தாவரங்களின் வளர்ச்சியும்
பெருக்கமும் இராமமூர்த்தி (மொ)

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—558

தாவரங்களின் வளர்ச்சியும் பெருக்கமும்

ஆசிரியர்

கே. கே. இராமமூர்த்தி,

துணைப் பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை,

மாநிலக் கல்லூரி, சென்னை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—January, 1974

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 558

© Tamil Nadu Text Book Society

PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT

K. K. Ramamurthy

Price Rs. 9-00

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:
HALE ACHAGAM,
86A, Chellappa Mudali Street,
Madras - 12.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்

(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதின்மூன் றாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழி லேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறை களிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்றுவருகிறது. இவ் வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறு வதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

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

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதி யியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழி பெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டுவருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான தாவரங்களின் வளர்ச்சியும் பெருக்கமும் இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 558ஆவது யீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க்குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 ளையும் சேர்த்து இதுவரை 593 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூகநல அமைச்சகத்தின் மாநில சியில் 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 மனம்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

பக்கம்

1. **வளர்ச்சியும் அளவைகளும்** ... 1

முன்னுரை — வளர்ச்சி — வளர்ச்சி வரையறை — வளரும் தன்மை — வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத பொருள்கள் — வளர்ச்சிக்குரிய நிபந்தனைகள் — வளர்ச்சிக்குரிய நிலைமை— வளர்ச்சி முறை—வளர்ச்சி முறைச் செயல்களின் உட்செயல் — வளர்ச்சியின் படிகள் — வளர்ச்சியின் நிலைகள் — வளரும் பகுதிகள் — வளர்ச்சியில் கனிமங்களின் பணி — வளர்ச்சியில் வளர்திசுவின் பங்குப்பணி — வளர்ச்சியை அளத்தல்— வளர்ச்சியின் அளவுகள்—வளர்ச்சியின் விகிதம் — வளர்ச்சி விகிதங்களில் மாற்றம் — ஒளி வளர்ச்சி — வளர்ச்சியினுடைய கூட்டு அக்கறை விதி.

2. **வளர்ச்சிக் காலங்கள்** ... 52

வளரும் காலம் — வளர்ச்சிக் காலம் — தின வளர்ச்சிக் காலம் — பருவ வளர்ச்சிக் காலம் — பல் உறுப்பின் கால வளர்ச்சி — இனப் பெருக்க வளர்ச்சிக் காலம் — வட்டச்சுற்று வளர்ச்சிக் காலம் — மொத்த வளர்ச்சிக் காலம் — வளர்ச்சியின் வலிமைகள் — உச்ச வளர்ச்சி — கடைசி வளர்ச்சி — வளர்ச்சியில் எல்லையிடும் காரணிகள் — வளர்ச்சியின் எல்லையில்லா அமைப்பு.

3. **வளர்ச்சியை உயர்த்தும் தடுக்கும் பொருள்கள்** ... 67

வளர்ச்சியை உயர்த்தும் பொருள்கள் — வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள் — வளர்ச்சி சீராக்கிகள்

பக்கம்

— வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் — ஹார்மோன் வளர்ச்சிக் கருத்து — வளர்ச்சி ஆக்ஸின்கள் — ஜிப்ரல்லின்கள் — வளர்ச்சித் தானம் — போட்டோ மார்போஜெனிஸிஸ்.

4. வளர்ச்சிச் சலனங்களும் வளைவுகளும் ... 111

அசைவிற்குத் தேவையான நிபந்தனைகள் — அசைவுகளின் வகைகள் — அசைவுகளின் வகைபாடுகள் — அசைவுகளின் தன்மைகள்.

5. தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சி, வகைகள், விதங்கள்... 153

வளர்ச்சியின் செயல்களுடைய நிர்ணயம் — தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சி — வளர்ச்சியின் விதங்கள் — முதல் வளர்ச்சி — முதல் வளர்ச்சியின் வலிமை — இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி — ஆண்டு வளையங்கள் —பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சி—இனப்பெருக்க வளர்ச்சி — பயிர் உறுப்புகள், இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கால வட்டச் சுற்று.

வளர்ச்சிக் கூட்டு ... 166

வளர்ச்சிக் கூட்டு —தண்டுகளின் வளர்ச்சி—இலைகளின் வளர்ச்சி — மலர்களின் வளர்ச்சி — கனியின் வளர்ச்சி — விதைகளின் வளர்ச்சி.

7. வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள்

வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள் — பயிர் உறுப்புகளுக்கு இனப் பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் இடையில் ஏற்படு ஒட்டுறவுகள் — வேர் - தண்டுத் தொகுதியி விகிதம் — ஒளிக் காலத்திற்கும் தண்டு - வே விகிதத்திற்கும் உள்ள விகிதம் — நுனி ஆட்சி — கேம்பியத்தின் செயலும் திசுக்களின் வேறுபாடும் — இலைகளுக்கும் மொட்டுகளுக்கும் இடையிலான வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள் — துருவ வளர்ச்சி—தாவரக் கொப்புளங்கள்.

8. வளர்ச்சித் தோற்றங்கள் ... 199

வளர்ச்சியின் உடற்கூற்றுத் தோற்றம் — வளர்ச்சியின் வேதியியல் தோற்றங்கள்—வளர்ச்சியின் வேதி

பக்கம்

யியல் செயலியல் தோற்றம் —வளர்ச்சியின் வாழ்வியல் தோற்றம்—வளர்ச்சியின் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையியல் தோற்றம் — வளர்ச்சியின் பாரம்பரியத் தோற்றம்— வளர்ச்சியின் தடை.

9. வளர்ச்சியின் விளைவுகள் ... 226

கார்போஹைட்டிரோட் வளர்சிதை மாற்றம் — நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்—கார்போஹைட்டிரேட் - நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றங்கள்—ஒளி பெறும் காலம் — ஒளித் தீவிரம் — ஒளியின் தரம் — அகச் செங்கதிர் — புற ஊதாக் கதிர் — கதிர் வீச்சு ஆற்றல் — வெப்பத்தின் விளைவு—வெளிவான் வாயுக்கள் — மண் காற்றேட்டம் — தண்ணீர் — மண்ணிலுள்ள திரவத்தின் அடர்வு — செல் திரவம் — ஆக்ஸின்கள்— வேர்த் தோன்றலில் ஆக்ஸின்களின் விளைவு — ஒளிக் காலம் — வெர்னலைசேஷன்.

10. காரணிகள் : தாவரங்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் சாதிக்கும் காரணிகள் ... 261

காரணிகள் — அகக்காரணிகள்—புறக்காரணிகள் —வேர் - தண்டுகளின் வளர்ச்சியில் காரணிகள்— பயிர் வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள்—பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணிகள்—இனப் பெருக்க வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள்—இனப் பெருக்க வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணிகள் — விதையுறக்கமும் விதை முளைத்தலும்.

11. தாவரத்தின் பெருக்கம் ... 287

பெருக்கத்தின் வகைபாடு — விதை முளைத்தல் — உறுப்புகளின் ஆக்கம்— செயற்பாடுகள்.

12. வளர்ச்சிக் குணங்கள் ... 298

வளர்ச்சிக் குணம்— இயற்கைக்கு மாறான வளர்ச்சி — காயங்கள் ஆறுவது.

13. சோதனைக்குழல் ஊட்ட வளர்ச்சி ... 303

முன்னுரை — ஆய்வு வகைகள்— தேவையானவை — திசு ஊட்ட வளர்ச்சியினைப் பயன்படுத்தும்

பக்கம்

முறை — வேர் ஊட்ட வளர்ச்சிகள் — தக்காளி வேரின் கார்போஹைட்ரேட் ஊட்டம் — உளுந்து வேரின் வளர்ச்சிமீது அமினோ அமிலங்களின் விளைவு — சந்தனத்தின் உறிஞ்சு வேர், பக்கக் குருத்து, வேர் முனை ஆகியவற்றின் ஊட்ட வளர்ச்சி ஆய்வு — தண்டு ஊட்ட வளர்ச்சிகள் — அபினித் தண்டின் ஊட்ட வளர்ச்சி—மணிமுடிக் கொப்பளங்களுக்கான ஊட்ட வளர்ச்சி — இலை ஊட்ட வளர்ச்சிகள் — குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியில் பிரையோபில்லம் இலையின் கருக்கள் — மலர் உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சிகள் — தாவரத் திசு உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சியில் கருவளர்ச்சி வல்லுநர்களின் கண்ணோட்டம்.

