை ஊசி வழியாகச் செலுத்துவதன் மூலம் இக்குள்ளத்தன்மையைச் சரிசெய்யலாம்.

DNA மறுசேர்க்கைத் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி hGH ஐ உற்பத்தி செய்யலாம். பிட்யூட்டரி சுரப்பியிலிருந்து hGH உற்பத்திக்குக் காரணமான மரபணு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. பின்பு இந்த மரபணுவுடன் 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, 'சொமட்டோட்ரோபின்' என்று அழைக்கப்படும் மனித வளர்ச்சி ஹார்மோனானது குழந்தைகளின் வளர்ச்சிக் குறைபாடுகளுக்கு சிகிக்சையளிக்கப் பயன்படும் மருந்தாக விளங்குகிறது.

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

இயல்பான இரத்தம் உறைதலுக்கு பல காரணிகள் தேவை என்றும் அவற்றுள் ஒன்று, காரணி VIII என்பதையும் முந்தைய வகுப்புகளில் ஏற்கனவே படித்திருப்பீர். காரணி VIIIஐ உருவாக்கக்கூடிய மரபணுக்கள் 'X' (எக்ஸ்) குரோமோசோமில் காணப்படுகின்றன. காரணி VIIIன் உற்பத்திக் குறைபாட்டால் 'ஹீமோஃபீலியா 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 பிரித்தெடுக்கப்பட்டு 'இரத்தம் உறையாமை A' நோய்க்கு சிகிச்சையளிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மிக அதிக அளவில் இரத்தம் தேவைப்படுதல் மற்றும் 'எய்ட்ஸ்' போன்ற தொற்றுநோய்கள் பரவும் அபாயம் போன்றவைஇச்செயல்முறையில் 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.

5. இன்டர்ஃபெரான்கள்

பாலூட்டிகளின் செல்கள் வைரஸ்களால் பாதிக்கப்படும் போது, அச்செல்களால் உற்பத்தி செய்யப்படும் சிற்றினக்குறிப்பிடு தன்மையுடைய, புரதத்தாலான, வைரஸ் எதிர்ப்புப் பொருட்களே 'இன்டர்ஃபெரான்கள்' ஆகும். 1957ல் அலிக்ஐசக்ஸ் (Alick Isaacs) மற்றும்ஜீன்லின்ட்மேன் (Jean Lindemann)

என்பவர்களால் இண்டர்ஃபெரான்கள் முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவற்றின் அமைப்பின் அடிப்படையில் இன்டர்ஃபெரான்கள் α, β மற்றும் Ƴ என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை, செல்லில் உள்ள டி.என்.ஏ வைத் தூண்டி, வைரஸ் எதிர்ப்பு நொதிகளைச் சுரக்கச்செய்து அதன் மூலம் வைரஸ்களின் பெருக்கத்தைத் தடுத்து செல்களைப் பாதுகாக்கின்றன. காரணி VIIIஐப் போன்றே இன்டர்ஃபெரான்களை இரத்தத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கலாம். ஆனால், இதற்கு மிக அதிக அளவில் இரத்தம் தேவைப்படுவதால் இது நடைமுறைச் சாத்தியம் இல்லை. இச்சிக்கலைக் கடப்பதற்கு, இன்டர்ஃபெரான்களை rDNA தொழில் நுட்பம் மூலம் உருவாக்குவது உகந்ததாகும். மறுசேர்க்கை இண்டர்ஃபெரான்கள் (recombinant interferons) உற்பத்திக்கு 'எ. கோலையைவிட 'சாக்கரோமைசெஸ் செரிவிசியே' என்னும் ஈஸ்ட் பொருத்தமானதாகும். ஏனெனில், புரதங்களைச் சர்க்கரையேற்றும் (Glycosylation) அடைய வைக்கத் தேவையான இயங்குதளம் 'எ.கோலை'யில் இல்லை. புற்றுநோய், எய்ட்ஸ், தண்டுவட மரப்பு நோய் (multiple sclerosis). கல்லீரல் அழற்சி (hepatitis–c), அக்கிப்புடை (herpes zoster) போன்ற பல்வேறு நோய்களுக்கான சிகிச்சையில் இன்டர்ஃபெரான்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இவ்விதம், பல சிகிச்சைப் பயன்பாடுகளை இவை கொண்டிருந்தாலும் அவற்றின் அதீதமான உற்பத்திச் செலவு காரணமாக, சாதாரண மனிதனுக்கு இன்னும் எட்டாக்கனியாகவே இன்டர்ஃபெரான்கள் விளங்குகின்றன.

மறுசேர்க்கைத் தடுப்பூசிகள்/ தடுப்பு மருந்துகள் (Recombinant vaccines):

i. துணை அலகு தடுப்பூசிகள் (Subunit vaccines)

நோயுண்டாக்கும் உயிரியை, முழு உயிரியாகப் 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.

ii. 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.

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

இவ்வாறு புதிய தொழில் நுட்ப முறைகளின் மூலம் உருவாக்கப்படும் தடுப்பூசிகள் உறுதியான பல நன்மைகளைக் கொண்டுள்ளன. அவையாவன: இலக்கு புரத உற்பத்தி, நீண்டு நிலைக்கும் நோய்த்தடைகாப்பு மற்றும் குறிப்பிட்ட நோயுண்டாக்கிகளுக்கு எதிரான தடைகாப்பு வினைகளை குறைந்த நச்சு விளைவுகளுடன் விரைவாகத் தூண்டுதல் ஆகியன.

மறுசேர்க்கைஹெப்பட்டைடிஸ் B தடுப்பூசி ஒரு துணை அலகு தடுப்பூசியாகும். இது ஒரு பாக்டீரியா விலிருந்து பெறப்பட்ட பிளாஸ்மிட் டி.என்.ஏவில் ஹெப்படைடிஸ் B வைரஸ் எதிர்பொருள் தூண்டியை (HbsAg) உற்பத்தி செய்யும் மரபணுவை இணைப்பதின் மூலம் தயாரிக்கப்படுகிறது இந்த மறுசேர்க்கை டி.என்.ஏ. சாக்கரோமைசெஸ் செரிவிசியே எனும் ஈஸ்ட்டில் நகலாக்கம் செய்யப்படுகிறது.

மரபணு சிகிச்சை (Gene therapy):

ஒன்றோ அதற்கு மேற்பட்டோ திடீர் மாற்றமடைந்த அல்லீல்களைக் கொண்ட ஒருவருடைய செல்களுககுள் இயல்பான மரபணுவை செலுத்தி அவற்றைச் சரி செய்யலாம். இவ்வாறு உட்செலுத்தப்பெற்றமரபணு செயல்பட்டு, உருவாக்கும் செயல்நிலை விளைபொருட்களினால் இயல்பான புறத்தோற்றம் உருவாகிறது. இயல்பான அல்லீலை செல்களுக்குள் செலுத்தும் பணியானது ஒரு கடத்தி மூலம் செயல்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு மரபணுத்திடீர் மாற்றத்தால் உருவாகும் நோய்களான, 'நீர்மத்திசுஅழற்சி' (Cystic fibrosis) மற்றும் 'இரத்த

உறையாமை' (Haemophilia) போன்ற நோய்களைக் குணப்படுத்தும் முயற்சியே மரபணு சிகிச்சையின் முக்கிய நோக்கமாகும். மரபணு சிகிச்சையில் பயன்படுத்தப்படும் இருவித உத்திகளாவன: 'மரபணு பெருக்குதல் சிகிச்சை' (Gene augumentation therapy)மற்றும் 'மரபணுத்தடை சிகிச்சை' (Gene inhibition therapy) ஆகியன. இழந்த மரபுப்பொருளை ஈடு செய்ய மரபணுத் தொகுதியில் டி.என்.ஏவை நுழைத்துச் சரி செய்யும் முறைக்கு மரபணு பெருக்குதல் சிகிச்சை என்று பெயர்.

உடற்செல் மரபணு சிகிச்சை

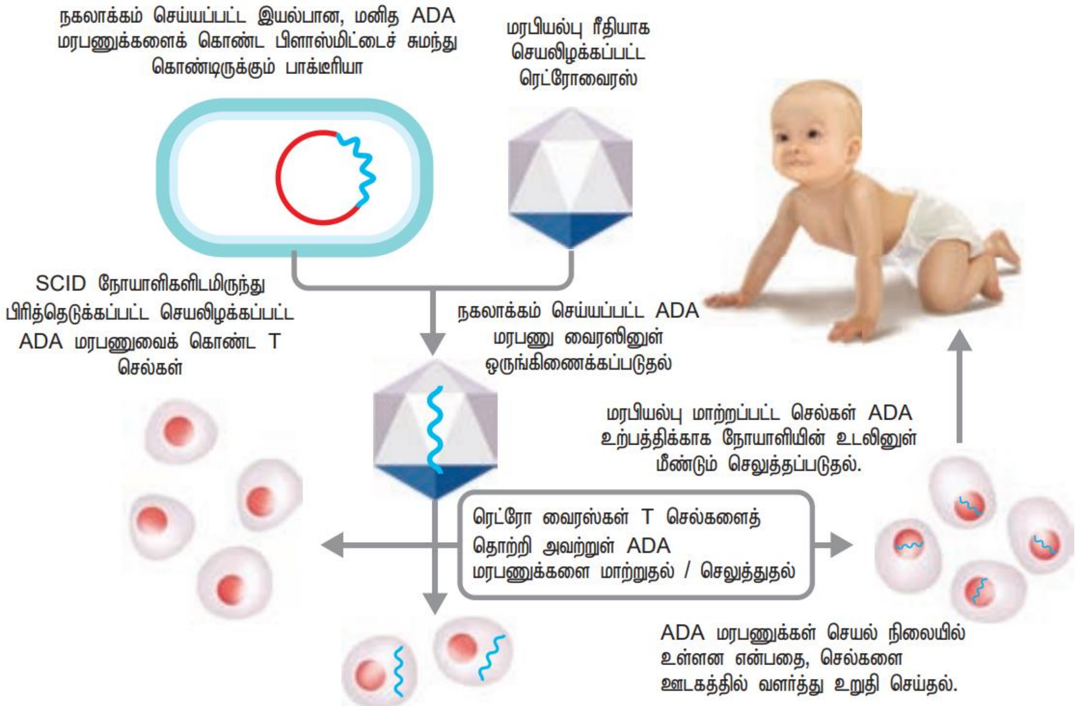
முழுமையான செயல்பாட்டுடனும் வெளிப்படுத்து திறனுடனும் உள்ள மரபணுக்களை உடற்செல்லுக்குள் செலுத்தி மரபியல் நோயை நிரந்தரமாகச் சரி செய்யும் முறை 'உடற்செல் மரபணு சிகிச்சை' எனப்படும்.

இனச்செல் மரபணு சிகிச்சை

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.

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.	அண்டசெல்கள் மற்றும் விந்து செல்களுக்குள் மரபணுக்கள் செலுத்தப்படுகின்றன.
பிந்தைய தலைமுறைக்கு பண்புகள் கடத்தப்படுவதில்லை.	பிந்தைய தலைமுறைக்கு பண்புகள் கடத்தப்படுகின்றன.



தண்டு செல் சிகிச்சை (Stem Cell Therapy):

பெரும்பாலான பல செல் உயிரிகளில் காணப்படும் வேறுபாடு அடையாத செல்கள் 'தண்டு செல்கள்' ஆகும். இவை பல மறைமுகப்பிரிவுகளுக்கு உட்பட்டாலும் தங்களது வேறுபாடு அடையாத் தன்மையைத் தொடர்ந்து பராமரித்து வருகின்றன.

சேதமுற்ற மற்றும் நோயுற்ற 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)(புற அடுக்கு, நடு அடுக்கு மற்றும் அக அடுக்கு என்னும் மூன்று அடிப்படை வளர்ச்சி அடுக்குகளையும் உருவாக்கும் திறன்) மற்றும் பல்திறன் (Multipotent)(பலவகையான செல்களாக மாற்றமுறும் திறன்) படைத்தவை. கருக்கோளத்தினுள் காணப்படும் செல்திரளின் மேற்பகுதி திசுக்களில் (Epiblast tissue) இருந்து கருநிலை தண்டு செல்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

கருநிலை தண்டு செல்கள் தூண்டப்படும்போது, 200க்கும் மேற்பட்டமுதிர்ந்த உடலின் செல் வகைகளாக மாற்றமடையக்கூடும். கருநிலைதண்டு செல்கள் அழிவற்றவை. அதாவது, கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்ட ஊடகத்தில் அவை நன்கு வளர்ந்து தங்களது வேறுபடா 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 (Multipotient) கொண்டவை. இவை, உடலின் சேதமுற்ற பாகங்களைச் சரி செய்யும் அமைப்பாகவும் முதிர் உயிரி திசுக்களைப் புதுப்பிக்கும் அமைப்பாகவும் திகழ்கின்றன. முதிர் தண்டு செல்களின் அதிகப்படியான உற்பத்திக்கு மூலாதாரமாக சிவப்பு மஜ்ஜை விளங்குகிறது.

