24

மரபியல்
பயிர்ப் பெருக்கம்

ஆசிரியர்
தி. ஸ்ரீகணேசன்,
விரிவுரையாளர், தாவரவியல் துறை,
மதுரைக் கல்லூரி, மதுரை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—389

மரபியல் பயிர்ப் பெருக்கம்

ஆசிரியர்
தி. ஸ்ரீகணேசன்,
விரிவுரையாளர், தாவரவியல் துறை,
மதுரைக் கல்லூரி, மதுரை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—389

மரபியல் பயிர்ப் பெருக்கம்

ஆசிரியர்

தி. ஸ்ரீகணேசன்,

விரிவுரையாளர், தாவரவியல் துறை,

மதுரைக் கல்லூரி, மதுரை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—December, 1972

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 389

© Tamil Nadu Text Book Society

GENETICS & PLANT BREEDING

T. SRIGANESAN

Price Rs. 6-85

'Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.'

Printed by :
Erieetti Achagam,
32/1, Murugappa Mudali Street,
Madras-7,

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்

(தமிழகக் கல்வி, உள்ளாட்சித் துறை அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பன்னிரண்டாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன் வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ் வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்து வரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

பல துறைகளில் பணி புரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், பௌதிகம், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'மரபியல் பயிர்ப் பெருக்கம்' என்ற இந் நூல் தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 389ஆவது வெளியீடாகும். இதுவரை 424 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெற வேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

குறிப்பு

மரபியல் பகுதியில் பண்புகளையும், இயல்புகளையும் குறிக்க ஆங்கில எழுத்துகளே உபயோகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. உதாரணமாக, 'நெட்டை' இயல்பிற்கு 'Tall' என்னும் சொல்லின் முதல் பெரிய எழுத்தான 'T'யும், இப் பண்பின் ஒடுங்கு இயல்பான குட்டைக்குச் சிறிய எழுத்தான 't' என்ற எழுத்தும் உபயோகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவ்விதமின்றித் தமிழ் எழுத்தான 'நெ' என்ற எழுத்தை உபயோகிப்பதால் பெரிய எழுத்திற்கும் சிறிய எழுத்திற்கும் வேறுபாடு காண்பிப்பது கடினமாக அமையும். மேலும், மாணவர்கள் எழுதும்போது இது மேலும் சிக்கலைத் தோற்றுவிக்கும். அதனுல் ஆங்கில எழுத்தைப் பண்பு, இயல்பு, ஜீன் இவற்றைக் குறிக்க உபயோகிப்பதே சாலச் சிறந்தது எனக் கருதுகிறேன்.

ஆசிரியர்

பொருளடக்கம்

மரபியல்

பக்கம்

1. தோற்றுவாய் (Introduction) ... 1

செல்லியல்-மரபியல் நெடுஞ்சாலையிலுள்ள எல்லைக் கற்கள்

2. மெண்டலின் ஆராய்ச்சி (Mendel's Work) ... 6

மெண்டலின் ஆராய்ச்சி—ஒற்றை ஹைபிரிட் முறை—மெண்டலிஸத்தில் உபயோகப்படுத்தப்படும் சொற்றொடர்கள்—கேமீட்டுகள் இணையும் முறைகள்—பால் தலைகீழ் மாற்றுக் கலவியல்—சோதனை மாற்றுக் கலவியல்

3. பிரிதல் கொள்கை அல்லது இரு ஹைபிரிட் முறை (Law of Segregation or Dihybrid Ratio) ... 23

பிரிதல் கொள்கை—இரு ஹைபிரிட் முறை—மெண்டலின் விதிகள்

4. முழுமையடையாத ஓங்குபண்பு (Incomplete Dominance) ... 31

அந்திமந்தாரை—ஸ்னுப்ட்ராகன் மாற்றுக் கலவியல்கள்

5. ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல் (Interaction of Genes) 35

ஓங்குபண்புகளின் கூட்டுச் செயல் — கூட்டுக் கொள்கை வகைகள்—நிரப்பும் ஜீன்கள்—துணைக் காரணிகள் — பாலிமெரிஸம் — எபிஸ்டாஸிஸ் — தடைக் காரணிகள்—சாவிற்குரிய ஜீன்கள்—இரட்டைக் காரணிகள்—கூட்டுக் காரணிகள்—மாற்றக் கூடிய ஜீன்கள்—கணக்குகள்

பக்கம்

6. பிணைதலும் எதிர்மாறுதலும் (Linkage & Crossing over) 65

பேட்சன் பரிசோதனை—எதிர்மாறுதல்—எதிர்மாறுதலும் கயாஸ்மா தோன்றுதலும்—கயாஸ்மா வகைக் கொள்கை—முனைக்குச் செல்லுதல்—எதிர்மாறுதல் தோன்றும் விதம்

7. பன்மயம் (Polyploidy) ... 85

ஒற்றைமயம்—இயற்கையில் தோன்றும் பன்மயம்—தூண்டப்பட்ட பன்மயம்—தன் பன்மயம்—தன் மும்மயம்—தன் நான்மயம்—அயல் பன்மயம்

8. பால் வரையறைதல் (Sex Determination) ... 95

தோற்றுவாய்—ஷெர்ஷான் தேனீ ஆராய்ச்சி—செடிகளில் பால் வரையறைதல்—பால் தன்மையும் டயீஷிஸமும்—ஸெல்லியல் முறையில் பால் தன்மையை 4 வகைகளில் வரையறுத்தல்—XY வழி—XO வழி—ZW வழி—தேனீ வழி

9. பால் பிணைதல் (Sex Linkage) ... 106

பால் பிணைதல்—பிரிட்ஜஸ் ஆராய்ச்சி கனி ஈ கண் நிற அமைப்பு--மனிதனின் பால் பிணைந்த இயல்புகள்—ஹீமோஃபீலியா—வண்ணக் குருடு—இரண்டாம் நிலை பால் பண்புகள்—பால் மாறுதல்—பால் குரோமஸோம்களின் செயலாற்றம்—பொய் இருபாலான தன்மை—பால் குரோமஸோம் விகிதம்—ஹோலாண்ட்ரிக் ஜீன்கள்—ஸைடோப்ளாசப் பாரம்பரியம் — அந்திமந்தாரை, சங்கு, பாரமேஸியம் ஆராய்ச்சிகள்—கணக்குகள்

10. பாரம்பரியத்தில் குரோமஸோம் கொள்கை (Chromosome Theory of Heredity) ... 126

தோற்றுவாய்—ஸெல் பிரிதல்—குரோமஸோமின் அமைப்பு—குரோமஸோமின் தொகுதி—குரோமஸோமின் நுண்ணிய அமைப்பு—டி. என். ஏ.-யின் அமைப்பு—டி. என். ஏ. பெருக்கம்—டி. என். ஏ.-யின் சிறப்புத் தன்மை—குரோமஸோம் கொள்கை—

பக்கம்

சட்டன், பவேரி கொள்கை—மார்கன் கொள்கை—சுருக்கம்

11. **திடீர்மாற்றம்** (Mutation) ... 147

தோற்றுவாய்—டி விரிஸ் பரிசோதனை—விளக்கம்—திடீர்மாற்ற வகைகளும் அவற்றைத் தூண்டும் சூழ்நிலைகளும்—ஜீனின் தன்மை—ஜீனில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றம்—உடல்திசு திடீர்மாற்றங்கள்—கதம்ப உரு வகைகள்—பகுதி, சுற்றிவளர், மெரிக்லைனல் கதம்ப உருக்கள்—ஜீனோம் திடீர்மாற்றம்—குரோமஸோம் எண்ணிக்கையில் மாறுதல்கள்—அமைப்பில் மாறுதல்கள்—மயம்—தூண்டப்பட்ட திடீர்மாற்றம்—கதிர் இயக்கம்—வேதியல் மியூடாஜென்கள்—வெப்ப நிலை—திடீர்மாற்றமும் பரிணாமமும்—கணக்குகள்

12. **ஜீன் சங்கேதம்** (Genetic Code) ... 174

தோற்றுவாய்—புரதத் தயாரிப்பு—ஜீன் சங்கேத முறையின் வளர்ச்சி—சங்கேத விகிதம்—சங்கேதங்களின் வகைகள்—சங்கேதத்தை விடுவிக்கும் முறை—சங்கேத அகராதி—சங்கேதமும் திடீர்மாற்றமும்—சங்கேதச் செய்தி படிக்கும் முறை

13. **ஹைபிரிட் திடம்** (Hybrid Vigour) ... 190

தோற்றுவாய்—காரணங்கள்

பயிர்ப் பெருக்கம்

1. **தோற்றுவாய்** (Introduction) ... 201

2. **பயிர் உட்புகுத்தல்** (Plant Introduction) ... 204

தோற்றுவாய்—முக்கிய தானியங்களின் உற்பத்தி இடம்

3. **தேர்ந்தெடுத்தல்** (Selection) ... 207

இனப் பெருக்க முறைகள்—தேர்ந்தெடுத்தல் முறைகள்

பக்கம்

4. கலப்பிலாச் சந்ததி (Pure Line) 210

ஜொகான்சன் செய்முறை—கலப்பிலாச் சந்ததியின் பாரம்பரியச் சிறப்பு—கலப்பிலாச் சந்ததி வகைகள்—கூட்டுப்பண்ணை முறை—தனிச்செடி அல்லது பரம்பரை வழி முறை

5. குளோன் தேர்வு முறை (Clonal Selection) ... 216

தோற்றுவாய்—குளோன் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யும் தாவரங்கள்—உருளைக்கிழங்கு விளைச்சல்-லைசன்கோ செய்முறை—திடமும் விளைச்சலும்

6. மாற்றுக் கலவியல் (Hybridization) ... 219

தோற்றுவாய்—இரு சிற்றின மாற்றுக் கலவியல்—இணையும் தன்மை—F_1 சந்ததி ஹைபிரிட் ஒற்றுமை தன்மை—இரு சிற்றின ஹைபிரிட்டின் வெளி அமைப்பியல்—இரு சிற்றின ஹைபிரிட்டின் திடம்—இரு சிற்றின ஹைபிரிட்டின் மலட்டுத் தன்மை—இரு சிற்றின ஹைபிரிட் தரித்தலின் பாரம்பரிய இயல்—இரட்டை மய இரு சிற்றின ஹைபிரிட்டுகள்—இரு பேரின ஹைபிரிட்டுகள்—கூட்டு ஹைபிரிட் உண்டாக்குதல்—ஒழுங்கற்ற ஹைபிரிட் அல்லது பர்பாங்கிஸம் — இன்ட்ராக்ரெசிவ் ஹைபிரிட் — ஹைபிரிட் தரித்தலிலுள்ள எல்லைப்பாடுகள்—மாற்றுக் கலவியலின் செய்முறை — ஆண்பாகமகற்றல் முறை — பாலிலா ஹைபிரிட் தரித்தல்—உருதக்காளி, பொடடொமேடோ — ஹைபிரிட் திடம்—காரணங்கள் — ஜோன்ஸ் ஆராய்ச்சி

7. பயிர்ப் பெருக்குதல் முறைகள் (Plant Breeding Methods) 239

கூட்டுப்பண்ணை முறை—ஹேலட் முறை—ரிம்பாவ் முறை—பெற்றோர் தேர்வு முறை—ஒற்றைச் செடி அல்லது கலப்பிலாச் சந்ததி முறை—சாவலாவ் முறை—ஹைபிரிட் தரித்தல் முறை—ஹைபிரிட் தரித்தலுக்குச் சாதகமான சூழ்நிலைகள்—பெற்றோர் தேர்வு முறை—பெருமளவு முறை—கூட்டுக் கலவினை.

பக்கம்

முறை—பின் கலவின முறை—அயல் கருத் தரித்தலால் பயிர்ப் பெருக்குதல்--பன்மயம்—கால்சிசீன் உப யோகிக்கும் முறை—ஒற்றை மயம்—பான்சாய் முறை

8. பயிர் காத்தல் (Plant Protection) ... 257

தோற்றுவாய்—நோயைத் தடுக்கப் பயன்படும் முறைகள்—விலக்குதல்—அடியோடு ஒழித்தல்—பாதுகாத்தல்—பாதிக்கப்படாத தன்மை—ஒற்றைச் செடி தேர்வு—ஹைபிரிட் தரித்தல்—வறட்சி பாதிக் காத இனங்கள்—பயிர்ப் பெருக்குதல்—லைசென்கோ கொள்கை—பாகுபாட்டின் நிலைகள்

9. இந்தியாவில் பயிர்ப் பெருக்கம் (Plant Breeding in India) ... 270

தோற்றுவாய்—தானியங்கள்—ஆடுதுறைப் பண்ணை ரகங்கள்—கோயம்புத்தூர்ப் பண்ணை ரகங்கள்—இந்திய உயர் ரகங்கள்—எண்ணெய் வித்துகள்—தினை வகைகள்—பருப்பு வகைகள்—நார்த் தாவரங்கள்—பழ வகைகள்—சர்க்கரைத் தாவரங்கள்—பான வகைகள்

10. பயிர்ப் பெருக்குதல் எதிர்காலம் (Future of Plant Breeding) ... 290

ஆராய்ச்சியாளர் கொள்கை — இனச்சோதனை—பயிர்ப் பெருக்கத்தின் எதிர்காலம்

மேற்கோள் நூற்பட்டியல் 293

கலைச்சொற்கள் 297

ம ர பி ய ல்

1. தோற்றுவாய்
(Introduction)

மரபியல் அறிவியலின் ஓர் அங்கமாகும். இஃது இப்பொழுது இளம்பருவத்தில்தான் உள்ளது. இந்த நூற்றுண்டில்தான் பண்பாட்டியல் தோன்றியுள்ளது. பழைய அகராதிகளில் மரபியல் என்ற வார்த்தையைத் தேடினுல், அதாவது ஜெனிடிக்ஸ் என்பதைத் தேடினுல், ஏமாற்றந்தான் அடைய நேரிடும். தற்போது அறுபத்தைந்து (65) வயதைத்தான் அடைந்துள்ளது. இது பாரம்பரியம் என்ற உயிரியல் பிரிவிலிருந்து தோன்றியதாகும். ஆனுல், மரபியல் தோன்றிச் சிறிது காலம் ஆனபோதிலும் அது மிக விரைவில் அதிக முன்னேற்றமடைந்துள்ளது. மரபியல், அறிவியலில் பல புதிய கருத்துகளைப் புகுத்தியதோடல்லாமல், பல கொள்கைகளைத் திருத்தி அமைக்க முடிந்துள்ளது. மரபியலில் இக் குறுகிய காலத்திற்குள் முன்னேற்றங்கள் அல்லது மாற்றங்கள் தோன்றியுள்ளன.

முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்ட காலத்தை 'மெண்டல்' (Mendel) முதல் 'மார்கன்' (Morgan) வரை உள்ள காலம் எனக் கொள்ளலாம்.

பாரம்பரிய வழியில் தோன்றி நெருங்கிய உறவுமுறையைக் காண்பிக்கும் ஒத்த உயிரிகளில் காணப்படும் ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளை விளக்க உபயோகப்படுத்தப்படும் விஞ்ஞானமே 'மரபியல்' ஆகும்.

மரபியல் அறிவை ஐந்து வழிகளில் பெறலாம்:

1. கவனித்தல் (Observation) : உயிரினங்களில் தோன்றும் மாறுபாடுகளைக் கவனித்து அதற்கான காரணங்கள், கொள்கைகளை ஊகித்தறிவது,

2. செய்முறை (Experimental Method) : எவ்வகையில் பாரம்பரியம் நடைபெறுகிறது என்று அறிவது. இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு 'மெண்டலிஸம்'.

3. புள்ளிவிவர முறை (Statistical Method) : ஆராய்ச்சி வாயிலாகக் கிடைக்கும் உண்மைகள் அதிகரிக்கும்போது சிக்கல்களும் தோன்றலாம். அதனுல் முடிவைக் காண்பதுவும் கடினமாகிறது. பயோமெட்ரி (Biometry) என்பது உயிரியல் புள்ளிவிவரங்களைக் குறிக்கிறது. இதை உபயோகித்து மனித மரபியலைப்பற்றி அறிய முடியும்.

4. ஸெல்லியல் முறை (Cytological Method) : எலக்ட்ரான், மைக்ராஸ்கோப் போன்ற நவீன சாதனங்களின் உதவியால் குரோமஸோம் அமைப்பு, மற்றும் அது செயல்படும் முறையைப்பற்றி அறிதல்.

5. வளர்ச்சி முறை (Developmental Method) : கண்ணுக்குப் புலப்படாத ஜீன் எவ்விதம் வெளிப்புறப் பண்புகளுக்குக் காரணிகளாக அமைகின்றன என்று அறிவது. இதற்கு வேதியியல், இயற்பியல்களின் அறிவு அவசியம். உயிர்வேதியியல், உயிர் இயற்பியல் வல்லுநர்கள் தரும் புள்ளிவிவரங்களைக்கொண்டு, உயிரியல் வல்லுநர்கள் தங்கள் ஆராய்ச்சியை அமைத்துக்கொள்ளுதல்.

ஸெல்லியல்-மரபியல் நெடுஞ்சாலையிலுள்ள எல்லைக் கற்கள்

ஆதாரம் : நார்மன். S. கோன் - 1968

வருடம்	கண்டுபிடித்தவர்	கண்டுபிடித்த பொருள்
1590	Z. ஜேன்சன் & H. ஜேன்சன் (Z. Jannsen & H. Jannsen)	மைக்ராஸ்கோப் (microscope)
1665	R. ஹுக் (R. Hooke)	தக்கைத் துண்டில் (cork) ஸெல்கள்
1674	A. வான் லூயன்ஹாக் (A. Van Loienwenhock)	மைக்ராஸ்கோப் லென்ஸ், ஆண்பால் செல்கள், பாக்டீரியா உட்கரு முதலியவற்றை ஆராய்தல்.
1674	J. B. லாமார்க் (J. B. Lamark)	உயிரினத்தில் ஸெல்லின் அவசியம்.

வருடம்	கண்டுபிடித்தவர்	கண்டுபிடித்த பொருள்
1823	J.B. அமிசி (J.B. Amici)	மகரந்தக்குழாய் வளர்ச்சி
1825	F.V. ராஸ்பெய்ல் (F.V. Raspail)	ஸெல் வேதியியல் தோற்றம்
1833	ப்ரௌன் (Brown)	ஸெல்லில் உட்கரு
1835	H. வான் மால் (H. Von-Mohl)	ஸெல் பிரிதல்-ப்ரோட்டோப்ளாசம்
1838 1839	M.J. ஷெலிடன் & T. சுஷ்வான் (M.J. Schleidon & T. Schwann)	ஸெல் கொள்கை
1845	A. டோன் (A. Donne)	போட்டோ மைக்ராஸ்கோபி (Photo Microscopy)
1846	K. நகேலி (K. Nageli)	ஸெல் பிரிதல்
1849	W. ஹாப் மீஸ்டர் (W. Hof Meister)	உட்கரு பிரிதல்
1865	G. மெண்டல் (G. Mendel)	மரபியல் அடிப்படைக் கொள்கைகள் தோற்றுவித்தல்
1870	W. ஹிஸ் (W. His)	மைக்ரோடோம் (Microtome)
1882	W. ஃப்ளெமிங் (W. Fleming)	குரோமஸோம் பிரிதலைப் பார்த்தல்; மைட்டாஸிஸ் என்ற பெயரைத் தோற்றுவித்தல்.
1884	E. ஸ்ட்ராஸ்பர்கர் (E. Strasburger)	பூக்கும் தாவரங்களில் கருவுறுதலைப் பார்த்தல்.
1888	W. வால்டேயர் (W. Waldeyer)	குரோமஸோம் என்ற பெயரைத் தோற்றுவித்தல்.
1892	A. வீஸ்மான் (A. Weismann)	ஜேம்ப்ளாசம் (Germplasm) அவசியத்தைக் கண்டுபிடித்தல்.

வருடம்	கண்டுபிடித்தவர்	கண்டுபிடித்த பொருள்
1899	ஆல்ட்மேன் (Altmann)	உட்கரு அமிலம் என்ற பெய ரைத் தோற்றுவித்தல்.
1901	டி விரிஸ் (De - Vries)	திடீர்மாற்றம் அல்லது மியூ டேஷன்
1902	C.E. மெக்லங்க் (C.E. McClung)	பால் குரோமஸோம்கள்
	W.S. சட்டன் (W.S. Sutton)	மியாஸிஸ் (Meiosis) அவசி யத்தைக் காணல். பாரம் பரியத்தில் குரோமஸோம் கொள்கை
1905	J.B. ஃபார்மர் (J.B. Farmer)	மியாஸிஸ் (Meiosis) என்ற சொல்லை உட்புகுத்தல் (Maiosis)
1909	F.A. ஜேன்சன்ஸ் (F.A Jannsens)	கையாஸ்மா (Chiasmata) தோன்றுதலைக் காணல்.
1915	T.H. மார்கன் (T.H. Morgen)	மெண்டல் கொள்கையின் தத்துவத்தை அறிவித் தல்.
1920	A.F. ப்ளாக்ஸ்லீ (A. F. Blackslee)	ஊமத்தையில் ட்ரயஸோ மிக் (Triosomic) காணல்.
1921	C.B. ப்ரிட்ஜஸ் (C.B. Bridges)	கனி ஈயில் மும்மயம் - அலி தன்மை
1923	C.B. ப்ரிட்ஜஸ் (C.B. Bridges)	இரட்டையாதல், குறை பாடு அடைதல், இட மாறுதல்
1924	R. ஃபுல்ஜென் & H. ரோசன்பெக் (R. Feulsen & H. Rossenbeck)	டி. என். ஏ.-க்குப் பரிசோ தனைகள்
1926	A.H. ஸ்டார்ட்வான்ட் (A.H. Staurtevant)	திரும்பி அமைதல் (Inversion)
1928	L.J. ஸ்டேட்லர் (L.J. Stadler)	எக்ஸ்ரேமூலம் திடீர்மாற் றம் தோற்றுவித்தல்

வருடம்	கண்டுபிடித்தவர்	கண்டுபிடித்த பொருள்
1931	C. ஸ்டேர்ன் (C. Stern)	கனி ஈயில் எதிர் மாறுதலுக்கான ஸெல்லியல் நிரூபணம்
1944	O.T. அவ்ரி & M. மெக்கார்டி (O.T. Avery & M. McCarty)	பாரம்பரியத்தில் டி.என்.ஏ. அவசியம்
1946	முல்லர் (Muller)	கதிரியக்கப் மரபியல்
1948	A. பாய்வின் (A. Boivin)	ஓர் உயிரினத்தின் ஸெல்களிலுள்ள டி.என்.ஏ-யின் அளவு ஒத்திருத்தல்
1953	J.D. வாட்சன் & F.H.C.க்ரிக் (J. D. Watson & F. H. C. Crick)	டி.என்.ஏ. நகல் தயாரித்தல்
1956	S. அசோவா (S. Ochoa)	பாலி ரிபோநூக்ளியோடைட் ஸெல்லுக்கு வெளியே தயாரித்தல்
1958	G.M. பீடில் & E.Z. டாடம் (G.M. Beadle & E. Z. Tatum)	மரபியலுக்காக நோபெல் பரிசு பெறல்
1959	F. சாங்கர் (F. Sanger)	இன்சுலினுள்ள அமினோ அமிலங்களை உற்பத்தி செய்தல்; அதற்காக நோபெல் பரிசு பெறல்
1968	R. ஹோலி & H. கொரானு (R. Holley & H. Khorana) M.W. நியூரன்பெர்க் (M.W. Nirenberg)	புரதத் தயாரிப்பு, ஜெனிடிக்ஸ் ஸங்கேதம் இவற்றுக்காக நோபெல் பரிசு பெறல்

2. மெண்டலின் ஆராய்ச்சி
(Mendel's Work)

மெண்டலைப் (Mendel) மரபியலின் தந்தை எனக் கூறுவர். இக் காலத்தில் யாவரும் இப் பெயரைக் கேள்விப்பட்டிருக்கலாம். பாரம்பரியத்தைப்பற்றிய அடிப்படைக் கொள்கைகளை, கருத்துகளை அறிமுகப்படுத்தியதே அவருடைய வெற்றிக்குக் காரணமாகும். மெண்டலின் காலத்திற்கு முன்பு மனிதன், குழந்தைகளையும்; பூனை, பூனைக்குட்டிகளையும் கொடுக்கின்றன என்ற உண்மையை மட்டும் அறிந்திருந்தனரே தவிர, இதற்கான காரணத்தை அறிய முயலவில்லை. இதில் பொதிந்துள்ள கருத்து யாது என்பதைத்தான் மெண்டல் தம் ஆராய்ச்சிமூலம் விளக்கி உள்ளார்.

மெண்டல் 1865ஆம் ஆண்டு 'மாற்றுக் கலவியலின் பரிசோதனைகள்' (Experiments in Hybridisation) என்ற தலைப்பில் வெளியிட்ட ஆராய்ச்சிக் கட்டுரையில் தம்முடைய எட்டு வருட அநுபவங்களை விவரித்துள்ளார். இக் கட்டுரையைப் படித்தவர்களுக்கு அவர் அடைந்த வெற்றியின் காரணங்கள் விளங்கும். ஒவ்வோர் அறிவியல் மாணவனும், ஆராய்ச்சியாளனும் மெண்டலின் வாழ்க்கைச் சரிதத்தைப்பற்றித் தெரிந்துகொள்ள வேண்டியது மிக அவசியம். மெண்டல் தம் பரிசோதனைகளைக் கவனமாகவும், மதிநுட்பத்துடனும் அமைத்துக்கொண்டதே வெற்றிக்குக் காரணமாகும்.

மெண்டலிஸம் அல்லது ஹைபிரிட் தரித்தல் என்னும் மாற்றுக் கலவியலைப்பற்றி அறிவதற்கு முன்பு அவர் கையாண்ட முறைகளையும், அவருக்கு நேர்ந்த இடையூறுகளைப்பற்றியும் தெரிந்துகொள்வோம்.

கிரிகார் மெண்டல் (Gregor Mendel) என்ற பாதிரியார் ஆஸ்திரிய நாட்டில் ப்ரன் (Braun) என்ற ஊரிலுள்ள (தற்சமயம் செகோஸ்லேவேகியா நாட்டின் ஒரு பகுதியாக இருந்து வருகிறது.

மாதாகோவிலில் சமயப்பணியாற்றி வந்தார்; அவருக்குக் கணிதத்தில் ஆர்வம் இருந்ததால், தம்முடைய ஆராய்ச்சியை ஓர் ஒழுங்கான முறையில் கையாண்டார். மெண்டலுக்கு மாற்றுக் கலவியலில் இருந்த ஈடுபாட்டை நெப்போலியனின் வெற்றிக்கு ஈடாகச் சொல்லலாம். நெப்போலியன் குறித்த இடத்திலும், குறித்த நேரத்திலும் எதிரிகளைவிடப் பலம் வாய்ந்து காணப்பட்டதே அவருடைய வெற்றிக்குக் காரணமாகும். உலகப் பற்றிலிருந்து விடுபட்டு அன்றாட வாழ்க்கைச் சுழலில் ஈடுபடாமலிருந்த மெண்டலால் தம்முடைய ஆராய்ச்சியைக் கருத்தூன்றித் திட சித்தத்தோடு கையாள முடிந்தது. அவருக்கு முன்னிருந்த வல்லுநர்கள், தாம் செய்யும் ஆராய்ச்சியில் எல்லாவற்றையும் அடைய எண்ணி ஒன்றையும் அடையாமல் ஏமாற்றமடைந்தனர். ஆனால், மெண்டல் ஒரே ஒரு செடிச் சிற்றினத்தைத் தேர்ந்தெடுத்து, அதிலேயே கவனம் செலுத்தியதால், வெற்றியைக் காண முடிந்தது; பட்டாணிச் (garden pea) செடியையே தம் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொண்டார். பட்டாணிச்செடி எல்லா விதச் சூழ்நிலைகளிலும் வளரக்கூடியது. இச் செடியின் பண்புகள் நிலையாகவும், பாகுபாட்டுடனும் காணப்படுகின்றன. இச் செடி ஐரோப்பியச் சூழ்நிலையில் சுலபமாக வளரும். பள்ளிச் சிறுவர்களுக்குப் பட்டாணிச் செடி, பூ இவற்றின் புற அமைப்பியல் நன்கு தெரியும். இச் செடியின் பூ தன்மகரந்தச் சேர்க்கையால் இனவிருத்தி செய்வதே இதன் சிறப்புப் பண்பாகும். இதனால் மற்றச் செடிகளின் மகரந்தத் தூள்கள் இடையூறாக இரா.

முதலில் மெண்டல் முப்பத்து நான்கு (34) வகைகளைத் தம் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொண்டார்; இவையெல்லாம் கலப்படமற்றவைதாமா என்பதை அறிய முதலில் ஆராய்ச்சிக்கு உட்படுத்தினார்; இவ் விதைகளைத் தனித்தனிப் பாத்திகளில் வளர்த்து இரண்டு, மூன்று தலைமுறைகளில் ஏதாவது மாறுபாடு தோன்றுகிறதா என்பதை ஆராய்ந்தார். இவ்விதம் நடத்திய சோதனைகள்மூலம் இருபத்து இரண்டு வகைகளைத் தேர்ந்தெடுக்க முடிந்தது. பிறகு பட்டாணிச் செடிகள் மாற்றுக் கலவியல் சோதனைக்கு உட்படுத்தப்பட்டன. ஆனால், மற்ற ஆராய்ச்சியாளர்களைப் போல் மெண்டல் செடியின் எல்லாப் பண்புகளையும், எடுத்துக்கொண்டு குழப்பத்தில் ஈடுபடவில்லை. பட்டாணிச் செடியில் நூற்றுக்கணக்கான மரபிகள் உண்டு. இந்த மரபிகளில் எவற்றை ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்வது என்பதே ஒரு புதிராக அமைந்தது. முடிவில் அவர் ஏழு ஜோடி மரபிகளைத் தேர்ந்தெடுத்தார். இந்த ஏழு ஜோடி மரபிகள் தெளிவாகவும் கலப்படமற்றும் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு மரபிக்கும்

இரண்டு இயல்புகள் உண்டு. அவை கீழே உள்ள அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

அட்டவணை 1

	மரபிகள்	இயல்புகள்	
1.	உயரம்	நெட்டை	குட்டை
2.	பூக்களின் நிறம்	சிவப்பு	வெண்மை
3.	பூக்கள் அமையும் இடம்	இலைக்கோணம்	தண்டு நுனி
4.	விதை உருவம்	உருண்டை	சுருங்கியவை
5.	பற்றுக் கம்பிகள்	உள்ளவை	அற்றவை
6.	விதை இலை நிறம்	மஞ்சள்	பச்சை
7.	கனியின் உருவம்	பருத்தவை	தட்டையானவை

இம் மரபிகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு எட்டு ஆண்டுகள் ஆராய்ச்சி நடத்தினார்; தம் ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளை ப்ரன் நாட்டு உயிரியல் கழகத்தில் 1865ஆம் ஆண்டு பிப்பிரவரி 8, மார்ச்சு 8ஆந் தேதிகளில் நடந்த கூட்டத்தில் படித்துக் காண்பித்தார்.[1] அந்தக் கழகத்தில் இருந்த மருத்துவர்கள், அரசாங்க ஊழியர்கள் எல்லோரும் உயிரியலில் வல்லுநர்கள் என்று கருதப்பட்டனர். அவர்கள் மெண்டலின் ஆராய்ச்சியைப்பற்றிக் கவலைப்பட்டதாகத் தெரியவில்லை. மெண்டல் கொள்கையில் அடங்கிய புள்ளி விவரங்கள், சூத்திரங்கள், அட்டவணைகள் முதலியன அவர்களுக்குப் புரியவில்லை. பரிணாமத்தைப்பற்றிய டார்வினின் கொள்கையே எல்லா அறிஞர்களின் கவனத்தையும் ஈர்த்திருந்ததால், உலகின் ஏதோ ஒரு மூலையில் தோன்றிய மெண்டலின் பட்டாணி ஆராய்ச்சியைப்பற்றி எவரும் கவலைப்பட்டதாகத் தெரியவில்லை. மெண்டலின் ஆசிரியரான நகேலி (Nageli) கூட மெண்டலை அதைரியப்படுத்தினார். மேலும், அவர் சூரிய காந்திக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஹிராஸியம் (Hieracium) என்ற

[1] மெண்டலின் கொள்கைகள், ஆராய்ச்சி முடிவுகள் ப்ரன் நாட்டு உயிரியல் கழகத்தின் ஆண்டு நடவடிக்கை இதழில் 1886-ல் வெளியிடப்பட்டு, ஐரோப்பா, அமெரிக்க நூல்நிலையங்களுக்கு அனுப்பப்பட்டன.

செடியை ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளும்படி தூண்டினார். இதற்கு ஹாக்வீட் (Hawkweed) என்ற பொதுப்பெயரும் உண்டு. இச் செடியைத் தாவரஇயலின் சாபக்கேடு என்று சொல்வர். மிகவும் பெயர் பெற்ற டி விரிஸ் (De-Vries) கூடத் தம் வாழ்நாள் முழுவதும் இச் செடியைப்பற்றிச் சோதனை நடத்தி மூன்று புத்தகங்கள் எழுதினாராயினும், ஒரு முடிவிற்கும் வர முடியவில்லை. இச் செடிக்கு எண்ணற்ற சிற்றினங்கள் (species), குற்றினங்கள் (varieties) உண்டு. மேலும், இச் செடியின் மஞ்சரியிலுள்ள பூக்கள் மிகவும் சிறியவை. மிகவும் வயதான வரான மெண்டல் பூதக்கண்ணாடி, ப்ரஷ் போன்ற உபகரணங்களுடன் இச் செடியுடன் போராடினார். ஆங்கில அகராதியிலுள்ள எழுத்துகள் அனைத்தையும் பயன்படுத்தியும் அவரால் ஹாக்வீட்டின் சிக்கலை விளக்க முடியவில்லை. இவ்விதமாக மெண்டலின் உற்சாகம், அவருடைய ஆசிரியரால் ஒரு சிறு செடிமூலம் தரை மட்டமாக்கப்பட்டது.

மெண்டல் எட்டு ஆண்டுகளாகக் கையாண்ட ஆராய்ச்சிக்காக, 1883ஆம் ஆண்டு தோட்டப் பயிரியல் கழகம் (Horticultural Society) ஒரு பரிசு வழங்கிற்று. மெண்டலின் ஆராய்ச்சிக் கட்டுரை நாற்பது (40) ஆண்டுகளாக வெளியிடப்படாமல் கேட்பாரற்றுக் கிடந்தது. 1900ஆம் ஆண்டு முன்பாதியில்தான் மெண்டலின் ஆராய்ச்சி புத்துயிர் பெற்றது. உலகின் மூன்று பாகங்களிலிருந்து அறிஞர்கள் மெண்டலின் சோதனையைத் திருப்பி மறுபடி செய்து காட்டினர். அவர்கள் ஹாலந்து நாட்டு ஹூகோ டி விரிஸ் (Hugo De-Vries), பெர்லின் தேசத்துக் காரென்ஸ் (Correns), வியன்னா நாட்டு எரிக் ஷெர்மார்க் (Erick Tschermark) முதலியவர் ஆவார்கள். இருட்டில் முடங்கிக் கிடந்த மெண்டலின் பொக்கிஷத்தை வெளிச்சத்திற்குக் கொண்டு வந்த பெருமை இம் மூவரையும் சாரும். இவ்விதமாகப் மரபியலில் மெண்டலிஸம் (Mendelism) அல்லது ஹைபிரிடிஸேஷன் (Hybridisation) எனப்படும் மாற்றுக்கலவியல் என்ற புது அத்தியாயம் தொடங்கிற்று. இதனால்தான் மெண்டலுக்குப் மரபியலின் தந்தை என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டது.

மெண்டலின் பரிசோதனை முறைக்கு மறுபடியும் வருவோம். மெண்டல் எடுத்துக்கொண்ட பட்டாணி வகைகளை மாற்றுக் கலவியல் தொடங்குவதற்கு முன்பு இரண்டு வருடங்களுக்குத் தொடர்ந்து பயிர் செய்து, அவை குறிப்பிட்ட மரபிகளைப் பொறுத்தவரையில் கலப்பற்றவைதாமா என்று உறுதிபடுத்திக்

கொண்டார். கலப்பற்றவை (pure breeding) என்றால் எடுத்துக் கொண்ட இயல்பைப் பொறுத்தவரையில் சேய்ச்செடி, தாய்ச் செடியை ஒத்திருக்க வேண்டும்.

மெண்டல் தம் ஆராய்ச்சியின்போது பல மரபிகளையும், அவற்றின் இயல்புகளையும் பார்த்த போதிலும், குறிப்பாக முன் சொன்னபடி ஏழு (7) மரபிகளை மட்டும் தேர்ந்தெடுத்தார்; இவற்றின்மூலமாக மெண்டலிஸக் கொள்கையை அறிமுகப் படுத்தியுள்ளார்.

மெண்டல் முன்யோசனையுடன் பட்டாணிச் செடிகளைப் பல தலைமுறைகளுக்குத் தோற்றுவிக்கச் செய்து, அவற்றின் சந்ததிகளை வகைப்படுத்தி, அவற்றின் எண்ணிக்கை, அமைப்பு முதலிய புள்ளிவிவரங்களைச் சேகரித்து வைத்தார். மெண்டலுக்கு முற்பட்டவர்கள் இவ்விதம் செய்யாமல் இயற்கையிலேயே தோன்றி அயல்மகரந்தக் கலவைகளால் உண்டான செடிகளின் பல மரபிகளை மேலெழுந்தவாரியாக நோக்கி முடிவுகளை எடுத்த தனால், அவர்களால் சரியான விளக்கம் தர முடியவில்லை.

மெண்டலிஸம் என்ற மாற்றுக் கலவியலைப்பற்றி எளிதாகப் புரிந்துகொள்ள வேண்டுமெனில், ஏதாவது ஒரு ஜோடி மரபியின் இயல்புகளை எடுத்துக்கொள்ளலாம். மெண்டல் ஏழு மரபிகளைப் பற்றி ஆராய்ச்சி நடத்தினாலும், ஒரு தடவையில் ஒன்று அல்லது இரண்டு ஜோடி மரபி இயல்புகளை மட்டும் தேர்வு செய்து, அவற்றைப் பற்றி ஆராய்ந்தார். உதாரணமாக, பட்டாணிச் செடியின் உயரத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். பட்டாணிச் செடிகளில் நெட்டை எட்டு (8) அடி உயரமாகவும், குட்டை ஓர் (1) அடி உயரமாகவும் காணப்படுகிறது. நெட்டை, குட்டை இவற்றையே இயல்புகள் என்கிறோம். இவை உயரம் என்ற மரபியின் இயல்புகள் ஆகும். இவ் வியல்புகள் மாறாமல் இருப்பதை ஐயமின்றி அறிந்து கொள்ளப் பல தலைமுறைகள் தற்காப்பு (Inbreeding) முறையில் பயிரிடப்பட்டன. பிறகு நெட்டையை ஒரு பெற்றோராகவும், குட்டையை மற்றொரு பெற்றோராகவும் கொண்டு கலவியல் நடத்தியதில் முதல் சந்ததி (F_1 தலைமுறை) கிடைத்தது. இதைத் தான் மெண்டல் ஹைபிரிட் (Hybrid) என்று கூறினார். இதற்கு F_1 அதாவது, முதல் தலைமுறை என்று பெயர். இவ்விதம் மாறு பட்ட இயல்புகளைக்கொண்ட பெற்றோரிடமிருந்து தோன்றி னாலும் முதல் தலைமுறை ஹைபிரிட் நெட்டைப் பெற்றோரைப் போலவே எட்டு (8) அடி உயரமாகக் காணப்பட்டது. இவ்விதம் மெண்டல் மற்ற ஆறு (6) மரபிகளையும் கொண்டு தனித்தனியாக

ஆராய்ந்து, ஓர் உண்மையைக் கண்டார். **ஹைபிரிட் ஏதாவது ஒரு பெற்றோரை ஒத்திருக்குமேயன்றி மற்றதை அன்று.**

இந்த ஹைபிரிட்டைத் தன்மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு உட்படுத்த வேண்டும். அதனுல் தோன்றிய விதைகளிலிருந்து கிடைக்கும் விதைகளே இரண்டாம் தலைமுறை F_2 ஆகும். இரண்டாம் தலை முறைச் செடிகளின் இயல்புகளைச் சரியாக அறிய, இருநூற்றைம்பது (250) தன்மகரந்தச் சேர்க்கைகள் நடத்தி, விதைகள் எடுத்து, அவற்றை முளைக்கச் செய்து குறிப்பு எடுத்துள்ளார். இதிலிருந்து மெண்டலின் வெற்றிக்குக் காரணம் சொல்லாமல் விளங்குகிறது.

கீழ்க்காணும் அட்டவணை 2, அவர் செய்முறையை விளக்கும். அவர் எடுத்துக்கொண்டது ஐந்து செடிகள் எனக்கொள்வோம்.

அட்டவணை 2

செடிகள்	மரபி - உயரம் நெட்டை-குட்டை	இரண்டாம் தலை முறை விகிதம் நெட்டை: குட்டை
முதல் செடியிலிருந்து	45 - 12	3·75 : 1
இரண்டாம் செடியிலிருந்து	27 – 8	3·37 : 1
மூன்றும் செடியிலிருந்து	24 – 7	3·43 : 1
நான்காம் செடியிலிருந்து	19 – 10	1·90 : 1
ஐந்தாம் செடியிலிருந்து	32 - 11	2·91 : 1
ஐந்து செடிகளின் மொத்தம்	147 – 48	3·06 : 1

அட்டவணை 2-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள முடிவுகளிலிருந்து சில உண்மைகள் விளங்குகின்றன. இரண்டாம் தலைமுறையில் கிடைத்த மொத்தச் செடிகளில் கால்பாகம், தாய்ச் (ஹைபிரிட்) செடியைப் போல் இல்லாமல் குட்டையாகக் காணப்படுகிறது. மற்ற முக்கால் பாகம் நெட்டையாக ஹைபிரிட் அல்லது பாட்டனுரை ஒத்திருக்கிறது. அதனுல் நெட்டை, குட்டைச் செடிகள் மூன்றுக்கு ஒன்று என்ற விகிதத்தில் அமைந்துள்ளன.

அறிவியலில் முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியது என்னவென்ருல், கிடைத்த முடிவுகளை ஆராய்ந்து, அவற்றிற்குத் தக்க விளக்கங்கள் கொடுப்பதேயாகும்.

மெண்டலின் கூற்றுப்படி ஹைபிரிட்டில் இரு இயல்புகள் இருந்த போதிலும், ஹைபிரிட் ஏதாவது ஒரு பெற்ருேரையே ஒத்திருக்கும். இவ்விதம் ஹைபிரிட் வெளித் தோற்றத்தில் காணப்படும் இயல்பை அதாவது நெட்டை இயல்பை ஓங்கு (dominant) மரபி என்கிருேம். மற்ற இயல்பு அதாவது குட்டை, ஹைபிரிட்டில் இருந்த போதிலும் செயல்படாத நிலையிலுள்ளது. அதை ஒடுங்கு (recessive) மரபி என்கிருேம். இப் பெயர்கள் மெண்டலால்தாம் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன. இதையே மெண்டலிஸத்தின் அடிக்கல் எனக் கொள்ளலாம். ஆனுல், இதையே பொதுவிதியாகக் கொள்ளக்கூடாது. பின்வரும் மற்ருேர் அத்தியாயத்தில் இக் கொள்கையின் விதி விலக்குகளைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

இரண்டாம் சந்ததியிலுள்ள ஒடுங்கு மரபிகளைக்கொண்ட குட்டைச் செடிகள் குட்டைப் பாட்டனுரை ஒத்து இருக்கின்றன. இதிலிருந்து மற்ருேர் உண்மைத் தெளிவாகிறது. முதல் தலைமுறையான ஹைபிரிட்டில் செயல்படாத நிலையிலிருந்த ஒடுங்கு மரபியானது சிதைந்து போகாமல் இரண்டாம் தலைமுறையில் வெளிப் பட்டுள்ளது. மெண்டலின் கூற்றுப்படி ஒவ்வோர் இயல்பையும் ஒரு காரணி (factor) கட்டுப்படுத்துகிறது. இக் காரணிகளுக்குத் தான் ஜீன்கள் (genes) என்ற பெயர் பின்னுல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. ஜீன் என்ற பெயர் 1909 ஆம் ஆண்டு ஜொஹான்சன் (Johannsen) என்பவரால் கொடுக்கப்பட்டது. இக் காரணிகள் இயல்புகளைக் கட்டுப்படுத்துவதோடல்லாமல், அவற்றை ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்ருெரு தலைமுறைக்கு எடுத்துச் செல் கின்றன. மேலும், இக் காரணிகளினுலேயே இயல்புகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் அமைகின்றன. மெண்டலின் செய்முறை யைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணை 3 மூலம் சுலபமாக விளக்கலாம்.

அட்டவணை 3

பெற்ருேர்கள்	நெட்டை (ஓங்கு இயல்பு)	×	குட்டை (ஒடுங்கு இயல்பு)
முதல் தலைமுறை	நெட்டை (ஹைபிரிட்)		
	↓ தன்மகரந்தச் சேர்க்கை		
இரண்டாம் தலைமுறை	$\frac{3}{4}$ நெட்டை		$\frac{1}{4}$ குட்டை

இதையே மேலும் விளக்குவது அவசியமாகும். ஒவ்வோர் இயல்புக்கும் ஒரு காரணி உண்டு. இக் காரணிகள் கேமீட்(gamete) மூலமாகவே ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு மரபியைக் குறிக்கும் வேறுபட்ட ஜோடி இயல்புகளுக்கு அலிலோமார்ப் (Allelomo-rph) அல்லது அலில்கள் (Alleles) என்று பெயர். உதாரணமாக, நெட்டை (tall), குட்டை (dwarf) இவையே அலில்கள் என்பன. நெட்டைத் தன்மைக்கு 'T' என்ற அலிலும், குட்டைத் தன்மைக்கு 't' என்ற அலிலும் தேவையாகும். (ஓங்கு இயல்புகளைக் குறிக்க அவ் வியல்பின் முதல் எழுத்தைப் பெரியதாகவும், ஒடுங்கு இயல்புகளைக் குறிக்க அதே எழுத்தைச் சிறியதாகவும் உபயோகிப்பது இப்பொழுதுள்ள வழக்கு.) ஆனால், சிலர் அந்தந்த இயல்பின் முதல் எழுத்தையே உபயோகித்து வந்தனர். அதாவது, நெட்டைக்கு 'T' என்றும், குட்டைக்கு 'D' என்றும் உபயோகித்தார்கள். இம் மாறுபட்ட சொற்களை உபயோகிப்பதால் நமக்கு எது ஓங்கு மரபி என்பது விளங்காது. ஆதலால் முன் சொல்லிய முறைப்படி, ஒரே எழுத்தைக்கொண்டே எழுதினால் எது ஓங்கு மரபி என்பது விளங்கிவிடும்.

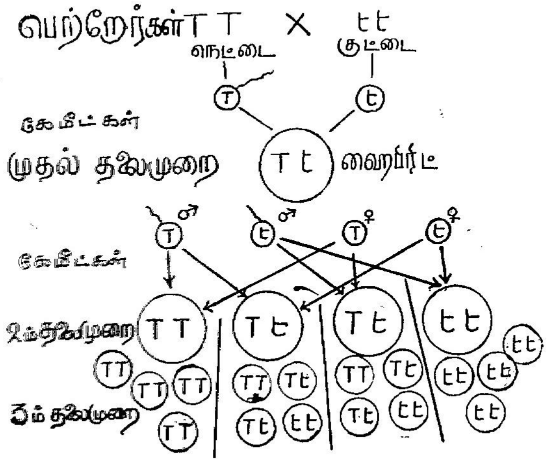
இவ் வலில்கள் மூலமாக மெண்டலிஸத்தை ஆராய்வோம். நெட்டைக்கு 'T' என்ற அலிலும், குட்டைக்கு 't' என்ற அலிலும் உண்டு என்பதை முன்பே அறிந்தோம். கேமீட்டில் ஓர் இயல்பைக் குறிக்கும் அலில் தனித்தே காணும். ஆனால், தாய்ச் செடியின் ஒவ்வொரு ஸெல்லிலும் ஒரு மரபியின் அலில்கள் இரட்டை அதாவது ஜோடியாகக் காணப்படும். நமக்குச் செடி இரட்டை மயமானது (2n) என்பது தெரிந்ததே. அதனால் கலப்பிலா நெட்டைச் செடி 'T T' என்று இரண்டு அலில்களும், கலப்பிலாக் குட்டைச் செடி 'tt' என்று இரண்டு அலில்களும் பெற்றுள்ளன. நெட்டைச் செடியின் மகரந்தப் பொடியைக் குட்டைச் செடியில் வைப்பதால், விதைகள் கிடைக்கின்றன. இதிலிருந்து முதல் சந்ததி தோன்றுகிறது. இந்தச் செடிதான் ஹைபிரிட். இதில்தான் மாறுபட்ட அலில்கள் 'Tt' அமைந்திருக்கும். இவ்வகை மாறுபட்ட அலில்களைப் பெற்ற உயிரினங்களைத்தான் ஹைபிரிட் என்கிறோம். ஹைபிரிட் இருவகைப் பால் ஸெல்களை (அதாவது ஆண்-பெண் கொடுக்க முடியும். மேலும், இப் பால் ஸெல்கள் மாறுபட்ட அலில்களைப் பெற்றிருக்கலாம். அதாவது, நான்குவகைப் பால் ஸெல்கள் கிடைக்க இடமுண்டு.

அவை:

1. நெட்டைத் தன்மை பெற்ற ஆண்பால் செல்
2. குட்டைத் தன்மை பெற்ற ஆண்பால் செல்
3. நெட்டைத் தன்மை பெற்ற பெண்பால் செல்
4. குட்டைத் தன்மை பெற்ற பெண்பால் செல் என்பன.

இவற்றின் இணைப்பால் 3 வித இரண்டாம் தலைமுறைச் செடிகள் கிடைக்கின்றன.

கீழ்க்காணும் படத்திலிருந்து அது விளங்கும்:



படம் 1

பட்டாணிச் செடியில் தண்டினுடைய பாரம்பரியத்தை விளக்குதல்

படத்திலிருந்து இரண்டாம் தலைமுறையில் கிடைக்கும் சந்ததிகள் இரு வகைப்படும் என்பது விளங்குகிறது. மொத்த சந்ததிகளில் நான்கில் (4) மூன்று (3) பாகம் நெட்டையாகவும், ஒரு (1) பாகம் குட்டையாகவும் காணப்படுகிறது. அதாவது, நெட்டை : குட்டை என்பது 3 : 1 என்ற விகிதத்தில் அமைகிறது. இங்குப் புறத்தோற்றத்தை அடிப்படையாகக்கொள்வதால், இது புறத்தோற்ற விகிதம் அதாவது ஃபீனோடைப் விகிதம் (Phenotypic Ratio) என்று சொல்லப்படுகிறது. முக்கால் பாகம் நெட்டைச் செடியாகக் காணப்பட்டாலும், அவற்றின் அலில்களின் அமைப்பில் வித்தியாசம் காணப்படும். நெட்டையில் 1/3 பாகம் இரண்டுமே நெட்டைத் தன்மை கொண்ட அலில்களாக இருக்கும். மற்ற 2/3 பாகம் ஹைபிரிட்டைப்போல் ஒரு நெட்டைத் தன்மை அலிலையும், ஒரு குட்டைத் தன்மை

அலிலேயும் பெற்றிருக்கும். ஆகையால், அலில்களின் அமைப்பு அல்லது மரபி இயல்பை அடிப்படையாகக் கொண்டால், இரண்டாம் சந்ததிகளை மூன்று விதமாகப் பிரிக்கலாம் :

1. கலப்பிலா நெட்டை
2. ஹைபிரிட் நெட்டை
3. கலப்பிலா குட்டை

இவை 1:2:1 என்ற விகிதத்தில் அமைகின்றன. இதற்கு ஜீன் அல்லது அலில் அதாவது மரபியின் அடிப்படை அளவை எடுத்துக்கொள்வதால், இதை மரபி இயல்பு விகிதம் அதாவது ஜீனேடைப் விகிதம் (Genotypic Ratio) என்று கொள்ளலாம்.

மெண்டலிஸத்தில் உபயோகப்படுத்தப்படும் சொற்றொடர்கள்

1. **அலிலோமார்ஃப்** (Allelomorph) : ஒரு மரபிக்குக் காரணமான ஒரு ஜோடி வேறுபட்ட இயல்புகளைக் குறிக்கும் அளவுக்கு அலிலோமார்ஃப் அல்லது அலில் (Allelomorph or allele) என்று பெயர். இதையே தற்சமயம் ஜீனுக்கு இணையாகக் கொள்ளலாம் (இதைப்பற்றிய விளக்கத்தை இவ் வத்தியாயத்தின் கடைசியில் காண்க.)

2. **ஹோமோஸைகஸ்** (Homozygous) : எந்த உயிரினத்தில் ஒத்த அலில்கள் காணப்படுகின்றனவோ, அந்த உயிரினத்தை ஹோமோஸைகஸ் என்பர். உதாரணமாக, இரண்டுமே நெட்டைத் தன்மை பெற்ற செடியை ஹோமோஸைகஸ் நெட்டை என்பர்.

3. **ஹெடிரோஸைகஸ்** (Heterozygous) : எந்த உயிரினத்தில் மாறுபட்ட அலில்கள் காணப்படுகின்றனவோ, அந்த உயிரினத்தை ஹெடிரோஸைகஸ் என்பர். ஹெடிரோஸைகஸையே ஹைபிரிட் என்கிறோம்.

4. **ஃபினேடைப்** (Phenotype) : சூழ்நிலை, ஜீன் போன்ற பொருள்களின் காரணமாக உயிரினத்தில் தோன்றும் புறத்தோற்றத்தை ஃபினேடைப் என்கிறோம்.

5. **ஜீனேடைப்** (Genotype): உயிரினத்தின் ஜீன்களின் அமைப்பைக் குறிப்பதை ஜீனேடைப் என்பர்.

ஜீனோடைப், ஃபினோடைப் இவற்றைச் சரியாகப் புரிந்து கொள்ள வேண்டுமெனில், முன் எடுத்துக்கொண்ட உதாரணத்திற்கே போவோம். இரண்டாம் தலைமுறையில் தோன்றும் நெட்டைச் செடிகள் யாவும் உயரம் என்ற மரபியைப் பொறுத்த வரையில் ஒரே மாதிரியாகத் தோன்றுவதால், இதை ஃபினோடைப் எனக் கொள்ளலாம். ஆனால், அவற்றின் அலில்களின் அமைப்பில் வித்தியாசம் காணப்படுகிறது என்று முன்பே கண்டோம். அதனால் நெட்டைச் செடிகள் ஃபினோடைப்பில் ஒரே மாதிரியாகத் தோன்றினாலும் ஜீனோடைப்பில் வேறுபாடு அடையும்.

முதல் தலைமுறைச் செடிகளிலிருந்து கிடைக்கும் கேமீட்டுகள் இணைந்து புதிய (இரண்டாம்) சந்ததியைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்தக் கேமீட்டுகளின் இணைப்பை அறிய மூன்று முறைகள் உண்டு. இவற்றில் ஏதாவது ஒரு முறையைக் கையாளலாம். அவ் வகைகளைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணைகள் 4, 5, 6-ன் மூலம் அறியலாம்.

கேமீட்டுகள் இணையும் முறைகள்

அட்டவணை 4

1. இயல் கணித முறை (Algebraic Method)

$$(T+t)^2 = T^2 + 2\,Tt + t^2$$

அல்லது

$$TT + 2\,Tt + tt$$

அட்டவணை 5

2. அடைப்பு முறை (Bracket Method)

Tt	T*(1)*	TT	*(1-ம் 3-ம்)*
	t*(2)*	Tt	*(1-ம் 4-ம்)*
Tt	T*(3)*	Tt	*(2-ம் 3-ம்)*
	t*(4)*	tt	*(2-ம் 4-ம்)*

அல்லது

$$TT + 2Tt + tt$$

அட்டவணை 6

3. சொக்கட்டான் பலகை முறை (Checker Board Method)

	ஆண் கேமீட்டுகள் T	t
பெண் T	TT	Tt
கேமீட்டுகள் t	Tt	tt

மேற்சொன்ன உதாரணத்தில் நெட்டை, குட்டை என்ற ஒரு ஜோடி இயல்புகளை எடுத்துக்கொண்டோம். இவ்விதம் ஒரு பண்பில் மாறுபட்ட பெற்றோர்களின் மூலமாகக் கிடைக்கும் ஹைபிரிட்டிற்கு ஒற்றை ஹைபிரிட் (Monohybrid) என்று பெயர்.

பால் தலைகீழ் மாற்றுக் கலவியல்
(Reciprocal Cross)

மெண்டல் எடுத்துக்கொண்ட பட்டாணிச் செடியையே எடுத்துக்கொள்வோம். இதில் உயரத்தைப் பொறுத்த வரையில் இரு இயல்புக்ள் உண்டு என்பதை முன்பே கண்டோம். மாற்றுக் கலவியலுக்கு நெட்டைச் செடியிலிருந்து மகரந்தத்தை எடுத்துக் குட்டைச் செடியின் சூல்முடியில் வைப்பதாகக் கொண்டால், நெட்டை ஆண் பெற்றோராகவும், குட்டை பெண் பெற்றோரா கவும் செயல்படுகிறது என்பது தெளிவாகிறது. இதைத் தவிர்த்து நெட்டையைத் தாயாகவும், குட்டையைத் தந்தையாகவும் கொண்டால் இதையே 'தலைகீழ் மாற்றுக் கலவியல்' என்பர். சாதாரணமாகப் பெற்றோர்களின் இயல்புகள் எப்படியிருந்த போதிலும், முதல் தலைமுறை ஹைபிரிட்டின் இயல்பு மாறுபாடு அடைவதில்லை. அதாவது, நெட்டை ஆணாகவோ பெண்ணாகவோ இருந்த போதிலும், ஹைபிரிட் நெட்டையாகவே காண்பதைப் பின்வரும் அட்டவணை மூலம் நன்கு விளக்கம் பெறலாம்:

அட்டவணை 7

சாதாரண மாற்றுக் கலவியல்

பெற்றோர்கள் TT × tt
ஆண் பெண்
↓
முதல் சந்ததி Tt (ஹைபிரிட்)
நெட்டை

தலைகீழ் மாற்றுக் கலவியல்

பெற்றோர்கள் TT × tt
பெண் ஆண்
↓
Tt (ஹைபிரிட்)
நெட்டை

ஆனால், இதற்கும் விதிவிலக்கு உண்டு என்பது பயிர்ப் பெருக்குதல் முறைகளில் தெளிவாகி உள்ளது. உதாரணமாக, முள்ளங்கியைத் தாயாகவும், முட்டைக்கோஸைத் தந்தையாகவும் கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால் முதல் தலைமுறைச் செடிகள் வீரியத்துடன் காணப்படுகின்றன. ஆனால், முள்ளங்கியைத் தந்தையாகவும், முட்டைக்கோஸைத் தாயாகவும் மாற்றித் தலைகீழ் மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால் அவை இணைவதே இல்லை; பலனும் கிடைப்பதில்லை. இதே போல் கோதுமை, ரை போன்ற பயிர்களில் ஏற்படுவதைப் பயிர்ப் பெருக்குதல் பகுதியில் விரிவாகத் தெரிந்துகொள்ளலாம். மேலே கூறியதைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணை 8 மூலமாகத் தெளிவாக்கலாம்:

அட்டவணை 8

முள்ளங்கி (தாய்) × முட்டைக்கோஸ் (தந்தை)
↓
ரஃபானோஃப்ராஸிகா (ஹைபிரிட்)

முள்ளங்கி (தந்தை) × முட்டைக்கோஸ் (தாய்)
↓
ஹைபிரிட் கிடைப்பதில்லை

சோதனை மாற்றுக் கலவியல் (Test Cross)

மாற்றுக் கலவியலுக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் செடியினுடைய மரபியலைப்பற்றி அறிய மெண்டலால் மேற்கொள்ளப்பட்ட பரிசோதனை. தம்முடைய கொள்கைகளை நிரூபிக்கவே மெண்டல் இம் முறையைக் கையாண்டார். இம் முறையினால் ஓங்குபண்பு களோடு காணப்படும் செடிகளின் மரபு இயல்பு தெளிவாகிறது. ஓங்குபண்புகளை வெளிப்படுத்தும் செடி ஹோமோஸைகஸாகவோ ஹெடிரோஸைகஸாகவோ அமையலாம். இதைக் கண்டுபிடிக்க மேற்கொள்ளும் முறையானதால், இம் முறைக்குச் சோதனை மாற்றுக் கலவியல் என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டது.

இம் முறைப்படி, நிரூபிக்கப்பட வேண்டி ஓங்குபண்பு கொண்ட செடியைப் பெற்றோர்ச் செடிகளோடு கலவியலுக்கு உட்படுத்துவதாகும். அதனால் இதற்குப் பின் கலவியல் முறை (back cross) என்ற பெயரும் உண்டு. சோதனைக் கலவியல் என்ற பெயரே சரியானதாகும். இவ்விதம் பெற்றோர்ச் செடி களுடன் கலவியல் நடத்திக் கிடைக்கும் சந்ததிகளின் விகிதத்தைக் கொண்டே நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய செடியின் மரபு இயல்புகளை அறியலாம்.

கீழ்க்காணும் உண்மைகளைப்பற்றி முன்பே நாம் அறிந்துள் ளோம்:

1. கலப்பற்ற பெற்றோர்ச் செடிகள் ஹோமோஸைகஸ் என்பது தெரிந்த உண்மை.
2. பெற்றோர்ச் செடிகள் ஹோமோஸைகஸ் ஓங்கு தன்மை, அல்லது ஹோமோஸைகஸ் ஒடுங்கு தன்மையுடன் காணப்படலாம்.
3. ஓங்குபண்புடன் காணப்படும் ஒரு செடி ஹோமோஸைக ஸாகவோ, அல்லது ஹெடிரோஸைகஸாகவோ இருக்க லாம்.

மேற்கண்ட உண்மைகளின் உதவியால் பலவகை மாற்றுக் கலவியல்களைக் கையாண்டு நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய செடியின் மரபு இயல்புகளை அறியலாம்.

நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய செடி ஹோமோஸைகஸ் என்று கொண்டு பின் கலவியல் நடத்தினால் கிடைக்கக்கூடிய செடிகள் எல்லாம் ஒரே வகையாகக் காணப்படும். கலப்பற்ற பெற்றோர்ச் செடிகள் ஒருவகைக் கேமீட்டுகளைத்தான் கொடுக்க முடியும். அதைப் பின் வரும் அட்டவணைகள் 9, 10, 11, 12 மூலம் அறியலாம்:

அட்டவணை 9

1. சோதனைக் கலவியல்

	ஓங்குபண்பு கொண்ட கலப்பற்ற பெற்றோர்		நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய (ஹோமோஸைகஸ்) செடி
	TT	×	TT
கேமீட்டுகள்	T		T
சந்ததி		TT	நெட்டை

அட்டவணை 10

2. சோதனைக் கலவியல்

	ஓங்குபண்பு கொண்ட கலப்பற்ற பெற்றோர்		நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய (ஹைபிரிட்) செடி
	TT	×	Tt
கேமீட்டுகள்	T(*1*)		T(*2*) t(*3*)
சந்ததி	TT (*1-ம் 2-ம்*) (*நெட்டை*)		Tt (*1-ம் 3-ம்*) (*நெட்டை*)

இவ்விரு கலவியலிலிருந்து தெரிந்துகொள்வது என்னவென்றால், நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய ஓங்குபண்புடன் கூடிய செடியை ஹோமோஸைகஸ் ஓங்கு பெற்றோருடன் பின்கலவியல் நடத்தினால், சந்ததிகள் எல்லாம் நெட்டையாகவே (ஓங்குபண்பு) காணப்படுகின்றன.

அட்டவணை 11

3. சோதனைக் கலவியல்

	ஒடுங்குபண்பு கலப்பற்ற பெற்றோர்	நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய (ஹோமோஸைகஸ்) செடி
	tt ↓	TT ↓
கேமீட்டுகள்	t	T
சந்ததி	Tt நெட்டை	

அட்டவணை 12

4. சோதனைக் கலவியல்

ஒடுங்குபண்பு கலப்பற்ற பெற்றோர்		நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய (ஹைபிரிட்) செடி
tt		Tt
↓		↓
	↓	↓
கேமீட்டுகள் t(1)	T(2)	t(3)
சந்ததி Tt (1-ம் 2-ம்) (நெட்டை)		tt (1-ம் 3-ம்) (குட்டை)

நெட்டை : குட்டை 1 : 1

நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய செடியைப்பொறுத்து விகிதம் மாறுபாடு அடையும். ஒடுங்குபண்பு பெற்ற பெற்றோருடன் ஓங்குபண்பு பெற்ற ஹோமோஸைகஸை இணைத்தால், எல்லாச் செடிகளும் ஓங்குபண்புடன் விளங்கும். ஆனால், ஹைபிரிட்டை இணைத்தால் ஓங்கு, ஒடுங்குபண்புகள் 1 : 1 என்ற விகிதத்தில் தோன்றுகிறது. அதனால் ஓர் ஓங்குபண்புடன் கூடிய செடி ஹைபிரிட்டா அல்லது கலப்பற்ற ஹோமோஸைகஸா என்று அறிய ஒடுங்குபண்புள்ள பெற்றோருடன்தான் பின் கலவியல் நடத்த வேண்டும். இதை இரட்டை ஒடுங்கு தன்மை (double recessive) என்றும் கூறுவர். பயிர்ப் பெருக்குதலுக்குச் செடியின் கலப்புத் தன்மையை அறிய இந்தச் சோதனை மாற்றுக் கலவியல் முறை மிகவும் பயன்படுகிறது.

மரபியலில் உபயோகப்படுத்தப்படும் பல சொற்களில் அல்லில் என்ற சொல் பல சிக்கல்களைத் தூண்டி விட்டுள்ளது. அல்லில் என்ற சொல், 'ஒன்றுக்கு மற்றொன்று' என்று பொருள்படும். மெண்டல் இச் சொல்லை மாறுபட்ட பண்புகளை, எடுத்துக் காட்டாக, உயரம், குட்டை (T, t) கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளை மட்டும் குறிக்க உபயோகப்படுத்தினர். அதாவது, செயலாற்றத்தில் (functional) மாறுபட்ட ஜீன்களுக்கு இப் பெயர் கொடுக்கப்பட்டு வந்தது. தற்சமயம் இக் கருத்தைச் சற்று மாற்றி 'ஒத்த

குரோமஸோம்களில் அதே பகுதிகளில் (loci) காணப்படும் ஒரு ஜதை ஜீன்களுக்கு அலில்கள், என்ற பெயர் பொருந்தும்.

ஆல்டன்பர்க் (Altenburg) கூற்றுப்படி அலில் ஜதை ஒரே மாதிரி அமையலாம் அல்லது மாறுபட்டுக் காணப்படலாம். மெக்லீன் (McLean) அளிக்கும் விளக்கம் என்னவெனில், 'ஒரு பண்பைக் கட்டுப்படுத்தும் மரபியல் பொருள்கள் (ஜீன்கள்), ஒற்றை மாற்றுக் கலவியலின்போது வேறுபட்ட கேமீட்டுகளுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன.' அலில்களில் தோன்றும் மாறுதல் திடீர் மாற்றம் காரணமாக அமையலாம்.

3. பிரிதல் கொள்கை அல்லது இரு ஹைபிரிட் முறை

(Law of Segregation or Dihybrid Ratio)

மெண்டலிஸத்தின் மற்றொரு விதியைப்பற்றி ஆராய்வோம். முன் கண்ட உதாரணத்தில் செடியின் ஒரு பண்பு மட்டும் கலவியலுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. இதற்கு **ஒற்றை ஹைபிரிட் (Monohybrid) முறை** என்று பெயர். மெண்டல் மாற்றுக் கலவியலில் மற்றொரு வகை ஆராய்ச்சியையும் நடத்தினர். இதற்கு **இரு ஹைபிரிட் (Dihybrid) முறை** என்று பெயர். இதன் வாயிலாகத்தான் மெண்டலின் மூன்றும் விதி நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. மெண்டலின் விதிகள் இந்த அத்தியாயத்தின் மற்றொரு பகுதியில் விளக்கப்படும். இரு ஹைபிரிட் முறை என்றால் ஒரு செடியின் இரண்டு பண்புகள் அதாவது இரண்டு ஜோடி இயல்புகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்துவதாகும்.

இதற்கு உதாரணமாகப் பட்டாணிச்செடியையே எடுத்துக் கொள்வோம். பட்டாணி விதைகள் மஞ்சள் நிறத்திலும், பச்சை நிறத்திலும் காணப்படும். அதேபோல் அவை உருண்டையாகவும், சுருங்கியவையாகவும் தோன்றும். முன்பே மஞ்சள் நிறமும், உருண்டைத்தன்மையும் ஓங்குபண்புகளாகும் என்பது மெண்டலால் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

செய்முறை : மெண்டல் இருவிதை அமைப்பில் மாறுபட்ட பட்டாணிச் செடிகளை எடுத்துக்கொண்டார். ஒரு செடியின் விதைகள் மஞ்சள் உருண்டையாகக் காணப்படுகின்றன; அதாவது, இரு பண்புகளிலும் ஓங்கி நிற்கின்றன. மற்றச் செடியின் விதைகள் இரு ஒடுங்குபண்புகளுடன் அதாவது பச்சை நிறமாகவும் சுருங்கியவையாகவும் காணப்பட்டன. இவ்விரு செடிகளைப்பெற்றோர்களாகக் கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினர். முதல் தலைமுறையில்

கிடைத்த விதைகள் எல்லாம் மஞ்சள் உருண்டைகளாகக் காணப் பட்டன. ஹைபிரிட்டில் எப்போதும் ஓங்குபண்புகளே வெளிப் படும் என்பது முன்னமேயே நிரூபிக்கப்பட்ட உண்மை. இப் பண்பு களைத் தேர்ந்தெடுத்ததில் மற்றொரு நன்மை உள்ளது. உயரம், பூ நிறம் இவற்றை எடுத்துக்கொண்டால், மறு சந்ததிச் செடி முதிர்ச்சி நிலை அடையும்வரைக் காத்திருக்க வேண்டும். ஆனால், இச் சோதனையில் பெற்றோர்ச் செடிகளில் மாற்றுக் கலவியலுக்குப் பிறகு கிடைக்கும் காய்களே ஹைபிரிட் பண்புகளோடு கூடிய வையாக இருக்கும். மேற்கண்ட உதாரணத்தில் மற்றொரு மாறு பாடும் உண்டு. முதலில் எடுத்துக்கொண்ட பெற்றோர்களில் ஒன்று இரண்டுமே ஓங்குபண்புகளையும், மற்றது இரண்டுமே ஒடுங்குபண்புகளையும் பெற்றதாக உள்ளது. அப்படியில்லாமல் ஒவ் வொரு பெற்றோரிலும் ஒரு பண்பு ஓங்கு நிலையிலும், மற்றப் பண்பு ஒடுங்குநிலையிலும் இருந்தால், ஹைபிரிட்டின் பண்பு முதலில் நடத்திய மாற்றுக் கலவியலையே ஒத்திருக்கும். இங்கு எடுத்துக் கொள்ளும் பெற்றோர்கள் அப் பண்பைப் பொறுத்தமட்டில் ஹோமோஸைகஸாக இருக்க வேண்டும். கீழ்க்காணும் அட்டவணை 13-ல் இவ் விரு கலவியல்களைப்பற்றி அறிந்துகொள்ளலாம்:

அட்டவணை 13

பெற்றோர்கள்—மஞ்சள் உருண்டை × பச்சை சுருங்கியவை	
முதல் தலைமுறை	மஞ்சள் உருண்டை
பெற்றோர்கள்—மஞ்சள் சுருங்கியவை × பச்சை உருண்டை	
முதல் தலைமுறை	மஞ்சள் உருண்டை

முதல் தலைமுறைச் செடியைத் தன்மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தினால், அதில் கிடைக்கும் விதைகள் நான்குவிதப் பண்பு களின் சேர்க்கையுடன் காணப்படும்.

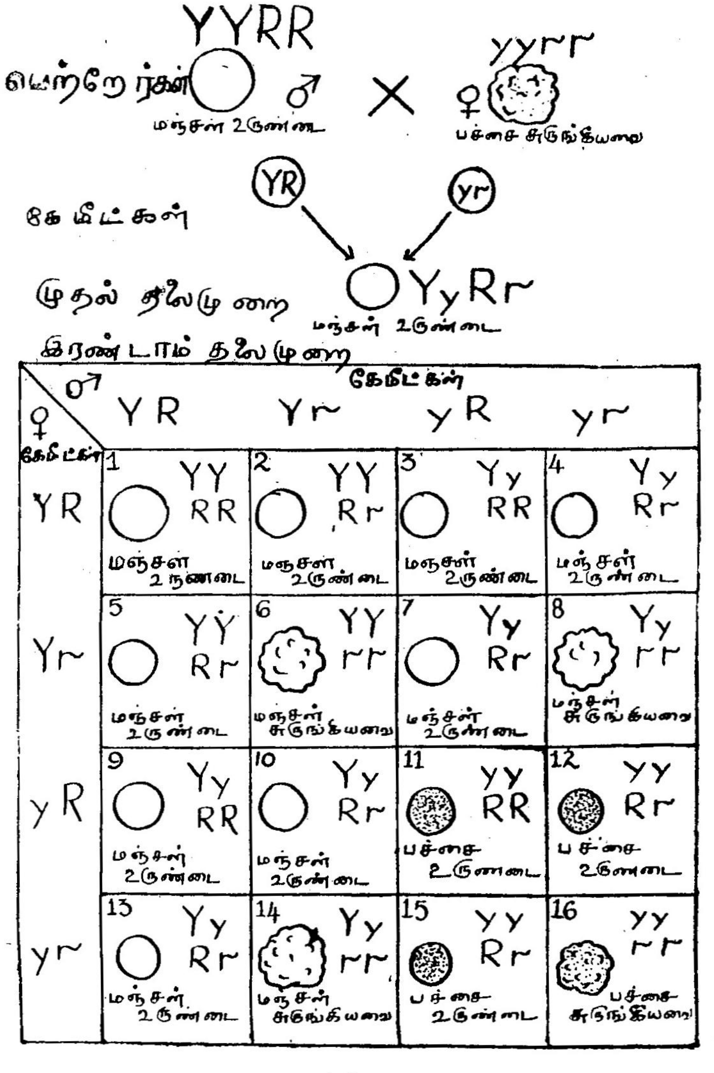
அவை மஞ்சள் உருண்டை, பச்சை சுருங்கியவை, மஞ்சள் சுருங்கியவை, பச்சை உருண்டை.

இதில் இருவகைகள் பெற்றோர்ச் செடிகளில் முன்னமேயே காணப்படுகின்றன. ஆனால், மற்ற வகை இரண்டும் புது வகையில் இணைந்து கிடைக்கிறது. பரிணாமத்தில் புதுப் பண்புகள், வகைகள் தோன்றுவதற்கு இது ஓர் எடுத்துக்காட்டு.

அட்டவணை 14

பெற்றோர்கள்—மஞ்சள் உருண்டை × பச்சை சுருங்கியவை	
முதல் தலைமுறை	மஞ்சள் உருண்டை
இரண்டாம் தலைமுறை	மஞ்சள், மஞ்சள், பச்சை, பச்சை உருண்டை, சுருங்கியவை, உருண்டை, சுருங்கியவை.

இதைத்தான் இரு ஹைபிரிட் முறை என்று மெண்டல் அறிவித்துள்ளார். இம் முறையின் மரபியல்புகளைப்பற்றிய விளக்கம் பின் வருமாறு:



படம் 2

இரு ஹைபிரிட் கலவை- பட்டாணி விதையின் நிற, வடிவப் பாரம்பரியத்தைக் காட்டுதல்

பெற்றோர்ச் செடிகளின் மஞ்சள் உருண்டைப் பண்புகளை YY RR என்ற காரணிகளாலும், பச்சை சுருங்கியவற்றை yy rr என்ற காரணிகளாலும் குறிக்கலாம். முதல் தலைமுறை ஹைபிரிட் மேற்சொன்ன இரு பெற்றோர்களின் இணைவினால் தோன்றுவதால், அதன் காரணிகள் Yy Rr என்றிருக்க வேண்டும். இந்த ஹைபிரிட் நான்குவிதப் பால் செல்களைத் தோற்றுவிக்கும். YR, Yr, yR, yr கேமீட்டுகள் இரு வகைகள் உண்டு. அதாவது ஆண், பெண் என்பன. அதனால் மொத்தத்தில் எட்டு வகைக் கேமீட்டுகள் தோன்றும். முதல் தலைமுறையிலிருந்து இவற்றின் இணைவால் பதினாறு வகை விதைகள் தோன்றலாம். படம் 2-ல் உள்ள சொக்கட்டான் பலகையிலிருந்து இது தெளிவாகத் தோன்றும்.

மேற்கண்ட சொக்கட்டான் பலகையை நன்கு கவனித்தால். கிடைத்த பதினாறு விதைகளில் ஒன்பது விதைகள் ஓங்குபண்பு களுடன் காணப்படுகின்றன. அதாவது, மஞ்சள் உருண்டை. ஒரு விதை ஒடுங்குபண்புகளுடன் காணப்படுகிறது. (அதாவது, பச்சை சுருங்கியவை) மூன்றாவது வகையில் ஒன்று ஓங்குபண்பும், மற்றது ஒடுங்குபண்புமாகும். அதாவது, மஞ்சள் சுருங்கியவை மூன்றும், பச்சை உருண்டை மூன்றுமாகக் கிடைத்துள்ளன. இதையே கீழ்க் காணும் அட்டவணைமூலம் விரிவாக விளக்கம் செய்யலாம்:

அட்டவணை 15

பெற்றோர்கள் YY RR × yyrr

மஞ்சள் உருண்டை — ஹோமோஸைகஸ் — ஓங்குபண்பு

பச்சை சுருங்கியவை — ஹோமோஸைகஸ் — ஒடுங்கியவை

↓ ↓

கேமீட்டுகள் YR yr

முதல் தலைமுறை Yy Rr

கேமீட்டுகள் YR Yr yR yr

இரண்டாம் தலைமுறையின் விளக்கம் சொக்கட்டான் பலகை படம் 2-ல் பார்க்கவும்.

இதன் ஃபினோடைப் விகிதம் பின் வருமாறு :

மஞ்சள் உருண்டை } : மஞ்சள் சுருங்கியவை } : பச்சை உருண்டை } : பச்சை சுருங்கியவை

9 : 3 : 3 : 1 அதாவது $(3 : 1)^2 = 9 : 3 : 3 : 1$

இதன் ஜீனோடைப் விகிதம் சற்றுக் கடினமானது.

அதாவது $(1 : 2 : 1)^2 = 1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1$

இதன் விளக்கம் கீழ்க்காணும் அட்டவணைமூலம் அறியலாம்:

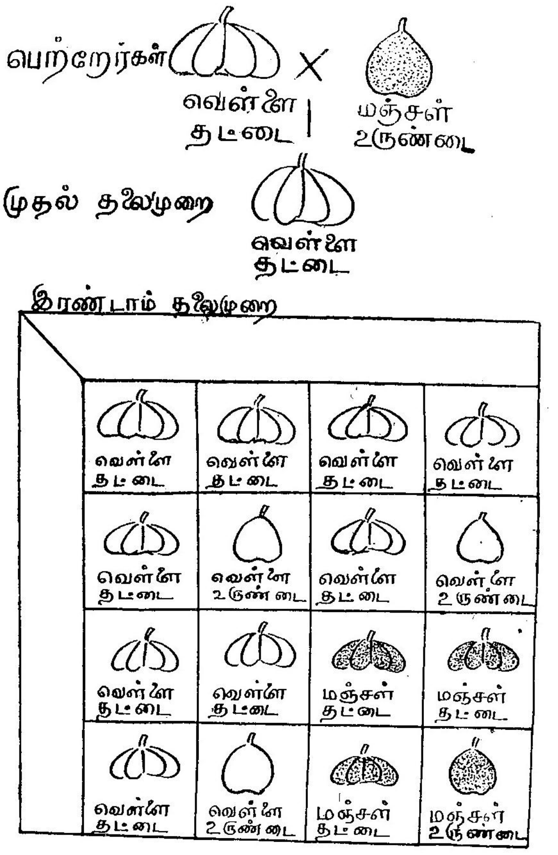
அட்டவணை 16

கட்ட எண்	ஜீனோடைப் காரணிகள்	எண்ணிக்கை	கட்ட எண்	ஜீனோடைப் காரணிகள்	எண்ணிக்கை
1	YY RR	1	4	Yy Rr	4
			7	Yy Rr	
2	YY Rr	2	10	Yy Rr	
5	YY Rr		13	Yy Rr	
			8	Yy rr	2
6	YY rr	1	14	Yy rr	
3	Yy RR	2	11	yy RR	1
			12	yy Rr	2
9	Yy RR		15	yy Rr	
			16	yy rr	1

இதேபோல் பட்டாணிச்செடி உயரம், பூவின் நிறம் இரண்டையும் எடுத்துக்கொண்டு, இரு ஹைபிரிட் கலவியல் நடத்தி மேற்கண்ட முடிவுகளையே அடையலாம்.

நாம் சாதாரணமாக உபயோகிக்கும் பூசணிக்காயில் இரு ஹைபிரிட் முறையைத் தெளிவாகக் காணலாம். பூசணிக்காய்களில் வெள்ளைத்தட்டை இயல்புகள் ஓங்குபண்பாகவும், மஞ்சள் உருண்டை இயல்புகள் ஒடுங்குபண்பாகவும் அமைந்துள்ளன.

வெள்ளைத்தட்டை ஒரு பெற்றோராகவும், மஞ்சள் உருண்டையை மற்றொரு பெற்றோராகவும் கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால், முதல் தலைமுறையில் எல்லாம் வெள்ளைத் தட்டையாகவே கிடைக்கின்றன. இம் முதல் தலைமுறையைத் தன்மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தினால் கிடைக்கக்கூடிய இரண்டாம் சந்ததிகளைப் படம் 3-ல் பார்க்கலாம்.



படம் 3

இரு ஹைபிரிட் கலவை - பூசணி வகைகளின் நிற, வடிவப் பாரம்பரியத்தைக் காட்டுதல்

இரண்டாம் சந்ததி ஃபினோடைப் விகிதம்

வெள்ளை தட்டை		வெள்ளை உருண்டை		மஞ்சள் தட்டை		மஞ்சள் உருண்டை
9	:	3	:	3	:	1

இப் பரிசோதனைமூலம் ஒரு செடியிலுள்ள பல்வேறு இயல்புகள் ஒரே கூறாக இணைந்து அடுத்த தலைமுறைக்குச் செல்லாமல் ஒவ்வோர் இயல்பும் தனித்து ஒதுங்கிச் செல்கின்றது என்பது தெளிவாகிறது.

மெண்டலின் விதிகள்

மெண்டல் மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சியின் பயனாக மூன்று விதிகள் தோன்றியுள்ளன. அவற்றில் முதல் இரண்டு விதிகளும் ஒற்றை ஹைபிரிட் முறையிலும், மூன்றாவது விதி இரட்டை ஹைபிரிட் முறையிலும் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

1. முதல் விதி - ஓங்கு தன்மை விதி (Law of Dominance)

கலப்பிலா வேற்று இயல்புகளைக்கொண்ட செடிகளை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தி, தோன்றும் ஹைபிரிட் ஒரு பெற்றோரின் இயல்பை மட்டுமே வெளிப்படுத்தும். அந்த இயல்பிற்கு ஓங்கு பண்பு என்று பெயர். மற்ற இயல்பு ஹைபிரிட்டில் இருந்தும் செயல்படாத நிலையில் இருப்பதால், அதற்கு ஒடுங்குபண்பு என்று பெயர்.

2. இரண்டாம் விதி - பிரிதல் விதி (Law of Segregation)

ஹைபிரிட் ஸைகோட்டிலுள்ள ஒரு பண்பின் வேறுபட்ட இயல்புகள் இணைந்து காணப்பட்ட போதிலும், கேமீட்டுகள் தோற்றுவிக்கும்பொழுது இயல்புகள் பிரிந்து விடுகின்றன. இவ்விதம் இயல்புகளின் தனித்தன்மை பாதுகாக்கப்படுகிறது. இந்த விதியையே கேமீட்டுகளின் கலப்பிலாத்தன்மை (purity of gametes) என்றும் சொல்லுவர்.

3. மூன்றும் விதி - தனித்து ஒதுங்கும் விதி (Law of Independent Assortment)

ஓர் உயிரியிலிலுள்ள இரண்டு அல்லது மூன்றோ அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையுள்ள இயல்புகள் அடுத்த தலைமுறைக்குச் செல்லும்போது ஒன்றையொன்று பிரிந்து, ஒதுங்கித் தனியே செயல்பட முடியும். இவற்றின் சேர்க்கையால் புது சந்ததிகள் தோன்ற இடமுண்டு.

இந்த அத்தியாயத்தில் மெண்டலிஸத்தைப்பற்றி அறிந்தோம். மெண்டல் ஹைபிரிட் தரித்தல் முறையின் கொள்கைகளை உலகிற்கு எடுத்துக் காட்டியுள்ளார். அவருக்கு முன் இருவர்

ஹைபிரிட் தரித்தலைக் கையாண்டாலும் வெற்றியடையவில்லை. ஜோசப் கால்ரீடர் (Joseph Kolretuer) என்ற ஜெர்மானியர் முதன் முதலில் மாற்றுக் கலவியலை நடத்திக் காட்டினார். அவர் ஹைபிரிட் எப்போதும் பெற்றோர்ச் செடிகளுக்கு உள்ள பண்புகளுக்கு இடை நிலையில் அமையும் என்று தெரிவித்தார்.

ஜான் காஸ் (John Goss) என்ற ஆங்கிலேயர் பட்டாணிச் செடியில் ஆராய்ச்சி நடத்தி மெண்டல் கண்ட அதே உண்மைகளைக் கண்டார். ஆனால், காஸ் புள்ளிவிவரங்களைச் சேகரிக்கவில்லை. மேலும் தாம் கண்ட உண்மைகள் எவற்றைக் குறிக்கின்றன என்பதையும், அவற்றிற்கும் மரபியல்பிற்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன என்பதையும் அவரால் ஆராய்ந்து அறிய முடியாமல் போயிற்று.

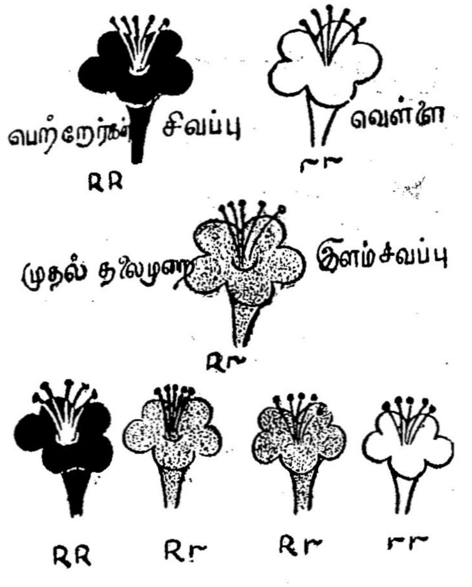
1882ஆம் ஆண்டு பிரான்சு தேசத்து நாடின் (Naudin) என்பவரின் ஆராய்ச்சி, மெண்டலுக்குத் தூண்டுதலாக அமைந்தது எனக் கொள்ளலாம். மெண்டல் அவருடைய முன்னோடிகள் செய்த ஆராய்ச்சிக்குத் தகுந்த திருப்பம் கொடுத்து பாரம்பரிய இயலில் ஒரு புது அத்தியாயத்தைத் துவக்கியுள்ளார்.

4. முழுமையடையாத ஓங்குபண்பு
(Incomplete Dominance)

மாறுபட்ட பண்புகளைக்கொண்ட பெற்றோர்களை இணைத்து முதல் தலைமுறையைத் தோற்றுவிக்கும்பொழுது மெண்டலிஸத்தில் தோன்றுவது போல் ஒரு பெற்றோர்களின் ஓங்குபண்பு மட்டும் F_1 சந்ததியில் காணப்படுவதில்லை. பெற்றோர் பண்புகளிலிருந்து F_1 ஹைபிரிட்டின் பண்பு வேறுபட்டுத் தனித்தே காணப்படும். அதனால் பெற்றோர்களின் பண்புகளில் எது ஓங்கு பண்பு அல்லது எது ஒடுங்குபண்பு என்று அறிய முடிவதில்லை. சாதாரணமாக F_1 தலைமுறையில் காணப்படும் பண்பே ஓங்குபண்பு எனக் கொள்ள வேண்டும் என்று முன் அத்தியாயத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. மேற்கூறியது மெண்டலின் கொள்கைக்குப் புறம்பானது. இதை முதலில் ஆராய்ந்தவர் காரின்ஸ் (Correns) ஆவர். இந்தக் கொள்கையை அந்திமந்தாரை, கோழி இறகு (உரோமங்கள்), நெற்கதிர், ஆன்டிரைனம் (Antirrhinum), பூ நிறம் இவற்றின் பாரம்பரிய வழிபாட்டில் காணலாம்.

அந்திமந்தாரைப் (Mirabilis) பூவில் சாதாரணமாக இரு வகைகள் உண்டு: சிவப்பு, வெள்ளை நிறம். இவற்றைப் பெற்றோர்களாகக்கொண்டு ஹைபிரிட் தரிக்கச் செய்தால், F_1 சந்ததிப்பூக்கள் இளஞ்சிவப்புடன் காணப்படும். இந்த வண்ணம் பெற்றோர்களில் காணப்படுவதில்லை. அதனால் எது ஓங்குபண்பு எனக்கொள்வதும் சாத்தியமில்லை. இந்த இளஞ்சிவப்புப் பூக்களைத் தன்மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தினால் F_2 சந்ததி தோன்றும். அதில் சிவப்பு: இளஞ்சிவப்பு : வெள்ளை - 1 : 2 : 1 என்று கிடைக்கிறது. சாதாரணமாக மெண்டல் ஒற்றை ஹைபிரிட் கொள்கைப்படி இரு வகை விகிதங்கள் கிடைக்கின்றன. ஃபினோடைப் விகிதம் 3:1 என்றும், ஜீனோடைப் விகிதம் 1:2:1 என்றும் முன்பே கண்டோம். ஆனால், இந்த முழுமையற்ற ஓங்கு கொள்கைப்படி ஃபினோடைப், ஜீனோ

டைப் இரண்டுமே 1:2:1 என்ற விகிதத்தில் கிடைக்கிறது. இளஞ் சிவப்பு நிறம் ஹெடிரோஸைகஸ் ஆகும். சிவப்பு, வெள்ளை ஹோமோஸைகஸ்களாகும். சாதாரணமாக வண்ண தன்மை ஓங்குபண்பாகவும், வெள்ளை ஒடுங்குபண்பாகவும் அமைகின்றன. அதனால் சிவப்புப் பூக்கள் ஓங்கு நிலையைக் குறிக்கும். இதைப் படம் 4-லிருந்து விளக்கமாக அறியலாம்.



படம் 4

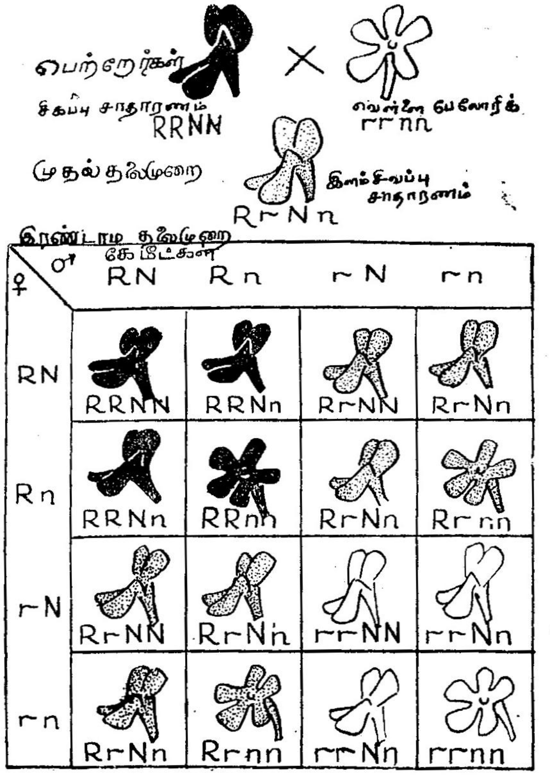
அந்திமந்தாரையின் முழுமையடையாத ஓங்குபண்பின் பாரம்பரியத்தை விளக்குதல்

இதே போல் நெற்கதிர் அமைப்பு, ஸ்னாப்ட்ராகன் (Snap-dragon) என்ற பூவின் வண்ணம் இவை முழுமைபற்ற ஓங்கு பண்பைப் பின்பற்றுகின்றன. ஸ்னாப்ட்ராகன் பூக்களில் இருவித வண்ணங்கள் உண்டு. சிவப்பு, வெள்ளை. அதேபோல் சீர் அமைப்பிலும் இருவகைகள் உண்டு. மஞ்சரியிலுள்ள பக்கப்பூக்கள் ஒழுங்கு அற்றவையாகவும், மஞ்சரியின் நுனியிலுள்ள பூ ஒழுங்கான பெலோரிக் (peloric) பூவாகவும் அமையும். இப் பூவின் வண்ணம், அமைப்பு என்ற இரட்டைப் பண்புகள் முழுமைபற்ற ஓங்குபண்பு முறையில் இரட்டை ஹைபிரிட் முறையைப் பின்பற்றுகின்றன. சிவப்பு ஒழுங்கான பூவையும், வெள்ளை பெலோரிக் பூவையும்

பெற்றோர்களாக எடுத்துக்கொண்டு ஹைபிரிட் தரிக்கச் செய்தால், பின்வரும் விகிதம் கிடைக்கும். இதன் விளக்கம் கீழ்க் காணும் அட்டவணை 17-லிருந்து தெளிவாகும்.

அட்டவணை 17

பெற்றோர்கள்	RR NN			rr nn
	சிவப்பு ஒழுங்கு			வெள்ளை பெலோரிக்
கேமீட்டுகள்	RN			rn
முதல் தலைமுறை		Rr	Nn	
கேமீட்டுகள்	RN	Rn	rN	rn



படம் 5

ஆண்டிரைனம் (Antirrhinum (பூக்களின் நிற, வடிவப் பாரம்பரியத்தை விளக்குதல்

எடுத்துக்கொண்ட இரு ஜோடி இயல்புகளில் ஒன்று (வடிவம்) ஓங்கு பண்பாகவும், மற்றொன்று (நிறம்) முழுமையடையாத ஓங்கு பண்பாகவும் இருப்பதைக் காணவும்.)

சிவப்பு ஒழுங்கு : இளஞ்சிவப்பு ஒழுங்கு : வெள்ளை ஒழுங்கு
சிவப்பு பெலோரிக்:இளஞ்சிவப்பு பெலோரிக்:வெள்ளை பெலோரிக்
= 3: 6: 3: 1: 2: 1

சாதாரணமாக இரட்டை ஹைபிரிட்டில் ஃபினோடைப் விகிதம் 9: 3: 3: 1 என்று கிடைக்கும். ஆனால், மேற்கண்ட அட்டவணை 17-லிருந்து ஃபினோடைப் விகிதம் 3: 6: 3: 1: 2: 1 என்று கிடைப்பது தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். சிலர் இம் முறையைக் 'கலந்த பாரம்பரிய இயல்' (Blended Inheritance) என்றும் சொல்வர். மெண்டலின் கொள்கைக்கு 'மாற்றுப் பாரம்பரிய வழி' (Alternate Method of Inheritance) என்று பெயர். மெண்டலின் வழியில் முதல் தலைமுறையில் ஒரு பெற்றோரின் பண்பு மட்டுமே வெளிப்படும். ஆனால், முந்திய வழியில் இரு பெற்றோர்களின் பண்புகளும் கலந்து வெளிப்படும்.

5. ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல்

(Interaction of Genes)

மெண்டலின் வெற்றிக்குப்பல காரணங்கள் உண்டு. பட்டாணிச் செடியைத் தேர்ந்தெடுத்ததே முதல் காரணமாகக் கொள்ளலாம். பட்டாணிச் செடியை எடுத்துக்கொண்டதால், மெண்டல் தம் கொள்கைகள், விதிகள் யாவற்றையும் நிரூபிக்க முடிந்தது. அவ் விதமின்றி வேறு செடிகளில் ஏதாவது ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுத்தி ருந்தால் என்ன விளைவு நிகழ்ந்திருக்கும் எனச் சொல்ல முடியாது.

முன் அத்தியாயத்தில் ஒரு செடியின் இரு பண்புகளை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தினால், இரண்டாம் சந்ததிகள் ஃபினோ டைப் விகித அளவு 9:3:3:1 என்று அமைகின்றன என்பதைக் கண் டோம். ஆனால், எல்லா உயிரினங்களிலும் மாற்றுக் கலவியல் நடக் கும்பொழுது இவ் விகிதம் நிலையாகக் கிடைப்பதில்லை. இம் மாறு பாடுகளை மெண்டலிஸத்தின் மாறுபாடுகள் எனக் கொள்ளலாம். இவற்றிற்கு மற்றும் பல பெயர்கள் உண்டு.

காரணிகள் உத்தேசம் (Factor Hypothesis)
கூட்டு ஜீன்கள் உத்தேசம் (Multiple Gene Hypothesis)
கூட்டு அலில்கள் தன்மை (Multiple Allelomorphs)
மெண்டலிஸத்தின் மாறுபாடுகள் (Modification of Mendelism)

மெண்டல் அறிந்தோ அறியாமலோ உயிரினங்களில் தோன்றும் பண்புகள் தனித்து இயங்கக் கூடிய அளவுகள் எனப்படும் காரணிகள் (factors) மூலமாகத் தலைமுறைத் தலைமுறையாகச் செல்கின்றன என்பதைக் கண்டு பிடித்தார். இவற்றையே தற்சமய ஆராய்ச்சி வாயிலாக ஜீன்கள் என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளன. மெண்டல் தம் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக் கொண்ட பட்டாணிச் செடியில் ஒரு பண்பிற்கு ஒரு ஜீன் என்ற விகிதத்தில் அமைகிறது என்று நிரூபித்தார். ஆனால், மெண்டல் கொள்கையை ஆதரிக்கும் பேட்சன் (Bateson),

மற்றும் பலர் மெண்டல் ஆராய்ச்சியைத் திருப்பிச் செய்து பார்த்த பொழுது மாறுதல்கள் தோன்றின. அதே சமயம் சிக்கல்களும் எழுந்தன. உதாரணமாகப் பீன்ஸ் (Sweet Pea) பூ நிறத்தை அடிப் படையாகக்கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினுல் சாதாரண மாக இது மெண்டல் ஒற்றைக் கலவியல் முறைப்படி செயல்பட வேண்டும். ஆனுல், இச் செடியில் பூவண்ணம் இரண்டாம் சந்ததியில் ஒன்பது வண்ணப் பூக்களும்,ஏழு வெள்ளைப் பூக்களுமாகத் தோன்று கிறது. அதனுல் பூ வண்ணம் இரு ஜீன்களால் கட்டுப்படுத்தப்படு கிறது என்பது விளங்கும். இதே போல் கனி ஈ (fruit fly) கண் பண்புகளைப் பல குரோமஸோம்களில் உள்ள ஜீன்களால் கட்டுப் படுத்தப்படுகின்றன. இதைத்தான் ப்ளியோ ட்ராபிஸம் (Pleio Tropism) என்பர். இதற்கான காரணங்கள், அவை எவ்வாறு தோன்றுகின்றன என்பதை மார்கன் (Morgan) கண்டு ஆராய்ந்திருக்கிருர்.

ஆராய்ச்சி வாயிலாக மெண்டலிஸத்திற்கு ஒன்பது வகை விதி விலக்குகள் உண்டு என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. மெண்டலி ஸத்தில் கிடைக்கும் முடிவுகளுக்கும், மற்ற விதி விலக்குகளுக்கும் உள்ள தொடர்பைப் பின்வரும் அட்டவணை 18-லிருந்து தெரிந்துகொள்ளலாம். இரு மாற்றுக் கலவியலின்போது பதினுறு சந்ததிகள் தோன்றினுல், அவை அட்டவணை 18-லினுள்ள வேறுபட்ட விகிதங்களில் அமையலாம்.

மெண்டலின் பட்டாணிச்செடியில் ஒவ்வொரு பண்பையும் ஒரு காரணிக் கட்டுப்படுத்துவதால், ஒரு பண்பிற்கு ஒரு காரணி என்ற சித்தாந்தம் நிலைத்துவிட்டது. இவ் விதி மாறுபாடுகள் தோன்றியதைத்தான் கூட்டுக் காரணிகள் (Compound Determiners) என்று விளக்கியுள்ளனர். இக் கொள்கைப்படி ஒரு பண்பை வெளிப்படுத்தப் பல காரணிகள் தேவைப்படலாம். அதேபோல் ஒரு காரணி சில சமயங்களில் கண்ணுக்குப் புலப்படக்கூடிய பல பண்புகளுக்குக் காரணமாக இருக்கலாம். இதனுல் பாரம்பரியத் திற்கு முழுக்காரணிகளைவிட, பகுதிக் காரணிகளும் தேவைப்பட லாம் என்பது நிச்சயிக்கப்பட்டது. இதனுல் தோன்றியதுதான் பேட்சனின் காரணிக் கொள்கைகள். முன்னமேயே சில உதார ணங்கள் கண்டோம். இக் கொள்கைப்படி பண்புகளின் பாரம்பரியத் தில் ஒரு பண்புக்குக் குறிப்பிட்ட காரணி என்று இல்லாமல் செயல் படும் எல்லாக் காரணிகளின் கூட்டுச் செயலே பண்பின் வெளிப் படுத்தலுக்குக் காரணமாகும். இக் கூட்டுக் கொள்கையைப்பற்றி விவரிப்பதற்கு முன் மற்ருெரு வகையைப்பற்றித் தெரிந்து கொள்வது அவசியம்.