பின்னிணைப்புகள்

1. பிரச்சினைகள் ... 334
2. குறிப்புகள் ... 338
3. இலக்கியங்கள் ... 340
4. புத்தகங்கள் ... 363

கலைச்சொற்கள் ... 365

1. வளர்ச்சியும் அளவைகளும்

(Growth and Measurements)

[வளர்ச்சி—வளர்ச்சி வரையறை—வளரும் தன்மை—வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத பொருள்கள்—வளர்ச்சிக்குரிய நிபந்தனைகள்—வளர்ச்சிக்குரிய நிலைமை—வளர்ச்சி முறை— வளர்ச்சிமுறைச் செயல்களின் உட்செயல்—வளர்ச்சியின்படிகள்—வளர்ச்சியின் நிலைகள்—வளரும்பகுதிகள்—வளர்ச்சியில் கனிமங்களின் பணி—வளர்ச்சியில் வளர்திசுவின் பங்குப் பணி—வளர்ச்சியை அளத்தல்—வளர்ச்சியின் அளவுகள்—வளர்ச்சியின் விகிதம்—வளர்ச்சி விகிதங்களில் மாற்றம்—ஒளி வளர்ச்சி, வளர்ச்சியினுடைய கூட்டு அக்கறை விதி.]

முன்னுரை

வளர்ச்சி என்பது உயிரினங்களில் நாம் எளிதாகக் காணக்கூடிய, உணரக்கூடிய ஒரு தனிச் செயல்; உயிரோடு ஒன்றிய செயல்; உயிரினங்களுக்கே உரித்தான செயல். வளர்ச்சி என்பதை நாம் எவ்வாறு காணுகின்றோமோ உணர்கின்றோமோ அவ்வாறே அதை எளிதில் நம்மால் விளக்க முடிவதில்லை; அதற்கு மாறாக வளர்ச்சியின் மாற்றத்தைத்தான் பொருளிட்டு, பெயரிட்டு வழங்குகின்றோம். ஒருசெல் உயிரினங்களிலிருந்து (unicellular organism) பலசெல் உயிரினங்கள் வரை (multicellular organism) எங்கும், எப்பொழுதும், எவ்விதத்திலும் எவ்வாறேனும் வளர்ச்சியானது நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கின்றது. எனவே, வளர்ச்சியில்லாத உயிரினங்களே உலகில் இல்லை என நிச்சயமாகக் கூறிவிடலாம்.

1-1. வளர்ச்சி (Growth): வளர்ச்சி என்பது உருவத்தில் மட்டும் பெருகுவது என்பதன்று; வளர்ச்சி என்பது நீளத்தில் மட்டும் வளர்வதன்று; வளர்ச்சி என்பது உயரத்தில்மட்டும் வளர்வதன்று; வளர்ச்சி என்பது அகலத்தில் மட்டும் வளர்வதன்று; வளர்ச்சி என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பு மட்டும் தோன்றி வளர்வதன்று; வளர்ச்சி என்பது பரப்பளவில்மட்டும்ஏற்படுவதன்று; வளர்ச்சி என்பது கன அளவில்மட்டும் அதிகரிப்பதன்று. ஏனெனில்,

உருவத்தில் பெருகினால் பெருத்திருக்கிறது அல்லது பெருக்கமடைந்திருக்கிறது என்று சொல்லுகின்றோம். வளர்ச்சி நீளத்தில் ஏற்பட்டிருந்தால் நீண்டிருக்கிறது என்று சொல்கின்றோம். அதுவே உயரத்தில் ஏற்பட்டால், உயர்ந்திருக்கிறது என்று சொல்கின்றோம்; வளர்ச்சி அகலத்தில் ஏற்பட்டால் அகன்றிருக்கிறது அல்லது அகலமாகியிருக்கிறது என்று சொல்கின்றோம். வளர்ச்சியின் நிமித்தம் ஓர் உறுப்புத் தோன்றினால் அதை உறுப்பு முளைத்திருக்கிறது என்று சொல்கின்றோம். அதுபோலவே, பரப்பளவில் ஏற்பட்டால் பரந்திருக்கிறது என்றும், கன அளவில் ஏற்பட்டால் கன பரிமாணம் கூடியிருக்கிறது என்றும் சொல்கின்றோம்.