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

தண்டு செல் வங்கிகள் (Stem cell Banks):

எதிர்கால சிகிச்சைத் தேவைகளுக்காகதண்டு செல்களைப் பிரித்தெடுத்தல், பதப்படுத்துதல் மற்றும் சேமித்து வைத்தல் ஆகிய பணிகளை உள்ளடக்கியதே தண்டு செல் வங்கியியல் (Stem Cell Banking) எனப்படும். பனிக்குட திரவத்திலிருந்து பெறப்படும் தண்டு செல்களை எதிர்காலப் யன்பாட்டிற்காகச் 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. குழந்தைபிறக்கும்போது 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 உறைமற்றும் பனிக்குட திரவம் ஆகியவையும் மிகுந்த அளவில் தரமான தண்டு செல்களைக் கொண்டுள்ளன.

வகைகள்:

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

2. பகுதித்திறன் (Pluripotency) எனப்படுவது, தண்டு செல்லானது புற அடுக்கு, அக அடுக்கு நடு அடுக்கு என்னும் மூவகை அடுக்குகளில் ஏதேனும் ஒரு செல் அடுக்காக மாறும் திறனாகும்.
3. பல்திறன் (Multipotency) எனப்படுவது, தொடர்புடைய, பலவகை செல்வகைகளாக மாற்றமுறும் தண்டு செல்களின் திறனாகும். எடுத்துக்காட்டாக, இரத்தத்தண்டு செல்கள், லிம்ஃபோசைட்டுகள், மோனோசைட்டுகள், நியூட்ரோஃபில்கள் மற்றும் இன்னபிற செல்களாக வேறுபாடடைதல்.
4. குறுதிறன் (Oligopotency) எனப்படுவது, தண்டு செல்கள், சில வகை செல்களாக மட்டும் வேறுபாடையும் திறனாகும். எடுத்துக்காட்டாக லிம்ஃபாய்டு அல்லது மயலாய்டு தண்டு செல்கள் B மற்றும்T செல்களாகமட்டும் வேறுபாடடைதல், ஆனால் RBC யாக வேறுபாடடைவதில்லை.
5. ஒற்றைத்திறன் (Unipotency) எனப்படும் திறனில் தண்டு செல்கள் ஒரேயொரு செல்வகையாக மட்டும் வேறுபாடடையும்.

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.என்ஏ மறுசேர்கைத் தொழில் நுட்பம், பாலிமரேஸ் சங்கிலி வினைகள் (Polymerase Chain Reactions PCR), நொதி சார்ந்த நோய்த்தடைப்பொருள் உறிஞ்சுகை மதிப்பீடு (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) போன்ற நம்பகத் தன்மை உள்ள தொழில் நுட்பங்கள் 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.

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 மேற்கொகின்றன.

உயிரிய தொழில் நுட்பவியலில் நகலாக்கம் என்பது உயிரியை உருவாக்குவது அல்லது செல்களின் நகல்களை உருவாக்குவது அல்லது டி.என்.ஏ துண்டங்களை உருவாக்குவது (மூலக்கூறு நகலாக்கம்) ஆகியவற்றைக் குறிப்பதாகும்.

ஐயன் வில்மட் (Ian Wilmut) மற்றும் கேம்ப்பெல் (Campbell) ஆகியோர் 1997 ல் முதன் முதலில் டாலி (Dolly) எனும் முதல் பாலூட்டியை (செம்மறி ஆடு) நகலாக்கம் செய்தனர்.

முழுமைத்திறன் நிகழ்வாய்வு மற்றும் உட்கரு மாற்று தொழில் நுட்பத்தின் மூலம் மரபணு மாற்றப்பட்ட டாலி எனும் நகல் செம்மறி ஆடு உருவாக்கப்பட்டது. முழுமைத்திறன் என்பது பல்வேறு செல்களை, திசுக்களை, உறுப்புகளை மற்றும் முடிவாக, ஒரு உயிரியை உருவாக்கும் ஒரு செல்லின் திறனாகும்.

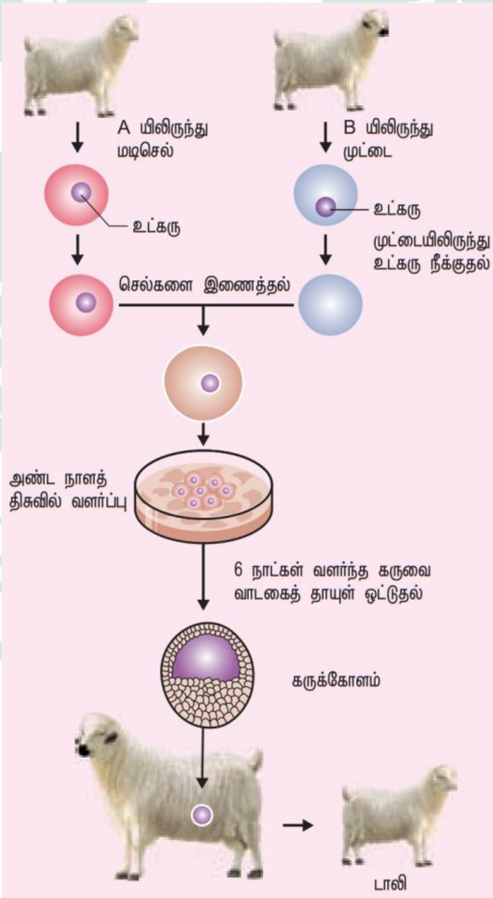
கொடையாளி செம்மறி ஆட்டின் (ewe) பால்மடி செல்கள் (உடல் செல்கள்) தனிமைப் படுத்தப்பட்டு 5 நாட்களுக்கு உணவூட்டமின்றி வைக்கப்பட்டது. மடி செல்கள் இயல்பான வளர்ச்சி அடையாமல் உறக்க நிலையை அடைந்து முழுமைத்திறனைப் பெறுகின்றது. வேறொரு செம்மறி ஆட்டின் அண்டசெல் (முட்டை) பிரித்தெடுக்கப்பட்டு உட்கரு வெளியேற்றப்படுகின்றது. பின்னர் உறக்க நிலை மடிசெல் மற்றும் உட்கரு நீக்கிய அண்ட செல் இரண்டும் ஒன்றிணைக்கப்பட்டது. மடிசெல்லின் வெளியுறை சிதைக்கப்பட்டு உட்கருவைச் சுற்றி அண்ட செல் சூழும்படி செய்யப்பட்டது. இவ்வாறு ஒன்றிணைந்த செல் பிரிதொரு செம்மறி ஆட்டின் கருப்பையில் பதிவேற்றப்பட்டது. (வாடகைத்தாய்) ஐந்து மாதங்களுக்குப்பின் “டாலி” பிறந்தது. ஒரு முதிர்ந்த விலங்கின் மாறுபாடடைந்த உடல் செல்லிலிருந்து கருவுறுதல் நிகழ்வு இன்றி, நகலாக்க முறையில் முதன்முதலாக உருவாக்கப்பட்ட விலங்கு டாலி ஆகும்.

விலங்கு நகலாக்கத்தின் நன்மைகளும் தீமைகளும்:

1. மருத்துவப் பரிசோதனைகள் மற்றும் மருத்துவ ஆராய்ச்சிகளுக்கு நன்மை பயக்கின்றது. மருத்துவத் துறையில் புரதங்கள் மற்றும் மருந்துகள் உற்பத்திக்கு உதவுகின்றது.
2. தண்டு செல் ஆராய்ச்சிக்கு (Stem cell research) வழிகோலுகிறது.விலங்கு நகலாக்கம் அழியும் நிலையுலுள்ள சிற்றினங்களை பாதுகாக்க உதவ முடியும்.
3. விலங்கு மற்றும் மனித செயல் முனைவோர் நகலாக்கம் என்பது உயிரிய பல்வகைமைக்கான சவாலானது எனக் கருதுகின்றனர். இச்செயல்,

பரிணாமத்தை மாற்றி இனத்தொகை மற்றும் சூழ்நிலை மண்டலத்தில் தாக்கத்தை உண்டாக்கும் என்று கருதுகின்றனர்.

4. நகலாக்க செயல்முறை கடினமானது மற்றும் விலையுயர்ந்தது.
5. இச் செயலால் விலங்குகள் பாதிப்படையும்.
6. வாடகைத்தாய் உயிரிகள், எதிர்மறையாகி கேடுகளுக்கு ஆட்படுவதுடன் நகலாக்க விலங்குகள் நோய் பாதிப்புக்கு உட்பட்டு உயர்இறப்பு வீதம் ஏற்படுகின்றது.
7. நகலாக்க விலங்குகளின் இறைச்சியை உண்பதால் உடல் நலனில் சமரசம் செய்ய வேண்டியுள்ளது.
8. இயல்பான விலங்குகளைவிட நகலாக்க விலங்குகள் விரைவாக மூப்படைவதுடன், பெற்றோர் உயிரியைவிட குறைந்த நலமுடையனவாக உள்ளன. (இந்தப் பிரச்சனை 'டாலி' யிலும் காணப்பட்டது)
9. நகலாக்க விலங்குகளில் மரபுக் கோளாறுகள் தோன்றுகின்றன.
10. 90% மேற்பட்ட நகலாக்க விலங்குகள் சந்ததியை உருவாக்க இயலாத மலட்டுயிரிகளாகின்றன.



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 எனும் பீதி மக்களிடையே நிலவுகின்றது. எப்படியிருப்பினும் இம்முறையில் இடர்கள் குறைவு, பயன்கள் அதிகம்.

டி.என்.ஏ அமைப்பு:

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

டி.என்.ஏ மூலக்கூறின் வேதி இயைபு

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

1. ஒரு சர்க்கரை மூலக்கூறு – டீ ஆக்சிரைபோஸ் சர்க்கரை
2. ஒரு நைட்ரஜன் காரம் டி.என்.ஏ வில் உள்ள நைட்ரஜன் காரங்கள் இருவகைப்படும்.
   (அ) பியூரின்கள் (அடினைன் மற்றும் குவானைன்)
   (ஆ) பிரிமிடின்கள் (சைட்டோசின் மற்றும் தைமின்)
3. ஒரு பாஸ்பேட் தொகுத

நியூக்ளியோசைடு மற்றும் நியூக்ளியோடைடு

நியூக்ளியோசைடு = நைட்ரஜன் காரம் + சர்க்கரை நியூக்ளியோடைடு = நியூக்ளியோசை டு + பாஸ்பேட்

இடம்பெற்றுள்ள பியூரின்கள் மற்றும் பிரிமிடின்களுக்கு ஏற்ப நியூக்ளியோடைடுகள் உருவாகின்றன.

உயிரி வினைகலன் – Bioreactor (நொதிகலன் – Fermentor):

உயிரிவினைகலன் (நொதிகலன்) என்பது ஒரு பாத்திரம் அல்லது கொள்கலன் ஆகும். இது வினைபடு பொருட்களுடன் நுண்ணுயிரிகள் அல்லது அவற்றின் நொதிகள் தேவையான பொருட்களை உற்பத்தி செய்வதற்கு வினைபுரியும் வகையில் உகந்த சூழ்நிலையை வழங்கக் கூடியதாக வடிவமைக்கப்பட்டு இருக்கும். இந்த உயிரிவினை கலனில் காற்றோட்டம், கிளர்வூட்டம் (agitation), வெப்பநிலை, pH போன்றவை கட்டுபடுத்தப்பட்டிருக்கும்.

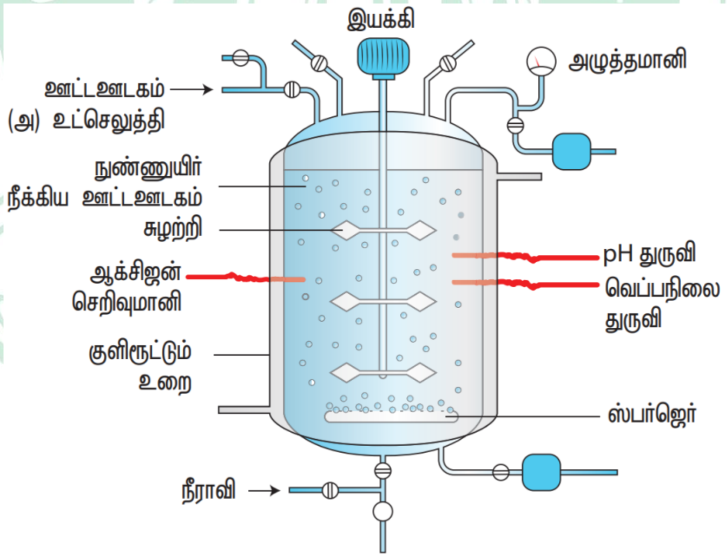
செயல்முறைகள்:

i. மேற்கால் பதப்படுத்தம் (Upstream process)

நொதித்தல் தொடங்குவதற்கு முன்பாக உள்ள அனைத்து செயல்முறைகளும் அதாவது நொதிகலனில் நுண்ணுயிர் நீக்கம், தயார்படுத்துதல், வளர்ப்பு ஊடக நுண்ணுயிர் நீக்கம் மற்றும் பொருத்தமான உட்புகட்டலின் (inoculum) வளர்ச்சி ஆகியவை மேற்கால் பதப்படுத்தம் எனப்படும்.

ii. கீழ்க்கால் பதப்படுத்தம் (Downstream Process)

நொதித்தலுக்கு பிறகு உள்ள அனைத்து செயல்முறைகளும் கீழ்க்கால் பதப்படுத்தம் எனப்படும். இச்செயல்முறையில் வாலை வடித்தல், மையவிலக்கல், விசைக்கு உட்படுத்துதல், வடிகட்டுதல் மற்றும் கரைப்பான் மூலம் பிரித்தெடுத்தல் போன்றவை உள்ளடங்கியுள்ளன. பெரும்பாலும் இச்செயல்முறை விரும்பப்படும் விளை பொருளின் தூய்மையை உள்ளடக்கியது.