அட்டவணை 18

	கொள்கைப் பெயர்:									
	மெண்டல் கொள்கை ஜீனோடைப்	1	2	1	2	4	2	1	2	1
1	நிரப்பும் காரணிகள் (Complementary Genes)	9	7							
2	துணைக்காரணிகள் (Supplimentary Factors)	9	3	4						
3	பாலிமெரிஸம் (Polymerism)	9	6	1						
4	எபிஸ்டாஸிஸ் (Epistasis)	12	3	1						
5	தடைக் காரணிகள் (Inhibitory Factors)	13	3							
6	சாவிற்குரிய ஜீன்கள் (Lethal Genes)		8	4						
7	இரட்டைக் காரணிகள் (Duplicate Factors)	15	1							
8	கூட்டுக் காரணிகள் (Cumulative Factors)	1	4	6	4	1				
9	மாற்றக்கூடிய ஜீன்கள் (Modifier Genes)									

ஒங்குபண்புகளின் கூட்டுச் செயல்

மெண்டலின் இரு ஹைபிரிட்டில் இரு காரணிகள் வேறுபட்ட இரு பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்துவதாகக் கண்டோம். அதாவது, உயரம் ஒரு பண்பு, பூ நிறம் மற்றொரு பண்பு. இவ்விரு பண்பு களுக்கான காரணிகள் தனித்தனியே செயல்படுகின்றன. அவ் விதமின்றி ஒரு பண்பிற்கு இரு காரணிகள் அமையலாம். அதாவது, ஒரு பண்பை இரு ஜோடி இயல்புகள் கட்டுப்படுத்தலாம். இவ் வித மாற்றுக் கலவியலில் முடிவாகத் தோன்றும் புற அமைப்பு இரு ஓங்கு காரணிகளின் கூட்டுச்செயலால் அமையும். பேட்சன் & பன்னட் (Bateson & Punnet) என்ற இரு ஆராய்ச்சியாளர்கள் கோழிகளின் கொண்டை அமைப்பை இம் முறையில் விவரித்துள் ளார்கள்.

கோழிகளின் கொண்டை நான்கு விதமாக உள்ளன. அவை: ரோஸ் (Rose), பட்டாணி (Pea), வால்நட் (Walnut), சிங்கிள் (Single) என்பர். இவற்றைப் படம் 6-1 ல் காணலாம்.

படம் 6-1

கோழிக் கொண்டையின் வகைகள்

இந்த நான்கு வகைகளும், அவற்றின் ஜீனேடைப்பில் வித்தியாசப்படுகிறது. அவற்றின் ஜீனேடைப் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளது:

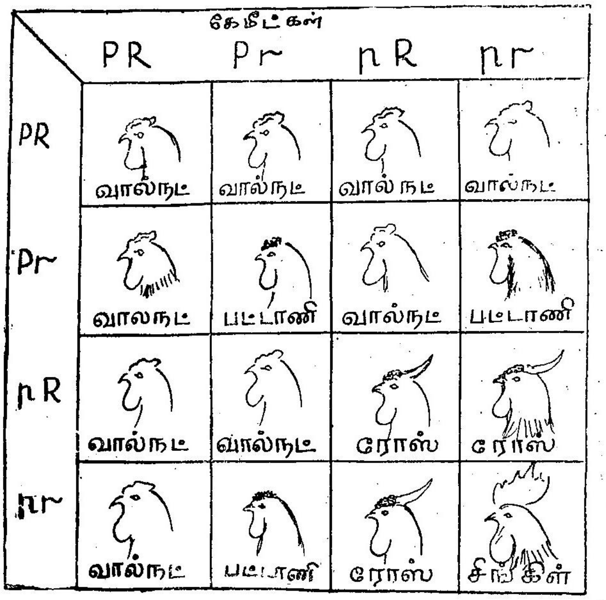
சிங்கிள் வகை : இங்கு இரு காரணிகளும் ஒடுங்கு நிலையில் காணப்படுகின்றன. pp rr.

ரோஸ் வகை : ஒரு காரணி ஓங்கு நிலையிலும், மற்றொரு காரணி ஒடுங்கு நிலையிலும் உள்ளது. pp RR.

பட்டாணி வகை : இது ரோஸ் வகையைப்போல் ஒரு காரணி ஓங்கு நிலையிலும், மற்றொரு காரணி ஒடுங்கு நிலையிலும் காணப் படும். ஆனல், ரோஸ் வகையில் இருக்கும் இயல்புக்கு எதிர் வகை யாக அமைந்துள்ளது. PP rr.

வால்நட் வகை : பட்டாணி, ரோஸ் வகைக் கோழிகளை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தினல், அவற்றிலுள்ள ஓங்கு பண்புகள் இணைந்து, நான்காவது வகைக் கொண்டை அமைப்பு வெளிப்படுகிறது. இங்கு ஒவ்வொரு காரணியும் ஓங்குபண்பு, ஒடுங்குபண்பு நிலையில் காணப்படும். Pp Rr.

ஆனல் மேற்சொன்ன ரோஸ், பட்டாணி, வால்நட் இவற்றின் ஜீனேடைப் சற்று மாறுதலாகவும் அமையலாம். கீழ்க்காணும் சதுரங்கப்பலகை (படம் 6-2 ல்) முறையில் இதை விவரமாக அறியலாம். ரோஸ், பட்டாணி இவற்றைப் பெற்றேர்களாகக் கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினல், முதல் தலைமுறையில் வால்நட்டும், இரண்டாம் தலைமுறையில் நான்கு (வித) வகைக் கொண்டையுடன் கோழிகளும் கிடைக்கும்.



படம் 6-2

கோழிக்கொண்டைகளில் ஓங்குபண்புகளின் கூட்டுச் செயலைக் காண்பிக்கும் வரைபடம் - இரண்டாம் தலைமுறை

அவை: வால்நட் ஒன்பது (9), ரோஸ் மூன்று (3), பட்டாணி மூன்று (3), சிங்கிள் ஒன்று (1) என்ற விகிதத்தில் வெளிப்படும். அட்டவணை 19-லும் படம் 6-2லும் விளக்கம் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 19

பெற்ருேர்கள்	pp RR ரோஸ்		PP rr பட்டாணி	
கேமீட்டுகள்	pR		Pr	
முதல் தலைமுறை	Pp	Rr	வால்நட்	
கேமீட்டுகள்	PR	Pr	pR	pr

இரண்டாம் தலைமுறை வால்நட், ரோஸ், பட்டாணி, சிங்கிள்
9 : 3 : 3 : 1

(விளக்கத்திற்குப் படம் 6-2-ல் பார்க்கவும்.)

வால்நட் கொண்டை தோன்ற இரு காரணிகளில் ஒவ்வோர் இயல்பும் ஓங்கு நிலையில் அமைய வேண்டும். இயல்பின் மற்ற அங்கம் ஓங்கு நிலை அல்லது ஒடுங்கு நிலையில் இருக்கலாம். படத்திலுள்ள 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13 எண்களுள்ள கட்டங்கள் வால்நட் வகையைக் குறிக்கும். இவற்றின் ஜீனேடைப் வித்தியாசங்கள் புலப்படும்.

கூட்டுக் கொள்கை வகைகள்

வகை 1. நிரப்பும் ஜீன்கள் (Complementary Genes): பேட்சன் பீன்ஸ் செடியில் நடத்திய பரிசோதனை குறிப்பிடத் தக்கது. பீன்ஸில் (Lathyrus) வெள்ளைப் பூக்களோடுகூடிய இரு இனங்கள் காணப்படுகின்றன. தன்மகரந்தச் சேர்க்கையில் அவை கலப்பிலா இனமாகவே வெள்ளைப் பூவுடன் தோன்றுகின்றன. ஆனால், இவற்றைச் செயற்கை முறையில் அயல்மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தினால், ஊதாநிறப் பூக்களோடு கூடிய முதல்சந்ததி (F_1) ஹைபிரிட் தோன்றுகிறது. பீன்ஸின் மூதாதையர்கள் சிசிலி பீன்ஸ் இனங்கள் இதேபோல் ஊதா நிறப்பூக்கள் பெற்றவைதான். இவ் விதம் வெள்ளைநிறப் பூக்கள் மூதாதையர்களின் ஊதா நிறத்திற் குத் திரும்புவதால், இதை மூதாதையர் பண்புக்குத் திரும்புதல் (Reversion) என்பர். இவ்விதம் வெள்ளை வண்ணம் திடீர்மாற்றம் ஏற்பட்டு, அதனால் தோன்றியிருக்கலாம். இந்த மாற்றுக் கலவிய லின் விளக்கம் பின் வருமாறு:

ஊதா ஹைபிரிட்டைத் தன்மகரந்தத்திற்கு உட்படுத்தினால், ஊதா நிறப் பூச்செடிகளும், வெள்ளை நிறப் பூச்செடிகளும் 9:7 என்ற விகிதத்தில் தோன்றுகின்றன. எடுத்துக்கொண்டது ஒரே பண்பானாலும், ஒற்றை மாற்றுக் கலவை விகிதத்தைப்

பின்பற்றுமல் இரட்டை மாற்றுக் கலவை (Dihybrid) விகிதத்தைப் பின்பற்றுகிறது.

ஊதா நிறமானது இரு காரணிகளால் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது என்று நிரூபிக்கப்பட்டது. இவ்விரு காரணிகளும் தனித்துப் பரம்பரை வழியே செல்லலாம். ஆனல், நிறத்தைத் தோன்றச் செய்ய அவை சேர்ந்தே செயல்பட வேண்டும். பேட்சன் எடுத்துக்கொண்ட பெற்றோர் வெள்ளைநிறப் பூச்செடிகள் மேற்சொன்ன இரு காரணிகளில் ஏதோ ஒன்றைத்தான் பெற்றுள்ளன. ஊதா நிறம் தோன்ற மற்ற **நிரப்பும் காரணி** தேவை என்பது கீழ்க்காணும் விளக்கத்திலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம். பெற்றோர்ச் செடிகளில் ஜீனேடைப் பின் வருமாறு: Cp Cp- cP cP. இங்கு C என்பது நிறத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் ஜீனைக் குறிக்கிறது. C காரணி இருந்தால்தான் ஊதா நிறம் தோன்றும். அதனுடைய ஒடுங்குபண்பு C ஆகும். C என்பது குரோமோஜெனைக் குறிக்கிறது. P என்ற ஜீன் இக் குரோமோ ஜெனைக் கட்டுப்படுத்தும் அல்லது தூண்டக்கூடிய நொதியைக் குறிக்கிறது. p என்பது அந் நொதியின் ஒடுங்குபண்பாகும்.

முதலில் எடுத்துக்கொண்ட பெற்றோர்கள் வெள்ளைப் பூக்களைக் கொண்டவை. அவற்றின் ஜீனேடைப் CC pp; cc PP.

முதல் செடியின் வண்ணத்திற்கான குரோமோஜென் 'C' ஓங்கு நிலையில் இருந்த போதிலும், 'p' ஒடுங்கு நிலையில் இருப்பதால், வண்ணத்திற்குத் தேவையான நொதிகள் கிடைப்பதில்லை. அதனுல் வண்ணம் வெளிப்படாமல் வெள்ளை நிறப் பூக்கள் கிடைக்கின்றன. இரண்டாவது வகைச் செடியில் வண்ணத்திற்கான குரோமோஜென் ஒடுங்கு நிலையில் அமைந்துள்ளது. அதனுல் வெள்ளைப் பூக்கள் கிடைக்கின்றன. இப் பெற்றோர் இணக்கத்தால் முதல் சந்ததி கிடைக்கிறது. இங்கு வண்ணத்திற்கான குரோமோஜென், நொதி இரண்டும் (கிடைப்பதால்) இருப்பதால், ஊதா நிறம் கிடைக்கிறது. முதல் சந்ததியிலிருந்து நான்கு விதப் பால் செல்கள் கிடைக்கும்: CP, Cp, cP, cp. இவ் வகையான நான்கு ஆண் கேமீட்டுகளும், நான்கு பெண் கேமீட்டுகளும் இணைந்து பதினுறு இரண்டாம் சந்ததிச் சேய்ச் செடிகளைத் தோற்றுவிக்க முடியும். இந்தப் பதினுறு செடிகளில் ஒன்பது செடிகளில் ஊதாநிறப் பூக்களையும், ஏழு செடிகளில் வெள்ளைநிறப் பூக்களையும் காணலாம். அதாவது, ஃபினே

டைப் விகிதம் ஊதா:வெள்ளை = 9:7. கீழ்வரும் சதுரங்கப் பலகை படம் (7) இதை விளக்கும்.

இரண்டாம் தலைமுறை

கேமீட்கள்	CP	Cp	cP	cp
CP	1 CCPP ஊதா	2 CCPp ஊதா	3 CcPP ஊதா	4 CcPp ஊதா
Cp	5 CCPp ஊதா	6 CCpp வெள்ளை	7 CcPp ஊதா	8 Ccpp வெள்ளை
cP	9 CcPP ஊதா	10 CcPp ஊதா	11 ccPP வெள்ளை	12 ccPp வெள்ளை
cp	13 CcPp ஊதா	14 Ccpp வெள்ளை	15 ccPp வெள்ளை	16 ccpp வெள்ளை

படம் 7

நிரப்பும் காரணிகள் (உ-ம்.) லாதிரூஸ் (Lathyrus) பூவின் நிறம்
(இக் காரணிகள் முதல் தலைமுறையில் ஊதா நிறப் பூக்களையும், இரண்டாம் தலைமுறையில் மேலே காட்டியபடி ஊதா, வெள்ளை நிறப் பூக்களை 9:7 என்ற விகிதத்தில் கொடுப்பதைக் காணவும்.)

கட்டங்கள் 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13 (எண் உள்ளவை) ஊதா நிறங்களைக் குறிக்கும். இங்கு இரு காரணிகளும் ஓங்கு நிலையில் உள்ளன.

கட்டங்கள் 6, 8, 14 வெள்ளை நிறம் (இங்கு நொதி ஒடுங்கு நிலையில் உள்ளது.)

கட்டங்கள் 11, 12, 15 வெள்ளை நிறம் (இங்குக் குரோமோஜென் ஒடுங்கு நிலையில் உள்ளது.)

கட்டம் 16 வெள்ளை நிறம் (இரு காரணிகளும் ஒடுங்கு நிலையில் இருக்கின்றன.)

அரிசியில் மேற்கண்ட கொள்கையைக் காணலாம். பழுப்பு நிற

அரிசியைக்கொண்ட பெற்றோர்களிலிருந்து சிவப்பு நிற அரிசி கிடைக்கிறது. இந்த முதல் சந்ததி சிவப்பு நிற அரிசி இரண்டாம் தலைமுறையில் 9:7 (சிவப்பு : வெள்ளை) விகிதங்களில் கொடுக்கிறது.

அதே போல் ரூட்பெக்கியா (Rudbeckia) என்ற சூரியகாந்திக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த செடிகள் இரு வகை மஞ்சள் மஞ்சரிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ் விருவகைகளை இணைப்பதால், ஊதா நிற மஞ்சரி தோன்றுகிறது. இதுவும் மேற்சொன்ன வகையைச் சேர்ந்தது என்று ப்ளேக்ஸ்லீ (Blackslee) நிரூபித்துள்ளார்.

வகை 2. துணைக் காரணிகள் (Supplimentary Factors): முன் சொல்லிய நிரப்பும் கொள்கை போலல்லாமல், இங்கு ஒரு காரணிப் பண்பை வெளிப்படுத்தப் போதுமானது. ஆனால், அவ்வாறு வெளிப் படும் பண்பானது, வேறொரு காரணியால் மாற்றப்படுகிறது; அதனால் இக் காரணிக்குத் துணையாகச் செயல்படுகிறது. உதாரண மாக, கினி பன்றி (Guinea-pig) தோல்நிறத்தை எடுத்துக் கொள் ளலாம். தோல் நிறம் மூன்று வகையாக அமைந்துள்ளது. கறுப்பு, வெள்ளை, பழுப்பு என்ற மூன்று வகை. வெள்ளை நிறத்தை அல்பினோ என்பர். பழுப்பு நிறத்தை அகௌடி என்று சொல்வர். அகௌடி நிறம் தோன்றக் காரணம் கறுப்பு நிறத்தின் அமைப் பேயாகும் என்று கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள். ஒவ்வோர் அகௌடி முடியிலும் நுனிப்பாகம் கறுமையாகவும், அதை அடுத்து நடுப் பாகம் மஞ்சள் பட்டையாகவும், அடிப்பாகம் வெளுத்த கறுப்பா கவோ அல்லது ஈய நிறத்திலோ காணப்படும். முடிகள் அடுத் தடுத்து ஒன்றன்மேல் மற்றது அமைவதால், பழுப்பு நிறமான அகௌடி தென்படுகிறது. இவ் வகைத் தோல் வண்ணம் எல்லாப் பாலூட்டிகளிலும் காணப்படும். கேசில் (Castle) இந்தக் கினி பன்றிகளை வைத்து ஆராய்ச்சி நடத்தியுள்ளார்; இந்த வண் ணங்களின் காரணிகள் தனித்துப் பரம்பரை வழியே வரத் தகுதி பெற்றவை என்று நிரூபித்துள்ளார். அவர் பரிசோதனைக்கு ஒரு கறுப்புப் பன்றியையும், வெள்ளைப் பன்றியையும் எடுத்துக் கொண்டார். கறுப்புப் பன்றியில் வண்ணத் துகள்கள்தான் (pigment) உண்டு; வண்ணத் திட்டுகள் கிடையா. அதே போல் வெள்ளைப் பன்றியில் வண்ணத்திற்கான காரணிகள் கிடையா. இவ் விரு மாறுபட்ட பெற்றோர்களை இணைப்பதால், அகௌடி இனம் கிடைக்கிறது. கறுப்பு வண்ணம் அகௌடி முறையில் அமைய ஒரு துணைக் காரணி தேவை என்பது இதிலிருந்து தெரிகிறது.

இதை மரபியல் முறையில் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம்: C என்பது கறுப்பு நிறத்திற்கான ஓங்குகாரணி. c என்பது ஒடுங்கு

நிலை அதாவது நிறமற்ற தன்மை வெள்ளையைக் குறிக்கும். **A** என்பது அகௌடி அமைப்பைக் குறிக்கும். **a** என்பது அகௌடி அற்ற தன்மை அதாவது கறுப்பு நிறத்தைக் குறிக்கும்.

எடுத்துக்கொண்ட பெற்றோர்களின் ஜீனோடைப் பின்வருமாறு: கறுப்புப்பன்றி CC aa என்றும், வெள்ளைப் பன்றி cc AA என்றும் அமைந்துள்ளன. இவற்றின் மாற்றுக் கலவியலில் உண்டாகும் அகௌடியின் ஜீனோடைப் Cc Aa ஆகும். இந்த முதல் சந்ததி நான்கு வகை ஆண்பால் செல்களும், நான்கு வகைப் பெண்பால்

இரண்டாம் தலைமுறை

கேமீட்கள்	CA	Ca	cA	ca
CA	1 CCAA அகௌடி	2 CCAa அகௌடி	3 CcAA அகௌடி	4 CcAa அகௌடி
Ca	5 CCAa அகௌடி	6 CCaa கருப்பு	7 CcAa அகௌடி	8 Ccaa கருப்பு
cA	9 CcAA அகௌடி	10 CcAa அகௌடி	11 ccAA வெள்ளை	12 ccAa வெள்ளை
ca	13 CcAa அகௌடி	14 Ccaa கருப்பு	15 ccAa வெள்ளை	16 ccaa வெள்ளை

படம் 8

துணைக் காரணிகள்

(கறுப்பு, வெள்ளை கினி பன்றிகளைக்கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால், அவற்றிலுள்ள துணைக் காரணிகள் முதல் தலைமுறையில் அகௌடி நிறத்தையும், இரண்டாம் தலை முறையில் மேலே காட்டியபடி அகௌடி, கறுப்பு, வெள்ளை நிறங்களை 9 : 3 : 4 என்ற விகிதத்தில் கொடுப்பதைக் காண்க.)

செல்களும் கொடுக்கிறது. அவற்றின் இணைப்பால் பதினாறு வகைப் பன்றிகள் தோன்ற முடியும். அவற்றின் ஜீனோடைப், ஃபினோடைப் முதலியவற்றை மேலேயுள்ள படம் 8 சதுரங்கக் கட்டத்திலிருந்து அறியலாம்.

∴பினோடைப் விகிதம் அகௌடி கறுப்பு:வெள்ளை = 9:3:4

கட்டங்கள் 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13 இவற்றில் இரு காரணிகளும் ஓங்கு நிலையில் காணப்படுகின்றன. அதனால் அகௌடி அமைப்புத் தென்படுகிறது.

கட்டங்கள் 6, 8, 14 அகௌடி பண்பு 'a' ஒடுங்கு நிலையில் காணப்படுவதால், கறுப்பு நிறம் வெளிப்படுகிறது.

கட்டங்கள் 11,12,15,16 இங்கு வண்ணத்திற்கான 'C' பண்பு ஒடுங்கு நிலையில் காணப்படுவதால், வெள்ளை நிறம் கிடைக்கிறது.

சோளத் தானியத்தில் தோன்றும் வண்ணம், இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு. சிவப்பு ஊதா, கறுத்த ஊதா, பழுப்பு நிறங்கள் இதே விகிதத்தில் அமைந்துள்ளன.

அவரை விதையின் தோலில் தோன்றும் வண்ணத்திற்கும் இதே கொள்கை காரணமாகிறது.

வகை 3. பாலிமெரிஸம் (Polymerism): இவ் வகையை வால்டர் (Walter) துணைக்கொள்கையில் ஒரு வகை என்றே கொள்ளலாம் என்று தெரிவித்துள்ளார். இவ் வகையை ஸ்னைடர் (Snyder) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இவர் தம் ஆராய்ச்சிக்குப் பன்றியை எடுத்துக்கொண்டார்; பன்றியில் ஒரு வகைக்கு மண் வண்ணத் தோல் இருப்பதைக் கண்டார். இது சிவப்பு வண்ணத் தோலின் ஒடுங்குபண்பாகும். மேலும், சிவப்பு வண்ணம் திடீர்மாற்றத்தினால் மண் வண்ணமாக மாறி இருக்க வேண்டும். வெவ்வேறு சூழ் நிலையில் வளர்க்கப்படும் இரு மண் வண்ணப் பன்றிகளை மாற்றுக் கலவியலுக்கு ஸ்னைடர் உட்படுத்தினார். முதல் சந்ததியில் எல்லாம் சிவப்பு வண்ணப் பன்றிகளாகவே இருந்தன. இதிலிருந்து தெரிவது என்னவென்றால், பெற்றோர்கள் மண் வண்ணம் பெற்றிருந்தாலும் முதல் சந்ததி சிவப்பாகத் தோன்றுவதிலிருந்து மண் வண்ணம் வேறுபட்ட ஜீனோடைப்பைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். இந்த முதல் சந்ததி தோற்றுவிக்கும் இரண்டாம் சந்ததிப் பன்றிகள் சிவப்பு: மண் நிறம்: வெள்ளை = 9:6:1 என்ற விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது.

சிவப்பு வண்ணத்திற்கு இரு காரணிகள் RS என்பவை ஓங்கு நிலையில் அமைகின்றன. இவற்றின் ஒடுங்கு காரணிகள் rs என்பவை வெள்ளை நிறத்தைக் குறிக்கின்றன. இக் காரணிகள் ஒன்று ஓங்கு நிலையிலும், மற்றொன்று ஒடுங்கு நிலையிலும்

இருந்தால், மண் வண்ணம் வெளிப்படுகிறது. Rs, rS என்பவை அவை.

ஸ்னேடர் எடுத்துக்கொண்ட மண் வண்ணப் பன்றிகள் கீழ்க் காணும் ஜீனோடைப்பைப் பெற்றிருக்கலாம். RRss, rrSS என்று கண்டுபிடித்தார். இவற்றை இணைத்ததில் சிவப்பு நிறப் பன்றி, Rr Ss என்ற ஜீனோடைப்புடன் தோன்றியது. இது நான்கு வகைப் பால் செல்களைத் தோற்றுவிக்க முடியும். அவற்றின் சேர்க்கையால் பதினாறு வகை இரண்டாம் சந்ததிகள் தோன்ற முடியும். அவை, சிவப்பு : மண்வண்ணம் : வெள்ளை = 9:6:1 என்ற முறையில் அமைந்துள்ளன. இங்குச் சிவப்பு வண்ணத்திற்குத்

இரண்டாம் தலைமுறை

	RS	Rs	rS	rs
RS	1 RRSS சிவப்பு	2 RRSs சிவப்பு	3 RrSS சிவப்பு	4 RrSs சிவப்பு
Rs	5 RRSs சிவப்பு	6 RRss மண்	7 RrSs சிவப்பு	8 Rrss மண்
rS	9 RrSS சிவப்பு	10 RrSs சிவப்பு	11 rrSS மண்	12 rrSs மண்
rs	13 RrSs சிவப்பு	14 Rrss மண்	15 rrSs மண்	16 rrss வெள்ளை

படம் 9

பாலிமெரிஸம் (Polymerism)

(பன்றியின் தோல் வண்ணப் பாரம்பரியத்தில் பண்புகள் இரண்டாம் தலைமுறையில் 9 : 6 : 1 என்று தோன்றுவதைக் காண்க.)

துணையாக மண்வண்ணம் அமைகிறது. பாலிமெரிஸம் என்றால் இரு ஓங்கு காரணிகள் தனித்தனியே இருக்கும்போது ஒரு பண்பைக் (தோல் வண்ணத்தை) கட்டுப்படுத்த முடியும். அந்த ஓங்கு பண்புகள் இரண்டும் சேர்ந்து காணப்பட்டால், பண்பு இரட்டித்துக்

திருச்சிற்றம்பர சுவாமிகள் நூலகம் பேரூர்.

காணப்படுகிறது. மெண்டலின் 9:3:3:1 என்ற விகிதத்தில் இடை நிலையிலுள்ளவை கூடி 9:6:1 என்று தோன்றுகிறது. இதையே கூட்டுச் செயல் (additive effect) என்று சொல்லலாம்.

முன் பக்கத்திலுள்ள சதுரங்கக் கட்டம் (படம் 9) ஃபினோடைப்பையும், ஜீனோடைப்பையும் விளக்கும்.

கோதுமைத்தவிடு இந்த வகையைத்தான் சேர்ந்தது. கோதுமை மணிகள் மூன்று வகைப்படும். அழுத்த சிவப்பு: வெளுத்த சிவப்பு: வெள்ளை நிறம் = 9:6:1 என்ற விகிதத்தில் அமைகின்றன. சிவப்பு மணி வகையையும், வெள்ளை மணி வகையையும் இணைப்பதால் முதல் சந்ததி வெளுத்த சிவப்பாகவும், இரண்டாம் சந்ததி = சிவப்பு : வெளுத்த சிவப்பு : வெள்ளை = 9:6:1 என்ற விகிதத்திலும் கிடைக்கும்.

வகை 4. எபிஸ்டாஸிஸ் (Epistasis) : வால்டர் இவ் வகையையும் துணைக்கொள்கையின் மற்றொரு வகை என்றே குறிப்பிடுகிறார். இவ் வகையைச் சின்னட் (Sinnot) என்பவர்தான் முதலில் அறிமுகப்படுத்தினர். இவர் தம் ஆராய்ச்சிக்குப் பூசணிக்காய்களை எடுத்துக்கொண்டார். ஓர் இனப் பூசணியில் வண்ணங்கள் மூன்று (3) உண்டு. அவை வெள்ளை, மஞ்சள், பச்சை என்பன. இவற்றில் வெள்ளை நிறம் ஓங்கு நிலையில் உள்ளது. இதை W என்று குறிப்பிடலாம். மஞ்சள் நிறத்தை Y என்ற காரணி கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆனல், மஞ்சள் நிறம் வெண்மைக்குரிய பண்பு ஒடுங்கிய நிலையில் w அமைந்தால்தான் வெளிப்படும். இவ் விரு வகைப் பண்புகளும் ஒடுங்கும் நிலையில் இருந்தால் பச்சை நிறம் வெளிப்படும்-yw.

சின்னட் கலப்பிலா வெள்ளைப் பூசணியையும், பச்சைப் பூசணியையும் மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தினர். வெள்ளை பெற்றோர் WWYY என்றும், பச்சை பெற்றோர் wwyy என்றும் ஜீனோடைப் பெற்றிருக்கும். முதல் சந்ததி WwYy வெண்மையாகவே அமைந்துவிடும். இதிலிருந்து கிடைக்கும் இரண்டாம் சந்ததி வெள்ளை: மஞ்சள்: பச்சை = 12:3:1 என்ற விகிதத்தில் அமைகிறது. அதன் அமைப்பு ஃபினோடைப், ஜீனோடைப் எனப் பின்வரும் படம் 10-லுள்ள சதுரங்கக் கட்டத்தில் விளங்கும்.

முதல் தலைமுறைத் தோற்றுவிக்கும் பால் ஸெல்கள் WY, Wy, wY, wy என்பன. அவற்றின் மூலமாகக் கிடைக்கும் இரண்டாம் சந்ததிகள் பின் வருமாறு:

கட்டங்கள் 11, 12, 15 முதலியவற்றில் 'w' ஒடுங்கு நிலையிலும் 'Y' ஓங்கு நிலையிலும் இருப்பதால், மஞ்சள் நிறம் வெளிப்பட முடிகிறது.

கட்டம் 16-ல் இரு காரணிகளும் ஒடுங்கு நிலையில் உள்ளன; அதனால் பச்சை நிறம் தோன்றுகிறது.

இரண்டாம் தலைமுறை

கேமீட்கள்	WY	Wy	wY	wy
WY	1 WWYY வெள்ளை	2 WWYy வெள்ளை	3 WwYY வெள்ளை	4 WwYy வெள்ளை
Wy	5 WWYy வெள்ளை	6 WWyy வெள்ளை	7 WwYy வெள்ளை	8 Wwyy வெள்ளை
wY	9 WwYY வெள்ளை	10 WwYy வெள்ளை	11 wwYY மஞ்சள்	12 wwYy மஞ்சள்
wy	13 WwYy வெள்ளை	14 Wwyy வெள்ளை	15 wwYy மஞ்சள்	16 wwyy பச்சை

படம் 10

எபிஸ்டாஸிஸ் (Epistasis)

(இரண்டாம் தலைமுறை. வெள்ளை நிறப் பழத்தைக் கொடுக்கும் பறங்கிச் செடியைப் பச்சை நிறப் பழத்தைக் கொடுக்கும் செடியுடன் மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால், இரண்டாம் தலைமுறையில் 12:3:1 என்ற விகிதத்தில் எதிர்பார்க்கும் வழித் தோன்றல்களை மேற்கண்ட சதுரங்கப் பலகையில் காண்க.)

மற்ற 12 கட்டங்களிலும் இரு காரணிகளும் ஓங்கு நிலையிலும் அல்லது மஞ்சள் நிற 'y' ஒடுங்கு நிலையிலும் காணப்படும்; அதனால் வெள்ளையாக அமைகின்றன.

இவ் வகைக்குச் சோளத்தை ஓர் எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். சோள மணிகள் சிவப்பு, முத்து வெள்ளை, சுண்ணாம்பு வெள்ளை என்ற மூன்று நிறங்களில் காணப்படும். இவற்றில் சிவப்பையும், முத்து வெள்ளையையும் பெற்றோராகக் கொண்டு

மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால் இரண்டாம் சந்ததியில் சிவப்பு: முத்து வெள்ளை : சுண்ணாம்பு வெள்ளை = 12:3:1 என்ற விகிதத்தில் கிடைக்கும்.

வகை 5. தடைக் காரணிகள் (Inhibitory Factors): இவ் வகைக் கொள்கையை விளக்க இரு காரணிகள் தேவை. இவ்விரு காரணிகளில் ஓங்கு தன்மை கொண்ட ஒன்று, மற்றப் பண்பை வெளிப்படுத்தும் ஓங்கு காரணியைத் தடைப்படுத்துகிறது. இதற்கு நெல் நிறத்தை உதாரணமாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். நெல்லின் தண்டு, இலை முதலியவற்றில் இரு வகை வண்ணங்கள் தோன்றும்: பசுமை நிறம், ஊதா நிறம் ஆகியவை. இவ்விரு வகை நெல்லைப் பெற்றோராகக்கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தியதில் முதல் தலைமுறையில் எல்லாம் பசுமையாகவே காணப்பட்டது. இதைத் தன்மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு ஈடுபடுத்தியதில் இரண்டாவது சந்ததி பசுமை : ஊதா = 13 : 3 என்ற விகிதத்தில் கிடைத்தது. இதைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம்:

ஊதா வண்ணத்தை P என்ற ஜீன் குறிக்கிறது. அதன் ஒடுங்குபண்பு p என்பதாகும். இது பச்சை வண்ணத்தைக் குறிக்கும். மற்றொரு பண்பை I என்ற எழுத்து குறிக்கும். இந்தக் காரணி எந்த வெளிப்பண்பையும் கட்டுப்படுத்துவதில்லை. ஆனால், அது P என்ற காரணியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

மாற்றுக் கலவியல் நடக்கும் விதத்தை முதலில் தெரிந்து கொள்வோம். பிறகு அதன் விளைவுகள் விளக்கப்படும்.

அட்டவணை 20

பெற்றோர்கள்	II pp ×	ii PP
	பச்சை	ஊதா
கேமீட்டுகள்	Ip	iP
முதல் தலைமுறை (F_1)	Ii	Pp
கேமீட்டுகள்	IP, Ip, iP, ip	

இரண்டாம் தலைமுறைச் செடிகளைப் படம் 11-ல் காணவும்.

படம் 11-லுள்ள கட்டங்களில் 11, 12, 15 கட்டங்களில் தடைக்காரணி 'i' ஒடுங்கு நிலையிலும், P என்ற காரணி-வண்ணத் திற்கானது—ஓங்கு நிலையிலும் இருப்பதால், ஊதா நிறம் வெளிப் படுகிறது.

கட்டம் 16-ல் தடைக் காரணி 'i' ஒடுங்கு நிலையில் இருந்த போதிலும், வண்ணத்திற்கான காரணியும் ஒடுங்கு நிலையில் இருப்பதால், பச்சை வண்ணம் தென்படுகிறது.

இரண்டாம் தலைமுறை

கேமீட்கள்	IP	Ip	iP	ip
IP	1 IIPP பச்சை	2 IIPp பச்சை	3 IiPP பச்சை	4 IiPp பச்சை
Ip	5 IIPp பச்சை	6 IIpp பச்சை	7 IiPp பச்சை	8 Iipp பச்சை
iP	9 IiPP பச்சை	10 IiPp பச்சை	11 iiPP ஊதா	12 iiPp ஊதா
ip	13 IiPp பச்சை	14 Iipp பச்சை	15 iiPp ஊதா	16 iipp பச்சை

படம் 11

தடைக் காரணிகள் (Inhibitory factors)

(இரண்டாம் தலைமுறை – 13 : 3 விகிதம். நெற்செடியின் இலை நிறத்தின் பாரம்பரிய விளைவுகளை மேலே காண்க.)

மற்ற எல்லாக் கட்டங்களிலும் இரு காரணிகளும் ஓங்கு நிலையிலோ அல்லது வண்ணத்திற்கான 'p' காரணி ஒடுங்கு நிலையிலோ இருப்பதால், பச்சை நிறம் வெளிப்படுகிறது.

இவ் வகைக் கொள்கை கோழிகளில் காணப்படும் இறகு வண்ணத்திற்கும் ஒத்ததாகக் காணப்படுகிறது.

வகை 6. சாவிற்குரிய ஜீன்கள் (Lethal Genes): எல்லாப் பாரம்பரியப் பண்புகளும் தாவர வாழ்விற்குப் பயன்படக் கூடியவை எனக் கொள்ளக் கூடாது. சில பண்புகள் கெடுதலை விளைவிக்கக்கூடும். செடிகள் பல நற்பண்புகளுடன் ஒரு கெட்ட பண்பைப் பெற்றிருந்தால், அதன் வளர்ச்சி தடைப்படும். உதாரணமாக நெல், சோளம் போன்ற செடிகளில் சில நாற்றுகள்

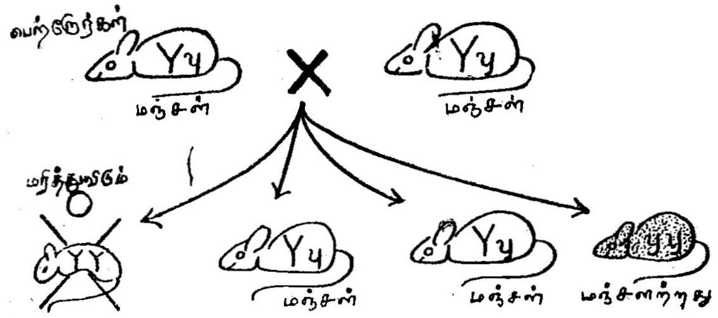
வெண்மையாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் பச்சையம் தோன்றுவதில்லை. பச்சையத் தோற்றத்திற்குக் காரணமாகிய காரணி இச் செடிகளில் இல்லாமல் இருப்பதால், செடிகள் முளைத்தவுடனேயோ அல்லது சில தினங்கள் கழித்தோ மடிந்து விடுகின்றன.

சாவிற்குரிய இப் பண்பு திடீர்மாற்றத்தினால் தோன்றி யிருக்கக்கூடும். இப் பண்பினால் மரணமானது உடனேயோ, நாள் கடந்தோ ஏற்படலாம். அதற்கு இப் பண்பிற்குரிய காரணிகள் ஹோமோஸைகஸ் நிலையில் இருக்க வேண்டும். இப் பண்பு இரு பெற்றோர்களிலும் காணப்படலாம். ஆனால் ஹெடிரோ ஸைகஸ் நிலையில் அமைந்திருக்கும். அவ்விதப் பெற்றோர்களால் இக் காரணிகள் சந்ததிக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன. பெற்றோரில் ஹெடிரோஸைகஸாக இருப்பதால், அவர்கள் உயிருடன் இருக்க முடிகிறது. ஆனால், சந்ததி ஹோமோஸைகஸாக அமைந்தால் மரித்து விடும். இச் சாவிற்குரிய காரணி வெவ்வேறு விகிதத்தில் சந்ததிகளில் காணப்படும். உதாரணமாக, நெற்பயிரில் பச்சை யத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணி வேறுபட்ட அளவில் காணப் படும். நெல் நாற்றுகள் மாறுபட்ட வண்ணத்துடன் காணப்படும்; சில நாற்றுகள் மஞ்சளாகக் காணப்படும். இவை எட்டு அல்லது பத்து நாள்களில் இறந்து விடும். சில செடிகள் ஆரம்பத்தில் பச்சையாகக் காணப்பட்டாலும், நாளடைவில் மஞ்சளாக மாறி இறந்து விடுகின்றன. சில செடிகளில் மஞ்சள் நிறமும், பச்சை நிறமும் மாறி மாறிப் பட்டை பட்டையாகக் காணப்படும். இச் செடிகள் திடமற்றுக் காணப்பட்டாலும் நாளடைவில் முழுவதும் பச்சை நிறமாக மாறி நன்றாக வளர்கின்றன. வெளுத்த நாற்றுகள் முளைத்த சில நாள்களுக்குள் இறந்து விடலாம். இதற்குச் சாவிற் குரிய காரணியின் அளவே காரணமாக இருக்கலாம்.

இக் கொள்கையை முதன்முதலில் 1909-ல் க்யூனெட் (Cuenot) என்பவர் அறிமுகப்படுத்தினார். இவர் மஞ்சள் எலிகளை உபயோகித்து ஆராய்ச்சி நடத்தினார். மஞ்சள் எலிகள் எப்போதும் கலப்பிலா இனமாக அமைவதில்லை. இவை ஹெடிரோஸைக ஸாகத்தான் இருக்க வேண்டும். மஞ்சள் எலிகளிலிருந்து மஞ்சள் எலிகளும், மஞ்சளற்ற கறுப்பு அல்லது பழுப்பு எலிகளும் தோன்று கின்றன. மஞ்சளற்ற தன்மை ஒடுங்குபண்பாகும். ஆராய்ச்சி வாயிலாக இது ஒற்றை ஹைபிரிட் முறையைச் சேர்ந்தது என்று நிரூபிக்கப்பட்டது. அதனால் ஒடுங்குபண்பு நான்கில் ஒரு பாக மாகக் காணப்படும் என முன்பே அறிந்தோம். ஆனால், இந்த எலி விஷயத்தில் மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. கிடைத்த மொத்த

எலிகளில் மூன்றில் ஒரு பாகம் மஞ்சளற்றும், மூன்றில் இரண்டு பாகம் மஞ்சளாகவும் உள்ளன. இவ்விதம் கிடைப்பதற்குக் காரணம் என்னவென்றால், ஹோமோஸைகஸ் ஓங்குபண்பு எலிகள் மறைந்து போவதுதான்.

கீழ்க்காணும் படம் 12 இதைத் தெளிவாக்கும் :



படம் 12

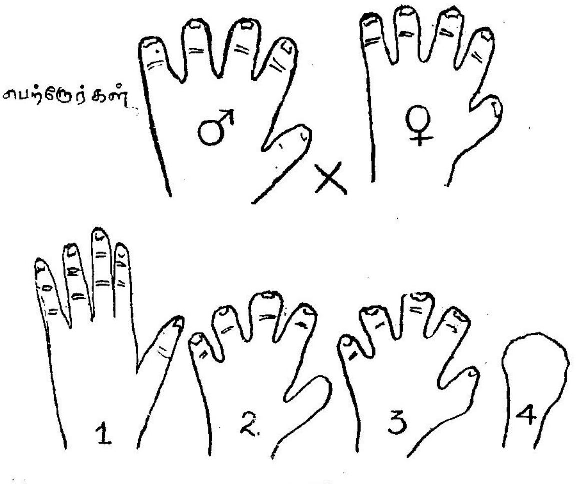
எலிகளின் சாவிற்குரிய காரணிகளின் பாரம்பரியம்

(இரு மஞ்சள் எலிகள் ஒன்றோடொன்று சேர்க்கையுறும்பொழுது முதல் தலைமுறையில் $\frac{1}{4}$ பங்கு மடிந்த கருக்களையும், $\frac{1}{2}$ பங்கு மஞ்சள் நிற எலிகளையும், $\frac{1}{4}$ பங்கு மஞ்சள் நிறமற்ற எலிகளையும் தோற்றுவிக்கப் படும் என்பதைப் படத்தில் காண்க.)

மஞ்சள் நிறத்திற்கான Y காரணி ஹோமோஸைகஸாக இருக்கும் நிலையில் அந்த எலியால் உயிரோடு இருக்க முடிவதில்லை. அதாவது, இவ் வகைகள் கருவிலேயே மடிந்து விடுகின்றன. சாவிற்குரிய YY இரட்டை நிலையில் காணப்படுவதே இதற்குக் காரணம். இங்குக் கிடைக்கும் விகிதம் 1:2:1. அதில் ஒன்று மடிந்து விடுவதால், 2:1 என்றே கொள்ளல் வேண்டும். முள்ளங்கி, பருத்தி முதலிய பயிர்களில் சாவிற்குரிய இப் பண்புகள் முக்கிய இடத்தைப் பெற்றுள்ளன.

சாவிற்குரிய காரணியின் நடுநிலைமை (Intermediate Killer Genes): மனிதனிடம் சாவிற்குரிய பல காரணிகள் காணப்படு கின்றன. அவை செயல்படும் விதத்தில் நடு நிலைமையைக் காண லாம். உதாரணமாக, சில மனிதர்களின் விரல்கள் குட்டையாகக் காணப்படுகின்றன. அதாவது, இவர்களின் கைவிரல்களில் இரண்டு கணுக்கள்தான் உண்டு. இதை மருத்துவத்தில் ப்ராகி ஃபெலென்ஜி

(Bracky Phalangy) என்பர். சாதாரண மனிதன் விரல்களில் மூன்று கணுக்கள் உண்டு. இரட்டைக் கணு விரல் மனிதர்கள் ஹெடிரோஸைகஸாகக் காணப்படுகிறார்கள். இக் குறைபாடுடன் கூடிய இருவித பெற்றோர்களிலிருந்து கிடைக்கும் சந்ததிகளில் சாதாரண விரல் குழந்தைகளும், இரட்டைக்கணு விரல் குழந்தைகளும் காணலாம். இப் பெற்றோர்களுக்கு நான்கு குழந்தைகள் பிறந்தால், அவற்றில் ஒன்று சாதாரண விரல்களுடனும், இரண்டு இரட்டைக்கணு விரல்களுடனும், மற்றக் குழந்தை விரல்களற்றும் காணப்படும். இந்த நான்காவது குழந்தை மற்ற எலும்பு குறைபாடுகளுடன் இருப்பதோடல்லாமல் மரித்து விடும். இரு குழந்தைகள் இரட்டைக் கணு விரல்களோடு காணப் படுவதால், இதை நடுநிலை சாவிற்குரிய காரணி என்கிறோம் (படம் 13).



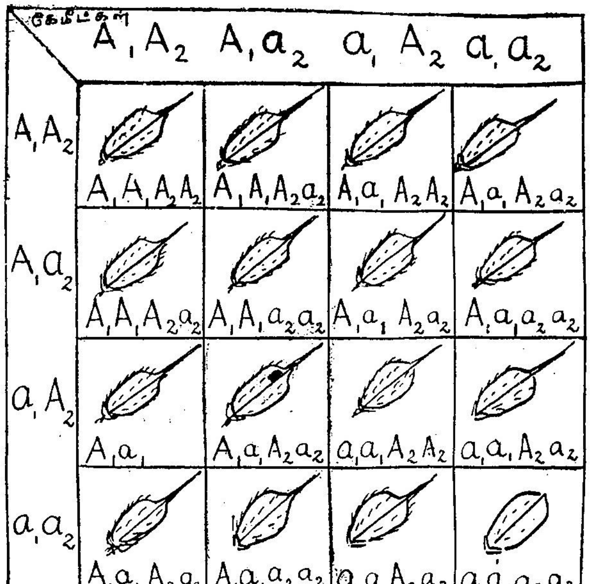
படம் 13

சாவிற்குரிய காரணிகளின் நடுநிலைமைப் பாரம்பரியம்

(முதல் தலைமுறையில் தோன்றிய சந்ததிகளில் $\frac{1}{4}$ பங்கு சாதாரண விரல்களுடனும், $\frac{1}{2}$ பங்கு இரட்டைக் கணு விரல்களுடனும், $\frac{1}{4}$ பங்கு எலும்பு, விரலற்று வியாதியுடனும் காணப்படுவதைப் படத்தில் காண்க.)

வகை 7. இரட்டைக் காரணிகள் (Duplicate Factors): 1914-ல் ஷல் (Shull) என்பவரால் முதன்முதலில் இக் கொள்கை அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இக் கொள்கைப்படி இரண்டாம் சந்ததியில் 15:1 என்ற விகிதம் கிடைக்கிறது. ஒரு பண்பை வெளிப்படுத்த இரு காரணிகள் இருக்கும். ஆனால், அப்

பண்பை வெளிப்படுத்த ஏதாவது ஒரு காரணி இருந்தால் போதுமானது. உதாரணமாக, நெல்மணியை எடுத்துக்கொள்ளலாம். நாம் பார்க்கும் நெல் மணி சாதாரணமானது. சில நெல்மணிகளில் கொம்பு (awn) தோன்றுவதைக் காணலாம். கொம்புடைய நெல்லையும், கொம்பற்ற சாதாரண நெல்லையும் இணைப்பதால், முதல் தலைமுறையில் எல்லாம் கொம்புள்ளவையாகக் காணப்படுகின்றன. இதிலிருந்து கிடைக்கும் இரண்டாம் சந்ததிகளில் பதினைந்து பங்கு கொம்புள்ளவையாகவும், ஒரு பங்கு கொம்பற்றும் காணப்படும். கொம்புள்ள தன்மையைக் கட்டுப்படுத்தும்



படம் 14

இரட்டைக் காரணிகள் (Duplicating Factors)

(இரண்டாம் தலைமுறை – 15:1 விகிதம் நெல் மணியின் பாரம்பரியத்தை விளக்கிக் காட்டுதல்.)

காரணிகள் A_1 A_2 என்பன. a_1 a_2 கொம்பற்ற தன்மையைக் குறிக்கிறது. பின் வரும் அட்டவணை 21 இதை விளக்கும்.

அட்டவணை 21

பெற்றோர்கள்	$A_1A_1\ A_2A_2$ × கொம்புள்ளது	$a_1a_1\ a_2a_2$ கொம்பற்றது
கேமீட்டுகள்	$A_1\ A_2$	$a_1\ a_2$
முதல் சந்ததி (F_1)	$A_1\ A_2\ a_1\ a_2$	கொம்புள்ளது
கேமீட்டுகள்	$A_1\ A_2\ A_1\ a_2$	$a_1\ A_2,\ a_1\ a_2$

இரண்டாம் தலைமுறை சதுரங்கக்கட்டம் (படம் 14) விளக்கும்.

மேற்கண்ட அட்டவணையிலிருந்து கட்டம் பதினாறில் மட்டும் இரு காரணிகளும் ஒடுங்கு நிலையில் இருப்பதால், கொம்பற்ற நிலை தோன்றியுள்ளது. மற்றப் பதினைந்து கட்டங்களில் இரண்டு காரணிகளோ அல்லது ஏதாவது ஒன்றோ ஓங்குநிலையில் உள்ளது. இதனால் 15:1 என்ற விகிதம் கிடைத்துள்ளது. ஷல் (Shull) என்பவர் கேப்செல்லா (Capsella) செடியின் காய்களில் இம் முறையை முதலில் கண்டார்.

வகை 8. கூட்டுக் காரணிகள் (Cumulative Factors): இக் கொள்கை சந்ததிகளில் தோன்றும் பண்பின் அளவைக் கட்டுப் படுத்துமே அன்றிக் குணத்தை அல்ல. இரட்டைக்கொள்கை போல் ஒரு பண்பிற்கு இரு காரணிகள் அமையலாம். ஆனால், இக் கொள்கையின்படி சந்ததிகளில் வெளிப்படும் புறப்பண்புகள் வெவ்வேறு நிலையில் காரணிகளைப் பொறுத்துத் தோன்றலாம். இதற்குக் காரணிகளின் எண்ணிக்கையே ஆகும். உதாரணமாக, மனிதர்களின் மாறுபட்ட தோல் நிறத்திற்கு இக் கொள்கையே காரணமாகும். கறுப்பு நிற, வெள்ளை நிறப் பெற்றோர்களிலிருந்து தோன்றும் சந்ததிகள் தோல் நிறத்தில் மாறுபாடுடன் காண இதுவே காரணமாகும். நீக்ரோவின் தோல் நிறத்திற்கு $N_1\ N_2$ என்ற காரணிகள் ஓங்கு நிலையில் இருப்பதேயாகும். ஐரோப்பியர் களின் வெள்ளை நிறம் இக் காரணிகளின் ஒடுங்கு தன்மையை $n_1\ n_2$ குறிக்கிறது.

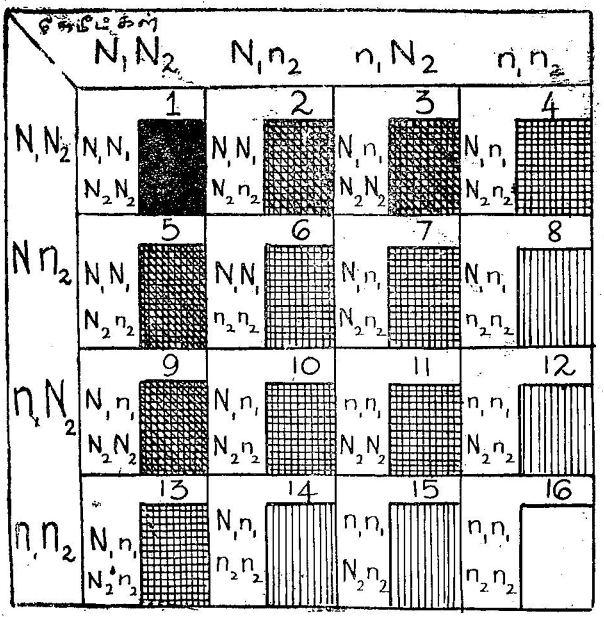
நீக்ரோ, வெள்ளையர் கலப்பினால் கிடைக்கக்கூடிய சந்ததிகளைப் பற்றிக் கீழ்க்காணும் அட்டவணை 22 மூலம் அறியலாம்.

அட்டவணை 22

பெற்றோர்கள்	$N_1N_1\ N_2N_2$ × (நீக்ரோ)	$n_1n_1n_2n_2$ (வெள்ளையர்)
முதல்தலைமுறை (F_1)	$N_1\ n_1\ N_2\ n_2$	(முலாடோ)
கேமீட்டுகள்	$N_1\ N_2\ \ N_1\ n_2$	$n_1\ N_2\ \ n_1\ n_2$

இரண்டாம் தலைமுறை விளக்கம் சதுரங்கக் கட்டம் படம் 15–ல் தெளிவாக்கியுள்ளது.

ஒவ்வொரு கட்டத்திற்குள் இருக்கும் சிறு கட்டத்தில் உபயோகித்துள்ள நெடுக்கு, குறுக்கு, படுக்கைக் கோடுகள் ஜீன்களைக் குறிப்பதாகக் கொள்ளலாம். அதைப் பொறுத்து நிறம் மாறுவதைக் காணலாம்.



படம் 15

மனிதத் தோல் நிறத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் கூட்டுக் காரணிகளின் பாரம்பரியத்தை விளக்குதல்

(மேலேயுள்ள வரைபடம் இரண்டாம் தலைமுறையைக் குறிப்பதாகும்.)

இங்குக் கிடைக்கும் முதல் சந்ததியை முலாடோ(Mulatto) என்பர். நீக்ரோவுக்கும், வெள்ளையனுக்கும் பிறப்பவனை முலாடோ என்பர்.

முதல் சந்ததியும், இரண்டாம் சந்ததியில் 4, 6, 7, 10, 11, 13 கட்டங்கள் இத் தன்மையை வெளிப்படுத்துகிறது.

இக் கொள்கைப்படி ஒவ்வொரு ஜீனும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு தோல் நிறத்திற்குக் காரணியாக அமைகிறது. ஒங்கு ஜீன்களின்

அளவு அதிகரித்தால், தோல் நிறமும் அதிகமாகிக்கொண்டே போகும்.

மேற்கண்ட படத்தில்

கட்டம் 1-ல் நான்கு ஜீன்களும் ஓங்கு நிலையில் இருப்பதால், தோல் நிறம் கறுப்பு.

கட்டங்கள் 2,3,5,9-ல் ஓங்கு நிலையில் மூன்று காரணிகள் காணப் படுவதால், தோல் நிறம் சற்று வெளுத்த கறுப்பாக இருக்கும்.

கட்டங்கள் 8,12,14,15-ல் ஒரு காரணி ஓங்கு நிலையிலும், மூன்று காரணிகள் ஒடுங்கு நிலையிலும் இருப்பதால், தோல் நிறம் சற்றே கறுத்த வெளுப்புடன் காணப்படும்.

கட்டங்கள் 4,6,7,10,11,13-ல் இரண்டு காரணிகள் ஓங்கு நிலை யிலும், இரண்டு காரணிகள் ஒடுங்கு நிலையிலும் இருப்பதால், முலாடோ என்னும் மாநிறம் தோன்றுகிறது.

கட்டம் 16-ல் நான்கு ஜீன்களும் ஒடுங்கு நிலையில் இருப்பதால், தோல் நிறம் வெள்ளையாக அமையும்.

அதனால் தோல் நிறத்தைப் பொறுத்த அளவில் கறுப்பு : வெளுத்த கறுப்பு : முலாடோ : கறுத்த வெளுப்பு : வெள்ளை = 1 : 4 : 6 : 4 : 1 என்ற விகிதத்தில் அமைகிறது.

இக் கூட்டுக் கொள்கையை ஆல்டன்பர்க் (Altenburg) மற்ற வகைகளிலிருந்து பிரித்துக் கூட்டுக்கொள்கை அதாவது மல்டிபிள் (Multiple Factor) என்ற தலைப்பில் விளக்கியிருக்கிறார். ஆனால், மற்றவர்கள் இவ் வகையை ஜீன் கூட்டுச் செயல் வகைகளுடன் வைத்திருக்கிறார்கள். முன் எடுத்துக்கொண்ட வகைகளில் பண்பு களில் காணும் வித்தியாசத்திற்கு ஒரு ஜீனே காரணியாக அமை கிறது. ஆனால், இவ் வகையில் ஒரு பண்பிற்குப் பல ஜீன்கள் காரணி களாக அமைகின்றன. இவ்விதம் பல ஜீன்களின் மாறுபாட்டால் வெவ்வேறு இயல்புடன் பண்பு வெளிப்படுவதால், இதைக் கூட்டுக் கொள்கை என்று ஆல்டன்பர்க் விளக்கியுள்ளார். டேவன் போர்ட் (Daven Port) என்பவர்தான் இதைப்பற்றி அதாவது மனிதனின் தோலில் தோன்றும் நிறத்தைப்பற்றி ஆராய்ச்சி நடத்தியுள்ளார். இரண்டாம் சந்ததியில் தோன்றும் இயல்புகள் முதல் சந்ததியை விட அதிக மாறுபாடுகளை வெளிப்படுத்துகிறது. ஆகையால், சிலர் இம் முறையைக் 'கலந்த பாரம்பரிய இயல்' (Blended Inheritance)

என்றும் சொல்லுவர். மெண்டலின் கொள்கைக்கு 'மாற்றுப் பாரம் பரிய வழி' (Alternate Method of Inheritance) என்று பெயர். இங்குப் பெற்றோர்களில் காணப்படும் பண்பில் ஒன்றுமட்டுமே முதல் தலைமுறையில் வெளிப்படுகிறது. அப் பண்பை ஓங்குபண்பு என்கிறோம். ஆனால், 'கலந்த பாரம்பரிய' முறையில் இரு பெற்றோரின் பண்புகள் கலந்து சந்ததியில் வெளிப்படுகிறது. மனிதர்களில் தோன்றும் தோல் நிற மாறுபாடுகளை, இவ் வகை யைச் சேர்ந்தவை என்றுசிலர் கருதுகிறார்கள். ஆனால், ஆல்டன்பர்க் 'கலந்த பாரம்பரியம்' என்று ஒரு வகை கிடையாது என்கிறார். எல்லாப் பாரம்பரியப் பண்புகளும் மெண்டலின் கொள்கைக்குக் கட்டுப்பட்டுத்தான் செயல்படுகின்றன.

அட்டவணை 23

பூக்குழல்	நீளம்	பூக்களின் எண்ணிக்கை
52	மி. மீ.	1
55	மி. மீ.	5
58	மி. மீ.	16
61	மி. மீ.	23
64	மி. மீ.	18
67	மி. மீ.	62
70	மி. மீ.	37
73	மி. மீ.	25
76	மி. மீ.	16
79	மி. மீ.	4
82	மி. மீ.	2
85	மி. மீ.	2

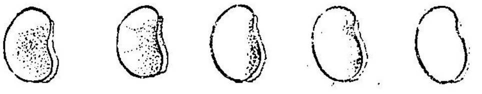
புகையிலையில் பூக்களின் அளவில் காணப்படும் மாறுபாடு களுக்குக் கூட்டுச் செயல் கொள்கையே காரணமாகும். புகையிலை பூ புல்லி குழல் நீளம் வேறுபாடுகளுடன் காணப்படுகிறது. ஒரே சிற்றினத்தில் கிடைக்கும் பூக்கள் இரு எல்லை அளவுகளுக்கு இடையில் மாறுபட்ட அளவுகளுடன் தோன்றும். இருந்த போதிலும் நடு அளவு நீளமே அதிக அளவு பூக்களில் காணப் படுகிறது. ஈஸ்ட் (East) என்பவர் புகையிலைப் பூவில் ஆராய்ச்சி நடத்தினர்.

அவர் ஆராய்ச்சி நடத்திக் கிடைத்த முடிவுகள் அட்டவணை 23-ல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

23 ஆம் அட்டவணையிலிருந்து எடுத்துக்கொண்ட அளவுகளின் இரு எல்லைகள் 52 மி.மீ., 85 மி.மீ. இதில் அதிக எண்ணிக்கையுள்ள பூக்கள் 67 மி.மீட்டர் நீளத்துடன் காணப்படுகின்றன. மேலும், இவ்விரு எல்லைக்குள் இடைநிலையிலும் பூக்கள் காணப்படுவதால், இதைக் கூட்டுக்கொள்கை என்று சொல்லலாம்.

இதே போல் முயல் காதின் நீளம், மக்காச் சோளக் கொண்டையின் நீளம், எலியின் தலையில் தென்படும் கறுப்புத் திட்டின் அளவு ஆகியவற்றை மேற்கண்ட கொள்கையின் அடிப் படையில் காணப்படுகின்றன.

வகை 9. மாற்றக்கூடிய ஜீன்கள் (Modifier Genes) : மாற்றக் கூடியகொள்கை, முன் கொள்கையைப் போல் மாறுபட்ட நிறத் திற்குக்காரணமாக அமைகிறது. இங்கும் பல வித நிறங்களுக்கும், நிறங்களின் அமைப்பிற்கும் இந்தக் கொள்கையே காரணமாகும். அவ்வரை, மொச்சை பருப்பு போன்ற நவதானிய விதைகளின் விதைத்தோலில் காணப்படும் நிற மாறுபாடுகள் இவ் வகையைச் சேர்ந்தவையே. இங்குத் தோன்றும் சந்ததிகள் ஒருகுறிப்பிட்ட



படம் 16
மாற்றக்கூடிய ஜீன்கள் (Modifying Genes)
(அவரை விதைத் தோலில்தோன்றும் நிற அமைப்பு இக் காரணிகளின் அடிப்படையில் அமைந்திருக்கிறது.)

விகிதத்தில் அமைவதில்லை. மாற்றக்கூடிய கொள்கையில் இரு வகை கள் உண்டு. அவை அதிகரிக்கச் செய்வன (Intensifier), குறைப்பன

(Diluters) என்பவையாகும். காராமணி விதையின் விதை உறையில் காணப்படும் பலவித வண்ணங்களுக்கு இக் கொள்கையே காரண மாகும். காராமணியில் வெள்ளை, கறுப்பு, சிவப்பு நிறங்களும், இதைத் தவிர இடைநிலை நிறங்களும் காணப்படும். முன் பக்கத்திலுள்ள படம் 16 இதை விவரிக்கும்.

கணக்குகள் (Problems)

1. கலப்பற்ற வெள்ளை மலர்ச்செடியைக் கலப்பற்ற சிவப்பு மலர்ச்செடியுடன் கலவியல் நடத்தியதில், முதல் சந்ததியில் சிவப்பு மலர்ச்செடிகள் கிடைத்தன.

(அ) முதல் சந்ததிச் செடியைத் தன்மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தல்.

(ஆ) முதல் சந்ததியைச் சிவப்புநிறப் பெற்றோருடன் பின் கலவியல் நடத்தல்.

(இ) முதல் சந்ததியை வெள்ளை நிறப் பெற்றோருடன் பின் கலவியல் நடத்தல்.

மேற்கண்ட மூன்று கலவியல்களில் இரண்டாம் சந்ததிகள் எவ்வாறு அமையும்? சுருக்கமாக விளக்கம் தருக.

2. பட்டாணிச் செடியில் நெட்டை (T) குட்டைக்கு (t) ஓங்கு பண்பாகும். சிவப்பு வண்ணமலர் (R) வெள்ளை வண்ணத்திற்கு (r) ஓங்குபண்பாகும். ஒரு கலப்பற்ற நெட்டை சிவப்பு இனம், குட்டை வெள்ளை இனத்துடன் மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தப் பட்டது.

(அ) பெற்றோர்களின் ஃபினோடைப், ஜீனோடைப்

(ஆ) கேமீட்டுகளின் ஜீனோடைப்

(இ) முதல் சந்ததி ஜீனோடைப்

(ஈ) இரண்டாம் சந்ததிகளின் ஜீனோடைப், ஃபினோடைப் தருக.

3. இரண்டாம் கணக்கில் உபயோகித்த பண்புகளின் அடிப் படையில் இக் கணக்கு அமைந்துள்ளது. எடுத்துக்கொண்ட பெற்றோர்கள் இரண்டும் ஹெடிரோஸைகஸ்.

சதுரங்கக் கட்டம் வாயிலாக 16 சந்ததிகளின் ஃபிநோடைப், ஜீநோடைப் இவற்றை விளக்குக.

4. ஒரு நெட்டைச் சிவப்புப் பட்டாணிச் செடியுடன் குட்டைச் சிவப்பை மாற்றுக் கலவியல் நடத்தியதில் சந்ததிகளில் ஒரு செடி குட்டை வெள்ளை. இது எவ்வாறு ஏற்பட்டது என்று ஜீநோடைப்மூலம் விளக்குக.

5. பெற்றோர்களின் ஜீநோடைப் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. கீழேயுள்ள சந்ததிகள் தோன்றக் காரணமாக அமையும் கேமீட்டு களின் ஜீநோடைப்பைத் தருக:

பெற்றோர்கள் Aa bb Dd × aa BB Dd
சந்ததிகள் (அ) Aa Bb Dd (ஆ) aa Bb dd (இ) Aa bb Dd

6. மானிடப் பண்புகளில் பழுப்புக் கண் நிறம் (B) நீல நிறத்திற்கு (b) ஓங்குபண்பாக அமைகிறது. அதே போல் கறுத்த தலைமுடி (D) சிவப்பு முடிக்கு (r) ஓங்குபண்பாக உள்ளது. பழுப்புக் கண்கள் சிவப்புமுடியுடன்கூடிய ஆண், நீலநிறக்கண்கள் கறுப்பு முடியுடன்கூடிய பெண்ணை மணந்துகொள்கிறான். அவர்களுக்குப் பழுப்புக் கண்களும் சிவப்பு முடியும்கூடிய குழந்தை பிறக்கிறது. பெற்றோர்கள், குழந்தை இவர்களின் ஜீநோடைப்பைத் தருக.

7. நான்கு வால்நட் பெட்டைக் கோழிகளைச் சிங்கிள் சேவலுடன் இணைத்ததில் (அ) முதல் பெட்டை வால்நட்டுகளையும்; (ஆ) இரண்டாம் பெட்டை வால்நட், பட்டாணி இனங்களையும்; (இ) மூன்றாவது பெட்டை வால்நட், ரோஸ் இனங்களையும்; (ஈ) நான்காவது பெட்டை தோற்றுவித்த குஞ்சுகளில் சிங்கிள் இனங்களும் காணப்பட்டன. எடுத்துக்கொண்ட நான்கு வால்நட் பெட்டைகளின் ஜீநோடைப்பை விளக்குக.

8. தக்காளியில் கீழ்க்காணும் பண்புகளைக்கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தப்பட்டது. இங்கு ஊதாத் தண்டு நிறம் (A) பச்சைத் தண்டு நிறத்திற்கு (a) ஓங்குபண்பாகும். வெட்டுப் பட்ட இலைகள் (C) உருளை இலைகளுக்கு (c) ஓங்குபண்பாகும்.

பின் வரும் அட்டவணையில் எடுத்துக்கொண்ட பெற்றோர் களின் ஃபிநோடைப்பும், சந்ததிகளின் எண்ணிக்கைகளும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் உதவியால் பெற்றோர்களின் ஜீநோடைப்பைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

	பெற்றோர்களின் ஃபினோடைப்	சந்ததிகளின் ஃபினோடைப்			
		ஊதா வெட்டு	ஊதா உருளை	பச்சை வெட்டு	பச்சை உருளை
1.	ஊதா வெட்டு × பச்சை வெட்டு	321	101	310	107
2.	ஊதா வெட்டு × ஊதா உருளை	219	207	64	71
3.	ஊதா வெட்டு × பச்சை வெட்டு	722	231	0	0
4.	ஊதா வெட்டு × பச்சை உருளை	404	0	387	0
5.	ஊதா உருளை × பச்சை வெட்டு	70	91	86	77

9. நெற்பயிரில் நீண்ட பசுமையான இலைப்பண்புகள் ஓங்கு பண்புகள். குட்டையான வெளுத்த இலைகள் ஒடுங்குபண்புகள். ஓங்குபண்புகளோடு கூடின ஓரினத்தை ஒடுங்குபண்புகளோடு கூடின மற்ற இனத்துடன் மாற்றுக் கலவியல் நடத்தியதில் முதல் சந்ததி நடுத்தர இலைகளும், பசு மஞ்சள் நிறத்துடனும் காணப் பட்டது. இரண்டாம் சந்ததிகளின் ஜீனோடைப், ஃபினோடைப் முதலியவற்றைத் தகுந்த எழுத்துக்களை உபயோகித்து விளக்குக.

10. மெண்டல் கையாண்ட ஒற்றை அல்லது இரட்டை மாற்றுக் கலவியலின்போது தோன்றும் இரண்டாம் சந்ததிகளின் ஜீனோடைப் விகிதமும் ஃபினோடைப் விகிதமும் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. ஆனால், மெண்டலிஸத்திற்கு உட்படாத ஒரு வகையில் ஜீனோடைப் விகிதமும் ஃபினோடைப் விகிதமும் ஒத்துக் காணப்படும். தகுந்த எடுத்துக்காட்டுகளுடன் விளக்குக.

11. இரட்டை மாற்றுக் கலவியலில் எப்பொழுது சந்ததிகளின் விகிதம் 1:1:1:1 என்று கிடைக்கும்? தகுந்த எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்கவும்.

12. ஆண்டிரைனம் செடியின் பூக்களில் இரு பண்புகள் உள, சிவப்பு நிறம் (R) ஓங்குபண்பு; வெள்ளை (r) ஒடுங்கு;

ஒழுங்கற்ற பூ (N) ஓங்குபண்பு; ஒழுங்கான பெலோரிக் பூ (n) ஒடுங்குபண்பு.

சிவப்பு ஒழுங்கற்ற பூவையும், வெள்ளை பெலோரிக் பூவையும் மாற்றுக் கலவியல் நடத்தியதில் முதல் சந்ததியில் இளம் சிவப்பு ஒழுங்கற்ற பூக்கள் கிடைத்தன. பாடப்பகுதியில் இரண்டாம் சந்ததிகளின் விகிதங்கள் உள்ளன. இவ்வாறு தோன்றக் காரணம் என்ன ?

13. கனி ஈயில் பழுப்பு உடல் (B), சிவப்புக்கண் (P), நேரான இறக்கை (Bt) ஓங்குபண்புகள். கறுப்பு உடல் (b), இளம்சிவப்புக் கண் (p), வளைந்த இறக்கை (bt) ஒடுங்குபண்புகள்.

கலப்பற்ற பழுப்பு, சிவப்பு, நேரான இறக்கை ஈயானது கறுப்பு, இளம் சிவப்பு, வளைந்த இறக்கை இனத்துடன் மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டது. முதல் சந்ததியின் தன்மை என்ன ? அதிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய கேமீட்டுகளின் ஜீனோடைப்புகள் என்ன ?

14. எந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் முதல் தலைமுறையை இணைத்தால், இரண்டாம் தலைமுறைச் சந்ததிகள் கீழ்க்காணும் ஃபினோடைப் விகிதத்தில் கிடைக்கும் ?

(அ) 13 : 3
(ஆ) 9 : :
(இ) 12 : 3 : 1
(ஈ) 15 : 1
(உ) 9 : 6 : 1
(ஊ) 1 : 2 : 1 : 2 4 : 2 : 1 : 2 : 1
(எ) 1 : 2 : 1 : 3 : 6 : 3
(ஏ) 1: 4: 6: 4: 1

15. ஒரு முலாட்டோக் குடும்பத்தில் பெற்றோர்களின் ஜீனோடைப் பின் வருமாறு : Aa Bb × Aa Bb. மற்றொரு முலாட்டோக் குடும்பத்தில் பெற்றோர்களின் ஜீனோடைப் AA bb× aa BB. இப் பெற்றோர்களின் தோல்வண்ணம் எவ்விதம் காணப்படும் ? இவ்விரு குடும்பங்களில் தோன்றும் குழந்தைகளில் எந்தக் குடும்பத்தில் அதிக மாறுதல்கள் காணப்படும் ?

(கூட்டுக் காரணிகள் வகையைச் சார்ந்தது)

16. கூட்டுக் காரணிகளின் அடிப்படையிலேயே கீழ்க்காணும் கணக்கு அமைந்துள்ளது:

நான்கு கறுப்பு ஜீன்கள் இருந்தால் ....(4) $N_1 N_1 N_2 N_2$

மூன்று கறுப்பு ஜீன்கள் இருந்தால் ....(3) $N_1 N_1 N_2 n_2$; $N_1 n_1 N_2 N_2$ ...

இரண்டு கறுப்பு ஜீன்கள் இருந்தால்...... (2) $N_1 N_1 n_2 n_2$; $N_1 n_1 N_2 n_2$...

ஒரு கறுப்பு ஜீன் இருந்தால்......... (1) $N_1 n_1 n_2 n_2$; $n_1 n_1 N_2 n_2$...

கறுப்பு ஜீன்களே அற்ற நிலை (0) $n_1 n_1 n_2 n_2$...

அடைப்புக் குறிக்குள் உள்ள எண் கறுப்பு ஜீன்களைக் குறிக்கிறது.

கீழ்க்காணும் பெற்றோர்களிலிருந்து கிடைத்த குழந்தைகளின் வண்ணம் விகிதங்கள் தரப்பட்டுள்ளன. இவற்றிற்குத் தக்க விளக்கம் தருக.

	பெற்றோர்கள்				குழந்தைகள் கறுப்பு ஜீன்களின் எண்ணிக்கை		குழந்தைகளின் எண்ணிக்கை
அ.	(2)	×	(0)	=	(2) : (1) : (0)	=	1 : 2 : 1
ஆ	(2)	×	(0)	=	எல்லாம் (1)		
இ.	(2)	×	(2)	=	(3) : (2) : (1)	=	1 : 2 : 1
ஈ.	(4)	×	(2)	=	எல்லாம் (3)		
உ.	(4)	×	(2)	=	(4) : (3) : (2)	=	1 : 2 : 1

6. பிணைதலும் எதிர்மாறுதலும்
(Linkage & Crossing Over)

மெண்டலின் கொள்கை 1900ஆம் வருடம் வெளிக்கொண்டு வரப்பட்டது. அப்பொழுது முதல் எல்லா ஆராய்ச்சியாளர்களும் பால் இனப்பெருக்கம் செய்யும் உயிரினங்கள் மெண்டலின் விதிகளுக்குக் கீழ்ப்படிகின்றனவா என ஆராய ஆரம்பித்தார்கள். 1902ஆம் ஆண்டு பேட்சன் பன்னட் (Bateson & Punnett) பீன்ஸ் செடியில் நடத்திய பரிசோதனை மாறுபடுவதைக் கண்டார்கள். அவர்கள் பீன்ஸ் பூவின் நிறத்தையும், மகரந்தத்தூள் அமைப்பையும் எடுத்துக்கொண்டார்கள். ஊதாநிறம் ஓங்கு நிலையிலும், சிவப்பு ஒடுங்கு நிலையிலும் அமைந்துள்ளது. அதேபோல் நீண்ட மகரந்தத்தூள் ஓங்குநிலையிலும், உருண்டை ஒடுங்கு நிலையிலும் உள்ளன என்பதைக் கண்டார். பூவின் நிறத்தைமட்டும் மாற்றுக் கலவியலுக்கு எடுத்துக்கொண்டால், மெண்டல் கொள்கைப்படி இரண்டாம் சந்ததிகள் ஊதா : சிவப்பு = 3 : 1 என்ற விகிதத்தில் அமைந்தன. அதே போல் மகரந்தத்தூள் பண்புகளும் நீண்டவை : உருண்டை = 3:1 என்ற விகிதத்தில் அமைந்தன. இவ்விரு பண்புகளையும் இணைத்து இரு ஹைபிரிட் நடத்தியதில் வேறுபாடுகள் தோன்றின. மெண்டலின் கொள்கைப்படி கிடைத்திருக்க வேண்டிய விகிதம் ஊதா நீளம் : ஊதா உருண்டை: சிவப்பு நீளம் : சிவப்பு உருண்டை = 9 : 3 : 3 : 1.

ஆனால், பேட்சனுக்கு இவ்வித முடிவு கிடைக்கவில்லை. அவர் பரிசோதனை செய்த மாற்றுக் கலவியலில் கிடைத்த முடிவுகள் அட்டவணை 24-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன :

அட்டவணை 24

ஊதா நீளம்	1528
ஊதா உருண்டை	106
சிவப்பு நீளம்	117
சிவப்பு உருண்டை	381

இங்குக் கிடைக்கும் விகிதம் 14 : 1 : 1 : 3·5 என்று அமைந்துள்ளது. இங்குக் கிடைக்கும் இரட்டை ஓங்குபண்புகளும், இரட்டை ஒடுங்குபண்புகளும் மற்றக் கலவை இனங்களைவிட அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. A, B என்ற இரு அலில்கள் ஒரே பெற்றோரிடமிருந்து (AABB × aabb) ஒரே கேமீட் மூலம் சேர்ந்து, மறுதலைமுறைக்குச் சென்றால் அதை **இணைதல் (Coupling)** என்றும், அதே அலில்கள் மாறுபட்ட பெற்றோர்களிடமிருந்து (AAbb × aaBB) மாறுபட்ட கேமீட்டுகள் மூலம் தனித்துச் செல்லும். இதை **விலகிச் செல்லுதல் (Repulsion)** என்றும் சொல்லுவர். இவை இரண்டும் ஒரே செய்கையின் காரணமாக நடக்கிறது என்பது விளங்கும். இவ் விளக்கத்தை விஞ்ஞானிகளால் அப்போது சரியாக விளக்க முடியவில்லை. 1910ஆம் ஆண்டு மார்கனும், அவர் சக ஆராய்ச்சியாளர்களும் கனி ஈயில் செய்த ஆராய்ச்சி மூலமாகப் பிணைதலை அறிமுகப்படுத்தினர்.

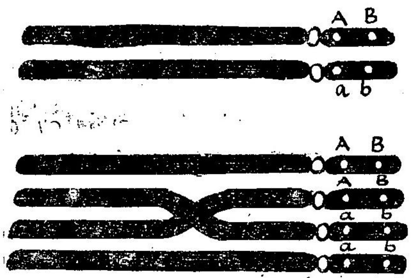
பிணைதல் என்றால் ஒரே குரோமஸோமில் உள்ள இரு ஜீன்களும் பிரிதல் அடையாமல் சேர்ந்தே பாரம்பரிய வழியாகச் செல்வதுதான். மெண்டல் கையாண்ட பின் கலவியல் முறைப்படி இரட்டை ஹைபிரிட்டில் 1 : 1 : 1 : 1 என்ற விகிதம் கிடைக்கும். உதாரணமாக, தக்காளிப் பழத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். தக்காளிப் பழங்கள் உருண்டை தன்மை ஓங்கு இயல்பு, நீண்ட தன்மை ஒடுங்கு இயல்பு கொண்டவை. மஞ்சரி தனித்து இருப்பது ஓங்கு இயல்பு; கூட்டாக அமைவது ஒடுங்கு இயல்பு. அதாவது, ஓங்கு செடியின் ஜீனோடைப் OOSS உருண்டை தனித்த இயல்புகள். ஒடுங்கு செடியின் ஜீனோடைப் ooss நீளமான கூட்டு இயல்புகள். ooss ஒடுங்கு செடியை OoSs ஹைபிரிட்டுடன் பின்கலவியல் நடத்தியதில் கிடைத்த முடிவுகள் அட்டவணை 25 மூலம் அறியலாம்.

அட்டவணை 25

உருண்டை தனித்தவை	(OS)	23
நீண்ட தனித்தவை	(oS)	83
உருண்டை கூட்டு	(Os)	85
நீண்ட கூட்டு	(os)	19

இவை முன் சொன்னபடி 1 : 1 : 1 : 1 என்ற விகிதத்தில் அமையாமல் மாறுபட்ட விகிதத்தில் அமைந்துள்ளன. தோன்றிய கேமீட்டுகளின் புதுச்சேர்க்கை oSOs பழைய பெற்றோர்

ன் சேர்க்கையைவிட அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. இவ்விதமாக மெண்டலிஸத்தில் தோன்றுவது கிடையாது. பிணைதலின் காரணமாக இனத்திற்கு இனம் விகிதங்கள் மாறுபடும். இதை விளக்கமாகச் சொன்னால், மெண்டல் கொள்கைப்படி 9 : 3 : 3 : 1 என்ற விகிதம், இந்தக் கொள்கைக்கு உட்பட்ட செடிகளிலெல்லாம் காணலாம். ஆனால், பிணைதலுக்கு உட்பட்ட இனங்களில் எல்லாம் விகிதங்களுக்குள் மாறுபாடுகள் தோன்றலாம். மேலும், ஓர் இனத்திலுள்ள பிணைந்த பண்புகளுக்கும், மற்றப் பிணைந்த பண்புகளுக்கும் விகித வித்தியாசம் தோன்றலாம். இதைத்தான் பிணைதல் விகிதம் (Linkage ratio) என்பர். இதைக் கீழ்க்காணும் படம் 17 மூலம் விளக்கம் பெறலாம்:



படம் 17

பிணைதலும் எதிர்மாறுதலும்

(A B என்ற இயல்புகள் அருகில் அமைந்துள்ளதால், எதிர்மாறுதல் ஏற்பட்டபொழுதிலும் பிணைந்தே காணப்படுவதைக் காண்க.)

பிணைப்பின் பலம், பிணைந்த ஜீன்களுக்கிடையே குரோமஸோமில் உள்ள இடைவெளியைப் பொறுத்து இருக்கும். இதைக் கண்டுபிடிக்கப் பெற்றோர்களின் சேர்க்கைக்கும், புதிதாகக் கிடைக்கும் சேர்க்கைக்கும் உள்ள விகிதம் தெரிய வேண்டும். பெற்றோர்களின் சேர்க்கை விகிதம் அதிகமாக இருந்து, புதிய சேர்க்கை விகிதம் குறைவாக இருந்தால், இங்குப் பிணைப்பு அதிகம் என்று கொள்ள வேண்டும். தக்காளி பின்கலவியலில் கிடைத்த முடிவுகளை எடுத்துக் காட்டும் அட்டவணை 26 கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது:

அட்டவணை 26

உருண்டை தனித்தலை	23	பெற்றோர் சேர்க்கை-42
நீண்ட கூட்டு	19	
	42	

உருண்டை கூட்டு	85	
நீண்ட தனித்தவை	83	புதிய சேர்க்கை - 168
	168	

இங்குப் புதிய சேர்க்கை வீதம் அதிகமாகக் காணப்படுவதால், பிணைந்த ஜீன்களிடையே இடைவெளி அதிகமாகக் காணப்படலாம்.

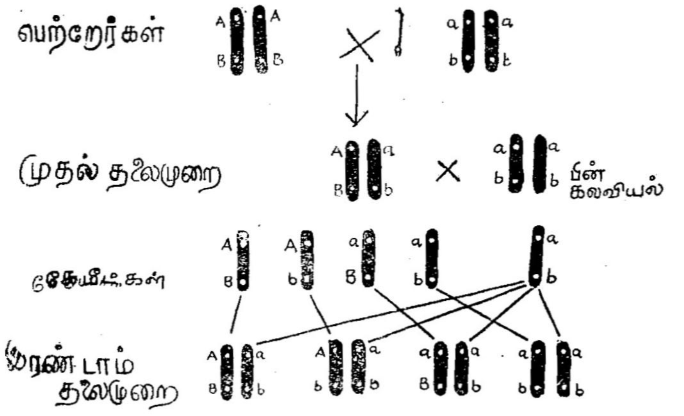
மக்காச் சோளத்தில் தானியத்தின் நிறம், அமைப்பு இரண்டையும் எடுத்து ஆராய்ந்தார்கள். உருண்டை நிறத்தோடு கூடியவை ஓங்கு இயல்புகள். சுருங்கிய நிறமற்றவை ஒடுங்கு இயல்புகள். இவற்றை மாற்றுக் கலவியலுக்குப் பின், பின் கலவியலுக்கு உட்படுத்தியதில் அட்டவணை 27-ல் கண்ட முடிவுகள் கிடைத்தன.

அட்டவணை 27

உருண்டை - நிறமுள்ளவை	4032
சுருங்கிய - நிறமுள்ளவை	149
உருண்டை - நிறமற்றவை	152
சுருங்கிய - நிறமற்றவை	4032
மொத்தம்	8365

உருண்டை நிறமுள்ளவையும், சுருங்கிய நிறமற்றவையும் அதிக எண்ணிக்கையில் காணப்படுகின்றன. முன் உதாரணத்தை ஒப்பிடும்போது பெற்றோர்களின் சேர்க்கை, புதுச்சேர்க்கைகளைவிட அதிகமாக உள்ளது. ஆகையால், பெற்றோர்களில் காணப்படும் ஜீன்கள் மிகவும் நெருங்கியவையாகக் காணப்படுவதால், பிரிதல் ஏற்படாமல் பிணைந்தே காணப்படுகின்றன. இதை விளக்கக்

கீழே உள்ள படம் 18 உதவியாக இருக்கும்.



உருண்டை உருண்டை சுருங்கியவை சுருங்கியவை
நிறமுள்ளவை நிறமற்றவை நிறமுள்ளவை நிறமற்றவை

படம் 18

எதிர்மாறுதல்

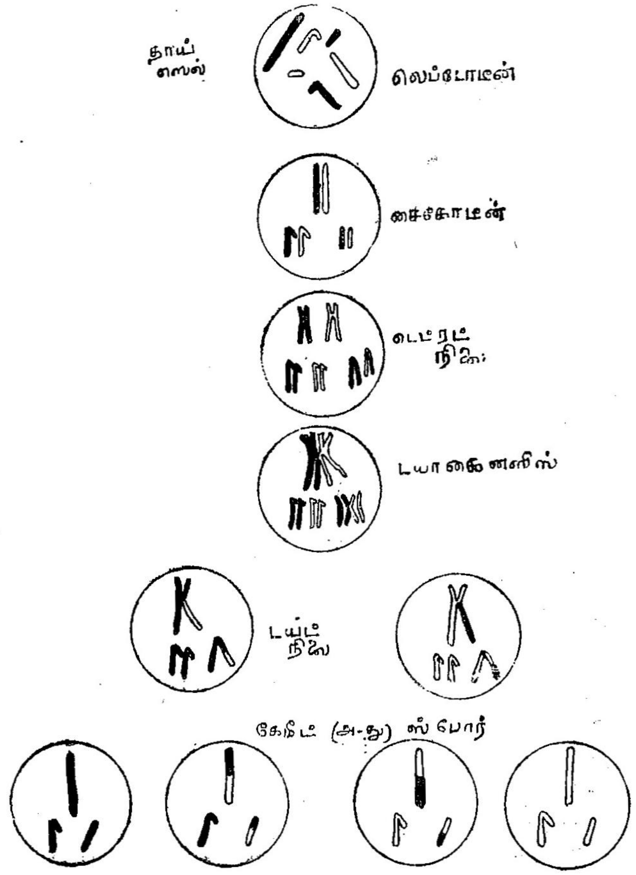
(பெற்றோர்களில் AB, ab என்ற பண்புகள் கலப்பிலா நிலையில் அமைந்து பிறகு இரண்டாம் தலைமுறையில் நான்கு விதச் சேர்மானங்களுடன் காணப்படுகின்றன.)

உருண்டை A சுருங்கியவை a என்றும், நிறமுள்ளவை B நிறமற்றவை b என்றும் எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

எதிர்மாறுதல் (Crossing Over)

எதிர்மாறுதலும், பிணைதலும் மரபியலில் ஒரு முக்கிய பாகத்தை வகிக்கின்றன. உயிரினத்தில் தோன்றும் புது மாறுபாடுகளுக்கு இவையே காரணம். எதிர்மாறுதல்கள் தோன்றுவதால் சுலபமாகப் புதுச் சேர்க்கைகள் கிடைக்க இடமுண்டு. திடீர் மாற்றத்தினாலும் புது இனங்கள் கிடைக்க வழியுண்டு. ஆனால், எதிர்மாறுதல்களால் செடியிலுள்ள பல பண்புகளை வெவ்வேறு சேர்க்கையின் மூலம் சந்ததிகளுக்குக் கொடுக்கலாம். அதனால் எல்லாச் சந்ததிகளும் ஒரே மாதிரியாக இருக்க வேண்டும் என்ற நிர்ப்பந்தம் ஏற்படுவதில்லை. எதிர்மாறுதலைப்பற்றி அறிவதற்குமுன் மியாஸிஸ் எனப்படும் செல் பிரிதலின்போது என்ன நடக்கிறது என்று பார்ப்போம். மியாஸிஸ் என்பது இரு பகுதிகளாக நடைபெறுகிறது. முதல் பகுதி மியாஸிஸ் I அல்லது குறைதல் பிரிவு, இரண்டாம் பகுதி மியாஸிஸ் II. இதைச் சாதாரணமாக மைடாஸிஸுக்கு ஒப்பிடலாம்.

உதாரணமாக, ஒரு செல்லில் மூன்று ஜோடி குரோமஸோம்கள் உள்ளன என்று கொள்வோம். முதலில் தனித்துள்ள ஒத்த குரோமஸோம்கள் இணையாக அமையும். இதைச் சைனப்ஸிஸ்



படம் 19

எதிர்மாறுதல்

(மியாஸிஸ் செல் பிரிதல் நடக்கும்பொழுது தோன்றும் ஒற்றை மய செல்களில் காணப்படும் புது விதச் சேர்மானங்கள்)

(Synapsis) நிலை என்பர். பிறகு ஒவ்வொரு குரோமஸோமும் இரட்டிப்பாக மாறும். அதாவது, ஆறு குரோமஸோம்களுக்குப் பதில் பன்னிரெண்டு குரோமேடிட்டுகள் தோன்றும். இவை மூன்று டெட்ரட் (Tetrad) என்ற தொகுதிகளாக அமையும்.

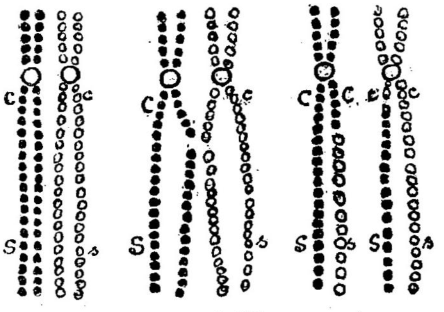
அதாவது, ஒவ்வொரு குரோமஸோமும் இரண்டு குரோமேடிட்டுகளைத் தோற்றுவிக்கும். இதற்குப் பிறகு நடக்கும் செயலைத் தான் எதிர்மாறுதல்கள் என்கிறோம். இதனுல் புதுச் சேர்க்கைகள் முதல் மியாஸிஸில் ஏற்படும். இப்பொழுது குரோமஸோம்கள் தங்களை ஒத்த குரோமஸோமிலிருந்து பிரிந்து சேய் ஸெல்லுக்குச் செல்லும். இந் நிலையை டையட் (Dyad) நிலை என்பர். ஒவ்வொரு குரோமஸோமும் இரண்டு குரோமேடிட்டுகளால் ஆகியது என்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும். இதன் பிறகு நடக்கும் ஸெல் பிரிவு சாதாரண மைடாஸிஸ் ஆகும். குரோமஸோம் களின் ஒவ்வொரு குரோமேடிட்டும் ஒரு ஸெல்லுக்குச் செல்லும். இதைத்தான் ஒற்றை மயநிலை (Haploid State) என்று சொல்வர். இதைப் படம் 19 விளக்கும்.

கடைசியில் தோன்றும் நான்கு ஸெல்களையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், நான்கு ஸெல்களும் நான்கு விதங்களாக உள்ளன. இவ்விதம் தோன்ற எதிர்மாறுதலே காரணமாக அமைகிறது.

மார்கன் கொள்கைப்படி பிணைந்த ஜீன்களின் செயலாற்றலால் பிணைதல் தோன்றுகின்றது என்று முன்பே கண்டோம். ஒரே குரோமஸோமில் இரு ஜீன்கள் இணைந்து காணப்பட்டு, அவை பாரம்பரிய வழியாகச் சேர்ந்தே சென்ருல், அதைத்தான் பிணைதல் என்கிறோம். ஆனுல், இவை எப்போதும் பிணைந்தே காணப்படுவதில்லை. உதாரணமாக, மக்காச்சோள மணிகளின் நிறத்தையும், உருவத்தையும் எடுத்துக்கொண்டால், பெற்றோரின் பண்புகளான உருண்டை-நிறமுடையதும், சுருங்கிய-நிறமற்றவையும், தொண்ணூற்றேழு சதவிகிதமும் (97%), உருண்டை-நிறமற்றவையும், சுருங்கிய - நிறமுடையதும் மூன்று சதவிகிதமும் (3%) காணப்படுகின்றன. இதிலிருந்து இந்தப் பண்புகள் பிணைந்த நிலையில் இருந்த போதிலும் தனித்துச் செல்வதற்குக் காரணம் எதிர்மாறுதலே. எதிர்மாறுதல் ஏற்படும்பொழுது ஒத்த குரோமஸோம்களின் குரோமேடிட்டுகளே எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படுகின்றன. ஒத்த குரோமஸோம்கள் இரண்டு எனில், குரோமேடிட்டுகள் நான்கு ஆகும். இவற்றில் ஒத்த குரோமஸோமின் குரோமேடிட்டுகள் இடையே எதிர்மாறுதல் நடக்கும். இதனுல் புதுச் சேர்க்கை உண்டாவதைப் படம் 20-ன் மூலம் விளக்கமாக அறியலாம்.

எதிர்மாறுதல் மியாஸிஸ் ஸெல் பிரிதலின்போது தோன்றுகிறது. இதனுல்தான் சேய்கள் பெற்றோர்களைப் பொதுவாக

ஒத்திருந்த போதிலும், சில மாறுபாடுகளுடன் காணப்படும். பால் இனப்பெருக்கத்தின் ஒவ்வோர் உயிரினத்திலும் பெற்றோர்களின் பண்புகள் காணப்படுகின்றன. ஒரு சேய்க்கும், மற்றொரு சேய்க்கும் உள்ள வேறுபாடு பெற்றோர்களின் பண்புகள் அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ ஈதலால் ஆகும். இதற்குக் காரணம் பிணைதலும், எதிர்மாறுதலும் ஆகும்.



படம் 20

எதிர்மாறுதல்

(ஒத்த குரோமஸோம்கள் நான்கு குரோமேடிட்டுகளைத் தோற்றுவித்தல். CS என்னும் பண்புகள் புதுவிதச் சேர்மானத்தில் காணப்படல்)

டி விரிஸ் (De-Vries) ஒத்த குரோமஸோம்கள் இடையே இடமாற்றம் ஏற்படுகிறது என்ற கொள்கையை அறிமுகப் படுத்தினார். ஆனால், அதை அக் காலத்தவர்கள் ஒப்புக்கொள்ள வில்லை. அதற்கு இரு காரணங்கள் சொல்லப்பட்டன:

1. டி விரிஸ் தம் கொள்கைக்குச் செயல் முறையில்சான்றுகள் காண்பிக்க முடியாமல் இருந்தது.

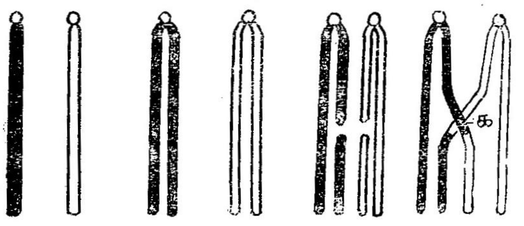
2, குரோமஸோம்கள் நிலைத்தவை, தனித்து உள்ளவை என்று நிலவி வந்த கொள்கைக்கு இது முரண்பாடாக அமைகிறது.

இதே எதிர்ப்புகள் பேட்சன் (Bateson), பன்னட் (Punnett) இவர்களுடைய இணைதல்-விலகுதல் கொள்கைக்கும் இருந்தன.

எதிர்மாறுதலும், கயாஸ்மா தோன்றுதலும்
(Crossing Over & Chiasma Formation)

முதலில் ஒத்த குரோமஸோம்கள் பிரிந்து குரோமேடிட்டுகளைத் தோற்றுவிக்கும். இதை டெட்ரட் (Tetrad) நிலை என்பர். ஒரு

குரோமஸோமிலிருந்து தோன்றும் இரு குரோமேடிட்டுகளுக்குச் 'சகோதரி' குரோமேடிட்டுகள் என்று பெயர். எதிர்மாறுதல் தோன்றும்பொழுது அடுத்துள்ள இரு சகோதரியல்லாத குரோமேடிட்டுகள் ஒரே பகுதியில் உடையும் (loci). மேலே அமைந்த குரோமேடிட்டுத் துண்டு எதிரிலுள்ள கீழ்த்துண்டுடன் இணைகிறது. இவ்விதம் உடைந்த இரு குரோமேடிட்டுகளும் குறுக்குப்போக்கில் அமைகின்றன. இவ் வகை எதிர்மாறுதல் ஏற்படும் இடத்தைக் கயாஸ்மா (Chiasma) என்பர். கயாஸ்மா என்ருல் கிரேக்க மொழியில் குறுக்கு என்று பெயர். (கயாஸ்மேடா-Chiasmata என்பது பன்மை.) கீழ்க்காணும் படம் 21 இதை விளக்கும்:

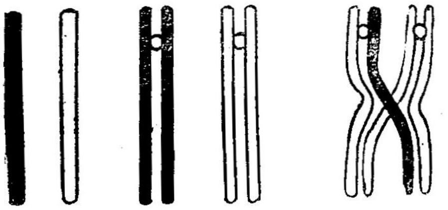


படம் 21

கயாஸ்மா தோன்றும் விதம்
(ஜேன்சன் கயாஸ்மா வகைக் கொள்கை. க-கயாஸ்மா)

எதிர்மாறுதல் தோன்றும் விதத்தை இரு வகைகளில் விவரித்துள்ளனர்.

எந்த இடத்தில் ஒத்த குரோமஸோம்களுடைய பாரம்பரியப்



படம் 22

கயாஸ்மா தோன்றும் விதம்
(பழைய கொள்கை-குரோமேடிட், எதிர்குரோமேடிட்டுடன் எதிர் மாறுதல் நடத்துவதைக் காண்க.)

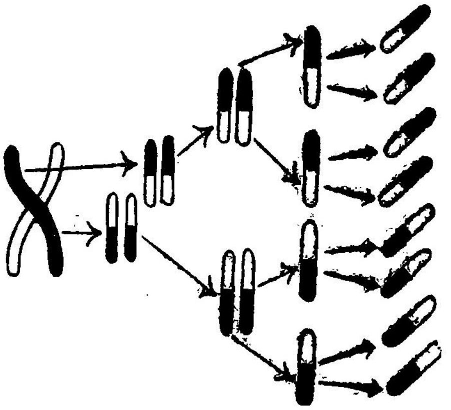
பொருள்கள் மாற்றிக்கொள்ளப்படுகின்றனவோ அவ்விடத்தைக் 'கயாஸ்மா' என்பர். இந்த அடிப்படையில் பழைய கொள்கையும்

ஜேன்சனுடைய (Jannsen) கயாஸ்மா வகைக் (Chiasma Type) கொள்கையும் மாறுபடுகின்றன. பழைய கொள்கைப்படி குரோமே டிட்டுகள் உடைவதோ மறுபடி இணைவதோ நடக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. குரோமேடிட்டுப் பகுதிகள் மற்ற ஒத்த குரோமே டிட்டை நோக்கி நகரும். இதைப் படம் 22 விளக்கும்.

கயாஸ்மா வகைக் கொள்கை

இந்தக் கொள்கைப்படி ஒத்த குரோமஸோம்களைச் சேர்ந்த மாறு இரு குரோமேடிட்டுகள் குறிப்பிட்ட இடங்களில் உடைந்து மாறி இணைவதாகும். இதைப் படம் 21-ல் முன்பே விளக்கியுள்ள தைக் கண்டோம்.

கயாஸ்மா கொள்கையே சரியானது என்பதற்குத் தற்பொழுது அதிக ஆதாரங்கள் கிடைத்துள்ளன. குரோமஸோம்கள் பாகிடீன் (pachytene) என்னும் செல் பிரிவின்போது குறுக்கு நிலையில் இருக்கும். அப்பொழுது எதிர்மாறுதல் நடக்க வேண்டு



படம் 23

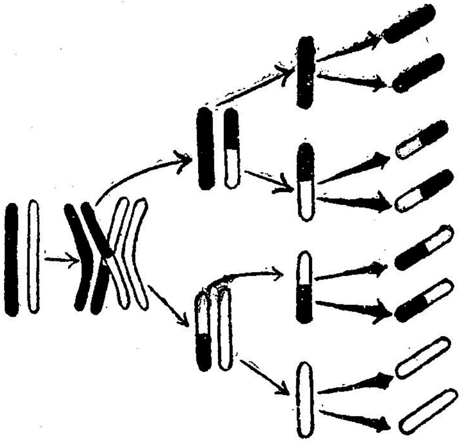
நியூராஸ்போரா

(நான்கு குரோமேடிட்டுகளிலும் எதிர்மாறுதல்கள் தோன்றுவதால், எட்டு ஸ்போர்களும் சேர்மானத்துடன் காணப்படல்)

மானல், குரோமேடிட்டுகள் உடைந்து இணைவதே சுலபமான வழி யாகத் தென்படும். பிணைதல் குரோமேடிட்டுகள் நான்காக இருக்கும் நிலையில்தான் ஏற்படுகிறது என்று நிரூபித்துள்ளனர்.

லிண்டக்ரன் (Lindegran) நியூராஸ்போரா (Newrospora) என்ற பூஞ்சக்காளானைக் கொண்டு நடத்திய ஆராய்ச்சி மூலம் மியாஸிஸ் நடக்கும்பொழுது ஏற்படும் மாறுதல்களை மிகவும் துல்லியமாகவும், தெளிவாகவும் விளக்க முடிந்தது. இந்தப் பூஞ்சக் காளானில் எட்டு ஆஸ்காஸ்போர்கள் (ascospores) மியாஸிஸ் காரணமாகத் தோன்றுகின்றன. குரோமஸோம்கள் முழுவதுமாக அதாவது, ஈரிழையாக இருக்கும்போதே எதிர்மாறுதல் நடந்தால் எட்டு ஸ்போர்கள் மட்டும் எதிர் மாறுதலுடன் காணப்படும்; ஆனால், அவ்விதம் நடப்பதில்லை. படம் 23 இதை விளக்கும்.

குரோமஸோம்கள் நான்கு இழைகளாக இருக்கும்பொழுது இரு குரோமேடிட்டுகளிடையே எதிர்மாறுதல்கள் நடந்தால் உண்டாகும் எட்டு ஸ்போர்களில் நான்கு எதிர்மாறுதல்களுடனும், நான்கு எதிர்மாறுதல்களற்றும் காணப்படும். எதிர்மாறுதல் அற்றவையில் பெற்றோரின் பண்புகள் அப்படியே அமைந்திருக்கும். 'எதிர்மாறுதலுக்கு உட்பட்டவையில் பெற்றோரின் பண்புகள் கலந்து காணப்படும்' என்பதைப் படம் 24 மூலம் அறியலாம்.