மேற்கூறியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றை நாம் வளர்ச்சி எனக் கொள்வோமானால், உயிரற்ற பொருள்களும் (non-living or inanimate objects) அவ்வித மாற்றங்களை அடையக்கூடும். அது எவ்வாறெனின், மயில்துத்தக் கரைசலில் உள்ள மயில்துத்தம் (படிகம்) உருவத்தில் பெருகுகிறது. இது எதனால் ஏற்படுகிறது என்றால், மயில்துத்தப் படிகத்தின்மீது மயில்துத்தப் படிவு கரைசலிலிருந்து படிகிறது. அதுபோல உலோகத்தைத் தட்டிக் கம்பிகளாக நீட்டி 'வளர்க்க' முடியும்; அல்லது தகடாக அடித்துப் பரப்பளவில் அதிகரிக்கச் செய்யமுடியும். இவையெல்லாம் தாற்காலிகமாக மாறக்கூடிய அல்லது நம்மால் மாற்றக்கூடிய ஒரு மாற்றமே ஆகும். இது மீண்டும் மாற்றியமைக்க முடியும் இயற்பியல் குணம் ஆகும். ஆனால், உயிரினங்களில் அவ்வாறில்லை.

வளர்ச்சி (growth) என்பது உயிரினங்களின் பண்புகளில் ஒன்றாகும். உயிரினங்களில் நடைபெறும் வளர்ச்சிக்கு ஒரு திட்டவட்டமான வரையறை கொடுக்க முடியாது; அதுவும் தாவரங்களில் நடைபெறும் வளர்ச்சிக்கு இது சற்று அதிகமாகவே பொருந்தும். ஏனெனில், தாவரங்களில் பெரும்பாலும் தானே தனக்கு வேண்டிய உணவைத் தயாரித்துக்கொள்ளுகின்றன (auototrophics). வளர்ச்சி என்பது பல அம்சங்களைக் கொண்ட, வாழ்வியலோடு (physiology) இணைந்த மிகச் சிக்கலான ஒரு செயல். எனவே, நாம் ஏதேனும் ஒரு பண்பைக்கொண்டு வளர்கிறது என்று சொல்ல முடியாது. அந்தப் பண்பு அந்த இடத்திற்கும் செயலுக்கும் பொருந்தினாலும், அதையே முழுக்கருத்தையோ செயலையோ கொண்டதாக எடுத்துக்கொள்ள முடியாது. அவ்வாறு கொண்டாலும் பல ஐயப்பாடுகள் தோன்றி விளக்க இயலாமல் போகும்.

வளர்ச்சியைப் பல காரண காரியங்களை எடுத்தாராய்ந்து உணர்ந்த பின்னர்த்தான், அதுவும் பல கோணங்களில்தான் காணமுடியும். ஓர் உறுப்பு அல்லது அதன் செல்களின்

எண்ணிக்கை அதிகமாவது வளர்ச்சியின் ஓர் அம்சம். முன்னரே உள்ள செல் அளவில் பெரிதாவது வளர்ச்சியின் மற்றோர் அம்சம். செல்கள் பிரிவது (cell-division) வளர்ச்சியின் மற்றோர் அம்சம். பிரிந்த செல்கள் முதிர்வதும் வளர்ச்சியின் அம்சம்தான். மொத்தத்தில், தாவரத்தில் வளர்ச்சி அதிகரித்து மொத்த எடை அதிகரிப்பதும் வளர்ச்சியின் கண்கூடான அம்சம். இவ்விதம் வளர்ச்சி பல்வேறு அம்சங்களை, செயல்களை, மாற்றங்களைத் தன்னுள் அடக்கியுள்ளது. வளர்ச்சியைப்பற்றித் திட்டவட்டமாக எதுவும் கூற இயலாது எனின், பின் வளர்ச்சியை எவ்வாறு வரையறை செய்வது?