நொதித்தல் செயல்முறை

1. உற்பத்திப் பொருட்களைச் சார்ந்து உயிரி வினைகலன் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.
2. குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை, pHல் பொருத்தமான வளர்தளப் பொருள் (substrate) நீர்ம ஊடகத்தில் சேர்க்கப்பட்டு பின்னர் நீர்க்கப்படுகிறது.
3. இதில் உயிரினம் (நுண்ணுயிரிகள், விலங்கு / தாவர செல், செல் நுண்ணுறுப்புகள் அல்லது நொதிகள்) சேர்க்கப்படுகிறது.

4. இது குறிப்பிட்ட கால அளவிற்கு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வைக்கப்படுகிறது.
5. உயிரினம் காற்றுள்ள நிலையிலோ அல்லது காற்றற்ற நிலையிலோ தேவைகேற்ப வைக்கப்படலாம்.
6. கீழ்க்கால் பதப்படுத்துதல் முறையைப் பயன்படுத்தி விளைப்பொருட்கள் பெறப்படுகின்றன.

தொழிற்சாலையில் நொதித்தலின் பயன்பாடுகள்

1. நுண்ணுயிரி உயிரித்திரள் உற்பத்தி:

நுண்ணுயிரி செல்களான (உயிரித்திரள்) பாசிகள், பாக்டீரியங்கள், ஈஸ்ட், பூஞ்சைகள் போன்றவை வளர்க்கப்பட்டு உலர்த்தப்பட்டு ஒற்றை செல் புரதம் (SCP) என்றழைக்கப்படும் முழு புரத மூலமாகப் பயன்படுகின்றன. இவை மனித உணவாகவோ, விலங்கு தீவனமாகவோ செயல்படுகின்றன. இதற்கு ஒற்றை / தனி செல் புரதம் என்று பெயர்.

2. நுண்ணுயிரி வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள்

நுண்ணுயிரிகள் மனித மற்றும் விலங்குகளுக்கு பயனுள்ளதாக இருக்கும் வேதியப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. இந்த பொருட்கள் வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவை இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

i) முதல்நிலை வளர்சிதை மாற்றப்பொருட்கள் :

நுண்ணுயிரிகளின் உயிர் செயல்முறைகளை பராமரிப்பதற்காக உற்பத்தி செய்யக்கூடியவை முதல்நிலை வளர்சிதை மாற்றப்பொருட்கள் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டு: எத்தனால், சிட்ரிக் அமிலம், லாக்டிக் அமிலம், அசிட்டிக் அமிலம்.

ii) இரண்டாம்நிலைவளர்சிதைமாற்றப்பொருட்கள்:

இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப்பொருள்கள் நுண்ணுயிரிகளின் முக்கிய வாழ்க்கை செயல்முறைக்கு தேவைப்படுவதில்லை. ஆனால் இவை மதிப்புக்கூட்டும் தன்மையுடையவை. இவற்றில் உயிரி எதிர்ப்பொருட்களும் (Antibiotics) உள்ளடங்கும். எடுத்துக்காட்டுகள்: ஆம்போடெரிசின் –B (ஸ்ரெப்டோமைசஸ் நோடோஸ்), பெனிசிலின் (பெனிசீலியம் கிரைசோஜீனம்), ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் (ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் கிரைசஸ்), டெட்ராசைக்ளின் (ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் ஆரியோஃபேசியன்ஸ்), ஆல்கலாய்டுகள், நச்சு நிறமிகள், வைட்டமின்கள் மற்றும் பிற.

3. நுண்ணுயிர் நொதிகள்:

நுண்ணுயிரிகளை வளர்க்கும் போது அவை வளர்ப்பு ஊடகத்தில் சில நொதிகளைச் சுரக்கின்றன. இந்த நொதிகள் சோப்பு, உணவு பதப்படுத்தம், மதுபானம் (brewing), மருந்தியியல் ஆகிய தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள்: புரோட்டீயேஸ், அமைலேஸ், ஐசோமெரேஸ், லைப்பேஸ் போன்றவை.

4. உயிர்—சார் மாற்றம், உயிர்—சார் வேதிய மாற்றம் அல்லது தளப்பொருள் மாற்றம்:

நொதிக்க வைக்கும் நுண்ணுயிரிகள் மதிப்பு மிக்க தயாரிப்புக்களை உற்பத்தி செய்யும் திறனைக் கொண்டுள்ளன. எத்தனாலை அசிட்டிக் அமிலமாக (வினிகர்), ஐசோ புரோப்பனாலை அசிட்டோனாக, சார்பிட்டாலை சார்போஸ் சர்க்கரையாக (வைட்டமின் C உற்பத்திக்கு பயன்படுவது) ஸ்டீராலை ஸ்டீராய்டாக மாற்ற நொதித்தல் பயன்படுகிறது.

தனி செல் புரதம் (Single Cell Protein– SCP):

தனி செல் புரதம் என்பது விலங்கு உணவாக அல்லது மனித துணை உணவாக (supplementary food) பயன்படுத்தப்படும் நுண்ணுயிரிகளின் உலர்ந்த செல்களாகும். தனி செல் புரதம் முழு மனித இனம் எதிர் கொள்ளும் புரதக் குறைபாட்டிற்கு, தற்காலத்தில் ஒரு தீர்வாக விளங்குகிறது. தனி செல் புரதங்கள் அவற்றின் அதிக புரதச்சத்து, வைட்டமின்கள், அத்தியாவசியமான அமினோ அமிலங்கள் மற்றும் கொழுப்பு பொருட்களுக்கு காரணமான அதிக ஊட்டச்சத்து பெற்றிருக்கும்.

1. **பாக்டீரியங்கள்** – மெத்தைலோபில்லஸ் மெத்தைலோட்ரோபஸ், செல்லுலோமோனாஸ் அல்கலிஜீன்ஸ்
2. **பூஞ்சைகள் —** அகாரிகஸ் கேம்பஸ்டிரிஸ், சாக்கரோமைசட்ஸ் செர்வீசியே (ஈஸ்ட்), கேண்டிடா யுட்டிலிஸ்.
3. **பாசிகள்** – ஸ்பைருலினா, குளோரெல்லா, கிளாமிடோமோனாஸ்

தனி செல் புரதங்கள் அவற்றின் புரதச்சத்து, கார்போஹைட்ரேட்கள், கொழுப்புகள், வைட்டமின்கள், தாது உப்புகள் போன்றவற்றின் காரணமாக முக்கியமான உணவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை உணவின் முக்கிய ஆதார அமைப்பாகிறது. மேலும் இது விண்வெளி வீரர்கள் மற்றும் அண்டார்டிக்கா பயணம் மேற்கொள்ளும் விஞ்ஞானிகளால் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உருளைக்கிழங்கு பதப்படுத்தப்படும் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து கிடைக்கும் கழிவுநீர் (தரசம் கொண்டது), வைக்கோல், வெல்ல சக்கைப்பாகு, விலங்கு உரம் மற்றும் கழிவுநீர் போன்ற பொருட்களில் ஸ்பைருலினாவை எளிதில் வளர்த்து அதிகளவில் புரதங்கள், தாது உப்புகள், கொழுப்புகள், கார்போஹைட்ரேட் மற்றும் வைட்டமின்கள் நிறைந்த உணவை உண்டாக்கலாம். மேலும், இத்தகைய பயன்பாடுகள் சுற்றுச்சூழல் மாசுபாட்டைக் குறைக்கிறது. 250 கி மெத்தைலோபில்லஸ் மெத்தைலோட்ரோபஸ், அதனுடைய மிக அதிகளவு உயிரித்திரள் பயன்பாட்டின் மூலம் 25 டன் புரத உற்பத்தியை உருவாக்கக்கூடும்.

தனி செல் புரதத்தின் பயன்பாடுகள்:

1. இது புரதத்திற்கு மாற்றாகப் பயன்படுகிறது.

2. இது ஆரோக்கியமான முடி மற்றும் தோலுக்கான அழகுப் பொருட்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
3. இது புரதத்தின் மற்றும் ஊட்டச் சத்துக்களின் சிறந்த ஆதாரமாக கோழி வளர்ப்பில் பயன்படுகிறது. இது பறவைகள், மீன்கள், கால்நடைகள் போன்றவற்றின் உணவிற்காக பரவலாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.
4. இது உணவுத் தொழிற்சாலைகளில் மணமூட்டியாக வைட்டமின் கொண்டதாக, அடுமனை பொருட்களின் ஊட்டச்சத்து மதிப்பை அதிகரிக்கும் காரணியாக, சூப்புகள், தயார்நிலை உணவுகள் மற்றும் உணவு க் குறிப்புகளி ல் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
5. காகித தயாரிப்பிலும், தோல் பதப்படுத்துதலிலும், நுரை நிலைநிறுத்தியாகவும் இது பயன்படுகிறது.

மரபணுத் தொகைய சீர்வரிசையாக்கம் (Genome editing)மற்றும் CRISPR – Cas 9:

ஓர் உயிரினத்தின் DNA–வில் மாற்றம் ஏற்படுத்தும் திறன் கொண்ட தொழில்நுட்பங்களின் ஒரு தொகுதி தான் மரபணுத் தொகைய சீர்வரிசையாக்கம் அல்லது மரபணு சீர்வரிசையாக்கமாகும். இந்த தொழில்நுட்பங்கள் மரபணுத் தொகையத்தின் எந்த ஒரு மரபணு சார் பொருட்களை சேர்க்கவோ, நீக்கவோ, மாற்றவோ அனுமதிக்கிறது. மரபணுத் தொகைய சீர்வரிசையாக்கத்தில் பல்வேறு அணுகுமுறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் அண்மைக் காலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட ஒன்று CRISPR – Cas 9 எனப்படுகிறது. இது ஒன்று திரண்ட ஒழுங்கான இடைவெளி கொண்ட குட்டையான முன்பின் ஒத்த மாறிகள் (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats – CRISPR) மற்றும் CRISPR தொடர்புடைய புரதம் 9 என்பதன் சுருக்க வடிவமாகும்.

இந்த CRISPR – Cas 9 தொகுதி அறிவியல் சமுதாயத்தில் அதிக அளவிலான ஆர்வத்தை உருவாக்கியுள்ளது. ஏனெனில் முந்தைய, பழைய மரபணுத் தொகை சீர்வரிசையாக்க முறைகளை விட இது வேகமானது, மலிவானது, அதிக துல்லியமானது மற்றும் அதிக செயல் திறனுடையது. CRISPR வழி மேற்கொள்ளப்பட்ட இலக்கு திடீர் மாற்றம் (targeted mutagenesis), மரபணு பதிலீடு (gene replacement) போன்றவற்றில் நடைமுறைச் சாத்தியக்கூறை எடுத்துக்காட்டுவதற்கு பயன்படுத்தப்பட்ட முதல் தாவரங்களில் முக்கியமானது அரிசி தாவரமாகும். மரபணுத் தொகைய சீர்வரிசையாக்க கருவியான CRISPRஐ பயன்படுத்தி கலப்பின அரிசியை உருவாக்கலாம்; இவற்றின் விதைகளை நகலாக்கம் செய்ய முடியும். இம்தியாஸ் காண்ட், வெங்கடேசன் சுந்தரேசன் மற்றும் அவர்களுடைய சகாக்களும் ஒரு புதிய ஆய்வின் மூலம் அரிசியை எப்படி பால்நிலையிலிருந்து பாலிலா நிலைக்கு மாற்றுவதற்கு அரிசி தாவரத்தை மறுமாற்றம் செய்யலாம் என்பதைத் தெளிவாக காட்டியுள்ளனர்.

மரபணு மாற்றப்பட்டத் தாவரங்கள் (Transgenic plants / Genetically modified crops–GM crops):

1. களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத்தன்மை – கிளைபோசேட் (Glyphosate)

பயிர் நிலங்களில் எப்போதும் காணப்படும் ஒரு பிரச்சினை களைகளாகும். களைகள் பயிர்களுடன் சூரிய ஒளி, நீர், உணவு மற்றும் இடத்திற்காக போட்டியிடுவதுடன் பூச்சிகள் மற்றும் நோய்களின் கடத்திகளாக உள்ளன. இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தாவிட்டால் களைகள் பயிர்விளைச்சலை குறிப்பிடத்தக்க அளவு குறைத்துவிடும்.