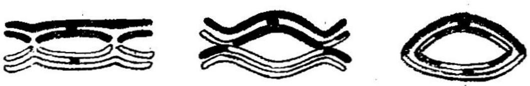


படம் 24
நியூராஸ்ப்போரா
(இரண்டு குரோமேடிட்டுகளில் மட்டும் எதிர்மாறுதல்கள் தோன்றுவதால், நான்கு ஸ்போர்களில் பெற்றோர்களின் பண்புகளும், மற்ற நான்கு ஸ்போர்களில் சேர்மானத்துடனும் காணப்படல்)

முனைக்குச் செல்லுதல் (Terminalisation)

கயாஸ்மா தோன்றியவுடன் ஒத்த சென்ட்ரோமியர்கள் ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலகிச் செல்லத் தலைப்படும். இதனால்

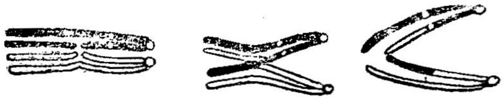
குரோமேடிட்டுகளும் வெளி நோக்கி நகர ஆரம்பிக்கும். இவ் விதம் குரோமேடிட்டுகள் விலகிச் செல்வதால், கயாஸ்மாவும் சென்ட்ரோமியரை விட்டு எதிர்முனையை நோக்கி நகரும். இவ் விதமாக அது குரோமஸோம்களின் மறுமுனையை (சென்ட்ரோமி யர் அற்ற முனை) அடைந்து விடும். இதைத்தான் 'முனைக்குச் செல்லுதல்' என்பர். குரோமேடிட்டுகள் பிரியத் தலைப்படும் போது முதலில் சகோதரிக் குரோமேடிட்டுகள் உள்ள பகுதி வெளி நோக்கி நகரும். பிறகு எதிர்மாறுதலுக்கு உட்பட்ட சகோதரி யற்ற பகுதிகளும் வெளி நோக்கித் தொடர்ந்து நகரும். முனைக்குச் செல்லுதல் நடப்பதால்தான் குரோமஸோம்கள் பிரிய முடிகிறது (படம் 25).



படம் 25

முனைக்குச் செல்லுதல்
(குரோமஸோம்கள் 'X' வடிவத்துடனும், 'O' வடிவத்துடனும் காணப்படல்)

எதிர்மாறுதல்கள் ஏற்படும் இடத்தைப் பொறுத்து முனைக் குச் செல்லுதல் முடிந்த பிறகு குரோமஸோம்கள் 'V' உருவத் திலோ, 'O' உருவத்திலோ, 'X' உருவத்திலோ காணப்படலாம். முனைக்குச் செல்லுதல் முழுவதும் நடக்காமல் பாதியில் தங்கி விட்டால், அப்பொழுது 'X' வடிவம் கிட்டும் (படம் 26).



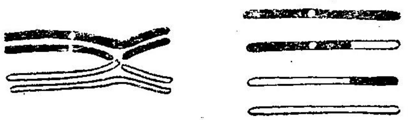
படம் 26

முனைக்குச் செல்லுதல்

ஒரு குரோமஸோமில் ஏற்படும் கயாஸ்மாக்களின் எண்ணிக் கை, குரோமஸோமின் நீளத்தைப் பொறுத்து இருக்கலாம். குரோமஸோம் நீளமாக இருந்தால், எதிர்மாறுதல்கள் அதிக மாகத் தோன்றலாம். குரோமஸோம் மிகவும் சிறியதாக இருந் தால், எதிர்மாறுதலே தோன்றாமல் இருக்கலாம். மேலும், குரோம ஸோமில் ஒன்று அல்லது இரண்டு கயாஸ்மாக்கள் தோன்றலாம்.

அவ்விதம் ஏற்படும்பொழுது இரண்டு குரோமேடிட்டுகள் மட்டும் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படலாம். சில சமயம் நான்கும் அல்லது மூன்று மட்டும் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படலாம். கீழே ஒவ்வொரு வகையாக விளக்கப்பட்டுள்ளது :

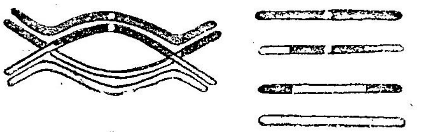
முதல் வகையில் ஒரு கயாஸ்மா மட்டும் தோன்றுகிறது. இங்கு இரு குரோமேடிட்டுகள் மட்டும் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படுகின்றன. இதனால் இரண்டு குரோமேடிட்டுகள் எதிர்மாறுதல் அற்றும், மற்ற இரண்டு எதிர்மாறுதலுடனும் காணப்படும். படம் 27 இதை விளக்கும்.



படம் 27

இரு சகோதரியற்ற குரோமேடிட்டுகளில் ஒரு கயாஸ்மா மட்டும் தோன்றல்

இரண்டாம் வகையில் இரு கயாஸ்மாக்கள் தோன்றுகின்றன. இவற்றில் அடுத்துள்ள இரு குரோமேடிட்டுகள் மட்டும் எதிர் மாறுதலுக்கு உட்படுகின்றன. படம் 28 இதை விளக்கும்.

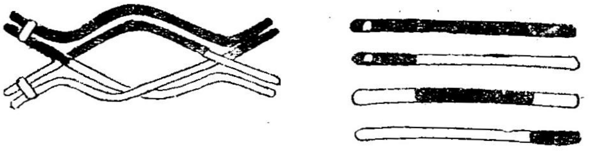


படம் 28

இரு குரோமேடிட்டுகளில் இரு கயாஸ்மாக்கள் தோன்றல்

மூன்றும் வகையில் இரு கயாஸ்மாக்கள் தோன்றுகின்றன. இவற்றில் மூன்று குரோமேடிட்டுகள் மட்டும் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படுகின்றன. இதனால் ஒன்று முழுவதாக இருக்கும்

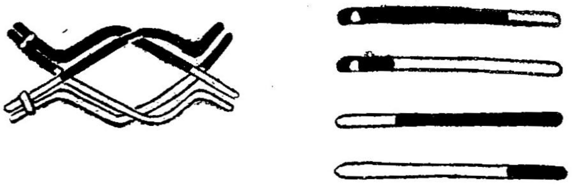
மற்றவை எதிர் மாறுதல்களுடனும் காணப்படும். இதைப் படம் 29 விளக்கும்.



படம் 29

மூன்று குரோமேடிட்டுகள் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படுதல்

நான்காவது வகையில் இங்கும் இரு கயாஸ்மாக்கள் தோன்றுகின்றன என்று கொள்வோம். இங்கு நான்கு குரோமேடிட்டுகளும் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படுகின்றன. இதனுல் எல்லாக் குரோமேடிட்டுகளும் எதிர்மாறுதலுடன் காணப்படும். படம் 30 இதை விளக்கும்.

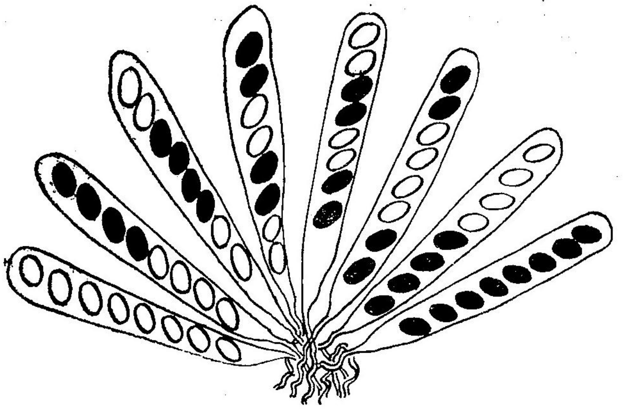


படம் 30

நான்கு குரோமேடிட்டுகளும் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படுதல்

எதிர்மாறுதல் தோன்றும்பொழுது எவ்வளவு குரோமேடிட்டுகள் அதில் ஈடுபடுகின்றன என்றும், ஜீன்கள் எவ்விதம் பிரிந்து இணைகின்றன என்றும் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல முடியாது. ஏனெனில், செடிகளில் மியாஸிஸ் நடந்தவுடன் பல மாறுதல்கள் நடப்பதால், இதை மேலும் சிக்கலாக்குகிறது. நியூரோஸ் போராவில் செய்த ஆராய்ச்சி இவை நடக்கும் விதத்தை அறிய மிகவும் உதவியாக உள்ளது. கனி ஈ எவ்விதம் பண்பியலில் பங்கு எடுத்துக்கொண்டுள்ளதோ அவ்வாறே இந்த நியூரோஸ் போரா என்ற காளானும் பயன்படுகிறது. மியாஸிஸ் நடந்தவுடன் எட்டு ஆஸ்கஸ்போர்கள் கிடைக்கின்றன. இந்தக் காளானில் இரு இனங்கள் உண்டு. சில நிறத்துடனும், மற்றவை நிறமற்ற ஆஸ்கஸ்போர்களைத் தோற்றுவிக்கும். இந்த இனங்களை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தி ஆஸ்கஸ்போர்கள் எவ்விதம் அமைகின்றன என்று அறிந்து, எதிர்மாறுதல் தோன்றும் வகையை

முடிவு செய்து விடலாம். கீழே கொடுத்துள்ள படத்திலிருந்து (படம் 31) எத்தனை வகை அமைப்புகள் கிடைக்க வழியுண்டு என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளலாம்:

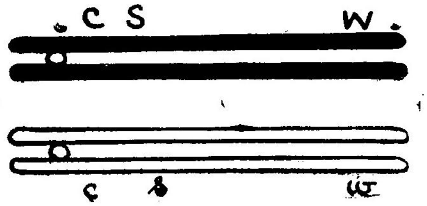


படம் 31

நியூராஸ்போரா

(ஒவ்வோர் ஆஸ்கஸிலும் தோன்றும் எட்டு ஆஸ்கஸ்போர்களில் காணப்படும் வேறுபாடுகள்)

மக்காச் சோளத்தின் ஒன்பதாவது குரோமஸோமில் தானியத்தின் முளைசூழ்த் தசைத் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்தும் மூன்று ஜீன்கள் உள்ளன. நாம் இதுவரை தெரிந்துகொண்டது சாதாரண ஒற்றை எதிர்மாறுதல். இங்கே ஒன்பதாவது குரோம



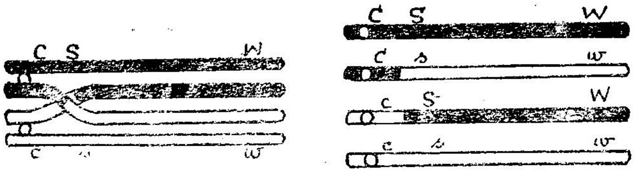
படம் 32

ஒத்த குரோமஸோம்களும் அவற்றுள் அமைந்துள்ள C. S. W என்ற ஜீன்களும்

ஸோமில் ஒற்றை, அதே சமயத்தில் இரட்டை எதிர்மாறுதல்கள் நடந்தால் எத்தனை விதச் சேர்மானங்கள் கிடைக்கக்கூடும் என்பது விளங்கும். ஒரு குரோமஸோமில் இம் மூன்று ஜீன்களும்

அமைந்துள்ளதையும், C-யும், S-ம் அடுத்தடுத்து ஒரு கோடியிலும், W மறுகோடியிலும் அமைந்துள்ளதைப் படம் 32 விளக்கும்.

1. ஓர் எதிர்மாறுதல் C-க்கும், S-க்கும் இடையில் தோன்றினுல், இதனுல் கிடைக்கும் நான்கு குரோமேடிட்டுகளில் இரண்டு பெற்றோர்ச் சேர்மானங்களோடு காணப்படும். அதாவது, C. S. W என்பதும், c. s. w என்பதுமாகும். மற்ற இரண்டு குரோமேடிட்டுகளில் C. s. w என்றும், c. S. W. என்றும் காணப்படும். படம் 33 இதை விளக்கும்.

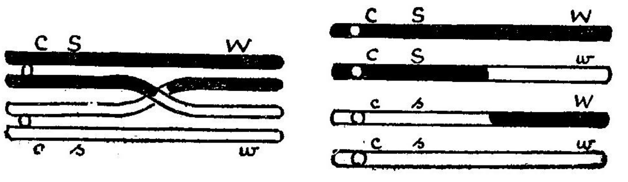


படம் 33

எதிர்மாறுதல்

(CS என்ற இரு ஜீன்களுக்கு இடையே தோன்றுதல்)

2. இதுவும் ஒற்றை எதிர்மாறுதல் வகைதான். ஆனுல் இங்கு எதிர்மாறுதல் S.W என்ற ஜீன்களுக்கிடையே ஏற்படும். படம் 34 இதை விளக்கும்.



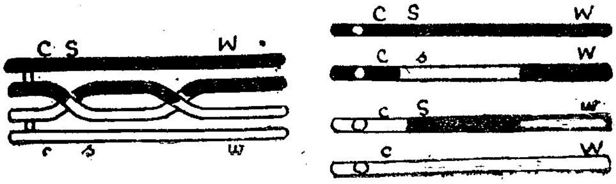
படம் 34

எதிர்மாறுதல்

(SW என்ற இரு ஜீன்களுக்கு இடையே தோன்றுதல்)

இதனுல் முதல் வகையைப்போல் இரண்டு குரோமேடிட்டுகள் பெற்றோர்ப் பண்புகளுடன் காணப்படும். மற்ற இரண்டும் புதுச் சேர்க்கையோடு அதாவது, C.S.w என்றும், c. s. W என்றும் காணப்படுகின்றன.

3. மூன்ருவது வகை இரு எதிர்மாறுதல்கள் மூன்று ஜீன்கள் பகுதிகளுக்கிடையே தோன்றுகின்றன. படம் 35 மூலம் இதை விளக்க முடியும்.



படம் 35

எதிர்மாறுதல்கள்

(இரு கயாஸ்மாக்கள் CS என்ற ஜீன்களுக்கு இடையிலும், SW என்ற ஜீன்களுக்கு இடையிலும் தோன்றுவதைக் காண்க.)

இங்குக் கிடைக்கும் புது சேர்மானங்கள் C.s.W என்றும், c. S. w என்றும் ஆகும்.

பிணைதலுக்கும், எதிர்மாறுதலுக்கும் உள்ள தொடர்பைப் பற்றி எடுத்துக்கொள்வோம். இவ் விரு செயல்களும் நடப்பதால் தான் பெற்றேர்களின் பண்புகள் சேய்களிடம் கலந்து காணப் படுகின்றன. உதாரணமாகப் பேட்சன் பரிசோதனையை எடுத்துக் கொள்வோம். ஊதா-உருண்டை பண்புகளும், வெள்ளை-நீளப் பண்புகளும் அவர் பரிசோதனைக்கு எடுத்துக்கொண்டவை. ஊதா நிறமும், மகரந்தத் தூளின் உருண்டைப் பண்பும் ஒரு குரோமஸோமில் அமைகின்றன என்றல், ஒத்த குரோமஸோமில் வெள்ளை நீளப் பண்புகள் அமையும். படம் 36 மூலம் இது விளங்கும்.

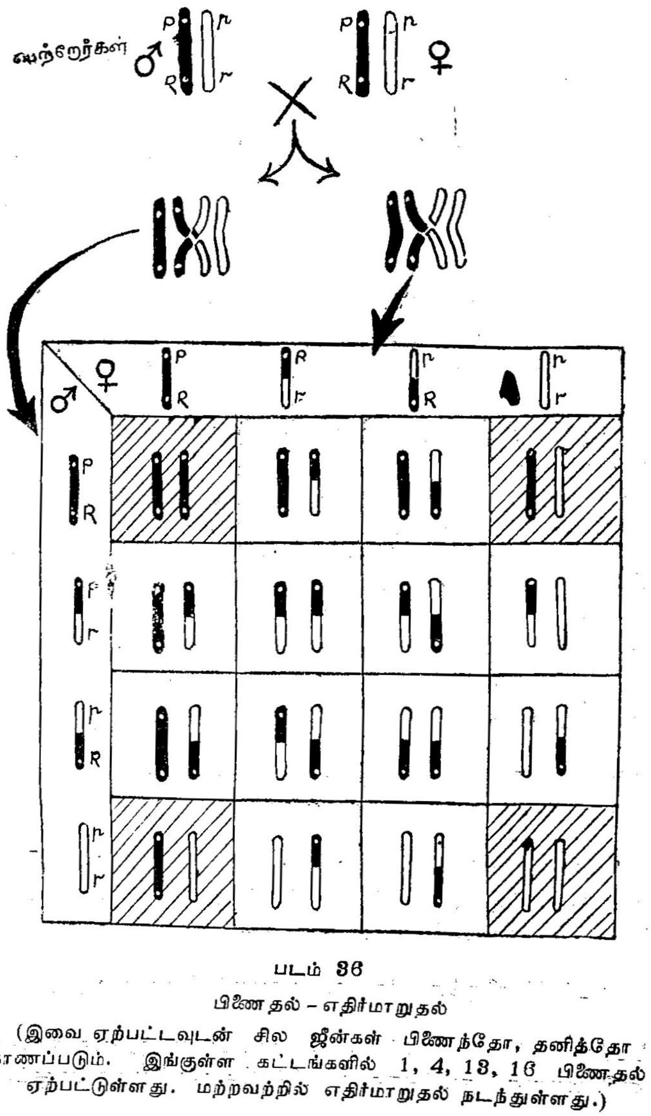
படம் 36-லிருந்து எவ்விதம் எதிர்மாறுதல் ஏற்பட்டவுடன் சில இடங்களில் ஜீன்கள் பிணைவதும், சில இடங்களில் விலகிச் செல்வதும் விளங்கும்.

படம் 36-லிருந்து சில உண்மைகள் தெளிவாகும்.

கட்டங்கள் 1, 4, 13, 16 - இக் கட்டங்களிலுள்ள உட்கருக்கள் எதிர்மாறுதல் நடக்காத நிலையில் தோன்றியவையாகும்.

மற்றக் கட்டங்களிலுள்ள உட்கருக்கள் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்பட்ட ஒன்று அல்லது இரண்டு பால் செல்களின் இணைவால்

கிடைத்தவையாகும். (இங்கு வெளிப்படும் புறப்பண்புகளை மனதில் கொண்டு குழப்பமடையக் கூடாது.)



படம் 36

பிணைதல் – எதிர்மாறுதல்

(இவை ஏற்பட்டவுடன் சில ஜீன்கள் பிணைந்தோ, தனித்தோ காணப்படும். இங்குள்ள கட்டங்களில் 1, 4, 13, 16 பிணைதல் ஏற்பட்டுள்ளது. மற்றவற்றில் எதிர்மாறுதல் நடந்துள்ளது.)

கட்டங்கள் 1, 4, 13, 16-ல் கிடைக்கும் ஃபினோடைப் வேறுபட்டு அமையும்,

கட்டங்கள் 1, 4, 13-ல் ஊதா-உருண்டைப் பண்புகளை வெளிப் படுத்தும்.

கட்டம் 16 - வெள்ளை-நீளப் பண்பைக் குறிக்கும்.

எதிர்மாறுதல் தோன்றச் சில காரணங்கள் உண்டு. கனி ஈயின் குரோமஸோம்களைக் கண்டறிந்ததில் சென்ட்ரோமியருக்கு அருகில் எதிர்மாறுதல்கள் அவ்வளவாகத் தோன்றுவதில்லை. குரோமஸோம் நீளமாக இருந்தால், சென்ட்ரோமியர் கோடியை விட்டு, மற்றப் பகுதியில் சுலபமாக எதிர்மாறுதல் தோன்றலாம். எதிர்மாறுதல் தோன்றுவதை உயிரினத்தின் வயது, சூழ்நிலை, வெப்பம் முதலியவை பாதிக்கலாம். பால் தன்மையும் ஒரு காரண மாக அமையலாம். கனி ஈயில் Y குரோமஸோமில் எதிர்மாறுதல் களே தோன்றுவதில்லை. இதற்குப் பல விளக்கங்கள் இருந்த போதிலும் ஒன்றும் சரியாக அமையவில்லை.

ஸெல்லியலில் பிணைதலும், எதிர்மாறுதலும் ஒரு பெரிய பொறுப்பைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றின் உதவியால்தான் குரோமஸோம் படம் வரைவது சாத்தியமாயிற்று. கயாஸ்மாக்கள் குறிப்பிட்ட இடத்திலேயே தோன்றுவதால்தான் ஒரு குரோம ஸோமினுடைய படம் ஒரே மாதிரியாக மாறுபாடுகள் இல்லாமல் அமைகிறது.

எதிர்மாறுதல் தோன்றும் விதம்

முதலில் டார்லிங்டன் (Darlington) முன்தோன்றிக் கொள் கையைத் (Precocity) தோற்றவித்தார். இக் கொள்கைப்படி குரோமஸோம்கள் பிரிவதற்கு முன்பே ஸெல் பிரிதல் முதல் நிலை (Prophase) செயல்படத் தொடங்கி விடுகிறது. எதிர்மாறுதல் என்பது குரோமஸோம்கள் உடைதலையும், பிறகு மாறி இணை தலையும் குறிப்பதாகும். ஒத்த குரோமஸோம்கள் இரண்டும் ஒன்றோடொன்று முறுக்கிக்கொண்டிருக்கும். (இவ்விதம் முறுக்கி இருப்பது ஒவ்வொரு குரோமஸோமின் உள் முறுக்கலுக்கு எதிர்த்திசையில் இருக்கும்.) இதனால் தனிக் குரோமஸோம் முறுக்கியிருப்பதும், ஒத்த குரோமஸோம்கள் முறுக்கியிருப்பதும் எதிர்த்திசையில் இருப்பதால், குரோமஸோம்கள் சமநிலையில் உள்ளன. குரோமஸோம்கள் பிரியும்பொழுது இச் சமநிலை பாதிக்கப்படுவதால், குரோமேடிட்டு ஓர் இடத்தில் ஒடுகிறது. அதே பகுதியில் சகோதரிக் குரோமேடிட்டும் உடையும். உடைந்த முனைகள் மாறிக் குரோமேடிட்டுகள் மாறி இணைகின்றன. இந்த

இணையும் இடத்தைத்தான் கயாஸ்மா (Chiasma) என்று அறிந்தோம். இதற்குள்ள எதிர்ப்பு என்னவென்றால் குரோமஸோம்கள் ஸைனாப்சிஸ் (Synopsis) நிலை அடைவதற்கு முன்பே பிரிந்துவிடுகின்றன.

தற்கால மரபியல் வல்லுநர்கள் கூற்றுப்படி எதிர்மாறுதல்கள் இவ்விதமாகத் தோன்றலாம்:

1. நான்கு குரோமேடிட்டுகள் இருக்கும்பொழுது டி.என்.ஏ. தயாரித்தல் நடக்குங்கால் எதிர்மாற்றம் ஏற்படலாம். இதனால் குரோமஸோமின் சகோதரியாகாத சிறு பகுதிகள் இடம் மாறுகின்றன.

2. ஒரு டி. என். ஏ. சுற்று தன்னைப்போல் நகல் எடுக்கும் போது, ஒரு சிறு பகுதியில் சகோதரிச் சுற்றைப்போல் நகல் எடுக்காமல் சகோதரியாகாத டி. என். ஏ. அவற்றைத் தயாரித்து விடுகிறது. இதை விரும்பும் நகல் கொள்கை (Copy Choice Theory) என்று சொல்லலாம். இதை விளக்கமாகச் சொல்லப் போனால் ஒரு குரோமேடிட் தன் சகோதரி பகுதிக்குப் பதிலாகச் சகோதரியாகாத பகுதியை உண்டுபண்ணுகிறது.

இன்னும் சரியாக விளக்கப்படாத செயல்கள் எதிர்மாறுதலில் தோன்றுகின்றன; குரோமஸோமின் குறுகிய பகுதியில் அதிக எதிர்மாறுதல்கள் தோன்றுவது. ஓர் எதிர்மாறுதல் அடுத்துள்ளதைக் கெடுப்பது. ஓர் எதிர்மாறுதல் அடுத்துள்ள எதிர் எதிர் மாறுதலுக்கு இடையூறாக அமைவதில்லை என்பது ஒரு சிலர் கூற்று. மறு சாரார் இதை ஒப்புக்கொள்வதில்லை. சில சமயங்களில் விரும்பு நகல் ஏற்படுவதால், அதிகமான எதிர்மாறுதல்கள் குறுகிய இடத்திற்குள் ஏற்படலாம். மற்றொரு புரியாத புதிர் என்னவென்றால், மியாஸிஸிற்கு முன்பு உள்ளதாய் ஸெல்லில் குரோமஸோம்கள் சிதறிக் கிடக்கின்றன. அவை ஸைனாப்சிஸ் நடப்பதற்கு முன் எவ்விதம் ஒத்த குரோமஸோம் ஜோடிகளாக அமைகின்றன என்பது. இவ்வளவு சிக்கல்கள் இருந்த போதிலும் இந்தச் செயல்கள்மூலம் மரபியலில் பல உண்மைகள் தெளிவாகியுள்ளன.

7. பன்மயம்

(Polyploidy)

திடீர்மாற்றத்தினுல் புது இனங்கள் தோன்றலாம் என்று முன்பே கண்டோம். அவ்விதமின்றி உயிரினத்திலும் திடீர் மாற்றத்தினுல் சில மாறுதல்கள் தோன்ற இடமுண்டு. அவ்விதம் திடீர்மாற்றம் தோன்றப் பன்மயம் ஒரு காரணமாக அமையலாம். பன்மயம் என்றுல் ஓர் உயிரினத்திலுள்ள குரோமஸோம் கூறு முழுவதும் அல்லது பகுதி மாறுதலுக்கு உட்படுதல், பன்மயம் யூஃப்லாய்டி (Euploidy) என்பதில் ஒரு வகை. 'யூ' என்ற இலத்தீன் சொல்லுக்குக் 'கூட்டல்' என்று பொருள்படும். அதாவது, குரோமஸோம்கள் அதிகரிக்கும்போது மடங்கு முறையில் அமைந்திருக்கும் மும்மயம் (triploid), நான்மயம் (tetraploid), பன்மயம் (**polyploid**) என்பன.

சாதாரணமாக உயிரினங்களில் உடல்திசுவில் (Soma) குரோமஸோம்கள் இரு கூறுகளாக அமைந்திருக்கும். அவ்வாறு அமைந்திருந்தால், அதை இருமயம் (Diploid) என்பர். இதில் தோன்றும் மாறுதல்களைத்தான் யூப்லாய்டி என்றும், அனுப்ளாய்டி (Aneuploidy) என்றும் சொல்வர். அனுப்ளாய்டியைப்பற்றித் திடீர்மாற்ற அத்தியாயத்தில் விவரமாகப் படிக்கலாம். குரோமஸோம் எண்ணிக்கையின் அடிப்படை அளவு ஒற்றைமயம் (n) அதாவது, ஹேப்லாய்ட் (Haploid) ஒரு குறிப்பிட்ட சிற்றினத்திலுள்ள எல்லாச் செடிகளிலும் ஒரே எண்ணிக்கை உள்ள குரோமஸோம்கள் இருக்கும்.

ஒற்றைமயம் (Haploid)

ஒரு கூறு குரோமஸோம்கள் ஓர் உடல் திசு செல்லில் தென்பட்டால், இதை ஒற்றைமயம் என்பர். பூக்கும் தாவரங்களின்

உடற்திசுவில் இந் நிலையைக் காண்பதரிது. முதன்முதலில் ப்ளாக்ஸ்லீ (Blackslee) என்பவர்தாம் இவ் வகையை ஊமத்தையில் கண்டார். அதிலிருந்து மற்ற பல வகைச் செடிகளில் அந் நிலை தென்பட்டது. கீழ்க் காணும் தாவரங்களில் இவ் வகைச் செடிகளைக் கண்டறிந்திருக்கிறார்கள்:

கோதுமை வகைகள், நெல், மக்காச்சோளம் செடிகளில் ஆயிரத்தில் ஒன்று ஒற்றைமயமாகத் தோன்றும். இவ் வகைச் செடிகளில் கருவுறுதல் தோன்றாமல் போவதாலேயே கரு ஒற்றைமயச் செடியாக வளர்ந்து விடுகிறது. பாலி எம்ப்ரியானி (Poly-embryony) என்பது ஓர் ஒழுங்கற்ற முறை. சில சூழ்நிலைகளில் ஒரு சூலகத்திலிருந்து பல கருக்கள் (Embryos) தோன்றலாம். இவற்றில் சில இரட்டைமய நிலையிலும், சில ஒற்றைமய நிலையிலும் அமைந்திருக்கும். ஒற்றைமய கரு ஒற்றைமயச் செடியாக வளரலாம். ஆரஞ்சு, பருத்தி முதலிய செடிகளில் இவ் வகையான செடிகளைச் சாதாரணமாகக் காணலாம். ஒற்றைமயச் செடிகள் சாதாரண இரட்டைமயச் செடிகளைவிடச் சிறியனவாகக் காணப்படும். இவற்றில் மலட்டுத்தனம் (Sterility) மிகவும் தீவிரமாகக் காணப்படும். இச் செடிகளில் செல் பிரிதல் நடக்கும்பொழுது குரோமஸோம்களுக்கு ஒத்த ஜோடி இல்லாததால் (homologous pair), அவை ஒழுங்கற்ற முறையில் நடந்துகொள்கின்றன. இருந்த போதிலும் இச் செடியிலிருந்து சில சமயங்களில் ஒற்றைமய ஆண்பால், பெண்பால் செல்கள் தோன்றலாம். அவற்றின் இணைவால் இரட்டைமயக் கருமுட்டை கிடைக்கும். இவ் வகை ஒற்றைமயச் செடிகளைக்கொண்டு, மாற்றுக்கலவியல் நடத்துவது நல்ல பலனைக் கொடுக்கும். இங்கு ஒரு கூறு குரோமஸோம்கள் இருப்பதால், கலப்படமேற்படுவதற்கு வழியில்லை. மேலும், இவ் வகைச் செடிகளின் மூலமாகக் கிடைக்கும் இரட்டைமயச் செடி ஹோமோஸைகஸாக இருக்கும்.

இரட்டைமயச் செடியில் குரோமஸோம்கள் இரு கூறாகக் காணப்படும். கேமீட்டுகள் தோன்றும்பொழுது குரோமஸோம்களின் ஒரு கூறு கேமீட்டிற்குச் செல்லும். இந்த ஒரு கூறை ஜீனோம் (Genome) என்பர். மக்காச்சோளச் செடியில் (இரட்டைமயம்) இருபது குரோமஸோம்கள் உண்டு. அதாவது, அதன் ஜீனோமில் பத்து குரோமஸோம்கள் எனக் கொள்ள வேண்டும். ஜீனோமில் இருக்கும் குரோமஸோம்களைத்தான் அடிப்படை அளவாகக் கொள்ள வேண்டும். இதைத்தான் n என்று குறிக்கிறோம். ஒரு சிற்றினத்தில் இவ்வெண்ணிக்கை நிலைத்திருக்கும். ஆனால், பேரினத்தில் காணப்படும் சிற்றினங்களில் இவற்றின் எண்ணிக்கை மாறுபடலாம். 'பன்மயத்தின் நிலை' என்பது செடியில் உள்ள குரோம

ஸோம்களின் எண்ணிக்கை, அடிப்படை எண்ணிக்கைபோல் எத்தனை மடங்கு உள்ளது என்பதைப் பொறுத்து, அடிப்படை எண்ணிக்கை போல் இரு மடங்கானல் இரட்டைமயம் (2n), மூன்று மடங்கானல் மும்மயம் (3n), நான்கு மடங்கானல் நான் மயம் (4n), ஐந்து மடங்கானல் ஐந்துமயம் (5n), ஆறு மடங்கானல் ஆறுமயம் (6n) என்று சொல்லலாம்.

பன்மயம் இயற்கையிலேயே தோன்றலாம்; அல்லாமல் தூண்டப்பட்டுத் தோன்றலாம்.

இயற்கையில் தோன்றும் பன்மயம்

இயற்கையிலேயே பன்மயம் சாதாரணமாகத் தோன்றலாம். இவ்விதம் தோன்ற முக்கியமான காரணம் மியாஸிஸ் செல் பிரிதலின்போது குரோமஸோம்களின் எண்ணிக்கை பாதிநிலை அடைவதில்லை. அதாவது, இரட்டைமய நிலையிலிருந்து ஒற்றை மய நிலையை அடைவதில்லை. இதனல் பால் செல்கள் இரட்டைமயமாகவே அமையும். இவ் வகை பால் செல்கள் இணைவதால், பன்மயக் கருமுட்டை தோன்றும். நாம் உபயோகிக்கும் செடிகளான வாழை, புகையிலை இயற்கையிலேயே பன்மயமாகத் தோன்றியிருக்கக்கூடும்.

தூண்டப்பட்ட பன்மயம்

தாவரங்களில் மூன்றில் ஒரு பாகம் பன்மயச் செடிகள் ஆகும். இப் பன்மயச் செடிகள் அமைப்பிலும், திடத்திலும் பயனைப் பொறுத்த அளவில் இரட்டை மயத்தைவிடச் சிறந்தவையாக காணப்படுவதால் சாகுபடியாளர்களும், ஆராய்ச்சியாளர்களும் இவற்றையே விரும்புகிறர்கள். பன்மயத்தைச் சில சாதனங்கள் மூலம் தூண்டிவிட முடியும். இதனல் குறுகிய காலத்திற்குள் பலன் கிடைக்கும். சாதாரணமாக, வெப்பச் சிகிச்சைமூலம் பன்மயத்தைத் தூண்டி விடலாம். மக்காச்சோளத்தில் முளைக்கும் விதைகளை வெப்ப நிலைக்கு உட்படுத்துவதால், பன்மயத் தன்மை தோன்றுகிறது. சில செடிகளில் தண்டின் நுனிப் பகுதியை வெட்டி விடுவதால், பின் தோன்றும் கிளைகள் பன்மயத் தன்மையோடு அமைகின்றன. உதாரணம் தக்காளி.

பன்மயத் தன்மையைத் தூண்டிவிடக்கூடிய வேதியப் பொருள்கள் பின்வருமாறு:

சல்பானிலமெய்ட் (**Sulphanilamide**), அஸிநெப்தீன் (**Acenepthene**) முதலியவை.

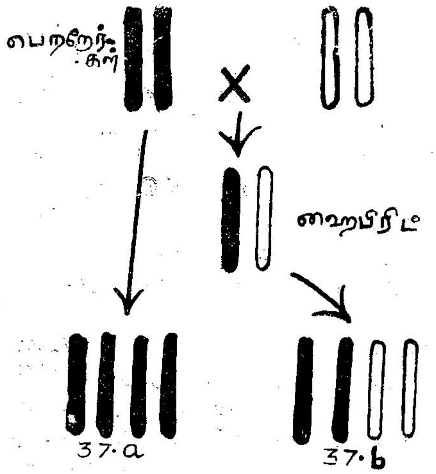
ப்ளாக்ஸ்லீ (Blackslee) என்பவரின் ஆராய்ச்சி மூலமாகப் பன்மயத்தைத் தூண்டக்கூடிய ஒரு வேதியப் பொருள் 1937-ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதற்குப் பெயர் கால்சிசீன் (Colchicine) என்பது. இது வெங்காயக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த (Liliaceae-Colchicum Autumnale) செடியிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இதன் உதவியால் ஒரு ஸெல்லிலுள்ள குரோமஸோம்கள் இரட்டிக்கப் படுகின்றன. இம் முறையால் ஒத்த குரோமஸோம்கள் தோன்று கின்றன. இதனுல் மலடாகத் தோன்றும் செடிகளையும் வீரிய முள்ளவையாக மாற்ற முடியும். கால்சிசீன் சிகிச்சைக்கு உட்பட்ட ஸெல்களில் புது வித மைட்டாஸிஸ் செல் பிரிதல் காணப்படு கிறது. இவ்வித மைட்டாஸிஸைக் 'கால்சிசீன் - மைட்டாஸிஸ்' என்று சொல்வர். உதாரணமாக, ஓர் இரட்டைமய ஸெல்லுக் குக் கால்சிசீன் பொருளைக் கொடுத்தால், மைட்டாஸிஸ் நடக்க ஆரம்பிக்கும். முதல் நிலை(prophase)க்குப் பிறகு உட்கரு மெம்ப்ரேன் (nuclear membrane) மறைந்து விடும். குரோம ஸோம்கள் குரோமேடிட்டுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆனுல், புரோட்டோப்ளாசக் கயிறுகள் தோன்றுவதில்லை. ஆகையால், ஸெல்லின் நடுவே எல்லாக் குரோமேடிட்டுகளும் தங்கி விடுகின்றன. பிறகு உட்கரு மெம்ப்ரேன் தோன்றுவதால், புது உட்கரு நான்கு மடங்கு குரோமஸோம்களுடன் கிடைக்கிறது. அதாவது, மைட்டாஸிஸிற்குப் பிறகு கிடைக்கும் ஸெல் தன்மயமாக அமைகிறது. இவ் வேதியப் பொருளைத் திரவ உருவத்தில் உபயோகப்படுத்தலாம். தோட்டப் பயிர்களுக்கு முக்கியமாகப் பூ வகைகளுக்கு இதை உபயோகிப்பதால், பெரிய பூ அதிக அளவு இதழ்களுடன் கிடைக் கிறது. இதை உபயோகிக்கும் முறையைப்பற்றிப் பயிர்ப் பெருக்கு தல் பகுதியில் விவரமாகப் படிக்கலாம்.

வெங்காயக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த 'க்ளோரியோசா சுபர்பா' (Gloriosa Superba) என்னும் காந்தள் செடிக்கும் இவ் வகைத் தன்மை உண்டு என்று கண்டுபிடித்திருக்கிறுர்கள். இதன் கிழங்கு கலப்பை போல் இருப்பதால், இச் செடிக்குக் 'கலப்பைக் கிழங்கு' என்ற பெயரும் உண்டு. இக் கிழங்கிலிருந்து கிடைக்கும் வேதியப் பொருள்கள் பன்மயத்தைத் தூண்டக்கூடிய சக்தி வாய்ந்தவை. பன்மய வகைகளை ஜீனேம் அடிப்படையிலும் பிரிக்கலாம். அவை தன் பன்மயம் (Auto Polyploidy), அயல் பன்மயம் (Allo Polyploidy).

தன் பன்மயம் (Auto Polyploidy)

தன் பன்மயத்தில் இருக்கும் ஜீனேம்கள் எல்லாம் ஒரே மாதிரி யாக இருக்கும். அவை ஒரு வித சிற்றினத்திலிருந்து தோன்றிய

தாக அமையும். உதாரணமாக, ஜீனோமை X என்று எடுத்துக் கொண்டால், தன் பன்மயச் செடிகளில் XXX என்றும், XXXX என்றும் காணப்படும். மும்மடங்கு ஜீனோம்கள் இருந்தால், தன் மும்மயம் என்றும் (Auto Triploid), நான்கு மடங்கு இருந்தால், தன் நான்மயம் (Auto Tetraploid) என்றும் கொள்ளலாம். தன் பன்மயத்திற்கும், அயல் பன்மயத்திற்கும் உள்ள மாறுபாடுகளைக் கீழ்க்காணும் படம் 37-லிருந்து அறியலாம்:



படம் 37

a–தன் பன்மயம்
(ஒரே இனத்தின் குரோமஸோம்கள் எண்ணிக்கையில் அதிகரித்தல்)
b–அயல் பன்மயம்
(மாறுபட்ட இனத்தின் குரோமஸோம்கள் எண்ணிக்கையில் அதிகரித்தல்)

தன் மும்மயச் செடியில் மூன்று குரோமஸோம் கூறுகள் தென்படும். ஒற்றைமயப் பால்செல்லும், இரட்டைமயப் பால்செல்லும் இணைவதால், மும்மயக் கருமுட்டை தோன்றும் – $n+2n=3n$. இங்குப் பங்கு கொள்ளும் பால்செல்கள் ஒரே சிற்றினத்திலிருந்து வந்தவையாக இருக்கவேண்டும். தாவர இனத்தில் மிகவும் சாதாரணமாகத் தானிய வகைகள், பூச்செடிகள், காட்டு மரங்கள் ஆகியவற்றில் இவ் வகையைக் காணலாம். ஆனால், வாழ்க்கைப் போராட்டத்தில் இவை இரட்டைமயச் செடிகளைப்போல் நிலைத்திருப்பதில்லை. இதற்கு இவற்றின் மலட்டுத்தன்மை ஒரு காரணமாக இருக்கலாம். இங்கு மரபுப் பொருள்களின் தன்மை

இரட்டைமயத்தை ஒத்திருக்கும். அதிலிருந்து மாறுபாடு ஒன்றும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால், மரபுப் பொருளின் அளவு மட்டும் அதிகரிப்பதால் செடிகளும் சற்றுப் பெரியனவாகவும், பயனுள்ளவையாகவும் காணப்படுகின்றன.

வாழை ஒரு தன் மும்மய வகையைச் சேர்ந்தது. வாழையில் முப்பத்து மூன்று குரோமஸோம்கள் உள்ளன. வாழையின் குரோமஸோம் அடிப்படை எண்ணிக்கை n = 11.

தன் மும்மயம் (Auto Triploid)

தன் மும்மயம் பயிர்ப் பெருக்குதலில் சிறந்த மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்தியுள்ளது. ஜப்பான் நாட்டில் மும்மயப் பீட்கிழங்குகளை உற்பத்தி செய்ய நான்மய வகைகளையும், இரட்டைமய வகைகளையும் மூன்றிற்கு ஒன்று என்ற விகிதத்தில் பயிரிடுகிறார்கள். இதனால் கிடைக்கும் ஹைபிரிட்டுகளில் எழுபத்தைந்து சதவிகிதம் மும்மய வகைகளாக அமைகின்றன. இவ்வகைக் கிழங்குகளில் சர்க்கரை சத்து அதிகமாகக் காணப்படுகிறது.

இதே முறையில் தண்ணீர்ப் பூசணி (water melon) பயிரிடுவதிலும் பின்பற்றப்படுகிறது. சிட்ருலுஸ் வல்கேரிஸ் (citrullus vulgaris) என்ற தண்ணீர்ப்பூசணி அதனுடைய சாப்பிடத் தகுந்த சிவப்பு நிறக் கனிகளுக்காகப் பயிரிடப்படுகிறது. மும்மயக் கனிகள் மிகப் பெரியனவாகவும், குறைந்த அளவு விதைகளுடனும் காணப்படுகின்றன. இவை அதிகச் சதைப்பற்றுள்ளனவாகவும் இருக்கின்றன. ஆனால், இரட்டைமயக் கனி அதிக அளவு விதைகளுடன்கூடியதாக இருப்பதால், சதைப்பற்று குறைந்து காணப்படுகிறது. பீட்ரூட்டைப் போல் இவ் வகையையும் இரட்டைமய, நான்மயச் செடிகளிலிருந்துதான் தோற்றுவிக்க முடியும். கால்சிசீன் உதவியால் இரட்டைமயச் செடியை நான்மயச் செடியாக மாற்றலாம். இவ்விதம் கிடைத்த நான்மயச் செடியையும், இரட்டைமயச்செடியையும் பயிரிட வேண்டும். இரட்டைமயச் செடியின் பூவிலுள்ள மகரந்தப்பொடியை, நான்மயச் செடியின் சூல்முடியில் வைத்ததில் கிடைக்கும் கனிகள் விதைகளோடு கூடியனவாகக் காணப்பட்டன. அவ்விதமின்றித் தலைகீழ் பால் மாற்றத்தினால் (reciprocal cross) தோன்றும் கனிகளில் விதைகளே தோன்றுவதில்லை. இந்த மாற்றுக் கலவியலில் கிடைத்த விதைகளிலிருந்து மும்மயத் தண்ணீர்ப் பூசணிச் செடிகள் தோன்றும். மும்மயச் செடி மலடாகையால், விதைகளை உண்டுபண்ணுவதில்லை. அதனால் மும்மயக் கனிகள் கிடைக்க ஒவ்வொரு முறையும் மேற்கூறிய இரட்டைமய, நான்மயச்செடிகளின் உதவியைத்தான் பின்பற்ற வேண்டும்.

தன் நான்மயம் (Auto Tetraploid)

இவை இயற்கையிலேயே தோன்றலாம்; அன்றிக் கால்சிசீன் போன்ற பொருள்களின்மூலம் தூண்டப்படலாம். உதாரணமாக, மல்லிகைச் செடியின் நுனியை வெட்டி எடுத்துவிட்டு, அப் பகுதியில் கால்சிசீன் திரவத்தை ஒரு பஞ்சில் நனைத்து வைக்க வேண்டும். இந்தப் பகுதியின் கீழேயிருந்து தோன்றும் கிளைகள் தன் பன்மய வகைகளாக இருக்கும். இக் கிளைகளில் கிடைக்கும் பூக்கள் மிகவும் பெரியனவாகவும், இதழ்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தும் காணப் படும். இதற்குக் காரணம் இரட்டைமய நிலையிலுள்ள செல்கள் நான்மயமாக மாறுவதுதான்.

நாம் பயிர் செய்யும் செடிகளில் சில தன் நான்மய வகையைச் சேர்ந்தவை.

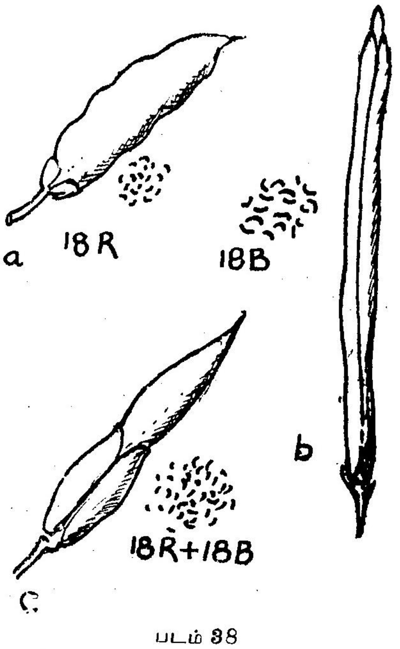
உதாரணம் :	நிலக்கடலை -	குரோமஸோம் எண்	40
	காப்பி	,, எண்	44
	உருளைக்கிழங்கு	,, எண்	48

இதேபோல் ஆறுமயச் செடிகளும் உண்டு. ஆனால், அவை மிகவும் அரிது. சர்க்கரைவள்ளிக்கிழங்கு இவ் வகையைச் சேர்ந்தது. பன்மய வகைகளை அதிகரித்துக்கொண்டு போவதும் ஆபத்தாக முடியும். சாதாரணமாக நான்மயம் வரையில் கொண்டு போகலாம். ஆறுமயத்தைத் தாண்டிவிட்டால், செடிகள் வீரியத்தில் குறைவதாக ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

அயல் பன்மயம் (Allo Polyploidy)

இந்த வகை பன்மயத்தில் ஒரு செல்லில் காணப்படும் குரோமஸோம்கள் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் மரபுத் தன்மை ஒத்திருக்காது. இவை மாற்றுக் கலவியலால் சாதாரணமாகத் தோன்றக் கூடும். சிற்றினங்கள் அல்லது பேரினங்களின் இடையே மாற்றுக் கலவியல் நடத்துவதால் வேறுபட்ட மரபுப் பொருள்கள் கருமுட்டையை அடைகின்றன. உதாரணமாக, ஒரு சிற்றினத்தின் ஜீனோம் A என்றும், மற்றவையை B என்றும் கொண்டால், அயல் பன்மயத்தில் ஜீனோம் A B என்று அமையும். இதற்கு அயல் இரட்டைமயம் (Allodiploid) என்று பெயர். இவ் வகை முழு மலட்டுத் தன்மை பெற்றது. இங்கு அமையும் ஜீனோம்கள் ஒவ்வாத நிலையில் (non-homologous) இருக்கின்றன. இவ் வகை ஜீனோம்களைக் கால்சிசீன் போன்ற பொருள்கள்மூலம்

இரட்டிக்கச் செய்தால், ஸெல்லில் நான்கு குரோமஸோம் கூறுகள் காணப்படுகின்றன. அதாவது, AA BB என்று கிடைக்கும். இவ் வகை நான்மயத்தைச் சேர்ந்தது. இங்கு நான்கு கூறுகள் காணப் படுகின்றன. ஆனால், அவற்றின் அமைப்பைப் பார்க்கப் போனால், இரண்டு AB, AB என்ற ஒத்த கூறுகளாக அமைகின்றன. முன்பு ஒவ்வாத நிலையிலிருந்து ஒத்த நிலைக்கு மாறிவிட்டு, ஓர் இரட்டைமய ஸெல்போல் செயல்படுகிறது. அதனால் இதை ஆம்ஃபி டிப்ளாய்ட் (Amphidiploid) என்று சொல்வர். அமைப் பில் நான்மயமாக இருந்து, செயலாற்றலில் இரட்டைமயத்தைப் போல் உள்ளதை ஆம்ஃபி டிப்ளாய்ட் என்று சொல்லலாம்.



படம் 38

அயல் பன்மயம்

(a-முள்ளங்கிக்காய்-அதனுடைய குரோமஸோம்கள்; b-முட்டைக்கோஸ் காய்-அதனுடைய குரோமஸோம்கள்; c-ரஃபேனோப்ராஸிகா காய்-36 குரோமஸோம்கள்; 18 R – முள்ளங்கி குரோமஸோம்கள்; 18B-முட்டைக்கோஸ் குரோமஸோம்கள்)

இதற்குக் கார்ப்பஷன்கோ (Karpechenko) கையாண்ட மாற்றுக் கலவியல் ஒரு சிறந்த உதாரணம் ஆகும். இவர் முள்ளங்கியையும் முட்டைக்கோஸையும் இணைத்து, ரஃபேனோ ப்ராஸிகா (Raphano Brassica) என்ற செடியைத் தோற்றுவித்தார். இவை இரண்டும்

க்ருசிபெரே (Cruciferae) என்ற முள்ளங்கிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இரு பேரினங்களாகும். இவற்றை இரு பேரின ஹைபிரிட் தரித்தலுக்கு உட்படுத்தியதால் கிடைத்த புது இனமே 'ரஃபேனோ ப்ராசிகா' (Raphano Brassica) ஆகும். முள்ளங்கியின் உடற் செல்கள் ($2n = 18$) பதினெட்டுக் குரோமஸோம்கள் பெற்றுள்ளன. அதேபோல் முட்டைக்கோஸிலும் ($2n = 18$) பதினெட்டுக் குரோம ஸோம்கள் உள்ளன. ஹைபிரிட் செடியின் முப்பத்தாறு குரோம ஸோம்கள் உள்ளன என்று கண்டறிந்தார்கள். இது அயல் நான்மய அல்லது ஆம்ஃபி டிப்ளாய்ட் வகையைச் சேர்ந்தது. இதிலுள்ள முப்பத்தாறு குரோமஸோம்களும் பதினெட்டு ஜோடி களாகச் செயல்படுகின்றன. இந்த முப்பத்தாறு குரோமஸோம் களில் பதினெட்டு முள்ளங்கியிலிருந்தும், பதினெட்டு முட்டைக் கோஸிலிருந்தும் வந்தன என்பதை அவற்றின் அமைப்பைக் கொண்டு நிரூபித்து உள்ளனர். படம் 38-ல் காய்களின் அமைப் பையும், குரோமஸோம்களின் அமைப்பையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த் தால் நன்கு விளங்கும்.

பயனுள்ள தன்மையைப் பொறுத்த வரையில் இதைத் தோல்வி என்றே சொல்லலாம். துரதிர்ஷ்ட வசமாகப் பெற்றோர் களின் பயனற்ற பண்புகளே பன்மய ஹைபிரிட்டில் காணப் படுகின்றன. அதாவது, இச் செடியில் முள்ளங்கியின் இலையும், முட்டைக்கோஸின் வேரும் சேர்ந்து காணப்படுகிறது. ஆனால், மரபியலில் ஒரு திருப்பத்தை ஏற்படுத்தியுள்ளது.

பருத்தி, புகையிலை இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. கோதுமை யையும், ரையையும் சேர்த்து ட்ரிடிகேல் (Triticale) என்ற ஆம்ஃபி டிப்ளாய்டியைத் தோற்றுவித்துள்ளனர். இது கோதுமையைப் போல் ரொட்டி தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. அதே சமயத்தில் இது ரையைப் போல் சற்றுத் திடமாகக் காணப்படுகிறது. இதன் வைக்கோல் நிமிர்ந்து நிற்கும். அதனால் தானியங்கள் சேதமடைவ தில்லை. இச் செடியை மணற்பாங்கான தண்ணீர் குறைந்த சூழ் நிலையிலும் பயிரிடலாம்.

கோதுமைச் சிற்றினங்களை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இப் பிரிவுகள் குரோமஸோம் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளன. மூன்று பிரிவுகள்

1. என்கார்ன் - (Einkorn)
2. எம்மர் - (Emmer)
3. வல்கேர் - (Vulgare) என்பன.

என்கார்ன் பிரிவு - இரட்டைமயச் சிற்றினங்களைக் கொண்டது.

எம்மர் பிரிவு - நான்குமயச் சிற்றினங்களைக் கொண்டது.

வல்கேர் பிரிவு - ஆறுமயச் சிற்றினங்களைக் கொண்டது.

என்கார்ன் பிரிவு செடி ஒன்றும், மற்றொரு காட்டு இனத்தின் மூலமாக ஆம்ஃபி டிப்ளாய்ட் முறையில் எம்மர் பிரிவு தோன்றியிருக்கக்கூடும். இந்த எம்மர் பிரிவு மற்றோர் இரட்டைமய இனத்துடன் சேர்ந்து வல்கேர் பிரிவைக் கொடுத்திருக்கக்கூடும். இப்பொழுது பயிரிடப்படும் வல்கேர் கோதுமை தோன்றிய முறையைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணை 28 மூலம் விளக்கலாம்:

அட்டவணை 28

என்கார்ன் பிரிவு		புலப்படாத
கோதுமை		சிற்றினம்
2n	×	2n
இரட்டைமயம்		இரட்டைமயம்
	2n	
ஆம்ஃபி டிப்ளாய்ட்		இரட்டைமயம்
4n	×	2n
எம்மர் பிரிவு		
	6n	
	வல்கேர் இனம்	

இம் முறையில்தான் தற்கால நெல், பருத்தி, கடுகு முதலியவை தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்று செல்லியல், மரபியல் வல்லுநர்கள் கூறுகிறார்கள்.

8. பால் வரையறைதல்
(Sex Determination)

தோற்றுவாய்

உயிரினங்களில் தாவரங்களைவிட விலங்குகளில் பால் பாகு பாடு மிகவும் அதிகமாகக் காணப்படும். ஒரே சிற்றினத்தில் ஆண் விலங்கிற்கும், பெண் விலங்கிற்கும் அதிக அளவு வெளி அமைப்பில் வேறுபாடு நன்கு தெரியும். ஆனால், இவ்வகை வேறுபாடு செடி வகைகளில் காண்பதரிது. நம் கண்ணுக்குப் புலப்படும் தாவரங்கள் பெரும்பாலும் இருபால் (bisexual) இனங்களாக உள்ளன. சில தாவரங்களில் அதாவது பப்பாளி, பனை, கஞ்சா போன்றவற்றில் ஆண்செடி, பெண் செடி என்ற பாகுபாடு இருந்த போதிலும் அவை பூக்கும் பருவத்தில்தான் வெளிப்படுகின்றன.

கி.பி.மூன்றும் நூற்றுண்டின் கிரேக்கத் தத்துவ அறிஞர் தியாஃப்ரெஸ்ட்டஸ் (Theophrastus) பேரீச்ச மரத்தில் மகரந்தச் சேர்க்கை நடக்கும் விதத்தைப்பற்றி விவரித்துள்ளார். அதன் பிறகு தாவரங்களில் ஆண் பேரீச்சை, பெண் பேரீச்சை மரங்களைப்பற்றி முந்நூறு ஆண்டுகளுக்குப் பின் பிளினி (Pliny) என்பவர் விவரித்துள்ளார். அதன் பிறகு தாவரங்களில் பால் பற்றி ஒருவரும் பல நூற்றுண்டுகள் வரை விவரிக்கவில்லை. பதினைந்து, பதினும் நூற்றுண்டுகளில் தாவரங்களில் பால் இனங்கள் உண்டு என்று சொல்வதே அநாகரிகம் என்று கருதினர். மகரந்தத் தாள்களைக் கழிவுப் பொருள் வெளியேற்றும் அவயவங்களாகக் கருதினர்.

அந்தக் காலங்களில் வழக்கத்திலிருந்து வந்த சில மூடப்பழக்கங்களைப்பற்றிக் கான்வே ஷிர்கில் (Zirkel) தம் கட்டுரையில் விவரித்துள்ளார். உதாரணமாக, சந்ததிகளின் பால், பெற்றோரின் வீரியத்தைப் பொறுத்துள்ளது என்றும், ஆண் பெற்றோரின் வீரியம்

குறைந்து காணப்பட்டால், பெண் சந்ததி கிடைக்கும் என்பதும் ஒரு பொது கருத்தாக இருந்து வந்தது. டார்வின் கூற்றுப்படி கரு முட்டையைக் கருத்தரிக்கச் செய்ய ஓர் ஆண்பால் ஸெல் போதாது. ஆண்பால் ஸெல்களின் கூட்டம் தேவை என்பது தெரிகிறது. அரிஸ்டாடில் (Aristotle) காலத்தில் இடையர்கள் தங்கள் கால்நடை கருவுறுதலின்போது, காலத்திற்கேற்ற காற்று தேவை எனக் கருதி வந்தார்கள். தென்றல் வீசினால் பெண் இனமும், வாடைக் காற்று வீசினால் பெண் இனமும் கிடைக்கும் என்று கருதினார்கள். அரிஸ்டாடில்கூட இக் கொள்கையை ஆதரித்த தாகத் தெரிகிறது.

ஷெர்ஷான் (Dzierzon) தேனீ ஆராய்ச்சி

ஷெர்ஷான் மெண்டலின் சம காலத்தவர். அவர் மெண்டலின் ஆராய்ச்சி பற்றி அறிந்திருந்தார். ஷெர்ஷான் ஆராய்ச்சி அவர் இருந்த காலத்திலேயே மேம்பட்டதாகக் கருதப்பட்டு வந்தது. அவர் கண்ட உண்மைகள் பின் வருமாறு:

கருத்தரிக்காத முட்டையிலிருந்து ஆண் ஈக்கள் தோன்று கின்றன.

கருத்தரித்த முட்டையிலிருந்து வேலைக்கார ஈக்கள், இராணி ஈக்கள் தோன்றுகின்றன.

இவர் தெரிவித்த சில உண்மைகளுக்கு மெண்டலுக்கு இருந்த எதிர்ப்பைவிட அதிக எதிர்ப்பு இருந்தது.

பொனீலியா (Bonelia) என்ற கடற்புழுவில் குஞ்சுகள் வெளி வந்தவுடன்தான் அவற்றின் பால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. சில ஆண்களாகவும், சில பெண்களாகவும் வளரக்கூடும். குஞ்சுகள் பொரித்தவுடன் தாய்ப் புழுவிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டுவிட்டால், அவை எல்லாம் பெண் புழுக்களாகவே மாறிவிடும். அவ்விதமின்றி அவற்றை முழு வளர்ச்சி அடைந்த பெண் புழுவுடன் சேர்த்து வளரவிட்டால் சில ஆணாகவும், சில பெண்ணாகவும் மாறுகின்றன. இந்த ஆண் புழுக்கள், பெண் புழுவின் உறிஞ்சுகுழல்மூலம் ஆண் பண்புக்கான பொருளைப் பெறுகின்றன என்று ஆராய்ச்சி யாளர்கள் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். பொனீலியாவில் பால் வரையறைதல் சூழ்நிலையால் ஏற்படுகிறது. புதிதாகத் தோன்றும் புழுக்கள் பால் அற்ற தன்மையில் இருக்கும். அவை இருவிதமாக

நடந்துகொள்ளலாம். சில புழுக்கள் முழு பெண் புழுவின் உறிஞ்சுகுழலை நோக்கிச் சென்று அப் புழுவின் சூல்பையை அடைந்து விடுகின்றன. இவ் வகைப் புழுக்கள் ஆண்களாக மாறி விடுகின்றன. மற்றக் குஞ்சு புழுக்கள் பெண் புழுவிடமிருந்து தனித்துச் சென்று பெண் புழுக்களாகி விடுகின்றன. குஞ்சு புழுக்கள் வளரும் சூழ்நிலை மாறுபடுவதால், பால் தன்மையும் மாறுபாடடைந்து வெளியாகிறது. குஞ்சுகள் ஆணாக மாற (வளர்ந்த) பெண் சூழ்நிலை தேவைப்படுகிறது. குஞ்சு ஆணாக மாற, வளர்ந்த பெண் புழு அதற்கான ஹார்மோனைத் (Hormone) தோற்றுவிக்கிறது என்பது சிலருடைய கருத்து. இவ்விதம் சூழ்நிலையால் பால் வரையறைதல், சில சந்தர்ப்பங்களில் நடைபெறுகிறது. மேலும், சில விலங்குகளில் மட்டுமே இவ்விதமாக நடைபெறுகிறது.

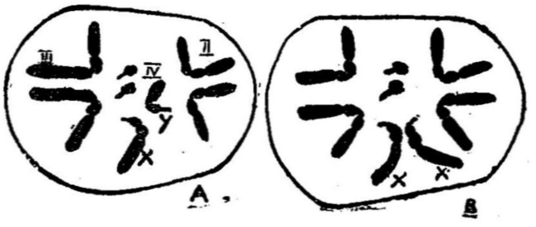
ஜிஃபோபோருஸ் (Xiphophorus) என்னும் மீன் இனத்தில் பால் பாகுபாடு மிகவும் மென்மையாக அமைந்திருப்பதால், இந்த இன மீன்களில் பெண், ஆணாகவும் மாறிவிட முடியும். பெண் மீன்கள் நிறைந்த கூட்டத்தில் ஒரே ஓர் ஆண்மீன் இருக்கும். இந்த ஆண்மீனை அக் கூட்டத்திலிருந்து நீக்கிவிட்டால், மற்றப் பெண்மீன்களில் ஒன்று ஆணாக மாறிவிடும். இவ்விதமாக ஆண் மீன் இல்லாதச் சூழ்நிலையில் பெண்மீன், ஆண்மீனாக மாறி விடுகிறது. இஃது எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்று சரியாக விளக்கப்படவில்லை. ப்ரௌன் (Brown) கூற்றுப்படி எல்லா ஆண் மீன்களும் பெண் போன்ற பருவத்தைக் கடந்து செல்வதால், இவ்விதத் தப்பு எண்ணம் ஏற்பட்டுள்ளது.

பண்பாட்டியல் முற்பகுதியில் பாரம்பரியத்திற்குப் பால் வரையறைதலின் பங்கு கிடையாது என்ற கருத்து நிலவி வந்தது. சேயின் பண்புகள் பெற்றோர்களின் பண்பின் கூட்டே யாகும் என நினைத்து வந்தனர். இவ்விதக் கருத்து இருந்த பொழுது எவ்வாறு பண்புகள் பாலைக் கட்டுப்படுத்த முடியும் என்ற கேள்வி எழுந்தது. ஒவ்வொரு குழந்தைக்குத் தாயும் உண்டு; தந்தையும் உண்டு. அப்படி இருக்கும்போது எவ்வாறு சில குழந்தைகள் ஆணாகவும், சில குழந்தைகள் பெண்ணாகவும் தோன்றுகின்றன? இவை எல்லாம் விடுவிக்கப்படாத புதிர்களாகவே இருந்து வந்தன.

1900ஆம் வருட ஆரம்பத்தில் சில ஆராய்ச்சிகளின் வாயிலாகப் பூச்சிகளில் தோன்றும் பால்களுக்குச் சில குரோமஸோம்களே காரணமாக அமைகின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. சில

பூச்சிகளில் பெண் இனங்களில் இரட்டைப்படை குரோமஸோம் களும், ஆண் பூச்சிகளில் ஒற்றைப்படை குரோமஸோம்களும் காணப்பட்டன. அவ்விதமின்றிச் சில பூச்சிகளில் ஆண் இனத்தில் ஒரு ஜோடி, குரோமஸோம்களில் ஒவ்வாத இரு குரோமஸோம் களால் ஆனது; ஆனால், பெண் இனத்தில் அதே ஜோடி ஒரே மாதிரியாக அமைந்துள்ளது. அதனால் ஆண் இனம் ஹெடிரோ கெமெடிக் (Heterogametic) என்றும், பெண் இனம் ஹோமோ கெமெடிக் (Homogametic) என்றும் சொல்லப்படுகிறது.

உதாரணமாக, கனி ஈயை எடுத்துக்கொள்ளலாம். இங்கு எட்டுக் குரோமஸோம்கள் நான்கு ஜோடிகளாகக் காணப்படுகின் றன. அதனால் மிகவும் சுலபமாக ஆராய்ச்சி நடத்த முடிந்தது. படத்தின்மூலம் (படம் 39) நன்கு அறியலாம்.



படம் 39

கனி ஈ - பால் குரோமஸோம்களின் வேறுபாடு
A-ஆண் ஈ செல் - XY குரோமஸோம்களுடன்
B-பெண் ஈ செல் - XX குரோமஸோம்களுடன்

அறுபது ஆண்டுகளுக்குமுன் மெக்லங்க் (McClung) என்பவர் வெட்டுக்கிளியின் உறவு முறைகளை ஆராய்ந்திருக்கிறார்; ஆண் பூச்சிகளில் ஒரு குரோமஸோம், பெண் பூச்சிகளைவிடக் குறை வாக உள்ளது என்று காண்பித்திருக்கிறார். அதாவது, பெண் வெட்டுக்கிளியின் உடல் செல்லில் உள்ள குரோமஸோம்கள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியாக அமைந்துள்ளன. ஆனால், ஆண் வெட்டுக்கிளியில் ஒரு குரோமஸோம் மட்டும் தனித்தும், மற்றவை ஒரே மாதிரியாக ஒத்த ஜோடிகளாகவும் காணப்படுகின்றன. அதேபோல் மூட்டைப்பூச்சியிலும் பெண் பூச்சியில் பதினான்கு குரோமஸோம்களும் (ஏழு ஜோடி), ஆண் பூச்சியில் பதின்மூன்று குரோமஸோம்களும் (ஆறு ஜோடி + ஒன்று) அமைந்துள்ளன.

செடிகளில் பால் வரையறைதல்

செடிகள் இரு பாலானவையாக அமைந்துள்ளமையால், ஒரே பூவின் ஆண், பெண் பாகங்கள் அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ளன.

இங்குள்ள ஸெல்களின் குரோமஸோமில் வேறுபாடு காண்பதரிது. தென்னை, பலா, ஈச்சை, வெள்ளரி, இரப்பர் போன்ற மானீஷியஸ் (Monoecious) தாவரங்களில் ஆண், பெண் பூக்கள் தனித்துக் காணப்பட்ட போதிலும் ஒரே செடியில் இருப்பதால், மேற் சொன்ன அதே குறைபாடு தோன்றுகிறது. அதாவது, பூக்களில் உள்ள திசுக்கள் ஒரே மாதிரியான குரோமஸோம்களைப் பெற்றுள் ளன. அதனுல் செடிகளில் பால் தன்மையை எடுத்துக் கொண்டால், அது மெண்டலின் கொள்கைப்படி ஜீன்களால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கலாம். அவை, ஸெல் அமைப்பில் மாறுதலைக்கொண்டிருக்க நியதி இல்லை என்று எண்ணி வந்தனர். ஆகையால், டயீஷியஸ் செடி(Dioecious)களைக் காரென்ஸ் (Corrons), சினேடா (Sinoto), ப்ரஸ்மென் (Bressman) முதலிய வர்கள் எடுத்து ஆராய்ச்சி செய்தார்கள். இவர்கள் ஆராய்ச்சி யில் சில செடிகளில் ஹெடிரோகெமிட் நிலையைக் கண்டார்கள். மற்றச் செடிகளில் குரோமஸோம் வித்தியாசம் காணப்படவில்லை. லின்ட்சே (Lindsay) ஆராய்ச்சியின்படி செடிகளில் காணப்படும் குரோமஸோம்களில் ஒரு ஜோடி ஒவ்வாத நிலையில் அமைந் துள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. ஷாப்னர் (Schaffner) கூற்றுப் படி ஓர் இலட்சத்து ஐம்பதாயிரம் சிற்றினங்கள் ஒரு பாலான கமிடோபைட்டைத் தோற்றுவித்த போதிலும், குரோமஸோமில் மாறுபாடுகள் தோன்றுவதில்லை. அதனுல் இங்குப் பால் தன்மை என்று குரோமஸோம்கள் அமைவதில்லை என்பது இவருடைய விளக்கமாகும். வள்ளிக்கொடி(Dioscorea)யின் பால் பாகுபாடு, வெட்டுக்கிளியில் உள்ளதுபோல் அமைந்துள்ளது. அதாவது, இங்கு ஆண்செடிகளில் பெண்செடிகளைவிட ஒரு குரோமஸோம் குறைவு.

பால் தன்மையும் டயீஷிஸமும்
(Sexuality & Dioecism)

ஆண்பால், பெண்பால் ஆகிய வகைகளைத் தனித்தனியாக உயிரினங்களில் கண்டால், அதை டயீஷிஸம் என்பர். இரு பாலான நிலையிலிருந்து டயீஷிஸம் வந்ததா? அல்லது டயீஷிஸத் திலிருந்து இரு பாலினம் வந்ததா என்பது தீர்க்கப்பட வேண்டிய சந்தேகம். பால் தன்மையைப் பொறுத்து இரு கொள்கைகள் உண்டு. சிலர் பால் தன்மை பாரம்பரிய வாயிலாக வரக்கூடியது. மெண்டலின் காரணிகள் போல் இதையும் சில காரணிகள் கட்டுப் படுத்தலாம் என்பது பேட்சன் (Bateson), எமர்ஸன் (Emerson) முதலியவர்களின் கருத்து. மற்றக் கொள்கையை அதாவது பால் தன்மைக்குச் சூழ்நிலையே காரணம் என்ற கொள்கையைக்

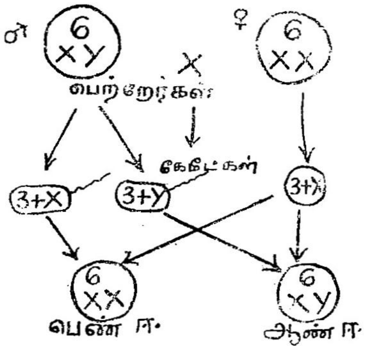
கோல்ட்ஷ்மிட் (Goldschmidt), ரிட்டில் (Riddle) முதலியவர்கள் தோற்றுவித்துள்ளார்கள். ஷார்ப் (Sharp) இவ்விரு கொள்கைக்கும் நடுநிலையாக ஒரு மாற்றத்தைப் புகுத்தியுள்ளார். பால் தன்மைக் குக் காரணிகளே காரணமானாலும், சூழ்நிலை அதை மாற்றி அமைக்கும் சக்தி பெற்றுள்ளது என்பது இவருடைய கருத்தாகும்.

பால் தன்மைக்குப் பல காரணங்கள் கொடுக்கப்பட்டன. அவற்றுள் காரென்ஸ் கொள்கையான ஹெடிரோகேமோஸிஸ் (Heterogamosis) ஒத்துக்கொள்ளும் வகையில் அமைந்துள்ளது. இவருடைய கொள்கைப்படி ஒரு சிற்றினம் இருவகைப் பால்செல் களைத் தோற்றுவிக்க முடியும். ஒரு பால்செல், பால் தன்மை யைப் பொறுத்த வரையில் ஹோமோஸைகஸாகவும், மற்றொன்று ஹெடிரோஸைகஸாகவும் இருக்கும். ஏறக்குறைய எல்லாத் தாவரங்களிலும் முக்கால் பங்கு விலங்குகளிலும் ஆண் ஹெடிரோ ஸைகஸாக உள்ளது. ஆனால், பறவைகள், விட்டில் (Moth), வண்ணத்துப்பூச்சி, மீன் இவற்றில் பெண் ஹெடிரோஸைகஸாக உள்ளது.

செல்லியல் முறையில் பால் தன்மையை 4 வகைகளில் வரையறுத்தல்

1. XY வழி : இது மிகவும் சாதாரண முறையாகும். ஏனெனில், கிட்டத்தட்ட எல்லா உயிரினங்களிலும் இம்முறைதான் அமைந்துள்ளது. இதை விளக்கக் கனி ஈயை எடுத்துக்கொள்ள லாம். இந்த ஈயின் இரட்டைமயக் குரோமஸோம் எண்ணிக்கை எட்டு. இவற்றில் மூன்று ஜோடிகள் ஆண், பெண் ஈக்களில் ஒரே மாதிரியாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால், ஒரு ஜோடியில் மாறுதல் காணப்படுகிறது. இம் மாறுபாடுகளுடன் காணப்படும் குரோம ஸோம்கள்தான் பால் குரோமஸோம்கள் (sex chromosomes) ஆகும். மீதி மூன்று ஜோடி குரோமஸோம்களுக்கு ஆடோ ஸோம்கள் (autosomes) என்று பெயர். பால் குரோமஸோம்களை அல்லோசோம்கள் (allosomes), ஹெடிரோஸோம்கள் (hetero-somes), ஹெடிரோ குரோமஸோம்கள் (hetero chromosomes) என்ற பெயர்களுடன் குறிப்பிடுகிறார்கள். பெண் ஈயில் இருக்கும் இரண்டு பால் குரோமஸோம்களும், ஆண் ஈயில் இருக்கும் ஒரு குரோமஸோமும் ஒரே மாதிரி அமைந்து இருக்கும். இவற் றைத்தான் X குரோமஸோம் என்பர். அதாவது, பெண் ஈயில் இரண்டு X குரோமஸோம்களும், ஆண் ஈயில் ஒரு X குரோம ஸோமும் உள்ளன. ஆண் ஈயில் உள்ள மற்றப் பால் குரோம ஸோமிற்கு Y குரோமஸோம் என்று பெயர். பால் குரோமஸோம்

களில் Y-ஐச் சுலபமாகக் கண்டுகொள்ளலாம். X குரோமஸோம் நீளமாகவும், நேராகவும் இருக்கும். ஆனால், Y குரோமஸோம் நுனி சற்று வளைந்து ஆங்கில எழுத்து 'J' போல் காணப்படும். ஆண் ஈயை 6 + XY என்றும், பெண் ஈயை 6 + XX என்றும் குறிக்கலாம். கேமீட்டுகள் தோற்றுவிக்கும்பொழுது, ஒவ்வொரு கேமீட்டிற்கும் ஆட்டோஸோம்களில் மூன்றும், ஒரு பால் குரோமஸோமும் போகும். பெண் ஈயிலிருந்து கேமீட்டுகள் தோன்றும் போது ஒரேவகைக் கேமீட்டுகள்தான் தோன்ற இடமுண்டு. அதாவது, எல்லாக் கேமீட்டுகளிலும் ஆடோஸோம்களில் மூன்றும் ஒரு X குரோமஸோமும் உண்டு (3+X). ஆனால், ஆண் ஈ கேமீட்டு களைத் தோற்றுவிக்கும்பொழுது இரண்டுவகைக் கேமீட்டுகள் தோன்றலாம். ஏனெனில், பால் குரோமஸோமில் மாறுபாடு



படம் 40

பால் வரையறைதல்-கனி ஈ வகை

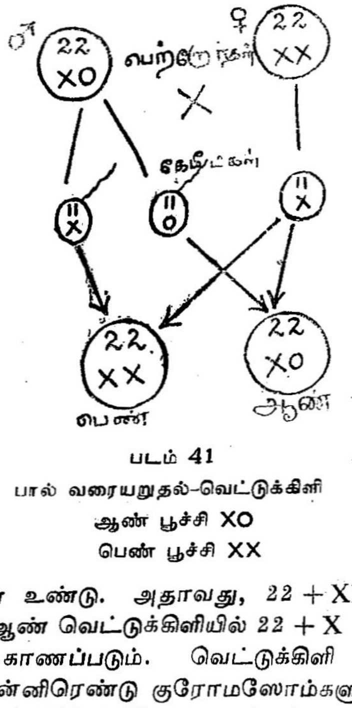
ஆண் ஈ XY

பெண் ஈ XX

உள்ளது. சிலகேமீட்டுகள் 3 + X என்றும், மற்றவை 3 + Y என்றும் அமைகின்றன. அதாவது, X பால் குரோமஸோம் ஒரு கேமீட்டிற்கும், Y பால் குரோமஸோம் மற்றக் கேமீட்டிற்கும் சென்று விடுகிறது. 3 + X ஆண்பால் ஸெல் 3 + X பெண் கேமீட்டுடன் சேர்வதால், 6 + XX என்ற கரு முட்டை கிடைக்கும். இங்கு இரண்டு XX பால் குரோமஸோம்கள் இருப்பதால், இது பெண் ஈயாக வளரும். இவ்விதமின்றி 3 + X பெண்பால் ஸெல்லுடன் 3+Y ஆண்பால் ஸெல் சேர்வதால், 6 + XY என்ற கரு முட்டை கிடைக்கும். இங்குப் பால் குரோமஸோம்கள் XY இருப்பதால், இஃது ஆண் ஈயாக வளரும். அதனால் ஆண் கேமீட்டு கொண்டு

போகும் பால் குரோமஸோம்தான் சந்ததியின் பாலை நிர்ணயிக்கும். மனிதன் இவ் வகையைச் சேர்ந்தவன்தான். மனிதனில் X குரோமஸோம் மிகவும் சிறியதாகவும், குறைந்த ஜீன்களுடனும் காணப்படும். செடிகளில் கோவைக்கொடி (coccinia indica) இவ் வகையைச் சேர்ந்தது. படம் 40 இதை விளக்கும்.

2. XO **வழி :** இவ் வகையை விலங்கியலில் ஆர்தோப்டீரா (Orthoptera) இனத்தைச் சேர்ந்த வெட்டுக்கிளியிலும், ஹெடிரோப்டீரா (Heteroptera) என்ற இனத்தைச் சேர்ந்த மூட்டைப் பூச்சியிலும் காணலாம். கனி ஈயில் Y குரோமஸோமிற்குச் சிறப்புத் தன்மை கிடையாது என்பது தெளிவாகிறது. அதனால் அந்தக் குரோமஸோம் மறைவதால் பால் நிர்ணயித்தலில் ஏதாவது மாறுதல் ஏற்படுகிறதா என்று பார்த்தால், அதிகமாக மாறுதல் ஏற்படுவது கிடையாது. பெண் வெட்டுக்கிளியில் இருபத்து நான்கு



படம் 41
பால் வரையறுதல்-வெட்டுக்கிளி
ஆண் பூச்சி XO
பெண் பூச்சி XX

குரோமஸோம்கள் உண்டு. அதாவது, 22 + XX எனக் கொள்ளலாம். ஆனால், ஆண் வெட்டுக்கிளியில் 22 + X என்று ஒற்றைப் படையில்தான் காணப்படும். வெட்டுக்கிளி உண்டுபண்ணும் முட்டைகளில் பன்னிரெண்டு குரோமஸோம்களும் ஒரே மாதிரியாகக் காணப்படும் (11 + X). ஆனால், ஆண் கேமீட்டுகள் இரு வகைப்படும். சிலவற்றில் பன்னிரெண்டு குரோமஸோம்களும், சிலவற்றில் பதினொன்றும் காணப்படும். பன்னிரெண்டு குரோமஸோமில் 11 + X பால் குரோமஸோம்கள் உண்டு. ஆனால்,

பதினொரு குரோமஸோம் உள்ள மற்றதில் பால் குரோமஸோம் கிடையாது. இதைத்தான் 11A + O என்று குறிப்பர். பெண் வெட்டுக்கிளியில் மட்டுந்தான் இரு X குரோமஸோம்கள் காண்பதால், மெக்லங்க் (McClung) என்பவரால் இந்தப் பால் குரோமஸோம்களின் தன்மையை அறிய முடிந்தது. படம் 41 இதை விளக்கும்.

3. ZW வழி: இவ் வகை சில விலங்கினங்களில் கனி ஈயில் கண்ட முறைக்கு நேர் எதிராகக் காணப்படும். கனி ஈயின் சந்ததியின் பால் தன்மையை ஆண் ஈதான் நிர்ணயிக்கும். ஆனால் சில சந்தர்ப்பங்களில் ஒரே மாதிரி குரோமஸோம்கள் ஆண் இனத்திலும், வேறுபட்ட பால் குரோமஸோம்கள் பெண் இனத்திலும் காணப்படும். அதாவது, பெண் இனத்திலிருந்து வரும் பால் செல்களே பால் தன்மையை உறுதிப்படுத்த முடியும். வண்ணத்துப்பூச்சி, விட்டில்பூச்சி (Moth), பறவைகள், மீன்கள் இவற்றில் இவ் வகை ஏற்படுகிறது. உதாரணமாக, கோழியை எடுத்துக்கொள்ளலாம். சேவல் உண்டுபண்ணும் ஆண்பால் செல்கள் ஒரே வகைதான் உண்டு. அதாவது, 8 + Z என்ற ஒரு வகைதான் சேவல் உண்டுபண்ணும். அதே சமயத்தில் பெட்டைக் கோழி 8 + Z, 8 + W என்ற இரண்டு வகைப் பெண்பால் செல்களைத் தோற்றுவிக்கும். கீழ்க்காணும் அட்டவணை 29 விளக்கத்தில் அவற்றின் சேர்க்கை விளங்கும்:

சேவல் :

அட்டவணை 29

	சேவல்	பெட்டை
பெற்றோர்கள்	16 + ZZ	16 + ZW
கேமீட்டுகள்	8 + Z	8 + Z 8 + W
	(1)	(2) (3)
	16 + ZZ	16 + ZW
	சேவல்	பெட்டை
	(1 + 2)	(1 + 3)

கனி ஈ வகைக்கும், இவ் வகைக்கும் ஒற்றுமை இருந்த போதிலும் Y குரோமஸோம் தோன்றும் இடம் வித்தியாசப்படுவதால், இந்த வகையில் XY என்ற எழுத்துகளுக்குப் பதிலாக ZW என்ற எழுத்துகள் உபயோகப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

ப்ளாடிஃபோசீலுஸ் (Plotypoecilus)[1] என்ற மீன் இனத்தில் இவ் வழியில் மாறுபாடு தோன்றுகிறது. மீன்கள் ZW வழியைச் சேர்ந்தவை என்று முன்பே கண்டோம். இங்குப் பெண்மீன், குஞ்சுகளின் பாலைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. ஆனால், ப்ளாடிஃபோசீலுஸ் என்ற மீனை வீட்டில் வளர்த்து வந்தபோது ஒரு வகையில் ஆண்மீன்கள் XY என்றும், பெண்மீன்கள் XX என்றும் இருக்கக் கண்டனர். இவ்விதம் பல தலைமுறைகளுக்கு நிலையாகவே இருந்து வந்தது. ஆனால், மெக்ஸிகோ நாட்டில் ஆற்றில் இயற்கைச் சூழ்நிலையில் வளரும் இம் மீன்களில் ஆண் ZZ என்றும், பெண் ZW என்றும் காணப்படுகிறது. அதனால், இவ் வகை திடீர் மாற்றத்தினால் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று புலப்படுகிறது.

4. தேனீ வழி : தேனீ, மற்றும் சில ஹைமினாப்டிரா (Hymenoptera) போன்ற பூச்சி இனங்களில் புது வகை பால் வரையறைதல் பின்பற்றப்படுகிறது. இங்கு ஆண் தேனீ எல்லா வகையிலும் ஒற்றை மயமானது (haploid). பெண் தேனீ சாதாரண இரட்டை மயமானது. பெண் தேனீ கருவுறும்போது மியாஸிஸ் ஏற்படுவதால், ஒற்றை மய முட்டைகள் தோன்றுகின்றன. ஆண் தேனீக்களிலிருந்து ஆண்பால் செல்கள் தோன்றும்பொழுது, புது வகை மியாஸிஸ் ஏற்படுகிறது. இங்குக் குரோமஸோம்கள் எல்லாம் ஒரே செல்லுக்குள் சென்று விடுகிறது. மற்ற செல் காலியாகவே காணப்படும். அதனால் ஒற்றைமயத் தன்மை நிலைத்துக் காணப்படுகிறது.

இராணி ஈ, ஆண் ஈயோடு இணையும்பொழுது ஆண்பால் செல்களை ஒரு பையில் சேகரித்து வைத்துக்கொள்கிறது. அதனால் ஆண்பால் செல்கள் முட்டையுடன் சேர்வதில்லை. இராணி ஈ முட்டை வைத்து ஆண்பால் செல்கள் அதனுடன் சேராமல் தடுப்பதால், முட்டைகள் கருத்தரியாமல் நின்றுவிடுகின்றன. இவைதான் ஒற்றைமய முட்டைகள். இவற்றிலிருந்து ஆண் ஈக்கள் தோன்றும். இராணி ஈ, பெண் ஈக்கள் வேண்டும் என நினைத்தால் முட்டையிட்டவுடன், பையிலுள்ள ஆண்பால் செல்களை வெளியேற்றி அதனுடன் இணையச் செய்கிறது. இவ்விதம் இரட்டைமய முட்டை தோன்றும். இதிலிருந்து வேலைக்கார ஈ, பெண் ஈக்கள் தோன்றும். இராணி ஈ எவ்வாறு வேலைக்கார ஈக்களிலிருந்து தோன்றுகிறது என்று இன்னும் சரியாக விளக்கப்படவில்லை. அதற்குச் சூழ்நிலையே காரணமாக இருக்கலாம். பின்வரும் அட்டவணை 30-லிருந்து தேனீக்கள்பற்றி விவரமாக அறியலாம்:

[1] இம் மீனுக்கு xiphophrus maculatus என்று பெயரும் உண்டு.

அட்டவணை 30

பெற்றோர் தேனீக்கள்	ஆண் ♂ 16		பெண் ♀ 32	
கேமீட்டுகள்	காலி செல்	16	16	16
		32 பெண் ♀		16 ஆண் ♂

வெட்டுக்கிளி வகையில் பால் குரோமஸோமில் ஒன்று மறைந்ததற்குப் பின் வரும் விளக்கம் தரப்பட்டுள்ளது: மனிதர்களில் XY குரோமஸோம்கள் நீளமாகக் காணப்படுவதாலும், அவற்றில் அதிக ஜீன்கள் இருப்பதாலும் அதிக மாறுதல் ஏற்படுவதில்லை.

ஆனல், கனி ஈயை எடுத்துக்கொண்டால், எதிர்மாறுதல் ஏற்படும்பொழுது பால் குரோமஸோம்கள் பெரியனவாகவும், சிறியனவாகவும் இருப்பதால் வளைந்த பகுதி எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படாமல் பிரிந்து சென்று விடுகிறது. இப் பகுதி பால் தன்மை ஜீன்களைப் பெற்ற பகுதியாக இருக்கலாம். அப்பொழுது எதிர் மாறுதலுக்கு உட்பட்ட பகுதி காலிப் பகுதியாகவே அமைகிறது. அதாவது, முக்கியமான ஜீன்கள் அந்தப் பகுதியில் இல்லாமலிருக்கலாம். இவ்விதமாக Y குரோமஸோம் நாளடைவில் மறைந்து இருக்கலாம் என்பது ஒரு கூற்று. மனிதனில் Y குரோமஸோமில் சில ஜீன்கள் உண்டு. கனி ஈயில் அது காலியாகவே உள்ளது. வெட்டுக்கிளியில் அது மறைந்து விடுகிறது.

9. பால் பிணைதல்

(Sex Linkage)

சட்டன், பவேரி (Sutton & Boveri) அறிமுகப்படுத்திய குரோமஸோம் கொள்கைப்படியும் குரோமஸோம்கள் மியாஸிஸின்போது நடந்துகொள்ளும் முறையிலிருந்தும் ஜீன்களின் பிரிதல் பண்பு, மாற்றி அமைதல் பண்பு முதலியவை தெளிவாகின்றன. பிறகு ஜீனுக்கும், குறிப்பிட்ட குரோமஸோமிற்கும் உள்ள தொடர்பு நிரூபிக்கப்பட்டது. இவ்வத்தியாயத்தில் பால் பிணைதல்பற்றியும், அதன் அடிப்படையில் எவ்வாறு குரோமஸோம் கொள்கையை நிரூபிக்க முடியும் என்பதைப்பற்றியும் விளக்கமாகத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

பால் பிணைதல்

பாரம்பரியப் பண்புகள் சில அசாதாரண முறையில் பால் குரோமஸோமில், அதாவது X குரோமஸோமில், அமைந்திருக்கும். இப் பண்புகள் பால் தன்மையைப் பொறுத்து வெளிப்படும்.

1910-ல் மார்கன் (Morgan) முதன்முதலில் பால் பிணைதலைப்பற்றிக் கனி ஈ வாயிலாக வெளிப்படுத்தினார். மற்றும் ப்ரிட்ஜஸ் (Bridges) முதலியவர்கள் இதில் ஆராய்ச்சி செய்திருக்கிறார்கள்.

பால் பிணைதலைப்பற்றி முதலில் மார்கன் கனி ஈயில் கையாண்ட பரிசோதனையை எடுத்துக்கொள்வோம். கனி ஈயில் வெள்ளைக் கண் உடைய ஈயையும், சாதாரணச் சிவப்புக் கண் ஈயையும் மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினார். அவர் ஆராய்ச்சியின் போது தலைகீழ் பால் மாற்றம் செய்து கலவியல் நடத்தியதில் முடிவு

களும் மாறுபட்டு இருந்தன. விளக்கமாகச் சொன்னால் வெள்ளை ஆண் ஈயையும், சிவப்புப் பெண் ஈயையும் கலவியல் செய்ததற்கும், வெள்ளைப் பெண் ஈயையும், சிவப்பு ஆண் ஈயையும் கலவியல் செய்ததற்கும் வித்தியாசம் தென்பட்டது. இந்த மாறுபாடுகள் தோன்றக் காரணம் எடுத்துக்கொள்ளும் பெற்றோர்களின் பால் தன்மையே. ஆனால், மெண்டல் கொள்கை அடிப்படை யாதெனில், முதல், இரண்டாம் சந்ததிகளில் தோன்றும் பண்புகள் எல்லாம் இரு பெற்றோர்கள் மூலமாகக் கொடுக்கப்படுகின்றன. ஆனால், இங்கு வேறுபாடு தோன்றும் காரணத்தைத்தான் பால் பிணைதல் என்பர். முதல் மாற்றுக் கலவியலில் வெள்ளை ஆண் ஈயையும், சிவப்புப் பெண் ஈயையும் எடுத்துக்கொண்டதில் முதல் சந்ததிகள் யாவும் சிவப்பு ஈக்களாக (ஆண் - பெண்) அமைந்தன. இவற்றைச் சேர்த்து வளர்த்ததில் நான்கில் ஒரு பாகம் வெள்ளை ஈக்களாக இருக்கின்றன. மெண்டலின் கொள்கைப்படி 3:1 என்ற விகிதம் கிடைப்பதால், கண் நிறம் அலில் ஜோடியால் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது என்பது தெளிவாகிறது. இங்குச் சிவப்பு நிறம் ஓங்கு பண்பாய் அமைந்துள்ளது. பின்வரும் அட்டவணை 31, படம் 42 மூலம் இவை விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 31

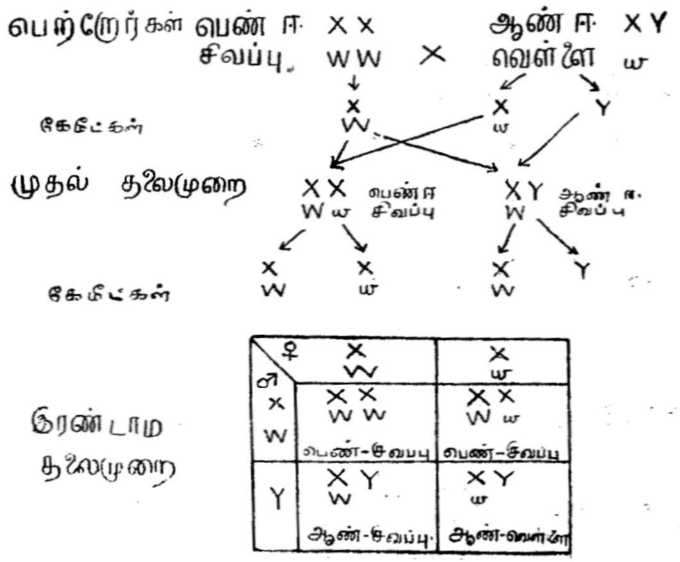
பெற்றோர்கள்	பெண் சிவப்பு ஈ XX WW		ஆண் XY வெள்ளை ஈ w	
கேமீட்டுகள்	X W (1)	×	X w (2)	Y (3)
முதல் சந்ததி	XX பெண் ஈ Ww சிவப்பு (1.2)		XY ஆண் ஈ W சிவப்பு (1.3)	
கேமீட்டுகள்	X W	X w	X W	Y

இரண்டாம் சந்ததி விளக்கம் படம் 42 மூலம் அறியலாம்.

மேற்கண்ட அட்டவணையிலிருந்து எவ்வாறு பண்புகள் முதல், இரண்டாம் தலைமுறையில் தோன்றுகின்றன என்பது விளங்கும். தலைகீழ் பால் மாற்றுக் கலவியலைப்பற்றித் தெரிந்துகொண்ட பிறகு இது பற்றிய விளக்கத்திற்கு வருவோம். பின்வரும்

அட்டவணை 32-லிருந்து மாற்றுக் கலவியலைப்பற்றி அறிந்து கொள்ளலாம்.

மார்கன் தலைகீழ் மாற்றுக் கலவியலுக்கு வெள்ளைப் பெண் ஈயையும், சிவப்பு ஆண் ஈயையும் ஈடுபடுத்தியதில் முதல் தலை முறையில் பாதி ஈக்கள் வெள்ளையாகவும், மற்றப் பாதி சிவப்பாகவும் கிடைத்தன. முன் எடுத்துக்கொண்ட கலவியலையும், இதையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் வித்தியாசம் தெரியும். முன் சோதனையில் எல்லாம் சிவப்பாகக் கிடைத்தன. ஆனால், இச் சோதனையில் சிவப்பு : வெள்ளை = 1:1 என்ற விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது. இவ் வித மாறுபாட்டிற்குப் பெற்றோர்களின் பால்தன்மையே முக்கிய மாகும்.



படம் 42

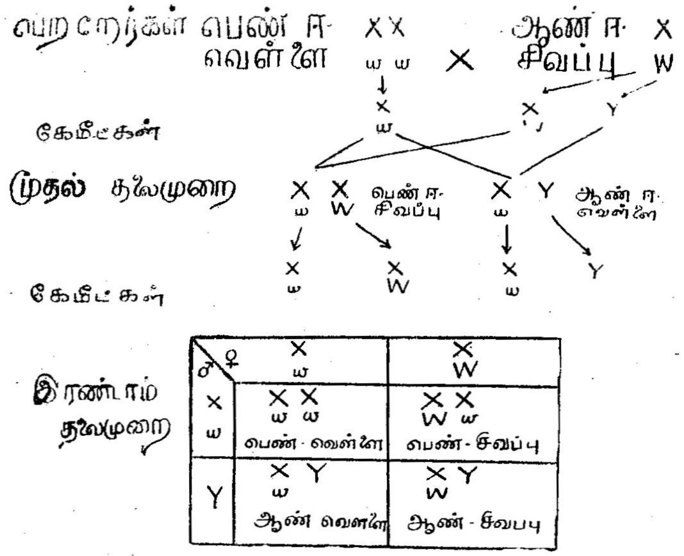
கனி ஈயில் பால் பிணைந்த ஜீன்களின் பாரம்பரியம்

இச் சோதனையில் முதல் சந்ததியைக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தியதில் வெள்ளை ஈயும் சிவப்பு ஈயும் 1:1 என்ற விகிதத்திலும், வெள்ளை ஈயில் ஒன்று ஆண் ஈ, மற்றது பெண் ஈயாகவும்; அதே போல் சிவப்பு ஈயில் ஒன்று ஆண் ஈயாகவும், மற்றது பெண் ஈ யாகவும் அமைகின்றன.

அட்டவணை 32

பெற்றோர்கள்	பெண் ஈ வெள்ளை	ஆண் ஈ சிவப்பு
	Y X w w	X Y W
கேமீட்டுகள்	X w	X Y W
முதல் சந்ததி	X X பெண் W w சிவப்பு	X Y ஆண் ஈ w வெள்ளை
கேமீட்டுகள்	X X W w	X Y w

இரண்டாம் சந்ததி விளக்கம் படம் 43-ல் காணலாம்.



படம் 43

பால் பிணைந்த பாரம்பரியம்

(பால் தலைகீழ் மாற்றுக் கலவியல் படம் 42வுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், இரண்டாம் தலைமுறையில் தோன்றும் வேறுபாடுகள் விளங்கும்.)

இந்த இரு உதாரணங்களையும் எடுத்துக்கொண்டு ஆராய்ந்தால், வெள்ளை கண் நிறம் குறுக்காகத் தலைமுறைகளில் (criss-

cross) செல்வது தெளிவாகத் தெரியும். முதல் உதாரணத்தில் ஆண் பெற்ரேரில் காணப்படும் வெள்ளைக் கண் நிறம், பேரஈ யிடம் பெண் மூலமாக வந்தடைகிறது. அந்த வெள்ளைக் கண் நிறம் பையனிடம் காணப்படுவதில்லை. அதேபோல் இரண்டாம் உதாரணத்தில் பெண் ஈயில் காணப்படும் வெள்ளை நிறம் பையனிடம் காணப்படுகிறது. இவ்விதமாகப் பண்புகள் ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மறு தலைமுறைக்குச் செல்லும்போது ஒரு பாலிலிருந்து மறு பாலுக்குச் செல்கிறது. இதற்குக் காரணம் X குரோமஸோம் மாறி மாறிச் செல்வதேயாகும்.

இங்கு முக்கியமாகக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டியது என்ன வென்ருல், ஆண் ஈயில் காணப்படும் Y குரோமஸோமில் கண் நிறத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் ஜீன்கள் இருப்பதில்லை. ஆண் ஈயில் அலில் நிலை அமைவதில்லை. இவ்விதமாக ஆண் இனங்களில் ஒற்றைமய நிலையில் இருப்பதை ஹெமிஸைகஸ் (Hemizygous) என்பர். அதாவது, ஆண் இனத்தைக்கொண்டு பண்பு ஹோமோ ஸைகஸா அல்லது ஹெடிரோஸைகஸா என்று சொல்ல முடியாது.

சட்டன், பவேரி கொள்கைப்படி ஜீன்கள் குரோமஸோமில் காணப்படும் என்று பொதுப்படையாக அறிவித்தார்கள். ஆனல், மார்கன்தாம் அதற்கு ஒரு திருத்தத்தைக் கொடுத்துக் குறிப்பிட்ட ஜீன்கள் குறிப்பிட்ட குரோமஸோமில்தான் அமைந்திருக்க வேண்டும் என்று நிரூபித்தார். உதாரணமாக, கனி ஈயில் கண் நிறம், இறகுகள் நீளம் இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் ஜீன்கள் பால் குரோமஸோமில் அமைந்துள்ளன. பின்னர்ச் செய்த ஆராய்ச்சி மூலம் கிட்டத்தட்ட நூற்று நாற்பது ஜீன்கள் கனி ஈயில் X குரோமஸோமில் அமைந்துள்ளன என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

மனிதனின் பால் பிணைந்த இயல்புகள்

மனிதனில் ஏறத்தாழ இருபது பண்புகள் X குரோமஸோமில் காணப்படுகின்றன என்று விஞ்ஞானிகள் நிரூபித்துள்ளார்கள். பால் குரோமஸோம்களோடு இணைந்த சில பண்புகளைப்பற்றிக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

ஹீமோஃபீலியா (Hemophilia)

இரத்தம் சொட்டும் வியாதி, பால் தன்மையோடு சேர்ந்த இயல்பிற்கு ஒரு சாதாரண உதாரணமாகும். ஆனல், மனிதர் களிடம் அவ்வளவாகக் காண்பதரிது. இந்த வியாதியின் பாரம்பரிய வழி வழக்கத்திற்கு மாருகத் தென்படும். இவ் வியாதியுடையவர்

இரத்தம் உறைவதற்கு அதிக நேரம் எடுத்துக்கொள்ளும். இதனுல் சிறு காயத்திலிருந்து அதிக அளவு இரத்தம் வெளிப்பட்டு, நிலைமை மோசமாகலாம். ஆகையால், இவ் வியாதியுடையவர் அதிக இரத்த வெளியேற்றத்தால் சாவை எந்த நேரத்திலும் எதிர் பார்க்கலாம். இதற்குரிய ஜீன் திடீர்மாற்றத்தால் (Mutation) தோன்றி, பால் குரோமஸோமில் அமைந்துள்ளது; ஒடுங்கு நிலையில் அமைந்துள்ளது. ஒடுங்கு நிலையில் இருக்கும்போது இது வெளிப்படுகிறது. இங்கிலாந்து அரசப் பரம்பரையில் அரசக் குடும்பத்துக் கலப்பு மணத்தால் இது தோன்றி ஐரோப்பா முழுவதும் பரவியது.

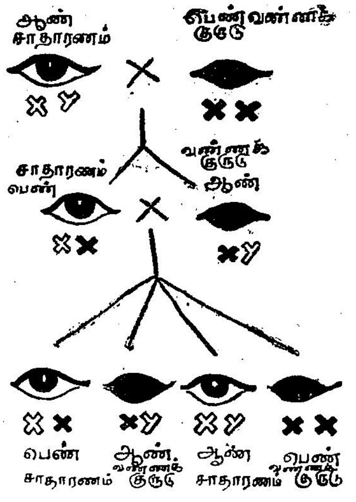
ஆண்களில் ஹீமோஃபீலியா தோன்றுவது அரிது. ஆண் குழந்தைகள் பிறக்கும்பொழுது பத்தாயிரத்தில் ஒன்று இவ் வியாதியைப் பெற்றிருக்கும். இவ் வியாதியுடைய பெண்களைக் காண்பதரிது. அவ்விதம் உள்ள பெண்கள் பருவம் அடையும் காலத்தில் அதிக இரத்தப்போக்கால் மரித்து விடுகிறுர்கள். இருந்த போதிலும் இவ் வியாதியுடைய பெண்களில் சிலர், தாய்மை யைப்பெற்று உயிருடன் இருக்கின்றனர். அவர்களிடம் காணும் சில பண்புகள் இவ் வியாதிக்கு மாற்ருக அமைகின்றன.