வளர்ச்சியைப் பின்கண்டவாறு வேண்டுமானால் ஓரளவு நாம் வரையறை செய்யலாம். வளர்ச்சி என்பது மீள முடியாத அதாவது மீண்டும் முன் நிலை யடையாத உருப்பெருக்கம். பொதுவாகப் புது உயிர்ப் பொருள்களின் சேர்க்கையால் (synthesis of new organic substances) விளைவது. பொதுவாக, அதனால் தாவரத்தின் மொத்த எடையும் கூடும். தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையால் (photosynthesis) தயாரிக்கும் உணவில் ஒரு பகுதி சுவாசித்தல் போன்றவைகளால் சிதைந்து சக்தி செலவிடப்படுகிறது; மற்றொரு பகுதி சேமிப்புப் பொருளாகத் தாவரத்தின் உடலில் சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது. மீதமுள்ள பகுதி புரோட்டோபிளாசமாகவும் (protoplasm), மற்றும் அரிய பொருள்களாகவும் (rare elements), சர்க்கரையாகவும், எண்ணெயாகவும், கழிவுப்பொருள்களாகவும் மற்றும் பல்வேறு பொருள்களாகவும் மாறித் தாவரத்தோடு இணைந்து விடுகின்றது. அதாவது தயாரித்த உணவு தன்மயமாகிறது (assimilated). இதன் முடிவாகத் தோன்றுவதே வளர்ச்சி ஆகும்.

தாவரத்தின் வளர்ச்சியை மற்றொரு வகையிலும் வரையறுக்கலாம். வளர்ச்சி என்பது தாவரத்தில் ஏற்படும் நிரந்தரமான, மீள முடியாத, அளவிலும் உருவத்திலும் அதிகரிப்பின் காரணமாக எடையும் கூடும் ஓர் உயிர்ச் செயல். ஆனால், சில வேளைகளில் ஆரம்ப காலத்தில் எடையும் குறைவதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, உருளைக்கிழங்கு வளரும்பொழுது (sprouts) முதலில் எடை குறைவதுண்டு. இதற்குக் காரணம் என்னவென்றால், தொடக்கத்தில் நீராவிப்போக்கும் (transpiration), சுவாசித்தலும் (respiration) நிகழ்கின்றன. எடை குறைவதனால் வளர்ச்சி இல்லை என்று கூறிவிட முடியாது. ஆனால், அவ்வாறு ஏற்படும் எடைக்குறைவு வளரும்பொழுது தண்டினால் சேகரிக்கப்படும் புதிய பொருள்களால் சீராக்கப்படுகிறது.

வளர்ச்சி என்பது தாவரங்களில் பல வகை: ஒரு சில தாவரங்களில் வளர்ச்சி மிக வேகமாக இருக்கும்; ஒரு சிலவற்றில் மிகவும் மந்தமாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, காளான் (agaricus) எவ்வளவு வேகமாக வளர்கிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு மெதுவாக வளர்ந்து மாமரம் பலன் தருகின்றது.

வளர்ச்சியில் பல அம்சங்கள் உண்டு என்று முன்னரே கூறினோம். அவற்றை இங்கு மீண்டும் நினைவுபடுத்திக் கொள்வோம். விதை முளைத்தலும் வளர்ச்சிதான். முளைத்த விதை வேர் ஊன்றுவதும் வளர்ச்சிதான். ஊன்றிய வேர் உணவையும் நீரை உறிஞ்சுவதும் வளர்ச்சியின் ஓர் அம்சம்தான். உறிஞ்சிய நீரைக்கொண்டு செடி மரமாவதும் ஒரு வளர்ச்சிதான். மரத்தில் இலை வளர்வதும், மலர் வளர்வதும், மலர் காயாகி மாறுவதும், காய் கனியாவதும், கனி விதைகளை உண்டாக்குவதும், கனிகளும் விதைகளும் தாய் மரத்தை விட்டுப் பிரிவதும் எல்லாமே வளர்ச்சிதான்.

1-2. **வளர்ச்சி வரையறை** (Growth definition): எந்தப் பொருளுக்கும் செயலுக்கும் ஒரு வரம்பு உண்டல்லவா? அது போலவே வளர்ச்சிக்கு ஓர் எல்லையுண்டு; அவ் வெல்லைக்குட் பட்டதே வளர்ச்சி என அதை வரையறை (definition) செய்யலாம். அது எவ்வாறென்று பார்ப்போம்.