கிளைபோசேட் களைக்கொல்லி அமெரிக்க நிறுவனமான மான்சான்டோ (Monsanto) மூலமாக தயாரிக்கப்படுகிறது. இதன் வணிக பெயர் 'ரவுண்ட் அப்' ஆகும். இது தாவரங்களில் 5 ஈனோபைருவேட் சிக்கிமேட் – 3 ஃபாஸ்ஃபேட் சிந்தடேஸ் நொதியை (5 enopyruvate shikimate 3, phosphate synthase – EPSPS) தடைசெய்வதன்மூலம்தாவரங்களைக்கொல்லுகிறது. இந்த நொதி நறுமணமூட்டும் அமினோ அமிலங்கள், வைட்டமின்கள், பல இரண்டாம் நிலை தாவர வளர்சிதை பொருட்களின் உற்பத்தியில் ஈடுபடுகிறது.

தாவரப்பயிர்களில் கிளைபோசேட் சகிப்புத்தன்மையை உருவாக்க பல வழிகள் உள்ளன. இவற்றில் ஒரு உத்தி மண்வாழ் பாக்டீரிய மரபணு ஒன்றை நுழைப்பதாகும். இந்த மரபணு ஒரு கிளைப்போசேட் – தாங்கு வகை EPSPS–சை உண்டாக்குகிறது. மற்றொரு உத்தி ஒரு வேறுபட்ட மண்வாழ் பாக்டீரிய மரபணுவை நுழைப்பதாகும். இது கிளைபோசேட் சிதைக்கும் நொதியை உற்பத்தி செய்கிறது.

களைக்கொல்லியைத் தாங்கும் தன்மையுடைய தாவரங்களின் அனுகூலங்கள்

i) களைகள் குறைக்கப்படுவதால் விளைச்சல் அதிகரிக்கிறது.
ii) களைக்கொல்லி தெளிப்பு குறைகிறது.
iii) தாவரங்களுக்கும், களைகளுக்கும் இடையேயான போட்டி குறைகிறது.
iv) குறைவான நச்சுப் பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படுவதால் அவற்றின் பாதிப்பு மண்ணில் குறைவாகவோ, செயல்திறன் குறைவாகவோ காணப்படும்.
v) மண்ணின் தன்மையையும், நுண்ணுயிரிகளையும் இதன் மூலம் பாதுகாக்கலாம்.

2. ஃபாஸ்டா களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத் தன்மை. (Herbicide Tolerant – Basta):

ஃபாஸ்பினோத்ரிசின் என்னும் வேதியப் பொருள் அடங்கிய பொதுவாக செயல்படும் களைக்கொல்லியின் வணிகப் பெயர் பாஸ்டா (basta)ஆகும். பாஸ்டா களைக்கொல்லி எதிர்ப்பு மரபணு (PPT)(L –ஃபாஸ்பினோத்திரிசின்) மெடிகாகோ சடைவா (Medicago sativa) எனும் தாவரத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இது அம்மோனியா உள்ளேர்ப்பில் பங்கேற்கும் குளுட்டமைன் சிந்தடேஸ் என்ற நொதியைத் தடை செய்கிறது. PPT மரபணு

புகையிலையில் உள்நுழைக்கப்பட்டது மற்றும் மரபணுமாற்றமடைந்த புகையிலைத் தாவரம் PPTக்கு எதிர்ப்புத் தன்மையுடையது. இதனைப் போன்ற ஒரு நொதி ஸ்ட்ரெப்டோமைசஸ் ஹைக்ரோஸ்கோபிகஸ் (Streptomycetes hygroscopicus)–லிருந்தும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதிலுள்ள பார் (bar) மரபணு ஃபாஸ்பினோத்ரைசின் அசிட்டைல் ட்ரான்ஸ்ஃபரேஸ் (PAT) என்பதை குறிக்கிறது. இது பருத்தி மற்றும் பீட்ரூட் போன்ற பயிர்த் தாவரங்களில் உள் நுழைக்கப்பட்டு மரபணு மாற்றம் செய்யப்பட்ட தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

3. பூச்சிகள் எதிர்ப்புத் தன்மை – Bt பயிர்கள் (Insect resistance – Bt crops)

i. Bt பருத்தி (Bt Cotton)

Bt பருத்தி என்பது மரபணு மாற்றபட்ட ஒரு உயிரினம் (GMO) அல்லது மரபணுச் சார் மாற்றம் செய்யப்பட தீங்குயிரி (pest) எதிர்ப்பு பெற்ற பருத்தித் தாவர ரகமாகும். இது காய்புழுவிற்கு (bollworm) எதிரான பூச்சி எதிர்ப்புத்தன்மையை கொண்டுள்ளது.

பேசில்லஸ் துரிஞ்சியென்சிஸ் (Bacillus thuringiensis) என்ற பாக்டீரியத்தின் ரகங்கள் 200–க்கு அதிகமான வெவ்வேறு Bt நச்சுப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு பூச்சிகளுக்கு தீங்கிழைக்கின்றன. பெரும்பாலான Bt நச்சுகள் லார்வா நிலையிலுள்ள அந்துப்பூச்சிகள், வண்ணத்துப்பூச்சிகள், வண்டுகள், பருத்திக்காய்ப் புழுக்கள், உண்ணி (gad flies) போன்றவற்றை அழிக்கிறது. ஆனால் மற்ற உயிரினங்களுக்கு எவ்வித பாதிப்பையும் ஏற்படுத்துவதில்லை.

இந்த Cry தொகுதியைச் சேர்ந்த எண்டோடாக்சினில் (endotoxin) உள்ள நச்சுப் படிகங்களுக்கு மரபணு குறியீடு செய்யப்படுகின்றது. பருத்தித் தாவரத்தை தாக்கி அதனை உண்ணும் போது Cry நச்சு பூச்சியின் வயிற்றினுள் சென்று கரைகிறது.

குடலின் எபிதீலிய சவ்வுகள் ஒரு சில அவசியமான ஊட்டப் பொருட்களின் உள்ளெடுப்பை தடுக்கின்றன. இதன் மூலம் பொட்டாசியம் அயனிகளின் போதுமான அளவு சீரியக்கம் பூச்சிகளில் இழக்கப்படுகிறது. இதனால் சிறுகுடலின் படலத்தில் உள்ள எபிதீலிய செல்கள் இறக்கின்றன. இது பூச்சியின் லார்வாக்கள் இறப்பிற்கு காரணமாகிறது.

நன்மைகள்:

1. பருத்தி விளைச்சல் அதிகரிக்கிறது, ஏனெனில் காய்ப்புழுக்களின் தாக்குதல் நன்கு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.
2. Bt பருத்தி பயிரிடுவதில் பயன்படுத்தப்படும் பூச்சி மருந்து குறைக்கப்படுகிறது.
3. பயிர் வளர்ப்பில் உண்டாகும் செலவு குறைகிறது.

தீமைகள்:

1. Bt பருத்தி விதையின் விலை அதிகம்
2. இதன் வீரியம் முதல் 120 நாட்கள் மட்டுமே. பின்னர் இதன் வீரியம் குறைகிறது.
3. சாறு உறிஞ்சும் தத்துப்பூச்சிகள் (Jassids), அசுவினிப் பூச்சிகள் (aphids), வெள்ளை ஈக்கள் (white flies) போன்றவற்றிற்கு எதிராக இது செயல்படுவதில்லை.
4. மகரந்தச்சேர்க்கையில் துணை புரியும் பூச்சிகளை பாதிக்கிறது. இதனால் விளைச்சல் குறைகிறது.

ii. Bt கத்திரிக்காய் (Bt Brinjal)

மற்றொரு மரபணு மாற்றமடைந்தத் தாவரம் இதுவாகும். இது வெவ்வேறு வகை கத்திரிக்காய் பயிர் ரகங்களின் மரபணுத் தொகையத்திற்குள் பேசில்லஸ் துரிஞ்சியென்சிஸ் எனும் மண் வாழ் பாக்டீரியத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கபட்ட படிக புரத மரபணு (Cry1Ac) என்ற மரபணுவை நுழைப்பதால் உருவாக்கப்பட்டதாகும். இந்த மரபணுவுடன் சேர்ந்து முன்னியக்கிகள் (promotors), முடிவுறுத்தி (terminator) ஒரு உயிரிஎதிர்ப்பொருள் தடை(antibiotic resistance) , அடையாளக் குறி மரபணு (marker gene) போன்றவை அக்ரோபாக்டீரியம் வழி ஏற்படுத்தப்படும் உள்நுழைத்தல் மூலம் மரபணு மாற்றம் செய்யப்படுகிறது. Bt கத்திரிக்காய் லெபிடோப்டெரா (lepidoptera) வகை பூச்சிகளுக்கு குறிப்பாக கத்திரிக்காய் மற்றும் தண்டு துளைப்பானுக்கு (leucinodes orbonalis) எதிராக உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

iii. தாரா கடுகு கலப்பினம் (Dhara mustard Hybrid – DMH)

அரசு உதவி செயல்திட்டத்துடன் டில்லி பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த பயிர்களில் மரபணுச்சார் மாற்றங்களை கையாளும் அறிவியல் மையத்தின் அறிவியல் அறிஞர் குழுவினரால் மரபணு மாற்றமடைந்த DMH – 11 என்ற கடுகு ரகம் உருவாக்கப்பட்டது. இது களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத்தன்மை பெற்ற (Herbicide tolerant – HT), மரபணு மாற்றபட்ட தாவரமாகும். இது பர்னேஸ் / பார்ஸ்டார் (Barnase / Barstar) என்னும் தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி மண்ணில் வாழும் பாக்டீரியத்தின் மரபணு சேர்க்கப்பட்டு உருவாக்கப்படும் கடுகு வகையாகும். இது ஓர் தன்மகரந்தச்சேர்க்கை தாவரமாகும். மண்வாழ் பாக்டீரியத்திலிருந்து DMH – 11 மூன்று மரபணுக்களைக் கொண்டுள்ளது. அவை ஃபார் மரபணு (Bar gene), பர்னேஸ் மரபணு (Barnase gene) மற்றும் ஃபார்ஸ்டார் மரபணு (barstar gene). இந்த பார் மரபணு, தாவரத்தை ஃபாஸ்டா என்னும் களைக்கொல்லிக்கு எதிர்ப்புத்தன்மை உடையதாக்குகிறது.

வைரஸ் எதிர்ப்புத்தன்மை (Virus Resistance):

பல தாவரங்கள் வைரஸ் தாக்குதலால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் அதிக இழப்பும் மற்றும் இறப்பும் உண்டாகின்றன. உயிரி தொழில்நுட்பம் பயன்படுத்தப்பட்டு வைரஸிற்கு எதிரான மரபணுக்கள் ஓம்புயிரினுள் செலுத்தப்படுகின்றன. இதன் மூலம் வைரஸ் எதிர்ப்புத் தன்மை உருவாக்கப்படுகிறது. வைரஸ் DNA வைச் செயலிழக்கச் செய்யக்கூடிய தடை மரபணுக்களை நுழைப்பதன் மூலம் இது சாத்தியமாகிறது.

i. ஃபிளேவர்சேவர் தக்காளி (FlavorSavr tomato)

அக்ரோபாக்டீரியத்தைப் பயன்படுத்திமேற்கொள்ளப்பட்ட மரபணுப் பொறியியல் மூலமாக FlavrSavr தக்காளி உருவாக்கப்படுகிறது . அதாவது, தக்காளி நீண்ட நாட்களுக்கு இயல்பான நிறம் மற்றும் மணம் மாறாமல் நிலைநிறுத்தி வைக்கப்படுகிறது.