வண்ணக் குருடு (Colour Blindness)

இவ் வியாதியுடையவர்களால் நிறங்களையோ அல்லது குறிப் பிட்ட சில நிறங்களையோ பகுத்தறிய முடியாது. தீவிர வண்ணக் குருடு உடையவர்களுக்கு எல்லாமே பழுப்பு நிறத்தில் தெரியும். இவ் வகை வியாதி பிறப்பிலிருந்து இருக்கலாம்; அல்லது நடுவில் வந்ததாக இருக்கலாம். சாதாரணமாக இவ் வியாதி இரு கண்களை யும் பாதிக்கும். சில நபர்களில் ஒரு கண் மட்டும் பாதிக்கப்படலாம். இவ் வியாதி இரு வகைப்படும். முதல் வகையில் வண்ணங்களைப் பிரித்தறிய முடியாது. மற்ருெரு வகையில் ஏழு வண்ணங்களில் சிவப்புக் கோடியோ அல்லது நீலக் கோடியோ மட்டுந்தான் தெரியும். சிவப்பு வண்ணக் குருடர்களுக்குச் சிவப்பு, ஆரஞ்சு, மஞ்சள், பச்சை நிறங்கள் பச்சையாகவே தெரியும். பச்சைக் குருடர்களுக்குச் சிவப்பு, ஆரஞ்சு, மஞ்சள், பச்சை நிறங்கள் மஞ்சளாகத் தென்படும். நீலம், ஊதா நிறங்கள் நீலமாகத் தென்படும்.

இவ் வியாதிக்குப் பால் குரோமஸோமில் காணப்படும் ஜீன் களே காரணிகளாக அமைகின்றன. இது ஒடுங்கு நிலையில் அமைந்திருக்கும். இந்த ஜீன் ஹீமோஃபீலியா ஜீனைவிட அதிக

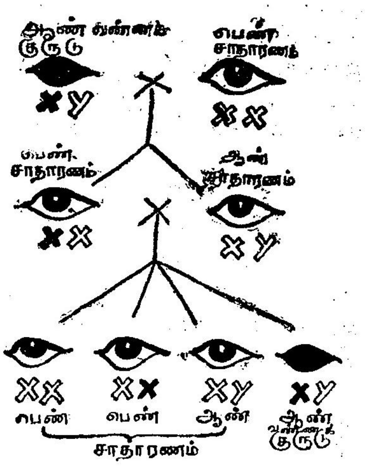
மாக ஒடுங்கு நிலையில் மனிதனிடம் காணப்படுகிறது. வண்ணங்களைப் பிரித்தறியும் கண் திரையிலுள்ள (Retina) உறுப்புகளை X குரோமஸோமிலுள்ள ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. ஜீனுடைய செயலாற்றம் பல தரப்பட்டது. வண்ணக் குருடுகளால் பச்சை விளக்கிற்கும், சிவப்பு விளக்கிற்கும் வித்தியாசம் தெரிந்துகொள்ள முடியாது. X குரோமஸோமில் காணப்படும் இந்த ஜீன் குறுக்கு முறை(crisscross)யில் தாயிடமிருந்து பேத்திக்குப் பிள்ளை மூலமாகச் செல்கிறது. கீழ்க்காணும் படம் 44, 45 இவற்றிலிருந்து விளங்கும். தலைகீழ் பால் மாற்றம் நடத்தும் பொழுது முதல் சந்ததியிலும், இரண்டாம் சந்ததியிலும் தோன்றும் வித்தியாசங்கள் நன்றாக விளங்கும். இதனால்தான் இந்த ஜீன் பால் குரோமஸோமில் இருக்க வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது.



படம் 44

வண்ணக் குருடின் பாரம்பரியம்

(வண்ணக் குருடற்ற ஆண் × வண்ணக் குருடுள்ள பெண்)



படம் 45

வண்ணக் குருடின் பாரம்பரியம்

(வண்ணக் குருடுள்ள ஆண் × வண்ணக் குருடற்ற பெண்)

பெண்களில் ஒரு X குரோமஸோமின் குருட்டுத்தனத்திற்கான ஜீன் இருந்தபோதிலும், மற்றது ஓங்கு நிலையில் இருப்பதால் வெளிப்படுவதில்லை. ஆனால், ஆணில் ஹெமிஸைகஸ் (Hemizygous) நிலையில் இருப்பதால், குருட்டுத் தன்மை வெளிப்படுகிறது.

Y குரோமஸோமை எடுத்துக்கொண்டால், பால் தன்மையைப் பொறுத்தவரையில் அதைக் 'காலி' அல்லது 'செயலற்றது' என்றே கொள்ளலாம். அதனால்தான் ஆண்களில் இந்த ஒடுங்கு ஒற்றையாக இருந்தபோதிலும் பண்பு வெளிப்படுகிறது.

பால் பிணைந்த பண்புகள் ஆடு, கோழி முதலியவற்றிலும் காணலாம். கோழிகளில் சில பட்டை நிற இறகுகள் பெற்றிருக்கலாம். மற்றவை சாதாரணமாக இருக்கும். இப் பண்பும் பால் பிணைதல் முறையில் அமைந்துள்ளது. பால் குரோமஸோம்களைப்பற்றி விளக்கும்பொழுது, அவற்றின் செயலாற்றத்தைப் பற்றியும் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். இந்தப் பால் குரோமஸோம்கள் பால் பண்புகளையும், பால் அற்ற (non-sexual) பண்புகளையும் பெற்றிருக்கலாம். உதாரணமாக, முன்னர்ப் பார்த்த உதாரணங்கள் எல்லாம் பாலற்ற பண்புகள். ஆண், பெண் இரு பால்களிலும் அவை தோன்றப் பால் குரோமஸோம்கள் காரணமாக அமைகின்றன. இவற்றைத்தான் பால்-இணைந்த (Sex-linked) பண்புகள் என்கிறோம். அதே சமயத்தில் பால் குரோமஸோமில் பால் பண்புகள் அமைந்திருக்கலாம். இவ் வகைகளை இரண்டாம் நிலை – பால் பண்புகள் (Secondary sexual characters) என்பர். இவற்றிற்குப் பால் கட்டுப்பட்ட பண்புகள் (Sex - limited characters) என்று பெயர். வின்ஜி (Winge) என்பவர் இரண்டாம் நிலை - பால் பண்புகள் பரம்பரையாகச் செல்வதை மூன்று விதமாகப் பிரித்துள்ளார்.

1. இப் பண்புகள் ஆடோசோம்கள் மூலமாக எடுத்துச் செல்லப்பட்டால், இம் முறைக்குப் **பால் கட்டுப்பட்ட முறை** என்று பெயர்.

2. இப் பண்புகள் X பால் குரோமஸோம் மூலமாக எடுத்துச் செல்லப்பட்டால், இதற்குப் **பால் பிணைதல்** என்று பெயர்.

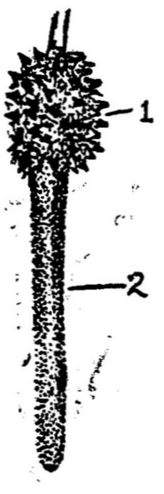
3. இப் பண்புகள் Y பால் குரோமஸோம் வழியாக எடுத்துச் செல்லப்பட்டால், இதற்கு **ஒரு பக்கமுறை** என்று பெயர். இங்கு ஒரு பாலினத்தில் மட்டும் பண்புகள் வெளிப்படும். செடிகளில் இரண்டாம் நிலை - பால் பண்புகள் என்று கிடையாது.

ஆடுகளில் கொம்புள்ள தன்மை ஆண்பாலிற்கும் உரித்தானது. இருந்தபோதிலும் சில ஆடுகளில் இரு பாலிற்கும்

கொம்புகள் உண்டு. அதேபோல் சில ஆடுகளில் இரு பாலிற்கும் கொம்புகள் இருப்பதில்லை. இவ் விரு வகைகளையும் இணைத்து ஆராய்ச்சி நடத்தியதில் கொம்புள்ள தன்மை ஆணில் ஓங்கு நிலையிலும், பெண்ணில் ஒடுங்கு நிலையிலும் உள்ளது என்பது தெளிவாயிற்று.

பால் மாறுதல் (Sex Reversal

தாவரங்களில் ஏறத்தாழ 90% இரு பாலானவை. மீதியில் மானீஷியஸ் **(Monoecious)** வகைகள் அதிகம். டயீஷியஸ் **(Dioecious)** வகை மிகக் குறைவு. இங்கு ஆண், பெண் செடிகள் தனித்துக் காணப்படும். சின்னட் கூற்றுப் படி இரு பால் நிலையிலிருந்து ஒரு பால் பூக்கள் வந்திருக்கலாம். அதே சமயத்தில் ஒரு பால் பூ, இரு பால் பூவாகவும் பரிணமைத்தில் மாறக்கூடும். உதாரணமாக, பலாவில் ஆண் மஞ்சரி, பெண் மஞ்சரி தனித்தனியாக இருக்கும். சில சமயங் களில் மெல்லியதாக நீளமாக இருக்கும். ஆண் மஞ்சரியின் அடிப்பாகம் பருத்து முள்களுடன் காணப்படும். அதாவது, அடிப்பாகத்திலுள்ள ஆண் பூக்கள் பெண்ணாக மாறியிருக்கக்கூடும். படம் 46 இதை விளக்கும்.



படம் 46

பால் மாற்றம்

1. பெண் பூக்கள்
2. ஆண் பூக்கள்

(பலாவில் ஆண் மஞ்சரியில் அடியிலுள்ள பூக்கள் பெண் பூக்களாக மாறுவதைக் காணவும்.)

அதேபோல் மானீஷியஸாக இருக்கும் மக்காச்சோளத்தை, டயிஷியஸாக மாற்றி யிருக்கிறார்கள். இங்குப் பால் குரோமஸோமில் அமைந்த ஜீன்களே காரணமாக உள்ளன. டயீஷியஸ் செடிகளான பப்பாளி, கஞ்சா முதலியவற்றின் நுனியை வெட்டிவிட்டால், பால் மாறுதல்கள் சுலப மாக ஏற்படலாம் என்று கருதுகிறார்கள். சாதாரணமாக ஆண் பெண்ணாக மாறுவ துண்டு. ஆனால், பெண் ஆணாக மாறுவது அரிது.

விலங்கியலில் சுலபமாக இரண சிகிச்சை, ஹார்மோன்கள் மூலமாகப் பால் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தலாம் என்று நிரூபித்துள்ளனர்.

பால் குரோமஸோம்களின் செயலாற்றம்

இது வரையில் பால் தன்மை எப்படி வெளிப்படுகிறது பற்றியும், அதற்குக் காரணிகளாக அமையும் பால் குரோமஸோம்களைப் பற்றியும் படித்தோம். ஆனால், இங்கு விடுவிக்கப்பட வேண்டிய சிக்கல்கள் சில உள. முக்கியமாக XY குரோமஸோம்கள் வேலை என்ன? ஆண் தன்மையை வெளியிட Y குரோமஸோம் அவசியமா? மார்கன் ஆராய்ச்சி மூலமாக Y குரோமஸோம் காலியாகவே உள்ளது என்றும், அதில் ஜீன்களே இல்லை என்றும் நிரூபித்துள்ளார். ஆனால், 1916-ல் ப்ரிட்ஜஸ் (Bridges) நடத்திய பரிசோதனை வாயிலாக Y குரோமஸோம் அற்ற ஓர் ஆண் கனி ஈயைக் கண்டார். அதாவது, Xo வகையாக அமைந்திருந்தது. இவ் வகை ஈக்கள் XY வகையைப்போல் புறத்தோற்றத்தில் அமைந்திருந்தாலும் மலடாக இருந்தன. அதனால் ஆண் ஈயில் வீரியத்திற்கு Y குரோமஸோம் அவசியம் என்று தெரிகிறது. சில சமயங்களில் பெண் ஈக்களில் XX குரோமஸோம்களைத் தவிர ஒரு Y குரோமஸோம் அதிகமாகப் பெற்றிருக்கலாம் (XXY). இவ் வகை ஈக்கள் சாதாரணமாகப் பெண் ஈக்கள் போலவே செயல்படுகின்றன. இதனால் கனி ஈயைப் பொறுத்த வரையில் ஒரு X ஆண் தன்மைக்கும், இரு (XX) X-கள் பெண் தன்மைக்கும் காரணமாக உள்ளன. Y குரோமஸோம் பால் தன்மையைப் பொறுத்த வரையில் நடுநிலைமை வகிக்கிறது. மார்கன், ப்ரிட்ஜஸ் இருவரும் ஆண் பாதி, பெண் பாதி உள்ள ஈ மூலமாகக் குரோமஸோம் கொள்கையை நிரூபித்திருக்கிறார்கள். இந்த ஈ உடலில் ஒரு பாதி ஆணாகவும், ஒரு பாதி பெண்ணாகவும் அமைந்துள்ளது. இவ்விதப் பிறவிகள் ஆண், பெண் இனங்களைத் தோற்றுவிக்கும் உயிரினங்களில் எப்பொழுதாவது தோன்றும். பெண் ஈ கொடுக்கக் கூடிய கரு முட்டையில் XX குரோமஸோம்கள் இருக்கும். இவ் வகைக் கரு முட்டையிலிருந்து ஆண் பாதி, பெண் பாதி (உடல்) இனங்கள் தோன்றும். இவ்விதம் தோன்றக் குறைபாடுகளுடன் கூடிய மைடாஸிஸ் காரணமாகும். இவ்வித மைடாஸிஸ் காரணமாகக் கரு முட்டை பிளவு அடையும்பொழுது ஒரு X குரோமஸோம் மறைந்து விடுகிறது. அதனால் கரு முட்டையிலிருந்து வந்த இரண்டு செல்களில் ஒன்றில் XX குரோமஸோம்களும், மற்றொரு

ஸெல்லில் X குரோமஸோமும் காணப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் கரு முட்டையில் முதல் பிளவு நடந்த பிறகு X குரோமஸோம் மறைவதாய் இருந்தால் நான்கு ஸெல்களில் மூன்று ஸெல்கள் XX குரோமஸோம்களையும், ஒரு ஸெல் ஒரு X குரோமஸோமையும் பெற்றுக் காணப்படும். இம் முறையில் தோன்றும் ஈயின் உடலில் கால்பாகம் ஆண் பண்புகளுடனும், முக்கால் பாகம் பெண் பண்புகளுடனும் அமையும். சில சமயங்களில் பெண் ஈயில் ஆண் திசுக்கள் திட்டுத் திட்டாகவும் தோன்றலாம்.

படம் 47

ஆண் பாதி, பெண் பாதி கனி ஈ

XX உள்ள பாதி பெண் பாதி. இங்குக் கண் சிவப்பாகவும், இறக்கை சாதாரணமாகவும் இருக்கும்.

XY உள்ள பாதி ஆண் பாதி. இங்குக் கண் வெள்ளையாகவும், இறக்கை சிறுத்தும் காணப்படும்.

கனி ஈயில் ஆண் பாதி (உடலில்) வெள்ளைக் கண்ணும், சிறு இறகுகளுடனும் காணப்படும். இவ் வகையை மார்கன் X கதிர்கள் மூலம் திடீர்மாற்ற முறையில் தோற்றுவித்து இருக்கிறார்.

பொய் இரு பாலான தன்மை (Pseudohermaphrodites)

விலங்கினங்களில் இருபால் தன்மை (Bisexual) காண்பது மிகவும் அரிது. பாலூட்டிகளில் பால் தன்மையை ஹார்மோன்கள் (Hormones) கட்டுப்படுத்துகின்றன. இவ்விதமாய் ஹார்மோன்கள் மூலமாய்ப் பால் பண்புகள், இரண்டாம் நிலை - பால் பண்புகள் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. இருந்தபோதிலும் விலங்கினங்களிலும் ஒரே இனத்தில் இரு பால் உறுப்புகளும் காணப்படும். இவ் வகையைப் 'பொய் இருபாலான தன்மை' என்று குறிப்பிடுகிறார்கள். இவ் வகையைச் சாதாரணமாகக் கால்நடைகளில் பார்க்கலாம். மனிதர்களில் இம் முறையைக் காண்பதரிது.

பால் குரோமஸோம் விகிதம் (Sex Ratio)

க்னி ஈயில் முதன்முதலாக இது ஸெல்லியல் அடிப்படையில் ஆராயப்பட்டது. ஆண், பெண்பால் ஸெல்கள் சாதாரணமாக ஒன்றுக்கு ஒன்று (1:1) என்ற விகிதத்தில் தோன்றும். இவ் விகிதத்தில் பால் குரோமஸோம்கள் பிரிந்தால்தான் சரியான ஆண், பெண் இனங்கள் தோன்றுகின்றன. ஆனால், மும்மயமான பெண் ஈயையும், சாதாரண ஆண் (இருமயம்) ஈயையும் கலவியலுக்கு உட்படுத்தியதில் பல வகைப் புது இனங்கள் தோன்றின. அவற்றில் முக்கியமாக எட்டுவகைகள் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் சில அலிகளாகவும், சில மேம்பட்ட பாலினங்களாகவும் அமைந்துள்ளன. அட்டவணை 33-ல் இது தெளிவாகும்.

அட்டவணை 33

	பெண் மும்மயம்		ஆண் இருமயம்
பெற்றோர்கள்	3 A + 3 X	×	2 A + XY
	பெண்பால் ஸெல்கள்		ஆண்பால் ஸெல்கள்
கிடைக்கக்கூடிய பால் ஸெல்கள்	A + X 2 A + XX 2 A + X A + XX		A + X A + Y

இரண்டாம் சந்ததி விளக்கம் படம் 48-ல் காணலாம்.

ஆண் பால் செல்கள்	பெண் பால் செல்கள்			
	A+X	2A+XX	A+XX	2A+X
A+X	2A+XX சாதாரணப் பெண் (1)	3A+XXX பெண் மும்மயம் (2)	2A+XXX மேம்பட்ட பெண் (3)	3A+XX அலி (4)
A+Y	2A+XY சாதாரண ஆண் (5)	3A+XXY அலி (6)	2A+XXY இருமயப் பெண் (7)	3A+XY மேம்பட்ட ஆண் (8)

படம் 48

கனி ஈ - இருமய ஆண் ஈயையும், மும்மயப் பெண் ஈயையும் மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்துவதால் கிடைக்கும் சந்ததிகள் (கட்டங்களின் ஜீனேடைப்பிற்கான விளக்கம் அட்டவணை 34-ல் காணவும்).

ஆண், பெண், அலி, மேம்பட்ட இனம் இவற்றைப் பகுத்தறிய X குரோமஸோமிற்கும், A ஆடோஸோமிற்கும் அமையும் விகிதத்தை எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். அதற்கு $\frac{X}{A}$ என்று அடிப்படை விதியாகக் கொண்டு ஆராய வேண்டும். சாதாரண பெண் ஈயில் $\frac{XX}{2A}$ என்று அமைவதால், இதை ஒன்று என்று கொள்ளலாம். சாதாரண ஆண் ஈயில் $\frac{X}{2A}$ என்று அமைவதால், இதை ·50 என்று கொள்ளலாம். அதனுல் விகிதம் 1 என்ருல் பெண் என்றும், ·50 என்ருல் ஆண் என்றும், ·50 க்கும் 1-க்கும் இடையில் அமைந்தால் அலி என்றும், 1-க்கு மேற்பட்டால் மேம்பட்ட பெண் என்றும், ·50-க்குக் குறைந்தால் மேம்பட்ட ஆண் என்றும் கொள்ள வேண்டும். முன் அட்டவணை 33-ல் கிடைத்த ஈக்களை விகித முறையில் ஆராய்ந்தால், அவற்றின் தன்மை விளங்கும்.

அலிகள் மலடுகளாகச் செயல்படும்; பெண் இனத்திற்கும், ஆண் இனத்திற்கும் இடைநிலையில் இருக்கும். இவற்றை ஆண் பாதி, பெண் பாதி வகையாகக்கொள்ளக் கூடாது. மேம்பட்ட ஆண், பெண் இனங்களும் மலடுகள். இவை சாதாரண ஆண், பெண் இனங்களிலிருந்து வேறுபாடுகளுடன் தோன்றுகின்றன.

இவ் வகைகளை ப்ரிட்ஜஸ் ஆராய்ந்து ஆண், பெண் தன்மைகளை எவ்விதம் XY குரோமஸோம்கள் நிர்ணயிக்கின்றன என்று விவரித்துள்ளார்.

அட்டவணை 34

படம் 48 உள்ள கட்டங்கள்	கரு முட்டையின் ஜீனோடைப்	X/A அமைப்பு	விகிதம்	பால் தன்மை
1	2 A + XX	2X/2A	1	சாதாரணப் பெண்
2	3 A + XXX	3X/3A	1	சாதாரணப் பெண்
3	2 A + XXX	3X/2A	1·50	மேம்பட்ட பெண்
4	3 A + XX	2X/3A	·66	அலி
5	2 A + XY	X/2A	·50	சாதாரண ஆண்
6	3 A + XXY	2X/3A	·66	அலி
7	2 A + XXY	2X/2A	1	பெண், இங்குள்ள y-ற்குப் பால்பாகுபாட்டில் பங்கு கிடையாது
8	3 A + XY	X/3A	·33	மேம்பட்ட ஆண்

ஹோலாண்ட்ரிக் ஜீன்கள் (Holandric Genes)

இதுவரை பால்வரையறைதலை XY குரோமஸோம்களின் செயலாற்றத்தைப்பற்றி அறிந்தோம். சாதாரணமாக Y குரோமஸோமின் பெரும்பகுதிக்கு ஒத்த பகுதி X குரோமஸோமில் இருப்பதில்லை. அதாவது, Y குரோமஸோமில் அப் பகுதியில் ஜீன்களற்று இருக்கலாம். சில சந்தர்ப்பங்களில் Y குரோமஸோமில் மட்டும் சில ஜீன்கள் அமைந்திருக்கலாம். இந்த ஜீன்கள் ஆண் சந்ததிகளில்மட்டும் பரம்பரை வழியாகச் செல்லும். கனி ஈயில் இந்த வகை ஜீன்கள்தான் ஆண் ஈக்களை வீரியமுள்ளவையாகச் செய்கின்றன. பிரிட்ஜஸ் செய்த ஆராய்ச்சியின்படி

Y குரோமஸோம் அற்ற ஆண் ஈ மலடாகக் காண இதுவே காரணமாகும். இவ் வகையை ஹோலாண்ட்ரிக் ஜீன்கள் என்பர். மனிதர்களில் முக்கியமாகச் சில ஆண்களின் தோல் தடித்துச் செதில்கள் போல் காணப்படுவது இவ் வகை ஜீன் பண்பினுல் என்று நிரூபித்துள்ளார்.

ஸைடோப்ளாசப் பாரம்பரியம் (Cytoplasmic Inheritance)

பாரம்பரியத்தில் உட்கருவிலுள்ள குரோமஸோம்கள் மட்டும் பங்கு கொள்கின்றன என்ற பொதுக் கருத்துக் கொள்ளக்கூடாது. முன் கண்டபடி சில மாற்றுக் கலவியலின்பொழுது தோன்றும் சில மாறுதல்களுக்கு உட்கரு அற்ற பாகங்கள்கூடக் காரணிகளாக அமைகின்றன என்பது தெளிவாகிறது. ஸெல்லின் உட்கருவிலுள்ள மரபுப் பொருள்கள்மூலமாகப் பண்புகள் பாரம்பரிய வழியாகச் செல்லக்கூடும் என்றும், அஃது எவ்விதம் நிகழ்கிறது என்றும் கண்டோம். ஆனுல், இவ்விதம் ஏற்படும்பொழுதே வேறுபாடுகள் ஒரே இனத்தில் தோன்றுவதால், உட்கருவிற்கு அப்பாற்பட்ட பொருள் இதற்குக் காரணமாக இருக்க வேண்டும் என்று ஆராய்ச்சி வாயிலாக நிரூபித்துள்ளனர். இவ் வகைப் பாரம்பரியத்திற்குக் குரோமஸோம் ஈடுபடாததால், இதைக் குரோமஸோமிற்கு அப்பாற்பட்ட பாரம்பரியம் (Extra Chromosomal Inheritance) என்றும் சொல்வர்.

ஸைடோப்ளாசப் பாரம்பரியத்தைப்பற்றி அறியத் தகுந்த உதாரணங்களைப் பால் தலைகீழ் மாற்ற, மாற்றுக் கலவியலில் காணலாம். உதாரணமாக, A ஆணுகவும், B பெண்ணுகவும் கொண்டு கிடைக்கும் முதல் சந்ததிக்கும், A பெண்ணுகவும், B ஆணுகவும் கொண்டு கிடைக்கும் முதல் சந்ததிக்கும் வேறுபாடுகள் காணப்படும். இதற்குக் காரணம் மாற்றுக் கலவியலில் ஈடுபடும் பால் ஸெல்களே ஆகும். கருவுறுதலின்போது பெண்பால் ஸெல்லில் இருக்கும் ஸைடோப்ளாசத்தின் அளவு, ஆண்பால் ஸெல்லைவிட அதிகமாக இருப்பதுதான்.

தாவர ஸெல்களில் காணும் சில உயிரிகளை (organelles) எடுத்துக்கொண்டால், அவை ஜீனுடைய பண்பையும் பெற்றுள்ளன. உதாரணமாகக் கணிகம் (Plastid), மைடோ காண்ட்ரியா (Mitochondria), ரிபோஸோம் (Ribosome) முதலியன. இவை ஆடோகேடலிஸ்ட் (Autocatalyist) இனவிருத்தி செய்யக்கூடிய தன்மை பெற்றவை. இவற்றிலும் திடீர்மாற்றம் ஏற்படலாம். மேலும், இவை ஸெல்லிலும், அந்த உயிரினத்திலும் குறிப்பிட்ட மாறுபாடுகளைத் தோன்றுவிக்க முடியும்.

அந்திமந்தாரை, சங்கு, பாடிமேஸியம் ஆராய்ச்சிகள்

தாவர ஸெல்லுக்கே உரித்தான பச்சையம் ஸைடோப்ளாசப் பாரம்பரியத்திற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு. அந்திமந்தாரைச் செடியில் வேறுபட்ட நிறங்கள் காணலாம். கிளைகள், இலைகள் வெள்ளையாகவோ, பல நிறத்துடன் அல்லது பச்சையாகவோ காணப்படும். இந்தக் கிளைகளில் தோன்றும் பூக்களை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தினால் மெண்டல் கொள்கைப்படியோ அல்லது கூட்டு ஜீன் கொள்கைப்படியோ முடிவுகள் வெளிப்படுவதில்லை. முதலில் சோதனைகளைப்பற்றி ஆராய்வோம். வெள்ளைச் செடி அல்லது கிளையின் பூவிலிருந்து மகரந்தத்தூளைப் பச்சைக்கிளைப் பூவின் சூல் முடியில் வைத்தால் கிடைக்கும் செடிகள் எல்லாம் பல நிற இலைகள் கொண்டிருக்கும். இங்கு நாம் எந்த வகையைப் பெண் செடியாகக் கொள்கிறோமோ அதன் பண்புதான் முதல் சந்ததியில் தோன்றுகிறது. ஆண் செடியின் பண்பிற்கு இங்குப் பங்கே கிடையாது. சூலகத்தின் ஸைடோப்ளாசத்தில் மிகவும் சிறிய பச்சையங்கள் உள்ளன. இவை கரு வளர்ச்சியடையும்போது பிரிந்து பல கணிகங்களைத் தருகின்றன. இவை உட்கருவிலுள்ள ஜீன்களைப்போல் செயலாற்றுவதால், இவற்றைப் 'ப்ளாஸ்மா ஜீன்கள்' (Plasma Genes) என்பர்.

மக்காச் சோளத்திலும் இவ் வகைப் பாரம்பரியம் ஏற்படுகிறது. செடிகளின் இலைகள் பச்சையாகவோ, வெள்ளையாகவோ அல்லது பச்சை, மஞ்சள் பட்டைகளுடனோ காணப்படலாம். ரோட்ஸ் (Rhoedes) என்பவர் இதில் ஆராய்ச்சி நடத்தியுள்ளார். வரியிட்ட வகையைப் பெண்ணாகவும், பச்சையை ஆணாகவும் கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால், முதல் சந்ததியில் எல்லா வகைகளும் கிடைக்கலாம் (அட்டவணை 35).

அட்டவணை 35

மகரந்தத்தூள் எடுக்கும் கிளை நிறம்	மகரந்தச் சேர்க்கை நடத்தும் கிளை நிறம்	விதையிலிருந்து வரும் சந்ததி வகைகள்
பச்சை	வரியிட்டது	வெளுப்பு, பச்சை, வரியிட்டது

அவ்விதமன்றிப் பச்சையைப் பெண்ணாகவும், வரியிட்டதை ஆணாகவும் கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால் அதாவது, (பால் தலைகீழ் மாற்றம்) முதல் சந்ததிகள் எல்லாம் பச்சையாகவே உள்ளன. இதை அட்டவணை 36 விவரிக்கும்.

அட்டவணை 36

மகரந்தத்தூள் எடுக்கும் கிளை நிறம்	மகரந்தச்சேர்க்கை நடத்தும் கிளை நிறம்	விதையிலிருந்து வரும் சந்ததி வகைகள்
வரியிட்டது	பச்சை	பச்சை

மேலும் பச்சை, வெள்ளை, வரியிட்டது இவற்றில் ஜீனோடைப் ஒரு மாதிரியாக முதல் சந்ததியில் காணப்படுகிறது. அதாவது, ஜீனோடைப்பிற்கும், ஃபினோடைப்பிற்கும் தொடர்பு இருப்பதாகத் தெரியவில்லை.

சங்குகளில் வலம்புரிச் சங்கு, இடம்புரிச் சங்கு என்று உள்ளன. இவற்றின் பாரம்பரியம் மேற்படி வகையைச் சேர்ந்தது. மேலும், கருவுறுதலுக்கு முன்பே தாய் இனம், தோன்றும் சங்கின் அமைப்பை நிர்ணயித்து விடுகிறது.

செதிள் வடிவத் தாவரங்களான பாசியில் (Moss) இவ் வகை பாரம்பரியம் காணப்படும். ப்யூனேரியா ஹைக்ரோமெட்ரிகா (Funaria Hygrometrica) என்ற சிற்றினத்தில் பல குற்றினங்கள் உண்டு. இவற்றினிடையே மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால் மெண்டலிஸம் போன்று விகிதங்கள் கிடைக்கின்றன. ஆனால், ப்யூனேரியாவின் வேறு சிற்றினங்களை மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால் மாறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. இம் மாறுபாடுகளும் பால் தலைகீழ் மாற்றத்தின்போது தென்படுகின்றன.

தற்சமயம் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்மூலமாகக் கணிகம், மைடோகாண்ட்ரியா முதலியவற்றில்கூட டி. என். ஏ. உள்ளது என்று கண்டறிந்திருக்கிறார்கள். இந்த டி.என்.ஏக்கள் இவ்விதப் பாரம்பரியத்திற்குக் காரணமாக இருக்கலாம்.

விலங்கியல் பிரிவில் பாரமேஸியம் (Paramaecium) என்ற ஒரு செல் உயிரினம் சைடோப்ளாசப் பாரம்பரியத்திற்கு ஒரு சிறந்த உதாரணம் என்று கொள்ளலாம். இந்த உயிரினத்தின் சைடோப்ளாசத்திலிருந்து வெளிவரும் பொருளுக்கும், உட்கருவிலுள்ள ஜீனுக்கும் தொடர்பு உள்ளது. பாரமேஸியத்தில் சில இனங்களைக் 'கொல்லிகள்' என்று சொல்வர். அவை தாங்கள் வசிக்கும் தண்ணீரில் பாரமேஸின் என்ற விஷப்பொருளை வெளிப்படுத்துகிறது. இது மற்றப் பாரமேஸிய இனங்களைக் கொன்று விடும். இப் பொருளுக்குக் கப்பா (Kappa) என்று பெயர். அவற்றில் டி. என். ஏ. அதிகமாக உள்ளது. இதன் செயலாற்றம் சற்றுச் சிக்கலானது.

கணக்குகள் (Problems)

1. கனி ஈயில் நீண்ட இறக்கை (V) ஓங்குபண்பு; குறுகிய இறக்கை (v) ஒடுங்குபண்பு; சிவப்புக் கண் (W) ஓங்குபண்பு; வெள்ளைக்கண் (w) ஒடுங்குபண்பு. கீழ்க்காணும் கலவியலில் கிடைக்கும் சந்ததிகளின் பண்புகள் எவ்விதம் அமையும்?

(அ) Ww Vv × w vv

(ஆ) ww Vv × W Vv

2. ஒரு கலப்பற்ற வெள்ளைக் கண் கனி ஈ கலப்பற்ற சிவப்புக் கண் கனி ஈயுடன் இணைந்தது. (வெள்ளை ஒடுங்குபண்பு.) முதல் சந்ததி, இரண்டாம் சந்ததிகளின் ஃபினோடைப், ஜீனோடைப் முதலியவற்றை விவரி.

3. தேனீ ஆண் கேமீட்டிலும், பெண் கேமீட்டிலும் 16 குரோமஸோம்கள் காணப்படுகின்றன. ஆண் தேனீ உடல் செல்லில் 16 குரோமஸோம்களும், இராணி ஈ உடல் செல்லில் 32 குரோமஸோம்களும் தோன்றக் காரணம் என்ன? இங்கு ஏற்படும் மியாஸிஸ் என்ற செல் பிரிவில் ஏதாவது மாறுதல்கள் உண்டா?

4. இராணி தேனீயில் ஓர் ஓங்குபண்பு ஹெடிரோசைகஸ் நிலையில் உள்ளது. அதே பண்பு ஆண் ஈயிலும் காணப்படுகிறது. இந்த ஈக்களிலிருந்து கிடைக்கும் ஆண் ஈக்கள், இராணி ஈக்களின் பண்புகள் எவ்விதம் அமையும்?

5. பால் விகிதம் என்றால் என்ன? இதன் மூலம் எவ்விதம் சந்ததிகளின் பாலை அறிய முடியும்? செல்களிலுள்ள அடோஸோம்கள் பால் குரோமஸோம்களின் எண்ணிக்கை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றின் பாலைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

(அ) 4 A + 3 X

(ஆ) 3 A + 2 X

(இ) 2 A + 2 X

(ஈ) 4 A + 4 X

(உ) 3 A + 1 X

(ஊ) 2 A + 1 X

6. ப்ரிட்ஜஸ் (Bridges) கனி ஈயில் நடத்திய மாற்றுக் கலவியலில் ஒரு பெண் ஈயில் இரண்டு X குரோமஸோம்களுடன் ஒரு Y குரோமஸோமும் காணப்பட்டது. இஃது எவ்வாறு நிகழ்ந்திருக்கக் கூடுமென்பதை விளக்குக.

7. பறவைகளில் வரியிட்ட பண்பு (B) ஓங்கு வரியற்றது; (b) ஒடுங்குப கோழி இனத்தில் கீழ்க்காணும் பெற்றோர்களின் மூலம் கிடைத்த குஞ்சுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் ஜீனேடைப்பை விளக்குக.

பெற்றோர்கள் = சிங்கிள் வரியிட்ட சேவல் × வால்நட் வரியற்ற பெட்டை

சந்ததிகள்	(அ) ரோஸ் வரியுள்ள சேவல்கள்	— 4	எண்ணிக்கை
	(ஆ) வால்நட் வரியுள்ள சேவல்கள்	— 5	,,
	(இ) ரோஸ் வரியுள்ள பெட்டை	— 2	,,
	(ஈ) ரோஸ் வரியற்ற பெட்டை	— 3	,,
	(உ) வால்நட் வரியுள்ள பெட்டை	— 2	,,
	(ஊ) வால்நட் வரியற்ற பெட்டை	— 2	,,

8. வண்ணக் குருட்டு மனிதனுக்குச் சாதாரணச் சகோதரனும், வண்ணக் குருட்டுச் சகோதரியும் இருக்கின்றனர். பெற்றோர்களின் ஜீனேடைப்பைத் தருக.

9. ஒரு மனிதனின் தாய்வழிப் பாட்டிக்குச் சாதாரணப் பார்வை; அவனுடைய தாய்வழித் தாத்தா வண்ணக் குருடு; அவன் தாய் வண்ணக் குருடு; அவன் தகப்பனுருக்குச் சாதாரணப் பார்வை.

(அ) இரு பெற்றோர்கள், இரு முன்னோர்களின் ஜீனேடைப் என்ன?

(ஆ) அந்த மனிதனின் ஜீனேடைப் என்ன?

(இ) அவனுடைய சகோதரிகளின் பண்பு எத்தன்மையானது?

(ஈ) தன் சகோதரியின் ஜீனேடைப்பைக்கொண்ட ஒரு பெண்ணை அவன் மணந்துகொண்டால் கிடைக்கக்கூடிய சந்ததிகளின் தன்மை எவ்வாறு அமையும்?

10. மனிதர்களில் சில பண்புகள் பால் பிணைந்த பண்புகளாகும். அவற்றில் ஒன்று காதில் காணப்படும் முடிகளாகும். இந்தப் பண்பானது ஆண்பாலில் மட்டுமே தோன்றுகிறது. இவ்விதம் நிகழக் காரணம் என்ன?

11. கனி ஈயில் இளம் சிவப்பு கண் நிறம் (p) சிவப்பிற்கு ஒடுங்குபண்பாகும். உடலில் தடித்த முடிகள் 'முள்' உள்ள தன்மை S ஓங்குபண்பு; முள்ளற்ற தன்மை s ஒடுங்குபண்பு.

ஒரு சிவப்பு முள் கனி ஈயானது இளம் சிவப்பு முள்ளற்ற ஈயுடன் கலவியல் நடத்தப்பட்டது. சந்ததிகளின் தன்மை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. (இந்த ஜீன்கள் ஒரே குரோமஸோமில் அமைந்துள்ளன.)

சிவப்பு முள்	453
இளம் சிவப்பு முள்	55
சிவப்பு முள்ளற்றது	50
இளம் சிவப்பு முள்ளற்றது	442

இதிலிருந்து என்ன புலனாகிறது?

10. பாரம்பரியத்தில் குரோமஸோம் கொள்கை
(Chromosome Theory of Heredity)

தோற்றுவாய்

மெண்டல் ஆராய்ச்சி நடத்தி, கட்டுரையை வெளியிட்ட நாளிலிருந்து, அவ்வாராய்ச்சியை மறுபடியும் காரென்ஸ், டி-விரிஸ், சஷர்மார்க் என்பவர்கள் நிரூபிப்பதற்குள் ஸெல்லியலில் பல முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டுவிட்டன. 1875-ல் முதன்முதலில் ஸ்ட்ராஸ்பர்கர் (Strasburger) என்பவர் குரோமஸோமைப் பற்றி விவரித்தார். ஹர்ட்விக் (Hertwig) என்பவர் பெற்றோர்களிடமிருந்து வரும் பால் ஸெல்களின் இணைவால் கருவுறுதல் நடக்கிறது என்று நிரூபித்துள்ளார். 1882-ல் ப்ளெமிங் (Fleming) குரோமஸோம் நெடுக்கு வாக்கில் (நீளவாட்டத்தில்) பிளவுபடுகிறது என்பதைக் காண்பித்தார். 1883-ல் பெனிடன் (Beneden), குரோமஸோம் என்பது மரபு பொருள் தொடர்ந்து செல்லப் பயன்படும் சாதனம் என்ற கொள்கையை விளக்கினுர். ஸ்ட்ராஸ்பர்கர், ஹர்ட்விக் போன்றவர்கள் 1884 முதல் 1886-க்குள் ஸெல் உட்கரு, உட்கரு பிரிதல் முதலியவற்றை விளக்கியுள்ளார்கள். 1887-ல் வீஸ்மான் (Weismann) என்பவர் பண்பாட்டியலில் காணப்படும் வேறுபட்ட பகுதிகளை இணைக்கும் வகையில் குரோமஸோம் கொள்கையை (Chromosome Theory) அறிமுகப்படுத்தினுர்; மியாஸிஸ் எனப்படும் ஸெல் பிரிதல் உயிரினங்களில் நடைபெறுகிறது என்பதை முன்கூட்டியே அறிவித்தார். 1890-ல் ஜெர்மன் தேசத்து பவேரி (Boveri), 'கருவுறுதலின்போது பெற்றோர்களிடமிருந்து வரும் பாரம்பரியப் பொருள் சம அளவில் அமைகிறது' என்று நிரூபித்தார். 1892-ல் வீஸ்மான் மியாஸிஸினுடைய முக்கியமான தன்மையையும், அதனுல் எவ்விதம் குரோமஸோம்கள் பிரித்துக் கொடுக்கப்படுகின்றன என்பதையும் விளக்கியுள்ளார். 1898-ல் ப்ளெமிங்,

'மனிதன் இருபத்து நான்கு ஜோடி குரோமஸோம்களைப் பெற்றிருக்கிறான்' என்று கண்டுபிடித்தார். (தற்சமயம் மனிதனில் இருபத்து மூன்று ஜோடி குரோமஸோம்கள்தான் உள்ளன என்று நிரூபித்து இருக்கின்றனர்.) 1902-ல் சட்டன்(Sutton)தான், செல்லியலுக்கும் மெண்டலிஸத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைக் காண்பித்தவர். இதுவே செல்லின் புறத் தோற்றத்திற்கும், பாரம்பரியத்திற்கும் உள்ள இடைவெளியை நிரப்பியதாகும்.

செல் பிரிதல்

எல்லா உயிரினங்களும் செல்களால் ஆனவை. பாரம்பரியத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் ஜீன்கள் உட்கருவிலுள்ள குரோமஸோமில் அமைந்துள்ளன. புது செல்கள் தோன்றும் பொழுது குரோமஸோம்கள் குறிப்பிட்ட முறையில் பாகுபாடு அடைகின்றன. மைடாசிஸ் எனப்படும் உட்கருப் பிரிவின்போது, உயிரினங்கள் உடல் திசு (Soma) செல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மியாஸிஸ் என்பது ஒத்த குரோமஸோம் ஜோடிகளைச் சமமாகப் பிரித்துப் புது செல்களுக்கு ஈதலாகும். பால் செல்கள் தோன்றும்பொழுது இவ் வகை செல் பிரிதல் நடக்கும். இவ் வகை செல் பிரிவால் பாரம்பரியப் பொருள்கள் கலப்பதும், அவை பிரிந்து செல்வதும் ஏற்படுகிறது. இதைத் தான் மெண்டல் 1865-ல் தன் பிரிதல் கொள்கைமூலம் முன் கூட்டி அறிவித்துள்ளார். பின் நடந்த ஆராய்ச்சிகள்மூலம் மரபுப் பொருள்களை எடுத்துச் செல்லும் சாதனமாகக் குரோமஸோம்கள் செயல்படுகின்றன என்பது தெரிய வந்தது. இவ் விதமாக மெண்டலின் கொள்கையைச் சுலபமாகக் குரோமஸோம்கள்மூலம் நிரூபித்து விடலாம். குரோமஸோம் என்றால் என்ன என்று அறியாமலே ஜீன் செயலாற்றத்தை நிரூபித்து விட்டார்; தம்முடைய கலவியல் பரிசோதனைமூலம் ஜீனின் தன்மையை விளக்கியுள்ளார்.

குரோமஸோமின் அமைப்பு

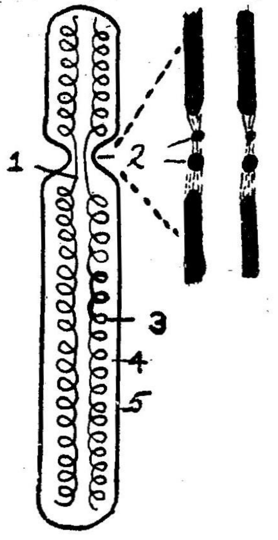
குரோமஸோம் என்ற சொல் கிரேக்க மொழியிலிருந்து வந்ததாகும். குரோமாஸ் என்றால் நிறம்; ஸோமா என்றால் உடல். குரோமஸோம் மற்றப் பாகத்தைவிட அதிக நிறத்தை எடுக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளதால், இப் பெயரைப் பெற்றது. இவை, செல்களில் குறிப்பிட்டுச் சொன்னால், உட்கருவில் அமைந்துள்ளன. செல் வளர்ச்சி அடையும்போதும், பிரியும் போதும் குரோமஸோம் பல மாறுதல்களை அடைகிறது. செல்

உட்கருவில் சில பருவத்தில் குரோமஸோம்கள் குச்சி வடிவத்தில் காணப்படுகின்றன. இவை பாரம்பரியத்தில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. உயிரினத்தில் ஒவ்வொரு சிற்றினமும் குறிப்பிட்ட நிலையான எண்ணிக்கையுள்ள குரோமஸோம்களைப் பெற்றிருக்கும். இக் குரோமஸோம்கள் ஒரு தலைமுறையையும், மறு தலைமுறையையும் இணைப்பதோடல்லாமல், சந்ததிகள் பெற்றோரின் பண்புகளோடு காணப்படுவதற்குக் காரணிகளாகின்றன.

மைக்ராஸ்கோப் மூலமாகச் சாதாரண ஸெல்லில் குரோமஸோம்களைக் காண்பதரிது. ஆனல், ஸெல் பிரியும் நிலையில் இருக்கும்போது இவற்றை நன்ருகக் காணலாம். தக்க சாதனங்களுடன் குரோமஸோமின் உள் அமைப்பை அறிய முடியும். ஒவ்வொரு குரோமஸோமும் ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்புப் பெற்றிருக்கும். அதனுல் ஓர் உயிர் சிற்றின ஸெல்களில் காணப்படும் குரோமஸோமின் எண்ணிக்கைகளும், அக் குரோமஸோம்களின் அமைப்பும் பொதுவாக ஒரே மாதிரியாக இருக்கும்.

ஒவ்வொரு குரோமஸோமும் தன்னுள் சுருள் வடிவத்தில் அமைந்த ஒரு பொருளைப் பெற்றிருக்கும். இச் சுருள் வடிவக் கயிற்றிற்குக் குரோமோனிமா (Chromonema) என்று பெயர். (இதன் பன்மை–குரோமோனிமாக்கள் (Chromonemata). இந்த குரோமோனிமாவின் நெடுகிலும் துகள்கள் காணப்படுகின்றன. இதைப் பார்க்குங்கால் மணிகள் கோத்த நிலையை நினைவு படுத்தும். மைக்ராஸ்கோப்பில் நாம் சாதாரணமாகப் பார்க்கும் பொழுது குரோமஸோமின் வெளி உறையை(shell)த்தான் காண்கிருேம். சில சந்தர்ப்பங்களில் இந்த வெளி உறையை இழந்து குரோமானிமா தன் சுருள்கள் அவிழ்ந்த நிலையில் காணப்படும். அப்பொழுது குரோமஸோம், குரோமானிமா இரண்டும் ஒன்றையே குறிக்கும். குரோமானிமாவிலுள்ள அடர்த்தியான மணிகள் போன்ற பகுதிகளைக் குரோமோமியர்கள் (Chromomeres) என்பர். குரோமோனிமாவைச் சுற்றி மேட்ரிக்ஸ் (matrix) என்ற பொருள் வெளியுறைக்குள் இருந்து குரோமஸோமிற்குக் குறிப்பிட்ட அமைப்பு தருகிறது. சாதாரணமாக, எல்லாக் குரோமஸோம்களிலும் ஒரு குறுகிய பகுதி (constriction) காணப்படும். இப் பகுதிக்கு முதல் குறுகல் (Primary constriction), சென்ட்ரோமியர் (Centromere) அல்லது கைனடகோர் (Kinetochore) என்ற பெயர்கள் உண்டு. இந்தப் பகுதியில் ஒன்ருே அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமோமியர்கள் உண்டு. இதைப் படம் 49 விளக்கும்.

ஸெல் பிரிதலின்பொழுது தோன்றும் ப்ரோடோப்ளாசக் கயிறுகள் குரோமஸோமுடன் இந்தச் சென்ட்ரோமியர்ப் பகுதியில்



படம் 49

குரோமஸோமின் படம்

1, குரோமோனிமா
2. கைனடகோர்
3. குரோமோமியர்
4. மேட்ரிக்ஸ்
5. வெளியுறை

தான் ஒட்டியிருப்பதைக் காணலாம். இந்தச் சென்ட்ரோமியரின் அமைப்பு குரோமஸோமிற்குக் குரோமஸோம் மாறுபடும். அதன் அடிப்படையில் குரோமஸோம்களைப் பல விதமாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு குரோமஸோமிற்குச் சாதாரணமாக ஒரு சென்ட்ரோமியர் தான் உண்டு. பலவகைக் குரோமஸோம்கள் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன:

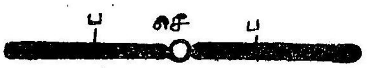
1. மீடியன் (Median) : குரோமஸோமில் சென்ட்ரோமியர் நடுவில் இருந்து பிரிக்கப்படும் பகுதிகள் சமபாகமாக அமைந்து விட்டால், அவ்வகைக் குரோமஸோமை மீடியன் என்பர். இதற்கு மெடாசென்ட்ரிக் (Metacentric) என்ற பெயரும் உண்டு (படம் 50).

2. சப்மீடியன் (Submedian) : சென்ட்ரோமியர் குரோமஸோமின் நடுவிலிருந்து சற்றுத் தள்ளிக் காணப்பட்டால், இதைச் சப்மீடியன் என்பர். இதையே சப் மெடாசென்ட்ரிக் (Sub-metacentric) என்றும் சொல்வர் (படம் 51).

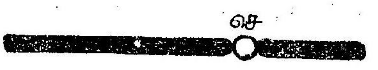
3. சப்டெர்மினல் (Subterminal) : சென்ட்ரோமியர் குரோமஸோமின் ஒரு கோடியிலிருந்து சற்று உள்ளடங்கி இருந்தால், இதைச் சப்டெர்மினல் என்பர். இதற்கு அக்ரோ சென்ட்ரிக் (Acro centric) அல்லது சப்டிலோ சென்ட்ரிக் என்ற பெயர்கள் உண்டு (படம் 52).

4. டெர்மினல் (Terminal) : சென்ட்ரோமியர்கள் குரோமஸோமின் கோடியில் அமைந்திருக்கும். இதையே டிலோ சென்ட்ரிக் (Telocentric) என்றும் சொல்வர். இவ் வகைக் குரோமஸோம்கள் நிலைத்தவை அல்ல. முன் சொன்ன வகைகளில் சென்ட்ரோமியர்ப் பகுதியில் குரோமஸோம் உடைந்தால் இவ் வகை தோன்றும் (படம் 53).

5. **ஏசென்ட்ரிக் (Acentric) :** சில குறைபாடுகளால் குரோமஸோம் சென்ட்ரோமியரை இழந்த நிலையில் காணப்படும். இவ் வகையை ஏசென்ட்ரிக் என்பர் (படம் 54).



50



51

52

53

54

படம் 50, 51, 52, 53, 54

குரோமஸோம் வகைகள்

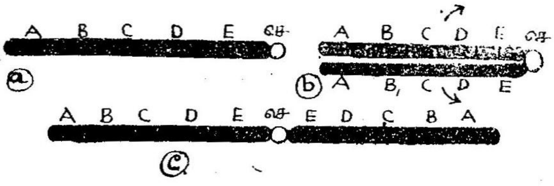
செ – சென்ட்ரோமியர்; ப–பகுதி

(விளக்கம் கட்டுரையில் காணவும்.)

6. **ஐசோ சென்ட்ரிக் (Iso centric) :** டிலோ சென்ட்ரிக் குரோமஸோம்கள் நிலையானவை அல்ல என்பதை முன்னர்ப் படித்தோம். அவ் வகை குரோமஸோம், குரோமேடிட்டுகளைத் தோற்றுவிக்கும்பொழுது, ஒரு குரோமேடிட் சென்ட்ரோமியருக்கு மறு பக்கத்திற்குச் சுற்றி வந்து விடுகிறது. இவ் வகையைப் பார்த்தால் மெடா சென்ட்ரிக் போல் இருக்கும். இருந்தாலும், இரு பகுதிகளும் ஜீன் தன்மையில் ஒத்தவையாகும். இது தோன்றும் விதத்தைப் படம் 55 விளக்கும்.

சென்ட்ரோமியர் குரோமஸோமிற்கு ஒரு முக்கிய அங்கமாகும். இதன் அமைப்பின் உதவியால் குரோமஸோம்களைக் கண்டுபிடிப்பது சுலபம். சில குரோமஸோம் குறைபாடுகளால் குரோமஸோமிலிருந்து சென்ட்ரோமியர் பிரிந்து போய்விட்டால்

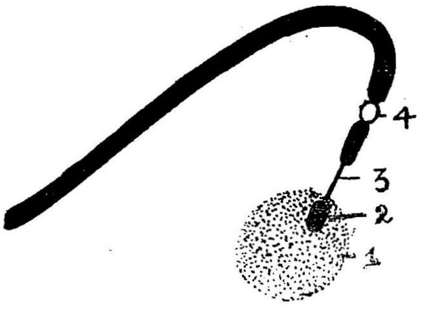
(ஏசென்ட்ரிக் நிலை), சென்ட்ரோமியர் அற்ற பகுதி புது சென்ட்ரோமியரைத் தோற்றுவிக்க முடியாது.



படம் 55

ஐசோ சென்ட்ரிக் குரோமஸோம் தோன்றும் விதம்
(படம் b – யில் உள்ள அம்புக்குறிகள் குரோமேடிட்டுகள் வெளிநோக்கிச் செல்வதைக் குறிக்கிறது.)

சாட்டிலைட் (Satellite) குரோமஸோம்: சில குரோமஸோம்களின் அமைப்பில் மாறுதல்கள் தோன்றுவதும் உண்டு. ஒவ்வோர் உட்கருவிலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு நூக்ளியோலைகள்



படம் 56
சாட்டிலைட் குரோமஸோம்

1. நூக்ளியோலஸ், 2. சாட்டிலைட் (அல்லது) ட்ரபாண்ட், 3. நூக்ளியோலஸ்ஸைத் தோற்றுவிக்கும் பகுதி, 4. சென்ட்ரோமியர்.

(Nucleoli) காணப்படும். இந்த நூக்ளியோலஸ்ஸைத் தோற்றுவிக்கும் வேலை, ஒரு குறிப்பிட்ட குரோமஸோமில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் அமைந்திருக்கும். இந்த நூக்ளியோலஸ்ஸைத் தோற்றுவிக்கும் பகுதி (Nucleolar organiser) எப்பொழுதும் நூக்ளியோலஸ்ஸுடன் இணைந்து காணப்படும். மக்காச்சோளத்

தில் ஆறுவது குரோமஸோமை நூக்ளியோலஸ்ஸின் தோற்றுவி என்பர்.

நூக்ளியோலஸ்ஸைத் தோற்றுவிக்கும் பகுதி குரோமஸோமில் மிகவும் குறுகலாகக் காணப்படும். அங்கு அஃது ஒரு மெல்லிய கயிறுபோல் தோற்றமளிக்கும். சில சமயங்களில் இந்தக் கயிறு போன்ற பகுதியுடன் இணைந்து குரோமஸோமின் மற்றொரு பகுதி காணப்படலாம். இந்தத் துண்டு பாகத்திற்குச் சாட்டிலைட் அல்லது ட்ரபாண்ட் (Satellite or Trabant) என்று பெயர். இந்தக் குரோமஸோமிற்குச் சாட்-குரோமஸோம் (Sat-chromosome) என்ற பெயரும் உண்டு. படம் 56-ல் இதன் விளக்கத்தைக் காணலாம்.

ஹெடிரோபைக்னோசிஸ் (Heteropycnosis) : செல் பிரிவின் **ஆரம்ப நிலையில்** சில குரோமஸோம்களோ அல்லது அதன் பாகங்களோ அடர்த்தியான நிறத்துடன் காணப்படும். இந்த அடர்த்தி நிறப்பண்பிற்கே ஹெடிரோபைக்னோசிஸ் என்று பெயர். பால் குரோமஸோம்களின் பெரும்பகுதி இவ்விதமாகவே காணப்படும்.

ஹெடிரோகுரோமேடிக் (Heterochromatic) : சில குரோமஸோம்கள் அல்லது அதன் பாகங்கள் செல் பிரிதலின் **எல்லா நிலைகளிலும்** மற்றப் பகுதிகளைவிட அழுத்தமான நிறத்துடன் காணப்படும். இப் பகுதிகளை ஹெடிரோகுரோமேடிக் என்றும், நிறம் குறைந்த பகுதிகளை யூகுரோமேடிக் (Euchromatic) என்றும் சொல்வர்.

குமிழிகள், குறுகலான பாகங்கள் (Knobs and Constrictions): ஒவ்வொரு குரோமஸோமிலும் ஒரு குறுகிய பகுதி உண்டு என்று கண்டோம். இதற்குச் சென்ட்ரோமியர் அல்லது கைனடகோர் அல்லது முதல் குறுகல் பாகம் என்று பெயர். குரோமஸோமில் உள்ள குரோமோனிமாவில் சிறியதும், பெரியதுமான மணிகள் போன்ற பாகங்கள் காணப்படும். இச் சிறிய மணிகளைக் குரோமோமியர்கள் என்றும், பெரிய மணிகளைக் குமிழ்கள் என்றும் சொல்வர். குமிழ்கள் எண்ணிக்கையில் வேறுபடலாம். சில குரோமஸோம்களில் குறுகலான பகுதிகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டுக் காணலாம். அவற்றில் ஒன்று சென்ட்ரோமியரைக் குறிக்கும். மற்றவைக்கு இரண்டாம் குறுகல் (Secondary Constriction) என்று பெயர். இந்த இரண்டாம் குறுகல் நூக்ளியோலஸ்ஸுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். இதைத்தான் நூக்ளியோலஸ்ஸின் தோற்றுவி என்பர்.

குரோமஸோமின் தொகுதி (Chromosome Complement)

பொது விதிப்படி ஒரு சிற்றினத்தின் ஒவ்வோர் உட்கரு விலும் குறிப்பிட்ட நிலையான குரோமஸோம் எண்ணிக்கை உண்டு என்று முன்பு கண்டோம். கீழ்க்காணும் உதாரணங் களிலிருந்து சில உயிரின உடல் செல்களின் குரோமஸோம் எண்ணிக்கையை அறியலாம் :

மனிதன்	23	ஜோடி
சோளம்	10	ஜோடி
குரங்கு	24	ஜோடி
கனி ஈ	4	ஜோடி

குரோமஸோம்கள் உடல் செல்லில் ஜோடியாகவே காணப் படும். இவற்றை ஒத்த குரோமஸோம்கள் (homologous) என்பர். ஆனால், பால் குரோமஸோம்கள் (Sex Chromosome) ஜோடியில் வேறுபாடு காணப்படலாம்.

குரோமஸோம் எண்ணிக்கையின் நிலையான தன்மை ஒரு சிற்றினத்தின் பண்பாகும். ஆனால், அதற்கும் சில விதி விலக்குகள் உண்டு.

1. சிற்றினங்கள் பால் செல்கள் தோற்றுவிக்கும்பொழுது உடல் செல்லிலுள்ள குரோமஸோம்களின் எண்ணிக் கையில் பாதியாகப் பால் செல்லில் காணப்படும். உடல் செல்லை இரட்டை மயம் (2n) என்றும், பால்செல்லை ஒற்றைமயம் (n) என்றும் சொல்வர்.

2. சில சிற்றினங்கள் திடீர்மாற்றத்தினால் அதிக ஜோடி குரோமஸோம்களுடன் காணப்படலாம். இவற்றைப் பன் மயம் (Polyploidy) என்பர்.

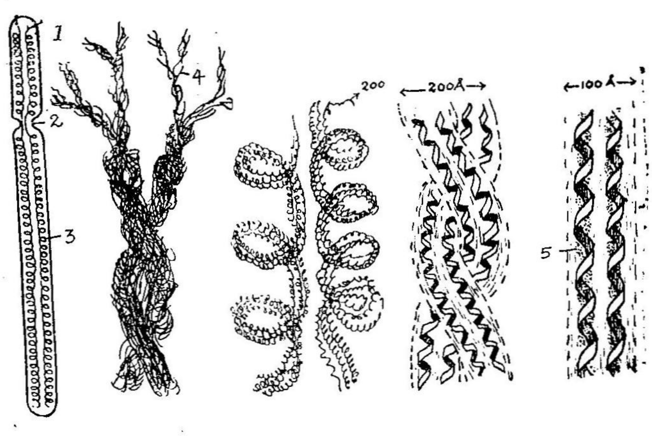
3. செடிகளில் தோன்றும் புற்று உறுப்புகள் (Concerous growth), வேர் முடிச்சுகள் (Root nodules) இவற்றி லுள்ள செல்கள் அதிக குரோமஸோம் எண்ணிக்கை யுடன் காணப்படலாம்.

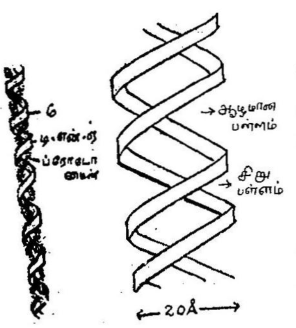
4. சில மக்காச்சோள வகைகளில் பத்து ஜோடியுடன் சில அதிக குரோமஸோம்கள் காணப்படலாம். அதே போல் சில மனிதர்கள் நாற்பத்தாறு குரோமஸோம் களுடன் நாற்பத்தேழாவது குரோமஸோமைப் பெற் றிருப்பார்கள். இவர்களை மங்கோலிய மடையர்கள் (Mongolian idiots) என்பர்.

5. பூக்கும் தாவரங்களில் கருவுறுதலின்பொழுது உண்டாகும் முளைசூழ் தசை (endosperm) குரோமஸோம் எண்ணிக்கையில் வேறுபட்டுக் காணப்படும். அவை மும்மயமாகும் (3n).

குரோமஸோமின் நுண்ணிய அமைப்பு

குரோமஸோமின் நுண்ணிய அமைப்பை அறிவது சற்றுக் கடினமானது. அதன் அமைப்பு சிக்கலாக உள்ளதால், தகுந்த சாதனங்களுடன் இச் சிக்கலை விடுவிக்க முடியும். எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்மூலம் ஆராய்ச்சி நடத்தி மேலும்மேலும் செல்லியலை விரிவுபடுத்திக்கொண்டு வருகிறார்கள். குரோமஸோமிலுள்ள





படம் 57

குரோமஸோமின் நுண்ணிய அமைப்பு

(நூக்ளியோ புரதங்கள் அமைப்பைப் படங்களின் வெவ்வேறு பகுதிகள் விளக்குகின்றன.)

1. குரோமோனிமா, 2. சென்ட்ரோமியர், 3. குரோமோமியர், 4. 200 Å கயிறு, 5 ஹிஸ்டோன், 6. டி.என்.ஏ. சுற்று.

தொடக்கக் கயிறு(elementary fibrils)களின் சுற்றுத் தன்மை இவ் வகைச் சிக்கலைத் தோற்றுவிக்கிறது. ரிஸ் (Ris) என்பவர் குரோமஸோமின் அடிப்படை அளவு 100Å அளவுள்ள கயிறுகளே

யாகும் என்று நிரூபித்துள்ளார். இக் கயிறு 40Å அளவுள்ள இரு கயிறுகளால் ஆனது. இந்த 40Å அளவுள்ள கயிறே நூக்ளியோ அமில ஹிஸ்டோன் (Nucleic acid histone) மூலக்கூறுகள் அதாவது நியூக்ளியோ-புரத மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு. இது ஸெல்லியல், பண்பாட்டியல் அறிஞர்களுக்குப் பல சிக்கல்களைத் தோற்றுவித் துள்ளன. படம் 57-லிருந்து குரோமஸோமிற்கும் டி.என்.ஏ.-விற் கும் உள்ள தொடர்பு விளங்கும்.

குரோமஸோமின் அமைப்பு இவ்வளவு சிக்கலாக இருந்த போதிலும் எவ்விதம் குரோமஸோம் டி.என்.ஏ.-யைப் போலவே செயல்படுகிறது என்பது ஒரு புதிராகவே உள்ளது. பாரம்பரியப் பொருள்களைப் பெற்ற அங்கத்திற்கு ஜீனோம் (Genome) என்று பெயர். பாக்டீரியா ஜீனோம் தனித்தே காணப்படுகிறது. அங்குக் குரோமஸோம்கள் காணப்படுவதில்லை. இதனால் இங்குக் கயிறு போன்ற உறுப்புகளை அதாவது குரோமோனிமாக்களை டி.என்.ஏ. சங்கிலிக்கு இணையாகக் கொள்ளலாம் (ஜேகப்-பால்மன்–1958).

டி.என்.ஏ.-யின் அமைப்பு

டி.என்.ஏ.-யின் அமைப்பைப்பற்றி அறியப் பாக்டீரியா ஸெல் தகுந்த சாதனமாகும். எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் மூலமாகப் பாக்டீரியா ஸெல்லைப் பார்த்தால், சைடோப்ளாசத்தில் நீண்ட பல வளையங்களுடன் (loop) கூடிய டி.என்.ஏ. சங்கிலி தென்படும். இதற்குத் தனித்த முனைகள் (free ends) கிடையா. இதனால் டி.என்.ஏ. ஒன்றோ அல்லது இரண்டு பெரிய மூலக்கூறுகவோ இருக்க வேண்டும் என்று தெரிகிறது. ஒரு வட்டத்தைச் சுற்றி டி.என்.ஏ. நிமிடத்திற்கு 20-30 μ என்ற மாறாத வேகத்தில் தயாரிக் கப்படுகிறது. தயாரிக்கப்படும் இடத்தில் இரு டி.என்.ஏ. சங்கிலி களும் ஒரேமாதிரி குறியிடப்படுகிறது. இந்த இடம் நகலாக்கலுக் காகப் பிளவுபட்டது போலக் காணப்படுகிறது. சித்திக்கி (Siddigi) 1963ஆம் ஆண்டில் ஒரு பாக்டீரியத்திலுள்ள டி.என்.ஏ. பகுதியை மற்றதற்கு மாற்றுவதால் பாரம்பரிய மாறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன என்று நிரூபித்துள்ளார். மேலும் டி.என்.ஏ. மூலக்கூறு ஜீன்களைப் போலவே ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமைந்துள்ளது. இஃது ஒவ்வோர் இனத்திற்கும் வேறுபட்டுக் காணப்படும். இதை 1963-ல் நகடா (Nagada) கண்டறிந்தார்.

ஸெல்லிலுள்ள நூக்ளியோ புரதத்தை முதன்முதலில் பிரித் தெடுத்தவர் மிஷ்ஷர் (Miescher, 1871) ஆவர். ஸெல் உட்கரு விலுள்ள அமிலத்திற்கு நூக்ளிக் அமிலம் (Nucleic Acid) என்ற பெயரைக் கொடுத்தவர் ஆல்ட்மேன் (Altmann, 1899) ஆவார்.

இந்த அமிலம் செல்லின் மற்றப் பகுதிகளான சைடோப்ளாசம், மைடோகாண்ட்ரியா, கணிகம் இவற்றிலும் காணப்படுகின்றன. இந்த அமிலம் இரு வகைப்படும். டி.என்.ஏ. எனப்படும் டி ஆக்ஸி ரிபோ நூக்ளிக் அமிலம், ஆர்.என்.ஏ. எனப்படும் ரிபோ நூக்ளிக் அமிலம் (Deoxyribo nucleic and Ribonucleic acids). இவ் வகை அமிலங்கள் பாக்டீரியா வைரஸ் முதலியவற்றில் காணப் படுகின்றன. ஆனால், உயர் உயிரினங்களில் இவ்வமிலங்களுடன் சில வகைப் புரதங்களும் சேர்ந்து 'நூக்ளியோ புரதங்'களாகக் காணப்படுகின்றன. ஜீனுடைய பண்புகள் இந்தப் புரதத்தால் இருக்கலாம் என்று சிலர் நினைத்தாலும், இதைப் பலர் சந்தேகிக் கின்றனர்.

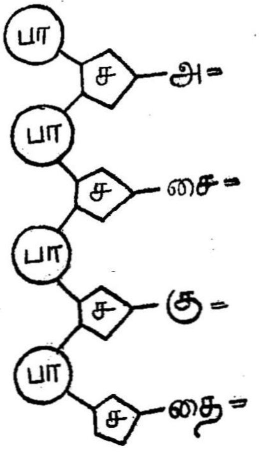
டி.என்.ஏ. என்பது நூக்ளியோடைட் என்னும் அங்கங் களால் ஆனது. நூக்ளியோடைட் என்பது பாஸ்பாரிக் அமிலம் (H_3Po_4) டி ஆக்ஸிரிபோஸ் என்ற சர்க்கரை மேலும் ப்யூரைன் (Purine) அல்லது பைரிமிடைன் (Pyrimidine) என்னும் நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளால் ஆனது. ப்யூரைன் என்பது இரு மூலக்கூறுகளாலும், அதேபோல் பைரிமிடைன் இரு மூலக் கூறுகளாலும் ஆனது. ப்யூரைனில் அடினேன் (Adenine), குவனேன் (Guanine) என்ற மூலக்கூறுகளும், அதே போல் பைரிமிடைனில் தைமைன் (Thymine), சைடோசைன் (Cytosine) என்ற மூலக்கூறுகளும் உள்ளன. இதைத் தவிர, மற்றச் சிறு மூலக்கூறுகளும் (Minor bases) உண்டு என்று ஆராய்ச்சி வாயிலாக இப்பொழுது நிரூபித்துள்ளார்.

ஒரு டி.என்.ஏ. பெரிய மூலக்கூறில் மேற்சொன்ன மூலக் கூறுகள் கீழ்க்காணும் முறையில் அமைந்திருக்கும்:

பாஸ்பாரிக் அமிலம் – டி ஆக்ஸிரிபோஸ் - அடினேன்
|
பாஸ்பாரிக் அமிலம் – டி ஆக்ஸிரிபோஸ் - சைடோசைன்
|
பாஸ்பாரிக் அமிலம் - டி ஆக்ஸிரிபோஸ் - குவனேன்
|
பாஸ்பாரிக் அமிலம் - டி ஆக்ஸிரிபோஸ் – தைமைன்

ஒரு டி.என்.ஏ. பெரிய மூலக்கூறில் ஆயிரக்கணக்கான நூக்ளியோடைட்டுகள் உள்ளன. இவை மாறி மாறி அமைவதால், டி.என்.ஏ.-யைப் பாலிமர் (Polymer) என்று சொல்ல லாம். அதாவது, டி.என்.ஏ. ஒரு பன் நூக்ளியோடைட் ஆகும்.

டி ஆக்ஸி என்ற சர்க்கரை டி. என். ஏ.-க்கு முதுகெலும்புபோல் அமைந்துள்ளது. அதனுடன் ப்யூரைன், பைரிமிடைன் மூலக் கூறுகள் சேர்ந்துள்ளன. இந்த டி.என்.ஏ. மூலக்கூறுக்குத் தேவையான வேதிய சக்தி பாஸ்பாரிக் அமில வாயிலாகச் செல்கிறது. இதையே படம் 58மூலம் அறியலாம்:



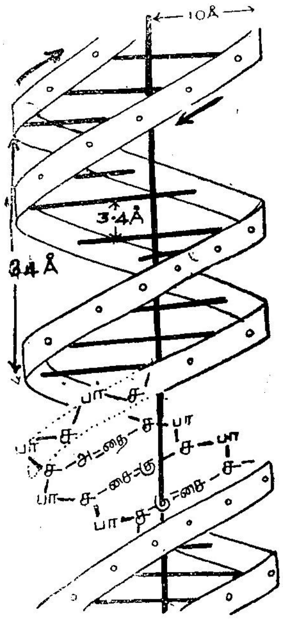
படம் 58

ஒரு டி. என். ஏ. (D. N. A.) பெரிய மூலக்கூறில் காணப்படும் மூலக்கூறுகள்

பா – பாஸ்பாரிக் அமிலம்
ச – சர்க்கரை
அ – அடினைன்
சை – சைடோசைன்
கு – குவனைன்
தை – தைமைன்

1953-ல் வாட்சன், க்ரிக் (Watson & Crick) தோற்றுவித்த டி.என்.ஏ. நகல்படி டி.என்.ஏ. மூலக்கூறில் இரு பாலி நூக்ளியோடைட் சங்கிலிகள் உள்ளன. மேலும், இந்த இரு சங்கிலிகள் சுழல்முறையில் (Helix) அமைந்துள்ளன. இந்த இரு சங்கிலிகளையும் இணைக்கும் குறுக்கு இணைப்புகளாகப் ப்யூரைன்களும், டைரிமிடைன்களும் உள்ளன. ஒரு சங்கிலியிலுள்ள ப்யூரைன் மூலக்கூறுடன் எதிர்ச்சங்கிலி பைரிமிடைன் மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன் இணைப்பால் சேர்க்கப்படுகிறது. பொது

விதிப்படி அடினைன், தைமைனுடனும், குவனைன் சைடோசைனுடனும் இணைந்து காணப்படும். கீழே உள்ள படம் 59-ல் இது விளங்கும்.



படம் 59

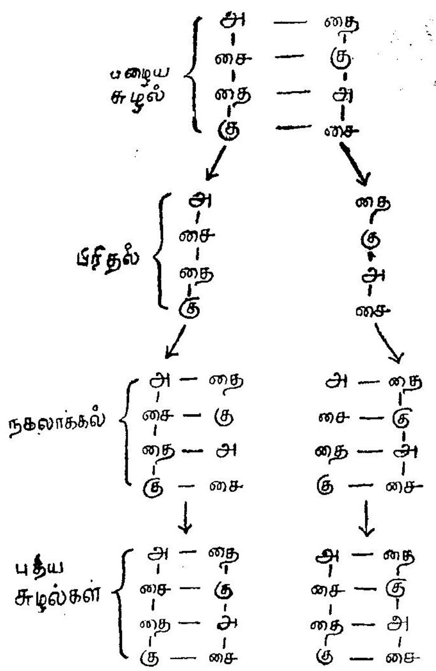
வாட்சன், க்ரிக் தோற்றுவித்த டி.என்.ஏ (D.N.A) இரட்டைச் சுருளின் நகல்

டி.என்.ஏ.-யில் பல ஆயிரக்கணக்கான நூக்ளியோடைட்டுகளும், அவற்றுடன்கூடிய நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளும் இருப்பதால், பல வித வரிசை அமைப்புகள் கிடைக்க வழியுண்டு. இதைப்பற்றி ஜீன் சங்கேதம் அத்தியாயத்தில் படிக்கலாம்.

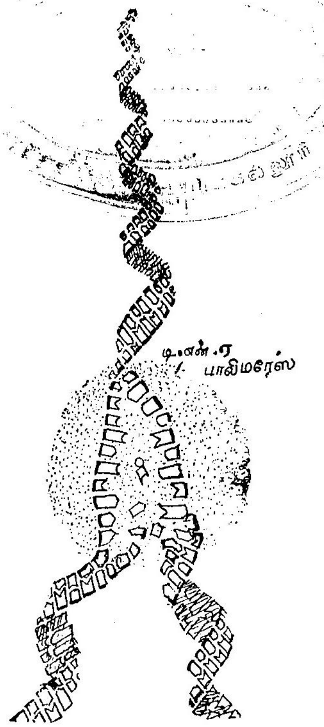
டி. என். ஏ. பெருக்கம்

டி.என்.ஏ. சுழல் முதலில் பிரிதல் அடைகிறது. பிறகு இரு சங்கிலிகளும் தனித்தனியே விலகிச் செல்கின்றன. பிரிந்த ஒவ்வொரு சங்கிலியும் 'டெம்ப்லேட்' (template) ஆகச் செயல்படுகிறது. அதாவது, புது சங்கிலி தோன்ற இவை மூலப் பொருள்களாக அமைகின்றன. புது சங்கிலி தோன்றும்போது பழைய சங்கிலியிலுள்ள நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகள் சைடோப்ளாசத்தி

லுள்ள தங்களுக்கு இணை மூலக்கூறுகளை இழுக்கும். இவ்விதமாக ஒரு டி.என்.ஏ. சுழல் இரு மூலக்கூறுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. பழைய டி.என்.ஏ. பிரியும் இடத்தில் சைட்டோப்ளாசம் அடர்த்தியாகக் காணப்படும். இவ்விடத்தில் டி.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் (D. N. A. Polymerase) என்ற நொதி டி.என்.ஏ. நகலாக்குவதில் பங்கு கொள்கிறது.



படம் 60



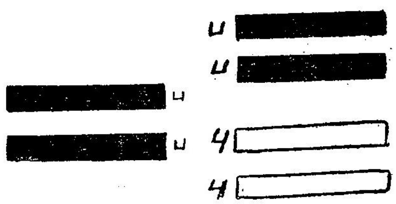
படம் 61

டி.என்.ஏ. நகல் ஆக்கல்

(டி.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் நொதி புதிய நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளைத் தோற்றுவிக்கும் செயலில் ஈடுபடும் விதத்தைக் காணலாம்.)

டி.என்.ஏ. பெருக்கத்தில் பழைய டி.என்.ஏ. சுழலுக்கும் புதிய சுழலுக்கும் உள்ள தொடர்பைப் பொறுத்த வரையில் பல வித விளக்கங்கள் உள்ளன. முக்கியமானவை மூன்று வழிகள். அவை யாவன :

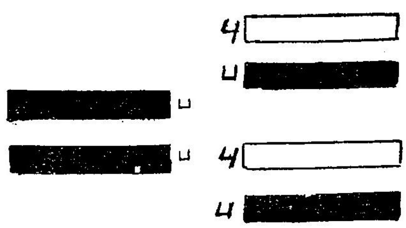
1. பாதுகாப்புக் கொள்கை (Conservative View): இங்கு ஆரம்ப டி.என்.ஏ. சுழல் தன் மூலக்கூறுகளைத் தன்னுள் நிறுத்திக்கொண்டு புது மூலக்கூறுகளின் உதவியால் புது டி.என்.ஏ. சுழல் தோன்றுகிறது. இது டி.என்.ஏ.-யில் முழு வேதியப் பொருள்களால் பாதுகாக்கப்படுகின்றது.



படம் 62

பாதுகாப்புக் கொள்கை (Conservative View)

2. பாதி பாதுகாப்புக் கொள்கை (Semi Conservative View): இங்கு ஆரம்ப டி.என்.ஏ.-யின் மூலக்கூறுகள் சமமாகப் புது டி.என்.ஏ. மூலக்கூறுகளுக்குப் பிரித்துக் கொடுக்கப்படும். வாட்சன், க்ரிக் இந்த முறையைத்தான் தங்கள் நகல்மூலம் விளக்கியுள்ளார்கள். புது டி.என்.ஏ. சுழலில் காணப்படும் ஒரு சங்கிலி புதிதாகவும், மற்றது பழையதாகவும் அமைந்திருக்கும். இதுவே எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டக் கொள்கையாகும்.

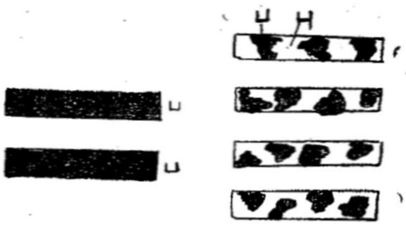


படம் 63

பாதி பாதுகாப்புக் கொள்கை (Semi Conservative View)

3. சிதறுதல் கொள்கை (Dispersive View): இங்கு டி.என்.ஏ. சுழலிலுள்ள மூலக்கூறுகள் ஒழுங்கற்ற முறையில் புதிதாகத் தோன்றும் எல்லா டி.என்.ஏ. சங்கிலியிலும், புதிய மூலக்கூறு

களுடன் சேர்ந்து காணப்படும். இம் முறைப்படி ஆரம்ப டி.என்.ஏ. சுழலில் பழைய, புதிய வேதியப் பொருள்கள் ஒழுங் கற்ற முறையில் சிதறிக் காணப்படுகின்றன.



படம் 64

சிதறுதல் கொள்கை (Dispersive View)

ப — பழைய டி.என்.ஏ. பொருள்

பு — புதிய டி.என்.ஏ. பொருள்

கதிரியக்கச் சக்தி வாய்ந்த (radio active) பொருள்களை (N^{14}) உபயோகித்து, அம் மூலகம் செல்லும் பாதையைப் பின்பற்றிப் பழைய டி.என்.ஏ. மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு புது டி.என்.ஏ.-யில் பிரித்துக் கொடுக்கப்படுகின்றன என்பதை ஆராய்ந்து வருகிறார்கள். இதுவரை கிடைத்த முடிவுகள் வாட்சன், க்ரிக் பாதி—பாது காப்புக் கொள்கைக்குச் சாதகமாக உள்ளன.

இவ்விதம் புதிதாக டி.என்.ஏ. சங்கிலிகள் தோன்றும் பொழுது எப்பொழுதும் ஒரு நைட்ரஜன் மூலக்கூறு தன் துணை மூலக்கூறுடன்தான் இணையும். அதாவது, 'அ' 'தை'யுடனும், 'சை' 'கு'வுடனும் இணையும். அவ்விதமின்றி 'அ' 'கு'வுடன் இணைந்து காணப்பட்டால், புது வித மாறுதல்கள் தோன்றும். இதைத்தான் 'திடீர்மாற்றம்' என்கிறோம்.

டி.என்.ஏ.-யின் சிறப்புத் தன்மை

தற்சமயம் கையாண்ட ஆராய்ச்சி மூலமாகத் தனித்த டி.என்.ஏ.தான் பாரம்பரியப் பொருளாகச் செயல்படுகிறது என்று ஹெர்ஷி (Hershey) என்பவர் நிரூபித்து உள்ளார். வைரஸ் பாக்டீரியாவைத் தாக்கும்போது வைரஸின் டி.என்.ஏ. மட்டும் பாக்டீரியா உள்ளே சென்று புது டி.என்.ஏ.-க்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. அதே சமயம் வைரஸிலுள்ள புரதப் பொருள்கள் வெளியே தங்கி விடுகின்றன.

டி.என்.ஏ.-யில் நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளின் வரிசைக் கிரம அமைப்பு ஒரு சிறப்பு காரணத்தைப் பெற்றுள்ளது. இவ்வமைப் பால்தான் வெவ்வேறு புரதங்களைத் தயாரிக்க, அதன்மூலம் பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்த முடிகிறது. அதனுல் ஸெல்லின் பாரம்பரியப் பண்பிற்கு டி.என்.ஏ. மிகவும் முக்கியமாகும். டி.என்.ஏ.-யுடன்கூடிய புரதப் பொருள்கள் ப்ரோடோ அமைன் (Proto amine) அவ்வளவு முக்கியமல்ல. ஜீன் என்பது டி.என்.ஏ.-யின் ஒரு பகுதியாகும். இப் பகுதி செயலாற்றல் கொண்ட பகுதியாகும். ஆர்.என்.ஏ. மூலமாக இப் பகுதியில் குறிப்பிட்ட புரதங்களைத் தயாரிக்க முடியாது.

உயிரினங்களில் ஏற்படும் வேதிய மாற்றங்கள் அவ்வுயிர் இனங்களே தோற்றுவிக்கும் நொதிகளால் கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றன. நொதிகள் என்பவை சாதாரணமாகத் தனிப்பட்டப் புரதங்களாகும். மேலும், அவை செயல் ஊக்கி(Catalyst)களாக இருந்து வேதிய மாற்றங்களைத் துரிதப்படுத்துகின்றன. பீடில், டாடம் (Beadle & Tatum) என்ற இருவரும் ஒவ்வொரு நொதியைக் கட்டுப்படுத்த ஒரு ஜீன் உண்டு என்ற அடிப்படையில் ஒரு ஜீன்-ஒரு நொதி (one gene-one enzyme) என்ற கொள்கையை அறிமுகப் படுத்தினர்.

நாம் இப்பொழுது குரோமஸோமின் அமைப்பைப்பற்றி அறிந்துகொண்டோம். அந்தக் குரோமஸோமில் ஜீன் நீளவாக்கில் அமைந்துள்ளது என்றும் திட்டவட்டமாக நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அடிப்படையில் மெண்டலின் ஆராய்ச்சியைக் குரோம ஸோமுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கலாம். மெண்டல் காலத்தில் குரோமஸோம் என்று ஒன்று உண்டு என்பதே தெரியாது. குரோம ஸோம்கள் ஜோடியாகவே காணப்படுகின்றன. அவற்றை ஒத்த குரோமஸோம் என்கிறோம். மியாஸிஸ் ஸெல் பிரிதலின்போது இவை பிரிந்து வேறு பால் ஸெல்களுக்குச் செல்கின்றன. அதே போல் மெண்டலின் அலில்கள் பிரிந்து செல்வதைக் கண்டோம். இரட்டை ஹைபிரிட்டில் இரு ஜோடி அலில்களை எடுத்துக் கொண்டால், அவை தனித்தனியாகப் பிரிந்து செல்லக்கூடும் என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. ஸெல்லிலுள்ள குரோமஸோம்களை எடுத்துக்கொண்டால், மாறுபட்ட இரு ஜோடி குரோமஸோம்கள் இடையே இணைப்பு இல்லாததனுல் அவை தனித்துச் செல்லக் கூடும்.

குரோமஸோம் கொள்கை-சட்டன், பவேரி கொள்கை

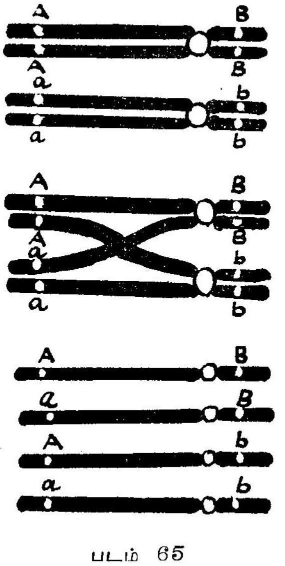
1902-ல் சட்டன், பவேரி தனித்தனியாகத் தங்கள் கோட் பாடுகளை வெளியிட்டார்கள். மியாஸிஸ் நடக்கும்போது குரோம

ஸோம்களின் செயலாற்றமும், ஜீன்களின் நடத்தையும் ஒத்திருப்பதால், 'குரோமஸோம்கள் ஜீன்களால் உண்டாக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும்' என்று அறிவித்தார்கள். அவர்களுடைய கோட்பாடுகளின் சிறப்புத் தன்மை பின் வருமாறு :

1. ஜீன்களைப் போலவே குரோமஸோம்களும் சாதாரண ஜோடிகளாகக் காணப்படுகின்றன. ஒரு ஜோடியில் இருக்கும் குரோமஸோம்கள் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த வேறுபட்ட பெற்றோர்களிடமிருந்து வந்திருக்க வேண்டும்.

2. ஜீன்களைப் போலவே குரோமஸோம்களும் தங்கள் தனித்தன்மையைப் பாதுகாத்து வருகின்றன.

இச் சிறப்புப் பண்புகளை அடிப்படையாகக்கொண்டால், ஜீன்களும் இரட்டையாக இணைந்தே காணப்படும் என்பது தெளிவாகிறது. அவற்றை மெண்டலின் அலில்களுக்கு இணையானவை என்று சொல்லலாம். கரு முட்டைகள் பால்செல்களின் இணை



படம் 65

பிணைதல்-எதிர்மாறுதல் காரணமாகப் புதிய சேர்க்கைகள் தோன்றும் விதம்

வால் தோன்றுவதால், அவற்றிலுள்ள குரோமஸோம்களும் அவற்றின் உட்கூறுகளான ஜீன்களும் இரட்டை நிலையில்

அமைந்திருக்க வேண்டும். இந்தக் கரு முட்டைகள் பால்செல்கள் தோற்றுவிக்கும்பொழுது, இதிலுள்ள குரோமஸோம்கள் குறிப்பாகக் குரோமேடிட்டுகள் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்பட்டுப் பிரிகின்றன. இது ஜீன்களின் பிரிதலையும், பிறகு இணைதலையும் ஒத்திருக்கிறது. மெண்டலின் இரு ஹைபிரிட் கலவியலை எடுத்துக் கொண்டால், முதல் தலைமுறையில் நான்குவகைப் பால்செல்கள் தோன்றக் காணலாம் (படம் 65). அவற்றில் ஐம்பது சதவிகிதம் பெற்றோரில் காணாத புதுக் கலவையைக் குறிக்கிறது. அதாவது, நான்கு குரோமேடிட்டுகளில் இரண்டு மட்டும் எதிர்மாறுதலுக்கு உட்படுகின்றன என்பது தெளிவாகிறது. எடுத்துக்கொண்ட குரோமஸோம்களில் AA BB, aa bb என்ற பண்புகள் அமைந்துள்ளன. அவை AB, Ab, aB, ab என்று நான்கு வகைகளாகப் பிரிகின்றன. இது மெண்டலின் மூன்றாவது விதி பிரிதல் கொள்கையை நிரூபிக்கிறது.

மார்கன் கொள்கை (Morgan Hypothesis)

1910-ல் மார்கன் பாலோடு இணைந்த ஜீன்களை (Sex-linked Genes) கண்டுபிடித்தது, குரோமஸோம் கொள்கைக்கு மற்றொரு சான்றாக அமைந்துள்ளது. கனி ஈயில் தென்படும் வெள்ளைக் கண் ஒடுங்குபண்பாகவும், மேலும் அது பால் தன்மையோடு இணைந்தும் காணப்படுகிறது. சிவப்புக் கண் பெண் ஈயையும், வெள்ளைக் கண் ஆண் ஈயையும் இணையச் செய்ததில் முதல் தலைமுறையில் எல்லா ஈக்களும் (ஆண், பெண் இனங்கள் உட்பட) சிவப்புக் கண்ணோடு காணப்பட்டன. அவ்விதமின்றிச் சிவப்புக் கண் ஆண் ஈயையும், வெள்ளைக் கண் பெண் ஈயையும் பால் தலைகீழ் மாற்றக் கலவியல் செய்ததில் முதல் சந்ததியில் தோன்றிய பெண் ஈக்கள் சிவப்புக் கண்ணுடனும், ஆண் ஈக்கள் வெள்ளைக் கண்ணுடனும் காணப்பட்டன. இதை விளக்கமாகப் பால் பிணைதல் அத்தியாயத்தில் காணலாம்.

கனி ஈயில் ப்ரிட்ஜஸ்ஸூம் மார்கனும் ஆராய்ச்சி செய்து குறிப்பிட்ட ஜீன்கள் குறிப்பிட்ட குரோமஸோமில் தோன்றுமேயன்றி ஒழுங்கற்ற முறையில் தோன்றுவதில்லை என்று விளக்கியுள்ளனர். மார்கன் தம்முடைய பரிசோதனைமூலம் குரோமஸோமில் ஜீன்கள் நீளவாக்கில் அமைந்திருக்க வேண்டும் என்று முன் கூட்டியே அறிவித்துள்ளார். அதன் பிறகு பிணைதல், எதிர்மாறுதல் இவற்றைப் பயன்படுத்தி வரைந்த குரோமஸோம் இதை உறுதிப்படுத்துகிறது.

மேலும், பிணைதல் மூலமாகவும் குரோமஸோம் கொள்கையை நிரூபிக்கலாம். ஒரு குரோமஸோமில் ஜீன்கள் அடுத்தடுத்து நெருக்கமாக அமைந்திருந்தால் பரம்பரை வழியாகச் செல்லும் பொழுது, அவை ஒரு தொகுதியாகச் செயல்படுமேயன்றி, தனித்துச் செல்வது இல்லை. அதாவது, மெண்டலின் தனித்துப் பிரிதல் கொள்கைப்படி இவை செயல்படுவதில்லை. இதைத்தான் பேட்சன், பன்னட் என்பவர்கள் பின்ஸ் செடியின் பூ நிறத்தில் செய்த ஆராய்ச்சி உறுதிப்படுத்தியது.

சுருக்கம்

இவ்விதம் குரோமஸோமிலுள்ள ஜீன்கள் இணைந்தே இருந்து விட்டால் புது இனம் தோன்ற இடமில்லாமல் போய்விடும். இதைத் தவிர்க்கத்தான் மியாஸிஸ் செல் பிரிதலின்போது எதிர் மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. இதனால் புது சேர்மானங்கள் ஏற்பட வழியுண்டாகிறது. குரோமஸோம் கொள்கை சுலபமாகப் பாரம் பரியத் தன்மையை விளக்கியபோதும், மெண்டலைப் பின்பற்றும் தீவிரவாதிகள் இக் கொள்கையை ஒத்துக்கொள்ளவில்லை. ஆரம் பத்தில் பயிர் வளர்ப்பவர்களின் பண்பாட்டியல் தனித்தும், செல்லி யலின் பண்பாட்டியல் தனித்தும் இருந்தது. பயிர் வளர்ப்பவர்கள், 'மெண்டலின் தத்துவத்தை ஆராய்ச்சிக்கூடத்திலிருந்தே அவ்வளவு சுலபமாக விவரிக்க முடியாது' என்ற கருத்துக்கொண்டிருந்தார்கள். பிறகு பலருடைய ஆராய்ச்சியின் பயனாக, கீழ்க்காணும் உண்மைகள் மூலம் குரோமஸோமின் சிறப்பு தெளிவாயிற்று. கீழ்க்காணும் விவரங்கள்மூலம் குரோமஸோமிற்கும், ஜீன்களுக்கும் உள்ள ஒற்றுமை விளங்கும். இவற்றை 'இந்த அத்தியாயத்தின் சுருக்கம்' எனக் கொள்ளலாம்.

1. மெண்டலின் காரணிகளை ஜீனுக்கு இணையாகச் சொல்ல லாம்.
2. ஜீன்கள் இணையாகக் காணப்படும். இவை அலில் ஜோடி எனப்படும்.
3. அலில் ஜீன்கள் இரண்டு மாறுபட்ட குரோமஸோமில் காணப்படும். அந்தக் குரோமஸோம்களை ஒத்த குரோம ஸோம் என்பர்.
4. இந்த ஒத்த குரோமஸோம்கள் மாறுபட்ட பெற்றோர் களிடமிருந்து வருகின்றன.
5. ஜீன்கள் தனி அளவுகளாகச் செயல்படுகின்றன.

6. ஜீன்கள் சாதாரணமாக மாறுதல் அடையாமல் பல தலைமுறைகளுக்குச் செல்ல முடியும்.

7. அலில்களின் ஜீன்கள் முழுவதாகப் பிரிந்து செல்வதால் கேமீட்டுகள் கலப்பற்றுக் காணப்படுகின்றன.

8. கேமீட்டுகள் ஒரு ஜீனைத்(அலிலின் ஒரு பாதியை)தான் பெற்றிருக்கும்.

9. ஜீன்கள் மாறுதல் அடைவதைத்தான் திடீர்மாற்றம் என்கிறோம். கனி ஈ ஏறத்தாழப் பத்து நாள்கள்தான் உயிர் வாழ முடியும். கனி ஈயின் ஜீன் கிட்டத்தட்ட பத்து இலட்சத் தலைமுறைக்கு ஒரு தடவை திடீர்மாற்றம் அடைகிறது.

10. சாதாரணமாக ஒரு ஜீன், உயிரினத்தின் ஒரு பண்பைத் தான் கட்டுப்படுத்தும். மெண்டல் எடுத்துக்கொண்ட பட்டாணிச் செடியிலுள்ள பண்புகள் இவ் வகையையே சார்ந்திருந்தன. ஆனால், நாம் முன்பு கண்டபடி ஒரு ஜீன் பல பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம். சில மிருகங்களில் தோல் உரோமத்தின் நிறம் இவ் வகையைச் சேர்ந்தது. இதே போல் ஒரே பண்பிற்குப் பல ஜீன்கள் காரணமாக அமையலாம். உதாரணமாக, கனி ஈயின் கண் நிறத்தைக் கட்டுப்படுத்தப் பல ஜீன்கள் உண்டு. மேலும், அவை எல்லாக் குரோமஸோம்களில் காணப்படுகின்றன. இதைத் தான் மல்டிபிள் அலில்கள் (Multiple Alleles) என்பர்.

11. பாரம்பரியப் பொருள்களான ஜீன்கள் குரோமஸோமில் நீளவாக்கில் அமைந்துள்ளன. இவ்விதம் அமையும் போது மாறுபட்ட பண்புகளின் காரணிகள் அடுத்தடுத்து அமைந்து ஒரே தொகுதியாகச் செயல்படலாம். இதுவே பிணைதல் ஆகும். மெண்டல் கொள்கைபோல் இவை பிரிதல் கொள்கைக்கு அடிபணிவதில்லை.

12. திடீர்மாற்றம் காரணமாக ஒரு ஜீனில் மாறுதல் ஏற்பட்டால், அது ஃபினோடைப்பில் பல மாறுதல்களைத் தோற்றுவிக்கும். அதாவது, ஒரே ஜீன் பல பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும். இதைத்தான் ப்ளியோட்ராபி (Pleiotropy) என்பர்.

11. திடீர்மாற்றம்
(Mutation)

தோற்றுவாய்

முன் அத்தியாயத்தில் மெண்டலின் கொள்கைமூலம் எவ் விதப் பண்புகள் கலக்கக்கூடும் என்று கண்டோம். மெண்டலிஸத் தின் வழியாகப் புது பண்புகள் தோன்றுவதில்லை. ஆனால், பெற்றோர் களில் காணும் பண்புகளே புது முறையில் அமையக்கூடும். உதாரணமாக, மஞ்சள் உருண்டைப் பட்டாணி விதைகளைப் பச்சை சுருங்கிய விதைகளின் மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்து வதால், இவற்றிலிருந்து வேறுபட்ட மஞ்சள் சுருங்கியவை, பச்சை உருண்டை என்ற புது இனங்கள் தோன்ற முடியும் என் பதையும் கண்டோம். இம் முறைக்கும் ஓர் எல்லை உண்டு. இவ்வித இணைவால் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள புது இனங்களை அடைய முடியும். அதன் பிறகு புது இனங்கள் தோன்ற இடமில்லை.

ஆனால், உயிரினங்களில் இயற்கையாகவே பெற்றோர்களிடம் காணப்படாத சில புது பண்புகள் தோன்றக் காணலாம். இப் பண்புகள் ஏறக்குறைய நிலைத்தவையாகவும், ஒரு தலைமுறையி லிருந்து மறு தலைமுறைக்குச் செல்லக்கூடிய நிலையிலும் அமை கின்றன. மெண்டல், டார்வின் போன்ற அறிஞர்கள் இது போன்ற நிகழ்ச்சிகளை அறிந்திருந்தார்கள். டார்வின் (Darwin) தம் ஆராய்ச்சியின்பொழுது கண்ட இவ்வித நிகழ்ச்சிகளை 'ஸ்போர்ட்ஸ்' (Sports) என்ற பெயரால் விவரித்துள்ளார். ஆனால், அவர் அதற்கு அவ்வளவு முக்கிய இடம் தரவில்லை. பேட்சன் (Bateson) இந் நிகழ்ச்சியைத் 'தொடர்பற்ற மாறு பாடுகள்' (Discontinuous Variations) என்று கூறியுள்ளார். ஹுகோ டி விரிஸ் (Hugo De Vries) என்ற டச்சுத் தாவர

வல்லுநர்தாம் இவ் வகை நிகழ்ச்சிக்குத் திடீர்மாற்றம் (Mutation) என்ற பெயர் கொடுத்தார். மியூடேஷன் என்ற ஆங்கிலச்சொல் மாறுதல் என்று பொருள்படும். ஓர் உயிரினத்தின் மரபுப் பொருள் களில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள் புறத்தோற்றத்தில் ஏற்படுத்தும் மாற்றங்களையே திடீர்மாற்றம் எனக்கொள்ளலாம். இவை பாரம் பரிய வழியாகத் தோன்றக்கூடியவையாகும். ஆனல், புறத் தோற்றத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கு மரபுப் பொருள்களே காரணமாக அமைய வேண்டும் என்பதில்லை. இதைப்பற்றிப் பிறி தோர் அத்தியாயத்தில் காண்போம்.

சில நூற்ருண்டுகளுக்கு முன், 'சிற்றினத்தின் நிலையான தன்மை' (Constancy of Species) என்ற கொள்கை நிலவி வந்தது. டார்வின் தம் பரிணமக் கொள்கையால் இக் கருத்தைத் திருத்தி அமைத்தார். இந் நூற்ருண்டின் முற்பகுதிவரை 'ஜீன் நிலை மாருதது' என்ற கொள்கை இருந்து வந்தது. பாரம்பரியப் பண்பு ஜீனுடைய இயல்பைப் பொறுத்தது என்பதை நாம் அறிவோம். முல்லர் (Muller) என்பவர்தாம் ஜீன்கள் மாறுதலடையும் என்று நிரூபித்துள்ளார். இம் மாறுதல்கள் பாரம்பரியப் பண்புகளையும் (Hereditary Characters) மாற்றி விடுகின்றன. இவ்வித மாறு தல்கள்தாம் திடீர்மாற்றங்கள் ஆகும். நம்மைச் சுற்றியுள்ள உயிரினங்களில் திடீர்மாற்றங்கள் நடந்துகொண்டிருக்கின்றன.

டி விரிஸ் பரிசோதனை

திடீர்மாற்றத்தின் வகைகள், காரணங்கள் இவற்றைப்பற்றி ஆராய்வதற்குமுன் எவ்விதம் டி விரிஸ் முதன்முதலில் இந் நிகழ்ச்சியைக் காண நேர்ந்தது ? இவர் தம் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொண்ட ஈனேதீரா லாமார்க்கியான (Oenothera lamarckiana) என்ற செடியில் இரு ஆண்டுகள் பரிசோதனைகள் நடத்தி, அவருடைய ஆராய்ச்சிக் கட்டுரையான 'திடீர்மாற்றக் கொள்கை' (Die Mutations Theory) என்பதை வெளியிட்டுள்ளார். இச் செடி அமெரிக்காவிலிருந்து இங்கிலாந்து வாயிலாக ஐரோப்பாவை அடைந்துள்ளது. ஆம்ஸ்டர்டாம் நகரத்தில் இச் செடிகள் கவனிப்பாரற்று உருளைக்கிழங்கு நிலத்தில் களைகளாகக் காணப்படு கின்றன. முதன்முதலில் டி விரிஸ் இவற்றைக் காண நேர்ந்தது; இக் கூட்டத்தில் இருவிதமான தனி இனங்களைக் கண்டார். இச் செடி தன்மகரந்தச் சேர்க்கையால் இனவிருத்தி செய்வதால், இயற்கையிலேயே மாற்றுக் கலவியல் நடந்து புது இனங்கள் தோன்ற இடமில்லை. அதனல் டி விரிஸ் தாம் கண்ட புது இனங்கள் திடீர்மாற்றத்தினல்தான் தோன்றியிருக்கக்கூடும்

என்பதைத் தெளிவுபடுத்திக்கொண்டார். அவர் கண்ட புது இனங்கள் ஈ லேவிஃபோலியா (O. laevifolia), ஈ ப்ரவிஸ்டைலிஸ் (O. brevistylis) ஆவன. இச் செடிகளைத் தம் தோட்டத்தில் வளர்த்து எட்டு ஆண்டுகள் பரிசோதனை நடத்தியதில் கிடைத்த ஐம்பதாயிரம் செடிகளில் ஏறக்குறைய எண்ணூறுக்கு மேற்பட்ட மியூடன்ட்டுகள் (Mutants) என்னும் புது இனங்களைத் தோற்றுவித்துள்ளார். பின் கையாண்ட முறைகள்மூலம் ஈனோதிராச் செடி சிக்கலானது என்றும், மியூடேஷனைப்பற்றி அறிவதற்கு ஏற்ற சாதனம் அல்ல என்றும் தெளிவாயிற்று. இருந்தபோதிலும் ஈனோதிரா மூலமாகத்தான் பண்பாட்டியலில் டி விரிஸ் புது அத்தியாயத்தைத் தொடங்க முடிந்தது.