மரபணுப் பொறியியலின் மூலம் தக்காளிக்காய் பழுத்தல் தாமதப்படுத்தப்படுகிறது மற்றும் இதன் மூலம் கனி மென்மையாவது தடுக்கப்படுகிறது மற்றும் நீண்ட நாட்கள் கெடாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. உணர்தடை மரபணு (anti sense gene) அக்ரோபாக்டிரிய வழி மரபணு மாற்ற செயல்பாட்டு முறையால் நீண்ட நாட்கள் கெடாமல் இருக்கும் தக்காளி உருவாக்கப்படுகிறது. இதில் வெளிப்பாட்டிற்கு எதிரான மரபணு (antisense gene) நுழைக்கப்படுகிறது. இந்த மரபணு பாலிகேலக்டுரோனேஸ் (polygalacturonase) நொதியின் உற்பத்தியை இடையீடு (interferes) செய்கிறது. இதனால் காய் கனியாவது தாமதமாகிறது. இதன் மூலம் தக்காளியை நீண்ட நாள் சேமிப்பின் போதும் நெடுந்தூரம் எடுத்துச் செல்லும் போதும் தக்காளியை கெடாமல் பாதுகாக்கலாம்.

ii. பொன்நிற அரிசி – உயிரிவழி ஊட்டம் சேர்த்தல் (Golden rice – Biofortification)

இது மரபணு பொறியியலைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்பட்ட பொன்நிற அரிசி (ஒரைசா சட்டைவா – அரிசி) இன் ஒரு ரகமாகும். உயிரிச் செயல் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட வைட்டமின் A–வின் முன்னோடியான பீட்டா கரோட்டின் அரிசியின் உண்ணும் பகுதியில் நுழைக்கப்படுவதாகும். இது இங்கோ போட்ரிகஸ் (Ingo Potrykus) மற்றும் அவரது குழுவினரால் உருவாக்கப்பட்டது. இதன் நோக்கம் நெல் பயிரிடப்படும் பகுதி மற்றும் பயன்படுத்தப்படும் பகுதிகளில் நிலவும் வைட்டமின் A குறைப்பாட்டை நீக்குதலாகும். இதனால் ஐந்து வயதிற்குட்பட்ட அதிக அளவிலான குழந்தைகளின் இறப்பு குறைக்கப்படும். பொன்நிற அரிசி அதன் பெற்றோரை விட கூடுதலாக சேர்க்கப்பட்ட மூன்று வகையான பீட்டா –கரோட்டீன் உருவாக்க மரபணுக்களைக் கொண்டுள்ளது. அவையாவன நார்சிஸ்ஸஸ் சூடோநார்சிஸ்ஸஸ் (Narcissus pseudonarcissus) என்ற தாவரத்திலிருந்து (daffodil) பெறப்பட்ட 'psy' என்ற (phytoene synthase) மரபணு,

எர்வினியா யுரிடோவேரா (Erwinia uredorara) என்ற மண்—வாழ் பாக்டீரியாத்திலிருந்து பெறப்பட்ட 'crt.1' என்ற மரபணுமற்றும் இயல் நெல் ரகத்தின் (wild rice) கருவூண்திசுவிலிருந்து பெறப்பட்ட 'lyc' (lycopene cyclase) என்ற மரபணு போன்றவை ஆகும்.

சாதாரண அரிசி ரகத்தின் கருவூண் திசு பீட்டா கரோட்டினைக் கொண்டிருப்பதில்லை. பொன்நிற அரிசி மரபணுமாற்றபட்ட அரிசி வகையாகும். இதனால் தற்போது இதன் கருவூண் திசுவில் பீட்டா கரோட்டீன் சேர்க்கையுறுகிறது. இது மறுகூட்டிணைவு DNA தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி செய்யப்படுகிறது. பொன்நிற அரிசி குழந்தைகளில் நிலவும் குருட்டுத் தன்மை (blindness), விழிவெண்படல வறட்சி (Xerophthalmia) ஆகியவற்றை கட்டுப்படுத்துகிறது.

பாலிஹைட்ராசிபியுட்டரேட் (Polyhydroxybutyrate – PHB):

செயற்கைப் பாலிமர்கள் (synthetic polymers) எளிதில் சிதைவடையாமலும், மண் மாசுறுத்தியாகவும், எரிக்கும் போது சூழலில், புற்றுநோய் உண்டாக்கும் டையாக்சின் (dioxin) சேர்க்கையுறுத்திகளாகவும் உள்ளன. எனவே, சூழல் மாசுறுத்தாத மாற்று பாலிமர்களை பெறுவதற்கான முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. பாலிஹைட்ராக்ஸி ஆல்கனோவேட்கள் (Polyhydroxyalkanoates – PHAs), பாலிஹைட்ராக்சிபியுட்டரேட்கள் (PHB) ஆகிய இரண்டும்சிதைவடையகூடியஉயிரிபாலிமர்களாகும். இவற்றிக்கு பல மருத்துவப் பயன்பாடுகள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக சரியான ஏற்பிடத்தில் மருந்து சேர்க்கப்படுதல் (drug delivery), சாரக்கட்டு அமைக்க (scaffold) மற்றும் இதய வால்வுகள் அமைக்க இவை உதவுகின்றன. PHAs பொதுவாக உயிரிய பெரு மூலக்கூறுகளாகவும் (biological macro molecules) வெப்ப பிளாஸ்டிக்குகளாகவும் (thermoplastics) செயல்படுகின்றன. இவை உயிரிய சிதைவடையக் கூடியவை. உயிரிய ஒத்துபோகும் தன்மை உடையவை.

பல்வேறு வகையான நுண்ணுயிர்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு பல்வேறு வகையான PHA—க்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் கிராம் நேர் பாக்டீரியங்களான பேசில்லஸ் மெகாஸ்டிரியம், பேசில்லஸ் சப்டைலிஸ், கார்னிபாக்டீரியம் குளுடேனிக்கம் போன்றவையும், கிராம் எதிர் பாக்டீரியங்களான சூடோமோனாஸ் சிற்றினங்கள், ஆல்கலிஜீன்ஸ் யூட்ரோபஸ் (Alcaligenes utrophus) போன்றவையும் அடங்கும்.

பாலிலாக்டிக் அமிலம் (polylactic acid – PLA):

பாலிலாக்டிக் அமிலம் அல்லது பாலிலாக்டைடு (polylactide) உயிரிய சிதைவடையக்கூடியது. உயிரிய செயல்பாடுடைய வெப்ப பிளாஸ்டிக் ஆகும். இது மக்காச் சோள தரசம் (corn starch), மரவள்ளிக் கிழங்கு வேர்கள் (cassava roots), சீவல்கள், தரசம் அல்லது கரும்பு போன்ற மீள்புதுப்பிக்கத்தக்க மூலப்பொருட்களிலிருந்து பெறப்படும் கரிம வளைய

(aliphatic), பாலியெஸ்டர் (polyester)ஆகும். PLA தயாரிப்பில் இரண்டு முக்கிய ஒற்றை அலகுகள் (monomers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. லாக்டிக் அமிலம் மற்றும் லாக்டைட் என்ற சுழல் டையெஸ்டர் (cyclic diester) கரைநிலையிலுள்ள தகர ஆக்டோவேட் போன்ற உலோக வினையூக்கி (catalyst) போன்றவற்றின் உதவியோடு இந்த வேதிப்பொருளின் வளைய அமைப்பை திறத்தல் தான் மிகவும் சாதாரணமான வழிமுறையாகும். உலோக வினையூக்கி வினை மற்றும் l பாலிலாக்டிக் அமிலத்தின் சம அளவுகளில் முடிவடைகிறது.

பச்சை மிளிர்வொளிப் புரதம் (Green fluorescent protein – GFP):

இது 238 அமினோ அமில எச்சங்களால் (26.9 kDa) ஆக்கப்பட்டுள்ளது. நீலம் முதல் புற ஊதா கதிர்களால் ஒளியூட்டப்படும் போது (395 nm) இது ஆழ்ந்த பச்சை நிறமாக ஒளிர்கிறது.

உயிரியலில் GFP மூலக்கூறு ஆக்ஸிஜன் தவிர வேறு எந்த கூடுதல் துணைக் காரணிகள் (cofactor) , மரபணுசார் விளைப்பொருட்கள் (gene products), நொதிகள், தள பொருட்கள் (substrators) போன்றவை தேவைப்படாமல் அக நிறமித்தாங்கிகளை (chromatophores) உண்டாக்கும் இதனால் GFP ஒரு மிகச்சிறந்த உயிரியல் கருவியாகச் செயல்படுகிறது.

GFP முதன்முதலில் அக்குவாரியா விக்டோரியா (Aequorea victoria) என்னும் ஜெல்லி மீனில் இருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஓர் புரதமாகும். செல் மற்றும் மூலக்கூறு உயிரியலில் GFP மரபணு அடிக்கடி ஒரு மரபணு வெளிப்பாட்டு அறிவிப்பாளர் (reporter) கருவியாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது உயிரி உணர்விகளை (biosensor) உருவாக்க மாற்றுரு பெற்ற வடிவங்களில் பயன்படுகிறது.

உயிரி மருந்தாக்கம் (Biopharming):

மூலக்கூறு மருந்தாக்கம் எனவும் அழைக்கப்படும் உயிரி மருந்தாக்கம் மனித பயன்பாட்டுக்காக மருந்து சார் பொருட்களை உண்டாக்க மரபணுப் பொறியியல் மூலம் மரபணு மாற்றமடைந்த தாவரங்களை உருவாக்கிப் பயன்படுத்துவதாகும். இது "மூலக்கூறு வேளாண்மை அல்லது மூலக்கூறு மருந்தாக்கம்" எனவும் அறியப்படுகிறது. இயல்பான மருத்துவக் தாவரங்களிலிருந்து இவை மாறுபட்டவை. தாவரங்களை உயிரி வினைக்கலன்களாக (bioreactors) மாற்றிப் பயன்படுத்துதல் நவீன உயிரி தொழில்நுட்பத்தில் அதிக முக்கியத்துவம் பெற்று வருகிறது. மரபணு மாற்றமடைந்த தாவரங்களைப் பயன்படுத்தி பல வகையான மருந்துப் பொருட்களை பெறலாம். எடுத்துக்காட்டு : பொன்நிற அரிசி.

மரபணு மாற்றப்பட்ட உணவுகள் நன்மைகள் மற்றும்:

மரபணு மாற்றப்பட்ட உணவுகளின் (GM food) – நன்மைகள்

1. தீங்குயிரி (pest) அற்ற அதிக விளைச்சல்
2. பூச்சிக் கொல்லி பயன்பாடு 70% அளவு குறைப்பு

3. மண் மாசுப்பாடு பிரச்சைனையைக் குறைக்கிறது.
4. மண் நுண்ணுயிரித் தொகை பேணப்படுகிறது.

ஆபத்துகளாக நம்பப்படுபவை:

1. கல்லீரலை பாதிக்கிறது, சிறுநீரக செயல்பாட்டை பாதிக்கிறது, புற்றுநோயை உண்டாக்குகிறது.
2. ஹார்மோன் சமனின்மை மற்றும் உடல்நிலை சீர்குலைவு (physical disorder)
3. பாக்டீரிய புரதத்தின் காரணமாக நோய் எதிர்ப்புத்தன்மை தொகுதியில் மோசமான விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.
4. பிறழ்ச்சியடைந்த அதிர்ச்சி (திடீர் மிகையுணர்வு வினை)(Anaphylactic shock) மற்றும் ஒவ்வாமை.
5. விதைகளின் உயிர்ப்புத் தன்மை இழப்பு GM பயிர்களின் முடிவுறுத்தி விதைத் தொழில்நுட்பத்தில் (Terminator seed technology) காணப்படுவது.

உயிரி வழித்திருத்தம் (Bioremediation):

சூழல் மாசுறுதலை சுத்தம் செய்ய நுண்ணுயிர்கள் அல்லது தாவரங்களைப் பயன்படுத்துவது உயிரி வழித்திருத்தம்எனப்படுகிறது. கழிவுநீர், தொழிற்சாலை கழிவு, திடக்கழிவுகள் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய கழிவுகளை சரிசெய்ய இந்த அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. உயிரி வழித்திருத்தம் மண், நிலத்தடி நீர் ஆகியவற்றில் இருக்கும் எண்ணெய் கசிவு, பெட்ரோலிய வேதிய எச்சங்கள், பூச்சிக்கொல்லிகள் அல்லது வன்உலோகங்கள் போன்றவற்றை நீக்குகிறது . பல எடுத்துக்காட்டுகளில் இயற்பிய மற்றும் வேதிய முறை திருத்தங்களைக் காட்டிலும் உயிரி வழித்திருத்தம் குறைந்த செலவில் அதிக நன்மையைப் பெற உதவுகிறது. உயிரியத் திருத்த செயல்முறை மலிவானது மட்டுமின்றி சூழல் மாசுறாத ஒரு அணுகுமுறையாகும். குறைந்த செறிவில் காணப்படும் மாசுறுத்திகளை அதிக திறனுடன் இது நீக்கிவிடும்.

உயிரிவழித்திருத்த உத்திகள்:

1. உயிரி வழித்திருத்தம் செயல்பாட்டிற்கு சூழல் சிற்றினங்களாக உள்நாட்டு நுண்ணுயிர்த் தொகையைப் (microbial population) பயன்படுத்துதல்.
2. தகவமைப்பு மேற்கொண்ட அல்லது வடிவமைப்பு செய்யப்பட்ட நுண்ணுயிரி உட்புகட்டல்களை (Inoculants) கொண்டுஉயிரி வழித்திருத்தம்செய்தல்.
3. பசுமைத் தொழில்நுட்பம் – தாவரங்களை உயிரி வழித்திருத்தத்திற்கு பயன்படுத்துதல்.

உயிரி வழித்திருத்த தொழில்நுட்பத்திற்கான சில எடுத்துக்காட்டுகள்:

1. தாவர வழித்திருத்தம் (Phytoremediation) – சூழல் மாசுறுத்திகளை தாவரங்களைப் பயன்படுத்தி திருத்தம் செய்தல்.