விளக்கம்

திடீர்மாற்றம் என்பது மரபுப் பொருள்களின் அமைப்பில் ஏற்படக்கூடிய பாரம்பரியத் திடீர்மாறுதல்கள் ஆகும். இங்கு மெண்டலிஸத்தில் கண்டதுபோல் மரபுப் பொருள்கள் (ஜீன்கள்) பிரிவதோ, மறுமுறை இணைவதோ இல்லை. பெரிய புற அமைப்பில் புலப்படக்கூடிய மாற்றங்களைமட்டும் திடீர்மாற்றங்கள் என்று துவக்கத்தில் நினைத்து வந்தனர். ஆனால், பின்னர் நடத்திய சோதனைகள்மூலம் புற அமைப்பில் மாறுபாடுகள் ஏற்படாவண்ணம் சிறிய திடீர்மாற்றங்கள்கூட ஏற்படலாம் என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. ஸ்டெபீன்ஸ் (Stebbins) கூற்றுப்படி குரோமஸோமின் ஒரு சிறு பகுதியில் நடக்கும் வேதிய மாற்றங்கள், புற அமைப்பு மாற்றங்களுக்கு அடிகோலியாக அமைகிறது. திடீர்மாற்றம் என்பது பரிணமத்துக்குத் தேவையான கச்சாப் பொருள்களைக் கொடுப்பதன்மூலம் உயிரினங்களில் புது இனங்களை ஏற்படுத்தும் நிகழ்ச்சியாக அமைகிறது.

L. J. ஸ்டேட்லர் (L. J. Stadler) கூற்றுப்படி திடீர்மாற்றம் என்பது செய்முறைப்படி ஜீன் திடீர்மாற்றத்தையே குறிக்கும். ஜீன் திடீர்மாற்றம் என்பது ஜீனில் ஏற்படும் மாறுதல்கள், நஷ்டங்கள், அதிகரிப்புகள், மேலும் ஒரு ஜீனுக்கும் மற்றவற்றிற்கும் உள்ள இட அமைப்புகள் இவற்றைக் குறிக்கும். சின்னட் விளக்கப்படி திடீர்மாற்றம் என்பது உயிரினத்தில் தோன்றும் பாரம்பரிய மாற்றத்தைக் குறிக்கும். இம் மாற்றம் எவ் வழிகளில் தோன்றக்கூடும் என்பது முக்கியமல்ல. உதாரணமாக, குரோமஸோம்களிலும் தோன்றலாம். குரோமஸோம் மாற்றங்களாகவும், குறிப்பிட்டுச் சொன்னல் ஜீன் திடீர்மாற்றங்களாகவும் அமையலாம்.

திடீர்மாற்றம் தோன்றும் இடம் : திடீர்மாற்றம் எங்கு, எப்பொழுது, எவ்வாறு தோன்றும் என்று முன்கூட்டியே சொல்ல முடியாது. சாதாரண நபர்கள் அடங்கிய கூட்டத்தில் திடீரென்று ஒரு நபரில் மட்டும் மாறுதல்கள் தோன்றலாம்.

திடீர்மாற்றம் ஏற்படுத்தும் இடத்தைப் பொறுத்து மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம் :

1. கேமீட்டுகளின் திடீர்மாற்றம் (Gametic Mutation)
2. கரு முட்டையின் திடீர்மாற்றம் (Zygote Mutation)
3. உடல் திசுக்களின் திடீர்மாற்றம் (Somatic Mutation)

1. கேமீட்டுகளின் திடீர்மாற்றம் : கேமீட்டுகளில் திடீர் மாற்றம் ஏற்பட்டால், அவற்றின் சேர்க்கையால் தோன்றும் சந்ததியிலும் மாற்றங்கள் ஏற்படலாம்.

2. கரு முட்டையின் திடீர்மாற்றம் : கரு முட்டையில் ஏதாவது மாற்றம் ஏற்பட்டால், அக் கரு முட்டையிலிருந்து தோன்றும் செடியின் ஒரு பகுதி மட்டும் மாற்றத்துடனும், மற்றப் பகுதி மாற்றமடையாமல் தாய்ச்செடியை ஒத்துமிருக்கும்.

3. உடல் திசுக்களின் திடீர்மாற்றம் : செடி நன்கு வளர்ச்சி அடைந்த பிறகு மாற்றம் ஏற்பட்டால், அந்தப் பாகம் மட்டுந்தான் தாய்ச்செடியிலிருந்து வேறுபட்டுக் காணப்படும்.

மக்காச் சோளம், கனி ஈ முதலியவற்றை உபயோகித்து, திடீர் மாற்றம் ஏற்படும் முறையை அறிய முல்லர் (Muller), ஸ்டேட்லர் (Stadler) போன்ற அறிஞர்கள் பல புதுச் செயல்முறைகளைக் கையாண்டு இருக்கிறார்கள். திடீர்மாற்றத்துக்கு எடுத்துக் கொள்ளும் உயிரினம் கலப்பிலாச் சந்ததியாக இருக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் ஜீன் முன் நிலையையும், பின் நிலையையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்து எங்கு, எவ்வாறு திடீர்மாற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது என்று அறிய முடியும். இவ்விதமாகத்தான் ஜீனின் அமைப்பு, செயலாற்றம் முதலியவற்றைப் பண்பியல் விஞ்ஞானிகள் அறிகிறார்கள். திடீர்மாற்றம் ஏற்படாத ஜீன் கூட்டத்தைக் கண்டறிய முடியாத கூட்டம் எனக் கொள்ளலாம்.

திடீர்மாற்ற வகைகளும் அவற்றைத் தூண்டும் சூழ்நிலைகளும்

திடீர்மாற்றத்தைப் பல அடிப்படையில் பிரிக்கலாம் :

1. மாற்றம் தோன்றும் வகை : திடீர்மாற்றம் தோன்றும் வகையைப் பொறுத்து இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம் :

அ. **தன்னிச்சையான திடீர்மாற்றம் (Spontaneous Mutation):** இயற்கையில் தானாகவே மனிதனின் தூண்டுதலில்லாமல் ஏற்படும் மாறுபாடுகள். ஈனோதீராச் செடியில் டி விரிஸ் கண்டது இவ் வகைதான்.

ஆ. **தூண்டப்பட்ட திடீர்மாற்றம் (Induced Mutation):** கதிர் இயக்கம், வேதியல் பொருள்கள் போன்ற சாதனங்களால் விஞ்ஞானி செயற்கை முறையில் திடீர் மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்க முடியும். இதைப்பற்றிப் பின்பு விளக்கமாக அறியலாம்.

2. ஏற்படும் மாற்றத்தின் அளவு : திடீர்மாற்றத்தின் காரணமாக உயிரினத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களின் அளவைப் பொறுத்து இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம் :

அ. **சிறு திடீர்மாற்றம் (Micro Mutation) :** புறத் தோற்றத்தில் மாறுதல் ஏற்படுத்தாவண்ணம் ஜீன்களில் மட்டும் மாறுதல்கள் ஏற்பட்டால், அதைச் சிறு திடீர் மாற்றம் என்பர்.

ஆ. **பெரு திடீர்மாற்றம் (Macro Mutation) :** மிகுந்த அளவில் திடீர்மாற்றம் நிகழ்ந்து, உயிரினத்தில் கண்ணுக்குப் புலனாகும்படி புற அமைப்பில் மாறுதல் நிகழ்ந்தால், அதைப் பெரு திடீர்மாற்றம் என்பர்.

3. டி. அமெடோ (D. Ameto - *1956*-ல்) **திடீர்மாற்றத்தை மூன்று வகைகளாகப் பிரித்துள்ளார் :**

1. ஜீன் திடீர்மாற்றம்
2. குரோமஸோம் திடீர்மாற்றம்
3. ஜீனோமேடிக் திடீர்மாற்றம்

4. டார்லிங்டன்-மேதர் (Darlington - Mather) என்ற இருவர் திடீர்மாற்றத்தை ஐந்து வகைகளாகப் பிரித்துள்ளனர் :

1. ஜீன் திடீர்மாற்றம் (Gene Mutation)
2. உருவகத் திடீர்மாற்றம் (Structural Mutation)
3. எண்மானத் திடீர்மாற்றம் (Numerical Mutation)
4. கணிகத் திடீர்மாற்றம் (Plastid Mutation)
5. ஸைடோப்ளாசத் திடீர்மாற்றம் (Cytoplasmic Mutation)

ஜீனின் தன்மை

'உயிரினங்களில் செயலாற்றத்திற்கும், பண்புகள் பிரிந்து இணைவதற்கும், திடீர்மாற்றத்திற்கும் ஜீன்களே சிறிய அடிப்படை அளவுகளாக அமைகின்றன' என்ற உண்மை எல்லோராலும் ஒத்துக்கொள்ளப்பட்டது. செயல்படும் அளவுகளுக்குள் எதிர்மாறுதல் (crossing over) நடக்கிறது என்பதும், பொய் அலில்களைக் (pseudo alleles) கண்டுபிடித்ததிலிருந்து ஜீன்கள் மூன்று நிலைகளில் இருக்கலாம் என்பதும் தெளிவாகிறது. கீழ்க்காணும் மூன்று பெயர்களே அவ் வகை நிலைகளைக் குறிக்கத் தக்கவை என்று அங்கீகரிக்கப்பட்டுள்ளது:

ரீகான் (Recon): இது மிகவும் சிறிய அளவு ஆகும். எதிர்மாறுதல் நடக்கும்பொழுது இவை பிரிந்து மறுபடியும் இணைகின்றன. குரோமஸோமில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் எதிர்மாறுதல் நடப்பதில்லை என்று சொல்வதைவிட, எதிர்மாறுதல்கள் அந்தக் குரோமஸோமில் கவனிக்கப்படவில்லை என்பதே சரியானது. பென்ஸர் (Benzer) எதிர்மாறுதலில் ஆராய்ச்சி நடத்தி ஒவ்வொரு ரீகானும் இரு ஜோடி நூக்ளியோடைட் (Nucleotide)களால் ஆனது என்று நிரூபித்துள்ளார். (நூக்ளியோடைட் என்பது ஒரு நைட்ரஜன் மூலக்கூறு, சர்க்கரை மூலக்கூறு, பாஸ்பேட் ஆகியவற்றால் ஆனது.)

மியூடான் (Muton): திடீர்மாறுதலுக்கு உட்படக்கூடிய மிகச் சிறிய அளவாகும். ரீகானைவிட இதில் அதிக அளவு நூக்ளியோடைட்கள் உண்டு. ஆனால், அவற்றின் எண்ணிக்கை ஐந்துக்குமேல் போவதில்லை.

சிஸ்ட்ரான் (Cistron): இதுதான் செயலாற்றல் கொண்ட அளவு. உடலிலுள்ள வெவ்வேறு பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் குரோமஸோம் பகுதிகளில் சிஸ்ட்ரான்கள் அமைந்துள்ளன. ரீகான், மியூடான் இவற்றோடு ஒப்பிடும்பொழுது இது மிகவும் பெரிய அளவில் காணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு சிஸ்ட்ரானிலும் ஏறக்குறைய 500 முதல் 2000 நூக்ளியோடைட்கள் உள்ளன.

ஓபிரான் (Operon): சிஸ்ட்ரான்களின் ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசை அமைப்பைக் குறிக்கும் சொல். டி.என்.ஏ. செய்தியை மாற்றி அமைக்கும் (transcription) அளவாக அமைகிறது. இதைப்பற்றி ஜீன் சங்கேதத்தில் விவரமாகப் படிக்கலாம்.

கோல்ட்ஷ்மிட் (Goldschmidt) கூற்றுப்படி ஜீன்கள் கயிற்றில் கோக்கப்பட்ட மணிகள்போல் தனித்துக் காணப்படுவதில்லை. குரோமஸோம் என்பது ஒரு பெரிய மூலக்கூறுகும் (Macro-molecule). அதில் மரபுப் பொருள்கள் தொடர்ச்சியான நிலையில் அமைகின்றன. ஜீன்கள் என்று நாம் கூறுவது குறிப்பிட்ட செயல்களுக்குக் காரணமாக அமையும் சில இடங்களைக் குறிப்பிடுவதாகும். இதை நிரூபிப்பது மிகவும் சுலபம். ஜீன்களுக்கு இடத்தைப் பொறுத்துச் செயலாற்றும் தன்மை உண்டு. குரோமஸோமில் ஓர் இடத்திலிருந்து ஜீனை இடமாற்றம் செய்தால், அதனுடைய செயலாற்றலும் மாறுபாடு அடைகிறது. ஜீன் திடீர்மாற்றம் என்பது குரோமஸோமில் ஜீன்களின் சிறிதளவு நீக்கங்களையோ அல்லது இட மாற்றங்களையோ குறிக்குமேயல்லாது மரபுப் பொருள்களின் அமைப்பில் மாறுபாடுகள் ஏற்படுதல் என்று கொள்ளக்கூடாது.

ஜீனில் ஏற்படும் திடீர்மாற்றம் (Gene Mutation)

ஜீன் என்பது நிலைத்திருக்கக்கூடிய அடிப்படை அளவாகும். ஒரு ஜீன் தன்னைப்போல் பல ஆயிரக்கணக்கான சரியான நகல்களை உற்பத்தி செய்ய முடியும். இருந்தபோதிலும் திடீர்மாற்றத்தினால் மியூடன்ட் (Mutant) எனப்படும் புது ஜீன் தோன்றலாம். இம் மியூடன்ட் தன்னைப் போன்ற நகல்களையே உற்பத்தி செய்யுமே தவிர, அதனுடைய தாய் ஜீனைப்போல் உற்பத்தி செய்வதில்லை. மியூடன்ட் ஜீன் நகல் எடுக்கும் தன்மை பெற்றுள்ளதால், தனித்த அளவு (single unit) என்பது தெளிவாகிறது. புரதத்தைப் போல் ஜீனும் மூலக்கூறுகளின் கூட்டால் ஆனதாகும். குரோமஸோமில் ஜீன் பாகங்கள் என்றும், ஜீனல்லாத பாகங்கள் என்றும் வித்தியாசப்படுகிறது. ஒரு ஜீன் பிரிந்து இரண்டு ஜீன்களைக் கொடுப்பதில்லை. ஆனால், அது தன்னைப் போன்ற மற்றொரு புது ஜீனை உண்டுபண்ணுகிறது. இதற்கு ஆடோ கடேலிசிஸ் (auto catalysis) என்று பெயர். உயிரற்ற பொருள்களில் இவ்வித நிகழ்ச்சி நடப்பதாகத் தெரியவில்லை. இவ்வித ஆடோ கடேலிசிஸ் நடக்கும்பொழுது ஒரு வகை தன்சார்ப்புச் சக்தி பராமரிக்கப் படுகிறது. இதற்கு நிரூபணமாக மியூடன்ட் ஜீனைக் கொள்ளலாம். ஜினில் திடீர்மாற்றம் ஏற்பட்டு அதே இடத்தில் இருக்கும்போது அது பழைய ஜீனுக்கு அலிலாகவே செயல்படுகிறது. ஒத்த ஜீன்கள் ஒரே சமயத்தில் திடீர்மாற்றத்திற்கு உட்படுவதில்லை. இதனால் திடீர்மாற்றம் சூழ்நிலையின் தூண்டுதலால் ஏற்படுவதில்லை; ஆனால், ஜீனின் குணுநிசயத்தினுல் ஏற்படுகிறது என்பது தெளிவாகிறது.

குரோமஸோமின் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஜீனில் ஏற்படும் மாறுபாட்டை ஜீன் மியூடேஷன் என்பர். இதையே புள்ளித் திடீர்மாற்றம் (Point Mutation) என்றும் சொல்லலாம். இவ் வித ஜீன் திடீர்மாற்றத்தைக் கனி ஈயில் (Drosophila) முல்லர் கண்டுபிடித்தார்; கலப்பிலாச் சந்ததியைக் கொடுக்கும் கனி ஈக்களுக்குச் சிவப்பு நிறக் கண்கள் இருப்பதைக் கண்டார். இவற்றைத் தனித்து இனப்பெருக்கம் செய்து வந்ததில் திடீரென வெள்ளை நிறக் கண்களையுடைய சில கனி ஈக்கள் தங்களைப் போலவே இனப்பெருக்கம் செய்தன. இது ஜீன் திடீர் மாற்றத்தின் விளைவேயாகும்; மெண்டலின் கொள்கைப்படி தோன்ற வழியில்லை.

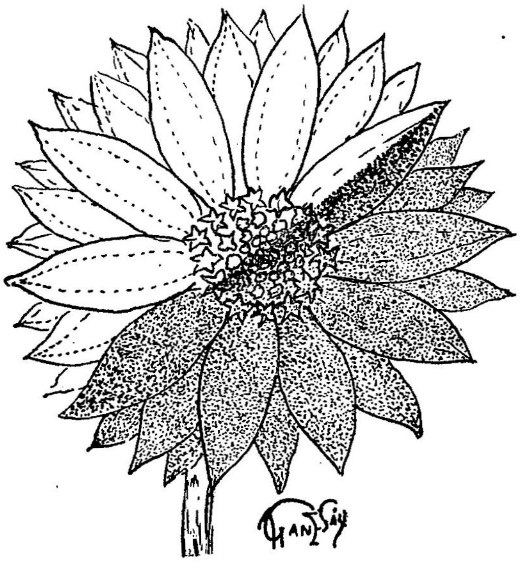
உடல்திசு திடீர்மாற்றங்கள் (Somatic Mutations)

திடீர்மாற்றம் கேமீட்டுகளிலும், கரு முட்டையிலும் ஏற்படலாம் என்று முன்பே கண்டோம். இங்கு இன விருத்திப் பொருள்கள் ஈடுபடுகின்றன. ஆனால், உடல் திசுக்களிலும், திடீர் மாற்றம் தோன்ற இடமுண்டு. இங்குச் செடி நன்றாக வளர்ந்தவுடன் செடியின் ஒரு பகுதியோ அல்லது குறிப்பிட்ட திசுக்கள் ஜீனோடைப்பிலோ பிளாஸ்மா டைப்பிலோ வேறுபடுகின்றன. இவ்வாறு மாறுபட்ட மியூடன்ட் அல்லது செடியைக் கைமீரா (Chimera) என்பர். விங்க்லர் (Winkler) என்ற தாவரவியலாசிரியர் இந்தக் கைமீரா ஹோமர் கவியின் இலக்கியத்தில் வரும் கதாநாயகி கைமீரா போல் உள்ளது என்று கூறியுள்ளார். கைமீரா என்பது ஒரு கற்பனை மிருகம். அதன் உடல் மூன்று விலங்குகளின் பாகங்களைக்கொண்டது. சிங்கத்தின் தலை, ஆட்டின் உடல், பாம்பின் வால் முதலியன. படத்தில் உள்ள (படம் 66) சூரியகாந்திப் பூவின் ஒரு பாதி மஞ்சளாகவும், மறுபாதி சிவப்பாகவும் அமைந்துள்ளன. இதுவும் ஒரு வகைக் கைமீரா.

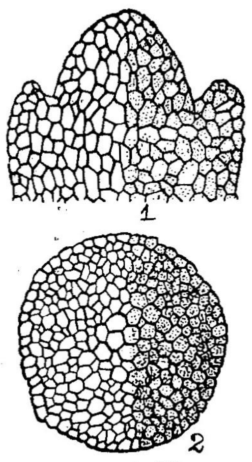
கதம்ப உரு வகைகள்

கதம்ப உருக்கள் மூன்று வகைப்படும்:

1. பகுதிக் கதம்ப உரு (Sectorial Chimera)
2. சுற்றிவளர்க் கதம்ப உரு (Periclinal Chimera)
3. மெரிக்லைனல் கதம்ப உரு (Mericlinal Chimera)



படம் 66
கதம்ப உரு சூரியகாந்திப் பூ
(விளக்கம் கட்டுரையில் காணவும்.)



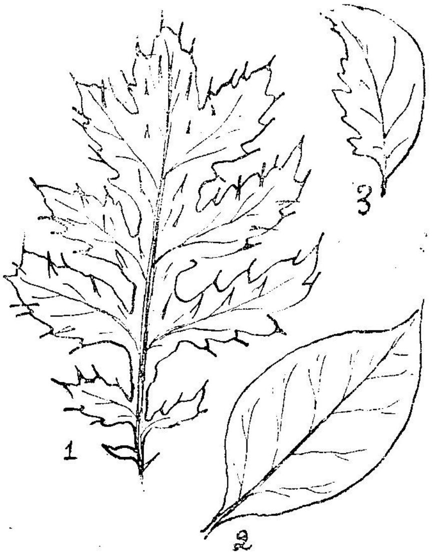
படம் 67
பகுதிக் கதம்ப உரு
1. தண்டு நெடுக்கு வெட்டு
2. தண்டு குறுக்கு வெட்டு

முதல் இரு வகைகளையும் அதாவது பகுதி, சுற்றிவளர்க் கதம்ப உருக்களைப் பார் (Baur) என்பவர் அறிமுகப்படுத்தினர். மூன்றாவது வகையான மெரிக்லைனல் கதம்ப உரு என்பது பகுதி, சுற்றிவளர்க் கதம்ப உருக்களின் சேர்க்கையாகும். இவ் வகையை ஜார் ஜென்சன் என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

1. பகுதிக் கதம்ப உரு: இங்கு மரபு இயல்பில் வேறுபட்ட திசுக்கள் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் அடுத்தடுத்து அமைவதைக் காணலாம். படம் 67-லுள்ள சூரியகாந்தி மஞ்சரி அமைப்பு இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு.

கண்டங்கத்திரி, மணத்தக்காளி இவற்றை ஒட்டுப்போடுவதால் கைமீராக்கள் தோன்றுகின்றன. இந்தக் கைமீராவில் ஒரு பகுதி

கண்டங்கத்திரி போன்றும், மறுபாதி மணத்தக்காளி போலவும் தோன்றும்.



படம் 68

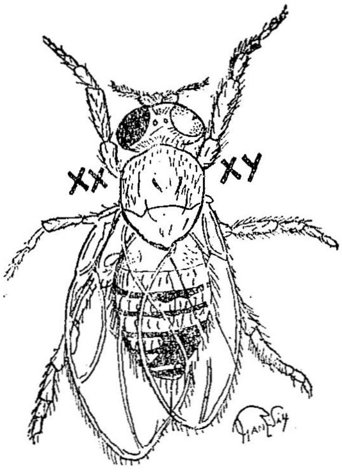
1. கண்டங்கத்திரி இலை; 2. மணத்தக்காளி இலை; 3. கதம்ப உருவின் இலை

அதேபோல் கணி ஈயில் (பாதி ஆண், பாதி பெண்) அர்த்த நாரி என்ற வகை பகுதிக் கதம்ப உருவைச் சேர்ந்தது ஆகும். இதைப்பற்றிப் பிறிதோர் அத்தியாயத்தில் விளக்கமாகக் காண லாம். இவ் வகையை கைனன்ட்ரோமார்ப் (**Gynandromorph**) என்பர். பெண் பகுதியில் இறகு நன்ருக வளர்ந்துள்ளது. கண் கறுத்த நிறத்துடனும், உரோமங்கள் நீண்டும் காணப்படும். ஆண் பகுதியில் அம் மாதிரியான வளர்ச்சி காணப்படுவதில்லை (படம் 69).

2. சுற்றிவளர்க் கதம்ப உரு: இங்கு மரபு இயல்பில் வேறுபட்ட திசுக்கள் ஒன்றைபொன்று அடுத்து வட்டமாக அமைகிறது. அதாவது, ஒரு வகை திசுவை உள்ளிட்டு, மற்றது வெளியில் அமைந்துவிடும் (படம் 70).

இதற்குத் தக்காளி, மணத்தக்காளி ஒட்டுப்போடுதலை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இம் முறையில் கிடைக்கும் கதம்ப உருவுக்குத் தக்காளியின் உடல் அமைப்பும், மணத்தக்காளியின் புறத் தோலும் அமையும் (படம் 71).

பெலார்கோனியம் (Pelargonium) இலையில் விளிம்பு வெள்ளை யாகக் காணப்படும். இதுவும் சுற்றிவளர்க் கைமீராவுக்கு எடுத்துக் காட்டாகும்.

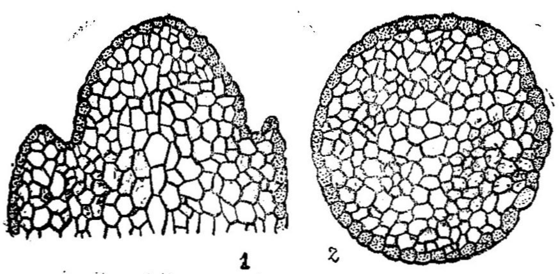


படம் 69

ஆண் பாதி, பெண் பாதி கனி ஈ

XX உள்ள பாதி பெண் பாதி. இங்குக் கண் சிவப்பாகவும், இறக்கை சாதாரணமாகவும் இருக்கும்.

XY உள்ள பாதி ஆண் பாதி. இங்குக் கண் வெள்ளையாகவும், இறக்கை சிறுத்தும் காணப்படும்.



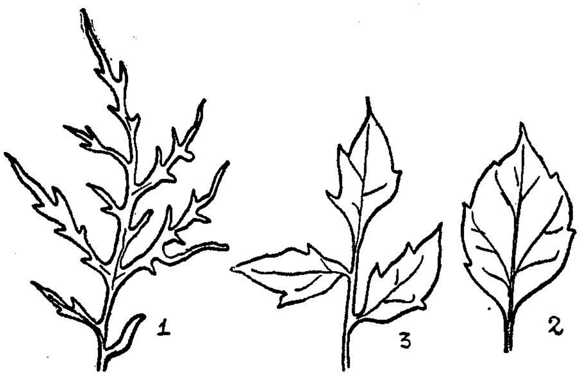
படம் 70

சுற்றிவளர்க் கதம்ப உரு

1. தண்டு நெடுக்கு வெட்டு ; 2. தண்டு குறுக்கு வெட்டு

3. மெரிக்லைனல் கதம்ப உரு : இது முன் கண்ட இரு வகை களின் கூட்டாகும். இவ் வகையில் செடியின் சில பகுதிகளில்

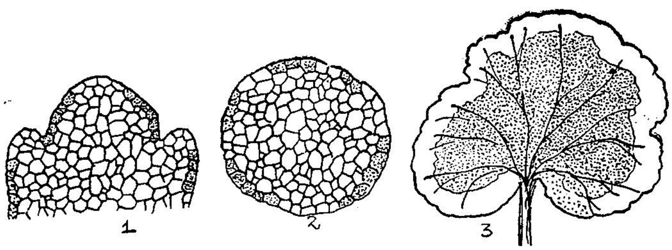
பகுதி கைமீராவும், மற்றப் பகுதி சுற்றிவளர்க் கைமீராவும் காணப் படும். இதற்கு விங்க்லர் ஹைபர்க் கைமீரா (Hyper Chimera) என்ற பெயரைக் கொடுத்துள்ளார். புது இனங்களையும், தோட்ட அழகுச் செடிகளையும் இவ் வகையில் தோற்றுவிப்பது மிகவும் சுலபம். இயற்கையிலேயே இம்முறை நிகழலாம் (படம் 72).



படம் 71

தக்காளி – மணத்தக்காளி ஒட்டுப் போடுதல்

1. தக்காளி இலை; 2. மணத்தக்காளி இலை; 3. கதம்ப உருவின் இலை



படம் 72

மெரிக்லைனல் கதம்ப உரு

1. தண்டு நெடுக்கு வெட்டு; 2. தண்டு குறுக்கு வெட்டு;
3. பெலார்கோனியம் இலை அமைப்பு-சுற்றிவளர்க் கதம்ப உரு

ஜீனோம் திடீர்மாற்றம் (Genome Mutation)

குரோமஸோம் அமைப்பிலும், எண்ணிக்கையிலும் திடீர்மாற்றம் : ஒரு செடியிலுள்ள பல வித ஸெல்களோ அல்லது ஒரு சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த செடிகளோ சாதாரணமாக ஒத்த எண்ணிக்கையுள்ள குரோமஸோம்களைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்

என்பது பொது விதி. இக் குரோமஸோமில் ஜீன்கள் நீளவாக்கில் அமைந்துள்ளன என்பதை முன்னரே அறிந்தோம். ஆனால், இதற்கு விதி விலக்குண்டு. பலவிதக் குறைபாடுகள் குரோமஸோமில் தோன்றக்கூடும். கீழ்க்காணும் குறிப்பில் அவை கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

குரோமஸோம் எண்ணிக்கையில் மாறுதல்கள்

1. (அ) குரோமஸோம் கூறு முழுவதும் மாறுதல் ஏற்படுதல். அம் மாறுதல்களாவன :

1. **ஒற்றை மயம்** (Haploidy): இஃது அடிப்படை எண்ணிக்கை; ஒரு கூறு குரோமஸோம்கள் ஆகும். இதை n என்று குறிக்கலாம். இதில் குரோமஸோம்கள் குறிக்கப்படும்.

2. **பன்மயம்** (Polyploidy) : ஒவ்வொரு குரோமஸோமும் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட ஒத்த குரோமஸோம்களால் குறிக்கப்படுதல் (2n).

   மும்மயம் (Triploidy) : மூன்று குரோமஸோம் கூறுகள் (3n).

   நான்மயம் (Tetraploidy) : நான்கு குரோமஸோம் கூறுகள் (4n).

பன்மயம் இரு வகையானது:

1. **தன்பன்மயம்** (Auto Polyploidy) : ஓர் இரட்டை மயக் கூறிலுள்ள குரோமஸோம்களின் எண்ணிக்கை கூடுதல். இதில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளும் ஒத்த குரோமஸோம்கள் ஓரிடத்திலிருந்து வருகிறது. அதாவது, ஹோமோஸைகஸாக அமையும்.

2. **அயல் பன்மயம்** (Allo Polyploidy) : இரு இரட்டை மயக் கூறின் மாற்றுக் கலவியலால் கிடைக்கும் குரோமஸோம் கூறின் பெருக்கம். இதில் பங்கெடுத்துக் கொள்ளும் ஒத்த குரோமஸோம்கள் மாறுபட்ட இடங்களிலிருந்து வருகிறது.

(ஆ) குரோமஸோம் கூறு ஒன்றில் ஏற்படும் எண்ணிக்கை மாறுதல்கள். இதை ஹெடிரோப்ளாய்ட் (**Heteroploid**) என்பர்.

1. **மோனோசோமிக்** (Monosomic) : ஒரு கூறிலுள்ள குரோமஸோம்களில் ஒன்றை இழந்து விடுவது. இதே இரட்டை

மயக் கூறில் ஏற்படும்பொழுது ஒரு குரோமஸோம் குறைந்து காணப்படும்; 2n-1 என்று குறிக்கலாம்.

2. **பாலிசோமிக் (Polysomic):** ஒரு கூறு குரோமஸோம்களுடன் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமஸோம்கள் சேர்வது. இதில் பல வகைகள் உண்டு.

 ட்ரைஸோமிக் : இரட்டைமயக் கூறுடன் ஒரு குரோமஸோம் சேருதல்; 2n+1 எனலாம்.

 டெட்ராசோமிக் : இரட்டைமயக் கூறுடன் இரண்டு குரோமஸோம்கள் சேருதல்; 2n+2 எனலாம்.

3. **நல்லிசோமிக் (Nullisomic):** ஒத்த குரோமஸோம்கள் இரண்டையும், ஒரு குரோமஸோம் கூறிலிருந்து இழப்பது.

பன்மயத்தைப்பற்றி விளக்கமாகப் பிறிதோர் அத்தியாயத்தில் படிக்கலாம்.

2. ஒரு குரோமஸோமிற்கு ஜீன் பகுதிகளின் எண்ணிக்கையிலோ, அமைப்பிலோ மாறுபாடு ஏற்படுதல். இதற்குக் குரோமஸோம் குறைபாடுகள் என்று பெயர். இதைப் பகுதித் திடீர் மாற்றம் (Sectional Mutation) என்பர். இவை பெரும்பாலும் குரோமஸோமின் நிலைமாற்றத்தாலே (aberrations) ஏற்படுகின்றன.

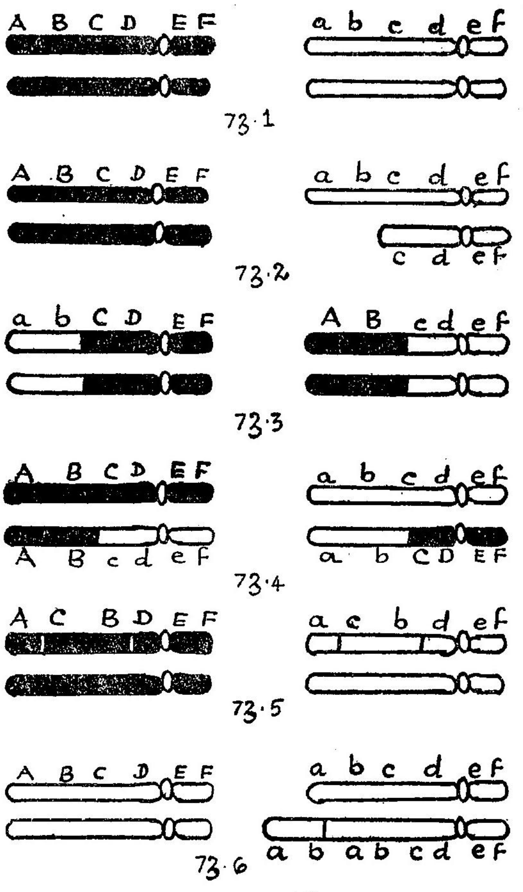
1. **குறைதல் அல்லது அழிதல் (Deficiency or Deletion):** ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஜீன்கள் நஷ்டமடைதல்.

2. **நகலாக்கும் முறை (Duplication):** ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஜீன்களின் சேர்க்கை. இதனால் குரோமஸோம் புதிய ஜீன்களுடன் அதனுடைய ஒற்றைமய நிலையில் காணப்படும்.

அமைப்பில் மாறுதல்கள்

(1) **இடமாற்றம் (Translocation):** ஒவ்வாத (non-homologous) இரு குரோமஸோம்களின் இடையே சில பகுதிகள். இடமாற்றம் செய்துகொள்ளப்படுகின்றன. இதனால் இரு புது குரோமஸோம்கள் தோன்றலாம்.

(2) **தலைகீழ் மாற்றம் (Inversion)**: ஒரு குரோமஸோமினுள் ஜீன்கள் பகுதி ஒன்று 108° சுழன்று தலைகீழாக அமையலாம்.



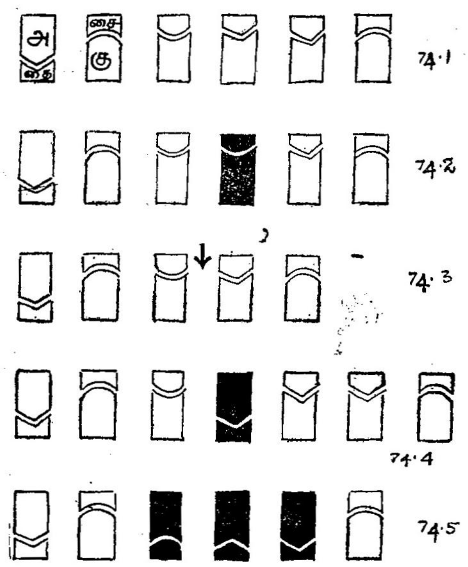
படம் 73

குரோமஸோம்களின் திசை மாற்றங்கள்

1. முழு ஒத்த குரோமஸோம்களும் அவற்றின் குரோமேடிட்டுகளும்; 2. குரோமஸோம் குறை (குறிப்பாக ஒரு குரோமேடிட்); 3. குரோமஸோம் இடமாற்றம் (நான்கு குரோமேடிட்டுகள் ஈடுபடுதல்); 4. குரோமஸோம் இடமாற்றம் (இரண்டு குரோமேடிட்டுகள் மட்டும் ஈடுபடுதல்); 5. குரோமஸோம் தலைகீழ் மாற்றம்; 6. குரோமஸோம் நகலாக்கல் முறை.

இச் சந்தர்ப்பத்தில் ஜீனிலுள்ள, அதாவது டி.என்.ஏ.-யிலுள்ள மூலக்கூறு அமைப்பு மாற்றத்தைப்பற்றி அறிவது அவசியம். ஏனெனில், இம் மூலக்கூறுகளில் மாற்றத்தினாலேயே குரோமஸோமில் மாறுதல்கள் தோன்றக்கூடும் என்பது தெளிவாகிறது. திடீர்மாற்றத்திற்குக் காரணியான மியூடாஜென்கள் (Mutagens) செல்லிலுள்ள பொருள்களை மாற்றிவிடுகின்றன. இதனால் குறிப்பிட்ட மாறுபாடு ஏற்படாமல் போகலாம். சில சந்தர்ப்பங்களில் டி.என்.ஏ. தயாரிப்பிற்கான பாதையை மாற்றி விடலாம். சில மூலக்கூறுகளை மியூடாஜென்களாக மாற்றி விடலாம். நகல் ஆக்கலுக்குத் தேவையான நொதிகளுடன் குறுக்கிடலாம். இம் முறையில் மியூடாஜென்கள் செயல்படுகின்றன.

டி.என்.ஏ. மூலக்கூறில் மியூடாஜென்கள் உதவியால் பல வகை மாற்றங்கள் ஏற்படலாம். கீழ்க்காணும் படத்திலிருந்து அவை விளங்கும் :



படம் 74

ஜீன்களின் நிலைமாற்றங்கள்

1. ஜீனில் உள்ள நூக்ளியோடைட்களின் சாதாரண அமைப்பு; 2. இடப்பெயர்ச்சி; 3. நீக்கல்; 4. இடைச் செருகல்; 5. தலைகீழ் மாற்றம்.

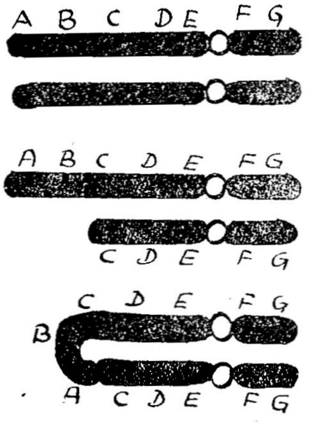
(கறுப்பு வண்ணத்திலுள்ள நூக்ளியோடைட்கள் பாதிக்கப்பட்டவையாகும்.)

மேற்கண்ட படத்தையும், அதற்கு முன் உள்ள குரோமஸோம் படத்தையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், ஒற்றுமை விளங்கும்.

இதைச் சிறு திடீர்மாற்றத்துக்கு ஒப்பிடலாம். எடுத்துக்கொண்ட எட்டு ஜோடி நூக்ளியோடைட் எவ்விதமாக மாறுபாடு அடைகிறது என்பது படத்தைப் பார்த்தால் விளங்கும். மூலக்கூறு நிலையில் இங்கு, ஒன்று அல்லது இரண்டு நூக்ளியோடைட்கள் பங்கு எடுத்துக்கொள்வதால், இதைப் புள்ளித் திடீர்மாற்றம் (point mutation) என்றே கொள்ளலாம்.

மறுபடி குரோமஸோம் குறைபாடுகளைப்பற்றி ஆராய்வோம் :

1. குறைபாடு அடைதல் அல்லது அழிதல் : இதனால் குரோமஸோமில் மிக எளிய மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. சில காரணத்தால் குரோமஸோமின் ஒரு பகுதி நஷ்டமடைகிறது. குரோமஸோமின் இரு முனைகளும் குறைவதில்லை. ஒத்த குரோமஸோம்கள் சேரும்பொழுது ஒன்று சாதாரணமாகவும், மற்றொன்று குறைந்தும் காணப்படும். குறைவுற்ற பகுதிக்கு இணையான பகுதி இல்லாததால், மற்றக் குரோமஸோமின் நீண்ட பகுதி வளைந்து லூப் வடிவத்தை உண்டாக்குகிறது.



படம் 75

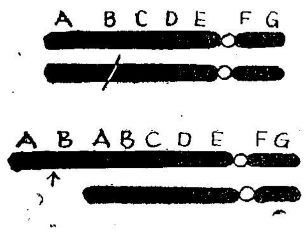
நீக்கல் முறை

(ஒரு குரோமேடிட்டின் ஒரு பகுதி நீக்கப்பட்டவுடன் மீதியுள்ள பகுதிகள் லூப் வடிவத்தை அமைத்தல்.)

ஸ்டேட்லர் கதிர் இயக்கத்தினால் இவ்விதம் குறைவதைக் கண்டுபிடித்துள்ளார். சோளத்தில் இம் முறை நடப்பதைக் காணலாம்.

2. நகலாக்கும் முறை : சாதாரணமாக ஒரு குரோமஸோமில் காணப்படும் மரபுப் பொருள்களை விட அதிகமாகக் காணப்பட்டால், அதை நகலாக்கல் என்பர். இது குரோமஸோம் அல்லது குரோமேடிட்டுப் பகுதிகள் மற்றக் குரோமஸோமோடு இணைவதால் ஏற்படுகிறது. ஒத்த குரோமஸோமின் ஒரு பகுதி மற்றக் குரோமஸோமோடு இணைவதால் புதிதாகக் கிடைத்த குரோமஸோமில் சில ஜீன்கள் இரட்டித்த நிலையில் காணப்படும். அவ்விதமின்றி ஒரு குரோமஸோமின் பகுதி ஒவ்வாத மற்றொரு குரோமஸோமுடன் இணையலாம். இங்கு இரட்டித்த நிலை காணப்படாவிட்டாலும் சாதாரண நிலையைவிட

அதிக ஜீன்கள் அமைவதைக் காணலாம். படம் 76-ல் சாதாரண இரட்டிப்பு நிலை விளக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 76

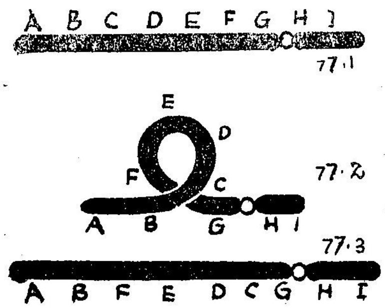
நகலாக்கும் முறை

(ஒரு குரோமேடிட்டின் AB பகுதி துண்டித்து, மற்றக் குரோமேடிட்டுடன் இணைந்து AB, AB என்ற இரட்டித்த நிலையில் காணுதல்.)

மார்கன் 1923-ல் கனி ஈயில் இவ் வகை மாற்றத்தைக் கண்டு பிடித்தார். இங்குப் பால் குரோமஸோமில் ஒரு சிறு பகுதி நகலாக அமைகிறது. இவ்வித ஈயைப் பட்டை வகை (Bar) என்று குறிப்பிட்டுள்ளார்.

3. தலைகீழ் மாற்றம் : இங்குக் குரோமஸோமில் ஒரு பகுதி 180° முழுமையாகச் சுழன்று மாறி அமைகிறது.

கனி ஈயில் ஸ்டார்ட்வான்ட் (A. H. Staurtevant) செய்த பரிசோதனைகள் இதை நன்றாக விளக்குகின்றன.



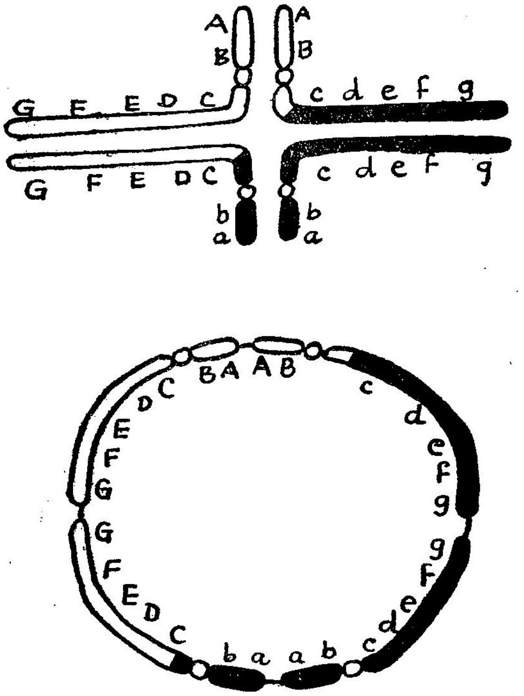
படம் 77

தலைகீழ் மாற்றம்

1. குரோமஸோமின் சாதாரண நிலை; 2. வளையம் தோன்றுதல்; 3. தலைகீழ் மாற்றத்தால் C, D, E, F பகுதிகள் மாறியமைதல்.

4. இடமாற்றம் : குரோமஸோமின் ஒரு பகுதி ஒவ்வாத மற்றக் குரோமஸோமுடன் இணைவதைக் குறிக்கிறது. இங்குப் பகுதிகள்

இடமாற்றம் செய்யப்படலாம். ஈனோதீராவில் இவ் வகை திடீர் மாற்றம் ஏற்பட்டதன் காரணத்தினாலேயே புது இனங்கள் தோன்றியுள்ளன. ஈனோதீராவில் உள்ள பதினான்கு குரோமஸோம்களில் இரண்டு பிரியாமலே வளையமாக அமைவதற்குக் காரணமே இவ்வித இடமாற்றந்தான்.



படம் 78

இடமாற்றம்

(ஒத்த குரோமஸோம்களிடையே இடமாற்றம் ஏற்படுதலைக் காணவும்.)

மயம் (Ploidy)

மேற்கண்ட உதாரணங்களில் குரோமஸோமின் ஒரு பகுதி திடீர்மாற்றத்திற்கு உட்படுகிறது. சில சூழ்நிலையில் குரோமஸோமின் எண்ணிக்கையில் மாறுதல்கள் ஏற்படலாம். இவ்வகை எண்ணிக்கை வித்தியாசத்தை மயம் (Ploidy) என்பர். அவற்றில் இரு வகைகள் உண்டு. அவை :

யூப்ளாய்டி (Euploidy), அனுப்ளாய்டி (Aneuploidy).

யூப்ளாய்டி : முறைப்படி குரோமஸோம்களின் எண்ணிக்கை மடங்காக அதிகரிக்கும். குரோமஸோம் அடிப்படை எண்ணிக்கை n என்று கொண்டால், இவ் வகைப் பன்மயங்கள் (Polyploids) 3n, 4n, 5n, 6n என்று அமையலாம். இவற்றைப்பற்றி விரிவாகப் பன்மயம் என்ற அத்தியாயத்தில் காணலாம்.

அனுப்ளாய்டி : இவ்வகைக் குரோமஸோம் எண்ணிக்கையில் மாறுதல்கள் தோன்றினபோதும் அவை மடங்காக அமைவதில்லை. இரட்டை ம்ய நிலையைவிட ஒன்றோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமஸோம்களோ குறைவாக அல்லது கூடுதலாகக் காணப்படலாம். இதில் கீழ்க்காணும் வகைகளைக் காணலாம்:

மோனேசோமிக் : உடல் செல்லில் அதாவது, இரட்டைமய செல்லில் ஒரு குரோமஸோம் குறைந்தால், அதை மோனேசோமிக் என்பர். இதை 2n-1 என்று குறிப்பிடலாம். இதைக் குரோமஸோம் குறைபாடுகளில் நஷ்டமடைதலுக்கு (deletion) ஒப்பிடலாம். உயிரினத்தில் இவ்விதமாய் மறையும் குரோமஸோம் சிறியதாக இருந்தால், மாறுபாடு அவ்வளவாகத் தோன்றாது. அவ்விதமின்றி மறையும் குரோமஸோம் பெரியதாக இருந்தால், உயிரினம் மரித்து விடலாம். ப்ரிட்ஜஸ் கனி ஈயில் நான்காவது குரோமஸோமிற்குப் பதில் ஒரு புள்ளி இருப்பதைக் கண்டார். ஊமத்தையில் மோனேசோமிக் மலடாகக் காணப்படுகிறது. புகையிலையில் இருபத்து நான்கு மோனேசோமிக்குகள் உண்டு என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது. மோனேசோமிக் செடிகள் இரு வகை பால் செல்களைத் தோற்றுவிக்க முடியும். ஒன்று சாதாரணமானது; மற்றது ஒரு குரோமஸோம் குறைவானது (n-1).

நல்லிசோமிக் : இவ் வகையில் ஒவ்வோர் இரட்டைமய செல்லிலும் இரண்டு குரோமஸோம்கள் அதுவும் ஒத்த (Homologous) குரோமஸோம்கள் குறைவாகக் காணப்படும். அதைப் பின் வருமாறு குறிப்பிடலாம்: 2n–2 அல்லது 2n-1 ஜோடி. உதாரணம்: புகையிலை, கோதுமை. நல்லிசோமிக் செடிகள் ஒரு வகைப் பால் செல்களைத் தோற்றுவிக்க முடியும் (n-1.)

ட்ரைசோமிக் (Trisomic): சாதாரண இரட்டைமய செல்லில் இருக்க வேண்டிய குரோமஸோம்களைவிட ஒரு குரோமஸோம் அதிகமாகக் காணப்படல். அதாவது, 2n+1. மோனேசோமிக் போல் இது உயிரினத்தில் புற அமைப்பு, செயலாற்றம், வீரியம் இவற்றில் மாறுதல்களை அவ்வளவாக ஏற்படுத்துவதில்லை.

கோதுமையில் ட்ரைசோமிக் தோன்றுவது சாதாரணம். ட்ரைசோமிக் கோதுமை (2n=43) என்பது சாதாரண கோதுமை (2n=42) போலவே காணப்படும். ப்ளாக்ஸ்லீ ஊமத்தையில் பல ட்ரைசோமிக்குகளைப் பிரித்தெடுத்துள்ளார். இவையும் மோனோசோமிக் போல் இரு வகைப் பால் செல்களைக் கொடுக்கும் (n) (n+1). பொள்ளாச்சி அடுத்துள்ள உடுமலைப்பேட்டை பஸ் நிலையத்தில் ஊமத்தைச் செடிக்கூட்டம் காணப்படுகிறது. அக்கூட்டத்தில் ட்ரைசோமிக் நபர்கள் இருக்கக் காணலாம். சில செடிகள் சாதாரணச் செடிகளைவிட மூன்று அல்லது நான்கு மடங்கு சிறியனவாகவும், வீரியத்துடனும் காணப்படுகின்றன.

தூண்டப்பட்ட திடீர்மாற்றம் (Induced Mutation)

டி விரிஸ், மார்கன் ஆகியோர் கண்டு, விவரித்த திடீர்மாற்றம் தன்னிச்சையான திடீர்மாற்றங்களாகும். இவை இயற்கையிலேயே தோன்றுகின்றன. இவை மியூடாஜென்கள்மூலம் தூண்டப்பட்டவை அல்ல. டி விரிஸ் திடீர்மாற்றத்தை அறிமுகப்படுத்தியதிலிருந்து அதற்குப் பண்பியலில் முதலிடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. செயற்கை முறையில் திடீர்மாற்றத்தைத் தோற்றுவிப்பதால், புது இனங்களைத் தோற்றுவிக்க முடிகிறது. மேலும், இதைச் சாதனமாக உபயோகித்து ஜீனின் அமைப்பு, செயலாற்றம் முதலியற்றை அறிவது மிகவும் சுலபமாகிவிட்டது. முல்லர் கனி ஈயில் நடத்திய பரிசோதனைகள் குறிப்பிடத் தக்கவை. ட்ராசோபில்லா மெலநொகாஸ்டர் (Drosophila melanogoster) எனப்படும் கனி ஈயைப் பண்பியல் அறிஞர்கள் பண்பியலின் சின்ட்ரெல்லா (Cindrella) என்ற செல்லப் பெயரைச் சூட்டியிருக்கிறார்கள். அதேபோல் பீடில், டாடம் என்பவர்கள் நியூரோஸ்போரா (Newrospora) என்ற பூஞ்சக்காளான் மூலமாக அரிய சாதனைகள் செய்திருக்கிறார்கள்.

செயற்கை முறையில் கீழ்க்காணும் சாதனங்கள்மூலம் திடீர்மாற்றத்தைத் தூண்டிவிட முடியும் :

1. கதிர் இயக்கம்
   - (அ) எக்ஸ்ரே
   - (ஆ) அணுச்சக்தி
   - (இ) பீடா கதிர்கள்
   - (ஈ) காமா கதிர்கள்
   - (உ) நியூட்ரான்கள்
   - (ஊ) அல்ட்ரா வயலட் கதிர்கள்

2. வேதியல் மியூடாஜென்கள்
3. வெப்ப நிலை

கதிர் இயக்கம்

முல்லருக்கு முன்னிருந்தவர்கள் எக்ஸ்ரே மூலமாக உயிரினங்களில் மாறுபாடுகள் ஏற்படுத்த முடியும் எனக் கண்டார்கள். ஆனால், முல்லர்தாம் எக்ஸ்ரேயைப் புத்தி கூர்மையுடன் உபயோகித்துத் திடீர்மாற்றங்களைக் குறுகிய காலத்தில் தோன்றச் செய்து பண்பாட்டியலில் பல உண்மைகளைத் தோற்றுவிக்கச் செய்தார். மெண்டல் கொள்கையின் அடிப்படைத் தத்துவத்தை நிரூபித்தவரும் முல்லரே. அதேபோல் ஸ்டேட்லர் பார்லி தானியத்தில் திடீர்மாற்றத்தை ஏற்படுத்தியுள்ளார். முல்லரின் காலத்திலிருந்துதான் எக்ஸ்ரே கருவி உயிரியல் ஆராய்ச்சிக்கூடங்களிலும் காணப்பட்டன.

திடீர்மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கத் தேவையான எக்ஸ்ரே அளவு சிற்றினங்களைப் பொருத்து மாறுதல் அடையும். காய்ந்த விதைகளுக்குக் கொடுக்கும் அளவானது, முளைக்கும் விதைகளை விட அதிகமாகும்.

அணுக்கதிர்கள் : எக்ஸ்ரே மூலம் 'திடீர்மாற்றம் தோற்றுவிக்க முடியும்' என்று கண்டுபிடித்தவுடன், உயிரியல் வல்லுநர்கள் அணுக்கதிர்களை உபயோகித்துத் திடீர்மாற்றத்தைத் தோற்றுவித்தனர். ரேடியம் போன்ற அணுச் சக்திப் பொருள்கள் மூன்று வகை அணுக்கதிர்களை வெளியிடுகின்றன.

1. ஆல்பா கதிர்கள் (Alpha)
2. பீட்டா கதிர்கள் (Beta)
3. காமா கதிர்கள் (Gamma)

பாஸ்பரஸ் (P^{32}), கந்தகம் (S^{35}) போன்ற அணுச்சக்தி மூலகங்களை மியூடாஜென்களாக உபயோகிக்கலாம். பாஸ்பரஸ் (P^{32}) எக்ஸ் கதிர்களைவிடச் சக்தி வாய்ந்து காணப்படுகின்றது.

காமா கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்களைவிட ஊடுருவிப் பாயும் சக்தி வாய்ந்தவை. ரேடியம், காமா கதிர்களை இந்நாள்வரை உபயோகித்து வந்தனர். கோபால்ட் 60 (Cobalt ^{60}) மூலகத்திலிருந்து வெளிப்படும் காமா கதிர்கள் அதிக சக்தி வாய்ந்தவை என்பதால், தற்சமயம் இதை ரேடியத்திற்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

டில்லியில் மூன்று ஏக்கர் நிலத்தைக் 'காமாத் தோட்டம்' என்று ஒதுக்கி, இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சி நிலையம் (I.A.R.I.) ஆராய்ச்சி நடத்தி வருகிறது.

நியூட்ரான்களும் மியூடாஜென்களாகப் பயன்படும்.

காஸ்மிக் கதிர்கள் : பூமண்டலத்திற்கு அப்பாலுள்ள வெளி மண்டலத்திலிருந்து வரும் காஸ்மிக் கதிர்களும், திடீர்மாற்றத்தை இயற்கையாகவே தூண்டி விடுகின்றன. முல்லர் கூற்றுப்படி பூமியை அடையும் 0·1% குறைவான காஸ்மிக் கதிர்களே இயற்கை முறையில் திடீர்மாற்றத்தை நிகழ்த்தும். இவை உப்புச் சுரங்கங்களில் இரண்டாயிரம் அடிக்கும் கீழுள்ளன.

கதிர் இயக்கத்தின் உதவியால் பயிர்ப் பெருக்குதலுக்கு வழி வகுத்தவர்கள்:

ஸ்டேட்லர் (Stadler) - கோதுமை, பார்லி, மக்காச் சோளம்

குட்ஸ்பீட் (Goodspeed) - பருத்தி, புகையிலை

லிண்ட்ஸ்ட்ராம் (Lindstram) - தக்காளி

பார்த்தசாரதி (Parthasarathy) - நெல்

கிருஷ்ணசாமி (Krishnasamy) - கம்பு வகைகள்

ஜேகப் (Jacob) - சணல்

அல்ட்ரா வயலட் கதிர்கள் : இக் கதிர்கள்மூலம் அயனிகள் (ions) தோன்றுவதில்லை. எக்ஸ்ரேயைவிடப் பன்மடங்கு ஜீன் திடீர் மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்க முடியும். ஆனால், இதை உபயோகிப் பதில் சில சிக்கல்கள் உண்டு. திடீர்மாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்து வதோ அல்லது தகுந்த அளவு கொடுப்பதோ அவ்வளவு எளிதல்ல. எக்ஸ்ரே, காமா கதிர்கள்போல் ஊடுருவும் சக்தி கிடையாது. அதனால் எடுத்துக்கொள்ளும் திசு மெல்லியதாக இருக்க வேண்டும். கனி ஈயில் முட்டையை, மக்காச் சோள மகரந்தத் தூளைக் கதிர் இயக்கத்திற்கு உட்படுத்தினால், திடீர்மாற்றம் தோன்றலாம். ஆனால், முழுக் கனி ஈக்கு அல்ட்ரா வயலட் கதிர் சிகிச்சை செய்தால், மேல் தோல் பாதிக்கப்படுமேயல்லாது, பால் உறுப்புகள் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

வேதியல் மியூடாஜென்கள்

1943-ல் ஈதைல் யூரிதேன், பொட்டாசியம் குளோ ரைடு என்ற இரு வேதியல் பொருள்கள்மூலம் ஈரோஜிராச்

செடியில் இடமாற்ற வகை, திடீர்மாற்றம் உண்டாக்கப் பட்டது. 1946-ல் கனி ஈயில் கடுகு வாயு மூலமாக (Mustard gas) ராம்சன் திடீர்மாற்றத்தைத் தோற்றுவித்தார். அதன் பிறகு பல வேதியல் பொருள்கள் மியூடாஜென்களாகப் பயன் படுத்தப்பட்டன.

அவை யாவன :

1. ஃபார்மால் டிஹைட் (Formaldehyde)
2. ஃபினுல் (Phenol)
3. பீட்டா - ப்ரோபியோ லேக்டோன் (Beta-propio-lactone).
4. அக்ரிடைன் (Acridine)
5. நைட்ரஸ் அமிலம் (Nitrous Acid)
6. ஈதைல் மீதேன் சல்போனேட் (Ethyl methane Sulphonate)
7. 2-அமினே ப்யூரைன் (2-Amino Purine)
8. 5-ப்ரோமோ யுராசில் (5-Bromo Uracil)

ஈதைல் மீதேன் சல்போனேட் மூலமாக வெகு எளிதாக பாக்டீரியா, நியூராஸ்போரா, கனி ஈ முதலியவற்றில் திடீர் மாற்றம் தோற்றுவிக்கப்பட்டது. இவற்றில் சில வேதியப் பொருள்கள் கார்ஸீனே ஜெனிக் (Carcino Genic) அதாவது புற்று நோயை உண்டுபண்ணும் வகையைச் சேர்ந்தவை.

வெப்ப நிலை

'கனி ஈயின் வாழ்க்கைத் தொடர் முழுவதையும் வெப்பத்தை நான்கு அல்லது ஐந்து தடவைக்கு ஒரு முறை பத்து டிகிரி அதிகப் படுத்தி வந்தால் திடீர்மாற்றம் தோன்ற இடமுண்டு' என்று முல்லர் கண்டுபிடித்தார்.

விங்க்லர் திடீர்மாற்றத்தை மூன்று வகைகளாகப் பிரித்துள் ளார். அவை யாவன:

1. கேடு விளைவிப்பவை (Detrimental) : இவ்வகை மொத்தத் தில் எண்பது சத விகிதமாகக் காணப்படுகிறது. வெளிப் புற அமைப்பில் மாறுதல் அவ்வளவாக ஏற்படுத்துவ தில்லை; ஆனல், உயிரினத்தின் ஆயுளையும் வீரியத்தையும் பாதிக்கும்.

2. **சாவிற்குரியவை (Lethal) :** இவ் வகை ஏறக்குறைய பத்தொன்பது சதவிகிதம். இவ் வகை ஹோமோஸைகஸில் தோன்றினால் மரணத்தில்தான் முடியும். இது உயிரினத்தின் வாழ்வியலை அதிகமாகப் பாதிப்பதாலேயே இவ்வித முடிவு ஏற்படுகிறது.

3. **வெளிப்படக்கூடியவை (Visible) :** இவ் வகை ஒரு சதவிகிதத்திற்கும் குறைவு. ஃபினோடைப்பில் புலப்படக்கூடிய மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவது இவ் வகை தான்.

முன்பு நினைத்தது போல் திடீர்மாற்றம் என்பது ஒரே வழிப் பாதையல்ல. திடீர்மாற்றம் திரும்பவும் முன் நிலைக்கு அமையலாம். ஒரு ஜீன் திடீர்மாற்றத்தால் மியூடன்ட்டாக மாறிய பிறகு பிறிதொரு திடீர்மாற்றத்தினால் முன் நிலையை அடையலாம்.

திடீர்மாற்றமும் பரிணாமமும் (Mutation & Evolution)

டார்வின் கொள்கைப்படி பாரம்பரிய மாற்றங்களே பரிணாமத்திற்குக் காரணிகளாக அமைகின்றன. டார்வின் திடீரென்று ஏற்படும் பாரம்பரிய மாறுதல்களைக் கண்டார்; அவற்றையே ஸ்போர்ட்ஸ் என்று பெயருடன் அறிமுகப்படுத்தினார். அவர் கொள்கைப்படி ஸ்போர்ட்ஸ் மூலமாக இராட்சச உருவங்களும், மலட்டு உயிரணுக்களுமே தோன்றும் என்பதாகும்.

பரிணாமம் தோன்றப் பெரிய தொடர்பற்ற வேறுபாடுகள் தேவை என்று பேட்சன் சொன்னார். அதைப் பின்பற்றி டி விரிஸ் அவ் வகை மாறுபாடுகளுக்குத் திடீர்மாற்றம் என்ற பெயரைச் சூட்டினார். அவர் பரிசோதனைபற்றி முன்னமேயே கண்டோம்.

திடீர்மாற்றத்திற்கும், ஜீனுக்கும் உள்ள தொடர்பை முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தவர் மார்கன் ஆவார்.

பரிணாமத்திற்குத் தேவையான கச்சாப் பொருள்களைத் திடீர் மாற்றம் அளிக்கிறது. திடீர்மாற்றம் என்பது இச்சைப்படி நடக்கும் செயல். அதனால் உயிரினத்தின் முக்கியமாகப் பாலுறுப்பில் சாதகமான, அதே சமயத்தில் பாதகமான மாற்றங்களை ஏற்படுத்தலாம். தற்சமயம் நாம் காணும் திடீர்மாற்றங்கள் எல்லாம் பாதகமானவை ஆகும். இதற்குக் காரணம் என்னவென்றால்,

இயற்கை தனக்குச் சாதகமான மாற்றங்களை உயிரினத்தில் தோற்றுவித்து அவற்றை இது நாள்வரை பாதுகாத்து வந்துள்ளது.

தானாகவே வளரும் உயிரினங்களில் காணும் பண்புகள் அவை வாழ்க்கைக்கு ஒத்து அமைந்துள்ளன. அவை எல்லாம் சாதகமான பண்புகள் ஆகும். மனிதன் அவற்றை மேன்மை அடையச் செய்வதாகக் கருதி இயற்கையின் சமநிலை தன்மைக்கு ஊறு விளைவிக்கிறான். தற்சமயம் உயிரினங்கள் ஊறு விளைவிக்கக்கூடிய கதிர்களால் சூழப்பட்டுள்ளன. ஜப்பானில் ஏற்பட்ட அணுகுண்டு வெடிப்பால் திடீர்மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுக்கொண்டிருக்கின்றன. ஆறு ஆண்டுகளாக அமெரிக்க அறிஞர்களும், ஜப்பானிய அறிஞர்களும் ஆராய்ச்சி நடத்தி வருகிறார்கள்.

கணக்குகள் (Problems)

1. மக்காச்சோளத்தின் வேர் செல் நூக்ளியஸ்ஸில் எத்தனை குரோமஸோம்கள் காணப்படும் ($n = 10$)?

(அ) தன்நான்மயம்
(ஆ) எண் மயம்
(இ) மும்மயம்
(ஈ) ட்ரைசோமிக் (3வது குரோமஸோம்)
(உ) நல்லிசோமிக் (10வது குரோமஸோம்)
(ஊ) மோனோசோமிக் (8வது குரோமஸோம்)

2. சாதாரணமாக எல்லாத் தாவரங்களிலும் ஒற்றை (n) மய நிலையை ஹாப்ளாய்ட் (Haploid) என்றும், மோனோப்ளாய்ட் (Monoploid) என்றும் குறிப்பிடலாம். ஆனால், பன்மயத் தாவரங்களில் ஹாப்ளாய்ட் நிலை மோனோப்ளாய்ட் நிலையைக் குறிக்காது. தகுந்த உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

3. 'அ' என்ற சிற்றினம் $n = 7$. 'ஆ' என்ற உறவுச் சிற்றினத்துடன் $n = 9$ மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டது. ஹைபிரிட் செடி சிறிதளவு மகரந்தத்தூள்களை உண்டு பண்ணியது. அவற்றை 'ஆ' என்ற செடியின் சூல்முடியில் வைத்ததில் கிடைத்த செடியில் 25 குரோமஸோம்கள் இருந்தன. இச் செடியைத் தன்மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு உட்படுத்தியதில் 32 குரோமஸோம்களுடன்கூடிய செடிகள் கிடைத்தன. இச் செடி மலடாகவும் வேறுபட்டும் காணப்பட்டது. மேற்கண்ட நிகழ்ச்சிகளுக்குக் காரணங்கள் யாவை?

4. ஒரு சாதாரண ஆண் கனி ஈ கதிரியக்கத்திற்குட்படுத்தப் பட்டது. அதிலுள்ள ஒடுங்குபண்புகளான கறுப்பு உடல், பழுப்புக் கண், வளர்ச்சியடையாத இறக்கைகள் முதலியவற்றில் ஏதாவது திடீர்மாற்றம் ஏற்பட்டுள்ளதா என்று காண எவ் வகை ஈயுடன் அவற்றைக் கலவியல் நடத்த வேண்டும்? முதல் சந்ததியில் கிடைக்கும் ஈயில் எவ் வகைப் பண்புகளை நீ எதிர் பார்ப்பாய்?

5. அச்சுத் தொழில்மூலமும் திடீர்மாற்றத்தைப் (Mutation) பற்றி விளக்க முடியும் என்பதற்குக் கீழே சில எடுத்துக் காட்டுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் காணப்படும் 'அச்சுப் பிழை' எவ் வகையைச் சார்ந்தது என்று விளக்குக.

(அ) "கூட்டு வியாபாரத்தில் நிம்மதி இழந்த மாணவன் பாட புத்தகத்தைத் தள்ளி விட்டு ஊர் சுற்ற கிளம்பினான்"

(ஆ) மணமாகி 15 ஆண்டுகளான என் தாய் மாமனுக்கு பிள்ளைப்பேறு உண்டா?

(இ) கற்றது வலது கை மண் அளவு கல்லாதது சினிமா உலகளவு.

(ஈ) ஓடி விளையாடு பாப்பா! - நீ
ஓய்ந்திருக்கலாகாது பாப்பா
கூடி விளையாடு பாப்பா!—ஒரு
குழந்தையை வையாதே பாப்பா.

(உ) பாரதி கிடந்த விடுதலை நாட்டுக்கு லட்சக்கணக்கான வாயுள்ள பாடல்களை மக்கள் அளித்த ஊக்கம்.

12. ஜீன் சங்கேதம்

(Genetic Code)

தோற்றுவாய்

உயிரியலில் சிக்கலான, ஆராய்ச்சிக்குரிய பாடமாக ஜீன் சங்கேதம் அமைந்துள்ளது. இதற்கு இரண்டு காரணங்கள் உண்டு. முதலாவதாக, இஃது உயிரியல் படிப்பின் மையக் கருத்தாகும். இயற்கையின் அடிப்படை இரகசியத்தை விளக்க இந்த சங்கேத முறை மிகவும் அவசியமானது. இரண்டாவதாகச் சங்கேத மொழி நமக்கு ஒரு விளங்காத புதிராக அமைந்துள்ளது. அமினோ அமிலங்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் சங்கேதங்களை செல் எவ்விதம் பிரித்தறிகிறது என்பது ஒரு சிக்கலான புதிராகும். உயிரியல் சம்பந்தப்படாத விஞ்ஞானிகள் இச் சிக்கலை விளக்க மிகவும் பாடு பட்டு இருக்கிறார்கள்.

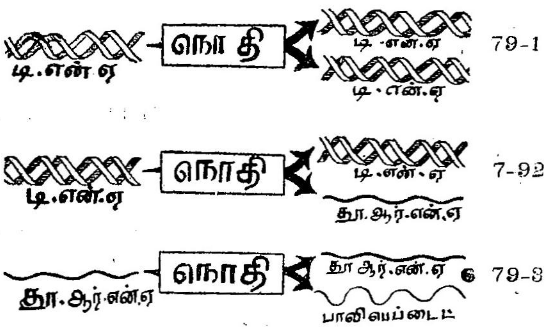
கணித முறையில் ஜீன் சங்கேதத்தின் முடிவுகளை ஓரளவு அறிய முடியும். அந்த முடிவுகள் சரியானவையா என்றறிய செய்முறையும் அவசியம். செய்முறையில் அவ்வளவு சுலபமாகச் சங்கேதத்தை விளக்க முடியாது. அதனால் இது நாள்வரை ஜீன் சங்கேதம் கணித-தத்துவ ஆசிரியர்களின் ஆதிக்கத்திலிருந்து வந்தது. ஆனால், 1961ம் ஆண்டில் நியூரன்பெர்க் என்பவரும், மத்தாய் என்பவரும் (Nirenberg & Matthaei) கோடான் (Codon) முறையை மிகவும் எளிதான முறையில் விளக்கியிருக்கிறார்கள். தத்துவக் கொள்கைகளால் விளக்க முடியாத சிக்கல்களை இவர்கள் விளக்கியதுமன்றி, எல்லாவிதச் சிக்கல்களுக்கும் ஒரு பொது விளக்கம் இவர்களால் கொடுக்க முடிந்தது.

சேமன்ஹாஃப், சார்காஃப் (Zamenhof, Chargaff) என்ற இருவர் 1952-ல் மாறுபட்ட பாக்டீரியா இனங்களின் டி.என்.ஏ.-யின்

அடிப்படை அமைப்பில் வேறுபாடு உள்ளதைக் கண்டறிந்தனர். மேலும், டி.என்.ஏ. மூலக்கூறிலுள்ள பாலி நூக்ளியோடைட் (Poly-nucleotide) சங்கிலியிலுள்ள நூக்ளியோடைட்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில்தான் அமைந்துள்ளன. இந்தக் குறிப்பிட்ட அமைப்பும் பாக்டீரியாக்களின் இனங்களைப் பொறுத்து மாறுபாடு அடைகின்றது என்பதை உணர்ந்தனர். பண்புகளை எடுத்துச் செல்லும் சங்கேதிகள் வரிசைக்கிரமத்தில்தான் அமைந்திருக்கும் என்று வாட்சனும், க்ரிக்கும் (Watson & Crik) 1953-ல் மொழிந்தது இதை உறுதிப்படுத்துகிறது. டி.என்.ஏ. மூலக்கூறு நகல் ஆக்கல் மூலம் (replication) சேய் மூலக்கூறுகளை உண்டாக்க இந்த அமைப்பு மிகவும் அவசியமாகும். புரத மூலக்கூறிலுள்ள பாலி பெப்டைட் சங்கிலியில் அமினோ அமிலங்கள் நீளவாக்கில் அமைந் திருப்பதற்குக் காரணம் உட்கரு அமிலத்தில் நூக்ளியோடைட்கள் அதே நீளவாக்கில் அமைந்திருப்பவையேயாகும். மேலும், 'ஒருமரபி ஒரு நொதி' என்ற கொள்கையையும் நிரூபிக்கப் பயன்படும். இதற்குக் காரணம் எல்லா நொதிகளும் புரதப் பொருள்களே.

புரதத் தயாரிப்பு

ஜீன் சங்கேதத்தைப் பற்றி அறிவதற்கு முன் புரதம் எப்படித் தயாரிக்கப்படுகிறது என்று அறிவது அவசியமாகும். உயிர்ப்



படம் 79

செல்லில் நடக்கும் மூன்று முக்கிய நிகழ்ச்சிகள்

1. டி. என். ஏ. நகலாக்கல் (Duplication); 2. தூ. ஆர். என். ஏ. உற்பத்தி-பதிப்பெடுத்தல் (Transcription); 3. பாலிபெப்டைட் சங்கிலி உற்பத்தி-மொழிபெயர்த்தல் (Translation.)

பொருள்களின் பண்புகள், அவற்றில் ஏற்படும் மாறுபாடு களெல்லாம் புரதத்தின் அமைப்பைப் பொறுத்துள்ளது. இப்

பகுதியில் இம் முறையைப்பற்றிச் சுருக்கமாக விவரித்துள்ளது. ஆனால், இச் செயலின் விரிவான விளக்கம் வாழ்வியலில் (Physiology) காணப்படும். புரதத் தயாரிப்பின் அடிப்படை என்னவென்றால், டி.என்.ஏ.-யிலிருந்து 'செய்தி' புரதத்திற்கு இரு நிலைகளில் மாற்றப்படுகிறது. முதலில் டி.என்.ஏ.-யிலிருந்து ஆர்.என்.ஏ.-யிற்கும், பின் ஆர்.என்.ஏ.-யிலிருந்து புரதத்திற்கும் மாற்றப்படுகிறது. செல்லில் பல நிகழ்ச்சிகள் ஏற்பட்டாலும், புரதத் தயாரிப்பில் கீழ்க்காணும் மூன்று நிகழ்ச்சிகள் மிகவும் முக்கியமானவை. இவற்றைப் படம் 79 மூலம் அறியலாம்.

புரதத் தயாரிப்பை மூன்று நிலைகளாகப் பிரிக்கலாம்:

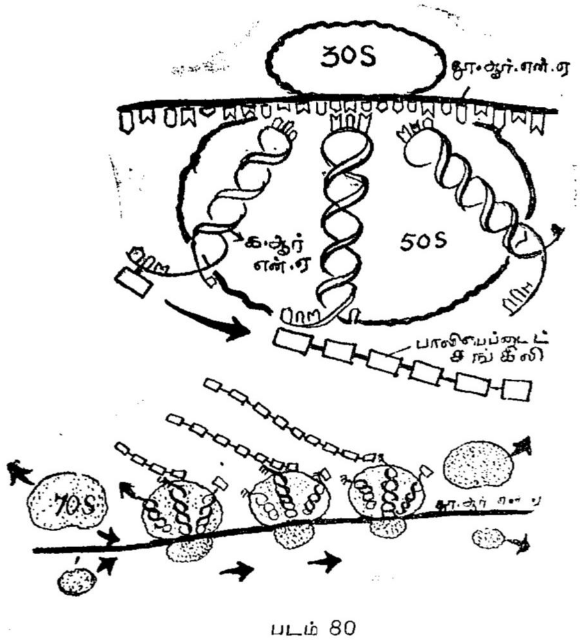
1. அமினோ அமிலங்களைத் தூண்டுதல்
2. தூண்டப்பட்ட அமினோ அமிலத்தை ஆர்.என்.ஏ.(கரையும் ஆர்.என்.ஏ.)யுடன் பிணைத்தல்.
3. பாலிபெப்டைட்களை ரிபோஸோம்கள் மேல் தோன்றச் செய்தல்.

1. அமினோ அமிலங்களைத் தூண்டுதல் : சைடோப்ளாசத்தில் இருக்கும் பல தரப்பட்ட அமினோ அமிலங்களிலிருந்து குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலத்தைத் தேர்வு செய்தல். இத் தேர்வுக்குக் குறிப்பிட்ட நொதிகள் உதவி செய்கின்றன. ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்திற்கு ஒரு தூண்டக்கூடிய நொதி இருக்கும். அடினோசின் – டை - பாஸ்பேட்டின் (அ. டை. பா.) முன்னிலையில் தூண்டக்கூடிய நொதியானது, நொதியுடன் பிணைந்த பொருளான அமினோ அமில அடினைலேட் (Amino-acid Adenylate) என்ற சக்தி வாய்ந்த பொருளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவ் வமயம் பைரோ பாஸ்பேட் என்ற பொருள் விடுவிக்கப்படுகிறது.

2. அமினோ அமில ஆர்.என்.ஏ. கூட்டு : அமினோ அமிலமானது தூண்டப்பட்டவுடன் அது ஆர்.என்.ஏ.-யுடன் இணைக்கப் படுகிறது. அமினோ அமிலத்தோடு கூட்டுச் சேரும் ஆர்.என்.ஏ. ஒரு தனி வகையைச் சேர்ந்தது. இதை மற்ற ஆர்.என்.ஏ.-க்களுடன் ஒப்பிடும்போது ஒரு சிறிய மூலக்கூறு என்று கொள்ளலாம்; ஏறக்குறைய எழுபது முதல் நூறு நூக்ளியோடைட்களுடன் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இதைத்தான் கரையும் ஆர்.என். ஏ. அல்லது க. ஆர். என். ஏ. என்கிறார்கள். ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்திற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட கரையும் ஆர். என். ஏ. உண்டு என்று நிரூபித்திருக்கிறார்கள்.

3. பாலிபெப்டைட் உற்பத்தி : ரிபோஸோமின் மேற்பரப்பில் பெப்டைட்டின் உற்பத்தி நடக்கிறது. தோற்றத்

திற்கு முன் சொன்ன ஆர். என். ஏ.-யுடன் வேறெரு வகை ஆர். என். ஏ. பாலிபெப்டைட் தேவைப்படுகிறது. இதைத்தான் தூது ஆர். என். ஏ. (Messenger R. N. A.) என்கிறுர்கள். தூது ஆர். என். ஏ.-யின் தோற்றத்திற்கு டி. என். ஏ. ஒரு டெம்ப்லேட் (Template) போல் அமைகிறது. டி. என். ஏ.-யிலிருந்து ஆர். என். ஏ.-யின் தோற்றம் மிகவும் சுலபமான செயலாகும். டி. என். ஏ. நகல் ஆக்கலின்பொழுது தன்னைப்போல் புது டி. என். ஏ. மூலக்கூறை உற்பத்தி செய்கிறது. ஆனுல், இச் சந்தர்ப்பத்தில் தாய் டி. என். ஏ.-யானது புது டி. என். ஏ. சங்கிலியை உண்டாக்காமல் ஆர். என். ஏ. சங்கிலியை உண்டுபண்ணு



படம் 80

புரதத்-தயாரிப்பு ரிபோஸோமில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்

(அம்புக் குறிகள் ரிபோஸோம் நகரும் திசையைக் குறிக்கிறது;
30S, 50S ரிபோஸோமின் பகுதிகளைக் குறிக்கிறது.)

கிறது. இதைத்தான் தூது ஆர். என். ஏ. என்பர். தூது ஆர். என். ஏ. முழுவதாகத் தோன்றியவுடன் ரிபோஸோமை நோக்கிச் செல்கிறது; அங்கே புரதத் தயாரிப்பில் ஒரு டெம்ப்லேட் போல் செயல்படுகிறது. க. ஆர். என். ஏ. அமினே அமிலக்

கூட்டானது, ரிபோஸோமுடன் இணைந்த் தூ. ஆர். என். ஏ.-யுடன் குறிப்பிட்ட வரிசையில் இணைகிறது. இதனால் அமினோ அமிலங்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமைகின்றன. ரிபோ ஸோம்கள் தூது ஆர். என். ஏ.-யில் நகர்ந்துகொண்டிருக்கும். அவ்வமயம் புரதத் தயாரித்தலும் நடக்கும். இவ்விதம் ரிபோ ஸோம்கள் நகர்ந்தவுடன், மற்றொரு ரிபோஸோம் காலியாக உள்ள தூ. ஆர். என். ஏ. முனைக்கு வந்து சேருகிறது. பிறகு அது தனக்கு உரித்தான புரதத்தைத் தோற்றுவிக்கும். ஒவ் வொரு ரிபோஸோமிலும் க. ஆர். என். ஏ.-யை இணைக்கக் கூடிய இடங்கள் அதிகமாக இருந்தபோதிலும் ஒரு சமயத்தில் இரண்டு இடங்கள்தான் செயல்படுகின்றன. தோற்றுவாயிலி ருக்கும் பாலிபெப்டைட் சங்கிலியை ரிபோஸோமுடன் ஒரு க.ஆர். என்.ஏ. இணைத்து வைத்திருக்கும். இதற்கு அடுத்த இடத்தை மற்ற க.ஆர்.என்.ஏ. அமினோ அமிலத்துடன் வந்தடையும். நொதிகளின் உதவியால் பெப்டைட் இணைப்புமூலம் புதியதாக வந்த அமினோ அமிலமும் பாலிபெப்டைட் சங்கிலியும் இணைக்கப் படுகிறது. மூன்றாவது க. ஆர். என். ஏ. வந்தவுடன் முதல் க. ஆர். என். ஏ. ரிபோஸோமிலிருந்து விடுவிக்கப்படுகிறது. புரதச் சங்கிலி தயாரானவுடன் புரதம் ரிபோஸோமிலிருந்து விடுவிக்கப்படுகிறது. இந்த ரிபோஸோம் மறுபடி புரதத் தயாரிப்பிற்குச் சென்று விடுகிறது. படம் 80 புரதத் தயாரிப்பை விளக்கும்.

ஜீன் சங்கேத முறையின் வளர்ச்சி

ஜீன் சங்கேதங்கள் வளர்ச்சியடையக் கீழ்க்காணும் உண்மைகள் பயனுள்ளவையாக அமைந்துள்ளன:

1. ஜீன் சங்கேதம் பண்பியலிலிருந்து மெதுவாக வளர்ந்துள்ளது.
2. ஜீன் இவ்வியலின் அடிப்படை அளவு. மரபியின் உதவியால் ஜீனோடைப்பிலிருந்து ஃபினோடைப்பைப் பிரித்தறியலாம்.
3. ஜீன் செயலாற்றத்தின் விளக்கமே ஃபினோடைப் ஆகும்.
4. ஒவ்வொரு ஜீனும் மிகச் சுலபமான முறையில் அதற்கே உரியதான புரதத்தைத் தயாரிப்பதால், தன்னை வெளிப் படுத்திக்கொள்கிறது.
5. ஜீன் அமைப்பிற்கு முக்கிய சாதனங்களான டி. என். ஏ.-யும், புரதமும் நீளவாக்கில் அமையப்பெற்ற பாலிமர்கள் (polymers) ஆகும்.

6. ஜீனின் முதல்நிலை அமைப்பும், அதையொத்த புரதத்தின் அமைப்பும் சந்தேகமின்றி இணையான நீளவாட்ட அமைப்பாகும்.

முதல்நிலையிலுள்ள டி. என். ஏ. ஜீனின் செய்திகளை எவ்விதம் முதல் நிலையிலுள்ள புரதச் சங்கிலியில் அமைகிறது என்பது ஒரு விடுவிக்கப்பட வேண்டிய வினாவாகும்.

நான்கு நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளின் உதவியால் எப்படி டி. என். ஏ.-யினால் பலவிதப் புரதங்களைத் தோற்றுவிக்க முடிகிறது என்பதை எளிதாக விளங்க வைக்க வேண்டுமெனில் கீழ்க்காணும் உதாரணங்களை எடுத்துக்கொள்ளலாம். இங்குப் பாட சம்பந்தத்தை விட்டு விலகிச் சென்றாலும், ஜீன் சங்கேதத்தைப்பற்றி அறிய இஃது ஓரளவு உதவியாக இருக்கும். காமவ் (Gamov) இதற்கு ஓர் அழகான உபமானத்தை எடுத்துக் காட்டியுள்ளார். பாலி நூக்ளியோடைட் என்பது நான்கு எண்களாலான (அ. யு. சை. கு.) ஒரு பெரிய எண் ஆகும்.

அ—அடினைன் Adenine
யு—யுராஸில் Uracil
சை—சைடோசைன் Cytocine
கு—குவனைன் Guanine

பாலிபெப்டைட் என்பது இருபது வகை அமினோ அமிலங்களின் சேர்க்கையால் உண்டாகின்றன. எப்படி இந்த நான்கு எண் கூறுகளால் பெரிய வாக்கியங்களை மொழி பெயர்க்க முடிகிறது என்பதை ஜீன் சங்கேதம் விளக்குகிறது. ஆங்கில மொழியில் இருபத்தாறு எழுத்துகளின் உதவியால் ஆயிரக்கணக்கான சொற்கள் உண்டாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அந்த இருபத்தாறு எழுத்துகளுக்குப் பதிலாகத் தந்திமொழியில் (மார்ஸ் சங்கேதம்) இரண்டே சங்கேதங்களைக்கொண்டு 'கட்டு', 'கட' என்பவையால் எல்லா ஆங்கிலச் சொற்களையும் தோற்றுவிக்க முடிகிறது. அதனால் ஜீன் சுலபமாகப் பண்புகளை நான்கு எழுத்துகளாலான சங்கேத மொழியின் உதவியால் கொண்டு செல்கிறது.

சங்கேத விகிதம் (Coding Ratio)

புரதங்கள் இருபது வகையான அமினோ அமிலங்களின் சேர்க்கையால் உண்டாகின்றன என்று கண்டறிந்திருக்கிறார்கள். தூது ஆர். என். ஏ.-யில் நான்கு மூலக்கூறுகள் உள்ளன. அவற்றை எழுத்துகள் என்று கொள்வோம். அதைத்தான் அ. யு. சை. கு. ஒவ்வோர் எழுத்தும் ஓர் அமினோ அமிலத்தைக் குறிக்கும் என்று கொள்வோமானால், நான்கு வித அமினோ அமிலங்கள்தான் கிடைக்கும். ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்தையும் இரு எழுத்து

களால் ஆகிய கூறு கட்டுப்படுத்தும் என்று கொண்டால், பதினாறு வகையான (4^2) அமினோ அமிலங்கள் மட்டுமே தோன்ற முடியும். ஆனால், முன்பே கண்டபடி தாவரங்களில் இருபது வகை அமினோ அமிலங்கள் உண்டு. சில சந்தர்ப்பங்களில் ஓர் அமினோ அமிலத்தை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சங்கேதக் குறிகள் குறிக்கலாம். இதை ஆதாரமாகக்கொண்டால் மூன்று எழுத்துகள்தான், ஓர் அமினோ அமிலத்தைக் குறிக்கும் என்பது உறுதியாயிற்று. இம் மூன்று எழுத்துச் சங்கேதத்தைதான் கோடான் (Codon) என்று சொல்கிறார்கள். அதனால் ஒவ்வொரு கோடானும் ஓர் அமினோ அமிலத்தைக் குறிக்கும். இம் மூன்றெழுத்து சங்கேதத்தால் (4^3) அதாவது, அறுபத்து நான்கு விதமான சங்கேதங்கள் தோன்றக்கூடும். நான்கு எழுத்துக் கோடான்களும் உண்டு. ஆனால், அவை அவசியமற்றவை. சோதனைமூலம் நான்கு எழுத்துச் சங்கேதங்கள் இருக்க முடியாது என்று நிரூபித்திருக்கிறார்கள். சங்கேத விகிதத்தை எடுத்துக்கொண்டோமானால், மூன்று நூக்ளியோடைட்கள் ஒரு கோடானைக் குறிக்கும். இதற்குதான் மூன்றெழுத்து சங்கேதம் (Triplet Coding) என்று பெயர். கீழே கொடுத்துள்ள அட்டவணை 37 மூலம் ஓரெழுத்து, ஈரெழுத்து, மூன்றெழுத்து சங்கேதங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

அட்டவணை 37

ஓரெழுத்துச் சொற்கள் 4 நூக்ளியோடைட்	ஈரெழுத்துச் சொற்கள் 16 நூக்ளியோடைட்	மூன்றெழுத்துச் சொற்கள்–64 நூக்ளியோடைட்			
அ	அ அ	அ அ அ	சை சை சை	கு கு கு	யு யு யு
	அ சை	அ அ சை	சை சை அ	கு கு அ	யு யு அ
	அ கு	அ அ கு	சை சை கு	கு கு சை	யு யு சை
	அ யு	அ அ யு	சை சை யு	கு கு யு	யு யு கு
சை	சை சை	அ சை அ	சை அ அ	கு அ அ	யு அ அ
	சை அ	அ சை சை	சை அ சை	கு அ சை	யு அ சை
	சை கு	அ சை கு	சை அ கு	கு அ கு	யு அ கு
	சை யு	அ சை யு	சை அ யு	கு அ யு	யு அ யு
கு	கு கு	அ கு அ	சை கு அ	கு சை அ	யு சை அ
	கு அ	அ கு சை	சை கு சை	கு சை சை	யு சை சை
	கு சை	அ கு கு	சை கு கு	கு சை கு	யு சை கு
	கு யு	அ கு யு	சை கு யு	கு சை யு	யு சை யு
யு	யு யு	அ யு அ	சை யு அ	கு யு அ	யு கு அ
	யு அ	அ யு சை	சை யு சை	கு யு சை	யு கு சை
	யு சை	அ யு கு	சை யு கு	கு யு கு	யு கு கு
	யு கு	அ யு யு	சை யு யு	கு யு யு	யு கு யு

நான்கு நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளை உபயோகித்துப் பல வார்த்தைகளைத் தோற்றுவிக்க முடியும். ஓரெழுத்து, ஈரெழுத்து, மூன்றெழுத்துகள்மூலமாகக் கிடைக்கக்கூடிய சொற்கள் அட்டவணை 37ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. சொற்கள் என்பது நூக்ளியோடைட்களைக் குறிப்பிடுகிறது.

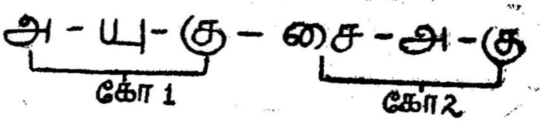
இந்த அத்தியாயத்தின் தொடக்கத்தில் புரதம் எப்படித் தயாரிக்கப்படுகிறது என்பதைப் பார்த்தோம். மேற்கொண்டு கோடான் என்பது எதுவென்பதையும், அது எவ்விதம் செயல்படுகிறது என்பதையும் தெரிந்துகொண்டோம். ஜீன் சங்கேதம் புரதத் தயாரிப்பால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. கீழ்க்காணும் விளக்கம் அதைத் தெளிவுபடுத்தும். டி. என். ஏ.-யிலுள்ள சங்கேத முறையில் அமைந்த ஜீன், செய்திகளைத் தூது ஆர். என். எ.-யில் ரிபோ-பாலி - நூக்ளியோடைட் (Ribo - poly - nucleotide) வாயிலாக ஒழுங்குபடுத்திப் பிரதி எடுக்கிறது. மேற்கொண்டு இச்செய்தியைக் குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலங்களாக மொழிபெயர்க்கத் தூது ஆர். என். ஏ.-யிலுள்ள நான்கு எழுத்துகளான (அ.யு.சை.கு.) மிகவும் உபயோகமாயுள்ளன. இந்த நான்கு எழுத்துகள் சாதாரண மேற்தழுவாத முறையில் மூன்று எழுத்துகள் அடங்கின சொற்களாக அல்லது சங்கேதக் கூறுகளாக அமைகின்றன. இவைதான் கோடான்கள் என்று முன்பே கண்டோம். தூது ஆர். என். ஏ. மூலக்கூறிலுள்ள ஒவ்வொரு கோடானும் பாலிபெப்டைட் சங்கிலியில் குறிப்பிட்ட இடத்தில் அமைக்க வேண்டிய அமினோ அமிலங்களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இவ்விதச் செயல்களின் காரணமாகத்தான் மாறுபட்ட புரதங்களும், அவற்றின் காரணமாகப் பண்புகளும் வெளிப்படுகின்றன.

சங்கேதங்களின் வகைகள்

கோடான்கள் எப்படி அமைகின்றன என்பதைப் பொருத்துச் சங்கேதங்களைப் பிரிக்கலாம்:

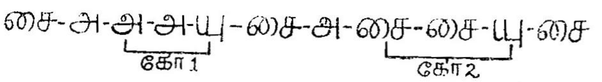
1. தொடர்ச்சியான, மேற்தழுவலற்ற, கால்புள்ளி இல்லாத வகை (Continuous, Non-overlapping, Commaless Type) : இவ் வகையில் மூன்று எழுத்துகளோடுகூடிய கோடான்கள் அடுத்தடுத்துக் காணப்படும். இடையில் கால்புள்ளிகள் என்று, கூறப்படும் தனி எழுத்துகள் தென்படுவதில்லை.

உதாரணம் :



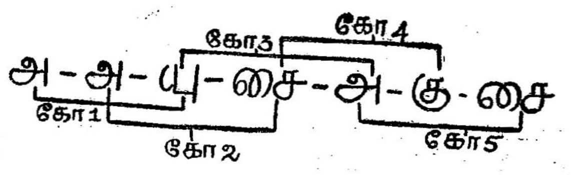
படம் 81
தொடர்ச்சியான, மேற்தழுவலற்ற, காற்புள்ளி இல்லாத வகை

2. **தொடர்ச்சியான, மேற்தழுவலற்ற, கால்புள்ளியுடன் கூடிய வகை (Continuous, Non overlapping, Comma Type):** இவ் வகையில் ஒரு கோடானுக்கும், அதற்கு அடுத்த கோடானுக்கும் இடையில் ஒன்றோ அல்லது இரண்டோ தனி எழுத்துகள் காணப்படும். இவ்வெழுத்துகள் மூன்றாக இல்லாததால், கோடான்கள் ஆகா. இவ்வெழுத்தையோ அல்லது எழுத்துகளையோ காற்புள்ளிகள் என்கிறோம். உதாரணம் :



படம் 82
தொடர்ச்சியான, மேற்தழுவலற்ற, காற்புள்ளி வகை

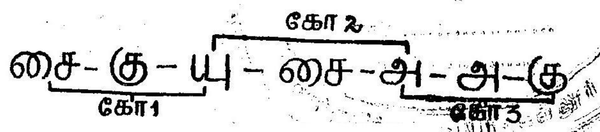
3. **தொடர்ச்சியான மேற்தழுவலுடன் கூடிய வகை (Continuous Overlapping Type) :** இங்கு ஒரு கோடானுக்கும், அதை அடுத்த மறு கோடானுக்கும் மேற்தழுவல் காணப்படும். அதாவது, ஒரு கோடானின் ஓர் எழுத்து மறு கோடானுக்கும் பயன்படும். அவ்வெழுத்து இரு கோடான்களாலும் உபயோகப்படுத்தப்படும். உதாரணம் :



படம் 83
தொடர்ச்சியான, மேற்தழுவலுடன் கூடிய வகை
(ஈரெழுத்து மேற்தழுவல் முறை)

மேற்கண்ட உதாரணத்தில் ஒரு கோடானின் இரு எழுத்துகள் அடுத்துள்ள ஓர் எழுத்துடன் புது கோடானை உண்டுபண்ணுகிறது. இதற்கு ஈரெழுத்து மேற்தழுவல் என்று பெயர்.

இதே மேற்தழுவல் முறையில் ஒரு கோடானின் ஓர் எழுத்தும், அடுத்த கோடானின் ஈரெழுத்தும் சேர்ந்து பிறிதொரு கோடானைத் தோற்றுவிக்கலாம். அதாவது, ஒரு கோடானில் உள்ள மூன்று எழுத்துகள் மூன்று கோடானைச் சார்ந்தவையாக அமையலாம். உதாரணமாக, யு சை அ ஒரு கோடானுகும். இதில் யு எழுத்து மற்றொரு கோடான் ஒன்றைச் (1) சேர்ந்த தாகவும், அ எழுத்து கோடான் மூன்றைச் (3) சேர்ந்ததாகவும் காணலாம். இம் முறைக்கு ஓரெழுத்து மேற்தழுவல் என்று பெயர். உதாரணம்:



படம் 84

ஓரெழுத்து மேற்தழுவல் முறை

4. தொடர்பற்ற வகை (Discontinuous) : கோடானைத் தோற்றுவிக்கத் தேவையான மூன்று எழுத்துகள் தொடர்பற்ற முறையில் அமைந்திருக்கும். கீழ்க்காணும் விளக்கத்திலிருந்து இது தெளிவாகும்:

படம் 85

தொடர்பற்ற வகை

ஏட்டளவில் இந்த நான்கு வகைகள் இருந்த போதிலும் தொடர்ச்சியான மேற்தழுவலற்ற வகைதான் நடைமுறைக்கு ஒத்த முறை என்று கண்டு பிடித்துள்ளனர். இதில் காற்புள்ளி வகையையோ அல்லது காற்புள்ளி அற்ற வகையையோ சந்தர்ப் பத்தைப் பொருத்து உபயோகிக்கலாம்.

புரதத் தயாரிப்பின்போது தூது ஆர்.என்.ஏ.-வில் கோடான்கள் அமைகின்றன என்று கண்டோம். அவற்றுடன் க.ஆர்.என்.ஏ. இணைகிறது என்றும் கண்டோம். இந்த க.ஆர்.என்.ஏ.-யில் நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகள் அமையும் வரிசையை எதிர் கோடான் (Anti Codon) என்பர். கோடான், எதிர்கோடான் இவையே

பல ஆயிரக்கணக்கான புரதங்களை அமைக்க வழி வகுக்கின்றன. ஒரு எ.கோலை (E. Coli) என்ற சிறிய பாக்டீரியா 10^3 வகையான புரத மூலக்கூறு தயாரிக்க முடியும்.

சங்கேதத்தை விடுவிக்கும் முறை

மேலே விவரித்த உண்மைகளை எவ்வாறு ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டறிந்தார்கள் என்பதை ஆராய்வோம். இவை எல்லாம் சோதனைகள்மூலமாகக் கிடைக்கப் பெற்றன; இவற்றின் மூலமாக ஜீன் சங்கேதத்தின் பொதுத் தன்மை, நூக்ளியோடைட்களில் அமைந்துள்ள பொருள்களில் மேலும் நூக்ளியோடைட்களின் அமைப்பு முதலியவை வெளியாகின்றன. இதற்காக ஆராய்ச்சி யாளர்கள் கண்ட வழிகள் நான்காகும்:

1. இயற்கையிலுள்ள முதல்நிலை புரதத்தின் அமைப்பையும் திடீர்மாற்றப் புரதத்தையும் ஒப்பிடுதல். இம் முறைப்படி திடீர் மாற்ற அமினோ அமிலமானது இயற்கையாக அமைந்த அமினோ அமிலத்தை இடப்பெயர்ச்சி செய்து விடுகிறது.

2. செல்களுக்கு வெளியே செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப் பட்ட ரிபோ-பாலி - நூக்ளியோடைட்கள் (Synthetic Ribo-poly-nucleotide) அமினோ அமிலங்களை எவ்வாறு அமைத்துக்கொள் கின்றன என்று அறிதல்.

3. செயற்கை முறையில் மாறுபட்ட நீளமும், நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளோடுகூடிய தூது ஆர்.என்.ஏ.-யையும், குறிப் பிட்ட க.ஆர்.என்.ஏ.-யையும் ரிபோஸோமுடன் இணையச் செய்து கிடைத்த குறிப்புகள்.

4. பண்பியல் மூலமாகக் கிடைத்த முடிவுகளைக்கொண்டு ஆராய்வது.