2. பூஞ்சை வழித்திருத்தம் (Mycoremediation) – பூஞ்சைகளைக் கொண்டு சூழல் மாசுறுத்திகளை திருத்தம் செய்தல்.
3. உயிரிவழி காற்றோட்டமளித்தல் (Bioventing) – இது ஆக்சிஜன் அல்லது காற்றோட்டத்தை அதிகரிக்கும் ஒரு செயலாகும். இதன் மூலம் சூழல் மாசுறுத்திகளின் சிதைவைத் துரிதப்படுத்தலாம்.
4. உயிரி வழி கரைத்துப் பிரித்தல் (Bioleaching) – மாசுறுத்தப்பட்ட இடங்களிலிருந்து கரைசல் உலோக மாசுறுத்திகளை (metal pollutant) கரைசல் நிலையில் நுண்ணியிரிகளைப் பயன்படுத்தி மீட்டல்.
5. உயிரி வழி பெருக்குதல் (Bioaugmentation) – ஒரு சில தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நுண்ணியிர்களை சேர்ப்பதன் மூலம் சிதைவடையும் வேகத்தினை அதிகரிக்கச் செய்யும் செயல்முறை.
6. உரமாக்குதல் (Composting) – நுண்ணியரிகளைக் கொண்டு திட கழிவுகளை உரமாக மாற்றும் செயல்முறை. இது தாவர வளர்ச்சிக்கு ஊட்டப் பொருளாக பயன்படும்.
7. வேர்ப்புல வடிகட்டல் (Rhizofiltration) – நுண்ணியிர்களைக் கொண்டு வேர்ப்புல (rhizosphere) உலோகங்களை உள்ளெடுத்தல் அல்லது கரிம சேர்மங்களை சிதைத்தல்.
8. வேர்ப்புல நுண்ணுயிரித் தூண்டல் (Rhizostimualtion) – தாவர வளர்ச்சியை வேர்ப்புல நுண்ணுயிரிகள் மூலம் தூண்டல்; இது சிறந்த வளர்ச்சி சூழ்நிலைகளை கொடுப்பதன் மூலமாகவோ நச்சுப் பொருட்களை குறைப்பதனாலோ தூண்டப்படுகிறது.

வரம்புகள் (Limitations):

1. உயிரி வழித்திருத்த முறையில் உயிரியசிதைவிற்குள்ளாகும் மாசுறுத்திகளை மட்டுமே மாற்ற இயலும்.
2. மாசுறுத்தப்பட்ட இடங்களில் உள்ள சூந்நிலைகளுக்கு ஏற்ப மட்டுமே உயிரி வழித் திருத்த செயல்முறைகளைக் குறிப்பாக செய்ய முடியும்.
3. மாசுறுத்தப்பட்ட இடத்தில் பெரிய அளவிலான செயல்பாடுகளை சிறிய அளவிலான முன் சோதனைகள் செய்த பின்னரே பின்பற்ற வேண்டும்.
4. உயிரி வழித்திருத்தம் செயலுக்காக மரபணுப் பொறியியல் தொழில்நுட்பத்தின் பயன்பாடு மரபணு மாற்றமடைந்த நுண்ணுயிரிகளை உருவாக்க அல்லது நுண்ணுயிரிக் கூட்டமைப்புகளை உருவாக்க மிகவும் அதிக திறன் வேண்டியிருத்தல்.

உயிரிப்பொருள் கொள்ளை (Biopiracy):

தேசிய மரபணு வளங்களின் மீது தனிப்பட்ட கட்டுப்பாட்டை பெறும் நிறுவங்களினால் அவ்வளங்களின் உண்மையான உரிமையாளர்களுக்கு போதுமான அங்கீகாரம் அல்லது ஊதியம் வழங்காமல் அறிவுசார் சொத்துரிமை சட்டங்களை கையாளுதல் உயிரிப் பொருள் கொள்ளை என

வரையறுக்கப்படுகிறது. உயிரிப் பொருள் கொள்ளைக்கு எடுத்துக்காட்டாக மஞ்சள், வேம்பு மற்றும் மிகவும் நன்கறிந்த பாசுமதி அரிசியின் மீது அமெரிக்க நிறுவனங்களுக்கு அமெரிக்க காப்புரிமம் மற்றும் வணிக முத்திரை அலுவலகத்தினால் வழங்கப்பட்டசமீபத்தியகாப்புரிமம். இந்த மூன்று உற்பத்திப் பொருட்களும் இந்திய – பாக் துணைக் கண்டத்தின் உள்நாட்டுக்குரியதாகும்.

1. வேம்பில் உயிரிப்பொருள் கொள்ளை (Biopiracy of Neem)

இந்திய மக்கள் பூஞ்சை மற்றும் பாக்டீரிய தோல் நோய் தொற்றல்களை கட்டுப்படுத்த பல வழிகளில் வேம்பினையும் அதன் எண்ணெய்யையும் பயன்படுத்தி வந்தனர். வேம்பின் பண்புகளை இந்தியர்கள் உலகம் முழுவதும் உள்ள மக்களுடன் பகிர்ந்து கொண்டனர். W.R.கிரேஸ் (W.R. Grace) என்ற அமெரிக்க பன்னாட்டு நிறுவனமும் (MNC) அமெரிக்க வேளாண்துறையும் (USDA–United States Department of Agriculture) 1990 ஆம் ஆண்டின் முற்பகுதியில் இந்த அறிவைத் திருடி ஐரோப்பிய காப்புரிமம் நிறுவனத்தில் (EPO) ஓர் காப்புரிமம் உரிமத்தை வேண்டினர். இந்த காப்புரிமம் உரிமம் “பிரித்தெடுக்கப்பட்ட நீர் வெறுப்பு (hydrophobic) வேப்ப எண்ணெய்யின் உதவியுடன் தாவரங்களின் மேல் ஏற்படும் நோய்களைக் கட்டுப்படுத்தும் ஒரு செயல்முறைக்காக கோரப்பட்டது”. வேம்பின் பூஞ்சை எதிர்ப்பு மற்றும் பாக்டீரிய எதிர்ப்பு பண்புகளை காப்புரிமம் செய்வது உயிரிப் பொருள் கொள்ளைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். எனினும் இந்தியர்களின் பாரம்பரிய அறிவானது இறுதியில் பாதுகாக்கப்பட்டு, காப்புரிமம் இரத்து செய்யப்பட்டது.

2. மஞ்சளில் உயிரிப் பொருள் கொள்ளை (Biopiracy in Turmeric)

1995–ஆம் ஆண்டு அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் காப்புரிமை மற்றும் வணிக குறியீடு அலுவலகம் (United States Patent and Trademark Office) மஞ்சளை ஒரு கிருமிநாசினியாகபயன்படுத்துவதற்குகாப்புரிமையை வழங்கியது. மஞ்சள் இந்திய மக்களால் புண்களை வேகமாக குணப்படுத்தவும், புண் தடிப்புகளை குணப்படுத்தவும்ஒருவீட்டுமருந்தாகபயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. 1953–ல் இந்திய மருத்தவ கழகத்தால் ஒரு சஞ்சிகை கட்டுரை (Journal article) வெளியிடப்பட்டது. அதில் இந்த மருத்துவக் குறிப்பு உள்ளது. எனவே, இதன் மூலம் மஞ்சளின் கிருமி நாசினிப் பண்பு உலகத்திற்கு புதியதல்ல என்பதும், இது ஒரு புதிய கண்டுபிடிப்பல்ல என்பதும், இந்தியர்களின் பாரம்பரிய அறிவின் ஒரு பகுதி என்பதும் நிரூபணமானது. US காப்புரிமம் மற்றும் வணிகக் குறியீடு அலுவலகத்திற்கான எதிர்ப்பு இந்த எடுத்துக்காட்டில் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது மற்றும் இந்தியர்களின் பாரம்பரிய அறிவு பாதுக்காக்கப்பட்டது. இது உயிரிப் பொருள் கொள்ளைக்கான மற்றொரு எடுத்துக்காட்டாகும்.

3. பாசுமதி அரிசியில் உயிரிப் பொருள் கொள்ளை (Biopiracy of Basmati Rice)

1997 ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் 2 – ஆம் தேதி US காப்புரிமை மற்றும் வணிகக்குறி அலுவலகம் "பாசுமதி அரிசி கால்வழிகள் மற்றும் தானியங்கள் தொடர்பான காப்புரிமத்தை ரைஸ் டெக் (Rice tec) என்ற டெக்சாஸ் நிறுவனத்திற்கு வழங்கியது. இந்த விரிவான காப்புரிமம் அந்த நிறுவனத்திற்கு பல உரிமைகளைக் கொடுக்கிறது. இதில் "பாசுமதி" என்ற சொல்லை இந்நிறுவனம் மட்டுமே பயன்படுத்தும் உரிமையும் அடங்கும். மேலும் எந்த ஒரு கலப்புறுத்தங்களின் விளைவாகத் தோன்றும் விதைகளை பயன்படுத்துதல் சார்பான உரிமையும் அடங்கும். தாவர மேம்படுத்தும் செயலையும் இந்த காப்புரிமம் வழங்குகிறது. RiceTec – ன் புதிய அரிசி கால்வழிகளும் சமையல் பண்புகள், தரசப் பொருளின் அளவு, அரிசி தானியங்களில் எவ்வளவு உள்ளது என்பனவற்றை நிர்ணயிக்கும் வழிமுறைகளும் இந்த காப்புரிமத்தில் அடங்கும்.

இந்தியா இந்த பாஸ்மதி அரிசி உயிரிகொள்ளையை WTOவிற்கு TRIPS ஒப்பந்தத்தை மீறிய செயல் என எடுத்துச் சென்றது. இதனால் 2002ஆம் ஆண்டு US காப்புரிமம் அலுவலகம் ரைஸ் டெக் நிறுவனத்திடமிருந்து 15 உரிமைக் கோருதல்களை ரத்து செய்தது. அதில் முக்கியமாக பாஸ்மதி என்ற பெயரும் அடங்கும். காப்புரிமம் நிறுவனம் ரைஸ் டெக் நிறுவனத்தின் ரகத்தை 'ரைஸ் லைன் 867' (Rice line 867) என்று மாற்றியது. இதன்மூலம் இந்திய பாஸ்மதி ரகத்தின் வெளிநாட்டு ஏற்றுமதிக்கான உரிமம் பாதுகாக்கப்பட்டது.

உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் பயன்பாடுகள் (Applications of Biotechnolgy):

1. 21 ஆம் நூற்றாண்டின் மிகவும் முக்கியமான பயன்பாட்டு தொடர்புடைய அறிவியல்களில் ஒரு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த துறை உயிரிதொழில்நுட்பமாகும். இது நம் வாழ்க்கையை ஒரு பயனுள்ள முறையில் செலவிட நமக்குள்ள ஒரு நம்பத்தகுந்த துறையாகும்.
2. உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் பயன்பாடுகள் வேளாண்மை, மருத்துவம், சூழல், வணிக தொழில்கள் போன்ற பல துறைகளில் அதிகமாக பயன்படுகிறது.
3. இந்த அறிவியல் மரபணு மாற்றத் தாவர வகைகளைப் பெறுவது போன்ற அதிக மதிப்புள்ள விளைவுகளைப் பெற்றுள்ளது. எடுத்துக்காட்டுகளாக மரபணு மாற்றமடைந்த பருத்தி (Bt – பருத்தி), அரிசி, தக்காளி, புகையிலை, காலிஃபிளவர், உருளைக்கிழங்கு, வாழை போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.
4. வேளாண் பயிர்களில் களைக்கொல்லி எதிர்ப்புத்தன்மை, இறுக்க எதிர்ப்புத் தன்மை (strees resistant), நோய் எதிர்ப்புத்தன்மை

போன்றவற்றைக் கொண்ட வகைகளை உருவாக்குவது உயிரிதொழில்நுட்பத்தின் மகத்தான விளைவு ஆகும்.