சங்கேத அகராதி

ஓர் அமினோ அமிலத்தைத் தோற்றுவிக்க மூன்று நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகள் தேவைப்படும் என்று கண்டோம். மொத்தம் நான்கு நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகள் உள்ளன. அவற்றின் உதவியால் அறுபத்து நான்கு வகை அமினோ அமிலங்களைத் தோற்றுவிக்க முடியும். அட்டவணை 38 தூது ஆர். என். ஏ.-யில் உள்ள நூக்ளியோடைட்களைக் குறிக்கிறது. எஸ்ச்ரிச்சியா கோலை (Escherichia Coli) என்னும் பாக்டீரியாவில் ஆராய்ச்சி செய்து,

இந்த அகராதியை நியூரன்பெர்க் (Nirenberg) தோற்றுவித்துள்ளார். இங்கு மூன்று எழுத்துகள் மூலமாக ஓர் அமினோ அமிலம் கிடைக்கும். இவ்விதமாக அறுபத்து நான்கு வகைகள் கிடைக்க வழி உண்டு. ஆனால், உதாரணத்திற்குப் பதினாறு வகைகள் மட்டுமே கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

அட்டவணை 38

முதல் எழுத்து	மூன்றெழுத்து சங்கேதம்				கடை எழுத்து
	இடை எழுத்து				
	யு	சை	அ	கு	
யு	ல்யூசைன் Leucine	ஸீரைன் Serine	அர்த்த மற்றது Nonsence	டிரிப்டோபேன் Tripto-phan	அ
சை	ல்யூசைன் Leucine	ப்ரோலீன் Proline	ஹிஸ்டிடின் Histidine	ஆர்ஜினைன் Arginine	சை
அ	ஐசோ-ல்யூசைன் Iso-leuicne	திரியோனைன் Threonine	அஸ்பராஜின் Aspara-gine	ஸீரைன் Serine	யு
கு	வலைன் Valine	அலனைன் Alanine	க்ளுடாமிக் அமிலம் Glutamic Acid	க்ளைசீன் Glycine	கு

இந்த அகராதி முழுமையாகக் கொடுக்கப்படாவிட்டாலும், இதிலிருந்து சில குறிப்புகள் தெளிவாகும். ஒரே அமினோ அமிலத்திற்கு இரண்டோ அதற்கு மேற்பட்டோ கோடான்கள் அமையலாம். உதாரணமாக, யு யு அ (U U A) என்றும், சை யு சை (C U C) என்றும் கோடான்கள் அமையும். இருபது அமினோ அமிலங்களில் இரண்டே அமிலங்களுக்கு ஒரு கோடான் உள்ளது. இரு அமினோ அமிலங்களுக்கு மூன்று கோடான்கள் உண்டு. நான்கு அமினோ அமிலங்களுக்கு நான்கு கோடான்கள் உண்டு. மற்ற அமினோ அமிலங்

கள் ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு கோடான்கள் உண்டு. உதாரணமாக, திரியோனைன் அமினோ அமிலத்திற்கு அ சை யு (A C U), அ-சை-சை (A C C), அ சை அ (A C A), அ சை கு (A C G) என்ற நான்கு கோடான்கள் உண்டு. அறுபத்து நான்கு கோடான்களில் மூன்று கோடான்கள் அமினோ அமிலத்திற்குத் தகுந்த சங்கேதத்தைக் கொடுப்பதில்லை. ஏனெனில், இந்தக் கோடான்கள் அமைந்துள்ள இடத்தில் குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலங்கள் தயாராவதில்லை. இவ் வகை அமிலங்களை அர்த்த மற்றவை என்று குறிப்பிட்டுள்ளார். அம் மூன்றும் யு கு அ (U G A), யு அ அ (U A A), யு அ கு (U A G) (Nonsence) ஆகும். இத்தருணத்தில் இந்திய வல்லுநர்களான கொரானு, கோஷ் முத லியவர்கள் அமெரிக்காவில் ஜீன் சங்கேதத்தில் நடத்திய ஆராய்ச்சி யைப்பற்றி அறிந்துகொள்வது நல்லது. அமினோ அமிலங்களைச் செயற்கை முறையில் உண்டான ஆர்.என்.ஏ.-யில் இணைத்துக் குறிப்பிட்ட இடத்திலுள்ள மூன்று நூக்ளியோடைட்களைப்பற்றி அறிய முடிந்தது. 1965-ல் 'எஸ்ச்ரீச்சியா கோலை' என்ற பாக்டீரி யாவில் பாலிபெப்டைட் உற்பத்தியைக் கண்டறிந்தார். நியூ ரன்பெர்க், சால், கொரானு மூவருந்தான் அமினோ அமிலங் களைக் குறிக்க அறுபத்து நான்கு வகைக் கோடான்களை அதாவது, மூன்று நூக்ளியோடைட்கள் வீதம் சங்கேதச் செயலுக்காகச் சோதனைகள் செய்து அறிமுகப்படுத்தியவர்கள்.

சங்கேதமும் திடீர்மாற்றமும்

கோடானிலுள்ள மூன்று எழுத்துகளில் ஏதாவது ஒன்று மாறுபட்டால், அதிலிருந்து உண்டாகும் அமினோ அமிலத்திலும் மாறுபாடு ஏற்படலாம். உதாரணமாக, கோடான் அ அ அ (A A A) என்பதை எடுத்துக்கொண்டு, அதில் ஏதாவது ஓர் எழுத்தை (நூக்ளியோடைட்டை) மாற்றுவதால் ஏற்படும் மாறு பாடுகளைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணை 39லிருந்து அறிந்துகொள்ள லாம் :

அட்டவணை 39

அ அ அ — லைசின்

→ 1. அ அ கு — லைசின்
→ 2. கு அ அ — க்ளுடாமிக் அமிலம்
→ 3. சை அ அ — க்ளுடமைன்
→ 4. யு அ அ — அர்த்தமற்றது

1. படத்தில் உபயோகித்த அ அ அ என்ற கோடான் லேசின் என்னும் கோடானைக் குறிக்கும். கடை நூக்ளியோடைட் அடினைன் என்பதற்குப் பதிலாகக் குவனைன் அமைந்த போதிலும் அமினோ அமிலம் மாறுபாடு அடைவதில்லை. இதனுல் தோற்றும் புரதத்திலும் மாறுதல் ஏற்படாது. இரண்டு அமினோ அமிலங்களை ஒரு கோடான் குறிக்கும் என்பதற்கும் இது சான்று.

2, 3. இந்த இரண்டு உதாரணங்களில் முதல் நூக்ளியோ டைட்கள் மாற்றப்படுவதால், இரு வித அமினோ அமிலங்கள் தோன்றுகின்றன. இதனுல் புரதம் மாறு படும்.

4. இந்தக் கோடான் யு அ அ உதவியால் ஒரு வித அமினோ அமிலமும், புரதமும் தயாராவது இல்லை. அதனுல் இதை அர்த்தமற்ற கோடான் என்று சொல்வர்.

சங்கேதச் செய்தி படிக்கும் முறை

டி.என்.ஏ.-யில் அமைந்திருக்கும் நூக்ளியோடைட்களின் வரிசை அமைப்பும், ஆர்.என்.ஏ.-யில் தோன்றும் நூக்ளியோ டைட்களின் வரிசை அமைப்பும் உயிரினத்தின் பாரம்பரியத்தை நிர்ணயிக்கிறது. ஒரு ஜீன் என்பது கிட்டத்தட்ட இருநூறு முதல் இரண்டாயிரம் நூக்ளியோடைட்களால் ஆனது. ஒரு செய்தி ஜீனுடைய ஒரு கோடியில் துவங்குவதாகக் கருதுகிறார்கள். நாம் ஒரு சிக்கலற்ற உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். ஒரு ஆர்.என்.ஏ. சங்கிலியில் மூன்றே நூக்ளியோடைட்கள் அசை யு என்பன உள்ளன. இம் மூன்று நூக்ளியோடைட்கள் அசை யு என்ற செய்தி தருவதாகக்கொள்வோம். இவ் வகை செய்தி தை கு அ என்ற செய்தி கொண்ட டி. என். ஏ. சங்கிலியால்தான் தோற்றுவிக்க முடியும். ஆர். என். ஏ. செய்தியான அ சை யு என்பதில் சேர்த்தலோ, நீக்கலோ, இடமாற்றமோ ஏற்பட்டால், செய்தியை எவ்விதம் பாதிக்கும் என்பதைக் கீழே காண்போம்:

1. அ சை யு, அ சை யு, அ சை யு, அ சை யு, அ சை யு-இதைச் சாதாரணமாகச் செய்தியாகக் கொண்டால், செய்தி - அ சை யு எனறோ யு சை அ என்றோ கொள்ளலாம். எல்லா மூன் றெழுத்துகளும் ஒரேமாதிரி அமினோ அமிலத்துடன் காணப் படும். இச் செய்தியில் மூவெழுத்தில் ஓர் எழுத்து நீக்கப்பட்டு விட்டால், செய்தி முன் தந்த கருத்தை வெளிப்படுத்தாது. அதாவது, சை என்ற எழுத்து நீக்கப்பட்டுள்ளது என்று கொள்வோம்.

2. அ சை யு, அ யு அ, சை யு அ, சை யு அ, சை யு அ.– இதனால் இரண்டாவது மூவெழுத்து கொண்டுவரும் அமினோ அமிலம் முதல் மூவெழுத்திலிருந்து வேறுபடும். மற்றொரு வகை மாறுதலைக் கீழே காணலாம். அதாவது, அ என்ற புது நூக்ளியோடைட் சேர்வதாகக் கொள்வோம்.

3. அ சை யு, அ சை அ, யு அ சை, யு அ சை, யு அ சை– இம் முறையிலும் இரண்டாவது மூவெழுத்துடன் காணப்படும் அமினோ அமிலம், முதல் மூவெழுத்திலிருந்து வேறுபட்டுக் காணப்படும். இவ் வகையில் ஓர் எழுத்து நீங்குவதாகக் கொள்வோம். அதாவது இரண்டாவது மூவெழுத்தும் சை நீக்கப்படுவதாகக் கொண்டால், அ சை யு, அ அ யு, அ சை யு, அ சை யு, அ சை யு-இப்பொழுது கிடைத்துள்ள செய்திகிட்டத்தட்ட ஒரு மூவெழுத்தைத் தவிர முதலில் எடுத்துக்கொண்டதைப் போலவே உள்ளது. முதலில் சொன்னவாறு கோடிகள் அவ்விதமே காணப்படுகின்றன.

இதனால் டி. என். ஏ. சங்கிலியில் ஒரு திடீர்மாறுதல் தோன்றினால், புது விதப் புரதம் தோன்ற வழியுண்டு. ஆனால், அதே சங்கிலியில் மற்றொரு திடீர்மாற்றம் அதாவது இரண்டு திடீர் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டால், ஒன்றுக்கொன்று ஈடு செய்துகொண்டு முதல் நிலைக்குத் திரும்பிவிடுகிறது. இதையே விளக்கமாகத் தெரிவித்தால் ஒரு திடீர்மாற்றம் புது ஜீனைத் தோற்றுவிக்கும். இரு திடீர் மாற்றங்கள் ஒரு குரோமஸோமில் ஏற்பட்டால் பழைய ஜீன் மறுபடியும் தோன்றி விடும்.

ஜீன் சங்கேதம், திடீர்மாற்றம் இவற்றிற்குள்ள தொடர்பைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம்: ஒரு ஜீனின் தன்மையைப்பற்றி அறிய வேண்டுமெனில், அந்த ஜீன் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மாறுபட்ட அமைப்பைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். ஒரு ஜீனின் இம் மாறுபட்ட அமைப்புகளைத்தான் அலில்கள் என்கிறோம். ஓர் அலிலிருந்து மற்றது தோன்றத் திடீர் மாற்றமே காரணமாகும். எஸ்சரீச்யா கோலை பாக்டீரியாவின் ஆராய்ச்சி வாயிலாகக் கண்ட உண்மைகள் ஜீன் செயலாற்றம், ஜீன் சங்கேதம், திடீர்மாற்றம் முதலிய பகுதிகளைப்பற்றி அறிய மிகவும் உதவியாக உள்ளன.

1. இ. கோலை டி. என். ஏ. மூலக்கூறு அல்லது குரோமஸோம் செயலாற்றலைப் பொறுத்த வரையில் பல பகுதிகளாகப்

பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அப் பகுதிகள் வெவ்வேறு பாலி பெப்டைட்களுக்குச் சங்கேதமாக அமைகின்றன. இப் பகுதிகளை ஜீன்களுக்கு இணையாகக்கொள்ளலாம்.

2. ஒரு நூக்ளியோடைட் ஜோடியை மாற்றுவதால், வெளியில் புலப்படும்படியான மாறுதல் தோன்றக் கூடும். இவ்வித மாற்றம் ஏற்படும்பொழுது வேறு வகையான அமினோ அமிலம் தோன்ற வேண்டும், அல்லது பாலிபெப்டைட் சங்கிலியின் செயலாற்றம் முழுவதும் மாற வேண்டும். அப்பொழுதுதான் திடீர்மாற்றம் புற அமைப்பில் மாறுதலைத் தோற்றுவிக்கும்.

3. ஒரு ஜீனில் தோன்றக்கூடிய திடீர்மாற்றங்களின் எண்ணிக்கை அந்த ஜீனிலுள்ள நூக்ளியோடைட் ஜோடிகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து உள்ளது.

4. அமினோ அமிலங்களின் எண்ணிக்கை நூக்ளியோடைட் எண்ணிக்கையைப் போல் மூன்றில் ஒரு பங்கு இருக்கும்.

5. ஒரு ஜீனில் வெவ்வேறு இடங்களில் திடீர்மாற்றம் தோன்றினால், பாலிபெப்டைட் சங்கிலியிலுள்ள அமினோ அமிலங்கள் மாறுவதால், அந்த இடங்களில் அதே வகை மாறுதல்கள் ஏற்படலாம்.

ஜீன் சங்கேதத்தில் தீர்க்கப்பட வேண்டிய கேள்விகள் சில உள்ளன:

முதலாவது - ஜீன் சங்கேதம் பொதுவானதா?

இரண்டாவது - பாக்டீரியாவில் ஒரு புரதத்தைத் தயாரிக்க அமினோ அமிலங்கள் குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமைகின்றன. அதே புரதம் மனிதனில் தோன்றும்போது அதே வரிசையில் அமினோ அமிலங்கள் அமைகின்றனவா? தற் சமயம் கிடைக்கும் பதில் 'ஆம்' என்பதுதான். உயிரியலில் தீர்க்கப்பட வேண்டிய சந்தேகங்கள் அறுபத்துநான்கு கோடான்களைவிட அதிகமாகவே உள்ளன.

13. ஹைபிரிட் திடம்

(Hybrid Vigour)

தோற்றுவாய்

மாறுபட்ட இரு இனங்களை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தி முதல் தலைமுறையில் தோன்றும் செடிகள் அதிக வீரியத்துடன் காணப்பட்டால், அதை ஹைபிரிட் திடம் என்று சொல்வர். ஹைபிரிட் திடம் என்ற சொல் நன்மையையும், கெடுதலையும் குறிக்கும். ஆனால், நடைமுறையில் நன்மையான பண்புகளையே எடுத்துக்கொள்வதால், ஹைபிரிட் திடம் என்ற சொல் நமக்குச் சாதகமான இயல்புகளைமட்டும் குறிக்கும் வகையில் உபயோகப் படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளது. மேலும், மாற்றுக் கலவியல் எப்பொழுதும் சாதகமான முடிவுகளையே கொடுக்கும் என்று கொள்வது தவறு. தன்மகரந்தச்சேர்க்கையால் இன விருத்தி செய்யும் செடிகளை ஹைபிரிட் தரித்தலுக்கு உட்படுத்தினால் நல்ல பலன் கிடைக்காது. ஹைபிரிட் திடத்தால் தோன்றிய நன்மைகளைப் பற்றி விளக்கமாகப் பயிர்ப் பெருக்குதல் பகுதியில் படிக்கலாம். 1914-ஆம் ஆண்டு ஷல் (Shull) என்பவர் ஹைபிரிட் திடத்திற்கு ஹெடிரோஸிஸ் (Heterosis) என்ற மாற்றுப் பெயரைச் சூட்டினார். தற்காலத்தில் ஹைபிரிட் திடம், ஹெடிரோஸிஸ் என்ற பெயர்கள் ஒத்த பெயர்களாக (Synonyms) உபயோகத்தில் இருந்து வந்தாலும் வேல்லி (Whaley) என்பவர் அப் பெயர்கள் மாறுபட்ட கருத்துகளை வெளிப்படுத்துகின்றன என்று சொல்கிறார். ஹைபிரிட் திடம் என்ற சொல், ஹைபிரிட்டின் உந்தப் பட்ட நிலையைக் குறிக்கிறது. ஆனால், ஹெடிரோஸிஸ் என்பது உந்தப்பட்ட நிலைக்குக் காரணமாக உள்ள இயங்கு நிலையைக் குறிக்கிறது.

சாதாரணமாக ஹைபிரிட்டுகள் பெற்றோர்களைவிடத் திடமாகக் காணப்படுகின்றன. ஹெடிரோஸிஸ் காரணமாகச் செடி

களின் புறத்தோற்றத்தில் பலவித மாறுபாடுகள் தோன்றலாம். அவை நன்மை பயக்கக்கூடியவை, செழுமையாக அமையும் வேர்ப்பாகம், வேகமாக வளரும் தன்மை, நன்ருக வளர்ந்த பசுமையான இலைகள், பருத்து வளர்ந்த தண்டு, அதிக மாறுபாடுகள் தோன்ருமை, விரைவில் பூக்கும் தன்மை, அதிக விளைச்சல் முதலியன.

ஹைபிரிட் திடம் தோன்றச் செடிகளில் உள்ள ஓங்கு ஜீன்களே காரணமாக அமையலாம். ஓர் இனத்தில் ஓங்குபண்புகள் A, B, C என்று கொள்வோம். அவற்றின் ஒடுங்குபண்புகள் a, b, c ஆகும். உதாரணத்திற்கு இரு பண்புகளை மட்டும் எடுத்துக் கொள்வோம். அதாவது A, B என்ற இரு ஜீன்கள் செடியின் திடத்தைக் கட்டுப்படுத்துபவையாக அமைவதாகக்கொள்ளலாம். இரண்டு கலப்பற்ற சந்ததிகள் தோன்றுவதாகக்கொள்வோமாளுல், அவற்றின் ஜீனேடைப் AA, bb, aa, BB ஆகும். இச்செடிகள் தற்காப்பு முறையிலேயே இனப்பெருக்கம் செய்பவை. இவ்விரு செடிகளிலும் ஒரே ஓங்கு ஜீன்கள் இருப்பதால், திடம் குறைவாகத்தான் காணப்படும். இவ்விரு பெற்ருேர்ச் செடிகளை இணைப்பதால் கிடைக்கும் ஹைபிரிட்டில் Aa, Bb என்ற நான்கு இயல்புகள் சேர்ந்து அமைகின்றன. இந்த ஹைபிரிட்டிலுள்ள ஓங்குபண்புகள் இரண்டு A, B ஆகும்; அதாவது, பெற்ருேர்களில் இருந்ததைவிட அதிகம். ஆகையால், இஃது அதிக திடத்துடன் காணப்படுகிறது. இவ்விதம் பெற்ருேர்கள் நல்ல பண்புகள், கெட்ட பண்புகளுடன் அமையும்போது, ஹைபிரிட்டில் ஓங்கு தன்மை காரணமாகக் கெட்ட பண்புகள் ஒடுங்கு நிலைக்குச் செல்லலாம். மாற்றுக் கலவியலால் எப்பொழுதும் ஹைபிரிட் திடம் கிட்டும் எனக் கொள்ளக்கூடாது. உதாரணமாக, முன் சோதனையை எடுத்துக்கொள்ளலாம். இங்கு எடுத்துக்கொள்ளும் பெற்ருேர்கள் AA, BB, aa, bb என்ற ஜீனேடைப் பெற்றவையாக இருக்கின்றன என்று கொள்வோம். இவற்றை இணைப்பதால் முன் போலவே Aa, Bb என்ற ஹைபிரிட் கிட்டும். முதல் பெற்ருேர்ச் செடி AA, BB ஹைபிரிட்டை Aa Bb போலவே இரு ஓங்குபண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. அதனுல், இம் முறையில் ஹைபிரிட் பெற்ருேர்ச்செடியில் ஒன்றின் திடத்தோடுதான் காணப்படுமே தவிர, அதற்கு மேம்பட்டதாக அமையாது.

சாதாரணமாக முதல் சந்ததி ஹைபிரிட் திடம் ஓங்கு நிலையில் இருந்து, பிறகு தோன்றும் சந்ததிகளில் இறங்குமுகமாக அமைகிறது என்று ஜோன்ஸ் (Jones) தம் ஆராய்ச்சியின் வாயிலாக நிரூபித்துள்ளார். அட்டவணை 40-ல் இவை விளங்கும்.

அட்டவணை 40

பெற்றோர்கள்	67 அங். × 58 அங்.
F_1	94"
F_2	82"
F_3	77"
F_4	76"
F_5	67"
F_6	59"
F_7	58"

காரணங்கள்

ஹெடிரோஸிஸ் இனம் திடமாகக் காணபபடுவதற்கு முக்கிய மாக இரு காரணங்கள் உண்டு. பயிர்ப் பெருக்குதல் பகுதியில் இவ்விரண்டைத் தவிர, வேறு சில காரணங்கள் விளக்கப்பட்டுள் ளன. அவை கீழே விவரிக்கப்படுகின்றன.

1. **அலில்களின் பரஸ்பரக் கூட்டுச்செயல் :** ஏறத்தாழ எல்லாப் பண்பியல் வல்லுநர்களும் ஹைபிரிட் திடத்திற்கு ஹெடிரோ ஸைகஸ் (Heterozygous) நிலைமையே காரணமாக அமைகிறது என்கிறார்கள். குரோமஸோமில் ஒரு பகுதியில் A, a என்ற அலில்கள் இருப்பதாகக்கொள்வோம். இப் பகுதியில் இந்த மூன்று அலில்கள் கீழ்க்காணும் நிலையில் அமையலாம்:

1. A, A
2. A, a
3. a, a

ஒன்றும், மூன்றும்(AA, aa)ஹோமோஸைகஸ் நிலைகள். இரண்டாவது நிலை Aa என்பது ஹெடிரோஸைகஸ். Aa என்ற ஜீன்கள் மாறுபட்ட செயல்களைச் செய்பவையாக அமைவதால், அவற்றின் கலப்பு உயர்தர மான முடிவுகளுக்குக் காரணங்களாக அமை கின்றன.

இவ்விதம் கிடைக்கும் பலன்கள் ஜீன் ஹோமோஸைகஸ் நிலையில் இருப்பதைவிட மேம்பட்டே காணபபடும்.

2. **வேறுபட்ட பல ஓங்குபண்புகளின் பரஸ்பரக் கூட்டுச் செயல் :** ஹைபிரிட்டில் சாதகமான பண்புகள் ஓங்கு நிலையில் இருப்பது

பாதகமான பண்புகள் ஒடுங்கு நிலையில் இருப்பது ஹெடிரோஸிற்குக் காரணமாகும் என்பது கூற்று. இதற்கு ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்வோம் :

இரு இனச் செடிகள் வேறுபட்ட ஜீனேடைப்புடன் இருப்பவற்றை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். முதல் செடியின் ஜீனேடைப் aa, BB, cc, DD, EE. இரண்டாம் செடியின் ஜீனேடைப் AA, bb, CC, dd, ee. இங்கு முதல் செடியில் காணப்படும் ஓங்குபண்புகள் இரண்டாம் செடியில் உள்ளதைவிட அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. அதனால் அந்தப் பெற்றோர்ச் செடி நல்ல பலனையே தரும். இவற்றை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தினல் கிடைக்கும் செடியின் ஜீனேடைப் Aa, Bb, Cc, Dd, Ee. இச் செடியில் உள்ள எல்லா இயல்புகளும் ஓங்கு நிலையில் இருப்பதால், இந்த ஹைபிரிட் சந்தேகமின்றிப் பெற்றோர்களைவிடச் சிறந்ததாகக் காணப்படும். இங்கே ஐந்து ஒடுங்கு இயல்புகளும் உள்ளன. ஆனல், அவை ஓங்குபண்புகளால் மறைக்கப்பட்டன. இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் ஒரு சந்தேகம் தோன்றலாம். அதாவது, எல்லாப் பண்புகளும் ஓங்கு நிலையில் அமைந்தாலும் ஹைபிரிட் போன்ற பலன் கிடைக்கலாம். Aa, Bb, Cc, Dd, Ee என்ற ஹைபிரிட்டிற்குப் பதிலாக AA, BB, CC, DD, EE என்ற செடியும் தோன்றலாம். ஆனல், சிங்கில்டன் (Singleton) என்பவர் மக்காச் சோளத்தில் செய்த ஆராய்ச்சியில் இது செயல் முறையில் நடப்பது கடினம் என்று கண்டார். இதையே கீழ்க்காணும் முறையில் விளக்கலாம்:

சோளத்தில் பத்து ஜோடி குரோமஸோம்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு குரோமஸோம் ஜோடியின் இரு கோடிகளிலும் உள்ள ஜீன்கள் மாறுதலுக்கு உட்படுவதாகக் கொள்வோமானல், மொத்தம் இருபது மாற்றங்கள் தோன்றும். இவ்விதம் ஏற்படும் திடீர்மாற்றத்தினல் கிடைக்கக்கூடிய வேறுபட்ட செடிகளைக் கணக்கிடப் போனல் 4^{20}. இவ்வளவு செடிகளையும் பயிரிட நினைத்தால், அவற்றிற்குத் தேவைப்படும் நிலங்கள் பூமியிலுள்ள நிலப் பகுதியைப்போல் பல மடங்கு இருக்க வேண்டும். அதனல்தான் எல்லாம் ஓங்குபண்புகள் கொண்ட ஹோமோஸைகஸ் செடி சோளத்திலோ மற்ற இனத்திலோ தோன்றியதில்லை.

ஒரு கூட்டத்திலிருந்து தற்காப்பு முறைப்படி எப்படி ஹைபிரிட்டுகளை விலக்கலாம் என்பதைக் காண்போம். ஹைபிரிட்டை விலக்கத் தற்காப்பு முறையே சிறந்த சாதனமாகும். இதை விளக்க அந்திமந்தாரையை (Mirabilis) எடுத்துக்கொள்வோம். இங்கு வெள்ளை, சிவப்புப் பூக்கள் ஹோமோஸைகஸாகவும், இளஞ்

சிவப்பு ஹைபிரிட்டாகவும் அமைகின்றன என்று முன்னரே அறிந்தோம். இங்கு இளஞ்சிவப்புப் பூ தேவையற்றது என்று எடுத்துக் கொண்டால், தற்காப்பு முறையினுல் ஏழாவது தலைமுறையில் ஏறக்குறைய 1·5 சதவிகிதம் இளஞ்சிவப்புப் பூக்களே மிஞ்சும். பத்தாவது தலைமுறையில் ஒரு சதவிகிதத்தில் பத்தில் ஒரு பங்கு தான் தோன்றும். கீழ்க்காணும் அட்டவணை 41-ல் இதை விளக்கமாக அறியலாம். நாம் முதல் தலைமுறையில் எடுத்துக் கொண்டவை நூறு இளஞ்சிவப்புச் செடிகள் என்று கொண்டால், இந்த முடிவு கிடைக்கும். மேலும், ஒரு செடி ஒரே ஒரு செடியைக் கொடுப்பதாகக்கொண்டால்தான் இவ்வித முடிவு கிடைக்கும்.

அட்டவணை 41

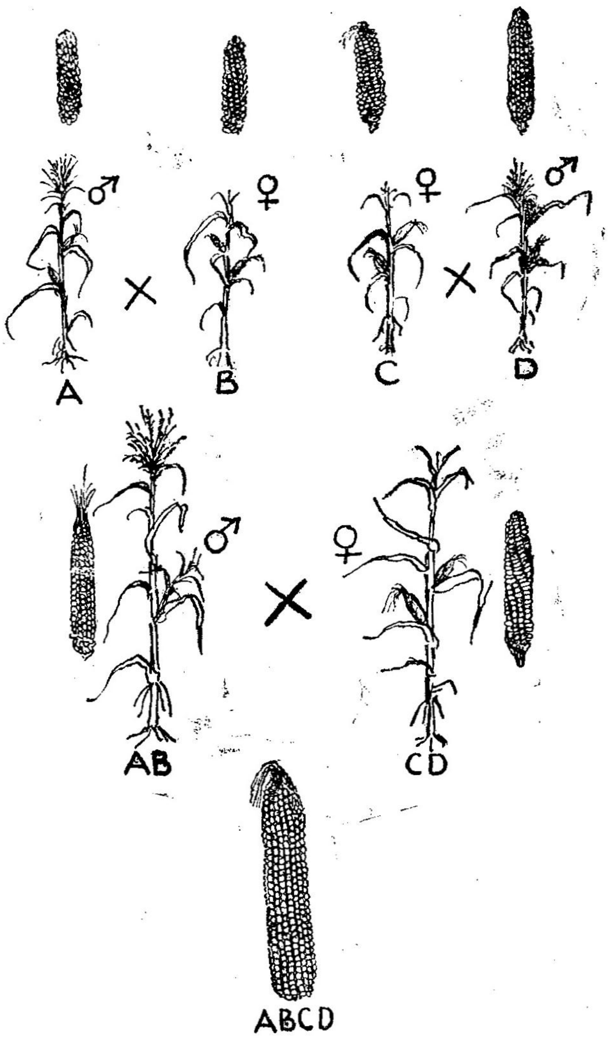
தலைமுறைகள்	சிவப்பு	× இளஞ்சிவப்பு	வெள்ளை	ஹைபிரிட் எண்ணிக்கை	ஹைபிரிட் சதவிகிதம்
முதல் தலைமுறை		100		100	100%
2ஆம் தலைமுறை	25	50	25	50	50%
3ஆம் தலைமுறை	25+12	25	12+25	25	25
4ஆம் தலைமுறை	25+12+6	12	6+12+25	12	$12\frac{1}{2}\%$
5ஆம் தலைமுறை	25+12+6+3	6	3+6+12+25	6	$6\frac{1}{4}\%$
6ஆம் தலைமுறை	25+12+6+3+1	3	1+3+6+12+25	3	$3\frac{1}{8}\%$

ஹைபிரிட் திடத்தைப்பற்றிப் படிக்கும்பொழுது தற்காப்பு முறையைப்பற்றியும் (Inbreeding) அறிவது நல்லது. இரத்த

சம்பந்தம் உள்ளவர்களிடையே மணம் நடந்தால் தோன்றும் குழந்தைகள் புலக் குறைவாகக் காணப்படுகின்றன என்ற பொதுக் கருத்து நம்மிடையே நிலவி வருகிறது. ஆனால், தற்காப்பு, மாற்றுக் கலவியல் என்ற சொற்கள் தராதரத்தைப் பொறுத்த சொற்களாகும். எகிப்திய அரச பரம்பரையில் கிளியோபாத்ராக் களுக்கும், அவர்களுடைய சகோதரர்களுக்குமே மணம் நடந்து வந்தது. இதைத் தற்காப்பு முறையின் தீவிர வகையாகக் கொள்ள லாம். ஆனால், மாமன் மக்கள், அத்தை மக்களிடையே நடக்கும் மணத்தைத் தற்காப்பு முறையின் இரண்டாம் நிலையாகக் கொள்ள லாம்.

தற்காப்பு முறை கெடுதலானதா என்ற கேள்விக்கு அதை ஆமோதித்தோ அல்லது மறுத்தோ உடனே சொல்ல முடியாது. செடிகள் இரு பாலானவை. அவற்றில் சாதாரணமாகத் தற்காப்பு முறைதான் நடக்கிறது. நாம் பயிரிடும் செடிகள் கிட்டத்தட்ட தன்மகரந்தச்சேர்க்கையாலேயே இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. தற்காப்பு முறையில் செடியிலுள்ள பண்புகள் அவ்வாறே தலை முறை, தலைமுறைகளாகக்கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இதனால் அவ் வினங்களில் அமையும் ஒடுங்குபண்புகள் இயற்கை யின் தேர்வுக்கு உட்படலாம். இதனால் நாளடைவில் இந்த ஒடுங்கு பண்புகள் நீக்கப்படலாம். அதனால் இயற்கைத் திடீர்மாற்றம் ஏற்படத் தற்காப்பு முறையில் தோன்றிய செடிகளே சிறந்தவை. மாற்றுக் கலவியலில் இதற்கு நேர்மாறான செய்கை ஏற்படுகிறது. ஹைபிரிட்டில் உள்ள ஒடுங்குபண்புகள் ஓங்குபண்புகளால் மறைக்கப்படுவதால், இயற்கையின் தேர்விலிருந்து அவை தப்பி, தங்கி விடுகின்றன; அதனால்தான் ஹைபிரிட்டில் உள்ள ஒடுங்கு பண்பு செடிக்கு நன்மையையோ கெடுதலையோ செய்வதில்லை.

தற்காப்பு, மாற்றுக் கலவியல் ஆகிய இவ் வகைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், இரு வகைகளிலும் நன்மைகளும், கெடுதல்களும் உண்டு. ஆனால், ஒரு வகையை மட்டும் தேர்ந்தெடுப்பது விவேக மற்ற செயலாகும். இம் முறைகளைச் சரியானபடி இணைத்துக் கையாளும் விவசாயி நல்ல பலனை எதிர்பார்க்கலாம். தற்காப்பு முறையினால் நல்ல திடீர்மாற்றங்கள் தோன்ற இடமில்லாமல் போகிறது; மேலும், மற்ற இனங்களிலுள்ள நற்பண்புகளையும் இணைக்க முடியாமற்போகிறது. ஆனால், இம் முறைப்படி ஒடுங்கு பண்புகளை விலக்குவது மிகவும் சுலபம். மாற்றுக் கலவியல் முறை யில் பல செடிகளிலுள்ள நற்பண்புகளை ஒரு செடியில் இணைத்துப் புது இனம் தோற்றுவிக்க முடியும். இதிலுள்ள கெடுதல் ஒடுங்கு பண்பு மறைந்து இருப்பதால், அதை விலக்க முடியாமல் போகிறது. அதனால் ஓர் இனத்தில் பரிணமம் தோன்ற வேண்டும் என்றால்,



படம் 86

இரட்டை மாற்றுக் கலவியல்

A,B,C,D என்பவை நான்கு பெற்றோர்கள்; AB, CD முதல் தலைமுறை; A B C D-இரண்டாம் தலைமுறை. (பெற்றோர்களின் பண்புகள் இணைவதால் சோளக்கொண்டை உயர்வடைதலைக் காணலாம்.)

அதாவது நல்ல பண்புகள் கிடைக்க வேண்டுமானால், இவ்விரு வகைகளையும் தக்க முறையில் கையாள வேண்டும். தற்காப்பு முறையை மிகுதியாகக் கையாண்டு, அவ்வப்பொழுது மாற்றுக் கலவியலைப் புகுத்தினால் நல்ல பயனுள்ள புது இனங்கள் தோன்ற முடியும்.

ஹைபிரிட் திடத்தை எவ்விதம் பயிர்ப் பெருக்குதலுக்கு உபயோகிக்கலாம் என்பதைப் பயிர்ப் பெருக்குதல் பகுதியில் காண லாம். இங்கு ஹைபிரிட் மக்காச்சோளம் தோன்றிய விதத்தைப் பற்றி ஆராய்வோம்:

ஆனால், எல்லா ஹைபிரிட்டுகளும் நன்மை பயக்கும் என்ற பொது விதியைக் கொள்ளக்கூடாது. மாற்றுக் கலவியலுக்கு எடுத் துக்கொள்ளும் பெற்றோர்கள் தகுந்தமுறையில் தேர்ந்தெடுத்தவை யாக இருக்க வேண்டும். அவற்றிலுள்ள பண்புகள் எப்படிப்பட் டவை என்பதைப் பண்பியல் மூலமாக வரையறைதல் வேண்டும். முதலில் இப் பெற்றோர்களைத் தற்காப்பு முறைக்கு ஈடுபடுத்தி, அவற்றைக் கலப்பிலா இனங்களாக மாற்ற வேண்டும். பிறகு அவற்றை மாற்றுக் கலவியலுக்கு ஈடுபடுத்த வேண்டும். சாதாரண ஒற்றை மாற்றுக் கலவியலைவிட இரட்டை மாற்றுக் கலவியல் சிறந்தது என்று ஜோன்ஸ் (Jones) நிரூபித்துள்ளார். உதாரண மாக, A B C D என்ற நான்கு மக்காச்சோள இனங்கள் உள்ளன என்று கொள்வோம். இவற்றில் AD என்பவற்றை ஆண் செடி களாகவும், BCயை ஆண் கதிர்களை வெட்டி எடுத்துவிட்டுப் பெண் செடிகளாகவும் மாற்ற வேண்டும். A-யிலிருந்து மகரந்தத்தூளை B-யில் சேர்க்க வேண்டும். அதேபோல் D-யிலிருந்து மகரந்தத்தூளை C-யில் சேர்க்க வேண்டும். இதனால் AB என்றும், CD என்றும் இரண்டு ஹைபிரிட்டுகள் கிடைக்கும். இவற்றை மறுமுறையும் மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்த வேண்டும். ABயை ஆணாகவும், CDயைப் பெண்ணாகவும் கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தினால், கடைசியில் கிடைக்கும் ஹைபிரிட் A B C D ஆகும். படம்–86-ல் செய்முறையும், அவ்விதம் கிடைத்த சோளக் கொண்டைகளையும் காணலாம்.

ஜோகன்ஸன் தற்காப்பு முறைப்படி ஒரு குடும்பத்தில் தேர்வு நடத்துவது அர்த்தமற்றது என்று நிரூபித்தார். இங்குக் கிடைக்கும் செடியின் பண்பானது பெற்றோர்ச்செடியின் பண்பைவிட மேம் பாடாகக் காணப்படுவதில்லை. ஆனால், ஷல் (Shull), ஈஸ்ட் (East) முதலியவர்கள் தற்காப்புச் செடிகளை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட் படுத்தியதால் நல்ல பலன்கள் கிடைக்கும் என்று கருதுகின்றார்கள்.

பயிர்ப் பெருக்கம்

1. தோற்றுவாய்
(Introduction)

பயிரியல் ஒரு தொன்மையான விஞ்ஞானமாகும். நாகரிகம் முன்னேற்றமடையத் தொடங்கியவுடன் மனிதன் தன் வாழ்க்கைக்கு உபயோகமாகக்கூடிய பயிர்களில் அதிக ஆர்வம் காண்பித்தான். விலங்குகளும், கனிப்பொருள்களும் மனிதன் தேவைக்கு உபயோகமாஞலும், பயிர்களேஅவனுடைய உயிர் வாழ்வுக்கு முதன்மையான இடத்தைப் பெறுகிறது. அன்ருட வாழ்க்கைக்கு முக்கியமான மூன்று பொருள்களான உணவு, உடை, உறைவிடமும், மற்றும் பல பொருள்களும் கூடிய வரையில் தாவர உலகிலிருந்துதான் கிடைக்கின்றன. இம் மூன்று பொருள்களில் உணவே மிகவும் முக்கியமான தேவையாகும்.

ஆதி மனிதன் புல்வெளிகளுக்காகவும் உண்ணக்கூடிய காட்டுக் கனி கிழங்குகளுக்காகவும் திரிந்து வாழ்ந்த வாழ்க்கையை விட்டு விட்டு, வீட்டின் அவசியத்தை உணர்ந்த நாள் முதல், பயிர் வளர்ப்புக் கலையைக் கையாளத்தொடங்கினுன். சரித்திர ஆராய்ச்சியாளர் கூற்றை நோக்குங்கால் நாகரிகம் ஆற்றுச் சமவெளிகளில் தான் தோன்றியிருக்க வேண்டும். கங்கை, சிந்து, நைல், யூப்ரடீஸ் நதிப் பள்ளத்தாக்குகளில் மனிதன் பயிர் வளர்ப்புத் தொழிலைத் தொடங்கி இருக்கலாம். ஆகையால், மிக முக்கியமான தானியங்கள் கீழ்க்கோளத்திலுள்ள ஆசியா, ஆசியாமைனர், நடு தென்சீனு, எகிப்து, வட இந்தியா, எதியோபியா போன்ற நாடுகளில் தோன்றியிருக்கலாம்.

ஆதி மனிதன் நாடோடி வாழ்க்கை நடத்தியபொழுது காட்டுச் செடி கொடிகளை நம்பியிருந்தான். அவனுடைய வாழ்க்கைத் தாவரங்களின் பற்றுக்குறை அல்லது உபரியாக உள்ளதைப் பொறுத்தே இருந்தது. திரிந்து வாழும் வாழ்க்கையை அனுசரித்து

விதைகளையும், கிழங்குகளையும் எடுத்துச் செல்ல முற்பட்டான்; மகசூலின் ஒரு பகுதியை விதைக்காக ஒதுக்கி வந்தான்; வருடா வருடம் உற்பத்தியானது அளவிலும், தன்மையிலும் குறைந்து வருகிறது என்பதை அனுபவத்திலிருந்து அறிந்துகொண்டான்; ஆதி மனிதன் நாடோடி வாழ்க்கையைப் பின்பற்றத் தொடங்கினான்; இதனால் பயிர்த்தொழிலை மேற்கொள்ளும்படி ஆயிற்று; பயிர்த்தொழிலில் நல்ல மகசூலைப் பெற நல்ல விதைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கத் தொடங்கினான். இயற்கையிலும் தேர்வு நடக்கிறது. மனிதன் இந்த இயற்கையின் தேர்ந்தெடுத்தலைத் தனக்குச் சாதகமாக மாற்றிக்கொள்கிறான்.

பயிர்ப் பெருக்கம் என்பது இருக்கும் செடி வகைகளை உயர்வடையச் செய்வதும், புது வகைச் செடிகளை உற்பத்தி செய்வதும் ஆகும். பயிர் வளர்ப்பவனின் இறுதியான நோக்கம் என்னவென்றால், விளைவைப் பெருக்குதல், பொருளின் தரத்தை மேன்மையடையச் செய்தல், வியாதிகளையும், பஞ்சத்தையும் ஈடுகொடுக்கக் கூடிய புது வகைகளைப் பெருக்குதலாகும். இதற்குத் தேர்ந்தெடுத்தல், கலப்பின இணக்கம், செல் பாரம்பரிய அறிவு ஆகிய கோட்பாடுகள் அவசியம் ஆகும்.

பயிர்ப் பெருக்குபவன் தான் தேர்ந்தெடுத்த செடி வகையைப் பற்றியும், அதன் உயிரினங்களைப்பற்றியும் நன்றாக அறிய வேண்டும். பயிர் வளர்ப்பால் நம் தேவைக்கேற்ற உபயோகமான புதுச் செடியைச் 'சொல்லித் தயாரித்தது போல' உற்பத்தி செய்யலாம். முல்லர் (Muller) சொல்லியவாறு கூடிய விரைவில், இயற்கை விரோதிகளையும், வெவ்வேறு இடங்களிலுள்ள சீதோஷ்ண நிலைகளையும் எதிர்த்து வளரக்கூடியதும், எல்லாவற்றுக்கும் பொருந்தக் கூடியதுமான புதுச்(வித)செடிகளைக் குறுகிய காலத்தில் மிகுந்த அளவில் உற்பத்தி செய்யலாம்.

பயிர்ப் பெருக்குபவனுக்குக் கீழ்க்காண்பவற்றைப் பற்றிய அறிவு மிகவும் அவசியம் :

1. செல் பாரம்பரியம்.
2. தானியப் பயிரின் குணாதிசயங்கள்.
3. தன்னுடைய செயல் முறையைப்பற்றிய குறிப்பு எடுத்தல், அவற்றை ஒழுங்குபடுத்துதல், செயல் முறைகளைக் கொண்டு ஆராய்தல்.
4. பொறுக்கி எடுத்த முடிவைப் பெறத் தனிச் செயல் முறை.

பயிர்ப் பெருக்குபவர்கள் மண் வளத்தின் முக்கியத்துவத்தை அறியாமல் இருப்பதால், எதிர்பார்த்த பலனை அடைவதில்லை. உதாரணமாக, ஓரிடத்திலிருந்து எடுத்த பல மாதிரி மண் வகைகளிலேயே வேறுபாடு காணப்படுகிறது. ஆகவே, பயிர்ப் பெருக்குவதிலுள்ள வித்தியாசம் மண்ணைப் பொருத்ததேயன்றிப் பாரம்பரியத்தைப் பொருத்ததல்ல என்ற உண்மை புலனாகிறது.

2. பயிர் உட்புகுத்தல்
(Plant Introduction)

தோற்றுவாய்

உலகின் எல்லாப் பாகங்களிலிருந்தும் அயல்நாட்டுச் செடி வகைகளை உட்படுத்துவதனுல் பயிர்ப் பெருக்கம் மேன்மை அடைந்து வருகிறது. யுகலிப்டஸ், புகையிலை, உருளைக்கிழங்கு, தக்காளி, இரப்பர் போன்ற அயல்நாட்டுப் பேரினங்கள் நம் நாட்டில் உட்புகுத்தப்பட்டுப் பயிரிடப்பட்டு இருக்கின்றன. சில சூழ்நிலைகளில் உட்புகுத்தப்பட்ட செடிகள் ஆரம்பத்தில் பலவீனமாக இருந்து பின்பு நாள்பட அவை வீரியத்தைப் பெறலாம். மேலும், அயல் நாட்டுச் செடிகள் வேறு இடத்து வெப்ப தட்ப நிலைகளுக்கு ஒப்புதல் பெறச் சிறிது காலம் ஆகும். சில சமயங்களில் சில தாவரங்கள் ஊரிணக்கம் அடைவதில்லை. அதற்காக அவற்றிற்குப் புது சூழ்நிலையை அமைத்துத் தர வேண்டியிருக்கிறது. இங்கிலாந்திலுள்ள க்யூ (Kew) பூங்காவில் தென்னை, மா முதலிய உஷ்ண மண்டலச் செடிகள் இப்படித்தான் வளர்க்கப்படுகின்றன.

முக்கிய தானியங்களின் உற்பத்தி இடம்

வாவிலாவ் (Vavilov) என்பவர் வர்த்தக, உணவுச் செடிகள் கீழ்க்காணும் எட்டு கேந்திரங்களில் தோன்றி இருக்கலாம் என்று கண்டுபிடித்துள்ளார்:

1. **சீனு - மத்திய - மேல்சீனு:**

சோயா அவரை	Soya Beans
கற்பூரம்	Camphor
கசகசா	Poppy
பேரிக்காய்	Pear

பீச்	Feach
நார்த்தை, ஆரஞ்சு வகை	Citrus Types
தேயிலை	Tea

2. **தென்கிழக்கு ஆசியா, இந்தியா, பர்மா, தாய்லாந்து, இந்தோனேஷியா:**

நெல்	Paddy
ஏலக்காய்	Cardamom
கரும்பு	Sugercane
பருத்தி	Cotton
கஞ்சா	Hemp
மிளகு	Pepper
வாழை	Banana
புளி	Tamarind
மா	Mango
எள்	Sesame

3. **மத்திய ஆசியா, வட இந்தியா, ரஷியா :**

கோதுமை	Wheat
பட்டாணி	Pea
பருத்தி	Cotton

4. **அண்டைக்கிழக்கு, ஆசியாமைனர், ஈரான் :**

கோதுமை	Wheat

5. **மத்திய தரைக்கடல் பகுதி :**

கோதுமை	Wheat
பீட்கிழங்கு	Beetroot
சிக்கரி	Chichory

6. **அபிசீனியா :**

பார்லி	Barley
கம்பு	Pearl Millet
கேழ்வரகு	Finger Millet
காபி	Coffee

7. மத்திய அமெரிக்கா :

மக்காச்சோளம்	Maize
பருத்தி	Cotton
மிளகாய்	Chilly
சக்கரைவள்ளி	Sweet Potato
கோகோ	Cocoa
பப்பாளி	Papaw

8. தென் அமெரிக்கா :

உருளைக்கிழங்கு	Potato
தக்காளி	Tomato
புகையிலை	Tobacco
பருத்தி	Cotton
நிலக்கடலை	Groundnut
இரப்பர்	Rubber
மரவள்ளி	Tapioca
முந்திரி	Cashew

3. தேர்ந்தெடுத்தல்

(Selection)

உயிரினத்தின் முக்கியப் பண்புகளில் இனப்பெருக்கமும் ஒன்றாகும். புதியதாக உயர்வடைந்த செடியானது தான் பெற்ற பண்புகளை அடுத்த தலைமுறைக்குக் கொடுக்கக்கூடிய நிலையில் இருக்க வேண்டும். தாவரங்கள் பல வகைகளில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.

இனப் பெருக்க முறைகள்

1. பாலிலா இனப் பெருக்கம் (Vegetative Reproduction) : பாலிலா இனப்பெருக்க முறையில் சில பின் வருமாறு: ஒட்டுதல், பதியன் போடுதல், வெட்டி நடுதல், கிழங்குத் துண்டுகளை நடுதல். இவ்விதம் பாலிலா இனப்பெருக்கத்தால் தோன்றும் செடி வகைகளை குளோன் (Clone) என்கிறோம். குளோன் என்பது கலப்பிலாச் சந்ததியை உண்டுபண்ணக் கூடியது. இதில் ஜீன் மாறுபாடுகள் ஏற்படுவதில்லை. ஹெடிரோஸை கோட்ஸ்களை (Heterozygotes) பெருக்குவதற்கு இதுவே ஏற்ற முறை. ஏனெனில், இம் முறையால் பண்புகள் பிரிவடைவதில்லை.

2. பாலினப் பெருக்கம் (Sexual Reproduction) : பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் நடுவில்தான் செடிகளிலும் பாலினப் பெருக்க முறையுண்டு என்று நிரூபிக்கப்பட்டது. அதுமுதல் பயிர்ப் பெருக்குதல் முறையைத் தாவர வல்லுநர்கள், சாகுபடியாளர்கள், தோட்டக் கலைஞர்கள் நடைமுறைக்குக் கொண்டு வந்தார்கள்.

பெரும்பகுதி உணவுச் செடிகளும், சில பூச்செடிகளும், பாலினப் பெருக்கத்தைப் பின்பற்றுகின்றன. மகரந்தச்சேர்க்கையால், இவை விதைகளை உற்பத்தி செய்கின்றன.

மகரந்தச்சேர்க்கையின் அடிப்படையில் செடிகளைப் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்:

அ. **இயற்கையிலேயே தன்மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்துவன :** இவ் வகைச் செடிகளில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை மிகவும் அரிது. ஹைபிரிட் தரித்தல் முறை (Hybridization) இவ் வகைச் செடிகளுக்கு மிகவும் உகந்ததாகும்.

உதாரணம் : நெல், கோதுமை, பார்லி, ஓட் (Oat), உருளை, பட்டாணி, அவரை, புகையிலை, தக்காளி, சணல்.

ஆ. **அடிக்கடி அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்துவன :** இவ் வகைச் செடிகளில் தன்மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்துவது முறையாக இருந்தாலும் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கையும் நிகழக்கூடும். இவ் வகைச் செடிகளை வளர்ப்பதில் விவசாயி மிகவும் கவனமாக இருக்க வேண்டும்.

உதாரணம் : பருத்தி, சோளம்.

இ. **இயற்கையில் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்துவன :** அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்துவது இவ் வகைச் செடிகளின் நியதி. இச் செடிகளில் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை மிகவும் கடினம். அதற்காகத் தனி முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும். ஒருபால் பூக்களில் மானீஷியஸ் (Monoecious) செடிகளுள் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்த்துவது மிகவும் சுலபம். இம் முறையைச் சீனோகமி (Xenogamy) என்பர்.

ஈ. **டையீஷியஸ் செடிகள் :** ஆண் பெண் செடிகள் தனித்திருக்கும். தன்மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு வழியே கிடையாது. அதனால் ஆண் வழிக்கும், பெண் வழிக்கும் தனித் தனியே வளர்ப்பு முறையைக் கையாள வேண்டும்.

உதாரணம் : பனை, பப்பாளி.

விதைகள்மூலம் பாலிலா இனப்பெருக்க முறையை மேற்கொள்வது தற்காலத்தில் மிகவும் சாதாரண நிகழ்ச்சியாகும். வேதியப் பொருள்களாலும், சூழ்நிலை மாறுபாடாலும், முட்டை, கரு தரிக்காமல் நின்று விடுகிறது. இந்தக் கருத்தரிக்காத முட்டையிலிருந்து உண்டாகும் செடியானது பலவீனமாகக் காணப்பட்டாலும், நல்ல உபயோகப்படக்கூடிய சில பண்புகளைப் பிரித்தறிய நல்ல சாதனமாகும். உதாரணம்: மக்காச்சோளம்.

இதேபோல் அண்ட சாதனம் தவிர்த்து மற்றத் திசுக்களி லிருந்து கருவை உண்டாக்கலாம்.

தேர்ந்தெடுத்தல் முறைகள்

வளமான நல்ல மகசூலைத் தரக்கூடிய செடியிலிருந்து நல்ல விதைகளைத் தேர்ந்தெடுப்பது தொன்மையான வழக்கமாக இருந் தது. பல வகைப்பட்ட சிற்றினச் செடிகளை ஒன்றாகப் பயிரிடும் போதுதான் இம் முறை நல்ல பலனைத் தரும். பயிர்ப் பெருக்கத் தின் முக்கிய நோக்கம் என்னவென்றால், செடிகள் தங்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் உணவுப் பொருள்களை அதிக அளவில் எடுத்துக் கொண்டு அதற்கு ஈடு கொடுக்கும் வகையில் விவசாயிக்கு அதிக விளைச்சலைத் திருப்பித் தருவதுதான். தற்சமயம் பயிராகும் தானிய வகைகள் இயற்கை அல்லது செயற்கை முறையில் தேர்ந் தெடுக்கப்பட்டு வந்துள்ளன.

லூதர் பர்பாங் (Luther Burbank) கொட்டையற்ற ப்ளம் கனியைத் (stoneless plum) தேர்வு முறையில் உண்டுபண்ணினார்; ப்ளம் கனிகளில் மெல்லிய கொட்டையுடைய கனியைத் தேர்ந் தெடுத்து, அதை நட்டு மரத்தை உண்டுபண்ணினார்; இம் மரத் திலிருந்து கிடைத்த கனிகளில் மிகவும் மெல்லிய கொட்டை யுடைய கனியை எடுத்து அதிலிருந்து புது சந்ததியை உற்பத்தி செய்தார். பல தலைமுறைகளுக்கு மெல்லிய கொட்டைகளைப் பிரித்தெடுத்துக் கடைசியில் கொட்டையற்ற கனியை அவரால் அடைய முடிந்தது.

தேர்வு நடத்தப் பல முறைகள் உள்ளன. பின்வரும் அத்தியா யங்களில் அவை விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

4. கலப்பிலாச் சந்ததி

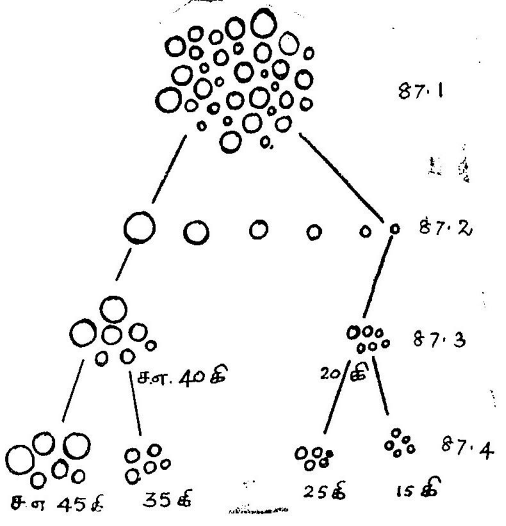
(Pure Line)

கலப்பிலாச் சந்ததி என்பது சிற்றின வகைகளில் ஒரு பிரிவைச் சேர்ந்ததாகும். இங்குப் பண்பாடுகள் பிரிவதில்லை. இது பாரம் பரியப் பாகுபாட்டுப்படி ஹோமோஸைகஸ் (Homozygous). இயற்கையில் தன்னிச்சையால் நடக்கும் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை யால் சிற்றினங்களிலோ, மற்றத் தாவரப் பிரிவுகளிலோ அழுக்காறு ஏற்படுகிறது. இது தவிர்க்கப்பட வேண்டிய செயலாகும். பயிர்ப் பெருக்குபவர் கலப்பிலாச் சந்ததிச் செடிகளைப் பிரித்துப் பயிரிடுதல் வேண்டும். கலப்பிலாச் சந்ததி என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட, நமக்குச் சாதகமான பண்புகளுக்கு மட்டும் தனித்து, கலப்படமின்றி இனப் பெருக்கம் செய்யும் வகையாகும். கலப்பிலாச் சந்ததி அல்லது ஹோமோஸைகஸ் என்ற சொல் திட்டவட்டமற்றது. அந்து ஒப்பிடுதல் முறையில் உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. கலப்பட மற்ற கலப்பிலாச் சந்ததியை அடைவது சாத்தியமில்லை.

ஜொகான்ஸன் செய்முறை (Johannsen's Experiment)

ஜொகான்ஸனின் செய்முறையிலிருந்து கலப்பிலாச் சந்ததி என்பது மெண்டலின் ஹோமோஸைகஸுக்கு ஒப்பானது என்று தெளிவாகிறது. அவர் ஒரு வகை அவரைச்செடிகளைக் கொண்டு ஆராய்ச்சி நடத்தினார்; தேர்வு நடக்காத கூட்டத்தில் வேறு பாடுகள் அதிகம் என்பதை முதலில் கண்டுகொண்டார்; விதை களை எடையின் அடிப்படையில் பல பிரிவுகளாகப் பிரித்தார். அதிக எடையுள்ள விதைகள் எடை கூடிய விதைகளையுடைய சந்ததியை உண்டுபண்ணுகிறது. அதேபோல் எடை குறைவான விதைச் செடிகளும் நடந்துகொள்கின்றன. அதே சமயத்தில் தோன்றும் சந்ததிகளில் மாறுபாடு காணப்படுகிறது. ஆனால், இந்த மாறுபாடுகள் ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மறு தலைமுறைக்குச் செல்லுங்கால் மாறுபாடுகள் குறைவடைகின்றன என்பதையும்

உணர்ந்தார்; இவ்விதம் நடத்தப்பட்ட செய்முறையிலிருந்து பத்தொன்பது கலப்பிலாச் சந்ததிகளைத் தனித்தனியாகப் பிரித்து, அவற்றின் விதைகளைச் சேகரித்தார். ஒவ்வொரு செடியிலிருந்து கிடைத்த விதைகள் தனியாக எடை போடப்பட்டன. இதிலிருந்து ஓர் உண்மை புலனாயிற்று. ஒரு வகைச் செடியிலிருந்து வந்தாலும் சேய்ச்செடிகளில் மாறுபாடுகள் உள்ளன. அதாவது, சேய்ச்செடியிலுண்டான விதைகள் எடையில் வித்தியாசப் படுகின்றன. ஆனால், ஒவ்வொரு கலப்பிலா இனத்திற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட சராசரி எடை உண்டு என்பதும் தெளிவாயிற்று. அவர் கண்டறிந்தது என்னவென்றால், பெரிய விதைகளின் நடு அளவு 64·2 செ. கிராம். சிறிய விதைகளின் நடு அளவு 35·1 செ.கி. மற்றோர் உண்மையும் புலனாயிற்று. பெரிய விதைகள் மிகப் பெரிய விதைகளையுடைய சந்ததிகளையோ, சிறிய விதைகள் மிகச் சிறிய விதைகளையுடைய சந்ததிகளையோ உண்டுபண்ணுவதில்லை. சந்ததிகளில் காணப்படும் மாறுபாடுகள் சூழ்நிலையின் காரணமாய் இருக்கலாம். கீழ்க்காணும் படம் 87-ம், அட்டவணை 42-ம் இதை விளக்கும்.



படம் 87

ஜொகான்ஸன் கலப்பிலாச் சந்ததி முறை

1. தாய்ச்செடி விதைகள்; 2. எடை அடிப்படையில் பிரிக்கப்பட்டவை; 3. இரண்டாம் சந்ததி; 4. மூன்றும் சந்ததி.

(ஒவ்வொரு பிரிவிலும் பெரிய, சிறிய விதைகள் கிடைக்கலாம். அதற்குச் சூழ்நிலையே காரணமாக அமைகிறது.)

அட்டவணை 42

கலப்பிலாச் சந்ததி எண்ணிக்கை	தாய் அவரை விதைகளின் எடை (சென்டிகிராம்)						கலப்பிலாச் சந்ததியின் சராசரி எடை
	20	30	40	50	60	70	
1					63·1	64·9	64·2
2			57·2	54·9	56·5	55·5	55·8
3				56·4	56·6	54·4	55·4
4				54·2	53·6	56·6	54·8
5			52·8	49·2		50·2	51·2
6		53·5	50·8		42·5		50·6
7	45·9		49·5		48·2		49·2
8		49·10	49·1	47·5			48·9
9		48·5		47·9			48·2
10		42·1	46·7	46·9			46·5
11		45·2	45·4	46·2			45·5
12	49·6			45·1	44·0		45·5
13		47·5	45·0	45·1	45·8		45·4
14		45·4	46·9		42·8		45·3
15	46·9			44·6	45·0		45·0
16		45·9	44·1	41·0			44·6
17	44·0		42·4				42·8
18	41·0	40·7	40·8				40·8
19		35·8	34·8				35·1
சராசரி எடை	44·0	44·3	46·1	49·0	51·9	56·1	**47·9**

ஜொகான்ஸன் அவரை விதைகளின் எடையை அடிப்படையாகக்கொண்டு நடத்திய ஆராய்ச்சி

கலப்பிலாச் சந்ததியின் பாரம்பரியச் சிறப்பு

ஜொகான்ஸனின் கூற்றுப்படி கலப்பிலாச் சந்ததி மெண்டலின் ஹோமோஸைகஸுக்கு ஒப்பாகும். மெண்டல் நடத்திய பரிசோதனையிலிருந்து கலப்பினம் ஒற்றைக் கலப்பிலாச் சந்ததி வழியில் தன்மகரந்தச்சேர்க்கைமூலம் இனப்பெருக்கம் செய்து வந்தால், பல தலைமுறைகளுக்குப் பிறகு தனித்த ஹோமோஸைகஸ் இனமாகப் பிரிவடையும். அஆ என்ற கலப்பினச் செடி பல தலைமுறைகளுக்குப் பிறகு அஅ, ஆஆ என்ற இரு பிரிவுகளாகப் பிரிந்து அவ்விதமே இனப்பெருக்கம் செய்யும். இவ்விதம் ஏற்படுகையில் கலப்பினத்தைக் காண்பதரிது. கணக்கிட்டுப் பார்ப்போமானால், கலப்பினம் மறு தலைமுறையில் 50 சதவீதமாகக் குறைவடைகிறது. இவ்விதம் ஏற்படும்பொழுது ஆருவது தலைமுறையில் 1·6 சதவிகிதமும், பத்தாவது தலைமுறையில் கலப்பினமானது ஒரு சதவிகிதத்தில் பத்தில் ஒரு பாகமுந்தான் இருக்கும்.

கலப்பிலாச் சந்ததியில் ஹோமோஸைகஸ் நபர்கள் இருப்பார்களேயன்றி உருவமொத்த நபர்களைக் காண்பதரிது. ஹோமோஸைகஸ் கூட்டத்தில் நபர்கள் வேறுபட்டுக் காணப்படலாம்.

லைசன்கோவிற்கு (Lysenko) லாமார்க்கைப் (Lamark) போல் கலப்பிலாச் சந்ததியில் நம்பிக்கை கிடையாது. சூழ்நிலையின் காரணமாகத்தான் மாறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன என்பது இவர்களுடைய கொள்கை. எதிர்பாராத மாறுபாடுகள் சூழ்நிலையில் தோன்றுவதால்தான் உயிரினங்களிலும் மாறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன; மற்றப்படி பாரம்பரியத்தாலன்று. மெண்டலின் கூற்றுப்படி கலப்படமற்ற ஹோமோஸைகஸ் என்று ஒன்று கிடையாது. ஒரு குறிப்பிட்ட பண்போ, அல்லது பண்புகளுக்கு மட்டும் ஹோமோஸைகஸாக இருக்க முடியுமேயன்றி மற்றப் பண்புகளைப் பொறுத்தமட்டில் அது ஹெடிரோஸைகஸாகத் தோன்றும். அதனுல் கலப்பிலாச் சந்ததி என்பது தராதரத்தைப் பொறுத்த சொல்லாகும். ஒரு ஜீன் பல குணங்களைக் கட்டுப்படுத்துமேயானுல், மேலும் பல சிக்கல்கள் தோன்றக்கூடும். புது வகை தானியங்களை அறிமுகப்படுத்துங்கால் கலப்பிலாச் சந்ததி முறையைப் பின்பற்றுவது நலம். தென்னிந்தியாவில் கலப்பிலாச் சந்ததி வழியில் தேர்வு பெற்ற செடி வகைகள் அட்டவணை 43–ல் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 43

பயிர்	வகை	தாய்ச்செடி வகை	நற்பண்புகள்
அரிசி	Adt 1	சிறுமணி	உள்நாட்டு வகையை விட மகசூல் அதிகம்; புழுங்கல் அரிசிக்கு ஏற்றது.
	Adt 3	குறுவை	மகசூலில் வித்தியாசம் இல்லை: குறுகிய காலப் பயிர்.
	Adt 16	கோணக் குறுவை	25 சதவிகிதம் அதிக மகசூல்; சூலை நோய் பாதிக்கப் படாத தன்மை.
	Co 4	ஆனைக்கொம்பன்	11 சதவிகிதம் அதிக மகசூல்; சூலை நோய் (Blast) பாதிக்கப்படாத தன்மை.
	Co 17	வடவன் சம்பா	25 சதவிகிதம் அதிக மகசூல்; 10 நாள் குறுகிய பயிர்.
சோளம்	Co 1	பெரிய மஞ்சள்	அதிக மகசூல்; தானியமும், வைக்கோலும் வளமானவை; கால்நடை தீவனம்.
	As 2095	வெள்ளைச்சோளம்	95 நாள் பயிர்

கலப்பிலாச் சந்ததி வகைகள்

கலப்பிலாச் சந்ததியில் இரு வகைகள் உண்டு. (அ) கூட்டுப் பண்ணை முறை (Mass Selection), (ஆ) தனிச்செடி அல்லது பரம் பரை வழி முறை (Single Plant or Progeny Method).

அ. கூட்டுப்பண்ணை முறை (Mass Selection)

இம் முறைப்படி ஒரு முழுக் கூட்டமே தேர்வு செய்யப்படு கிறது. இது மிகச் சுலபமான முறையாகும். ஒவ்வொரு தலை முறையிலும் ஏறக்குறைய நம் தேவைக்கு ஏற்ற பண்புகளையுடைய செடிகளைத் தேர்வு செய்து, அவற்றையே பின் சந்ததி உண்டு பண்ண உபயோகப்படுத்துதல். இம் முறை நீண்ட நாள்கள் தொடர்ந்து நல்ல பலனைத் தரும்.

பொதுப் பண்ணையிலிருந்து தேர்ந்தெடுத்த செடிகளின் வகை களைக் கலந்து பயிர் செய்து, அதிலிருந்து புது விளைச்சலை உண்டு பண்ணலாம். உணவு தானியங்களைப் பயிரிட இம் முறைக் கையாளப்படுகிறது, வில்மாரின் (Wilmorin) என்பவர் காரட் (carrot) பயிரிடுதலில் இம் முறையைத்தான் பின்பற்றினார். மேலும் ரஷியா, ஜெர்மனி போன்ற நாடுகளில் பீட்கிழங்கு இம் முறையில்தான் பயிரிடப்படுகிறது. மக்காச்சோளம், பருத்தி போன்ற பயிர்களைப் பல நூற்றுண்டு காலமாகக் கூட்டுப்பண்ணை வழியில் பயிரிட்டு வந்துள்ளார்கள்.

சுவிட்ஸர்லாந்து தேசத்தில் வசித்து வந்த கற்கால, பித்தளை கால ஏரி வாழ்மக்கள் உயர்ரக ஆப்பிள் வகையை இம் முறையில் தான் பயிரிட்டு இருக்க வேண்டும் என்று டார்வின் கூறுகிறுர். அதே போல் இந்தியாவிலுள்ள அஸ்ஸாம் மலைச்சாதியினர் நெற் சாகுபடியில் இம் முறையைக் கையாளுகிறுர்கள்.

ஆ. தனிச்செடி அல்லது பரம்பரை வழி முறை (Single Plant or Progluy Method)

இதையே சந்ததி சோதனை முறை (Progeny Test Method) என்கிறேம். இதில் தவறு ஏற்பட வழியில்லை; மேலும், நல்ல முடிவுகள் கிடைக்கும். இந்த முறைப்படி ஒவ்வொரு செடியைத் தனித்தனியாகத் தேர்வு நடத்திப் பயிர் செய்தலாகும். இந்த முறையையே கதிரிலிருந்து வரிசை (ear to row) அல்லது மஞ்சரியிலிருந்து வரிசை (panicle to row) என்பர். அதாவது, தானிய கதிரிலிருந்து அல்லது மஞ்சரியிலிருந்து எடுத்த விதைகளைத் தனித்தனி வரிசையாகத் தேர்வு நடத்தப் பயிரிடுதல்.

5. குளோன் தேர்வு முறை

(Clonal Selection)

தோற்றுவாய்

சந்ததிகளை விதையில்லா இனப்பெருக்க முறையில் அதிகரிக்கச் செய்யும் செடிகளைக் குளோன்கள் என்கிறோம். இவ் வகைச் செடிகளில் பண்புகள் பிரிவதற்கிடமில்லை; பண்புகள் ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்குச் செல்லும்பொழுது ஏற்படும் மாறுபாடுகள் மிகக் குறைவு. பண்பு பிரிதலைத் தடுப்பதற்கு இதுவே ஏற்ற முறையாகும். மேலும், சந்ததிகளை விரைவில் பெருக்க இதுவே சிறந்த முறையாகும். கிழங்குகள், தண்டின் துண்டுகள் போன்ற பாகங்கள் குளோன்கள் ஆகும்.

இம் முறையிலும் சில இடர்ப்பாடுகள் உண்டு. உதாரணமாக, ஒட்டு போடும்பொழுது பாலிலாக் கலப்பினமான (vegetative hybridization) கதம்ப உரு (Chaimera) தோன்றுகின்றது. கலப்பிலாச் சந்ததி முறையுடன் குளோன் முறை சேர்ந்து பயிர் வளர்ப்பு முறையைக் கையாண்டால் நல்ல பலன் கிடைக்கும். இதனால் அயல் நாட்டுச் செடிகள் புது மண்ணின் வெப்பதட்ப நிலைக்கு ஒத்து சுலபமாக வாழ முடிகிறது.

குளோன்மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யும் தாவரங்கள்

உருளை	— கிழங்கு
கரும்பு	— வெட்டுத் துண்டுகள்
திராட்சை	— வெட்டிப் பதியன் போடுதல்
பழ வகை மரங்கள்	— குருத்து ஒட்டு முறை
வெங்காயம்	— பல்பு

ஆரஞ்சு, நாரத்தை இனங்களில் ஒருவிதை பல செடிகளைத் தரலாம். இதில் ஒரு நாற்று மட்டும் பாலினப் பெருக்கத்தாலும்,

மற்றவை பாலிலா இனப்பெருக்கத்தாலும் தோன்றியிருக்கக் கூடும். இது பல கருவகை (Polyembryony) வகையைச் சேர்ந்தது. இவ்வாறு வேற்றிடத்தில் தோன்றிய கருக்கள் (adventitious embryos) தாய்ச்செடியிலிருந்து மாறுபாடு அடைவதில்லை. இச் செயலுக்குக் கருவுறுதல் தேவையில்லை. மகரந்தச்சேர்க்கைத் தூண்டுதலே கருவுறுதலுக்குப் போதுமானது.

குளோன் முறை கலப்பிலாச் சந்ததிக்கு இணையானது. ஏனெனில், பாரம்பரியப் பண்புகளில் மாறுபாடு ஏற்பட இடமில்லை. ஆயினும், குளோனில் தோன்றும் மாறுபாடுகள் சூழ்நிலையின் காரணமாக இருக்கலாம்.

உருளைக்கிழங்கு விளைச்சல் - லைசன்கோ செய்முறை

ரஷியாவைச் சேர்ந்த லைசன்கோ (Lysenko) அறிமுகப்படுத்திய உருளைக்கிழங்கு விளைச்சல் முறை பழைய முறையில் ஒரு திருப்பத்தை ஏற்படுத்தியது. முன்பு விவசாயிகள் முழு உருளைக் கிழங்கையே மறு வருடத்திற்காக விதைக் கிழங்குகளாகச் சேமித்து வைத்து வந்தார்கள்; பெரிய கிழங்கை வியாபாரத்திற்குக் கொடுத்துவிட்டுச் சிறு கிழங்குகளை விதைக்கிழங்குகளாக உபயோகித்தார்கள். மார்கன் (Morgan) போன்ற வல்லுநர்களும் இதையே சிறந்த முறை என்று கருதி வந்தார்கள். ஆனால், லைசன்கோ இதை ஏற்கவில்லை. பெரிய கிழங்குகள் விதைக்கிழங்குகளாகப் பயன்படுத்தப்படுமேயானால் நல்ல பலன் கிட்டும் என்றும், இக் கிழங்குகளின் இனப்பெருக்கத் தன்மை சிறு கிழங்குகளைக்காட்டிலும் அதிகம் என்றும் கண்டுகொண்டார்.

பெரிய கிழங்குகளைப் பயன்படுத்துவதால் ஏற்படும் சேதத்தை ஈடு செய்ய மற்றொரு வழியை அறிமுகப்படுத்தினார்; உருளைக் கிழங்கு விவசாயத்திற்கு முழு கிழங்கைவிட முளையோடு கூடிய முனைதான் (top end) அவசியம் என்று சொன்னார். இதனால் உருளைக்கிழங்கின் குருத்து முனையை ஒதுக்கி விட்டு மற்றப் பாகத்தைச் சமையலுக்கு உபயோகிக்கலாம். இவ்விதம் பெரிய கிழங்கிலிருந்து குருத்து முனைகளை மட்டும் எடுத்து, கெட்டுப் போகாமல், ஈரப்பசையற்ற மண்ணில் அடைய வைத்து (Iucubation) மறு வருடம் விதைக்காக உபயோகப்படுத்தலாம் என்ற முறையை அறிமுகப்படுத்தி நல்ல பலனையும் அடைந்தார்.

நாரத்தை, ஆரஞ்சு போன்ற செடிகளில் குருத்துகளும் விதைகளும் இனப்பெருக்கத்திற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. வாஷிங்டன் ஆரஞ்சு (Washington Naval Orange) செடி

யின் குருத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் விதைகளில் ஏற்படுவதை விட அதிகம். இதனுல் மகசூல் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுகிறது.

திடமும் விளேச்சலும்

கலப்பிலாச் சந்ததியும், குளோனும் தற்கலப்பில் (inbreeding) முடிகிறது. தற்கலப்பு முறையில் திடத்திலும் விளேச்சல் குறைவு ஏற்படுகிறது என்ற பொது எண்ணம் உண்டு. இஃது உண்மையல்ல. தன்மகரந்தச்சேர்க்கைச் செடிகள் தங்கள் திடத்தை நீண்ட காலத்திற்கு வைத்திருக்கின்றன. ஓர் இனத்தை ஏழு அல்லது எட்டு தலைமுறைகளுக்குத் தற்கலப்பு முறையில் பயிர் செய்தால் ஹோமோஸைகஸ் நிலை நிலைத்து விடும். அதன் பிறகு வீரியத்திலோ, விளேச்சலிலோ மாறுபாடு ஏற்படுவதில்லை. ஓர் இனத்தின் புனிதத் தன்மையைக் காப்பது என்பது அதனுடைய புறப் பண்புகளின் தொகுப்பைப் பாதுகாப்பதல்ல; ஆனல், அதனுள்ளே இருக்கும் உயிர்ப்பொருளைக் காப்பதாகும்.

6. மாற்றுக் கலவியல்
(Hybridization)
தோற்றுவாய்

காட்டன் மேதர் (Cotton Mather) என்ற போஸ்டன் நகரப் பாதிரியார்தான் முதலில் 1716ஆம் ஆண்டு மாற்றுக் கலவியலை இயற்கையில் கண்டார்; மக்காச்சோளத்தில் சிவப்பு, நீலம், மஞ்சள் வண்ணங்கள் மாற்றுக் கலவியலால்தான் உண்டாகிறது என்பதைக் கண்டறிந்தார். அதற்கு அடுத்த ஆண்டு தாமஸ் ஃபேர் சைல்ட் (Thomas Fairchild) என்பவர் செயற்கை முறையில் சிவப்பு கார்னேஷனையும் (Dianthus Caryophyllus), ஸ்வீட் வில்லியத்தையும் (Dianthus Barbatus) இணைத்தார். லின்னயஸ் (Linnaeus) கூட மாற்றுக் கலவியலைக் கையாண்டு பல சோதனைகள் செய்தார். அதுமுதல் இங்கிலாந்து, ஜெர்மனி, ரஷியா போன்ற நாடுகளில் தோட்டக் கலைஞர்களும், பயிரியல் விற்பன்னர்களும் தூரிகையுடன் மகரந்தப்பொடிகளுக்காகவும், சூல்தண்டுகளுக்காகவும் அலைந்துகொண்டிருந்தார்கள். இவர்கள் கையாண்ட முறைகள் கண்மூடித்தனமான வழிகளாகவும், ஒழுங்கற்றவையாகவும் இருந்தன. கிரிகார் மெண்டல்தான் மாற்றுக் கலவியலை ஓர் ஒழுங்கான பாணியில் கையாண்டு நல்ல திட்டவட்டமான முடிவை அடைந்தார்.

பயிர்ப்பெருக்குதலில் புது அல்லது உயர்வடைந்த இனங்களை அதாவது இரண்டு மாறுபட்ட சிற்றினங்களையோ அல்லது பேரினங்களையோ செயற்கை முறையில் இணைத்து மாற்றுக் கலவியலை அடையலாம். மாற்றுக் கலவியலில் நல்ல பலன் கிட்ட வேண்டுமென்றால், எடுத்துக்கொண்ட செடிகளின் பண்புகள், அவற்றின் பெற்றோரின் பண்புகள், அடைய வேண்டிய செடியின் பண்புகள் எல்லாம் நன்றாக அறிந்து இருக்க வேண்டும். மாற்றுக் கலவியலின் நோக்கம் என்னவென்றால், இரண்டோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்டோ சிறு அல்லது பேரினச் செடி

களிலுள்ள நற்பண்புகளை ஒரே இனத்தில் ஒன்று சேர்ப்பதாகும். இம் முறையில் சில சந்தர்ப்பங்களில் தாய்ச்செடியில் காணப்படாத சில புதிய பண்புகளும் ஹைபிரிட்டில் (Hybrid) தோன்றலாம்.

இரு சிற்றின மாற்றுக் கலவியல் (Interspecific Cross)

மாறுபட்ட சிற்றினங்களை இணைத்து ஒரு புதிய இனத்தை உற்பத்தி செய்வதே இரு சிற்றின மாற்றுக் கலவியலாகும். மக்காச்சோள ஹைபிரிட்டுகள் இவ்வகையாகத்தான் தோன்றியிருக்கலாம். இவ் வகை மாற்றுக் கலவியலுக்கு வகைபாட்டியலை (Taxonomy) வழி காட்டியாகக்கொள்ள வேண்டும். கனி தரும் மரங்கள், இவ் வகைச் சிற்றினக் கலவியலால் நல்ல பலனைக்கொடுக்கின்றன. இம் முறையில் என்றும் நினைவில் நிற்கும் வகையில் பணியாற்றியவர்கள் பிரான்ஸ் தேசத்து வில்மாரின்ஸ் (Vilmorins), அமெரிக்க நாட்டு பர்பாங் (Burbank), ரஷியநாட்டு மிசூரின் (Michurin) முதலியவர்கள் ஆவார்கள். காய் பருவத்திலேயே கனிகள் விழுந்து விடுவதைத் தடுக்க இது ஒரு சிறந்த முறையாகும். உதாரணம் : ஆப்பிள்

இணையும் தன்மை

இவ் வகைச் செயல் முதற்கொள்கை என்னவென்றால், எடுத்துக்கொண்ட இரு செடிகளும் இணையும் தன்மை பெற்றனவா என்று அறிதல் வேண்டும். இதை முடிவு செய்ய இவ்விரு வகைச் செடிகளுக்கும் உள்ள வகைபாட்டுறவை அடிப்படையாகக் கொள்ள வேண்டும். வகைபாட்டியல் அமைப்பில் அடுத்துள்ள சிற்றினங்களே சுலபமாக இணையும் தன்மைப் பெற்றிருக்கும். அதே சமயத்தில் குறைந்த உறவுகொண்ட சிற்றினங்கள் அவ்வளவு எளிதாக இணைவதில்லை. ஆனால், இதற்கு விதிவிலக்கு உண்டு. மாறுபட்ட பேரினங்களிடையே கலவியல் நிகழ்கிறது. அடுத்துள்ள சிற்றினங்களிடையே கலவியலில்லை. உதாரணமாக, முட்டைகோஸ், முள்ளங்கி கலவியலை எடுத்துக்கொள்ளலாம். சாதாரண முட்டைகோஸ் (ப்ராஸிகா ஒலிரேசியா-Brassica Oleracea) முள்ளங்கியுடன் (ரஃபானஸ் ஸடைவூஸ்–Raphanus Sativus) இணைந்து ஒரு புது இனமான ரஃபேனோ ப்ராசிகாவை (Raphano-Brassica) உண்டுபண்ணுகிறது. இவை இரண்டும் இரு பேரினங்களைச் சேர்ந்தவையாகும். ஆனால், ப்ராஸிகா இனத்தைச் சேர்ந்த ப்-நாபூஸ் (B–napus), ப்-ராபா (B-rapa) இவற்றுடன் ப்-ஒலிரேஸியா (B-oleracea) அவ்வளவு சுலபமாக இணைவதில்லை.

கலவியல் தன்மை பெற்றோர்ச்செடிகளைப் பொருத்துமிருக்கலாம். பெற்றோர்ச்செடிகளை மாற்றினால் பலனில் மாற்றம் காணப்

படுகிறது. சாதாரணமாக, ஒரு புகையிலை செடி (நிகோடியானு டபேகம்-Nicotiana Tabacum) சராசரி ஆயிரத்து ஐநூறு முளைக்கக் கூடிய விதைகளைத் தரும். நிகோடியானு டபேகம் தாய்ச்செடியாகவும், காட்டுப் புகையிலையான நிகோடியானு க்ளுடிஞேசாவைத் (N-Glutinosa) தந்தைச்செடியாகவும் கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் நடத்தியதில் ஹைபிரிட்டின் ஒவ்வொரு காயிலும் பதினைந்து நல்ல விதைகள்தான் காணப்பட்டன.

F_1 சந்ததி ஹைபிரிட் ஒற்றுமை தன்மை

F_1 பரம்பரை ஹைபிரிட்டின் ஒற்றுமைத் தன்மை பல மாற்றுக் கலவியலின்போது ஒரே மாதிரியாகத்தான் இருக்கின்றது. இந்த முடிவைப் பெறப் பெற்றோர்கள் ஹோமோஸைகஸாக இருக்க வேண்டும். இவ்விதமின்றி, பெற்றோர்கள் ஹெடிரோஸைகஸானல் ஹைபிரிட்டில் மாறுபாடுகள் காணப்படும். பெற்றோர்களைப் பாலிலா இனப்பெருக்க முறையில் வளர்த்துவிட்டு மாற்றுக் கலவியலில் ஈடுபடுத்தினல் மேற்சொன்ன மாறுபாடுகள் தோன்ற இடமுண்டு. இதனல் முதலில் பெற்றோர்களின் கலப்பிலாத் தன்மையை நிர்ணயித்துக்கொள்ள வேண்டும்.

சில சந்தர்ப்பங்களில் பெற்றோர்கள் கலப்பிலா நிலையில் இருந்த பொழுதும் ஹைபிரிட்டில் மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. இதற்குப் பெற்றோர்களின் பால்தன்மை மிகவும் முக்கியம். உதாரணமாகத் தலைகீழ் மாற்றுக் கலவியலுக்கு (reciprocal cross) விலங்கியலில் நல்ல உதாரணங்கள் உண்டு. குதிரையும், கழுதையும் பிணைந்து கோவேரிக் கழுதையாகும். இதை யாவரும் அறிந்த செய்தி. ஆனல், இதில் ஒரு சிக்கலுள்ளது. கோவேரிக் கழுதையைப் போல் ஹின்னி என்பதும் கழுதையும், குதிரையும் இணைந்து தோன்றியதாகும். ஆண் கழுதை × பெண் குதிரை = கோவேரிக் கழுதை; பெண் கழுதை × ஆண் குதிரை = ஹின்னி (Hinny). பெற்றோர்களில் வித்தியாசம் இல்லாவிட்டாலும், ஹைபிரிட்டுகளில் வேறுபாடு காணப்படுகிறது. இப் பாகுபாடு பாலோடு இணைந்த பண்புகளின் தூண்டுதலால் இருக்கலாம் என்று கருதுகிறார்கள். வல்லுநர்களின் கூற்றுப்படி ஸைடோப்ளாசமே தலைகீழ்க் கலவியலைக் கட்டுப்படுத்துகிறது என்பதாகும்.

இரு சிற்றின ஹைபிரிட்டின் வெளி அமைப்பியல்

இரு சிற்றின மாற்றுக் கலவியலின் பொது விதிப்படி எடுத்துக் கொண்ட பெற்றோர்ச் செடிகளின் பண்புகளுக்கு நடுத்தரமாக

ஹைபிரிட்டின் பண்புகள் அமைந்திருக்க வேண்டும். இதற்குக் காரணம் என்னவென்ருல், இரு பெற்ருேர்ச்செடிகளும் தங்களுடைய ஓங்குபண்புகளை ஒருசேர ஹைபிரிட்டுக்கு ஈதலாகும். இதற்கும் விதி விலக்குண்டு. புகையிலை ஹைபிரிட்டில் இது போல் நடப்பதில்லை.

இரு சிற்றின ஹைபிரிட்டின் திடம்

இரு சிற்றின ஹைபிரிட்டின் சிறப்புத் தன்மை என்னவென்ருல், அவற்றின் திடத்தன்மை ஓங்கிக் காணப்படுதலேயாகும். ஆனல், இஃது ஒரு பொதுவான முடிவாகக் கொள்ளக் கூடாது. தாவரவுலகில் ஹைபிரிட்டுகளின் வீரியத்தில் பல தரங்கள் காணப்படுகின்றன. ஹைபிரிட்டுகளில் பூரண மலட்டுத்தன்மையிலிருந்து வளமான தன்மை வரை மாறுபாடுகள் இருக்கின்றன. புகையிலையில் இவ்விதம் தோன்றுவது மிகவும் சகஜம். ஹைபிரிட் தரித்தலால் விதைகள் கிடைத்தாலும் அவை முளைப்பதில்லை. அப்படி முளைத்தாலும் நாற்றுகள் மெலிந்தும், வெளுத்து மஞ்சளாகவும், உரு குலைந்தும் காணப்படும். சில நாற்றுகள் வேர் உண்டாக்க முடியாத நிலையில் இருக்கும்; அப்படி முளைத்து வளர்ந்தாலும் முதிர்ச்சி அடைவதில்லை.

திட ஓங்குதன்மை ஹைபிரிட்டுகளில் கீழ்க்காணும் வகைகளில் வெளிப்படும்:

(அ) வளர்ச்சி அதிகமாகவும், எல்லாப் பாகங்களும் பெருத்தும் காணப்படும்.

(ஆ) தண்டு கனமாக இருக்கும்.

(இ) கணு இடைகள் நீளமாக இருக்கும்.

(ஈ) இலைகளின் பரப்புகள் அதிகமாக இருக்கும்.

(உ) பூக்கள் பெரியனவாகவும், அதிக எண்ணிக்கையிலும் இருக்கும்.

(ஊ) ஹைபிரிட், பெற்ருேர்ச்செடிகளைவிடத் திடமாகக் காணப்படும்.

(எ) ஹைபிரிட், பெற்ருேர்ச்செடிகளைவிடப் பஞ்சம், குளிர் தாங்கக்கூடியதாக இருக்கும்.

(ஏ) இவை நோயால் பாதிக்கப்படாமல் இருக்கும்.

(ஐ) இவை பாலிலா முறையில் சுலபமாக இனப்பெருக்கம் செய்யும். இப் பண்புகள் மாற்றுக் கலவியலின் தூண்டுதலால்தான் ஏற்படுகின்றன என்று கொள்ளக்கூடாது. இம் மாறுபாடுகள் சந்ததிகளில் இயற்கையாக அமையப் பெற்று, பல தலைமுறைகளுக்கு நிலைத்துவிடுகின்றன.

இரு சிற்றின ஹைபிரிட்டின் மலட்டுத் தன்மை

முன் சொன்னதுபோல் ஹைபிரிட்டுகள் தரம் முழு மலட்டுத் தன்மையிலிருந்து முழு வளமுள்ளது வரை வேறுபாடு அடைகின்றது; சாதாரணமாக அதிக திடசக்தி, முழு வளமுள்ள தன்மையோடுகூடிய ஹைபிரிட்டுடன் இணைந்து காணப்படும். அதேபோல் முழு மலட்டுத்தன்மையோடுகூடிய ஹைபிரிட் பலமின்றிக் காணப்படும்.

தாவரங்களில் ஹைபிரிட்டில் காணப்படும் மலட்டுத்தன்மை பால் செல்களின் இணைவால் உண்டாகும் கரு முட்டையின் ஒழுங்கற்ற தன்மையால்தான் எனக் கருதுகிறார்கள்.

இரு சிற்றின ஹைபிரிட் தரித்தலின் பாரம்பரிய இயல்

தாவரங்களில் மேற்சொன்ன நிகழ்ச்சி பூர்த்தியாக ஆராயப்பட்டு விட்டது. ஜின்களின் நிகழ்ச்சியையும், வளமான தன்மையையும் பொறுத்து ஹைபிரிட்டுகள் நான்கு விதங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை யாவன :

1. **முழு வளம் பெற்றவை :** இவை அரிதாகக் காணப்படும்; ஆன்டிரைனம் (Antirrhinum).

2. **நிறைவற்ற வளம் :** தன்மகரந்தச்சேர்க்கையால் எண்ணிக்கையில் குறைந்த, வளமுள்ள விதைகள் கிடைக்கின்றன. நிறைவற்ற வளத்தன்மையை விளக்க நிகோடியானா பேனிகுலேடா (Nicotiana paniculata) என்ற செடியையும், நி–ரஸ்டிகா (N. rustica) என்ற செடியையும் இணைத்துக் கிடைத்த ஹைபிரிட் தருந்த உதாரணமாகும். இந்தச் செடியின் காய்களில் குறைந்த விதைகளே இருந்தன. அதாவது, வளத்தன்மை மூன்று முதல் நான்கு சதவிகிதமே காணப்பட்டது. இப்படித் தோன்றிய விதைகளும், செயற்கை முறையில் மகரந்தச்சேர்க்கை செய்ததனால் கிடைத்தவையாகும்.

3. **நிறைவற்ற மலடு** : மலட்டுத் தன்மை மிக அதிகம். தாய்ச் செடியுடன் பின் கலவியல் முறையில்(back cross)தான் வளமுள்ள விதைகள் கிடைக்கின்றன. இதற்குக் காரணம் கேமீட்டுகளின் தோற்றம் எப்பொழுதுதாவதுதான் ஏற்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, நிகோடியான சில்வஸ் டிரிஸ் (Nicotiana sylvestris) செடியை நி. டபேகம் (N. tabacum) செடியுடன் இணைத்து உண்டாக்கின ஹைபிரிட் தன்மகரந்தச்சேர்க்கையால் விதைகள் உண்டாவதில்லை. ஆனால், அந்த ஹைபிரிட்டின் சூல் முடியில் ஏதாவது ஒரு பெற்றோரின் மகரந்தப் பொடியைத் தூவினால் சில விதைகள் ஹைபிரிட்டுகளில் தோன்றுகின்றன.

4. **முழு மலட்டுத் தன்மை** : தேயிலையை ஹைபிரிட் தரிக்கச் செய்வது மிகவும் கஷ்டமானது. அது ஒரு தன்னோடு ஒவ்வாத (Self-incompatible) இனமாகும். அதனால் தற்கலப்பு முறையில் கலப்பிலாச் சந்ததி உண்டுபண்ணு வது சாத்தியமில்லை. ஒற்றை மயச் செடி வளர்ச்சியின் மூலமாகக் கலப்பிலாச் சந்ததிகள் உண்டுபண்ண முடியும். இந்த ஒற்றை மயச் செடிகளைக் கால்சிசீன் உதவியால் இரட்டை மயச் செடியாக மாற்றிவிட முடியும். இவ் விதம் இம் முறை மிகவும் பயனுள்ளதாக உள்ளது.

இரட்டை மய இரு சிற்றின ஹைபிரிட்டுகள் (Diploid Interspecific Hybrids)

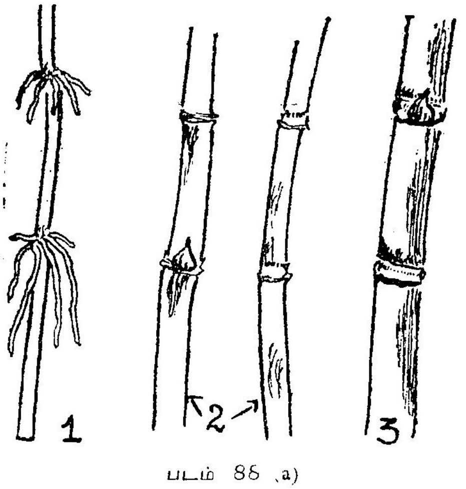
சில சந்தர்ப்பங்களில் ஹைபிரிட்டுகள் பெற்றோர்ச்செடிகளைப் போல் இரு மடங்கு குரோமஸோம்களைப் பெற்றிருக்கலாம். இதனால் நிலையான வளமுள்ள செடிகளைப் பெறுவது சாத்திய மாகும். ஹைபிரிட் தரித்தலுக்குப் பிறகு குரோமஸோம்களின் எண்ணிக்கை இரட்டிப்படைந்தால் அது வளமான, நிலையான சந்ததிகளைக் கொடுக்க முடியும். பயிர்ப் பெருக்குதலில் இரு சிற்றின ஹைபிரிட் தரித்தலால் பல புது இனங்களை அடைவது மிகச் சுலபம். ஆனால், இதிலுள்ள எல்லைக்கோடுகள் எவ்வளவு என்று தெரியவில்லை. அதேபோல் கிடைக்கக்கூடிய முடிவுகளும் செடிக்குச் செடி மாறுபடுகிறது.

இரு பேரின ஹைபிரிட்டுகள் (Intergeneric Hybrids)

இங்கு முன்ட்சிங்கின் (Muntsing) ஆராய்ச்சி குறிப்பிடத் தக்கது. புல் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இரு பேரினங்களான ரையை

யும் (Rye), கோதுமையையும் இணைத்து ஒரு ஹைபிரிட் தோற்றுவித்தார். தாவரவியலின்படி ரையைச் சீகேல் (Secale) என்றும், கோதுமையை ட்ரிடிகம் (Triticum) என்றும் சொல்கிறோம். இவ்விரு செடிகளின் இணைவால் தோன்றிய ஹைபிரிட்டிற்கு ட்ரிடிகேல் (Triticale) என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இந்தப் புது இனம் இரு பெற்றோர்களின் நற்பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது; கோதுமையைப் போல் ரொட்டி சுட மிகவும் ஏற்றதாய் உள்ளது; அதே சமயம் ரையைப்போல் கடின தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. வைக்கோல் விறைப்பாக இருக்கிறது. ரையைப் போல் மணற்பாங்கான நிலத்தில் பயிரிடலாம். இதிலுள்ள குறை அதன் வள தன்மையின் குறைவேயாகும்.

இதே போல் கரும்பையும் (Saccharum), சோளத்தையும் (Sorghum) இணைத்து ஹைபிரிட் உண்டுபண்ணியிருக்கிறார்கள். இது குணங்களில் கரும்பையும், சோளத்தையும் ஒத்திருக்கிறது. இதன் சிறப்புக் குணம், இது கரும்பைவிடக் குறுகிய காலப் பயிராகும். இதைப் படங்கள் 88a, 88b-ல் விளக்கக் காணலாம்.



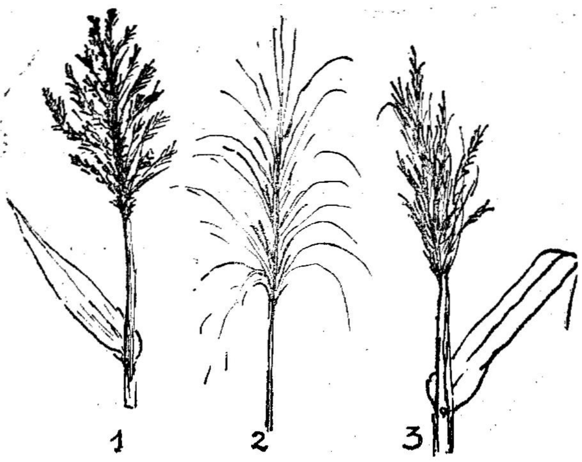
படம் 88 (a)

இரு பேரின ஹைபிரிட்

1. சோளத் தண்டுப்பாகம்; 2. ஹைபிரிட்டின் தண்டுப் பாகங்கள்; 3. கரும்பு-தண்டுப்பாகம்.

முன்பு மற்றொரு சந்தர்ப்பத்தில் எடுத்துக்கொண்ட முள்ளங்கி, முட்டைகோஸை மறுபடியும் எடுத்துக்கொள்ளலாம். முள்ளங்கியைத் தாய்ச்செடியாகவும், முட்டைகோஸைத் தந்தைச்செடி

யாகவும் எடுத்துக்கொண்டு மாற்றுக் கலவியல் செய்தால் விதைகள் தோன்றி, ஹைபிரிட்டும் கிடைக்கிறது. ஆனல், பெற்றோர்களின் பாலினத்தை மாற்றினல் அதாவது, முள்ளங்கியைத் தந்தைச்செடியாகவும், முட்டைகோஸைத் தாய்ச்செடியாகவும் கொண்டால், ஹைபிரிட் தரித்தல் ஏற்படுவதேயில்லை. இதே சிக்கல் ரை, கோதுமை தானியங்களை உபயோகித்து மாற்றுக் கலவியல் நடத்தும்போதும் தோன்றுகின்றது.



படம் 88 (b)

இரு பேரின ஹைபிரிட்

1. சோளக்கதிர்; 2. கரும்பின் மஞ்சரி; 3. ஹைபிரிட்டின் மஞ்சரி.

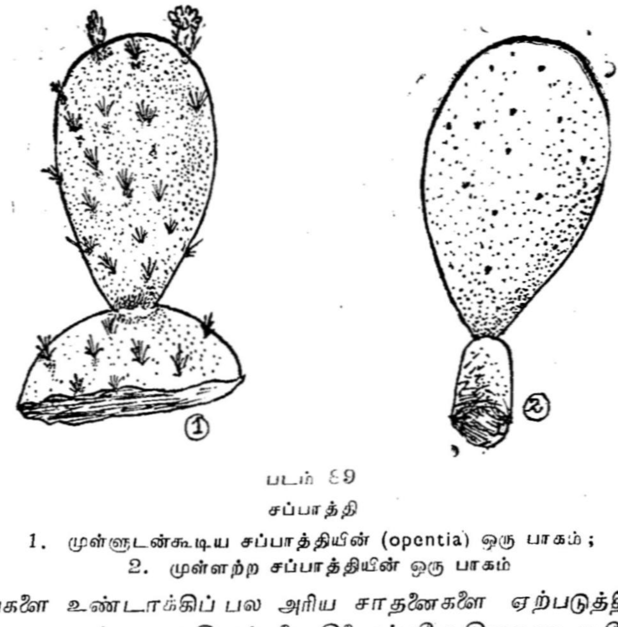
கோயம்புத்தூரில் தற்சமயம் நடக்கும் ஆராய்ச்சியைப்பற்றி அறிவது நலம். 1938ஆம் ஆண்டு டாக்டர் ஜானகி அம்மாள் மக்காச்சோளத்தையும், கரும்பையும் இணைத்து இரு பேரின ஹைபிரிட்டைத் தோற்றுவித்தார். ஆனல், துரதிர்ஷ்ட வசமாக இந்த ஹைபிரிட் பூப்பதில்லை. பல சோதனைகளைக் கையாண்டும் பலனில்லை. சென்ற ஆண்டு கோயம்புத்தூர் ஆராய்ச்சிப் பண்ணையைச் சேர்ந்த திரு. கே. எம். நாயுடுவும், திரு. எஸ். இராமகிருஷ்ணனும் (1970) ஜிப்ரலிக் (Gibberellic) அமிலத்தின் உதவியால் அந்த ஹைபிரிட்டைப் பூக்கச் செய்தார்கள்; அவ்வமிலத்தைச் செடியின் நுனிக்கு முன் கணு இடைவெளியில் செலுத்துவதால், இந்த மாறுபாடு ஏற்படுகிறது என்பதை நிரூபித்திருக்கிறார்கள்.

கூட்டு ஹைபிரிட் உண்டாக்குதல்
(Multiple Hybridization)

இம் முறைப்படி வேறுபட்ட பல பெற்றோர்கள் **அதாவது,** இரண்டுக்கு மேற்பட்ட பெற்றோர்களை இணைத்து ஹைபிரிட் உண்டாக்குதல். இம் முறையை முதலில் கையாண்டவர் கோல்ராய்ட்டர் (Kolreuter) என்பவர். இவர் மூன்று புகையிலைச் சிற்றினங்களை இணைத்தார். அதன் பின் விசூரா (Wichura) என்பவர் நான்கு முதல் ஆறு சிற்றினங்களை இணைத்து ஒரு ஹைபிரிட்டைத் தோற்றுவித்தார். இதேபோல் தோன்றியதுதான் தற்பொழுது உள்ள திராட்சை. பர்பாங் தோற்றுவித்த ப்ளம் கனியும் இவ் வகையைச் சார்ந்ததாகும். இப்பொழுது தோட்டங்களில் காணப்படும் டீ ரோஜா (Tea rose) ஒரு கூட்டு ஹைபிரிட்டேயாகும்.

ஒழுங்கற்ற ஹைபிரிட் அல்லது பர்பாங்கிஸம்
(Promiscuous Hybridization or Burbankism)

லூதர் பர்பாங்கைப் (Luther Burbank) பயிர் பெருக்குபவர்களில் ஒரு மந்திரவாதி எனக் கொள்ளலாம்; பயிரியலில் பல புது



படம் 69

சப்பாத்தி

1. முள்ளுடன்கூடிய சப்பாத்தியின் (opentia) ஒரு பாகம்;
2. முள்ளற்ற சப்பாத்தியின் ஒரு பாகம்

இனங்களை உண்டாக்கிப் பல அரிய சாதனைகளை ஏற்படுத்தியிருக்கிறார். மாறுபட்ட பல இனங்களை இணைப்பதே இவருடைய நோக்க

மாகும். இவ்வினங்களுக்கிடையே உள்ள உறவு முறையைப் பற்றிக் கவலைப்படுவதில்லை. இம் முறையில் தோன்றும் விரும்பத் தகாத பண்புகளோடுகூடிய ஹைபிரிட்டுகளை ஒதுக்கிவிட்டு நல்ல வற்றையே தேர்ந்தெடுத்தல். இவ்விதம் உண்டுபண்ணப்பட்ட ஹைபிரிட்டுகளின் பண்புகள் நிலையானவை. இவர் ஆராய்ச்சி யின் முடிவு எதுவும் புதிதாகத் தோன்றுவதில்லை. ஆனால், முன்பே யுள்ள பண்புகள் மாற்றியமைக்கப்படுகின்றன. இவர் அளித்த முள்ளற்ற சப்பாத்திப் படம் 89-ல் பார்க்கலாம்; விரைவில் வளரக் கூடிய வால்நட்டும் (Walnut) மற்றும் பல இனங்களுமாகும்.

இன்ட்ராக்ரெசிவ் ஹைபிரிட் (Introgressive Hybrid)

இது ஆண்டர்ஸன் (Anderson) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. இரு மாறுபட்ட சூழ்நிலையில் வளரும் ஒரே இனத்தின் இரு இயற்கைத் தொகுப்புகளைப் பார்த்தார். இரு சூழ்நிலைகளும் எங்குக் கலக்கிறதோ அச் சூழ்நிலையில் ஒரு ஹைபிரிட் தோன்றியது. இந்த ஹைபிரிட் தோன்றும், வளரும் சூழ்நிலை, பெற்றோர் வளரும் சூழ்நிலைகளுக்கிடையே அமைந்ததாக இருக்கும். இவ்விதம் உண்டான ஹைபிரிட், ஏதாவது ஒரு பெற்றோர்ச்செடியுடன் இணைய முயலும். இவ்விதம் பல முறைகள் மகரந்தச் சேர்க்கையால் கிடைக்கும் புது இனமானது அதிகமாக, ஓங்கு பண்புகளுடன் கூடின பெற்றோரைக் கிட்டத்தட்ட ஒத்திருக்கும். அதே சமயத்தில் மற்றொரு பெற்றோரின் சில பண்புகளும் காணப் படும். இம் முறையில் ஒரு சிற்றினத்தின் மரபுகளை வடிகட்டி மற்றதுடன் இணைப்பதாகும்.

சோளத்தில் இவ்விதமாக ஹைபிரிட்டுகள் தோன்றியுள்ளன. நெல்லில் பக்கச் சிம்புகள் இம் முறையில் அதிகமாக்கப்பட்டு விளைச்சலும் அதிகரித்துள்ளது.

ஹைபிரிட் தரித்தலிலுள்ள எல்லைப்பாடுகள்

அ. ஒரு தொகுப்பில் அதிக மாறுபாடுகளுடன்கூடிய வேற் றினங்களை ஹைபிரிட் தரிக்கச் செய்வது அவசியமற்றது. இவற்றைக் கலப்பிலாச் சந்ததி (அல்லது) கூட்டுப்பண்ணை முறையில் தேர்வு செய்யலாம். இவ்விதம் செய்வதால் மாற்றுக் கலவியலின் அதே பலன் கிட்டும்.

ஆ. பெற்றோர்ச்செடிகளைத் தேர்வு செய்வது மிகக் கடினம்.

இ. கருவுறுதல் தோன்றாமல் போகலாம்.

ஈ. எடுத்துக்கொண்ட செடிகள் இணையக் கூடியவையா அல்லது மலட்டுத் தன்மை பெற்றவையா என்பதெல்லாம் நன்றாகத் தெரிந்திருக்க வேண்டும்.

மாற்றுக் கலவியலின் செய்முறை
(Hybridization Technique)

தன்மகரந்தச்சேர்க்கைச் செடிகளை மாற்றுக் கலவியலுக்கு எடுத்துக்கொள்வது மிகவும் நல்லது. முதலில் நல்ல பண்புகளை யுடைய பெற்றோர்களைத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். இச் செடிகளைப் பத்து நாள்கள் இடைவெளியில் ஒரு மாதத்திற்குப் பயிரிட வேண்டும். இவ்விதம் செய்வதால் எக் காலத்திலும் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு, மகரந்தத்தூள் சேகரித்து மாற்றுக் கலவியல் நடத்தவும் முடிகிறது.

மாற்றுக் கலவியலில் முதல் நிலை ஆண்பாகமகற்றல். மகரந்தப் பை முதிர்ச்சி அடைவதற்கு முன்பே அதை அகற்றிவிட வேண்டும். இதைத்தான் ஆண்பாகமகற்றல் (Emasculation) என்கிறோம். இவ்விதம் செய்வதால் இருபாலான பூ, ஒருபால் அதாவது பெண் பூவாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்விதம் செய்யாமல் மகரந்தப் பையை விட்டு விட்டால், தன்மகரந்தச்சேர்க்கை நடக்க இடமுண்டு. இவ்விதம் ஆண்பாகமகற்றப்பட்ட பூவை செடி யோடு இருக்கும் நிலையிலேயே ஒரு காகித அல்லது துணிப்பையுள் இருக்கும்படி வைத்துக் கட்டிவிட வேண்டும். இதனால் மற்றச் செடி யிலிருந்து வரும் மகரந்தத்தூள்கள் பூவைக் கெடுத்துவிட முடியாது. இச் செடிதான் மாற்றுக் கலவியலுக்குத் தாய்ச்செடி யாக இருக்கும். இத் தாய்ச்செடியின் சூல்முடி கருவுறுதலுக்குப் பக்குவமான நிலையிலிருக்கும்போது, வேண்டப்பட்ட செடியின் மகரந்தத்தூள்கள் செயற்கை முறையில் தாய்ச்செடியின் சூல்முடி யில் தூவப்படுகிறது. மகரந்தச்சேர்க்கை முடிந்ததும் அந்தத் தாய்ப் பூவை மறுபடியும் பைக்குள் இருக்கும்படி செய்ய வேண்டும். இவ் விதம் பூ மற்ற மகரந்தப்பொடிகளிலிருந்து பாதுகாக்கப்படுகிறது. பிறகு, அதன் விதைகள் சேகரிக்கப்படுகின்றன. இவ் விதைகளைத் தான் ஹைபிரிட்டுகள் என்கிறோம்.

செய்முறைக்குத் தேவையான உபகரணங்கள் பின் வருமாறு:-

அ. கூரான அல்லது வளைந்த கத்தி

ஆ. இடுக்கி (Forceps)

இ. கை லென்ஸ் (Hand Lens)

ஈ. காகிதம் அல்லது துணிப் பைகள்

உ. மென்மையான பிரஷ்

ஊ. கிருமிகளைக் கொல்லும் ஆல்கஹால் (Sterilizing medium)

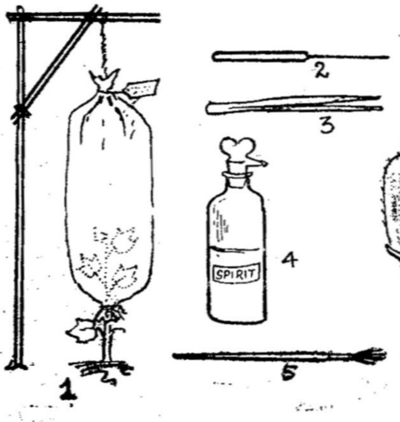
எ. மகரந்தப்பொடி சேகரிக்கக் குப்பிகள்

ஏ. துண்டுச் சீட்டுகள்

ஐ. குறிப்பேடு

ஒ. தெளிப்பான் (Sprayer)

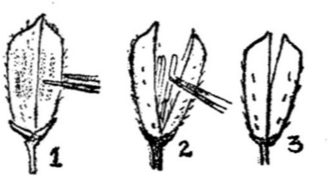
ஓ. ஊசி



படம் 90 (a)

ஹைபிரிட் தரித்தலுக்குத் தேவையான உபகரணங்கள்

1. பாலிதீன் பையும் அதை உபயோகப்படுத்தும் முறையும்; 2. ஊசி; 3. இடுக்கி; 4. கிருமி கொல்லி; 5, பிரஷ்.



படம் 90 (b)

ஆண்பாகமகற்றல் முறை

1. உமிகளை விலக்கல்; 2. மகரந்தத் தாள்களை நீக்கல்; 3. ஆண்பாக மகற்றப்பட்ட நெற்பூ.

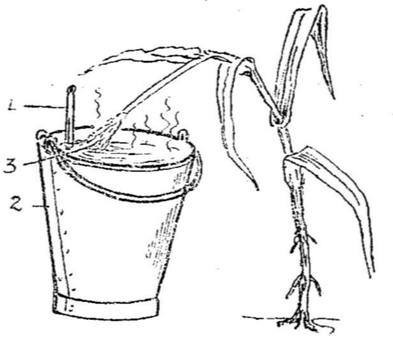
ஆண்பாகமகற்றல் முறை (Emasculation)

இச் செயலுக்கு அதிக பயிற்சி தேவை. மகரந்தப்பைகளை அகற்றும்பொழுது, பூவின் பாகங்கள் சேதமடைந்தால், பூவானது அதிர்ச்சியடைந்து உதிர்ந்து விடுகிறது. இந் நாள்களில் வேதியப் பொருள்கள்மூலம் ஆண் மலட்டுத் தன்மை உண்டாக்கப்படு

கிறது. செடியின் எல்லாப் பாகங்களிலும் இவ்வேதியப் பொருள் தெளிப்பான்மூலம் தெளிக்கப்படுகிறது. இவ் வகையில் உபயோகப்படுத்தும் பொருள்கள் பின் வருமாறு :

2-4 டைகுளோரோஃபீனாக்ஸி அஸிடிக் அமிலம் (2-4 Dichlorophenoxy Acetic Acid); நாப்தலின் அஸிடிக் அமிலம் (Napthalene Acetic Acid).

சோளத்தை ஆண் மலடாக்குவதற்குக் கோயம்புத்தூரில் வெந்நீர் முறை பின்பற்றப்படுகிறது. பூக்களோடு கூடிய சோளத்தின் நுனியை 50°C வெப்பமுள்ள வெந்நீரில் பத்து நிமிடத்திற்கு அமுக்கி எடுத்துவிட வேண்டும். இதனால் மகரந்தப் பைகள் கொல்லப்படுகின்றன.



படம் 91

ஆண்பாகமகற்ற உபயோகப்படுத்தும் வெந்நீர் முறை

1. வெப்பமானி; 2. வாளி-வெந்நீருடன்; 3. சோளக்கதிர்.

பாலிலா ஹைபிரிட் தரித்தல் (Vegetative Hybridization)

1825ஆம் ஆண்டு பாரிஸ் நகரத்தில் வசித்த ஆடம் (Adam) என்பவர் அழகிய பூச்செடியான பார்த்தினியத்தின் (Parthenium) குருத்தை, சாதாரண சிடிசஸ் (Cytisus) செடியுடன் ஒட்டுப் போட்டார். அவர் செய்முறையின் குறைபாடோ அல்லது வேறு எக் காரணத்தாலோ ஒட்டுச் சரியாகச் சேரவில்லை. இருந்தாலும், ஆடம் தோல்வியிலும் வெற்றி கண்டார்; சிறிது நாளைக்குப்பின் ஒட்டுப் போட்ட இடத்திலிருந்து ஒரு குருத்துத் தோன்றுவதைக் கண்டு அதிசயித்தார். இலை, பூ, மற்ற எல்லாப் பண்புகளிலும் ஒட்டுக்காக எடுத்துக்கொண்ட இரு செடிகளையும், இப்

புதுக் குருத்து ஒத்திருந்தது. இச் செடியின் குச்சிகள் பாரிஸ் நகரின் எல்லாத் தோட்டங்களிலும் பயிரிடப்பட்டன. துரதிர்ஷ்ட வசமாய் இச் செடி விதைகளை உண்டுபண்ணுவதில்லை. ஆனால், இச் செடி பாலினப் பெருக்கத்திற்குச் சவால் விடுவதுபோல் அமைந்துள்ளது. டார்வினே இச் செடியை ஹைபிரிட், மாற்றுக் கலவினச் செடி என்று கூறியுள்ளார். இச் செடி மகரந்தச்சேர்க்கையால் தோன்றாமல் ஒட்டுப் போடுவதன் மூலமே வந்துள்ளது. இவ் வகையில் பூ, மகரந்தச்சேர்க்கை, கருவுறுதல், காய், விதை போன்ற பாகங்களுக்கோ, செயல்களுக்கோ இடமில்லாமல் போயிற்று. பாரம்பரியத்திற்குக் காரணிகளின் சேர்க்கை இல்லாமலே புது இனம் தோன்றியுள்ளது. குரோமஸோம்களின் இணைப்போ அல்லது நடனமோ நடக்கவில்லை. இது பால் செல்களுக்கும், உடற்செல்களுக்கும் இருக்கும் பாகுபாட்டை உடைத்தெறிந்து விட்டது. இதற்குப் பிறகு ஹைபிரிட்டுகளை ஒட்டுப் போடுதல் முறையில் உண்டாக்கத் தலைப்பட்டனர். மூன்று அல்லது நான்கு செடிகளைக் கோத்துவிட்டு ஒட்டியதுபோல் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக ஒட்டுப் போட்டுப் புது ஹைபிரிட் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது.

விங்க்லர் என்ற (Winkler) என்ற தாவரவியலாசிரியர் சொன்னதுபோல் இந்த ஹைபிரிட்டானது, ஹோமர் கவியின் கவிதையில் வரும் கதாநாயகி கைமீரா (Chimera) போல் உள்ளது. கைமீரா என்பது, கிரேக்கப் புராணத்தில் வரும் ஒரு மிருகம். அதன் உடல் மூன்று விலங்குகளின் பாகங்களைக் கொண்டது. அதற்குச் சிங்கத்தின் தலை, ஆட்டின் உடல், பாம்பின் வால் உள்ளது. இதை, 'பெல்லரோபோன்' (Bellerophone) என்பவர் கொன்றதாகப் புராணம் சொல்கிறது.

லூசின் டேனியல் (Lucien Daniel) ஒரு கண்காட்சி ஏற்படுத்தி, அதில் நூற்று எழுபத்து மூன்று விதப் புது இனங்களை அறிமுகப்படுத்தினார். பாரிஸில் 'ஜெருசலம் ஆர்டிசோக்' (Jerusalem artichoke) என்ற செடி பாலிலா இனப்பெருக்கத்தின் மூலந்தான் வளர்க்கப்பட்டு வந்தது. டேனியலின் முயற்சியால் மேற்கூறிய செடியும், சூரியகாந்திச் செடியும் ஒட்டுப் போட்டு விதையோடுகூடிய ஹைபிரிட் உண்டுபண்ணப்பட்டது. இம் முறையைத்தான் பாலிலா ஹைபிரிட் தரித்தல் என்கிறோம்.

கதம்ப உரு என்பது மரபால் வேறுபட்ட திசுக்களை ஒரே கிளையில் ஒன்றுபடுத்துவதாகும். பல வண்ணத்தோடு கூடிய இலைகளையுடைய செடிகளில் நோயின் காரணமாக இவ்விதம் ஏற்படலாம். அதைக் கைமீரா என்று கொள்வது தவறு.

ரஷிய நாட்டு மிசூரினையை (Michurin) இவ்விதப் பாலிலா ஹைபிரிட் தரித்தலின் ஒரு மந்திரவாதி என்றே சொல்லலாம். அவர் சிற்றினங்களுள் மட்டுமின்றிப் பேரினங்களுக்கிடையேகூட ஹைபிரிட் தரித்தலை நடத்திக் காண்பித்தார். அவர் இதற்கான சட்டத்திட்டங்களை ஏற்படுத்தினர். அவர் உண்டாக்கிய ஹைபிரிட்டுகளுக்கு மென்டார் (Mentor) என்று பெயர் கொடுத்தார். அவை மற்றவற்றைவிட முன்னதாகவே கனிகளைத் தருகின்றன. அவர் உண்டாக்கிய பேரிக்காய் வகைகள் எல்லோராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டவையாகும்.

லின்னயஸ்ஸின் (Linnaeus) கூற்றுப்படி ஒருநாள் உருளை டாலியாச் செடிகளையும், உருளை ஜெருசலேம் ஆர்டிசோக் செடிகளையும் - பீச், ஆப்ரிகோட் (Peach and Apricot) மரங்களையும் இணைத்து ஹைபிரிட்டுகள் உண்டாக்க முடியும். காட்டு மரமான மூன்று சிற்றிலைகளோடுகூடிய நாரத்தை (Citrus Trifoliata) செடியைக்கொண்டு ஆரஞ்சு, எலுமிச்சை, சாத்துகுடி இவற்றை ஒட்டுப் போடலாம்.

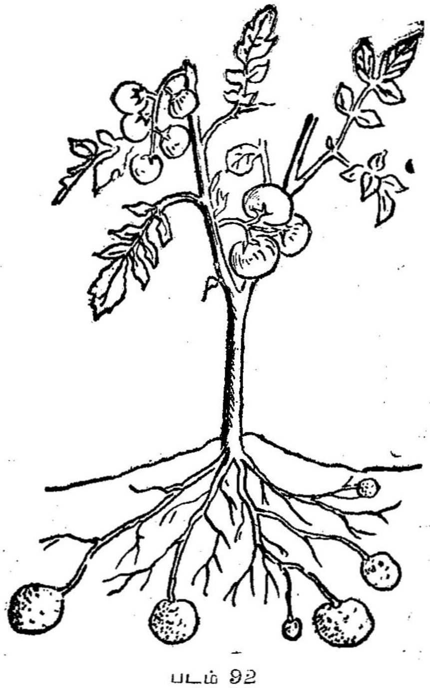
மிசூரின் முறை என்னவெனில், ஒட்டுப் போட எடுத்துக் கொள்ளும் செடியானது இளசாக இருக்க வேண்டும். ஒட்டு போட்ட செடியில் இலைகள் இருக்கக் கூடாது. மேல் செடியில் தான் இலைகள் இருக்க வேண்டும். மேலிருக்கும் ஒட்டுச் செடியானது உணவு தயார் செய்து கீழுள்ள ஒட்டுத்தண்டிற்குக் கொடுக்கும். இதனால்தான் ஹைபிரிட் கிடைக்கிறது.

உருளைக்கிழங்கில் பல குற்றினங்கள் உண்டு. எபிக்யூர் (Epicure) என்பது வெள்ளைக்கிழங்கும், ஒடென்வால்டர் ப்ளேன் (Odenwalder blane) என்பது நீலக்கிழங்கும் ஆகும். எபிக்யூரை ஒடென்வால்டர் ப்ளேனுடன் ஒட்டுப்போடுவதால், வெள்ளைக் கிழங்குதான் கிடைக்கிறது. சாதாரணமாக, ஒட்டுப் போட்டால் அந்தக் கலப்பினப் பண்புகள் அந்தத் தலைமுறைக்கு மட்டுமே இருக்கும் என்று கருதி வந்தார்கள்; மேலும், அடுத்தத் தலைமுறைக்குப் பழைய பண்புகளுக்கே திரும்பிவிடும். ஆனால், இந்த உருளைக்கிழங்கு ஹைபிரிட் புதுப் பண்புகளையே கொண்டிருக்கின்றன. ஆகையால், மேலும் ஒட்டுப் போடுதல் தேவையில்லாமல் போய்விட்டது.

பர்பாங்கால் (Burbank) பயிர்ப் பெருக்குதலில் ஒரு புரட்சியே உண்டாயிற்று. 15 கோடு (15 line) என்ற தக்காளி குற்றினமானது; சிவப்பு வால்ட்மேன் (Red Whaltman) என்ற உருளை இனத்துடன் ஒட்டுப் போடப்பட்டது (படம் 92). இதிலிருந்து

ஒரு புதிய செடி உண்டாயிற்று. அதற்குப் 'பொடடொமேடோ' (Potatomato) என்ற பெயர் சூட்டப்பட்டது. இது ஒரு பாலின ஹைபிரிட்டாகும். இந்தச் செடியில் தரைக்குமேல் பூக்களும், தரைக்கு அடியில் கிழங்குகளும் கிடைத்தன. ஆனால், உருளைக் கிழங்கால் ஒட்டுத்தன்மையைத் தாங்க முடியாமற்போயிற்று. மென்மையான கிழங்கிற்குப் பதிலாகக் கடினமான கிழங்கு உண்டாகிறது. அஃது உணவாகப் பயன்படுவதில்லை. இதே போல் உருளைக்கிழங்குடன் கத்திரி (Brinjal), மணத்தக்காளி (Night-shade) முதலிய செடிகளை ஒட்டுப் போட்டு புது ஹைபிரிட் உண்டு பண்ணினார்கள். ஆனால், தக்காளி ஒட்டுப் போலவே, இவற்றிலும் குறைபாடு இருந்தது.

வட ரஷியாவில் நீர்ப் பூசணி(Water melon)யைச் சாதாரண பூசணியுடன் ஒட்டுப் போட்டுக் கிடைத்த ஹைபிரிட் விரைவாகவே



படம் 92

பொடடொமேடோ

பலன் தருவதோடு, கனிகளும் நிறைய உண்டாகின்றன. இதைக் கண்டுபிடித்தவர் 'லெபிடிவா' (Lebedeva) என்ற மாது.

லேசென்கோவின் கூற்றுப்படி, இவ்விதமான ஒட்டுப் போடுதலால் செடியின் உடலில் மறைந்துள்ள பொருள்களிடையே சேர்க்கை ஏற்பட்டு, பண்புகள் கலந்து விடுகின்றன. இதில் குரோமஸோம்கள் சேர்வதோ, பின்பு பிரிவதோ நடப்பதில்லை. இரு செடிகளிலுள்ள சாற்றின் (Sap) சேர்க்கையே இதற்குக் காரணமாகும்.

அந்தக் காலத்தில் ரஷியாவில் ஒட்டுப் போட்ட தக்காளிக்கு நல்ல கிராக்கி. தக்காளியையும், மணத்தக்காளியையும் ஒட்டுப் போட்டதில் உண்டான ஹைபிரிட் அதிக அளவில் கனிகள் கொடுக்கிறது. மேலும், கனிகள் தனி ருசியுடனும், ஒரு விதப் புளிப்புடனும் இருந்தமையால் அதிகமாக விரும்பப்பட்டன.

ஹைபிரிட் திடம் (Hybrid Vigour)

பெற்றோர்களை ஒப்பிடும்பொழுது ஹைபிரிட் உருவத்திலும் விளைச்சலிலும் அதிகமாக இருப்பதே ஹைபிரிட் திடம் எனப்படும். இதில் செயல் முறையில் சில நன்மைகள் ஏற்படுவதால், விவசாயிகள் முன்பே இதைப்பற்றி அறிந்திருந்தார்கள். 1700ஆம் ஆண்டே கோல்ராய்ட்டர் (Kolreuter) என்பவர் புகையிலை ஹைபிரிட் வளமாக வளர்வதைக் குறிப்பிட்டுள்ளார். மெண்டல், டார்வின் (Mendel, Darwin) இருவரும் இந்த ஹைபிரிட் திடத்தை உணர்ந்துதான், அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நல்லது என்றும், தன்மகரந்தச்சேர்க்கை கெடுதலை உண்டுபண்ணும் என்றும் சொன்னார்கள். பீல் (Beal) என்பவர் மக்காச்சோளத்தைப் பயிரிடுவதில் இதை உபயோகித்தார். 1914ஆம் ஆண்டு ஷல் (Shull) என்பவர் ஹைபிரிட் திடத்திற்கு ஹெடிரோஸிஸ் (Heterosis) என்ற பெயரைச் சூட்டினார். அவர் கூற்றுப்படி ஹைபிரிட் திடத்தின் காரணம், மாறுபடாத ஸைடோப்ளாசமும், மாறுபட்ட உட்கருக்களின் ஒன்றோடொன்றின் பரஸ்பர உறவுமேயாகும். ஹைபிரிட் திடம் (Hybrid Vigour) என்ற சொல்லும், ஹெடிரோஸிஸ் என்ற சொல்லும் ஒத்த பெயர்களாக (Synonyms) உபயோகப்படுத்தப்பட்டாலும், வேல்லி (Whaley) என்பவர் அந்தப் பெயர்கள் மாறுபட்ட கருத்துகளைத்தான் குறிக்கின்றன என்கிறார்; ஹைபிரிட் திடம் என்பது ஹைபிரிட்டின் உந்தப்பட்ட நிலைமையைக் குறிக்கிறது என்கிறார்; ஆனால், ஹெடிரோஸிஸ் என்பது எந்த இயங்கு நிலையால் இவ்வித உந்தப்பட்ட தன்மை அடைகிறதோ அதைக் குறிக்கிறது என்கிறார்.

ஈஸ்ட்டும், ஹேயும் (East and Haye) புகையிலையில் ஹைபிரிட் தரித்தலைக் கையாண்டனர்; இரு பெற்றேர்ச்செடிகள் 31 அங்குலம் - 54 அங்குலம் உள்ளவற்றை எடுத்துக்கொண்டு, அவற்றிலிருந்து 61 அங்குலம் உயரம் உள்ள 'F_1' முதல் தலை முறைச் செடிகளை அடைந்தனர். இந்தச் செடிகள் எல்லாம் ஒரே சூழ்நிலையில்தான் வளர்க்கப்பட்டன. இருந்தும், வித்தியாசம் காணப்படுவதற்கு ஹைபிரிட் திடமே காரணம்.

மக்காச்சோளம் பயிரிடுவதில் நல்ல மகசூலை அடையப் பின் வரும் முறை பின்பற்றப்படுகிறது: வேறுபட்ட பண்புகளையுடைய செடிகளை எடுத்துக்கொண்டு அவற்றைத் தற்கலப்பு (inbreeding) முறையில் கலப்பிலாச் சந்ததி(Purelines)களாக மாற்றுகிறார்கள். இவ்விதம் கிடைத்த செடிகளை அடுத்தடுத்த வரிசையில் இருக்கும்படி பயிரிடுகிறார்கள். சாதாரணமாகச் சோளம் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை அடைவதால் கிடைக்கும் தானியம் ஹைபிரிட் வீரியத்துடன் காணப்படும்.

ஜோன்ஸ் (Jones) என்பவர் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கையே ஹைபிரிட் திடத்திற்குக் காரணம் என்பதைச் செயல் முறையில் காண்பித்தார். இது மக்காச்சோளத்தில் நிரூபிக்கப்பட்டது. 67 அங் – 58 அங்குலம் உள்ள இரு பெற்றேர் மக்காச்சோளச் செடிகளை எடுத்து இணைத்ததில் 94 அங்குல உயரமான ஹைபிரிட் கிடைத்தது. இந்த ஹைபிரிட் செடியைப் பல தலைமுறைகளுக்கு தன்மகரந்தச்சேர்க்கைமூலம் பெருக்கிக்கொண்டே வந்ததில் உயரம் குறைந்துகொண்டே வந்தது. இது அட்டவணை 44-ல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 44

பெற்றேர்கள்	67" × 58"
F_1	94"
F_2	82"
F_3	77"
F_4	76"
F_5	67"
F_6	59"
F_7	58"

காரணங்கள்

பெற்றேர்ச்செடிகளைவிட ஹைபிரிட் ஓங்கிக் காணப்படுவதற்குப் பல காரணங்கள் கொடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றில்

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஆறு காரணங்களும் ஒத்துக்கொள்ளும் வகையில் அமைந்துள்ளன:

1. வாழ்வியல் தன்மை அல்லது ஹெடிரோஸைகஸ் தன்மை- Shull 1910) (Physiological or Heterozygosity Hypothesis): ஹைபிரிட் திடத்திற்குக் காரணம் மாறுபட்ட இரண்டு பால் செல்களின் இணைவால் உண்டாகும் தூண்டுதல். இந்தக் கொள்கையை ஈஸ்டும், ஹேஸ்ஸும் ஆமோதித்தார்கள். அவர்கள் ஒரு கொள்கையை அறிமுகப்படுத்தினார்கள். அதன்படி இயற்கையிலேயே அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நடக்கும் செடிகளில் தற்கலப்பு முறையால் திடம் குறைவதும், இயற்கையிலேயே தன்மகரந்தச் சேர்க்கை நடக்கும் செடிகளில் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கையால் திடம் கூடுவதும் ஒரே காரணத்தால்தான்.

2. தொடக்கத்தில் அதிகமான முலதனக்கொள்கை (Greater Initial Capital Hypothesis): ஆஷ்பி (Ashby 1930) என்பவர் தற்கலப்பு முறையிலும், ஹைபிரிட் முறையிலும் மக்காச்சோளம் வளர்வதைக் கண்டு ஆராய்ந்தார். ஆராய்ச்சியின் முடிவுகள் பின் வருவன :

(அ) ஹைபிரிட்டின் வளர்ச்சியும், திடமான பெற்றோரின் வளர்ச்சியும் ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியாகத்தான் உள்ளது.

(ஆ) ஹைபிரிட் விதைகளில் முளைக்கும் தன்மையில் அதிக சதவிகிதம் காணல்.

(இ) ஹைபிரிட் கரு, தொடக்கத்தில் அதிக எடையைக் காண்பிப்பதால், அதனால் திடமாகத் தொடர்ந்து வளர அனுகூலமாக உள்ளது.

3. ஓங்குபண்பு கொள்கை (Dominant Factor Hypothesis): இது ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட கொள்கையாகும். இதை அறிமுகப்படுத்தியவர் ப்ரூஸ் (Bruce). பெற்றோர்களையும் தற்கலப்புச் செடிகளையும்விட ஹைபிரிட்டில் அதிகமான ஓங்குபண்புகள் காணப்படுகின்றன.

4. அனுகூலமான ஓங்கு ஜீன்கள் பிணைந்திருத்தல் கொள்கை (Linked Favourable Dominant Gene Hypothesis): **இதன்** ஆசிரியர் ஜோன்ஸ் (Jones) ஆவர். பெற்றோர்களால் கொடுக்

கப்படும் அனுகூலமான பிணைந்த மரபிகள் கூடுதலால் ஹைபிரிட்டில் திடம் தோன்றுகிறது.

5. அளவுக்கு மீறிய ஓங்குபண்புகள் கொள்கை (Over Dominance Hypothesis) : ஹைபிரிட்டின் ஜீனேடைப்பில் உள்ள ஓங்குபண்புகள் ஹோமோஸைகஸ் அல்லது தற்கலப்புச் செடியில் உள்ளதைவிட அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இந்தக் கொள்கையைப் பின்பற்றுபவர்கள் பிஷ்ஷர் (Fisher), ஹல் (Hull) ஆவார்கள்.

6. ஸைடோப்ளாசத்திற்கும், உட்கருவிற்கும் உள்ள எதிர்த் தாக்குதல் (Cytoplasmic Nuclear Reaction): மைகலேஸ் (Michaelis) இதன் ஆசிரியர். ஹைபிரிட் செல்லினுள்ள ஸைடோப்ளாசம், உட்கரு இவற்றின் பரஸ்பர இணக்கம்.

மேற்கண்ட கொள்கைகள், விளக்கங்கள் ஆகியவற்றைத் தந்தபோதிலும், எல்லாச் செடிகளுக்கும் ஒரே காரணத்தைக் கொள்ள முடியாது. செடிகளுக்குத் தகுந்தாற்போல் கொள்கைகளும் மாறுகின்றன. ஹைபிரிட் திடம் கீழ்க்காணும் தாவரங்களின் ஹைபிரிட்டுகளில் காணப்படும் :

மக்காச்சோளம் கம்பு சோளம் கோதுமை பார்லி வெங்காயம்	தக்காளி கத்திரி வெள்ளரி பூசணி முதலிய வகைகள்

7. பயிர்ப் பெருக்குதல் முறைகள்
(Plant Breeding Methods)

நல்ல விளைச்சல் கிடைக்க வேண்டுமென்றால், அதற்கான திட்டம் சரியாக இருக்க வேண்டும். பயிர்ப் பெருக்குதல் முறைகளைக் கையாளும்போது மனதில் கொள்ள வேண்டியவை:

காலத்தில் சிக்கனம்

விரைவில் பலன் அடைதல்

நமக்குக் கிடைக்கக்கூடிய வசதிகள்

கையாளும் முறை பயன் தரக்கூடியதுதானா என்றறிதல்.

கீழ்க்காணும் குறிப்புகளை மனதில் கொள்ள வேண்டும்:

1. எடுத்துக்கொண்ட செடி வகைகள், சோதனை செய்யப் போகும் சூழ்நிலைக்குத் தக்கபடி அனுசரித்துக் கொள்ளுமா ?
2. செடி வகைகளை வளர்ப்பதற்கு வேண்டிய சாதனங்கள்.
3. அந்தச் செடி வகைகளை வளர்க்கும் முறை நன்கு தெரிந்திருக்க வேண்டும்.
4. எடுத்துக்கொண்ட இனம், உள்ளூர் நிலவரங்கள், சீதோஷ்ண நிலை, மண்வளம் இவற்றைப் பொறுத்துச் செடி வளர்ப்பு, பெருக்குதல் முறைகள் கையாளப்பட வேண்டும்.

பயிர்ப் பெருக்குதலில் பின்வரும் முறைகள் நல்ல பலனைக் கொடுக்கின்றன:

1. கூட்டுப்பண்ணை முறை (Mass Selection)
2. பெற்ரேர்த் தேர்வு முறை (Pedigree Culture Method)
3. ஒற்றைச் செடி அல்லது கலப்பிலாச் சந்ததி முறை (Single Plant or Pure Line Selection)
4. சாவலாவ் முறை (Svalof System)
5. மாற்றுக் கலவியல் (Hybridization)
6. அயல் கருத்தரித்தலால் பயிர்ப் பெருக்குதல் (Breeding Cross Fertilize)
7. பன்மயம் (Polyploidy)
8. ஒற்றை மயம் (Haploidy)

1. கூட்டுப்பண்ணை முறை (Mass Selection)

பழங்கால மக்களே கூட்டுப்பண்ணை முறையின் அவசியத்தை அறிந்திருந்தார்கள். 1662ஆம் ஆண்டு முதல் 1723ஆம் ஆண்டு வரை சீன நாட்டை ஆண்டு வந்த ஓர் அரசரைப்பற்றி வரலாற்று ஆசிரியர்கள் கூறும்பொழுது, அவர்தாம் கூட்டுப்பண்ணை முறையின் நன்மையை அறிமுகப்படுத்தினர் என்கிருர்கள். அந்த அரசர் நெல் வயல் வழியாகச் சென்றபொழுது திடமான நன்கு விளைச்சலோடுகூடிய நெற்பயிரைக் கண்டாராம். சாதாரணமாக நெற்பயிர் நூற்று முப்பது நாள்களில் பலன் தரும். ஆனல், அந்த அரசர் கண்ட நெற்பயிர் தொண்ணூறு நாள்களிலேயே கதிரோடு காணப்பட்டது. இந்த வயதிற்கு மீறிய நெல்வகையை எடுத்து, அடுத்த மகசூலுக்கு அந்த அரசர் பயன்படுத்தினர். இந்தக் குறுகிய காலப்பண்பு பல தலைமுறைகளில் காணப்பட்டது.

கூட்டுப்பண்ணை முறை ஒரு ஃபினேடைப் முறை. இங்கு வெளிப்புறப்பண்புகளை மட்டும் நம் தேர்வுக்கு எடுத்துக்கொள்கிறோம். சுருக்கமாகச் சொன்னல் வளமாக இருக்கும் செடியிலிருந்து எடுக்கப்படும் விதைகளைத்தான் கூட்டுப்பண்ணை முறை எனலாம். இம் முறையிலும் பல குறைபாடுகள் உண்டு. வழக்கத்திலுள்ள பழமொழிப்படி, 'மின்னுவதெல்லாம் பொன்னல்ல'. சூழ்நிலையை உபயோகித்துப் பயிரிடும்பொழுது இரு வகைகள் கையாளப்படுகின்றன. அவை பின் வருமாறு:

அ. ஹேலட் முறை (Halet Method)

கோதுமை பயிரிடும் ஆங்கில விவசாயி ஹேலட் என்பவரால் புகுத்தப்பட்ட முறை. செடிகளை நல்ல சூழ்நிலையில் வளர்ப்பது

என்பதுதான் இம் முறையின் அடிப்படை. இந்த முறையில் பெற்ற இயல்புகளுக்கு (Acquired Characters) முதலிடம் கொடுக்கப்படுகிறது. செடியின் வளமான வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய எல்லாச் சூழ்நிலைகளும் கொடுக்கப்படுகின்றன. இந்தச் சூழ்நிலையில் வளர்ந்த செடிகளிலேயே வளமாக வளர்ந்ததைத் தேர்ந்தெடுத்து அதன் விதைகளைச் சந்ததி உண்டுபண்ணுவதற்கு உபயோகிப்பது. வளமான செடியால் சாதகமான சூழ்நிலையில் பெற்ற இயல்புகள் நிலைத்து, சந்ததிகளுக்கும் அனுப்பப்படுகிறது.

ஆ. ரிம்பாவ் முறை (Rimpau Method)

இது ஹேலட் முறைக்கு நேர் எதிர் முறையானது, பார்லி தானியத்தில் இருபது வருடங்கள் விவசாயம் செய்து கண்டு பிடிக்கப்பட்டது; இம் முறைப்படி நல்ல பலன் கிடைத்தது. இம் முறையின்படி செடியானது சாதாரண அல்லது அனுகூலமற்றச் சூழ்நிலையில் பயிரிடப்படுகிறது. இச் சூழ்நிலையில் நன்றாக வளரும் செடிகள் பின்னால் வரும் சந்ததிகளுக்கு ஏற்ற பெற்றோராக விளங்கும். இம் முறைப்படி இயற்கையே தேர்வு நடத்துகிறது. இம் முறையின் அடிப்படை என்னவென்றால், பயிரின் வளர்ச்சிக்கு இயற்கை முக்கியமேயன்றி, ஊட்டம் அவ்வளவு முக்கியமன்று.

கூட்டுப்பண்ணை முறை மக்காச்சோள விவசாயத்திற்கு ஏற்ற முறை, செயற்கை முறையில் ஆண் மலடை ஏற்படுத்துவதால், கூட்டுப்பண்ணை முறையைக் கையாளலாம். மக்காச்சோளச் செடியில் ஆண், பெண் மஞ்சரி வெவ்வேறு இடங்களில் தோன்றுவதால், ஆண் மஞ்சரியை மலடாக்குவது மிக எளிது. இம் முறை நமக்கு வேண்டப்பட்ட செடியில் பெண் மஞ்சரியை மலடாக்கி விடலாம். இது நல்ல பலன் தரும். இதே முறையில்தான் ஹைபிரிட் தக்காளியை (விதையில்லாப் பெங்களூர் தக்காளி) வியாபாரத்திற்காகப் பெருமளவில் உற்பத்தி செய்ய முடிகிறது.

2. பெற்றோர் தேர்வு முறை (Pedigree Culture Method)

கோதுமை விவசாயத்தில் மும்முறையைப் பிரான்ஸ் நாட்டவரான வில்மாரின் (Vilmarin) ஒரு பயனுள்ள முறை என்று அறிமுகப்படுத்தியிருக்கிறார். இம் முறை பின்பு ஸ்வீடன் நாட்டு அறிஞர்களாலும் பின்பற்றப்பட்டது. இம் முறையின் அடிப்படை என்னவென்றால், நாம் எடுத்துக்கொள்ளும் செடியின் மூதாதையர்களைப்பற்றி நன்கு தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். இம் முறையைப் பின்பற்றுபவர்கள் செடிகளைப்பற்றிய விவரங்கள் யாவற்றையும்

குறிப்பெடுத்துக்கொள்ள வேண்டும் என்பதும் மிகவும் அவசியமாகும். இக் குறிப்புகளைச் சேகரித்து, தலைமுறைக்குத் தலைமுறை தொடர்ந்து குறிப்பு எடுத்துச் செல்வதும் அவசியம். இதில் சாதாரணமாக ஏற்படும் குழப்பத்தைத் தவிர்க்கச் செடிகள், அவற்றை நடும் வரிசை, பாத்தி, வயல் இவற்றிற்குத் தகுந்த நம்பர்கள் கொடுக்கப்பட வேண்டும். நெல், கோதுமை, மக்காச்சோளம், பட்டாணி முதலிய பெரிய விதைகளோடுகூடிய பயிர்களைப் பெருக்குவதில் இம் முறை நல்ல பலனைத் தரும். ஆனால், கடுகு போன்ற முள்ளங்கிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சிறிய விதைகளோடு கூடிய செடிகளைப் பயிரிடுவது சற்றுக் கடினம்.

3. ஒற்றைச்செடி அல்லது கலப்பிலாச் சந்ததி முறை (Single Plant or Pure Line Selection)

இம் முறையின் அடிப்படைக் கொள்கை, சிறப்பு, மற்றும் வகைகள் யாவும் நான்காம் அத்தியாயத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இம் முறையை எப்படி விவசாயத்திற்கு நடைமுறையில் கையாளப் படுகிறது என்பது மட்டும் இங்கு விவரிக்கப்படும்.

அடியிற்கண்டவாறு எட்டு நிலைகளில் இம் முறை பின்பற்றப் படுகிறது:

(அ) சேகரிப்பு விதைகள், விதையையொத்த பாகங்களான கிழங்குகள், வெட்டுத் துண்டுகள் முதலியன மாறுபட்ட சூழ்நிலையில் வளரும் செடிகளிலிருந்து சேகரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றைப்பற்றிய குறிப்பு மிகவும் அவசியம். மேலும், ஒவ்வொன்றிற்கும் எண் (நம்பர்) கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

(ஆ) இந்த விதைகளையோ, விதையொத்த பாகங்களையோ சிறு பாத்திகளில் பயிரிட வேண்டும்.

(இ) வளர்ச்சி, மற்றும் மாறுபாடுகளைக் குறிப்பெடுத்தல், புறமாங்களை, வெளிப்பண்புகளை மட்டும் குறிப்பெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

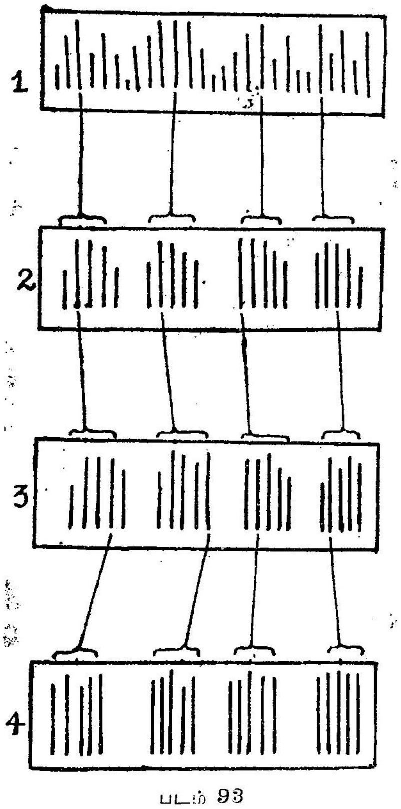
(ஈ) நமக்கு வேண்டிய பண்புகளோடுகூடிய அதிக எண்ணிக்கை உள்ள கூட்டத்திலிருந்து செடிகளைத் தேர்ந்தெடுப்பது. குறைந்தபட்சம் மூன்று செடிகளாவது தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும்.

(உ) அந்தத் தேர்ந்தெடுத்த செடிகளின் விதைகளையெடுத்து, அடுத்த ஆண்டிற்கு உபயோகித்தல். இதற்குத் தகுந்த திட்டம் அமைத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

(ஊ) நன்மகரந்தச்சேர்க்கை செடியாயிருந்தால் இரண்டு, மூன்று தலைமுறைகளுக்குத் தற்காப்பு முறைப்படி செடிகளைப் பெருக்க வேண்டும். இவ்விதம் செய்வதால் செடி ஹோமோஸைகஸாகிவிடும்.

(எ) இந்தச் சோதனைகளில் நல்ல பலன் தரும் செடிகளை எடுத்து விவசாயியின் வயலில் பயிரிட்டுப் பார்க்க வேண்டும். இவ்விதம் செய்வதால் எடுத்துக்கொண்ட செடி எவ்விதம் அதற்குரிய இடத்தில் நடந்துகொள்கிறது என்று அறிய முடியும்.

(ஏ) இச் செடிகள் எதிர்பார்த்த பலனைக் கொடுக்கும் என்றறிந்தவுடன் அவற்றை விதைப்பண்ணையில் பெருக்க வேண்டும்.



படம் 93

கலப்பிலாச் சந்ததி வழியில் பயிர்ப் பெருக்கம்

(1, 2, 3, 4 எண்கள் தலைமுறைகளைக் குறிக்கின்றன.)

இந்த மாதிரிக் கலப்பிலாச் சந்ததி முறையில் பெருக்கப்பட்ட விதைகள் விவசாயிக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன (படம் 93).

4. சாவலால் முறை (Svalof System)

ஸ்வீடனிலுள்ள ஓர் ஆய்வுக்கூடத்தைச் சேர்ந்த நில்சன் (Nilson) என்பவர் கையாண்ட முறை. இதுவும் பயிர்ப் பெருக்கு வதற்கு ஒரு சிறந்த முறையாகும். இம் முறைப்படி ஒவ்வொரு விஞ்ஞானிக்கும் ஒன்று அல்லது இரண்டு இனத்தை ஆராய்ச் சிக்காக ஒதுக்கி விடுவார்கள். அவருக்குக் கொடுக்கப்பட்ட செடி களைப்பற்றி எல்லா விவரங்களைச் சேகரிப்பதும், அதில் மேற் கொண்டு செய்ய வேண்டியவற்றைக் குறிப்பு எடுப்பதும் அவர் வேலையாகும். அவர் தம் ஆராய்ச்சியைக் கீழ்வரும் மூன்று நிலை களாகப் பிரித்துக்கொள்கிறுர் :

1. **ஜீனுடைப் தேர்தல்** (தனக்கு வேண்டிய செடிகளின் ஜீன் களின் பண்புகள்).

2. **வமிச சோதனை** (Strain Test) (எடுத்துக்கொண்ட இனம் கலப்பில்லாமல் இருக்கிறதா என்று சோதித்தறிதல்)

3. **ஹைபிரிட் தரித்தல்** (இம் முறைப்படி எல்லா நடவடிக்கை களும் ஒரே சமயத்தில் சோதனைக்கு உட்படுத்தப்படுவ தால் காலதாமதம் ஏற்படுவதில்லை.)

5. ஹைபிரிட் தரித்தல் முறை (Hybridization)

ஹைபிரிட் தரித்தல் முறை வெற்றிகரமாக அமைய வேண்டு மென்றால், அம் முறையைப் புத்திக்கூர்மையுடன் கையாள வேண்டும். ஒவ்வொரு தாவர இனமும் அதற்கே உரித்தான புற, வாழ்வியல் பண்புகளோடுகூடியதாக உள்ளது. செடி வகையைப் பொறுத்து செய்முறை அமைய வேண்டும். கீழ்க்காணும் செய் முறை வழிகாட்டியாகப் பயன்படும்:

அ. **பெற்றோர்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல்**

ஆ. **பெற்றோர்ச்செடிகளை வளர்த்தல் :** இது மிகவும் கடின மான வேலை. பெற்றோர்ச்செடிகளைப் பாதுக்காக்கப்பட்ட சூழ்நிலையில் வளர்க்க வேண்டும். இல்லாவிடில் கலப்பும், அழுக்காறும் தோன்றி ஹைபிரிட் தரித்தலில் குழப்பம் ஏற்படலாம்.

இ. **மகரந்தப்பொடி பாதுகாத்தல் :** ஆண் பெற்றோரிடமிருந்து சேகரிக்கப்படும் மகரந்தப்பொடி கலப்படமில்லாமல் பாதுகாக்கப்பட வேண்டும்.

ஈ. **இருபால் ஆண்பாகமகற்றி, பெண் பூக்களாக மாற்றுவது:** இதன் செய்முறை முன்பே ஆறுவது அத்தியாயத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

உ. **மகரந்தச் சேர்க்கை :** இந்த நிலைதான் சரியான ஹைபிரிட் தரித்தலைக் குறிக்கிறது.

ஊ. செயற்கை முறையில் மகரந்தச்சேர்க்கையைக் கையாண்ட பிறகு மகரந்தச்சேர்க்கை நடந்த பூக்களில் கலப்பட மேற்படாமல் பாதுகாப்பது. ஹைபிரிட் தரித்தலுக்குச் சாதகமான சூழ்நிலைகள்.

ஹைபிரிட் தரித்தலுக்குச் சாதகமான சூழ்நிலைகள்

அ. எடுத்துக்கொண்ட செடிகள் பூக்கவும், காய்க்கவும் தகுந்த நடுத்தரமான நிலைமை.

ஆ. சூல்முடி, மகரந்தத்தூள்களை ஏற்றுக்கொள்ளத் தக்க முறையில் அமைதல்.

இ. முளைக்கும் தன்மையோடுகூடிய மகரந்தத்தூள்கள்.

ஈ. மகரந்தத்தூள்களுக்கும், சூலகத்திற்கும் புற அமைப்பு வாழ்வியலின்மூலமாக இணையும் தன்மை அமைதல்.

உ. செயற்கை முறையில் கையாளப்படும் வழிகளுக்குப் பூ ஈடு கொடுத்தல்.

ஊ. கழிவுறுதலுக்கு ஏற்றவாறு பெற்றோர்களிலுள்ள ஆண், பெண் குரோமஸோம்களின் பரஸ்பர ஈடுபாடு.

ஹைபிரிட் தரித்தல் முறையில் பல வகைகள் உள்ளன. தன்மகரந்தச்சேர்க்கைமூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யும் செடிகளில் கீழ்க்காணும் முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன:

(அ)	பெற்றோர் தேர்வு முறை	(Pedigree Method)
(ஆ)	பெருமளவு முறை	(Bulk Method)
(இ)	கூட்டுக் கலவின முறை	(Multiple Cross Method)
(ஈ)	பின் கலவின முறை	(Back Cross Method)

மேற்சொன்ன முறைகளிலுள்ள முக்கியமான அமிசங்களை மட்டும் ஆராய்வோம். இம் முறைகளில் கையாளப்படும் வகைகள் மட்டும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

அ. பெற்றோர் தேர்வு முறை

(அ) ஹைபிரிட் தரித்தல் F_1 சந்ததி உண்டுபண்ணுதல்.

(ஆ) F_1 சந்ததியிலிருந்து கிட்டத்தட்ட ஆயிரம் முதல் இரண்டாயிரம் சந்ததிச் செடிகளை உண்டுபண்ணுதல். இவற்றை இடைவெளி விட்டுப் பயிரிட வேண்டும். இந்தக் கூட்டத்தில் நல்லப் பண்புகளோடுகூடிய வளமான செடியைத் தேர்ந்தெடுத்தல்.

(இ) இந்தத் தேர்வு செய்த செடியை மேலும் பன்மடங்கு பெருக்குதல். இச் சமயத்தில் தோன்றும் பலனற்ற செடிகளை ஒதுக்கி விடுதல்.

(ஈ) மேற்கண்ட முறை F_4 அல்லது F_5 சந்ததி வரை பின்பற்றி அவற்றின் விதைகளைச் சேகரிப்பது.

(உ) கலப்பிலா இனம் கிடைத்தவுடன் அவற்றைத் தகுந்த சூழ்நிலையில் பயிரிட்டுத் தேர்வு நடத்திப் பார்க்கவேண்டும்.

ஆ. பெருமளவு முறை (Bulk Method)

(அ) ஹைபிரிட் தரித்தல்; F_1 சந்ததி உண்டுபண்ணுதல்.

(ஆ) F_1 சந்ததியிலிருந்து F_6 வரை செடி இனத்தைப் பெருக்க வேண்டும்.

(இ) நற்பண்புகளோடுகூடிய வளமுள்ள செடியை F_6 சந்ததியில் தேர்ந்தெடுத்தல்.

(ஈ) இந்தச் செடியைத் தகுந்த சூழ்நிலையில் பயிரிட்டுத் தேர்வு நடத்திப் பார்க்க வேண்டும்.

இ. கூட்டுக் கலவின முறை (Multiple Cross Method)

பல சிற்றினங்களையோ, குற்றினங்களையோ எடுத்துக் கொண்டு அவற்றை ஜோடி, ஜோடியாக இணைத்துக் கடைசியில் ஒரு ஹைபிரிட்டைத் தோன்றச் செய்தல்.

பெற்றோர்ச் செடிகள்	—	அ × ஆ இ × ஈ உ × ஊ எ × ஏ
F_1 சந்ததி	—	அஆ × இஈ உஊ × எஏ
F_2 சந்ததி	—	அஆஇஈ × உஊஎஏ

இம் முறையில் உள்ள சிக்கல் என்னவென்றால், அதிக அளவில் விதைகள் சேகரிக்கப்பட வேண்டும். ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்றொன்றிற்குச் செல்லும்பொழுது, சேகரிக்க வேண்டிய விதைகளின் அளவும் அதிகரிக்க வேண்டும். ஏனெனில், கூட்டுக் கலவின முறைச் சந்ததிகள்கூடக்கூடப் பண்புகளின் சேர்க்கையும் கூடுகிறது. கிடைக்கும் ஒவ்வொரு விதையும் ஒரு புது விதை. அது தனித் தனிப் புதுப் பண்புகளோடு காணப்படலாம். நமக்குச் சாதகமான அல்லது பாதகமான பண்புகளுடன்கூடின விதைகள் தோன்றலாம். அதனால் கவனத்துடன் இம் முறையைக் கைப்பற்றினால் எடுத்துக்கொண்ட பல பெற்றோர்களின் எல்லா நற்பண்புகளையும் ஒரே செடியினுள் புகுத்தி விடலாம்.

ஈ. பின் கலவின முறை (Back Cross Method)

இம் முறை தற்காலத்தில் எல்லா இடங்களிலும் பின்பற்றப் படுகிறது. தானிய வகைகளைப் பயிரிடுபவர்கள், இம் முறையைக் கையாண்டு நல்ல பலனைப் பெற்றிருக்கிறார்கள். இம் முறைப்படி ஏதாவது ஒரு பண்பை, நாம் எடுத்துக் கொண்ட இனத்திற்கு மாற்றுவது. அதிக விளைச்சலோடுகூடிய ஹைபிரிட் பஞ்சம், வியாதிகளுக்கு ஈடு கொடுக்கக்கூடிய வகையில் அமைய வேண்டும். அதற்காக அந்த ஹைபிரிட்டைப் பின் கலவின முறைப்படி இணைத்தால், கிடைக்கக்கூடிய இனம் நல்ல விளைச்சலைக் கொடுப்பதோடு பஞ்சம், வியாதிகளைத் தாங்கக்கூடியதாயும் இருக்கும். இதற்காகப் பல கலவினங்களைச் செய்ய வேண்டியதாக இருக்கும்.

நம் நாட்டில் கரும்புப் பயிரிடுதலில் நல்ல பலன்கள் கிடைத்துள்ளன. ஹைபிரிட் தரித்தலால் உண்டாக்கப்பட்ட கரும்பு வகைகள் கீழ்க்காணும் பண்புகளோடு கூடியவையாக உள்ளன:

அதிக பக்கச் சிம்புகள்; ஏக்கருக்கு அதிக மகசூல்; குறைந்த சர்க்கரை வியாதி எதிர்ப்புத் தன்மை; நாள் கழித்துப் பூக்கும் தன்மை.

6. அயல் கருத்தரித்தலால் பயிர்ப் பெருக்குதல்

இது ஒரு செயற்கை, கலப்பான இனத் தோன்றல் முறையாகும். இம் முறையில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இனங்களைப் பயிரிடுவது. இதற்கு விதைகளோ, குளோன்களோ பயன்படுத்தலாம். இவ்விதமான கலவை முறைப் பயிரிட்ட செடிகளிலிருந்து விதைகளை எடுத்துப் பல தலைமுறைகளுக்குப் பயிரிட வேண்டும். இந்தச் சந்ததிகளில் ஒன்றோ, இரண்டோ நல்ல

வளமான இனங்கள் தோன்றலாம். இந்த முறையில் இயற்கையிலேயே கலவை நடக்கிறது. விவசாயி மேற்பார்வையாளனுக இருக்கிறுன்.

கரும்பில் இரு குற்றின, இரு சிற்றின, இரு பேரின, பல கூட்டின ஹைபிரிட் தரித்தல் முறைகள் கையாளப்பட்டுள்ளன. முன்பு கரும்பு இனப்பெருக்கம் செய்யப் பாலிலா முறைதான் என்று எண்ணிவந்தார்கள். 1886ஆம் ஆண்டு சோல்ட்விடல் (Solt Wedel) ஜாவா நாட்டில் செய்த பரிசோதனைமூலம் கரும்பு, முளைக்கக் கூடிய விதை உண்டுபண்ணும் சக்தி வாய்ந்தது என நிரூபித்துள்ளார். அவ் விதைகள் சில வாரங்களுக்குமட்டுந்தான் திடம் வாய்ந்தவையாக உள்ளன. அதனுல்தான் விஞ்ஞானிகள் கரும்பு விதைக்குத் திடம் கிடையாது என்ற பிழையான எண்ணத்தால் விதைகளை இனப்பெருக்கத்திற்கு உபயோகிக்காமல் இருந்தார்கள்.

கரும்புப் பெருக்கத்தில் கோயம்புத்தூரைச் சேர்ந்த டாக்டர் T. S. வெங்கடராமன் என்பவரின் சாதனை குறிப்பிடத்தக்கது. தற்சமயம் பயிரிடப்படும் கரும்பானது ஒரு சிக்கலான இனமாகும். ஹைபிரிட் தரித்தலால் பல சிற்றின, குற்றினங்களை இணைத்துத் தோன்றியது.

கரும்பின் தாயகம் இந்தியாதான். பண்டைய வேதநூல்களில் இலக்கியங்களில் கரும்பைப்பற்றியும், அதனின்று கிடைக்கும் பொருள்களைப்பற்றியும் அறியலாம். இந்தியாவில் முதன்முதலில் தோன்றியது சகேரும் பார்பரி (Saccharum barbari) என்ற பொடிக்கரும்பே ஆகும். இதன் தண்டு முரட்டுத் தன்மை வாய்ந்தது. ஆரம்பத்தில் இது வட இந்தியாவில் மானுவாரியாகப் பயிரிடப்பட்டு வந்தது. சகேரும் அஃபிசினேரும் (S. officinarum) எனப்படும் மேன்மையான கரும்பு வெளிநாடுகளிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டது. மொரிஷியஸ் தீவிலிருந்து வந்த பல கரும்புகள் இந்தியாவில் பயிரிடப்பட்டுவருகின்றன. 1912-ல் கரும்பு ஆராய்ச்சிப் பண்ணையைக் கோயம்புத்தூரில் இந்திய சர்க்கார் நிறுவியது. அதில்தான் டாக்டர் T. S. வெங்கடராமன் மாற்றுக் கலவியலை நடத்திப் பல அரிய சாதனைகளைச் செய்துள்ளார். இந்தியாவில் பயிராகும் கரும்புகளை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். தென்னிந்திய வகைகள் சாறு நிறைந்து பருத்துக் காணப்படும். வட இந்திய வகைகள் சாறு குறைந்து மெல்லியவையாக இருக்கும். தென்னிந்திய வகைகள் மற்ற நாடுகளிலிருந்து வந்தவை.

சகேரும் அஃபிசினேரும் என்பது உயர்ந்த ரகக் கரும்பு. இது காட்டுக் கரும்புகளான சகேரும் ஸ்பான்டோனியத்துடனும்

(S. spontaneum), ச. ரொபஸ்டத்துடனும் (S. robustum) இணைக்கப்பட்டது. காட்டுக் கரும்புகளையோ அல்லது மற்றப் புல் இனங்களையோ சகேரும் அஃபிசினேரும் என்ற கரும்புடன் இணைப்பதை 'உயர்வடை' (Nobilization) என்கிறோம். இதனால் எடுத்துக்கொண்ட இனத்தின் சர்க்கரை சத்து அதிகரிக்கிறது.

டாக்டர் T. S. வெங்கடராமன் கையாண்ட மாற்றுக் கலவியலுக்குக் கரும்பையும், தர்ப்பைப் புல்லையும் உபயோகித்தார். தர்ப்பையில் பதினேழு சதவீதம் சர்க்கரைச் சத்துள்ளது. இவ் வகை ஹைபிரிட் வறட்சி, பனி, நோய், தண்ணீர்த் தேக்கம் முதலியவற்றைத் தாங்கி வளரும் வீரியம் பெற்றுள்ளன. தமிழ் நாட்டில் கரும்பை எல்லா மாதங்களிலும் நட்டுப் பயிரிட்டு, வெட்டத் தகுந்த வெப்பத் தட்ப நிலை உள்ளது.

தமிழ் நாட்டில் பயிரிடப்படும் கோ 419 சிறந்த வகையாகும்; பருவமழை தவறிய காலங்களிலும், எளிய நிலங்களிலும் வளரக் கூடியது; சர்க்கரைச் சத்து அதிகம். இக் கரும்புகளை முதிர்ந்த பின்னரும், அறுவடை செய்யாமல் வைத்திருக்கலாம். இதனால் கரும்புச்சாறு கெடுவதில்லை. உஷ்ண, சமசீதோஷ்ண நிலைகளுக்குத் தக்க கரும்பு வகைகள் கோயம்புத்தூர் கரும்பு ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் உண்டுபண்ணப்பட்டுள்ளது. உலகத்திலுள்ள கரும்பு விளையும் நாடுகளிலெல்லாம் கோயம்புத்தூர் வகைகளைக் காணலாம்.

கரும்பு ஒரு பன்மயம் (Polyploidy). அதனால்தான் அதை மற்றப் புற்களுடன் மிகச் சுலபமாக ஹைபிரிட் தரிக்கச் செய்ய முடிகிறது. கரும்பை மூங்கில், மக்காச்சோளம், சோளம், இன்னும் மற்றக் காட்டுப் புற்களுடன் இணைத்து நல்ல பலனை அடைந்திருக்கிறார்கள்.

இந்தியா தற்சமயம் கோதுமை விளைச்சலில் சில புரட்சிகள் ஏற்படுத்தியுள்ளது. மெக்ஸிகோ, அமெரிக்கா, பாகிஸ்தான், துருக்கி போன்ற நாடுகளில் கோதுமைப் பயிரிடுவதில் நல்ல பலன் கிடைத்துள்ளது. இதற்கு முக்கிய காரணங்கள் நீர்ப்பாசன வசதிகள், செயற்கை உரங்கள், கிருமி நாசினிகள் ஆகிய இம் முறைகளைப் பின்பற்றிக் கண்டுபிடித்த 'ரகம்-50' முதலிடம் பெறுகிறது.

இதன் வைக்கோல் குட்டையாகவும், கெட்டியாகவும் உள்ளது. பூச்சி தாக்குதல் கிடையாது. இது ஒரு வகை குறு வகை நெல் (Semi-dwarf). இவ் வகை கீழ்நாட்டில்தான் தோன்றி

யிருக்க வேண்டும். ஜப்பானில் விளையும் நாரின்-10 (Norin-10) இதன் தந்தையாகும். அமெரிக்கர்கள் கொரியா, சைனுவில் விளையும் இந்தக் கோதுமையை ஆராய்ச்சிக்குப் பயன்படுத்தினுர்கள். சாலமன் (Solomon) என்பவர் இந்த ஆராய்ச்சியில் தீவிரமாக ஈடு பட்டார். ராக்பெல்லர் பவுன்டேஷனில் நடந்த ஆராய்ச்சியின் பயனுக நாரின் 10-லிருந்து பத்து ரகங்கள் தோன்றியுள்ளன.

பிடிக் 62	(Pitic 62)
மெக்ஸிபேக் 65	(Mexipak 65)
சோனுரா 64	(Sonora 64)
இன்டஸ் 66	(Indus 66)
இந்தியா 66	(India 66)

தற்போது அறுபத்தைந்து நாடுகளில் இந்த ரகங்கள் பயிர் செய்யப்படுகின்றன. அமெரிக்க நாட்டைச் சேர்ந்த டாக்டர் நார்மன் எர்னஸ்ட் விவசாயத்திற்காக 1970-ல் நோபல் பரிசு பெற்றுள்ளார். இவர் கோதுமையில் செய்துள்ள ஆராய்ச்சிகள் குறிப்பிடத்தக்கவை. இவர் பல முறை இந்தியாவிற்கு வந்து முக்கியமாகப் பஞ்சாப் மாகாணத்தில் விவசாயத்துறையில் பல மாறுதல்களை உட்புகுத்தியிருக்கிறுர். இவரே அமெரிக்காவில் பசுமை புரட்சி ஏற்படக் காரணமாவார். இந்தியக் கோதுமைகள் வலிமை அதிகமில்லாமல், நிமிர்ந்து நிற்க முடியாமல் அறுவடைக் காலங்களில் சாய்ந்து விடுகின்றன. இதனுல் சேதம் ஏற்படுகிறது. மேலும், நம் வகைகள் செயற்கை உரங்களை அதிகமாக ஏற்க முடியாத நிலையில் உள்ளன. ஆனுல், நார்மன் தோற்றுவித்த ஹைபிரிட்டுகள் குட்டையாக இருந்தாலும், வைக்கோல் கனமாக இருப்பதால் செடிகள் கடைசி வரையில் அவற்றுல் நிமிர்ந்து நிற்க முடியும். இவ் வகை பயிரிடும்போது ஏக்கருக்கு நூற்றிருபது பவுண்டு வரை செயற்கை உரமிடலாம். அதற்குத் தக்க விளைச்சல் கிடைக்கிறது. ஆனுல், இந்திய வகை நாற்பது பவுண்டுதான் உரத்தை ஏற்க முடிகிறது.

தென்னிந்தியப் பயிர்களில் நெல் முதல் இடம் பெறுகிறது. நெல் பயிரிடுவதில் டாக்டர் சுவாமிநாதன் பல மாற்றங்களையும், நல்ல திருப்பங்களையும் ஏற்படுத்தியுள்ளார். இவர்தாம் இந்தியாவில் 'பசுமை புரட்சி' யை நடைமுறையில் கொண்டு வந்தவர் என்று சொல்லலாம். இவர் நெல் சாகுபடியில் கண்ட உண்மைகளை ஆராய்வோம். நெல் சாகுபடியில் தகுந்த பலனை அடைய வேண்டிய சூழ்நிலை யாவும் தற்சமயம் உள்ளது. இன்னும் நான்கு ஆண்டுகளில் இரு மடங்கு சாகுபடி கிடைப்பது திண்ணம்

என்கிறார் சுவாமிநாதன். நம் நெல் சாகுபடி அதிகமுறும்பொழுது நெல் வயல்களில் வேறு பயிர்களையும் பயிரிட்டு மற்றத் தேவைகளையும் பூர்த்தி செய்ய வேண்டும். சிமர்ஜி (Chemurgy) என்ற அறிவியல் பகுதி உபரி தானியங்களை எவ்விதம் தொழில் வளர்ச்சிக்கு உபயோகப்படுத்துவது என்பதை விளக்கும். அமெரிக்காவில் எல்லாத் தானியங்களையும் தொழில் வளத்திற்குப் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஆனால், நெல்லைப் பொறுத்தமட்டில் பல இடையூறுகள் உள்ளன. நெல்லிலிருந்து தொழில் சம்பந்தமான உட்பொருள்கள் கிட்டுவதில்லை. வைக்கோலைக்கூடக் கால்நடைத் தீவனம் என்று சொல்ல முடியாது. அதனால்தான் 'அரிசியும், வறுமையும்' சேர்ந்தே செல்கின்றன என்று சுவாமிநாதன் சொல்கிறார். இதைத் தவிர்க்கச் சிறந்த வழி ஒரு போக வயல்களை இரு அல்லது முப்போகமாக மாற்ற வேண்டும். நெல்லுடன் மற்றத் தானியங்களையும் இணைத்துப் பயிரிட வேண்டும்.

7. பன்மயம் (Polyploidy)

விலங்குகளில் ஏற்படுவதைவிடத் தாவரங்களில்தான் பாலிப்ளாய்டி அடிக்கடி தோன்றுகிறது. இப்பொழுது இருக்கும் பூக்கும் தாவரங்களில் சுமார் மூன்றில் ஒரு பாகம் பன்மயந்தான். தானிய வகைகளில் பன்மயம் தோன்றுவது மிகவும் இயற்கை.

சாதாரண உடற்செல் இரட்டைமயம் ஆகும். அதாவது, உட்கருவில் இரு மடங்கு (Diploid) குரோமஸோம்களின் தொகுப்பு காணப்படும். அந்த ஸெல்லிலிருந்து பால் ஸெல் உண்டாகும்போது, குரோமஸோம்களின் தொகுப்பு ஒன்று மட்டும் பால் ஸெல்லுக்குச் செல்கிறது. அதனால் பால்ஸெல் ஒற்றை மயம் (Haploid) ஆகும்.

பன்மயம் என்பது மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குரோமஸோம்களின் தொகுப்பால் ஆனது. பன்மய ஸெல்கள் இரட்டை மய ஸெல்களைவிடப் பெரியனவாக இருக்கும். பன்மயச் செடியின் மகரந்தத்தூள்களும் பெரியனவாக இருக்கும். இதனால் தான் பன்மயச் செடிகள் வளமாகவும், பெரியனவாகவும், அழுத்தப் பச்சை இலைகளுடனும், பெரிய கனிகள், பெரிய விதைகளுடனும் காணப்படுகின்றன. பன்மயத்தினால் ஸெல்களிலுள்ள உட்பொருள்களும் அதிகரிக்கின்றன.

பன்மயப் புகையிலையில் நிகோடியானா (Nicotiana) என்ற பொருளும், பன்மயப் பீட்கிழங்கில் சர்க்கரையின் அளவும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. சாதாரணமாகப் பன்மயத் தன்மை

மலட்டுத் தன்மைக்குக் கொண்டு செல்கிறது. பன்மயச் செடிகள் வளமாக முளைக்கக்கூடிய விதைகளை உண்டுபண்ண முடியாத நிலையில் இருக்கின்றன. கிழங்கு வகைகளிலும், குளோன்களிலும் இந்தத் தன்மை நமக்குச் சாதகமாக அமைகிறது. ஆனால், விதைகளால் இனப்பெருக்கமடையும் தானிய வகைகளில் இஃது ஓர் இடற்பாடாக அமைந்து விடுகிறது. பெரிய அடுக்கு (double) பூக்களுக்காக மட்டும் வளர்ச்சிக்கும், பூச்செடிகளில் விதையற்ற தன்மைக்கும் தடங்கலாகத் தோன்றுவதில்லை. அதேபோல் வாழை ஒரு மலட்டுப் பன்மயத் தாவரம். அதனால் அதைப் பாலிலா முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்யும்பொழுது மாறுதல் ஏற்படுவதில்லை. விதையற்ற அல்லது சிறிதளவு விதைகளோடுகூடிய திராட்சை, ஆப்பிள் போன்ற தாவரங்கள் பன்மய முறையில் உண்டுபண்ணப்பட்டவையாகும். பன்மய வகைகளைப்பற்றி விளக்கமாகப் பண்பியல் பகுதியில் பார்க்கலாம். பன்மயத்தைத் தூண்டக்கூடிய சாதனமாக உபயோகிக்கக் கால்சிசீன் சிறந்தது. மாற்றுக் கலவியலுக்குக் கால்சிசீன் ஒரு சிறந்த சாதனமாகும். இதன்மூலம் மலட்டுச் செடிகளை வீரியமுள்ளவையாக மாற்ற முடியும்.

கால்சிசீன் உபயோகிக்கும் முறை

கால்சிசீனை மிகவும் நீர்த்த கரைசலாக உபயோகிக்க வேண்டும். அக் கரைசல் ·95% முதல் 5% வரையில் இருக்கலாம். கீழ்க்காணும் வெவ்வேறு முறைகளில் அவற்றை உபயோகிக்கலாம்:

1. பரிசோதனைக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் செடியின் பாகங்களை வெட்டி, தண்டு, கிழங்கு இவற்றை மாறுபட்ட கரைசலில் வைக்க வேண்டும். சிகிச்சை நேரத்திலும் வித்தியாசம் இருக்க வேண்டும்.
2. மித சூடுடன் இருக்கும் கால்சிசீன் கரைசலை அகர் அகரில் (agar agar) சேர்த்து வளரும் குருத்துமேல் வைக்க வேண்டும்.
3. கால்சிசீன் தண்ணீர்க் கரைசலை வளரும் பகுதியில் தெளிக்கவும், அல்லது மெல்லிய கயிறுமூலம் சொட்டுச் சொட்டாகக் குறிப்பிட்ட இடைவெளி நேரத்தில் செடியின் நுனியில் விழச் செய்யவும் வேண்டும்.

தற்சமயம் அமெரிக்காவில் பயிரிடப்படும் பருத்தியானது ஆசிய நாட்டு ஒரு சிற்றினமும், அமெரிக்க நாட்டு மற்றொரு சிற்றி

ணமும் ஹைபிரிட் தரித்துப் பன்மயமடைந்து தோன்றியது என்று ஆராய்ச்சியின் வாயிலாகப் புலப்படுகிறது. இதை ஸ்காவ்ஸ்டெட் (Scovsted) என்பவர்தாம் நிரூபித்துள்ளார். காசிபியம் பார்ப டென்ஸ், காசிபியம் ஹிர்ஸுடம் என்ற அமெரிக்கச் சிற்றி னங்களில் ஐம்பத்திரண்டு குரோமஸோம்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் இருபத்தாறு பெரியனவாகவும், இருபத்தாறு சிறியன வாகவும் உள்ளன. மேலும், இவை மாறுபட்ட பெற்றோர்களி லிருந்துதான் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்று எண்ண இடமிருக் கிறது. இதிலுள்ள சிக்கல் என்னவென்றால், எவ்வாறு ஆசியப் பருத்தி அமெரிக்கப் பருத்தியுடன் ஹைபிரிட் தரித்திருக்கக்கூடும்? ஹட்சின்ஸன் (Hutchinson) கூற்றுப்படி, ஆசியப்பருத்தி நம் மூதாதையர்களால் அமெரிக்காவிற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டிருக்க லாம்.

பயிர்ப் பெருக்குதலில் பன் மயமுறை எவ்வாறு உபயோகப் பட்டுள்ளது என்பதை விளக்க மற்றோர் உதாரணம் :

இப்போது புழக்கத்திலுள்ள புகையிலை நிகோடியான டபேகம் (Nicotiana Tabacum) ஓர் அல்லோ டெட்ராப்ளாய்டு (Allo Tetraploid). இது நி. சில்வஸ்ட்ரிஸும் (N. Sylvestris), நி. டொமென்டோஸிஃபார்மிஸும் (N. Tomentosiformis) இணைந்து உண்டான வகையாகும்.

இதேபோல் கோதுமை ஓர் ஆறு மய வகையாகும். அதன் தோற்றம் சற்றுச் சிக்கலானது. கோதுமையில் மூன்று பிரிவுகள் உண்டு:

1. எயின்கான் (Einkorn) பிரிவு 14 குரோமஸோம்கள் இரட்டைமயம்.

2. எம்மர் (Emmer) பிரிவு 28 நான்மயம்.

3. வல்கேர் (Vulgare) பிரிவு 42 ஆறுமயம்.

இப்போது உபயோகத்திலுள்ள வல்கேர் பிரிவு, மற்ற இரண்டு பிரிவுகளும் சில காட்டு வகைப்புற்களும் இணைந்ததால் தோன்றி யிருக்கக்கூடும்.

தற்சமயம் வேதியப் பொருள்களினாலும், கதிரியக்கத்தினாலும் பன்மயத்தை உண்டுபண்ணலாம் என்று நிரூபித்திருக்கிறார்கள்.

இதனால் மிக எளிதாகத் திடீர்மாற்றங்களையும், புது இனங்களையும் உண்டுபண்ண முடியும். ஆனால், இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தி நமக்கேற்ற முறையில் மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்துவதற்குரிய சாதனங்கள் இல்லை. இவற்றை உபயோகிப்பதால் சில எதிர்பாராத, தேவையில்லாத, பயனற்ற மாறுபாடுகள் ஏற்படக்கூடும். ஆதலால், இம் முறையைப் பயிர்ப் பெருக்குவதற்கேற்ப இன்னும் சீர்படுத்த வேண்டும்.

8. ஒற்றை மயம் (Haploidy)

மகரந்தப் பொடிகளின்மூலம் ஒற்றைமயச் செடி உண்டுபண்ணுதல் : இம் முறையைக் கண்டுபிடித்த பெருமை இந்திய விஞ்ஞானிகளையே சாரும். டில்லித் தாவரவியல் பகுதியைச் சேர்ந்த டாக்டர் சிப்ரகுஹா (Dr. Sipra Guha) என்பவராலும், புரபொஸர் ஸதிஷ் மகேஸ்வரி (Professor Satish Maheshwari) என்பவராலும் தற்செயலாக ஒற்றைமயத் தாவரப் பெருக்கம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவர்கள் தாதுரா இன்னுக்ஸியா (Datura Innoxia) என்ற ஒரு வகை ஊமத்தைச்செடியின் மகரந்தத்தைச் செயற்கை முறையில் (artificial culture) வளர்த்தார்கள்; இந்தச் சோதனையில்தான் தற்செயலாக ஒற்றைமயச் செடி தோன்றுவதைக் கண்டு அறிந்தார்கள். இந்த முறையை ஜப்பானிய விஞ்ஞானிகள்தான் முதன்முதலாகத் தானிய வகைச் செடிகளைப் பெருக்குவதற்கு உபயோகித்தார்கள். இம் முறை பயிர்ப் பெருக்குதல் முறையில் ஒரு புது அத்தியாயத்தையே ஆரம்பித்துள்ளது. தற்சமயம் டில்லி (I. A. R. I.) இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சி நிலையத்தைச் சேர்ந்த டாக்டர் M. S. சுவாமிநாதன் அவர்களும் அவருடைய சக விஞ்ஞானிகளும் சேர்ந்து இம் முறையின் உதவியால் நல்ல, வளமான அரிசி, தேயிலை, கோதுமை, தென்னை, சணல் முதலியவற்றில் புது இனங்களை உண்டுபண்ணியிருக்கிறார்கள்.

பிரான்ஸ் நாட்டில் நிட்சும், கோலேட் நிட்சும் (Nitch & Collete Niitch) மகரந்தத்திலிருந்து பல ஒற்றைமயப் புகையிலைச் செடிகளை உண்டுபண்ணுவதில் வெற்றியடைந்திருக்கிறார்கள்.

இங்கிலாந்து தேசத்து டாக்டர் சுந்தர்லாண்ட் (Dr. Sundarland) கண்டுபிடிப்புப்படி ஒற்றைமயச் செடி உண்டுபண்ண மகரந்தப்பொடியிலுள்ள குழாய் ஸெல் (Tube Cell) முக்கியமேயன்றித் தோற்றுவிக்கும் ஸெல் (Generative Cell) முக்கியமான

தல்ல. இதைப்பற்றிய ஆராய்ச்சி நடைபெற்றுக்கொண்டு வருகிறது.

ஜெர்மனி தேசத்து ஜார்ஜ் மெல்கேர்ஸ் (George Melchers) என்பவரால் இம் முறை பின்பற்றப்பட்டது. இரு மாறுபட்ட இலைகளோடுகூடிய புகையிலை, சிற்றினங்களின் சேர்க்கையால் ஒரு ஹைபிரிட்டிலிருந்து மகரந்தத்தூள் வளர்ச்சி முறை மூலம் ஓர் இனத்தைப் பிரித்தெடுக்க முடிந்தது.

இம் முறையின் நற்பண்புகள் : (1) வெவ்வேறு சிற்றினங்களில் சுலபமாகக் கலப்பிலாச் சந்ததி உண்டுபண்ண முடியும்.

(2) மாறுபட்ட ஹைபிரிட்டுகளை மறுபடியும் இணைப்பது சுலபம்.

(3) சாதாரணமாக நமக்கு வேண்டிய பண்புகளோடுகூடிய இரட்டைமயச் செடியை உண்டுபண்ணப் பல வருடங்களாக லாம். மேலும், அந்தப் பண்புகள் கிடைக்குமா என்றும் உறுதி கூற முடியாது. அதனுல் இம் முறை மேன்மையானது.

(4) தேயிலையை ஹைபிரிட் தரிக்கச் செய்வது மிகவும் கஷ்ட மானது. அந்து ஒரு 'தன்னோடு ஒவ்வாத' (Self-incompatible) இனமாகும். அதனுல் தற்காப்பு முறையில் கலப்பிலாச் சந்ததி உண்டுபண்ணுவது சாத்தியமில்லை. ஒற்றைமயச் செடி வளர்ச்சியின்மூலமாகக் கலப்பிலாச் சந்ததி உண்டுபண்ண முடியும். இந்த ஒற்றைமயச் செடிகளைக் கால்சிசீன் உதவியால் இரட்டைமயச் செடிகளாக மாற்ற முடியும். இம் முறை மிகவும் பயனுள்ள முறையாக உள்ளது.

பான்சாய் முறை (Bonsai Treatment)

இம் முறை ஜப்பான் தேசத்தில் வீட்டுக் கலையாக ஆரம்பித்து, இரகசியமாகவே பலதலைமுறைகள் வழியாக வந்துள்ளது. இப்பொழுது அழகுக்காகவும், சில குறிப்பிட்ட நோக்கங்களுக் காகவும் இம் முறை பின்பற்றப்படுகிறது. இம் முறைப்படி பெரிய மரங்களைக்கூடச் சிறிய தொட்டிகளில் வீட்டிற்குள் வளர்க் கலாம். உதாரணமாக ஊசியிலை மரங்கள், செர்ரி மரங்கள் முதலியவற்றைப் பூந்தொட்டிகளில் சிறு செடிகளாக மாற்றி வளர்க்

கிறார்கள். இச் செடிகள் மலர்கள், கனிகள் கொடுக்கின்றன. இதன் அடிப்படைக் கொள்கை என்னவென்றால், செடியின்

படம் 94
பான்சாய் முறையில் தயாரித்த செடி

வளர்ச்சியின்போது அதிகமுள்ள அல்லது தேவையற்ற வேர்களை வெட்டி விடுவது. இதனால் உணவுப்பொருள்கள், நீர் முதலியவை செடிக்குக் குறைந்த அளவில் செல்கின்றன. இம் முறையைப் பின்பற்றி நம் நாட்டிலும் புளி, ஆலமரம், சவுக்கு முதலியவற்றை வளர்க்க முயற்சிக்கலாம் (படம் 94).

8. பயிர் காத்தல்

(Plant Protection)

தோற்றுவாய்

விளைச்சலில் ஏற்படும் சேதத்தைக் குறைப்பதும், விளைச்சலின் மதிப்பைக் கூட்டுவதுந்தான் நோய்த் தடுப்பின் நோக்கமாகும். நோய்த் தடுப்புக்கான செலவானது நோயால் ஏற்படும் சேதத்தை விடக் குறைவாக இருந்தால்தான் அம் முறை இலாபகரமான கையாளக்கூடிய முறையாகும். சில சூழ்நிலைகளில் வியாதி உண்டு பண்ணுவனவற்றை அடியோடு அழிக்க முடியாமல் போகக்கூடும். அச் சந்தர்ப்பத்தில் வியாதியால் ஏற்படும் சேதத்தைக் குறைந்த செலவில் குறைக்கும் வழி கண்டுபிடிக்க வேண்டும். கடைப் பிடிக்கும் முறையானது பல வகைப்பட்ட வியாதிகளையும், வியாதிக் கிருமிகளையும் ஒற்றைச் செயல் முறையிலேயே ஒழிக்கத் தக்கவாறு இருக்க வேண்டும். பாதுகாப்பு முறையும், விவசாய முறையும் ஒத்தவாறு அமைய வேண்டும். பாதுகாப்பு முறை இடத்திற்கு இடம் மாறுபாடு அடைகிறது. காலநிலை, மண் வளம், விவசாய முறை, பயிரின் மதிப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்துப் பாதுகாப்பு முறை அமைகிறது.

வியாதியினால் ஆதாரத் தாவரத்தில் பலவித அறிகுறிகளோ, சேதாரங்களோ காணப்படுகின்றன.

பூச்சிகளால் கீழ்க்காணும் சேதாரங்கள் தோன்றுகின்றன :

1. செடியின் பாகங்கள், பூ கனி முதலியவற்றைக் கடித்துத் தின்னுதல்.
2. செடியின் சாறு, பழத்தின் சாறு முதலியவற்றை உறிஞ்சுதல்.

3. தண்டு போன்ற பாகங்களில் குழல் போன்ற துவாரம் அமைத்தல். அதனால் செடி வாடியோ, அல்லது அழுகியோ போகும்.

4. நாற்று அல்லது செடியின் பாகங்களை வெட்டுதல்.

5. கிழங்கு வகைகளில் பூமிக்கு அடியில் உள்ள பாகங்களைத் தாக்குதல்.

6. பாக்டீரியா, வைரஸ், மற்றும் காளானால் ஏற்படக்கூடிய நோய்களுக்கு மூலகாரணியாக அமைதல். காளான், பாக்டீரியா, வைரஸ் நோய்களைக் கீழ்க்காணுமாறு பிரிக்கலாம்:

(1) இலையை நோய் தாக்குவதால் கீழ்க்காணும் நோய் வகைகள் காணப்படுகின்றன.

இலைப்புள்ளி (leaf spot)
சுட்ட துளை (shot hole)
பசுமை சோகை (chlorosis)
பல வண்ண இலை அமைப்பு (mosaic)
நிக்ரோஸிஸ் (necrosis) முதலியன.

(2) செடியின் பாகங்கள் சேதமடைதல்.
உதாரணம் :

எர்காட் (Ergot)
ஸ்மட் (Smut) முதலியன.

(3) செடியின் பாகங்கள் விகாரமடைதல். சில பாகங்கள் மட்டும் பெரிதாக வளர்ச்சி அடைதல்.

(4) செடியின் பாகங்கள் சேதமடைதல். வேர், தண்டு இவை சேதமடைதல்.

(5) இலை, பூ, காய் உதிர்த்தல்.

நோயைத் தடுக்கப் பயன்படும் முறைகள்

1. விலக்குதல் (Exclusion)
2. அடியோடு ஒழித்தல் (Eradication)
3. பாதுகாத்தல் (Protection)
4. பாதிக்கப்படாத தன்மை (Immunisation)

1. விலக்குதல் : 'நோயைக் குணப்படுத்துவதைவிட வராமல் தடுப்பதே மேல்' — இம் முறையைத்தான் 'வருமுன் காப்பது' என்பது. வியாதிக்குக் காரணமாக இருக்கும் ஒட்டுண்ணிகளை வராமல் தடுப்பதே சிறந்த வழி. இதற்காகத் துறைமுகங்களிலும், நாட்டின் எல்லைப்புறங்களிலும் சுத்தப்படுத்தும் நிலையங்கள் (quarentine) அமைக்கப்படுகின்றன. கொண்டு வரப்படும் செடிகள் வியாதிக்குக் காரணமாக இருக்கக் கூடும் என்று சந்தேகப் பட்டால், அவை இந் நிலையத்தாரால் தடை செய்யப்படுகின்றன. இயற்கையில் செடிகளும், நோய்க்காரணிகளும் (Pathogenes) ஒரு சமமான நிலையில் அமைந்துள்ளன. ஆனால், மனிதனின் உள்ளீட்டால் இந்தச் சமநிலை பாதிக்கப்பட்டு நோய் பரவுவதற்கு வழி வகுக்கப்படுகிறது. புதிதாகத் தோன்றும் அல்லது தோற்று விக்கப்படும் இனங்கள் நோயால் பாதிக்கப்படுகின்றன.

2. அடியோடு ஒழித்தல் : மேற்கண்ட வழிகளைக் கையாண்டாலும் நோய்க்காரணிகள் புது இடத்தில் நுழைந்துவிடலாம். அதனால் உட்புகுந்த நோய்க்காரணிகளைத் தகுந்த வழியில் ஒழித்து விட வேண்டும். இதற்காகும் செலவை மனதில் கொண்டு செயல்பட வேண்டும். சுலபமான, பழக்கத்திலுள்ள வழிகளாவன :

(அ) மாற்று ஆதாரத் தாவரத்தை (alternate host) ஒழித்தல்.

(ஆ) கிழங்கு, தண்டு போன்ற நோய்வாய்ப்பட்ட பாகத்தை அகற்றல்.

கோதுமைப் பயிரை ரஸ்ட் (rust) நோயிலிருந்து காக்க அதன் மாற்று ஆதாரத் தாவரமான பயனற்ற பார்பரிச் (barberry) செடியை வெட்டி விடும்படி ஐரோப்பா, ஐக்கிய நாடுகளில் சட்டம் இயற்றி, அதன் மூலமாக வெற்றியைக் கண்டார்கள். தென்னைக் குருத்துச் சேதம் (Budrot of Palm), சந்தன மரத்தின் நோய், கரும்பு ஸ்மட் (Smut) முதலிய நோய்களை ஒழிக்க மேற் கண்ட முறையைத்தான் இந்தியாவில் முக்கியமாகத் தமிழ் நாட்டில் கையாண்டு வருகிறார்கள்.

3. பாதுகாத்தல் : சில வகை வியாதிகளை அவ்வளவு எளிதாக ஒழித்துவிட முடியாது. அவை வருடாவருடம் தோன்றலாம். இவ் வகை நோய்களைக் கீழ்க்காணும் வழிகள்மூலம் கட்டுப் படுத்தலாம்:

அ. **வேதியப் பொருள்கள்:** காளான் கொல்லி, பூச்சி நாசினி போன்ற வேதியப் பொருள்களின் உதவியால் நோயைத் தடுக்கலாம்.

ஆ. **பயிர் சுழற்சி முறை** (Rotation of Crops) : தானிய வகைகளேயும், பருப்பு வகைகளேயும் மாற்றிப் பயிரிடுவ தால் நோய்க்காரணிகள் தடுக்கப்படுகின்றன. இதே போல் கிழங்கு வகைச் செடிகளுக்கு அடுத்து நார்ச் செடி களேப் பயிரிடுவது. இதனுல் நோய்க்காரணிகள் பட்டினி யாக இருக்க வேண்டியுள்ளது. இதற்கு உதாரணம்: துவரை வாடுதல் (redgram wilt).

இ. **விதைத்தல், நாற்று நடுதல் பருவம்:** நோய் தோன்றிப் பரவு வதற்கு முன்பே பயிர் தன் வாழ்வை முடித்துக்கொள்ளு தல் ஒரு சிறந்த முறையாகும். இதை ஒட்டித்தான் விதைத்தல், நாற்று நடுதல் போன்றவற்றை அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். உதாரணம்: கேழ்வரகுச் செடியைக் குலே நோயிலிருந்து தடுக்க (blast) முன்னமேயே விதைப் பது.

ஈ. **இடைவெளி விட்டு நடுவது அல்லது மாற்றுப் பயிர் நடுவது :** இரண்டு வரிசைத் தானியச் செடிகளுக்கிடையே நோய்க் காப்புச் செடிகளே (disease resistant) நடுவது. அதே போல் புகையிலேச் செடிகளே அதிக இடைவெளி விட்டு நடுவதால் மைல்ட்டு ட்யூ (mild dew) என்ற நோய் தடுக்கப்படுகிறது.

உ. **சேதம் :** கனி, கிழங்கு போன்ற பாகங்களேக் காயமேற் படாமல் அறுவடை செய்து, பாதுகாப்பது. இதனுல் நோய் பரவ வாய்ப்பிருக்காது.

ஊ. **தாது உப்புகளின் குறைவு :** எலுமிச்சை போன்ற செடி களில் துத்தநாக சல்பேட் (zink sulphate) தெளித்த லால் இலே சம்பந்தப்பட்ட நோய் வருவதில்லே. இதே போல் கரும்பு பயிருக்கும் ஃபெர்ரஸ்ஸல்பேட் (ferrous-sulphate) தெளித்தல்.

எ. **தாவர இரண சிகிச்சை :** தென்னே, மா, பலா போன்ற பெரிய மரங்களில் நோய்வாய்ப்பட்ட திசுக்களே அகற்றி விட்டு, போர்டியாக்ஸ் பசை(bordeaux paste)யால் அதை மூடிப் பாதுகாத்தல்.

ஏ. **நீர்ப்பாசனம் :** மண்ணிலுள்ள நீர் ஒரு முக்கியமான காரணி. தண்ணீர் அதிகமாகித் தேங்கியிருந்தால் சில நோய்கள் எளிதில் பரவக் கூடும். அதனுல் தண்ணீரைத் தேங்காமல் வடித்துவிட வேண்டும். உதாரணம் : கரும்பு, நெல் முதலியவற்றைப் பயிரிடும் முறை.

4. பாதிக்கப்படாத தன்மை : ஒரு நோய் பரவப் பல காரணங்கள் இருக்கலாம். அதில் முக்கியமான அல்லது குறிப்பிடக் கூடிய காரணத்தைக் கண்டறிய வேண்டும். நோயால் பாதிக்கப் படாத இனத்தை உற்பத்தி செய்வது என்பது ஒரு நிலையான, நீண்ட நாள்கள் பலன் கொடுக்கக்கூடிய, நோயுடன் போராடக் கூடிய வழியாகும். நோய் வருங்கால் சாதாரணமாகச் செயல்படும் செடியே, நோயால் பாதிக்கப்படாத இனமாகும். அதே இனத்தைச் சேர்ந்த மற்றச் செடிகள் நசிக்து விடுகின்றன. முழுமையாக நோயிலிருந்து பாதுகாத்துக்கொள்ளும் சக்தி வாய்ந்த செடியை பாதிக்கப்படாத இனம் (Immune) என்கிறோம். சில செடிகள் நோய் வரும் பருவத்திற்கு முன்போ, அல்லது பின்போ பக்குவம் அடைந்தால், இந்தச் செடியை நோய் பாதிக்கப் படாத செடி என்று சொல்ல முடியாது. இதை நோயிலிருந்து தப்பிச் செல்லும் செடி எனக் கொள்ள வேண்டும்.

சில செடிகள் இயற்கையிலேயே நோய் பாதிக்கப்படாத தன்மையைப் பெற்றிருக்கும். இவற்றில் இப் பண்பு பாரம்பரிய வாயிலாக வந்தடைந்திருக்கும். செடியின் வளர்ச்சிக்கு நடுத்தர மான சூழ்நிலை தேவை; நோய்க்காரணிகளுக்கும் உயிர் வாழ்வ தற்குத் தகுந்த சூழ்நிலை தேவை; ஆப்பிள், ப்ளம், பேரி போன்ற கனி மரங்களை ஒருவித பாக்டீரியா நோய் தாக்கும். நோய்க் காரணியான பாக்டீரியா ஒரு குறிப்பிட்ட சீதோஷ்ண நிலையில் தான் செயல்படும். ஆகையால், இக் கனி மரங்களைப் பாக்டீரியா விற்கு ஒவ்வாத சீதோஷ்ண நிலையில் பயிரிட்டால் நோய் வர வாய்ப்பிருக்காது.

நோய் பாதிக்கப்படாத தன்மை, செடியில் காணப்படும் பல விதப் பண்புகளால் இருக்கக்கூடும்.

வெளி அமைப்பியல் பண்புகள் (Morphological) :

(1) ரோமத்தோடு கூடிய பாகங்கள்; (2) மெழுகு போன்ற பொருளால் பூசப்பட்டிருத்தல்.

உள் அமைப்பியல் பண்புகள் (Anatomical) :

(1) இலைத்துளைகளின் அளவு, எண்ணிக்கை; (2) புறத்தோல் தடித்துக் காணப்படுதல் ; (3) க்யூடிகள், தக்கைகளின் அமைப்பு ; (4) கோந்து போன்ற பொருள்களோடு கூடிய செல்கள்; (5) செல்லின் அமிலத்தன்மை ; (6) அமினோ அமிலங்கள், எஸ்டர்கள், சிலிகா போன்ற பொருள்கள்.

நோய் எதிர்ப்புத் தன்மை என்பது ஒரு ஒத்துப் பார்க்கும் சொல்லாகும். சில செடிகள் முழு எதிர்ப்புத் தன்மையோடு (resistant) இருக்கலாம். சில செடிகள் நோயைத் தாங்கக்கூடிய தன்மை இருக்கலாம். மற்றச் செடிகள் நோயை ஏற்றுக்கொள்ளும் தன்மை (tolerant) வாய்ந்தவையாக இருக்கலாம்.

நெல் (ADT) ஏடிடி 10 ரகம் நெல் சுலபமாக ப்ளாஸ்ட் (blast) என்ற நோயை ஏற்றுக்கொள்ளும். CO 19, GEB 24 இவை சாதாரணமாக நோயை எதிர்க்கும். CO 25, ADT 25 நோய் எதிர்ப்புத் தன்மை முந்தியதைவிட அதிகம். CO 4 முழு எதிர்ப்புத் தன்மை பெற்றது.

ஓரினத்தை நோயால் பாதிக்கப்படாதது (Immune), நோயை எதிர்ப்பது (Resistant), நோயைத் தாங்கக் கூடியது (Tolerant), ஏற்றுக்கொள்ளக் கூடியது (Susceptible) என்பதை அறிய அவற்றை நடுத்தர (optimum) சூழ்நிலையில் பயிரிட்டுத் தகுந்த முறையில் தீவிரத் தேர்வு நடத்திப் பார்க்க வேண்டும். நோயால் பாதிக்கப்படாத செடியைத் தேர்வு செய்யப் பல முறைகள் உண்டு.

1. ஒற்றைச் செடி தேர்வு

நோய் உள்ள பயிர் நிறைந்த வயலில் வளமாக வளரும் செடிகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இச் செடிகளை மேலும் சோதனை செய்து தரமானதாக மாற்றலாம். இம் முறையில் முழு எதிர்ப்புத் தன்மையோடுகூடிய செடி கிடைக்காமல் போகலாம். அதனால் நோயை எதிர்க்கக்கூடிய இனம் சிறந்தது.

2. ஹைபிரிட் தரித்தல்

தற்சமயம் பயிரிடப்படும் நெல், கோதுமை, சோளம் போன்ற நோய் பாதிக்காத இனங்கள் ஹைபிரிட் தரித்தல் முறையில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டவையாகும்.

கீழ்க்காணும் உதாரணம் ஓர் எடுத்துக்காட்டாக அமையும்: தண்ணீர்ப்பூசணியில் தோன்றும் வாடுதல் (wilt) பரம்பரை வழியாக அமைந்தது. ஹைபிரிட் தரித்தல்மூலமாக நோய் பாதிக்காத இனம் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளது. தண்ணீர்ப் பூசணியில் இரு வகைகள் உண்டு. கனிகளுக்காகப் பயிரிடப்படும் வகை வியாதியால் பாதிக்கப்படுகிறது. அதே சமயம் சிட்ரன் (citron) என்னும் காட்டுவகைத் தண்ணீர்ப்பூசணி நோயை

எதிர்க்கும் தன்மை வாய்ந்தது. ஆனல் இதன் கனிகள் உண்ணத் தக்கவையல்ல. இவ் விரண்டையும் இணைத்து நோயை எதிர்க்கக் கூடியதும், உண்ணக்கூடிய கனிகள் தரக்கூடியதுமாகிய இனம் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளது.

ஹைபிரிட் தரித்தல் கையாளும்போது பல நல்ல, அதே சமயத்தில் கெடுதலான பண்புகள் F_1 சந்ததியில் தோன்றலாம். தக்க முறையில் பின் கலவி முறையில் ஹைபிரிட்டுகளை உயர் வடையச் செய்யலாம்.

கரும்பு சுலபமாக நோயால் பாதிக்கப்படும் பயிராகும். இதைத் தகுந்த சிற்றினம் அல்லது பேரினங்களோடு இணைத்துப் புது இனங்கள் உற்பத்தி செய்திருக்கிறர்கள்.

இதே போல் பருத்தி, நெல், கோதுமை போன்ற செடிகளில் (கரும்பு இனம் போலவே) நோய் எதிர்ப்பு இனங்கள் தோற்று விக்கப்பட்டுள்ளன.

நோய் பாதிக்காத இனமுறை ஒரு சிறந்த முறை. இவ்வித முறையில் பலன் கிடைத்து விட்டால், நேரம், பணம் எல்லாம் மீதமாகும். இதற்காக ஆரம்பத்தில் செலவிடப்படும் பணம் மற்ற வகைகளைவிடக் குறைந்துதான் காணப்படும்.

வறட்சி பாதிக்காத இனங்கள்

இந்தியாவிலுள்ள நிலப் பாகத்தில் ஐந்தில் ஒரு பாகத்திற்கு மட்டுந்தான் விவசாயத்திற்குத் தக்கவாறு நீர்ப்பாசன வசதி யுள்ளது. மற்ற இடங்களில் தண்ணீர் வசதி குறைவு. சில இடங்களில் நீரே கிடைக்காமலும் போகலாம். அவ்வாறு நீர்ப் பாசன வசதியற்ற பகுதிகளில் பருவ மழையையே எதிர்பார்க்கப் படுகின்றன. அதனல் இங்குப் பயிரிடப்படும் செடிகள் சீதோஷ்ண நிலையில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளுக்கு ஏற்றவாறு, தங்களை அமைத்துக்கொள்ள வேண்டும். வறட்சிநிலை சீதோஷ்ணத்தாலோ, மண் தன்மையாலோ இருக்கலாம். முன் சொன்ன காரணம் தற்காலிகமானது. செடிகளும் இதனல் பாதிக்கப்படுவதில்லை. பின்பு குறிப்பிட்ட காரணந்தான் செடிகளை அதிகமாகப் பாதிக்கும். வறட்சி பாதிக்காத செடியானது, குறைந்த அளவு நீர் கிடைத் தாலும் அதை உபயோகித்துக்கொள்ள வேண்டும். நீர், நீராவி யாகாமல் தடுக்கவோ வழி வகுக்கவோ வேண்டும். பாலைநிலத் தாவரங்களை வீவர் & கிளமெண்ட்ஸ் (Weaver & Clements) என்பவர்கள் நான்கு வகைகளாகப் பிரித்திருக்கிறர்கள்.

வறட்சி தப்புபவை (Drought Escaping)
வறட்சி தவிர்ப்பவை (Drought Evading)
வறட்சி ஏற்றுக்கொள்பவை (Drought Enduring)
வறட்சி எதிர்ப்பவை (Drought Resistant) என்பன.

இவ் வகைகளை மனதில் கொண்டு பயிர்ப்பெருக்குதல் செய்தால் நல்ல பலன் கிடைக்கும். சாதாரணமாக நெல்லுக்குத் தண்ணீர் அவசியம். ஆனால், இரட்டைச் சிற்றின ஹைபிரிட் முறையில் ஒரைசா சடைவாவையும், ஓ. லாங்கிஸ்டேமினேடாவையும் (Oryza sativa & O. Longistaminata) இணைத்து ஒரு வறட்சி பாதிக்காத புது இனம் உற்பத்தி செய்திருக்கிறார்கள்.

பயிர்ப் பெருக்குபவர்களின் நோக்கம் என்னவென்றால், நல்ல பலனுடைய, நோயால் பாதிக்கப்படாத, விரைவில் பக்குவமடையக் கூடிய புது இனத்தை அடைவது. இதைப் பல வழிகளில் அடையலாம். நிலை வளர்ச்சி என்பது லாமார்க்கின் கொள்கைப்படி, சூழ்நிலைக்கு முதலிடம் கொடுக்கிறது. நிலை வளர்ச்சியில் இரு விதங்கள் உண்டு:

1. வெர்னலைசேஷன் (Vernalization)
2. போட்டோ பீரியாடிசம் (Photoperiodism)

வெர்: பால் உறுப்புகளின் தோற்றம், வளர்ச்சி இவற்றை வெப்பமும், வெளிச்சமும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. வெப்பமானது, செடியின் பால் பருவத்தைத் தூண்டி விடுமேயானால், அதை 'வெர்' என்கிறோம். வெப்பமானது கிரியாவூக்கி போல் செயல்படாமல் மெடமாலிஸத்தில் (M molism) பங்கு கொள்கிறது. இரு பருவப் பயிர்கள் இரு வாரங்களோ அல்லது இரு பருவங்களோ உயிர் வாழ்கின்றன. வாழ்வின் முதல் பாதியில் உணவு உற்பத்தி, செடியின் வளர்ச்சியில் மட்டும் ஈடுபடுகிறது; பிற்பாதியில்தான் பூக்களை உற்பத்தி செய்கிறது. இப் பயிர்களைக் குளிர்ச் சூழ்நிலை பாதிக்கப்படாமல் பயிரிட்டால், பூக்கும் பருவம் தள்ளிப் போடப் படுகிறது. இரு பருவப் பயிர்களை ஒரு பருவப் பயிர்களாக மாற்றுவது சுலபம். இச் செடிகளை முதல் பருவத்தின் முடிவிலேயே பூக்கும்படி செய்யலாம். இதற்குச் செயற்கை முறையில் குளிர்ச்சியான சூழ்நிலை, பிறகு தகுந்த வெப்பம், வெளிச்சச் சிகிச்சைகள் தருதலாகும். அதாவது, வெர்னலைசேஷன் (Ver), போட்டோ பீரியாடிஸம் (P. P.) இவற்றின் உதவியால் ஒரு பருவச் செடியாக மாற்றலாம்.