5. மனிதர்களில் இன்சுலின் குறைப்பாட்டு நோயை சரி செய்யவும் ஈ.கோலையை பயன்படுத்தி மனித இன்சுலின் மற்றும் இரத்த புரதத்தை உருவாக்க மருத்தவ உயிரி தொழில்நுட்ப தொழிற்சாலைகள் பயன்படுகின்றன.
6. உயிரிதொழில்நுட்ப தொழிற்சாலை மூலம் தடுப்பூசி மருந்து (Vaccine), நொதிகள், உயிர் எதிர்ப் பொருட்கள், பால் சார்ந்த தயாரிப்புகள், பானங்கள் (Beverages) போன்றவற்றை உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.
7. உயிர்தொழில்நுட்பத்தின் மூலம் உயிரி சில்லுகளை(biochips) அடிப்படையாக கொண்ட உயிரிய கணினி உருவாக்குதல் மேலும் ஓர் சாதனையாகும்.
8. மரபணு பொறியியல் மரபணு கையாளுதலை உள்ளடக்கியது; திசு வளர்ப்பு முழுஆக்குத் திறன் பெற்ற (totipotent plant cell) தாவர செல்லை நுண்ணுயிரி நீக்கப்பட்ட முறையில் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழலில் தாவர நகலாக்கம் செய்வதாகும்.
9. உணவுத் தொழிற்சாலையில் ஸ்பைருலினா (Spirulina)–வைப் பயன்படுத்தி தனி செல் புரதம் பெறுப்படுகிறது.
10. இரண்டாம் நிலை வளர்சிதைப் பொருட்கள், உயிரி உரங்கள், உயிரி தீங்குயிரிக் கொல்லிகள், நொதிகள்போன்றவை உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.
11. சூழல்சார் உயிரிதொழில்நுட்பத்திற்காக, உயிரித்திரள் ஆற்றல் (Biomass energy), உயிரி எரிபொருள், உயிரிவழி திருத்தம், தாவர வழிதிருத்தம்போன்றவைஉருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

தாவரத் திசு வளர்ப்பு (Plant Tissue Culture – PTC):

தாவரத் திசு வளர்ப்பு என்பது ஆய்வு கூடச் சோதனை வளர்ப்பு முறை மற்றும் நுண்ணுயிர் நீக்கிய நிலையில் திசு வளர்ப்பு ஊடகத்தில் ஏதேனும் தாவரப் பகுதிகளை வளர்த்தல் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

தாவரத் திசு வளர்ப்பில் அடங்கியுள்ள அடிப்படைத் தொழில்நுட்பமுறை

1. நுண்ணுயிர் நீக்கம்:(Sterilization)

நுண்ணுயிர் நீக்கம் என்பது வளர்ப்பு ஊடகம், வளர்ப்பு கலன்கள், பிரிகூறு போன்றவற்றிலிருந்து நுண்ணுயிர்களான பாக்டீரியங்களையும், பூஞ்சைகளையும் நீக்கும் தொழில்நுட்பம்.

i) நுண்ணுயிர் நீக்கப்பட்ட நிலையைப் பராமரித்தல்: கண்ணாடிக் கலன்கள், இடுக்கி, கத்தி, அனைத்து உபகரணங்கள் ஆகியவை தன்னழுத்தக்கலனில் 15 psi (121°C வெப்பநிலை) அழுத்தத்தில், 15 – 30 நிமிடங்களுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது அல்லது 70%

ஆல்கஹாலில் நனைக்கப்படுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து வெப்பமூட்டலும் குளிர்வித்தலும் நடைபெற்று நுண்ணுயிர்நீக்கம் செய்யப்படுகின்றன.

ii) வளர்ப்பு அறை நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்தல்: முதலில் தரை மற்றும் சுவர்களைச் சோப்பு கொண்டும் பிறகு 2% சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட் அல்லது 95% எத்தனால் கொண்டும் கழுவ வேண்டும். சீரடுக்கு காற்று பாய்வு அறையின் மேற்பரப்பு 95% எத்தனால் கொண்டு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்பட வேண்டும். பிறகு 15 நிமிடங்களுக்குப் புறஊதாக் கதிர் வீச்சிற்கு உட்படுத்தப்பட வேண்டும்.

iii) ஊட்ட ஊடகத்தை நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்தல்: வளர்ப்பு ஊடகம் கொண்டுள்ள கண்ணாடிக் கலனை ஈரம் உறிஞ்சாத பருத்தி அல்லது பிளாஸ்டிக் கொண்டு மூடி, தன்னழுத்தக்கலனில் 15 psi (121°C) ல் 15 – 30 நிமிடங்களுக்கு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்படுகிறது.

iv) பிரிகூறுக்கு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்தல்: திசு வளர்ப்பிற்குப் பயன்படும் தாவரப் பொருளை முதலில் ஓடுகின்ற குழாய் நீரில் வைத்து நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்படுகிறது. அதற்குப் பின் 0.1% மெர்குரிக் குளோரைடு, 70% ஆல்கஹால் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி நுண்ணுயிர் அற்ற நிலையில் சீரடுக்கு காற்று பாய்வு அறையில் புறப்பரப்பு நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்யப்படுகிறது.

2. ஊடகம் தயாரித்தல் (Preparation of culture medium)

திசு வளர்ப்பின் வெற்றி, வளர்ப்பு ஊடகத்தின் கூறுகள், தாவர வளர்ச்சி சீரியக்கிகள், வெப்பநிலை, pH, ஒளி மற்றும் ஈரப்பதம் போன்றவற்றைப் பொறுத்து அமையும். எந்தத் தனி ஊடகமும் அனைத்துத் தாவரத் திசுவின் உகந்த வளர்ச்சிக்கு உகந்ததல்ல. திசு வளர்ப்பு நெறிமுறைக்கேற்பத் தகுந்த ஊட்ட ஊடகம் தயாரிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

MS ஊட்ட ஊடகம் (முராஷிகி மற்றும் ஸ்கூஜ் 1962) தாவரத் திசு வளர்ப்பில் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது தகுந்த வைட்டமின்கள் மற்றும் ஹார்மோன்களுடன் தகுந்த கார்பன் மூலங்களையும் கொண்டுள்ளன. MS ஊடகத்தைத் தவிரத் தாவரத் திசு வளர்ப்பிற்காக B5 ஊடகம் (கேம்போர்க் குழுவினர் 1968), ஒயிட் ஊடகம் (ஒயிட் 1943) நிட்ச் ஊடகம் (நிட்ச் மற்றும் நிட்ச் 1969) போன்றவை உள்ளன. ஒரு ஊடகம் திட, பகுதிதிட அல்லது நீர்ம நிலையில் இருக்கலாம். ஊடகத்தைத் திடப்படுத்துவதற்குக் கூழ்மக் காரணியான அகார் சேர்க்கப்படுகிறது.

3. வளர்ப்பு சூழல்

pH சிறந்த முடிவினைப் பெறுவதற்கு ஊடகத்தின் pH ஐ 5.6 முதல் 6.0 வரை வைக்க வேண்டும்.

வெப்பநிலை

இவ்வளர்ப்பிற்கு 25°C ± 2°C நிலையான வெப்பநிலை உகந்தது.

ஈரப்பதம் மற்றும் ஒளிச்செறிவு

50 – 60 % ஒப்பு ஈரப்பதமும், தோராயமாக 1000 லக்ஸும், 16 மணி ஒளிக்காலத்துவமும் வளர்ப்பதற்குத் தேவைப்படுகின்றன.

காற்றோட்டம்

சோதனைக் குழாய் அல்லது குடுவையில் காற்றோட்டம் தானியங்கி குலுக்கியின் மூலம் கொடுக்கப்படுகிறது. இது காற்று வடிகட்டி மூலம் நுண்ணுயிரி நீக்கப்பட்டு ஊடகத்தில் செலுத்தப்படுகிறது.

4. கேலஸ் தூண்டப்படுதல் (Induction of callus)

கேலஸ்: தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட இலை, தண்டு, கிழங்கு மற்றும் வேரின் 1 – 2 செ.மீ நோய் கிருமி நீக்கப்பட்ட துண்டுகளின் பிரிகூறுகள் ஆக்ஸின் கூடுதலாகச் சேர்க்கப்பட்ட MS ஊட்டக் கரைசலில் வைக்கப்படுகிறது. இவை 25°C ±2°C வெப்பநிலையில் 12 மணி நேரம் ஒளி மற்றும் 12 மணி நேரம் இருள் என மாறி மாறி வைக்கப்படும் போது செல் பிரிதல் தூண்டப்பட்டுப் பிரிகூறின் மேற்பரப்பில் கேலஸ் வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. கேலஸ் என்பது ஆய்வுகூடச் சோதனை வளர்ப்பு ஊடகத்தில் தாவரச் செல்கள் அல்லது திசுக்களின் முறையற்ற வளர்ச்சி ஆகும்.

5. கருவுருவாக்கம் (Embryogenesis)

கேலஸ் செல்கள் வேறுபாடுகளுக்கு உள்ளாகி உடலக் கருக்களை உருவாக்குகின்றன. இவை கருவுருக்கள் (Embryoids) எனப்படும். இந்தக் கருவுருக்களை துணை வளர்ப்பிற்கு உட்படுத்தி நாற்றுருக்கள் (Plantlets) உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

6. வன்மையாக்குதல் (Hardening)

ஆய்வகச் சோதனை முறையில் வளர்க்கப்பட்ட நாற்றுருக்களுக்கு வலிமை பெறும் காலம் தேவைப்படுவதால் அவை பசுமை இல்லம் அல்லது வன்மையாக்கி அறைக்கும், பின்னர் இயற்கை சூழலுக்கும் மாற்றப்படுகின்றன. வன்மையாக்குதல் என்பது ஆய்வகச் சோதனை முறையில் ஈரப்பதமான அறையில் உருவாக்கப்பட்ட நாற்றுருக்களை ஒளியின் இயற்கையான களச் சூழலில் வளர்வதற்கு ஏற்ப படிப்படியாக வெளிக்கொணர்தல் ஆகும்.

தாவரத் திசு வளர்ப்பின் பயன்பாடுகள்:

1. உடல்கலப்பினமாதல் மூலம்மேம்பட்டகலப்புயிரிகள் உற்பத்தி செய்யப்படுதலுக்கு உடல் கலப்புயிரியாக்கம் என்று பெயர்.
2. உறை சூழப்பட்ட கருக்கள் அல்லது செயற்கை விதைகள் தாவரங்களின் உயிரிப்பன்மத்தைப் பாதுகாக்க உதவுகிறது.
3. ஆக்குத் திசு மற்றும் தண்டு நுனி வளர்ப்பின் மூலம் நோய் எதிர்ப்பு தாவரங்களை உற்பத்தி செய்தல்.
4. களைக்கொல்லி சகிப்புத்தன்மை, வெப்பச் சகிப்புத்தன்மை கொண்ட தாவரங்கள் போன்ற அழுத்தத்தை (இறுக்கத்தை) எதிர்க்கக் கூடிய தாவரங்களின் உற்பத்தி.

5. வருடம் முழுவதும் குறைந்த காலத்தில் பயிர் மற்றும் வனத்திற்குப் பயன்படும் மரச் சிற்றினங்கள் அதிக எண்ணிக்கையிலான நாற்றுருக்கள் நுண்பெருக்க தொழில்நுட்பம் மூலம் கிடைக்கின்றன.
6. செல் வளர்ப்பில் இருந்து உற்பத்தி செய்யப்படும் இரண்டாம்நிலை வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்கள் மருந்து உற்பத்தி, அழகு சாதனப் பொருட்கள் மற்றும் உணவு தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அறிவுசார் சொத்துரிமை (Intellectual Properties Right – IPR):

அறிவுசார் சொத்துரிமை என்பது ஒரு வகை சொத்து ஆகும். இது பிரித்தறிய முடியாத மனித அறிவின் படைப்புகள், பதிப்புரிமம், காப்புரிமம், மற்றும் வணிக முத்திரை ஆகியவற்றை முதன்மையாக உள்ளடக்கியது. மேலும் இது பிற வகை உரிமைகளான வணிக ரகசியங்கள், விளம்பர உரிமைகள், தார்மீக உரிமைகள் மற்றும் நேர்மையற்ற போட்டிகளுக்கு எதிரான உரிமைகள் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது.

- உயிரிதொழில் நுட்பவியலில், வணிக உற்பத்திக்காக மாற்றப்பட்ட நுண்ணுயிர்கள், தாவரங்கள் மற்றும் தொழில்நுட்பங்கள் கண்டுபிடிப்பாளர்களுக்கே உரிய சொத்தாகும்.
- கண்டுபிடிப்பாளர்களுக்கு அவருடைய சொத்தில் முழு உரிமை உள்ளது. அதை மற்றவர்கள் சட்ட அனுமதியில்லாமல் புறக்கணிக்க முடியாது.
- கண்டுபிடிப்பாளர்களின் உரிமைகள் ஒரு நாட்டில் உருவாக்கப்பட்ட சட்டங்களினால் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.
- அறிவுசார் சொத்துரிமை பல்வேறு வழிகளில் அதாவது காப்புரிமம், வணிக ரகசியம், வணிக முத்திரை, வடிவமைப்பு மற்றும் புவிசார் குறியீடுகள் ஆகியவற்றால் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

காப்புரிமம்:

- காப்புரிமம் என்பது கண்டுபிடிப்பவருக்கு / உருவாக்கப்பட்டவருக்கு ஒரு சிறப்பு உரிமை ஆகும். இது புதிய பொருள்களை வணிகம் செய்வதற்காகச் சட்டங்கள் மூலம் அரசால் வழங்கப்படுகிறது.
- ஒரு காப்புரிமம் தனிப்பட்டசொத்தாகும் இதனை ஒரு தனி மனிதர் (அல்லது) நிறுவனம் வேறு எந்தச் சொத்து போன்றே வாடகைக்கு விடலாம் அல்லது விற்கலாம்.
- காப்புரிமம் என்ற சொல் மற்றவர்களைத் தவிர்த்துக் கண்டுபிடிப்பவர்களுக்கு அவர்களின் கண்டுபிடிப்புகளைத் தயாரித்தல், பயன்படுத்துதல் மற்றும் விற்பனை செய்தலுக்கு உரிய உரிமையைக் கொடுக்கிறது.
- சில உருவாக்கங்களுக்கு அவற்றின் ரகசியத்தைக் காப்பது கடினம். எனவே தகுதி வாய்ந்த காப்புரிம வழக்கறிஞர் மூலம் வழிக்காட்டுதல் பெறப்படுகிறது.

காப்புரிமம் மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. அவை அனுமதி, விவரக் குறிப்பு மற்றும் உரிமை கோருதல் ஆகும்.