ரஷிய நாட்டு வாழ்வியல் வல்லுநர் லைசென்கோ என்பவரால் தான் வெர்னலைசேஷன் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. விவசாயச் செய்

முறைகளால் காய்க்கும் பருவத்தை விரைவுபடுத்தி, செடிகளின் வளர்ச்சியில் ஒரு மாறுபாட்டைக் கொண்டு வர முயற்சி செய்தார். விவசாயத்தில் வெர்னலைசேஷனுக்கு ஒரு முக்கிய பங்குண்டு. வெர்னலைசேஷன் என்பது விதைகளுக்குக் கொடுக்கும் ஒரு சிகிச்சையாகும். விதைகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் சிகிச்சையானது, செடிகளின் வளர்ச்சிக்குப் பயன்படுகிறது. விதைகளானது குறைந்த தண்ணீர் அல்லது குறைந்த வெப்பநிலையில் முளைக்க வைக்கப்படுகிறது. இந்தச் சிகிச்சைக்குப் பிறகு விதைகள் விதைக்கப்படுகின்றன.

பயிர்ப் பெருக்குதல்

செடிகளில் பூக்கள் தோன்றுவதை வேறொரு செயலான போடோ பீரியாடிஸம் (P. P.) என்பது கட்டுப்படுத்துகிறது. காலை, இரவு நேர அளவுக்குத் தக்கவாறு செடிகளின் வாழ்க்கை அமைகிறது என்பதாகும். முதன்முதலில் ஆலர்ட், கார்ட்னர் (Allard & Gardner) என்ற இரு அறிஞர்களால் விளக்கப்பட்டது. அவர்கள் செடியின் வளர்ச்சியை எவ்விதம் வெளிச்சத்தின் அளவோ அல்லது இருளின் அளவோ பாதிக்கக்கூடும் என்று நிரூபித்திருக்கிறார்கள். இதன் அடிப்படையில் செடிகளை மூன்று விதங்களாகப் பிரித்திருக்கிறார்கள்:

1. நீண்ட நாள்செடி (Long Day plant)
2. குறைந்த நாள் செடி (Short Day Plant)
3. சமநாள் செடி (Day Neutral Plant)

குறிப்பிட்ட நாள் அளவுக்கு அதிகமான வெளிச்சத்தில் பூக்கும் தாவரம் நீண்ட நாள் செடியாகும்.

குறிப்பிட்ட நாள் அளவுக்குக் குறைவான வெளிச்சத்தில் பூக்கும் தாவரம் குறைந்த நாள் செடியாகும்.

குறிப்பிட்ட நாள் அளவுக்குள்ளேயே பூக்கும் தன்மையுடைய தாவரம் சமநாள் செடியாகும்.

ஒரே பேரினத்தைச் சேர்ந்த மாறுபட்ட சிற்றினங்களோ, அல்லது ஒரு குடும்பத்திலுள்ள பேரினங்களோ போட்டோ பீரியாடிக் தூண்டுதலுக்கு வெவ்வேறு விதமாக நடந்துகொள்கின்றன. உலகின் பல பாகங்களில் தாவரங்கள் வளர்ச்சியை இச் செயல் கட்டுப்படுத்துகிறது. வெப்ப தட்பநிலைக்கு ஒத்து செடிகள் வளர முடியாமல் போவதற்குக் காரணம் இதுவாக இருக்கலாம் எனக் கருதுகிறார்கள். ரஷியாவில் தானிய வகைகளை

வளர்ப்பதில் கஷ்டங்கள் தோன்றுவதற்குக் காரணம், அங்குக் காலநிலையில் அதிக வேறுபாடுகள் காணப்படுவதாகும்.

லைசென்கோ கொள்கை

லைசென்கோவின் 'பேசிக் டெவலப்மெண்ட்' டைப் (Phasic Development) பற்றிய கொள்கையானது செய்முறையில் முதலிடம் பெற்றதுமல்லாமல் பயிர்ப்பெருக்குதல், பண்பியல் இவற்றில் புதுவழிகளை வகுத்தது. லைசென்கோ கொள்கைப்படி வளர்ச்சியும், பாகுபாடு அடைதலும் மாறுபட்ட செயல்களாகும். தாவரங்கள் குறிப்பாக ஒரு பருவப் பயிர்கள் தங்கள் வாழ்நாளில் சில நிலைகளைக் கடந்து செல்கின்றன. செடியின் வாழ்க்கையில் ஒருநிலை முடிந்தவுடன்தான் மற்ற நிலை தொடங்கும். ஒவ்வொரு நிலையும் சரிவர இயங்க ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலை தேவை. இதன் அடிப்படை என்னவென்றால் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள், பாகுபாட்டிற்குக் காரணமான காரணிகளிலிருந்து வேறுபடுகிறது. ஆனால், இவ்விரு வகைக் காரணிகளும் எதிர்ப்புத் தன்மையோடு அமைவன அல்ல.

பாகுபாட்டின் நிலைகள்

செடிகள் பாகுபாடு அடையும்போது, மூன்று நிலைகளில் செல்கின்றன என்று லைசென்கோ சொன்னார். (அவர் கொள்கைப் படி ஐந்து நிலைகள் உண்டு. பிற்பகுதி இரண்டையும் சரியானபடி விளக்கம் கொடுக்கவில்லையாதலால், மூன்று நிலைகளாக எடுத்துக் கொள்வது நலம்.) இம்மூன்று நிலைகளும் சில குறிப்பிட்ட சூழ் நிலைகளில்தான் நடக்கும். அவை ஓர் ஒழுங்கான வரிசையில் அமைந்துள்ளன :

1. வெர்னலைசேஷன் (வெப்ப நிலை)
2. ஒளி நிலை
3. கேமீட் தோற்றம்

முதல் நிலை : இதை 'விதைப்பதற்கு முன் சிகிச்சை' என்று கொள்ளலாம். இதனால் செடியின் புற அமைப்பில் ஒரு வித மாறு பாடும் தோன்றுவதில்லை. முளைத்த விதையானது, குறைந்த வெப்ப நிலையுள்ள சூழ்நிலையில் வைக்கப்படுகிறது. இவ்விதக் குளிர்ச் சிகிச்சையில் ஒளி செடியின் வாழ்வைக் குறிப்பாகப் பூக்கும் பருவத்தைப் பாதிப்பதில்லை. ஒவ்வொரு செடிக்கும் ஒரு குறிப் பிட்ட அளவு குளிர்ச் சிகிச்சையைத் தர வேண்டியிருக்கிறது.

அவை :

கோதுமை முப்பத்தெட்டு நாள்கள்;
பார்லி இருபத்தெட்டு நாள்கள்;
பருத்தி பதினைந்து நாள்கள்.

25° - 30° சென்டிகிரேட் வெப்பத்தில் சிகிச்சையைத் தர வேண்டியிருக்கிறது.

குளிர்ச் சிகிச்சையின் கொள்கை என்னவென்றால், செடியின் முதல் நிலையை விரைவில் முடிப்பதாகும். இந்தச் சிகிச்சையின் போது ஈரப்பசை எவ்வளவு தேவையோ அந்த அளவு மட்டுமே வைப்பதால், கரு தூண்டிவிடப்படுகிறது. குளிர்ச் சிகிச்சைக்குட் பட்ட விதை, சிகிச்சைக்குட்படாத விதையிலிருந்து வித்தியாசப் படுகிறது.

இரண்டாம் நிலை : இது ஒளி நிலை எனக் கொள்ளலாம். இங்குச் செடியின் வளர்ச்சிக்கும், ஒளிக்கும் உள்ள தொடர்பு வெளிப் படுகிறது. செடியின் வளர்ச்சிக்கு ஒளி மிக அவசியம் என்பது யாவரும் அறிந்ததே. ஒளி, இருள் இவை செடியினுள் இருக்கின்ற சில வேதியப் பொருள்கள்மூலம் இலை மொட்டுகளை, பூ மொட்டு களாக மாறத் தூண்டி விடுகிறது. பூ மலர்வதற்கு, நீண்ட நாள் செடிகளுக்கு அதிக வெளிச்சமும், குறைந்த நாள் செடிகளுக்குக் குறைந்த வெளிச்சமும் தேவைப்படுகிறது. போடோ பீரியாடிஸம் லைசென்கோவின் குளிர்ச் சிகிச்சை முறைக் கொள்கையில் சில மாறு தல்களை ஏற்படுத்தியுள்ளது. சாதாரணமாகக் குளிர்ச் சிகிச்சைக் குட்பட்ட விதை, போடோ பீரியாடிஸத்திற்கு உட்படுத்தப் பட்டால் அவை வெளிச்சம், இருள் இவற்றின் கட்டுப்பாடு இல்லாமலேயே மலரும் தன்மை பெறுகின்றன.

ஆனால், இதற்கு விதி விலக்கு உண்டு. ஜேம்ஸ்ப்பானர் (James Banner) என்பவர் ஹென்பேன் (Hanbane) என்ற செடியில் செய்த பரிசோதனைமூலம் குளிர்ச் சிகிச்சைக்குட்பட்ட விதைகளும் போடோ பீரியாடிஸ முறைக்குக் கீழ்ப்படிகின்றன என்பதை விளக்கினார்.

ரை பயிரில் இரு இனங்கள் உண்டு. ஒன்று பனிப் பருவ இனம்; மற்றது வசந்தகால இனம். வசந்த கால ரை பயிர் ஒரு பருவப் பயிரானதால், ஒரு பருவத்திற்குள் தன் வாழ்வை முடித்துக் கொள்கிறது. ஆனால் பனிக்கால ரை பயிர் இரு பருவப் பயிரான தால், அதற்கு இரு பருவங்கள் தேவைப்படுகின்றன. இரு பருவப்

பயிரான பனிக்கால ரை பயிரைக் குளிர்ச்சிகிச்சைக்கு உட்படுத்தினால், அது வசந்த கார் ரை பயிரைப் போன்று ஒரு பருவப் பயிராக மாறிவிடுகிறது. குளிர்ச் சிகிச்சை அற்ற பனிக்கால ரை பதினைந்து வாரங்களுக்குப் பிறகு பலன் தருகிறது. ஆனால், குளிர்ச் சிகிச்சை பெற்ற அதே வகை ரை பயிர் ஏழரை வாரங்களில் பலன் கொடுக்கும்படி செய்ய முடிகிறது. இவ் விரு வகைகளையும் தொடர்ச்சியான வெளிச்சத்தில் வளர்த்து சோதனை செய்தார்கள்.

மூன்றும் நிலை : லைசென்கோ, மூன்றும் முறையைப்பற்றிச் சொல்லிய போதிலும், அதைப்பற்றி விவரிக்கவில்லை. ஆனால், கிரிசன்கோ (Kiricenko) என்பவர் சில சோதனைகள் செய்து போட்டோ பீரியாடிஸம் மகரந்தத்தூள் உற்பத்தியில் பங்கு பெறுகிறது என்று நிரூபித்துள்ளார். கோதுமைப் பயிருக்குக் குறைந்த ஒளி கொடுப்பதால், வீரியமுள்ள மகரந்தப்பொடிகள் தோன்றுகின்றன.

வல்லுநர்கள் கூற்றுப்படி குளிர்ச் சிகிச்சையினால் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்கு ஆர்மோன்கள்(hormones)தான் காரணம். ஆனால், லைசென்கோ இதை ஏப்புக்கொள்ளவில்லை. பர்விஸ் (Purvis) என்பவர் 1944-ல் பரிசோதனைகள்மூலம் ஆர்மோன்கள் செயல்படும் இடம் கரு என்பதைச் சந்தேகமின்றி நிரூபித்துள்ளார். இச் சமயம் நொதிகளின் மாற்றங்களும் தோன்றுகின்றன.

பயிர்ப் பெருக்குதலில் இவை சம்பந்தப்பட்ட செய்முறைகள் நிறையக் கையாளப்பட்டுள்ளன.

கோயம்புத்தூர் ஆராய்ச்சிப் பண்ணையில் சோளம், கம்பு, கேழ்வரகு, தினை, சாமை முதலிய தானியங்களில் செய்த ஆராய்ச்சியில் குறிப்பிடும்படியான முடிவுகளோ, மாறுபாடுகளோ கிடைக்கவில்லை. ஆனால், நெல்லில் செய்த ஆராய்ச்சிக்கு நல்ல எதிர்காலம் உண்டு என்று தெரிகிறது.

டில்லியில் பருப்பு, கோதுமை, மிளகாய், சோயாபீன்ஸ் முதலியவற்றை ஆராய்ச்சிக்கு உட்படுத்தியிருக்கிறார்கள். கொத்துக் கடலையில் போட்டோ பீரியாடிஸத்தினால் எழுபது நாள்பயிரை, நாற்பத்தேழு நாள் பயிராக மாற்ற முடிந்தது. இச் செய்முறை, நீண்ட நாள் முறையில் கையாளப்பட்டுள்ளது.

மெல்சர்ஸ் (Melchers) என்பவர் ஒட்டுப் போடுவதால் ஒரு செடியிலிருந்து குளிர்ச் சிகிச்சையின் தன்மை மற்றச் செடிக்கு அனுப்பப்படுகிறது என்று நிரூபித்துள்ளார். குளிர்ச் சிகிச்சைக்

குட்பட்ட செடியிலிருந்து இலையையோ அல்லது குருத்தையோ எடுத்துச் சாதாரண செடியில் ஒட்டுப் போடுவதால், அச் சாதாரண செடியும் சிகிச்சைபெற்ற செடியைப்போல் நடந்துகொள்கிறது. மேற்சொன்ன உதாரணத்திலிருந்து ஒரு கேள்வி எழுகிறது. இலையிலிருந்து ஜிப்ளாரிஜின் அல்லது வேறு ஒரு பொருளாவது மற்றச் செடிக்குப் போய் இருக்க வேண்டும்.

சமீப காலத்தில் நடந்த ஆராய்ச்சியின் பயனாக அப் பொருள் ஜிப்ளாரிஜின் அல்ல என்பதும், அது வேறு ஒரு பொருளாகத்தான் இருக்க வேண்டும் என்பதும் புலனாயிற்று. அப் பொருளுக்கு வெல்சர்ஸ், வெர்னலின் (Vernalin) என்ற பெயரைச் சூட்டினர்.

குளிர்ச் சிகிச்சை செய்பவர்கள் மனதில் கொள்ளவேண்டியது யாதெனில், செடிக்குச்செடி சிகிச்சை செய்யவேண்டிய வயது மாறுபடுகிறது. தானிய வகைகளில் முளைக்கும் விதைகள், கருக்கள் மிகவும் சுபலமாகச் சிகிச்சையை ஏற்றுக்கொள்கின்றன. பனிக் கோதுமை, அவரை, முள்ளங்கி முதலிய தாவரங்களில் முதிர்ச்சியடைந்த விதைகளையே சிகிச்சைக்குட்படுத்தலாம்.

9. இந்தியாவில் பயிர்ப் பெருக்கம்

(Plant Breeding in India)

தோற்றுவாய்

இந்தியாவில் பாலும் தேனும் ஆறுக ஓடுகிறது என்பது தற்சமயம் வாய் வார்த்தையாக அமைந்து விட்டதேயொழிய உண்மையா என்பதே சந்தேகத்திற்கு இடமாகிவிட்டது. ஆனால், இந்தியாவில் கிடைக்கும் உணவு, நார், பழ வகைகளையும், அவை பருவ காலத்தில் கிடைக்கும் அளவையும் பொறுத்த மட்டில் மற்ற தேசங்களைப் போலவே இந்தியாவும் இயற்கைச் செல்வத்தைப் பெற்ற நாடாகவுள்ளது. இப்பொழுது பயிரிடப் படும் தாவரங்களில் பெரும்பங்கோ அல்லது அவற்றின் உறவினமோ மற்ற நாடுகளிலிருந்து கொண்டுவரப்பட்டவை யாகும். முக்கியமாக நாம் போர்ச்சுகீசியருக்கு மிகவும் கடமைப் பட்டவர்களாகிறோம். அவர்கள் கடலாதிக்கத்தில் முதலிடம் பெற்றிருந்த நாளில் புது உலகமான அமெரிக்காவிலிருந்து பல வகைத் தாவரங்களை இந்தியா, கிழக்கிந்தியத் தீவுகளுக்கு உட் புகுத்தி இருக்கிறார்கள்.

முற்காலத்தில் தாவரங்களை மேம்பாடடையச் செய்வதில் இந்திய விவசாயிக்கு அவ்வளவு ஈடுபாடில்லை. மேம்பாடடைய எடுத்துக்கொள்ளும் நடவடிக்கைகளுக்குத் தகுந்த பலன் கிடைப்ப தில்லை என்ற தவறான கருத்து அந்த நாளில் நிலவி வந்தது. இந்தத் தவறான கருத்து மாறிப் பயிர்ப் பெருக்கத்தில் அவர்களுக்கு அக்கறை ஏற்பட நீண்ட நாள்களாயின.

மனிதன் உயிர் வாழ்வதற்குத் தேவையான உணவுப் பொருள் களான தானியங்கள், தினை வகைகள், பருப்பு வகைகள், காய் கறிகள், எண்ணெய் வித்துக்கள், நார் வகைகள் இவற்றில்

இந்தியா பயிர்ப் பெருக்கம் எந்த நிலையை அடைந்துள்ளது என்பதைப்பற்றி ஆராய்வோம்.

தானியங்கள் (Cereals)

இந்தியாவில் பயிராகும் முக்கியமான உணவு தானியங்கள் கோதுமை, நெல், சோளம், ஓட், பார்லி முதலியன. இவற்றைத் தவிர, புன்செய் நிலத்தில் பயிராகும் தினை வகைகளான கம்பு, சோளம், கேழ்வரகு, தினை, சாமை, வரகு முதலியனவும் உணவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 120 மில்லியன் ஏக்கருக்கு மேற்பட்ட நிலத்தில் தானியங்கள் பயிர் செய்யப்பட்டு வருகின்றன.

நெல் - (Paddy) ஓரைசா சடைவா (Oryza Sativa) : இதுவே இந்தியர்களின் முக்கிய உணவு தானியமாகும். மொத்த விளைச்சல் நிலத்தில் மூன்றில் ஒரு பாகம் நெல் சாகுபடிக்கு உட்பட்டதாகும். விவசாய முறையிலும், ஆராய்ச்சி வாயிலாகவும் நெல்லின் தரத்தை இந்திய வல்லுநர்கள் உயர்த்தியுள்ளார்கள். தென்னிந்தியாவில் கோயம்புத்தூர், ஆடுதுறை முதலிய ஆராய்ச்சிப் பண்ணைகளில் நெல்லின் தரத்தை மேம்பாடடையச் செய்யத் தேர்வு முறைகள், மாற்றுக் கலவியல் முறைகள் பின்பற்றப்பட்டு வந்துள்ளன. முயூடன்ட் (Mutant) வகைகளை எக்ஸ்-கதிர்கள், காமா-கதிர்கள்மூலம் தோற்றுவித்துள்ளனர். தற்சமயம் பயிரிடப்படும் நெல் வகைகளின் எண்ணிக்கை நூற்றுக்கணக்கில் அமைந்துள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, வங்கத்திலேயே ஏறத்தாழ ஐந்நூறு ரகங்கள் பயிரிடப்படுகின்றன.

நெற்பயிரில் கையாண்ட மாற்றுக் கலவியல்மூலம் 50 முதல் 60 சதவிகிதம் வெற்றி கண்டுள்ளனர். மாற்றுக் கலவியலில் மலடுகள் தோன்றப் பல காரணங்களுண்டு. வெப்ப தட்ப நிலை காரணமாகக் கருத் தரித்தல் நடக்காமல் போகலாம். நெற்கதிருக்கு உணவு செல்லாத வகையில் தண்டுநோய் பீடிப்பது.

கோயம்புத்தூரில் ஓரைசா சடைவா (Oryza Sativa) என்ற சிற்றினத்துடன் மற்றச் சிற்றினங்களை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தியதில் எதிர்பார்த்த பலன் கிட்டவில்லை. நெல்லில் ஒற்றை மய (Haploid), பன்மயச் (Polyploid) செடிகளை இராமையா (Ramiah) என்பவர் தோற்றுவித்துள்ளார். பார்த்தசாரதி (Parthasarathy) நெற்பயிரில் கையாண்ட வெர்னலிசேஷன் (Vernalisation)மூலம் ஓரளவு சாதகமான முடிவு கிடைத்துள்ளது.

தென்னிந்திய ரகங்களைப்பற்றிய விளக்கத்தை இப்பொழுது காணலாம். 103 ரகங்கள் தேர்வு முறையிலும், 10 ரகங்கள் மாற்றுக் கலவியல்மூலமும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுப் பயிர் செய்யப்படுகின்றன. இவற்றின்மூலம் ஏறத்தாழ ஏக்கருக்கு 820 கிலோ முதல் 2,300 கிலோ வரை மகசூல் கிடைக்கிறது.

தென்னிந்திய உயர் ரக நெல் ரகங்கள். இவை தேர்வு முறையில் பிரிக்கப்பட்டவையாகும்.

ஆடுதுறைப் பண்ணை ரகங்கள்

Adt 1 சிவப்புச் சிறுமணியிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டது; உள்ளூர் ரகங்களைவிட விளைச்சலில் சற்றுக் கூடுதலானது.

Adt 3 குறுவையிலிருந்து தேர்வு செய்யப்பட்டது; குறுகிய பயிர்.

Adt 5 நெல்லூர்ச் சம்பாவிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டது; Adt 3ஆம் ரகத்தைவிட மகசூலில் குறைந்தது.

கோயம்புத்தூர்ப் பண்ணை ரகங்கள்

Co_4 ஆனைக்கொம்பனிலிருந்து தேர்வு செய்யப்பட்டது; நோய் தடுப்பு பெற்றது.

Co_5 சின்னச்சம்பாவிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டது.

Co_{10} கார் ரகம்; கோடை காலத்திற்கு உகந்தது.

Co_{17} செங்கல்பட்டு வடவன் சம்பாவிலிருந்து பிரிந்தது; மற்ற ரகங்களைவிடப் பத்து நாள்கள் முன்பே பலன் தரும்.

இதைத் தவிர, I.R.R.I-8, I.R.R.I25 மிகச் சிறந்த ரகங்கள்; நல்ல மகசூல் கொடுக்கின்றன.

கோதுமை (Wheat) **ட்ரிடிகம்** வல்கேர் (Triticum Valgare) **ட்ரிகம் அசடிவம்** (Triticum Aestivum) : நெல்லுக்கு அடுத்தபடி கோதுமை இந்தியாவின் முக்கியத் தானியமாகும். இப் பயிர் மொத்த விளைச்சல் நிலத்தில் 10 சத விகிதத்தில் பயிரிடப்படுகிறது. இந்தியாவில் ஐந்து சிற்றினங்கள் பயிரிடப்படுகின்றன. இந்த நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் கோதுமைப் பயிரைப்பற்றிய ஆராய்ச்சியைத் துவக்கியபொழுது வல்லு

நர்கள் கண்ட உண்மை என்னவெனில், இந்தியக் கோதுமை மென்மையாகவும் தரக்குறைவாகவும் உள்ளதென்பதாகும். பிறகு, பூசா (Pusa) கோதுமை ஆராய்ச்சிப் பண்ணைமூலம் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட சிற்றினங்கள் மிகவும் சிறந்தது; அயல் நாடுகளில் போற்றப்பட்டுப் பல பரிசுகளையும் பெற்றுள்ளது. நெல்லைப் போலல்லாமல் மாற்றுக் கலவியல்மூலம் நல்ல பலன்கள் கிடைத்துள்ளன.

தற்சமயம் பக்சீனியா (Puccinia) என்ற காளான் (fungus) மூலமாகத் தோன்றும் ரஸ்ட் (Rust) நோய்க்காப்பினங்களைத் தோற்றுவிப்பதில் ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஈடுபட்டுள்ளார்கள். ஆண்டு தோறும் ரஸ்ட் (Rust), ஸ்மட் (Smut) முதலிய நோய்கள் மூலமாகப் பெருமளவு சேதமேற்படுகிறது.

வெர்னலைசேஷன் (Vernalizatlon) சோதனைகள் ஆரம்பத்தில் இந்தியாவில் நல்ல பலனைத் தரவில்லை. டில்லி இம்பீரியல் வேளாண்மை ஆராய்ச்சிக் கழகத்தில் நடத்திய சோதனைகள் மூலம் கிடைத்த முடிவுகள், வெளி நாடுகளில் கிடைத்த முடிவு களிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. இங்குக் குளிர்ச் சிகிச்சைக்கு அவை கட்டுப்படுவதில்லை.

தற்சமயம் தோற்றுவிக்கப்பட்டுள்ள ரகங்கள் பயிரிடப்படும் இடங்களின் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு சில தனிச் சிறப்புகளை உடையனவாயுள்ளன. அந்தப் புது இனங்கள் கீழ்க்காணும் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன :

(அ) அதிகத் தண்ணீர்த் தேக்கக் காப்பினங்கள் (Lodging resistance)

(ஆ) வறட்சிக் காப்பினங்கள் (Drought resistance)

(இ) பனிக் காப்பினங்கள் (Frost resistance)

(ஈ) கறுப்பு ரஸ்ட் காப்பினங்கள் (Black rust resistance)

(உ) பழுப்பு ,, ,, ,, (Brown ,, ,, ,,)

(ஊ) மஞ்சள் ,, ,, ,, (Yellow ,, ,, ,,)

நோய்களைப் பொறுத்த வரையில் ஒரு குறிப்பிட்ட காப்பினம் அந்த நோயைப் பொறுத்தமட்டில் தற்காப்பு நிலையில் இருக்குமே யன்றி மற்ற நோய்களுக்கு இலக்காகலாம். அதனால் அந்தந்த இடம், பருவம் இவற்றைப் பொறுத்துக் காப்பினங்களைப் பயிரிடுதல் நல்லது.

கோதுமை மாவைத் தண்ணீர் விட்டுப் பிசையும்பொழுது பசையுடன் காணப்படுவது அதன் உயர்ந்த தரத்தைக் காண்பிக்கிறது. இப் பண்பைப் பல ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று கிளார்க் (Clark) என்பவர் கண்டுபிடித்துள்ளார். இந்தப் பண்பின் அடிப்படையில்தான் ரொட்டிச் சுடத்தகுந்த புது ரகங்கள் தோற்றுவிக்கப்பட வேண்டும். கோதுமையில் காணப்படும் பண்புகள் பல ஜீன்கள் கூட்டுச்செயல்களாக அமைவதால், கோதுமையின் மரபியல் மிகவும் சிக்கலானது. ஆனால், கோதுமையில் வைட்டமின் B சத்து அதிகமுள்ளதென்பதால், இப் பயிர்ப் பெருக்கத்தில் அதிக கவனம் தேவை. இது நாள் வரையில் கோதுமையின் புரதச் சத்தைப்பற்றி மட்டும் இந்திய ஆராய்ச்சியாளர்கள் மனதில் கொண்டு சோதனை நடத்தி வந்துள்ளார்கள்.

இந்திய உயர் ரகங்கள்

உத்தரப் பிரதேசம், மத்தியப் பிரதேசம் மாநில வகைகள்: சர்பதி 113 மாற்றுக் கலவியல் மூலம் தோன்றிய உயர்ரக இனம்; தீவிர நோய்க் காப்பினம்; வறட்சி, நீருள்ள நிலங்களில் பயிரிடத் தகுந்தது.

பூசா 4 கொம்பற்ற (awnless) இனம் மணிகள் பருத்துக் காணப்படும்; நெல் வயல்களில் இரண்டாம் போகமாகப் பயிரிடத் தகுந்தது.

AO 13, AO 85, AO 88, A 115 முதலிய ரகங்கள் நல்ல பயனைத் தருகின்றன.

IP 52 ஒரு குறுகிய கால ரகமாகும்.

பம்பாய் ரகங்கள்: பான்சி (Bansi) 224, 168 சிறந்த ரகங்களாகும். பூசா 80-5, 6 முதலியவை வெளிநாட்டிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டு இந்திய வெப்ப தட்ப நிலைக்குகந்ததாக மாற்றப்பட்டுள்ளது.

பார்லி (Barley) ஹார்டியம் வல்கேர் (Hordeum Vulgare): இந்தியாவில் இரு சிற்றினங்கள் பயிரிடப்படுகின்றன. வட இந்தியாவில் கோதுமை பயிரிடத் தகுதியில்லாத இடங்களில் பார்லி தானியம் பயிரிடப்படுகிறது. மண் வளம் சற்றுக் குறைவாகவுள்ள நிலங்களில் இத் தானியம் கோதுமையைவிட ஈடு கொடுத்து வளர முடியும். பஞ்சாப், பீகார் போன்ற மாநிலங்

களில் இப் பயிர் சாகுபடியாகிறது; ஏறத்தாழ ஆறு மில்லியன் ஏக்கரில் பயிராகிறது.

இந்தியாவில் இருபத்து நான்கு கலப்பிலா வரிசைகள் (pure lines) உள்ளன. அவை பார்லியின் இரு சிற்றினங்களைச் சார்ந்தவையாகும். பூசா ஆராய்ச்சிப் பண்ணையில் பார்லி தானியத்தைப் பற்றிய சோதனை நடத்தி வருகின்றனர். பஞ்சாப், டில்லி பூசா ஆராய்ச்சி நிலையங்களில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட புது இனங்கள் அதிக விளைச்சல் தருவதோடுகூட வறட்சி, நோய்க் காப்பு ஆகிய பண்புகளைப் பெற்ற இனங்களாக உள்ளன. இந்தியப் பார்லி ரகங்களில் கொம்புள்ள (awn) தன்மை ஒடுங்கு நிலையில் அமைந்துள்ளது.

இந்தியாவில் பயிராகும் உயர் ரகங்கள் - பஞ்சாப் இனங்கள் : ரகம் 4 - பார்லிக் கதிர்கள் நீளமாகவும், மணிகள் பருத்தும், கனமாகவும் காணப்படுகின்றன; சத்துக் குறைவான நிலங்களிலும் வளரும் தன்மை பெற்றது; சாராயம் காய்ச்சவும், ரொட்டி மாவுக்கும் உகந்த இனம்.

ரகம் 5—பார்லிக் கதிர்கள் குட்டையானவை; மணிகள் நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன. தண்ணீர் அதிகமாகத் தேங்கும் நிலையிலும் நல்ல பலன் தரக்கூடியவை.

உத்தரப் பிரதேச இனங்கள் : கான்பூர் 251 குறுகிய கால பயிர்; நல்ல பலன் கொடுக்கக் கூடியது.

ஓட்ஸ் (Oats) அவீனு சடைவா (Avena sativa): சாதாரணமாகப் பயிரிடப்படும் ஓட்ஸ், அவீனு சடைவா (Avena sativa) என்ற சிற்றினத்தைச் சேர்ந்ததாகும். ஆனால், இந்தியாவில் பயிரிடப்படும் சிற்றினம் அவீனு ஸ்டெரிலிஸ் (Avena sterilis) ஆகும் என்று போஸ் (Bose) என்பவர் கருதுகிறார். இந்தியாவில் பயிராகும் ரகங்களில் இரண்டு ரகங்கள் BS 1 , BS 2 என்பவை குறிப்பிடத் தக்கவையாகும். அயல்நாட்டு இனங்கள் இந்திய மண்ணில் நல்ல பலனைக் கொடுக்கவில்லை. பஞ்சாப், பீகார் முதலிய மாநிலங்களில் இப்பயிர் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது.

மக்காச்சோளம் (Maize) ஜியா மேஸ் (Zea Mays) : இப் பயிர் இந்தியா பூராவும் பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. இந்தியாவில் பல பாகங்களில் சோளத்தின் தரத்தை உயர்த்துவதற்கான சோதனைகள் நடத்தப்பட்டு வருகின்றன. ஆந்திர மாநிலத்தில் குண்டூர் ஆராய்ச்சிப் பண்ணையில் பல சோதனைகள் கையாளப்படுகின்றன. இங்குள்ள ஆந்திரப் பல்கலைக்கழகத்தில் தாவரவியல்

பட்டமேற்படிப்பில் சோளத்தின் மரபியல் ஒரு சிறப்புப் பாடமாகச் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. பம்பாய், பஞ்சாப் முதலிய மாநிலங்களில் அமெரிக்க ரகங்களை உட்புகுத்தி இந்திய ரகங்களின் தரத்தை உயர்த்தப் பல சோதனைகள் நடத்தப்பட்டுள்ளன. சோளப்பயிர்ப் பெருக்கத்தில் டில்லி இம்பீரியல் ஆராய்ச்சிப்பண்ணை பல சோதனைகளை நடத்தியுள்ளது. கீழ்க்காணும் ரகங்கள் உயர்தர ரகங்கள் எனக் கருதப்படுகின்றன: நெம்பர் 13, 19, 41 காலிம் பூங்க் (Kalimpong) முதலியன.

2. எண்ணெய் வித்துகள் (Oil Seeds)

எண்ணெய்க்காகவே சில செடிகள் பயிரிடப்படுகின்றன. ஆனால், தன்னிச்சையாக வளர்ந்திருக்கும் சில மரங்களின் வித்துகளும் மனிதனுக்கு உபயோகமாகின்றன. கீழ்க்காணும் செடிகளிலிருந்து எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது. புங்கையை மனிதன் பயிரிடுவதில்லையென்றாலும் ஆற்றங்கரைகளிலும், சாலைகளின் ஓரங்களிலும் அவை தன்னிச்சையாகத் தோன்றி நல்ல பலன் தருகின்றன.

எள் (Sesame) **சிசாமம் இண்டிகம்** (Sesamum Indicum): இந்தியாவில் பயிரிடப்படும் எண்ணெய் வித்துகளில் இது முதலிடத்தைப் பெறுகிறது. பயிரிடப்படும் பருவத்தைப் பொறுத்து, எள் மாரிக்கால ரகம், இளவேனிற்கால ரகம் என இரு வகைப்படும். மாரிக்கால ரகம் அதிக இலை தழைகளுடன் காணப்படுமேயன்றி, காய்கள் குறைவாகத்தான் தோன்றும். தமிழ்நாட்டில் பயிரிடப்படும் No. S. 1-89 என்ற ரகம் 85 நாள்களில் பயிராகும். செடி அதிகக் கிளைகளுடன் காணப்படும். விதையின் எண்ணெய்ச்சத்து ஐம்பது சதவிகிதமாகும்.

எள் மகசூல் குறையப் பல காரணங்களுண்டு. மிகச் சாதாரணமாக மலரின் பாகங்கள் இலைகளைப் போல் மாறி விடுவதுண்டு. இதைப் பில்லோடி (Phyllody) என்பர். இதை வைரஸ் நோயாக இருக்கக்கூடுமென்று கருதுகிறார்கள். எள் விதைகளைப் பருவத்திற்கு முன் தெளித்தல், அதிக மழை இவை காரணமாகப் பில்லோடி தோன்றக்கூடுமென்று காசிராம் (Kasiram) அறிவித்துள்ளார்.

தமிழ்நாட்டில் பயிரிடப்படும் உயர் ரகங்கள் TMV-1; TMV-2; TMV-3.

கடலை (Ground Nut) **அராகிஸ் ஹைபோஜியா** (Arachis Hypogea): நிலக்கடலை தென் அமெரிக்க நாட்டிலிருந்து இந்தியாவிற்கு வந்த தாவரமாகும். இப் பயிருக்கு மணிலாக்கொட்டை

என்ற பெயரும் நிலவி வருகிறது; நிலத்தின்கீழே பயிராவதால், இப் பெயர் வந்திருக்கலாம்.

இந்தியாவில் மத்திய மாநிலம், பம்பாய், உத்தரப் பிரதேசம், பஞ்சாப், பீகார், தமிழ்நாடு முதலிய மாநிலங்களில் இப் பயிர் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது.

தென்னிந்திய ரகங்கள் AH 25-ம், AH 32-ம் ஆகும். AH 25 பரவலாக வளரும் ரகமாகும்; 4½ மாதப் பயிராகும்; வறட்சியைத் தாங்கக்கூடிய சக்தி பெற்றது. எண்ணெய்ச்சத்து 50 சத விகிதமாகும்.

AH 32 அதிக மகசூல் தரக்கூடியது; கிளைகள் செங்குத்தாகக் கொத்துக்கொத்தாக வளரும்; 3½ மாதப் பயிர்; எண்ணெய்ச் சத்து முன் ரகத்தைவிடச் சற்றுக் குறைவு.

தேங்காய் (Cocount) கோகஸ்-ந்யூசிபெரா (Cocos-nucifera): அல்போஸோ-டி-காண்டோல் (Alphoso-de-Candole) கூற்றுப்படி தென்னையின் தாய்நாடு கிழக்கிந்தியத் தீவுகளாகும். அது இந்தியாவிற்கு முன்னூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்தான் வந்திருக்கக்கூடும் எனக் கருதுகிறார். ஆனால், தமிழ் இலக்கியங்களில் இம் மரத்தைப்பற்றிய மேற்கோள்கள் உள்ளன. சங்க இலக்கியமான பத்துப்பாட்டில் ஒன்றான திருமுருகாற்றுப்படையில் 307, 308 பாட்டுகளில் தென்னையைப்பற்றிய குறிப்பு காணப்படுகிறது. அப்பொழுது இம் மரத்தைத் தாழை என்று கூறி வந்துள்ளனர்.

வாழை முழுமுதல் துமியத் தாழை
இளநீர் விழுக்குலை உதிரத் தாக்கி–திருமுருகாற்றுப்படை

இதிலிருந்து ஆயிரத்து ஐந்நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே தமிழர்களுக்குத் தென்னையைப்பற்றித் தெரிந்துள்ளது என்பது விளங்குகிறது.

ஆமணக்கு (Castor) ரிசீனஸ் கம்யூனிஸ் (Ricinus Communis): இந்தியாவில் இப் பயிர் பல நூற்றாண்டுகளாகப் பயிரிடப்பட்டு வந்துள்ளது. இச் செடி வட ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து வந்திருக்கக் கூடும் எனக் கருதுகிறார்கள். உத்தரப் பிரதேசத்தில் பயிரிடப்படும் சிறு விதைகளைக்கொண்ட ரகம் அதிக எண்ணெய்ச்சத்துடன் காணப்படுகிறது. மேலும் ஒரே செடியில் காய்க்கும் விதைகளில் நடுக் கிளையிலிருக்கும் விதைகள் அதிக எண்ணெய்ச் சத்துள்ளவை. தமிழ்நாட்டில் பயிராகும் ரகங்கள் R.C. 215,

R.C. 59. இவற்றில் எண்ணெய்ச்சத்து 50 சதவிகிதத்திற்கு மேற்பட்டுக் காணப்படுகிறது.

கடுகு (Mustard) **பிராசிகா** (Brassica Sp.): **பிராசிகா** (Brassica) என்ற பேரினத்தில் நூற்றுக்கு மேற்பட்ட சிற்றினங்கள் உள்ளன. இவற்றில் சில எண்ணெய்க்காகவும், சில காய்கறிக்காகவும் இந்தியாவில் பயிரிடப்படுகின்றன. பிராசிகா சிற்றினங்களின் வகைபாட்டியல் (Taxonomy) மிகவும் சிக்கலானது.

கடுகுச் செடி **பிராசிகா ஜன்சியா** (Brassica Juncea) ஆகும். இதில் 11 ரகங்கள் உள்ளன. மாற்றுக் கலவியல் சோதனைகள் பெரிதளவில் இப் பயிரில் கையாளப்பட்டுள்ளது. இரு சிற்றின, இரு பேரின மாற்றுக் கலவியல்கள் நடத்தி வல்லுநர்கள் வெற்றி பெற்றுள்ளார்கள். இயற்கையிலேயே மாற்றுக் கலவியல் நடந்து வருகிறதென்றும் புலனாகிறது.

பஞ்சாப்பில் பயிரிடப்படும் ரகங்களில் எண்ணெய்ச்சத்து 40 முதல் 45 சதவிகிதம் வரையில் உள்ளது.

ஆளி (Lin Seed) **லைனம் யுசிடேடிசிமம்** (Linum Usitatissimum): இச் செடி இந்தியாவில் வரலாற்றுக்கப்பாற்பட்ட காலத்திலிருந்தே பயிரிடப்பட்டு வந்துள்ளது. இந்திய ரகங்கள் இரு வகைப்படும். தக்காணப் பீடபூமியிலுள்ள வகைகள் பெரிய விதைகளுடன் காணப்படும். கங்கைச் சமவெளியிலுள்ள வகைகள் சிறு விதைகளுடன் காணப்படும். முன் வகையில் எண்ணெய்ச் சத்து அதிகமாகவுள்ளது.

இச் செடிகள், அவற்றின் தண்டு நார்களுக்காகவும் பயிரிடப்படுகின்றன; நார்ச்சத்து ஏறத்தாழ 15 முதல் 20 சதவிகிதம் வரையிலுள்ளது.

புங்கை (Pongam) **பொங்கேமியா க்ளாபெரா** (Pongamia Glabra): இச் செடி இந்தியா முழுவதும் காணப்படுகிறது. இதன் விதைகளிலிருந்து கிடைக்கும் புங்க எண்ணெய், தோல் சம்பந்தப்பட்ட வியாதிகளுக்காக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த எண்ணெய் விளக்கெரிக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

3. தினை வகைகள் (Millets)

மலைப்பாங்கான நிலங்களில் வாழும் மக்களுக்குத் தினை வகைகள் மிகவும் முக்கிய உணவாகும். இவை புஞ்சைப் பயிர்களாகும்.

கீழ்க்காணும் தினை வகைகள் இந்தியாவில் பயிரிடப்படுகின்றன:

1. சோளம் (Sorghum) Sorghum Halepens
2. கம்பு (Pearl Millet) Pennisetum Typhoides
3. கேழ்வரகு (Finger Millet) Eleusine Coracana
4. வரகு (Koda Millet) Paspalum Scrobiculatum
5. தினை (Indian Millet) Setaria Italica
6. சாமை (Common Millet) Panicum Milliaceum

சோளம் (Sorghum) **சோர்கம் ஹேலபென்ஸ்** (Sorghum Halepens): இப்பொழுது பயிரிடப்படும் சோளம், வகை பாட்டியல்படி மிகவும் சிக்கலான பேரினமாகும். இப் பயிரானது இந்தியா முழுவதும் தழைக்காகவும், தானிய மணிகளுக்காகவும் பயிரிடப்படுகிறது. முக்கியமாக இருவகைச் சோளங்கள் உள்ளன: மாரிக் கால இனம்; பனிப் பருவ இனம். இப் பயிரானது பருத்தியுடன் கூட மாற்றுப் பயிராகப் பயிரிடப்படுகிறது.

தமிழ்நாட்டில் இரு ரகங்கள் சித்திரை வெள்ளை, சித்திரை மஞ்சள் என்பவை கோடைக் காலங்களிலும் வறட்சி நிலங்களிலும் பயிரிடப்படுகின்றன. பல்லி (Striga) எனப்படும் வேர் ஒட்டுண்ணியால் இப் பயிருக்கு அதிக சேதம் விளைகிறது.

இப்பொழுது தமிழ்நாட்டில் பயிராகும் உயர் ரகங்கள்:

Co 1 - பெரிய மஞ்சள் சோளம்

Co 2 - தலைவிரிச்சான் சோளம்

Co 4 - செஞ்சோளம்

Co 5 - சின்ன மஞ்சள் சோளம்

K_2 - வெள்ளைச் சோளம்

K_3 - பெரிய மஞ்சள் சோளம்

கம்பு (Pearl Millet) **பென்னிசிடம் டைபாய்டஸ்** (Pennisetum Typhoides): இது ஆப்பிரிக்க நாட்டிலிருந்து வந்திருக்கக்கூடும் எனக் கருதுகிறார்கள்; அயல் நாட்டு இனங்களை உட்புகுத்திப் பல சோதனைகள் நடத்தி வருகிறார்கள்.

இப்பயிரைப் பருவம் தவறிச் சாகுபடி செய்தால் கதிரில் மணிகள் தோன்றுவதில்லை. ஆனால், தொடக்கத்திலேயே பாலிதீன்பையால்

கதிரை மூடி வைத்தால் மணிகள் தோன்றுகின்றன. இதற்குக் காரணம் என்னவெனில், வெப்பத்தால் சூல்தண்டு துவண்டு விடுவதால் கரு தரிப்பதில்லை. தற்சமயம் தென்னாட்டில் பயிரிடப்படும் ஹைபிரிட் கம்பு எனப்படும் குட்டையினம் நல்ல மகசூலைத் தருகிறது.

கேழ்வரகு (Finger Millet) **எலூசைன் கோரகானு** (Eleusine Coracana): இதற்கு ராகி (Ragi) என்ற மற்ற பெயரும் உண்டு. கிரேக்கர்களின் தானியக் கடவுளான எலூசைன் (Eleusine) என்ற பெயரே இப் பயிருக்குச் சூட்டப்பட்டுள்ளது.

இப் பயிர் தன்மகரந்தச்சேர்க்கைமூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. தமிழ்நாட்டில் பயிரிடப்படும் E. C 593, E. C 3517, R 42 முதலிய ரகங்கள் நீர்ப்பாசனம் உள்ள இடங்களிலும், வறட்சி நிலங்களிலும் பயிரிடத் தக்கவை.

வரகு (Koda Millet) **பேஸ்பேலம் ஸ்க்ரோபிகுலேடம்** (Paspalum scrobiculatum)

தினை (Indian Millet) **சீடேரியா இடேலிகா** (Setaria italica)

சாமை (Common Millet) **பேனிகம் மிலியேசியம்** (Panicum milliaceum)

மேற்சொன்ன மூன்று பேரினங்களும் எளியவர்களின் உணவாக அமைந்துள்ளன. மலைச்சாதியினரும், வறட்சி நிலங்களில் குடியிருப்பவர்களும் இவ்வுணவு இனங்களையே நம்பியிருக்கின்றனர்கள். இவற்றைப்பற்றி அதிக ஆராய்ச்சிகள் கையாளப்படவில்லை.

4. பருப்பு வகைகள் (Pulses)

இந்தியர்களின் உணவில் தானியங்கள் முக்கிய இடம் வகிக்கின்றன. மாவுச்சத்துக்காகத் தானியங்கள் எவ்வாறு பயிரிடப்படுகின்றனவோ அதேபோல் புரதச்சத்துக்காகப் பருப்பு வகைகள் மிகவும் அவசியமாகும். கீழ்க்காணும் பருப்பு வகைகளை இந்தியர்கள் உபயோகித்து வருகின்றனர்கள்; சிலவற்றைக் காய்கறிகளாகவும் பயன்படுத்துகின்றனர்கள்:

துவரை (Pigeon pea) கஜேனஸ் கஜேன் (Cajanus cajan): பருப்பு வகைகளிலேயே மிகவும் முக்கியமானது. இந்தியாவில் பயிரிடப்படும் சிற்றினத்தில் ஏறத்தாழ 80 ரகங்கள் உள்ளன என்று சிங் (Singh) என்பவர் கண்டுபிடித்துள்ளார். காளான் நோய்கள் இவற்றை அதிகமாகப் பாதிப்பதால் நோய்க்காப்பு

ரகங்கள் தோற்றுவிக்க வேண்டிய அவசியமேற்படுகிறது. பயிரிடப் படும் ரகங்களுடன் காட்டு இனங்களை மாற்றுக் கலவியல் நடத்தி வீரியம் வாய்ந்த ரகங்களைத் தோற்றுவித்துள்ளனர்.

கொத்துக்கடலை (Bengalgram) **சைசர் ஆரடீனம்** (Cicer arietinum): வட இந்தியாவில் துவரைக்கு அடுத்தபடியாக இது முக்கிய மாகக் கருதப்படுகிறது. இந்தச் சிற்றினத்தில் நூற்றுக்கணக்கான ரகங்கள் உள்ளன. அவை செடியின் அமைப்பு, இலை, பூ, காய், விதை இவற்றின் பண்புகளின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளன.

உளுந்து (Blackgram) **பேசியோலஸ் மங்கோ** (Phaseolus mungo) : இஃது ஒரு முக்கிய பருப்பு வகையாகும். தென்னிந்தியர்கள் இதை அதிகமாக உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். பாசிப்பயறு என்பது உளுந்து சிற்றினத்தின் ஒரு ரகமாகும் என்று வகைபாட்டியல் வல்லுநர் நிரூபித்துள்ளனர். பேசியோலஸ் ரேடியேடஸ் (Phaseolus radiatus) என்பது ஒரு காட்டு இனம் என்றும், அதன் உறவினம் உளுந்துடன் கலந்து பாசிப்பயறாக (greengram) மாறி இருக்கக்கூடும் என்பதும் அவர்களின் கூற்று. உளுந்தில் இரு ரகங்கள் உண்டு. பச்சை சிறு விதை இனம்; கறுப்பு பெரு விதையினம். இந்தச் சிற்றினத்தைப் பயறுடன் இரு குற்றின மாற்றுக் கலவியல் நடத்தியதில் கிடைத்த செடி இரு பெற்றோர்களின் நற்பண்புகளையும் பெற்றுக் காணப்படுகிறது. இந்த ஹைபிரிட்டின் விதைகளைப் பயறுபோல் உணவாகவும் பயன்படுத்தலாம்.

பயறு என்பது உளுந்தின் ஒரு குற்றினமாகும். இது மூன்று ரகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. கறுப்பு ரகம், மஞ்சள் ரகம், பச்சை ரகம். கறுப்பு ரகம் குறுகிய பயிர்; கூடிய விரைவில் பலன் தரக்கூடியது. மஞ்சள் ரகம் நெடுநாள் பயிர்.

அவரை (Garden bean) **டாலிகஸ் லேப்லேப்** (Dolichos lab-lab) : இதன் தாயகம் இந்தியா என்று கருதப்படுகிறது. இந்த இனத்தை வீட்டிலும், வயலிலும் பயிரிடுகிறார்கள். இந்த இனத்தில் இரு ரகங்கள் உண்டு. அவை அவரை, மொச்சை என்பன. அவரை வீட்டில் பயிரிடத் தகுந்தது. இது கொடிபோல் பந்தலில் படர்ந்து வளரும். இதன் காய்கள் முழுவதும் விதை, காய், தோலுட்படப் பயன்படுகின்றன. மொச்சை வயலில் பயிராகும் இனம். இது சோளத்தட்டுகளின்மேல் படர்ந்து வளரும்; அவரையைப்போல் அதிகமாகப் படர்வதில்லை. இதன் விதைகள் மட்டுந் தான் பயன்படுகின்றன. காய்தோல் பயனாவதில்லை. இவ்விரு ரகங்

களையும் மாற்றுக் கலவியலுக்குட்படுத்தி 'அரத்தநாரி' என்ற ரகத்தைக் கோயம்புத்தூரில் தோற்றுவித்துள்ளனர். இது மொச்சையைப்போல் சிறு இடத்தில் வளர்ந்து பயன்தரத் தக்கது. இதன் காய் அவரையைப்போல் முழுவதும் பயன்படுகிறது.

கேசரி பருப்பு (Grass pea) லேதி ரூஸ் சடைவஸ் (Luthyrus sativus) : இந்தப் பருப்பு வகை மத்திய இந்தியாவில் பயிரிடப்படுகிறது. இது மாட்டுத் தீவனமாகப் பயிரிட்ட போதிலும், எளியவர்கள் இதன் விதைகளை உணவுத் தானியமாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இந்தப் பருப்பு வகையால் லதைரிஸம் (Lathyrism) எனப்படும் ஒரு வகை வாதநோய் ஏற்படுகிறது.

5. நார்த் தாவரங்கள் (Fibre Plants)

நார்த் தாவரங்கள் பயிர் செய்வதிலும் ஆடை நெசவிலும் இந்தியா, நெடுங்காலமாக முன்னணியிலிருந்துள்ளது. பயிரிடப்படும் தாவரங்களில் பருத்தியும் சணலும் மிகவும் முக்கியமானவை.

பருத்தி (Cotton) காசீபியம் சிற்றினங்கள் (Gossypium spp.) : இச் செடியின் விதைகள் அதன் நார்களுக்குமட்டுமன்றி, கால் நடைத் தீவனமாகவும் பயன்படுகின்றன. கிழக்கிந்தியக் கம்பெனியின் அறிக்கையிலிருந்து டாக்காவைச் (Dacca) சுற்றி உயர்ரகப் பருத்தி பயிரிடப்பட்டு வந்ததாலும், நாளடைவில் புது இனங்களுடன் கலந்ததாலும் இவ்வுயர் ரகங்களின் தனித்தன்மை மறைந்துவிட்டது.

காசீபியம் (Gossypium) என்ற பேரினம் வகைபாட்டியல் வல்லுநர்களுக்கு ஒரு புதிராகவே இருந்தது. ஹட்சின்சன் (Hutchinson), சில்லோ (Silow), ஸ்டீபென்ஸ்(Stephens) முதலியவர்கள் இந்தப் பேரினத்தின் சிற்றினங்களை ஆராய்ந்து 20 சிற்றினங்களாக வகைப்படுத்தியுள்ளார்கள். இவற்றில் 4 சிற்றினங்கள் பஞ்சுக்காகப் பயிரிடப்படுகின்றன. அவற்றில் கா. ஹெர்பேசியும் (G. herbaceum), கா. ஆர்போரியம் (G. arboreum) இரட்டைமயச் செடிகளாகும். இவை ஆசியா, ஆப்பிரிக்கா நாடுகளில் பயிராகின்றன. கா. பார்படென்ஸி (G. barbadense), கா. ஹிர்சுடம் (G. hirsutum) என்பவை நான்மய இனங்கள். மேலும், அவை அமெரிக்க இனங்களாகும்.

சிற்றினங்களிடையே மாற்றுக் கலவியல் நடத்துவது மிகவும் கடினமாகும். அவ்விதம் மாற்றுக் கலவியல் நடந்தாலும், முதல்

சந்ததிச் செடிகள் மலடுகளாக அமைகின்றன. பருத்தியைப் பஞ்சின் அடிப்படையில் இரு இனங்களாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகையில் பஞ்சு குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் வட்டமாகக் காணப்படும். இங்குச் செல்லின் உட்சுவரில் செல்லுலோஸ் படிவதால், செல் லுயூமென் (lumen) மறைந்து விடுகிறது. இவ்விதப் பஞ்சுகள் விதையுடன் அழுத்தமாகச் சேர்ந்திருப்பதால் பிரித்தெடுப்பது கடினம். இவை முறுக்கேற்றவும் முடியாது. மற்ற ரகத்தின் பஞ்சு நீளமாகவும், செல்லுலோஸ் படிதல் குறைவாகவும் இருக்கும். அதனால் பஞ்சினுள்ளே வெற்றிடம் (vacuum) காணப்படும். செல்லுலோஸ் சுழல் முறையில் படிந்திருப்பதால் இவ்வகைப் பஞ்சை முறுக்கி நூல் தயார் செய்வது சுலபம். தன்னிச்சையாக வளரும் இரட்டைமயப் பஞ்சுகள் நெசவுக்கு உகந்தவையல்ல. ஆசிய ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் பயிராகும் இரு சிற்றினங்களான கா. ஹெர்பேசியும் (G. herbaceum) ஐந்து ரகங்களையும், கா. ஆர்போரியம் (G. arboreum) ஆறு ரகங்களையும் பெற்றுள்ளன. கா. ஆர்போரியத்தில் குற்றினமாகிய இண்டிகம் (indicum) ஆதிகாலந் தொட்டே இந்தியாவில் பயிரிடப்படுகிறது. இதனுடைய பஞ்சு சற்று முரடாகவும், நீளம் குறைவாகவும் காணப்படுகிறது.

இப் பயிரைப் பல நோய்க்கிருமிகள் தாக்குகின்றன. முக்கியமாகச் சேந்தோமோனஸ் மால்வேசியாரும் (Xanthomonas malvacearum) என்ற பாக்டீரியா அதிக சேதம் விளைவிக்கிறது. இது விதை இலைகள், இலைகள், பருத்திக் காய்கள் முதலியற்றையெல்லாம் பாதிக்கும். இதைத்தவிர, புசேரியம் (Fusarium) என்ற காளானும் பருத்திச் செடியின் சாவிற்குக் காரணமாகிறது.

பயிரிடப்படும் பருத்தியினங்கள் காட்டினங்களைவிட அதிக அளவில் பண்புப் பாகுபாடுகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. இதற்குப் பயிர் செய்வதே காரணமாகும். பருத்தியினங்களை உயர்வடையச் செய்யப் பல வழிகளுண்டு. அவை யாவன:

(1) புது இனங்களை உட்புகுத்தல்: அமெரிக்காவில் இவ்வழியைப் பின்பற்றியுள்ளனர். வெளி நாட்டினங்களும், உள்நாட்டினங்களும் இயற்கையிலே மாற்றுக் கலவியலுக்குட்பட்டுப் புது இனங்கள் தோன்றியிருக்கலாம்.

(2) தேர்ந்தெடுத்தல்: உள்நாட்டினங்களிலேயே நல்ல ரகங்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல்.

(3) மாற்றுக் கலவியல்: இரு குற்றின, இரு சிற்றின மாற்றுக் கலவியல் நல்ல பலனைக் கொடுத்துள்ளது. இதைத் தவிர, பான்மிக்ஸியா (Panmixia) என்ற முறையில் நல்ல பலன்

கிடைத்துள்ளது. இம் முறைப்படி அதிக ரகங்களை வரிசை வரிசையாகப் பயிர் செய்து செயற்கை முறை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்துதல். பிறகு விதைகளை எடுத்துப் பயிர் செய்து, எந்த ரகம் அதிக உயர்ப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது என்று கண்டறிவது. இதே போல் பல வருடங்கள் திரும்பத் திரும்பக் கையாண்டால் நமக்குத் தேவையான பண்புகளுடன்கூடின இனம் கிடைக்கலாம்.

(4) பலனைப் பெருக்க ஹைபிரிட் திடம் ஒரு சரியான வழி யென்று வல்லுநர்கள் கருதுகிறார்கள்.

சணல் (Jute) **கார்க்கோரஸ் ஒலிடோரியஸ்** (Corchorus Olitorius) **கார்க்கோரஸ் கேப்சுலேரிஸ்** (Corchorus Capsularis): இப் பயிர் வியாபார சம்பந்தமாய் மிகவும் முக்கியமானது. சணலின் தாயகம் சீனாவாக இருக்கக்கூடும் என்றும், அங்கிருந்து இந்தியாவிற்கு வந்திருக்கலாம் என்றும் கருதுகிறார்கள். கிழக்கு இந்தியக் கம்பெனியாரின் மூலமாக இப் பயிரின் அவசியம், வெளி நாடுகளுக்குத் தெரிய வந்தது.

வட இந்தியாவில் முக்கியமாக வங்காளத்தில் இப் பயிர் அதிகமாக விளைகிறது. பாகிஸ்தான் பிரிந்த பிறகு சணல் உற்பத்தித் தொழில் மிகவும் பாதிக்கப்பட்டு விட்டது. தற்சமயம் தென்னிந்தியாவில் முக்கியமாகத் தஞ்சை மாவட்டத்தில் காவேரி டெல்டாப் பிரதேசத்தில் இப் பயிரை வளர்க்க முயற்சிகள் நடக்கின்றன. உலகச் சணலில் 90 சதவிகிதம் இந்தியச் சணலாகும்.

6. பழ வகைகள் (Fruit Crops)

பழ வகைத் தாவரங்களைப் பெருக்கும் முயற்சியில் இந்தியா அவ்வளவாக முன்னேறவில்லை. இந்தியத் துணைக்கண்டம் பலவகை சீதோஷ்ண பாகுபாடுகளுக்குட்பட்டுள்ளது. அந்தந்தச் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு கனி வகைகள் கிடைக்கின்றன. மேலும், அதிக வெப்பம் அதிக மழை இவை மரங்களின் பலனை அதிக அளவில் பாதிக்கக் கூடும். ஐரோப்பா போன்ற குளிர்நாட்டில் பழங்களைக் கெடாமல் நாள்பட வைத்திருக்க முடிகிறது. ஆனால், இந்தியா போன்ற வெப்ப நாடுகளில் கனிகள் சீக்கிரத்தில் கெட்டு விடுகின்றன.

இந்தியக் கனி வகைகளில் தற்சமயம் வாழையும், மாவும் முதலிடம் பெறுகின்றன. கடந்த சில ஆண்டுகளாக இக் கனிகள் அயல்நாடுகளுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன.

வாழை (Banana) **மியூசா சேபியன்டம்** (Musa Sapientum): வாழை, முக்கனிகளில் ஒன்ருகும். கடந்த சில ஆண்டுகளாக இக் கனிகள் அயல் நாடுகளுக்குப் பெருமளவில் அனுப்பப்படுகின்றன. வாழை இனத்தை உயர்வடையச் செய்ய ஆடுதுறை ஆராய்ச்சிப் பண்ணையில் பல சோதனைகள் நடக்கின்றன. தென்னிந்தியாவில் கேரளத்தில் அதிக வகைகள் கிடைக்கின்றன. முன்னுள் வகை பாட்டியல் வல்லுநர்களின் கூற்றுப்படி வாழையில் இரு சிற்றி னங்கள் உண்டு. அவை மியூசா பாரடைசியாகா (Musa paradisiaca), மி. சேபியண்டம் (M. sapientum) ஆகும். முதலினத்தின் கனிகளை அப்படியே சாப்பிடக் கூடும். அதனுல், இதைக் கனிவகை (Table Variety) என்று கூறுவர். பின் வகைக் கனிகளை வேக வைத்தே உண்ண முடியும் என்பதால் சமையல் வகை (Cooking Variety) என்று வகைப்படுத்தியுள்ளனர். ஆனுல், அவற்றின் ஃபினேடைப்பிலோ, ஜீனேடைப்பிலோ பாகுபாடு காண்பதரிது. அதனுல் கோயம்புத்தூர் விவசாய ஆராய்ச்சிக் கழகத்தில் இரு சிற்றினங்களையும் ஒன்ருக்கி மி. சாபடைசியாகா (M. sapadisica) என்ருக்கியுள்ளனர்.

நாம் உபயோகிக்கும் சிறந்த இனங்கள் பாலிலா இனப் பெருக்கம் செய்வதால், டிகேண்டோல் (De Candolle) கூற்றுப்படி இவை மாற்றுக் கலவியல் மூலமாகத் தோன்றியிருக்கக்கூடும். வாழையினங்கள் தென்கிழக்கு ஆசியாவில் காணப்படும் காட்டு வாழையினமான மி. அகுமினேடா(M. acuminata)விலிருந்து தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்று சக்ரவர்த்தி (Chakravarti) என்பவர் கருதுகிருர். உடற்திசு திடீர் மாற்றத்தால்தான் புது ரகங்களான ரஸ்தாளி, பூவன், பேயன், பச்சை நாடன், தேன் கதளி முதலியவை பிரிந்திருக்கக் கூடும்.

மா(Mango) **மேன் ஜிஃபெரா இண்டிகா** (Mangifera Indica): மா, தமிழ் முக்கனிகளில் ஒரு கனியாகும்; ஆதிகாலந்தொட்டே இந்தியர்களால் உபயோகப்பட்டு வந்துள்ளது. மேன்ஜிஃபெரா என்ற பேரினத்தில் ஏறத்தாழ 15 சிற்றினங்கள் உள்ளன. அவற்றில் மே. இண்டிகா (M. indica) எனப்படும் மா சிறந்தது. மற்றவை மலாயா போல் வெப்ப நாடுகளில் பயிராகின்றன. இந்தச் சிற்றினமானது, அயல் நான்மயமாக (Allo tetra-ploid) இருக்கக்கூடும் என முகர்ஜி (Mukherjee 1953) கருது கிருர். இந்த இனமானது 4, 5ஆம் நூற்ருண்டில் இந்தியாவிலிருந்து மற்ற நாடுகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டிருக்கலாம்; போர்ச்சு கீசியர்கள் மூலமாக ஆப்பிரிக்காவுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டது. 1740-ஆம் ஆண்டு மேற்கிந்தியத் தீவுகளில் இம் மரமானது புகுத்தப்பட்டது.

இந்தியாவில் பயிராகும் சிற்றினத்தில் இரு ரகங்கள் மிகவும் சிறந்தவை எனக் கருதப்படுகின்றன. அல்பான்சோ (Alphanso), மல்கோவா (Mulgoa) என்பன. மாங்கனியின் தரத்தை உயர்த்த முறைகள் அவ்வளவாகக் கையாளப்படவில்லை. மாற்றுக் கலவியல் நடத்துவது மிகவும் கடினமானது. பூக்கள் அதிகமாகக் காணப்பட்டாலும், காய் குறைந்த அளவில்தான் தோன்றுகின்றன. ப்ளாரிடா (Florida) தீவில் 13,000 பூக்களை மாற்றுக் கலவியலுக்கு உட்படுத்தினதில் 45 விதைகளேதான் தோன்றின. மேலும், ஒரு தலைமுறைக்கும் அடுத்த தலைமுறைக்கும் இடைவெளி அதிகமாகக் காணப்படுவதால், செய்முறை மிகவும் சிக்கலாகவுள்ளது. இந்தியாவிலிருந்து ஆயிரம் டன் மாங்காய் ஊறுகாய், மற்றும் வேறு பொருள்கள் வெளிநாடுகளுக்கு அனுப்பப் படுகின்றன.

பப்பாளி (Papaya) **கேரிகா பபையா** (Carica Papaya): இச் செடியானது வெப்ப நாடுகளில் கனிக்காகவும், காய்கறிக்காகவும் பயிரிடப்படுகிறது. இம் மரமானது தன்னிச்சையாக வளர்வதில்லை. மெக்ஸிகோ இதன் தாயகமாக இருக்கலாம் எனக் கருதுகிறார்கள். இந்தியாவில் பப்பாளி வளர்ப்பு அவ்வளவாக முன்னேறவில்லை. இம் மரமானது ஒரு பால் டயீஷியஸாக (Dioecious) இருப்பதால், ரகங்களைப் பாகுபடுத்துவது மிகவும் சிக்கலாகவுள்ளது. ஹவாய்த் தீவில் இருபால் ரகம் ஒன்று பயிராகிறது.

பப்பாளிச் செடியில் பால் மாற்றம் ஏற்படுவது சாதாரணம். இந்த இனத்தில் ஒருபால் டயீஷியஸ் (Dioceious); ஒருபால் மானீஷியஸ் (Monoecious), இருபால் என்ற மரங்கள் காணப் படுகின்றன. இம் மரத்தின் பால்தன்மையை 5 ஜதை ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இந்த ஜீன்களிடையே பிணைதல் அதிகமாகக் காணப்படுவதால், ஃபினோடைப்பில் அதிக மாறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன.

இந்த ஜீன்களின் அமைப்பு பின் வருமாறு :

M_1 ஆண்பாலுக்கு ஓங்கு நிலையில் உள்ளது.

M_2 இருபால் தன்மைக்கு ஓங்கு நிலையில் உள்ளது.

m பெண்பாலுக்கு ஒடுங்கு நிலையில் உள்ளது.

இந்த ஜீன்களின் கூட்டுச் செயல்கள் பின் வருமாறு :

M_1M_1; M_2 M_1; M_2 M_2. இந்தச் சேர்க்கை இருந்தால் முளைக்கக் கூடிய விதைகள் தோன்றுவதில்லை.

M_1 m – ஆண் மரத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது.
M_2 m – இருபால் மரத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது.
m m – பெண் மரம் கிடைக்கும்.

பயிர்ப் பெருக்குபவனுக்கு இச் செடிமூலம் மற்ெறாரு சிக்கல் தோன்றலாம். பப்பாளி மரமானது வளர்ந்து பூக்கும் பருவத்தில் தான் அதன் பால்தன்மை வெளிப்படும். அதனால் முளைத்த செடி ஆண் மரமாக இருந்தால், அவன் மேற்கொள்ளும் முயற்சிகள் கடைசியில் பயனற்றுப் போகலாம். புறத் தோற்றத்தில் பால்பாகுபாடு கண்டுபிடிக்க வேறு வழியே இல்லாததே இதற்குக் காரணமாகும். மேலும், இருபால் மர இனங்களில் பண்புகளைச் சிதைந்து போகாமல் கட்டுப்படுத்துவது சுலபம். ஆனால், ஒருபால் இனங்களில் அயல்மகரந்தச்சேர்க்கையால் பல சிக்கல்கள் விளையலாம். இலங்கை, தென் ஆப்பிரிக்கா, ஹவாய் முதலிய நாடுகள் பப்பாளி உற்பத்தியில் முதலிடம் வகிக்கின்றன. இந்தச் செடியிலிருக்கும் பாலிஸ் (latex), பபெயின் (papain) என்ற நொதியுள்ளது. இது புரதத்தைக் கரைக்கக்கூடியது.

சர்க்கரைத் தாவரங்கள்

இந்தியாவில் சர்க்கரைப் பொருள்களைக் கரும்பு, பனை, பீட் கிழங்கு முதலியவற்றிலிருந்து பெறுகிறார்கள். அவற்றில் கரும்பு மிகவும் முக்கியமானது.

கரும்பு (Sugar cane) சகேரும் அபீஸினேரும் (Saccharum officinarum) : இப் பயிரைப்பற்றிய விளக்கம் முன்னோர் அத்தியாயத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அயல் கருத்தரித்தல்மூலம் செடிகளைப் பெருக்கும் முறையில் இந்தப் பேரினத்தைப்பற்றி விளக்கமாகக் காணலாம். கரும்புப் பெருக்கத்தில் கோயம்புத்தூரைச் சேர்ந்த டாக்டர் T. S. வெங்கடராமன் என்பவரின் சாதனை குறிப்பிடத் தக்கது.

இந்தப் பேரினத்தில் பல வகை மாற்றுக் கலவியல்களை நடத்தியுள்ளனர்.

எடுத்துக்காட்டாக: கரும்பு × சோளம்
கரும்பு × மூங்கில்
கரும்பு × மக்காச்சோளம்
கரும்பு × தருப்பைப் புல்

மேற்கண்ட மாற்றுக் கலவியலில் கிடைத்த சில ஹைபிரிட்டுகள் மலடாக அமைந்துள்ளன. சில சோதனைகள் மூலம் அவற்றையும் பாலினப் பெருக்க ரகங்களாக மாற்ற முயற்சிகள் கையாளப்படுகின்றன.

பான வகைகள் (Soft Drinks)

காஃபி (Coffee) **காஃபியா அரேபிகா** (Coffea Arabica): பதப் படுத்திய வறுத்த விதைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பொடி யானது காஃபி தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. அரேபியர்கள்தான் காஃபியின் உபயோகத்தை 15ஆம் நூற்றுண்டிலேயே அறிந்திருந் தார்கள். அங்கிருந்துதான் இப் பழக்கம் மற்றக் கீழை நாடு களுக்குச் சென்றது. இந்தச் செடியின் தாயகம் எதியோப்பியா என்று கருதுகின்றனர். அங்குக் காஃபியிலிருந்து ஒரு வகை மது பானம் தயாரித்து வந்தனர்; மேலும், காஃபிப்பொடியை மாமி சத்துடன் சேர்த்து உண்டனர். காஃபி பழத்தின் தோல், கனி யின் உள் உறை முதலியவை உரமாகப் பயன்படுகின்றன. காஃபிக் கொட்டையிலிருந்து காஃபிலைட் (Coffelite) என்ற ப்ளாஸ்டிக் தயார் செய்கிறார்கள். வகைபாட்டியல் வல்லுநர்கள் கூற்றுப்படி காஃபிப் பேரினம் 25 முதல் 100 சிற்றினங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள் ளது. இவற்றில் மூன்று சிற்றினங்கள் மிகவும் முக்கியமானவை யாகும். ஆனால், இரண்டு சிற்றினங்கள்தான் இந்தியாவில் பயிரிடப்படுகின்றன. காஃபியா அராபிகா (Coffea arabica), கா. கினேபோரா (C. canephora). மூன்றாவது சிற்றினம் கா. லைப்ரிகா (C. librica) ஆகும். இது ப்ரேசில் நாட்டில் வளரும் மரமாகும்; ஆனால், மற்ற இரு சிற்றினங்களைப்போல் அவ்வளவு பலன் தருவதில்லை.

காஃபியா அராபிகா (Coffea Arabica) : இது மிகவும் முக்கிய இனமாகும். இஃது ஒரு நான்மய இனம். இதில் நூற்றுக்கணக்கில் ரகங்கள் உள்ளன. இந்த நான்மய இனத்தை மற்ற இரட்டை மய இனத்துடன் மாற்றுக் கலவியல் நடத்தி மும்மய இனங்கள் தோற்றுவித்துள்ளனர். ஆரம்பத்தில் இவை மலடுகளாக இருந்த போதிலும், சோதனைகள்மூலம் வீரியமுள்ளவையாக மாற்றப் பட்டன. தென்னிந்தியாவில் மைசூர் மாநிலத்தைச் சேர்ந்த சிக்மகளூர் (Chikmagalur) காஃபி ஆராய்ச்சிப்பண்ணையில் நோய்க் காப்பு இனங்களை உண்டுபண்ணும் சோதனைகள் நடக்கின்றன.

காஃபியா கினேபோரா (C. Caneophora) : இதைத்தான் ரொபஸ்டா காஃபி (Robusta coffee) என்கிறோம். இஃது இரட்டைமய இனமாகும். இது மகசூல் கூடின நோய்க்காப்பு வாய்ந்த இனமாகும். ஆனால், காஃபியின் தரம் முன்னதைவிடக் குறைவாகக் காணப்படும்.

தேயிலை (Tea) **கெமில்லியா சைனன்ஸிஸ்** (Camellia Sinensis): இது சைனாவில் நெடுங்காலமாகப் பயிரிடப்பட்டு வந்த செடியாகும். தொடக்கத்தில் இந்தச் செடி மருந்துச் செடியாகப் பயன்படுத்தப்

பட்டது. 2000–3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே இஃது ஒரு பானமாக உபயோகத்திலிருந்தது. தொடக்கத்தில் பச்சைத்தேயிலே யிலிருந்தே நீராவிமூலம் பானம் தயாரிக்கப்பட்டது. கறுப்பு டீ எனப்படும் பானம், தேயிலேயைக் காய வைத்து, காடியாக்கு தலுக்கு உட்படுத்தித் தயாரிக்கும் முறையாகும். தேயிலேயின் தாயகம் பர்மா நாட்டிலுள்ள ஐராவதி ஆறு உற்பத்தியாகுமிடமாகும். இந்தியாவில் 1800ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு தேயிலேயைப் பயிரிடத் தொடங்கினர்கள். ஆனல், அஸ்ஸாம், மணிபுரி முதலிய இடங்களில் காட்டுத் தேயிலே இனங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றுடன் அயல் நாட்டினங்களேயும் கலந்து, புது இனங்கள் தோற்றுவித்துள்ளனர். பயிரிடப்படும் தேயிலேயைச் சைனத் தேயிலே, அஸ்ஸாம் தேயிலே என்று இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். டார்ஜிலிங் பிரதேசத்தில் பயிரிடப்படும் தேயிலே முன் சொன்ன இரு வகைகளின் ஹைபிரிட்டாகும். இது மலேப்பாங்கான இடத்தில் 4000 – 6000 அடி உயரத்தில் பயிராகும். ஆண்டு முழுவதும் சீதோஷ்ண நிலே ஏறத்தாழ ஒரே அளவில் அமைந்திருக்க வேண்டும்.

சாதாரணமாகத் தேயிலே 15 மீட்டர் உயரம் வளரக்கூடிய மரமாகும். ஆனல், அவற்றைப் பயிரிடும்பொழுது துளிர்களேப் பறிப்பதற்காகத் தரித்து விடுவார்கள். சாதாரணமாகத் தேயிலே விதைகள்மூலம் பெருக்கப்படுகிறது. ஆனல், பாலிலா இனப் பெருக்க முறையும் நடக்கிறது. தண்டுகளே வெட்டி நடுவதால் புதுச்செடி தோன்றும். ஒரு தேயிலேப் புதரிலிருந்து ஆண்டுக்கு 800 பதியன்கள் எடுக்கலாம். தரிசு நிலமே தேயிலேக்கு உகந்த இடம்; இருந்தபோதிலும் புல்வெளிகளிலோ, வேறு பயிர் செய்த இடங்களிலோ தேயிலேயைப் பயிரிடலாம்.

தேயிலே ரகங்களேத் தேர்ந்தெடுத்தல், மாற்றுக் கலவியல் நடத்துதல் முதலிய முறைகள் இன்னும் அதிக அளவில் கையாளப் படவில்லே. உயர்ந்த ரகங்களேக் குளோன்கள் மூலம் இனப் பெருக்கம் செய்வதால் பயிர் பெருக்குபவர்களுக்கு மற்ற முறைகளில் அக்கறை ஏற்படவில்லே.

மேற்கண்ட தாவரங்களேத்தவிர மிளகாய், தக்காளி, புகையிலே முதலியவை அமெரிக்காவிலிருந்து போர்ச்சுகீசியர்கள்மூலம் இந்தியாவிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டன. இவற்றில் புகையிலேயில் பயிர்ப் பெருக்கம் அதிக அளவில் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இச் செடியின் பூக்கள் பெரியவையாகவும், சிக்கலில்லாமலும் காணப் படுகின்றன; காய்களிலும் அதிக விதைகள் தோன்றுகின்றன. அதனல், கரும்புப் பயிரைப் போலவே இந்தப் பேரினத்திலும் மாற்றுக் கலவியல் சோதனைகள் பெரிய அளவில் நடந்துள்ளன.

10. பயிர்ப் பெருக்குதல் எதிர்காலம்
(Future of Plant Breeding)

ஆராய்ச்சியாளர் கொள்கை

தாமஸ் எடிசனை அவர் சீடர் ஒரு கேள்வி கேட்டாராம். 'நம் ஆராய்ச்சியில் ஆயிரக்கணக்கான தோல்விகளைக் கண்டபோதி லும் நீங்கள் ஆராய்ச்சியில் மனம் தளர்வதில்லையே ! ஏன் ?' அதற்கு எடிசன் தந்த பதில் : ' அந்தத் தோல்விகளிலும் நன்மை உள்ளது. எந்த முறை நமக்குப் பயனற்றது என்று இவற்றின் மூலமாக நாம் உணரலாம்.

பயிர்ப் பெருக்குதலில் நல்ல பலன் கிடைக்க வேண்டுமென்ருல், ஆராய்ச்சியாளர் சோதனைக்கூடத்தில் கீழ்க்காணும் குறிப்பு களுக்கு முதலிடம் தர வேண்டும் :

1. விவசாயி எந்த மண்ணில், வெப்ப நிலையில் பயிரிடப் போகிருனே, அந்தச் சூழ்நிலையைக்கொண்டு, சோதனைப் பாத்திகளைத் தயார் செய்து ஆராய்ச்சி நடத்த வேண்டும்.
2. சோதனைப் பாத்திகளிலும், வயல்களிலும் எவ்விதப் பயிர் மாற்று முறையை விவசாயி கையாள்கிருனே, அதே முறையைப் பின்பற்ற வேண்டும்.
3. சோதனைப் பாத்திகளில் கையாள்வதை, அறுவடை செய்ததை நிறுக்கவும், விதைகளை எண்ண, பயிரிட, அறுவடை செய்ய, போர் அடிக்கத் தகுந்த சுலபமான முறைகளைக் கண்டு அறிய வேண்டும்.
4. சோதனைகளைத் திருப்பிச் செய்து பார்க்க வேண்டும். இதனல் அறியாமல் வந்த பிழைகளை நிவர்த்திக்க முடியும். சில சமயங்கள் தவிர்க்க முடியாத பிழைகள்

நேரிடலாம். அவற்றைக் கண்டுபிடித்துக் குறிப்பு எடுத்து வைத்தல்.

இனச்சோதனை (Variety Test)

பயிர்ப் பெருக்குதலில் நல்ல பலன் கிடைக்க வேண்டுமானால், நாம் கையாளும் முறைகள் சரியானவையா அல்லது சிக்கல் நிறைந்தவையா என்று தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். பயிர்ப் பெருக்குதலில் முதலில் புது இனங்களைத் தோற்றுவிக்கிறோம். அடுத்தபடி இதில் பல சிக்கல்கள் தோன்றுகின்றன. புது இனங்களில் எந்த இனம் மிகச் சிறந்தது என்று கண்டறிய வேண்டும். இதில் தேர்ச்சி பெற்றால்தான் பயிர்ப் பெருக்குதலில் நல்ல பலன் ஏற்படும். இச் சிக்கலைப்பற்றி ஆராய்வோம்:

1. **பெயரிடுதல் :** தோட்டக்காரர்களும், விவசாயிகளும் புது இனங்களுக்கும், புது வகைகளுக்கும் கொடுக்கும் பெயர்கள் தற் சமயம் குழம்பிய நிலையில் உள்ளது. இதை ஒழுங்குபடுத்திட வேண்டுமெனில் வகைபாட்டியல் (Taxonomy) அறிவு மிகவும் அவசியம்.

2. **குறைப்பாடான விவரங்கள் :** விவசாயிகள் கொடுக்கும் புள்ளி விவரங்கள், குறிப்புகள் மிகவும் குறைவாக அமையும். சில சந்தர்ப்பங்களில் மிகைப்படுத்தியதாகவும், தவறு நிறைந்தும் காணப்படலாம். இதைத் தவிர்க்கப் புது இனத்தை எவ்வாறு விவரிப்பது என்று ஒரு மாதிரித் தயாரித்துக் கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

3. **கடைச் சரக்கிலுள்ள கலப்படம் :** இந் நாளில் கலப்படம் என்பது மிகவும் சாதாரண நிகழ்ச்சியாக உள்ளது. எந்தப் பொருளிலும் சம்பந்தமற்ற கேடுகள் விளைவிக்கக்கூடிய வேறு பொருள்களைக் காணலாம். சில பெயர் பெற்ற நிறுவனங்களில் மட்டும் நல்ல தரத்தை எதிர்பார்க்கலாம். நாம் எடுத்துக் கொள்ளும் மாதிரி நல்ல தரமானதுதானா என்பதைச் சோதனை செய்து முடிவு செய்ய வேண்டும். பிறகுதான் அவற்றை முடிக்க வேண்டும்.

4. **மாறுபாடுகளின் சிக்கல் தன்மை :** ஓர் இனத்தில் பல மாறு பாடுகள் இருக்கலாம். அவை நிலைத்தவையாகவோ அல்லது மாறு பவையாகவோ அமையலாம். அவை பரம்பரை வழியாகத் தோன்றலாம்; அல்லது அத் தலைமுறையோடு அழிந்து போகலாம்.

இவற்றைச் சரியாகப் பண்பியல் வாயிலாக ஆராய்ந்து அறிய வேண்டும்.

பயிர்ப் பெருக்கத்தின் எதிர்காலம்

உலக மக்கள் தொகை அதிகரித்துக்கொண்டே போகிறது. பயிர்ப் பெருக்குதல் முறையில் நாம் கையாளும் வகைகளினுல் கிடைக்கும் உணவுப் பொருள்கள் பெருகும் மக்கள் தொகைக்கு ஈடு செய்வதாக இல்லே. உணவுப் பிரச்சினையைப்பற்றி எடுத்துக்கொண்டால், ஆராய்ச்சியாளர் வேலே இரு பகுதிகளாக அமைகிறது:

1. நம் மூதாதையர்கள் பயிர்ப் பெருக்குதலில் என்ன செய்தார்கள் என்று பகுத்தறிய வேண்டும்.
2. நமக்குப் பின் வரும் சந்ததி என்ன எதிர்பார்க்கிறது? இவற்றை ஆலோசித்து, தன்னுடைய ஆராய்ச்சியை வகைப்படுத்த வேண்டும்.

முன்னிருந்த விவசாயி பயிர்ப் பெருக்குதலில் உபாயங்களேக் (tactics) கையாண்டான். வரும் சந்ததி அவற்றைத் தவிர்த்துத் தந்திரங்களேக் (strategy) கையாள வேண்டும். இயற்கை இவ்வளவு காலமாய்ப் பரிணமம்மூலம் கையாண்ட உபாயங்கள், தந்திரங்களே அவன் ஆராய்ந்து அம் முறையைப் பின்பற்ற வேண்டும். பயிர்ப் பெருக்குபவன் இயற்கையையே தன் ஆசாளுகக் கொள்ள வேண்டும். வளரும் உலகம் உணவுப் பொருள்களே அதிக அளவில் குறுகிய காலத்தில் எதிர் பார்க்கும். அதனுல் ஆராய்ச்சியாளர் பதட்டப்படாமல் தம் முடிவை மனத்தில் கொண்டு பரிசோதனேயைத் தொடர வேண்டும். செடிகளில் தோன்றும் பாரம்பரிய மாறுபாடுகளேத் தகுந்த முறையில் நிலேயானவையாக்கி, அவற்றை மனிதசமுதாயம் உய்யப் புத்திக் கூர்மையுடன் கையாள வேண்டும்.

பயிர்ப் பெருக்குதலுக்கு வெறும் ஏட்டுப் படிப்பு மட்டும் போதாது; தகுந்த உழைப்பும் வேண்டும். முடிவாக ஒரு பெரியாரின் கூற்ருேடு முடித்துக்கொள்வோம். எடிசன் சொல்வது என்னவென்ருல், 'இரண்டு' சதவிகித அறிவும், தொண்ணூற்றெட்டு சதவிகித வியர்வையுந்தான் மேதையைத் தோற்றுவிக்கிறது.'

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(Bibliography)

GENETICS

1. Adler, I.—'How life began', Signet Key Book, 1959.
2. Altenburg, E.—'Genetics', Holt, Rinehart & Winston, 1961.
3. Auerbach, C.—'Genetics in Atomic Age', Oliver & Boyd, 1956.
4. Babcock, E. B. & Clausen, R. E.—'Genetics in Relation to Agriculture', McGraw Hills, 1927.
5. Barish, N.—'The Gene Concept', Chapman & Hall Ltd., 1966.
6. Begg, C. M. M.—'An Introduction to Genetics', The English University Press, 1959.
7. Brachet, J. & Mirsky, A. E.—'The Cell, Vol. I', Academic Press, 1959.
8. Brachet, J. & Mirsky, A. E.—'The Cell, Vol. III', Academic Press, 1961.
9. Brachet, J. & Mirsky, A. E.—'Biochemical Cytology', Academic Press, 1957.
10. Butler, J. A.—'Inside the Living Cell', E.L.B. Series, 1959.
11. Cohn, N. S.—'Elements of Cytology', Harcourt Brace & World, 1964.
12. Chandrasekaran, S. N., Parthasarathy, S. V. & Krishnaswamy, N. — 'Cytogenetics & Plant Breeding', P. Varadachary & Co, 1960.

13. Crew, F. A. E.—'Sex Determination', John Wiley & Sons, 1954.

14. Daniel Sundararaj & Thulasidas — 'Introduction to Cytogenetics & Plant Breeding', Popular Book Depot, 1966.

15. Darlington, C. D.—'Chromosome Botany', George Allen & Unwin, 1956.

16. Darlington, C. D. & Mather, K.—'The Elements of Genetics', George Allen & Unwin, 1952.

17. Goldschmidt, R. B.—'Understanding Heredity', John Wiley, 1955.

18. Hagberg, A. & Akerberg, E.—'Mutation & Polyploidy in Plant Breeding', Heinemann, 1962.

19. Hartman, P. E. & Suskind, S. R.—'Gene Action', Printice Hall of India Pvt., 1969.

20. Hayes, W.—'The Genetics of Bacteria & Their Viruses', E. L. B. Series, 1970.

21. Levine, L.—'Biology of the Gene', Toppan Company, 1969.

22. Mahler, H. R. & Cordes, E. H.—'Biological Chemistry', Harper & Row, 1969.

23. Mather, K.—'The Measurement of Linkage in Heredity', John Wiley, 1951.

24. Mclean, R. C. & Ivimey Cook, W. R.—'Text Book of Theoritical Botany, Vol. III', Longmans, 1967.

25. Richaria, R. H.—'Plant Breeding in Genetics in India, Vol. I', Scientific Book Company, 1957.

26. Riley—'Genetics & Cytogenetics', John Wiley, 1949.

27. Serra, J. A.—'Modern Genetics, Vol. I, II & III', Academic Press, 1968.

28. Sinnot, E. D .W., Dunn, L. C., Dobzhansky, T. H. —'Principles of Genetics', McGraw, 1958.

29. Srb. A. M., Owen, R. D. & Edgar, R. S.—'General Genetics', Eurasia Publishing, 1965.

30. Sutton—'Genes, Enzymes & Inherited Diseases', Holt Rienhart & Winston, 1961.

31. Waddington, C. H.—'An Introduction to Modern Genetics', Allen & Unwin, 1959.

32. Wallace, B. & Dobzhansky, T.H.—'Radiation Gene & Man', Holt Rienhart & Winston, 1959.

33. Walter, H. E.—'Genetics', The Macmillen, 1948.

34. Wilson, G. B. & Morrison, J. H.—'Cytology', Van Nostrand Reinhold Co., 1966.

35. Winchester, A. M.—'Heredity-An Introduction to Genetics', Barnes & Nobb, 1962.

36. White, M. J. D. — 'The Chromosomes', John Wiley & Sons, 1954.

37. White House, H. L. K.—'Towards an Understanding of the Mechanism of Heredity, Edward Arnold Ltd., 1969.

38. Woese, C. R.—'The Genetic Code', Harper & Row, 1967.

PLANT BREEDING

1. Babcock, E. B. & Clausen, R. E.—'Genetics in Relation to Agriculture', McGraw Hills, 1927.

2. Daniel Sundararaj & Thulasidas—'Introduction to Cytogenetics & Plant Breeding', Popular Book Depot, 1966.

3. Hagberg, A. & Akerberg, E.—'Mutation & Polyploidy in Plant Breeding', Heinemann, 1962.

4. Heys, H. K. & Immer, F. R.—'Methods of Plant Breeding', McGraw Hills, 1942.

5. Lawrence, W. J. C.—'Plant Breeding', Edward Arnold Ltd., 1968.

6. Michurin, I. V.—'Selected Works', Foreign Language Publishing House, 1949.

7. Richaria, R. H.—' Plant Breeding in Genetics in India, Vol. I', Scientific Book Company, 1957.

8. Riley, H. P.—'Introduction to Genetics & Cytogenetics', John Wiley, 1949.

9. Chandra Sekaran, S. N. & Parthasarathy, S. V. & Krishnasamy, N.—'Cytogenetics & Plant Breeding', P. Varadachary & Co., 1960.

10. Year Book of Agriculture—'Crops in Peace & War', U. S. Government Printing Office, 1950 - 51.

11. அருணாசலக் கவுண்டர், கு.—கரும்பின் கதை, கொங்குவேள் நிலையம், 1962.

கலைச்சொற்கள்

(ஆங்கிலம்—தமிழ்)

A

Acclimatisation	—	வெப்பதட்ப நிலைக்கு ஒப்ப
Acentric	—	ஏசென்ட்ரிக்
Additive effect	—	கூட்டுச்செயல்
Algebraic method	—	இயல் கணித முறை
Allele	—	அலில்
Allelomorph	—	அலிலோமார்ஃப்
Alloploidy	—	அயல் மயம்
Allosome	—	அல்லோஸோம்
Alternate host	—	மாற்று ஆதாரத் தாவரம்
Alternate method of inheritance	—	மாற்று பாரம்பரிய வழி
Amphidiploid	—	ஆம்ஃபிடிப்ளாய்ட்
Aneuploidy	—	அனுப்ளாய்டி
Anticodon	—	எதிர் கோடான்
Ascospore	—	ஆஸ்காஸ்போர்
Autocatalyst	—	ஆடோ கேடலிஸ்ட்
Autoploidy	—	தன்மயம்
Autosome	—	ஆட்டோஸோம்
Awn (paddy)	—	கொம்பு (நெல்)

B

Back cross	—	பின் கலவியல்
Bisexual	—	இருபாலான
Blended inheritance	—	கலந்த பாரம்பரிய வழி
Brachy phalangy	—	இரட்டைக் கணு விரல்
Bracket method	—	அடைப்பு முறை
Bulk method	—	பெருமளவு முறை

C

Catalyst — செயல் ஊக்கி
Character — பண்பு
Checker board — சொக்கட்டான் அல்லது சதுரங்கப் பலகை
Chemurgy — செமர்ஜி
Chiasma — கயாஸ்மா
Chimera — கைமீரா
 Sectorial — பகுதி
 Periclinal — சுற்றிவளர்
 Mericlinal — மெரிக்லைனல்
 Hyper — ஹைபர்
Chlorosis — பசுமைச்சோகை
Chromonema — குரோமோனீமா
Cistron — ஸிஸ்ட்ரான்
Clone — குளோன்
Codon — கோடான்
Colour blindness — வண்ணக் குருடு
Comb of Poultry — கோழிக் கொண்டை வகைகள்
 Rose — ரோஸ்
 Pea — பட்டாணி
 Single — சிங்கிள்
 Walnut — வால்நட்
Complementary factor — நிரப்பும் காரணி
Compound determiners — கூட்டுக் காரணிகள்
Conservative view — பாதுகாப்புக் கொள்கை
Copy choice — விரும்பும் நகல்
Coupling — இணைதல்
Criss Cross — குறுக்கு முறை
Cross over — எதிர் மாறுதல்
Cumulative — கூட்டுக் கொள்கை
Cytological — ஸெல்லியல்

D

Day neutral plant — சமநாள் செடி
Deficiency (or) Deletion — குறைதல்
Detrimental mutation — கேடு விளைவிக்கும் இடர் மாற்றம்
Development — வளர்ச்சி

Dihybrid — இரு ஹைபிரிட்
Diluters — குறைப்பன
Dioecious — டயீஷியஸ்
Diploid — இரு மயம்
Dispersive view — சிதறுதல் கொள்கை
D.N.A. — டி.என்.ஏ.
Dominant — ஓங்கு
Double recessive — இரட்டை ஒடுங்கு தன்மை
Drought enduring — வறட்சி ஏற்றுக்கொள்பவை
Drought escaping — வறட்சி தப்புபவை
Drought evading — வறட்சி தவிர்ப்பவை
Drought resistant — வறட்சி எதிர்ப்பவை
Duplication — நகலாக்கல்
Dyad — டையட்

E

Einkorn wheat — என்கார்ன் கோதுமை
Elementary fibrils — தொடக்கக் கயிறுகள்
Emasculation — ஆண்பாகம் அகற்றல்
Embryo — கரு
Emmer wheat — எம்மர் கோதுமை
Epistatic — எபிஸ்டாடிக்
Eradication — அடியோடு ஒழித்தல்
Euploidy — யூப்ளாய்டி
Exclusion — விலக்குதல்
Experimental — செய்முறை
Extra chromosomal — குரோமஸோமிற்கு அப்பாற்பட்ட

F

Factors — காரணிகள்
Factor hypothesis — காரணிகள் உத்தேசம்
Filial generation — சந்ததிகளுக்குரிய தலைமுறை
Fruit fly — கனி ஈ, பழ ஈ

G

Gamete — கேமீட்
Garden pea — பட்டாணி

Gene — ஜீன்
Generative cell — தோற்றுவிக்கும் செல்
Genetic code — ஜீன் சங்கேதம்
Genetics — மரபியல்
Genome — ஜீனோம்
Genotype — ஜீனோடைப்
Gynandromorph — ஆண்பாதி பெண்பாதி-அர்த்த நாரி

H

Haploid — ஒற்றை மயம்
Helix — சுழல்
Hemizygous — ஹெமிசைகஸ்
Hemophilia — ஹீமோஃபிலியா
Heterochromatic — ஹெடிரோகுரோமேடிக்
Heterochromosome — ஹெடிரோ குரோமஸோம்
Heteropycnosis — ஹெடிரோ பைக்னோசிஸ்
Heterosome — ஹெடிரோசோம்
Homologous — ஒத்த
Horticultural Society — தோட்டப் பயிரியல் கழகம்
Hybrid — ஹைபிரிட்
Hybridisation — மாற்றுக் கலவியல், ஹைபிரிட் தரித்தல்
Hybrid vigour — ஹைபிரிட் திடம்

I

Immunisation — பாதிக்கப்படாத தன்மை
Inbreeding — தற்கலப்பு
Incomplete dominance — முழுமையடையாத ஓங்கு பண்பு
Induced — தூண்டப்பட்ட
Inhibiting factor — தடைக் கொள்கை
Intensifier — அதிகரிக்கச் செய்வன
Intergeneric — இரு பேரின
Intermediate killer gene — சாவிற்குரிய ஜீனின் நடு நிலைமை
Intersex — அலி
Interspecific — இரு சிற்றின
Inter varietal — இரு குற்றின
Introgressive hybrid — இன்ட்ராக்ரெசிவ் ஹைபிரிட்
Isocentric — ஐசோசென்ட்ரிக்

K

Kinetochore — கைனடோகோர்

L

Leaf spot — இலைப் புள்ளி
Leathal factor — சாவிற்குரிய கொள்கை
Linkage — பிணைதல்
Locus — பகுதி
Long day plant — நீள் நாள் செடி

M

Mass Selection — கூட்டுப் பண்ணை முறை
Matrix — மேட்ரிக்ஸ்
Median — மீடியன்
Median Centromere — மீடியன் சென்ட்ரோமியர்
Meiosis — மியாசிஸ்
Mendelism — மெண்டலிஸம்
Modifler factor — மாற்றக்கூடிய காரணி
Monoecious — மானீஷியஸ்
Monohybrid — ஒற்றை ஹைபிரிட்
Monosomic — மோனேசோமிக்
Mosaic — பல வண்ண அமைப்பு
M.R.N.A. (messenger) — தூ. ஆர். என். ஏ. (தூது)
Mulatto — முலாடோ
Multiple allelomorph — கூட்டு அலில் தன்மை
Multiple factor — பல காரணிகள்
Multiple gene hypothesis — கூட்டு ஜீன்கள் உத்தேசம்
Multiple hybridisation — கூட்டு ஹைபிரிட் தரித்தல்
Mutagen — ம்யூடாஜென்
Mutation — திடீர்மாற்றம்
Muton — ம்யூடான்

N

Neurospora — ந்யூராஸ்போரா
Non-homologous — ஒவ்வாத
Non-overlapping — மேற்தழுவலற்ற
Non-sexual — பாலற்ற
Nuclear membrane — உட்கரு மெம்ப்ரேன்
Nuclear organiser — ந்யூக்ளியோலஸ் தோற்றுவி
Nucleic acid — ந்யூக்ளிக் அமிலம்
Nullisomic — நல்லிசோமிக்

O

Observation — கவனித்தல்
Operon — ஓபிரான்

P

Pair — ஜோடி
Pathogen — நோய்க் காரணிகள்
Pedigree culture — பெற்றோர்த் தேர்வு
Peloric — பெலோரிக்
Phenotype — ஃபினோடைப்
Pigments — வண்ணத் துகள்கள்
Plant introduction — பயிர் உட்புகுத்துதல்
Plasmogene — ப்ளாஸ்மோஜீன்
Plastid — கணிகம்
Pleiotropy — ப்ளியோடிராபி
Point mutation — புள்ளித் திடீர்மாற்றம்
Polyembryony — பாலி எம்ப்ரியானி
Polymerism — பாலிமெரிஸம்
Polyploidy — பன்மயம்
Polysomic — பாலிசோமிக்
Potatomato — உரு தக்காளி
Primary constriction — முதற்குறுகல்
Progeny method — பரம்பரை வழி முறை
Promiscuous — ஒழுங்கற்ற
Prophase — பிரோபேஸ்
Protection — பாதுகாத்தல்
Pseudo hermaphrodite — பொய் இருபாலான தன்மை
Pure breeding — கலப்பிலாச் சந்ததி, கலப் பற்றவை

R

Recessive — ஒடுங்கு
Reciprocal cross — பால் தலைகீழ் மாற்றுக்கலவியல்
Recon — ரீகான்
Replication — நகலாக்கல்
Repulsion — விலகுதல்
R.N.A. — ஆர்.என்.ஏ.
Rotation of Crops — பயிர் சுழற்சி முறை

S

Satellite	—	சாடிலைட்
Secondary sexual character	—	இரண்டாம் நிலை பால்பண்பு
Segregation	—	பிரிதல்
Semi conservative view	—	பாதி-பாதுகாப்புக் கொள்கை
Sex chromosome	—	பால் குரோமஸோம்
Sex limited	—	பால் கட்டுப்பட்ட
Sex linkage	—	பால் பிணைதல்
Sex reversal	—	பால் மாறுதல்
Sexuality	—	பால் தன்மை
Shell	—	வெளி உறை
Short day	—	குறை நாள் செடி
Shot hole	—	சுட்ட துளை
Sister chromatid	—	சகோதரக் குரோமேடிட்
Soma	—	உடற்திசு
Species	—	சிற்றினம்
Sports	—	ஸ்போர்ட்ஸ்
S. R. N. A. (soluble)	—	க. ஆர். என். ஏ. (கரையும்)
Strain test	—	வமிச சோதனை
Self-incompatible	—	தன்னோடு ஒவ்வாத
Sub-median	—	சப்-மீடியன்
Sub-telocentric	—	சப்-டீலோசென்ட்ரீக்
Sub-terminal	—	சப்-டெர்மினல்
Supplementary factor	—	துணைக்காரணி
Super female	—	மேம்பட்ட பெண்
Super male	—	மேம்பட்ட ஆண்
Svalof method	—	சாவலாவ் முறை
Sweet-pea	—	பீன்ஸ்
Synapsis	—	சைனாப்ஸிஸ்

T

Template	—	டெம்ப்லேட்
Terminalisation	—	முனைக்குச் செல்லுதல்
Test cross (Back cross)	—	சோதனைக் கலவியல்
Tetrad	—	டெட்ரட்
Tetraploid	—	நான்கு மயம்
Trabant	—	ட்ரபாண்டை
Traits	—	இயல்புகள்

Translocation — இடமாறுதல்
Triploid — மும்மயம்
Triticale — ட்ரிடிகேல், கோதுரை
Tube cell — குழாய்ச் செல்

U

Unisexual — ஒருபாலான

V

Variety — குற்றினம், வகை
Variety test — இனச்சோதனை
Vegetative reproduction — பாலிலா இனப்பெருக்கம்
Vulgare wheat — வல்கேர் கோதுமை

Z

Zygote — கருமுட்டை