- **அனுமதி (Grant):** காப்புரிம அனுமதி விண்ணப்பம் காப்புரிம அலுவலகத்தில் நிரப்பப்படுகிறது. இவை வெளியிடப்படுவதில்லை. இவை கையொப்பமிடப்பட்ட ஆவணங்களாகும். உண்மையில் இது உருவாக்குபவருக்கு கொடுக்கப்படும் காப்புரிமை அனுமதி ஒப்பந்தம் ஆகும்.
- **விவரக் குறிப்பு (Specification):** விவரக் குறிப்புகள் மற்றும் உரிமை கோருதல் ஒற்றை ஆவணமாக வெளியிடப்படுகிறது. அவை பொது மக்களுக்கும் காப்புரிம அலுவலகத்திற்கும் இடையில் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. விவரக் குறிப்பு பகுதியில் உருவாக்கத்தின் விவரிப்பும், எவ்வாறு உருவாக்கம் மேற்கொள்ளப்பட்டது என்பதும் தொகுக்கப்பட்டிருக்கும்.
- உரிமை கோருதல் பகுதி (Claim): இதில் உருவாக்கத்தின் எந்த நோக்கம் பாதுகாக்கப்பட வேண்டுமோ அது காப்புரிமத்தால் குறிப்பாக வரையறுக்கப்படுகிறது. இந்த நோக்கம் மற்றவர்களால் நடைமுறைப்படுத்த முடியாததாகும்.

உயிரி பாதுகாப்பு மற்றும் உயிரி அறநெறி:

உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் மேம்பாடு மட்டுமின்றி அவற்றின் பயன்பாடுகள் பற்றி அதிகக் கருத்து வேறுபாடுகள் உள்ளன. ஏனெனில், நவீன உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் பெரும்பாலான பகுதிகள் மரபணு கையாளுதலுடன் தொடர்புடையன. ELSI (Ethical, Legal, Social and Implications) என்பது உயிரிதொழில்நுட்பவியலின் அகன்ற அறநெறி, சட்ட மற்றும் சமுதாயப் பிரச்சினைகளின் விளைவுகள் தொடர்பானதாகும். இது உயிரிதொழில்நுட்ப அறிவியலுக்கும் சமுதாயத்திற்குமிடையே உள்ள அறநெறி மற்றும் சட்டப்பூர்வமான கூறுகள் பற்றிய தொடர்பை உள்ளடக்கியது.

உயிரி பாதுகாப்பு (Biosafety): உயிரி ஒருங்கிணைந்த தன்மையின் பெரியளவு இழப்பைத் தடுப்பது தான் உயிரி பாதுகாப்பாகும். இதில் சூழ்நிலையியலும், மனித உடல்நலமும் கவனத்தில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இந்தத் தடுப்பு செயல்முறைகள் ஆய்வகச் சூழலில் உயிரி பாதுகாப்பு பற்றிய தொடர் மீளாய்வு செய்தலையும் பின்பற்ற வேண்டிய கடுமையான வழிகாட்டுதல்களையும் உள்ளடக்கியுள்ளன. உயிரி பாதுகாப்பு தீங்கு நிறைந்த நிகழ்வுகளிலிருந்து மக்களைப் பாதுகாப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. உயிரி தீங்கு விளைவிக்கும் பொருள்களை (biohazards) கையாளும் பல ஆய்வகங்களில், தொடர்ந்து செயல்படும் தீங்கு மேலாண்மை மதிப்பீடு மற்றும் உயிரி பாதுகாப்பை உறுதி செய்யும் நடைமுறைகளையும் மேற்கொள்கின்றன. இத்தகைய நடைமுறைகளை பின்பற்ற தவறினால் தீங்கு விளைவிக்கும் வேதிப் பொருள்களாலும் நோய் காரணிகளாலும் அதிகளவு பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. மனிதத் தவறும் மோசமான தொழில்நுட்ப முறைகளும் தீங்கு விளைவிக்கும் பொருள்களால் ஏற்படும் தேவையற்ற பாதிப்பும் பாதுகாப்பு செயல்முறைகளை பாதிக்கின்றன.

சாத்தியமான ஆபத்துகளும் பாதுகாப்பு அம்சங்களுக்கான கருத்துகளும்:

- இயல்பான மரபணு மாற்றமடைந்த உயிரினங்கள், வைரஸ்கள் போன்றவைகளின் நோயூட்டும் தன்மை — மனிதர்கள், விலங்குகள், தாவரங்களில் நோய் தொற்றினை ஏற்படுத்துதல்.
- நுண்ணுயிரி உற்பத்தி திறன் தொடர்புடைய ஒவ்வாமையின் நச்சுத்தன்மை.
- உயிரி எதிர்ப் பொருள் தடுப்பு பெற்ற நோய் உண்டாக்கும்நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பு.
- செலவிடப்பட்ட நுண்ணுயிரி சார் உயிரித்திரளின் (Biomass) கழிவு நீக்கத்தோடு தொடர்புடைய பிரச்சினைகள் மற்றும் உயிரி தொழில்நுட்பச் செயல்முறைகளின் காரணமாகச் சுத்தமாக்கப்பட்ட கழிவுநீர் தொடர்பான பிரச்சினைகள்.
- கலப்படம், தொற்றுதல் அல்லது சடுதிமாற்ற செயல்முறை நுண்ணுயிரி ரகங்களுடன் தொடர்புடைய பாதுகாப்பு அம்சங்கள்.
- செயற்கையாக நுழைக்கப்பட்ட மறுகூட்டிணைவு மரபணுக்களைக் கொண்ட நுண்ணுயிரிகளின் தொழில்சார் பயன்பாட்டுடன்தொடர்பு கொண்டுள்ள பாதுகாப்பு அம்சங்கள்

உயிரி பாதுபாப்பு வழிகாட்டு முறைகளை நடைமுறைப்படுத்துதல் பின்வரும் முறைகளில் செய்யப்படுகின்றன:

- நிறுவனங்கள் அளவில் ஆராய்ச்சி செயல்பாடுகளை உயிரி பாதுகாப்புக் குழு கண்காணித்தல் (IBSC – Institutional BioSafety Committee)
- உயிரிதொழில்நுட்பத்துறையில் (DBT – Department of Biotechnology) செயல்பட்டு வரும் மரபணு கையாளுதல் ஆய்வுக் குழு (RCGM – Review Committee on Genetic Manipulation) ஆய்வகங்களில் மேற்கொள்ளப்படும் ஆபத்தான ஆய்வுச் செயல்களைக் கண்காணித்தல்.
- வணிக மட்டத்திலும் வேளாண்மை பயிர்கள், தொழில் சார் உற்பத்தி பொருள்கள், உடல்நலப் பேணல் பொருள்கள் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய மரபணு மாற்றமடைந்த பொருள்களைப் பயிர் நில முன் சோதனைகளிலும், மரபணு சார் மாற்றமடைந்த உயிரியின் பயன்பாட்டையும் அனுமதிக்கும் அதிகாரம் சுற்றுச் சூழல் மற்றும் வன அமைச்சகத்தின் மரபுப் பொறியியல் அங்கீகாரக் குழுவிற்கு (GEAC – Genetic Engineering Approval Committee) உள்ளது.

உயிரி அறநெறி – அறம்சார், சட்டப்பூர்வமான மற்றும் சமூக விளைவுகள் (ELSI – Ethical Legal Social Implications):

உயிரி அறநெறி என்பது மேம்பட்ட உயிரியல் மற்றும் மருத்துவத்தில் காணப்படும் அறம் சார்ந்த பிரச்சினைகள் பற்றிய படிப்பாகும். இது உயிரியல் மற்றும் மருத்துவத்தில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்களிலிருந்து தோன்றுகிறது. இது மருத்துவ விதிமுறை மற்றும் பயிற்சியோடு தொடர்புடைய அறநெறிசார் பகுத்தறிவை உள்ளடக்கியது. உயிரி அறிவியல், உயிரி தொழில்நுட்பம், மருத்துவம்

ஆகியவற்றிற்கு இடையேயுள்ள தொடர்புகளில் எழும் அறநெறிசார் கேள்விகள் உயிரிஅறநெறியாளர்களைச் சார்ந்துள்ளது. முதல்நிலை உடல்பேணல் மற்றும் மருத்துவத்தின் இதர துறைகளின் விழுமியங்கள் பற்றிய ஆய்வை இது உள்ளடக்கியது.

உயிரிஅறத்தின் நோக்கமானது நகலாக்கம், மரபணு சிகிச்சை, உயிர் நீட்டிப்பு, மனித மரபணுசார் பொறியியல், வான்வெளியில் உயிர் தொடர்பான வான் அறநெறி மற்றும் மாற்றப்பட்ட DNA, RNA மற்றும் புரதங்கள் மூலம் அடிப்படை உயிரியலைக் கையாளுதல் போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய உயிரிதொழில்நுட்பவியலோடு நேரடியாகத் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. உயிரிதொழில்நுட்பவியலில் ஏற்பட்டுள்ள இந்த வளர்ச்சிகள் வருங்காலப் பரிணாமத்தைப் பாதிக்கும் மற்றும் புதிய நெறிமுறைகளின் தேவையை உருவாக்கும். இவற்றில் உயிரையும் அதன் அடிப்படை உயிரி பண்புகளையும் அமைப்புகளையும் மதிக்கும் உயிரி அறநெறிகள் அடங்கும்.

அறநெறிசார், சட்டப்பூர்வ மற்றும் சமூக விளைவுகள் (ELSI) செயல்திட்டம் 1990ல் மனித மரபணு தொகைய திட்டத்தின் ஒருங்கிணைந்த பகுதியாக உருவாக்கப்பட்டது. ELSI செயல்திட்டத்தின் சீரிய நோக்கம் மரபணு தொகைய ஆய்வினால் எழுப்பப்பட்ட பிரச்சினைகளை அடையாளம் கண்டறிவதும் அவற்றிற்குத் தீர்வு காண்பதும் ஆகும். இந்தப் பிரச்சினைகள் தனிப்பட்ட மனிதர்கள், குடும்பங்கள், சமுதாயம் போன்றவற்றைப் பாதிக்கக்கூடும். ''நேஷ்னல் இன்ஸ்டிடியுட் ஆ.்.ப் ஹெல்த்'' (National Institutes of Health) மற்றும் USன் ''டிபார்ட்மெண்ட் ஆ.்.ப் எனர்ஜி'' (Department of Energy)ல் மனித மரபணு தொகைய செயல்திட்டத்தின் பட்ஜெட்டில் ஒரு குறிப்பிட்ட விழுக்காடு ELSI ஆய்விற்குப் பகிர்ந்தளிக்கப்பட்டுள்ளது.

மரபணு தொகைய ஆராய்ச்சியில் அறம்சார் பிரச்சினைகள்:

- தொழிலில் அமர்த்துதல் மற்றும் காப்பீட்டில் (Insurance) மரபணுசார் வேறுபாட்டை உள்ளடக்கிய மரபணுசார் தகவல் பயன்பாட்டில் தனிமனித ரகசியத்தையும், நேர்மையையும் செயல்படுத்துதல்.
- மரபணுசார் சோதனை போன்ற புதிய மரபணுசார் தொழில்நுட்பங்களைச் சிகிச்சைச் சார் மருத்துவ நடைமுறையில் ஒன்றிணைத்தல்.
- மக்களின் முன் ஒப்புதலுடன் கூடிய மரபணு ஆராய்ச்சி மற்றும் வடிவமைப்பைச் சார்ந்த அறநெறி சார் பிரச்சனைகள்.

மரபணுப் பொறியியல் மதிப்பீட்டு குழு (GEAC – Genetic Engineering Appraisal Committee)

தீங்கு செய்யும் நுண்ணுயிர்கள் அல்லது மரபணு மாற்றமடைந்த உயிரிகள் (GMOs) மற்றும் செல்கள் போன்றவற்றின் உற்பத்தி, பயன்பாடு, இறக்குமதி, ஏற்றுமதி சேமிப்பு போன்றவற்றை நாட்டில் ஒழுங்குபடுத்தச் சூழலியல், வனங்கள் காலநிலை மாற்ற அமைச்சகத்தின் கீழ் அமைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு முதன்மை குழு தான் GEAC ஆகும். ஆய்விலும், தொழிற்துறை உற்பத்தியிலும், தீங்கு செய்யும்

நுண்ணுயிர்களையும், மறுகூட்டிணைவு உயிரிகளையும் பெரிய அளவில் பயன்படுத்துவதில் ஈடுபட்டுள்ள செயல்பாடுகளுக்கு அனுமதிகளைக் கொடுப்பதற்கு உருவாக்கப்பட்ட இது ஒரு முக்கியமான அமைப்பாகும். சோதனை அடிப்படையில் கள முயற்சிகளையும் உள்ளடக்கிய சூழலில் மரபணு மாற்றமடைந்த உயிரிகளையும், உயிரிப் பொருள்களையும் வெளியிடுவது தொடர்பான செயல்திட்டங்களுக்கு அனுமதி அளிப்பதற்கும் GEAC காரணமாகிறது. (Biosafety Research level trial – I and II known as BRI – I, BRI – II)