வளர்ச்சிக்குத் திருப்தியான வரையறை கொடுப்பது என்பது மிகவும் கடினம்; ஏனெனில், வளர்ச்சி என்ற சொல் பல மனிதர்களால் அல்லது ஒரே மனிதனால் பல நேரங்களில் பல பொருள்களில் கையாளப்பட்டிருக்கும். அந்த வேற்றுமை எப்படியும் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லையைக்கொண்டும் அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட காரணியைக்கொண்டும் இருக்கும். வளர்ச்சி (growth) என்ற சொல் கீழ்க்காணும் ஏதேனும் ஒரு படிக்கோ ஒரு தத்துவத்தின் தோற்றத்திற்கோ இரண்டும் சேர்ந்த செயலுக்கோ அதற்கு மேற்பட்ட கூட்டுத் தொகைக்கோ பொருந்தக் கூடியது.

1. செல்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தல்: வழக்கமாக இந்தச் செல்களின் எண்ணிக்கையில் அதிகரிப்பது செல்களின் மொத்தக் கனபரிமாண அதிகரிப்பிலும், புரோட்டோபிளாஸத்தின் அளவு அதிகரிப்பிலும் சேர்ந்தே அமைந்ததாகும். ஆனால், சில வேளைகளில் செல் பிரிவாலும் புரோட்டோபிளாஸத்தின் அளவு (amount of protoplasm) அதிகரிக்காமலும், கனபரிமாணம் அதிகரிக்காமலும் செல்களின் எண்ணிக்கை மட்டும் அதிகரிக்கலாம்.

2. செல்களின் உருவத்திலோ உறுப்பின் உருவத்திலோ ஒரு முழுத் தாவரத்தின் உருவத்திலோ அதிகரிப்பு ஏற்படுவது.

3. புரோட்டோபிளாஸத்தின் அளவில் அதிகரிப்பு ஏற்படுவது.

4. செல்லின் சில உட்பொருள்களில் அதிகரிப்பு; அதாவது செல் சுவர், செல் சுவரின் தடுப்பு, கணிகங்களின் (plastids) அளவு அல்லது எண்ணிக்கை, வேக்குவோல் (vacuole) அல்லது செல்லின் உள்ளே உள்ள திடப்பொருள்களின் அளவு.

ஒரு சிலர் மேற்குறிப்பிட்ட 2, 3, 4-ல், பின்னிலையடையாத நிலையான அதிகரிப்பை (irreversible increase) மட்டும்தான் வளர்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும் என்று கூறுவார்கள். தாற்காலிக அதிகரிப்பு வளர்ச்சியினால் மீண்டும் மறையக்கூடுமாதலால் அவற்றை எடுத்துக்கொள்வது பொருந்தாது. ஏனென்றால், தாற்காலிகமாக உறிஞ்சப்பட்ட நீர் பின்னர் வெளியேறவும் (transpiration) கூடுமல்லவா. நிலைத்த தன்மைக்குப் புரோட்டோபிளாஸத்தின் அளவும் செல்லின் கனபரிமாணமும் காரணிகளாகக் கொள்ள முடியாது. ஏனெனில், அவை மாற்றமடையக்கூடியவை. எனவே, நிலையானஎன்ற சொல்லின் வரையறையை நாம் மனத்தில்கொண்டு அவ்வளவு பயனுள்ளதாகக் கொள்ள முடியாது.

வளரும் திசுக்கள் அடிக்கடி மேற்காணும் நான்கு காரணிகளையும் காட்டுகின்றன. இருப்பினும் சில இடங்களில் சில வேர்களில் ஒரு நிலை மற்றொன்றை முந்தச் செய்கிறது. அதாவது வேர் முனைகளில் வளரும் திசுக்களில் செல் பிரிவும், புரோட்டோபிளாஸத்தின் அளவில் அதிகரிப்பும் காணப்படுகிறது. அதற்குச் சற்றுப் பின் உள்ள இடத்தில் செல் பிரிவில்லாமலேயே செல் விரிவு (cell expansion) ஏற்படுகிறது. அதற்கும் சற்றுப் பின்னால் உள்ள பகுதியில் விரிதலில்லாமல் நிலையாக இருக்கிறது. அதற்கு மாறாக செல் சுவர்களின் தடிப்பு வேண்டுமானால் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது.

ஒன்று முதல் நான்கு வரையிலும் விவரிக்கப்பட்ட வளர்ச்சியின் தத்துவம் கனபரிமாண எடையளவு கொண்ட வளர்ச்சியின் (quantitative aspect of growth) தோற்றத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. ஆனால், அது இன்றியமையாதது என்றாலும் மேற்கூறப்பட்டவற்றுடன் இணைத்துச் சொல்ல முடியாது. தரத்தைக்கொண்ட காரணிகள் வளர்ச்சியின் வகைகளுக்கு மிகப் பொருந்தும்.

எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் அமைப்பு நிபந்தனையின் கீழேவளரும் செல்கள் மலர்களையோ கனிகளையோ உண்டாக்கலாம்; அதே நேரத்தில் மற்றொன்றில் இலைகளுடன் கூடிய கொப்புகளை (leafy shoots) வளர்க்கலாம். அதாவது, ஒரேநேரத்தில் வெவ்வேறு நிபந்தனையின்கீழ்த் தாவரத்தின் ஒரு பகுதி காய்கனிகளையும், மற்றொரு பகுதி இலை தழைகளையும் வளர்க்கிறது என்பது அதன் பொருள்.

1-3. வளரும் தன்மை (Nature of growth): வளர்ச்சி என்பது உயிருள்ள பொருள்களின் மிகப்பிரதானமான ஒரு தனிப்பட்ட குணம். ஆனால், அதே நேரத்தில் இந்தச் செயலை வரையறை செய்வது மிகவும் கடினம் என்று முன்னமே கண்டோம். வளரும் தன்மையை விவரிக்கும்போது அது மொத்த உடலையோ ஒரு தனிப்பட்ட உறுப்பையோ, சார்ந்துள்ளது என்பதை நாம் மனத்தில் கொள்ள வேண்டும். வளர்ச்சி என்பது புரோட்டோபிளாஸத்தில் ஏற்படும் மாறுதலையோ முழுத் தாவரத்தில் ஏற்படும் மாறுதலையோ சுட்டிக் காட்டுவதாகும். ஆகையால், வளர்ச்சியைப்பற்றிய எந்த அறிக்கைகளையும் எதைப்பற்றிச் சிந்திக்க வேண்டியுள்ளதோ அதற்குத் தக்கவாறு சிறிது மாற்றியமைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

மேற்கூறிய எந்தப் பொருளுக்கும் மதிப்புக்கொடாமல் வளர்ச்சியைப்பற்றி ஆராயும்பொழுது ஒரு சில விதிவிலக்குகளைத் தவிர அதன் வளர்முறையில் முதற்படியாக விளங்குவது புரோட்டோபிளாஸத்தை உருவாக்குகிறது என்பதையே காட்டுகிறது. இந்த முதற்படிதான் 'வளர்ச்சியின் அடிப்படைநிலை' (fundamentals of growth) என்று வழங்கப்படுகிறது. புதிய உயிர்ப் பொருள்களின் உருவாக்கம் நிரந்தர உயிரற்ற பொருள்கள் அளவில் கூடுதலால் ஏற்படுகிறது. இவை எப்போதுமே புரோட்டோபிளாஸத்தை ஒட்டியிருக்கும், உயிரற்ற பொருள்களின் அளவில் அதிகரிப்பைத் தாவர உறுப்புகளின் பெருக்கத்தினாலும் அதன் எடை கூடுவதாலும் கண்கூடாகக் காணமுடியும். இம் மாற்றங்கள் குறிப்பாக அதிகப்படி தண்ணீர் பெறுவதாலும் செல் சுவர்களின்மீது உயிரற்ற பொருள்கள் படிவதாலும் ஏற்படுகின்றன. இந்த நிலையை வளர்ச்சியில் எளிதில் காண முடிவதால், இது 'வளர்ச்சியின் மெய் நிலை' அல்லது 'வளர்ச்சியின் சாட்சி நிலை' (evident stage of growth) என்று வழங்கப்படுகிறது. இந்த அதிகரிப்பு அல்லது பெருக்கம் தாவர உறுப்புகளின் உருவத்திலும் எடையிலும் அவை உயிருள்ள முட்டிலும் நிலையாக அல்லது நிரந்தரமாக ஏற்படுவதானதா என்பது இன்றும் ஆலோசனையில் உள்ளது. இந்த நிலையில்தான் வளர்ச்சி என்பதைச் சில ஆசிரியர்கள் நிலையான உறுப்பு மாற்றங்களில்

ஏற்படும் எடை அதிகரிப்பு, அவை அடிப்படையில் புரோட்டோ பிளாஸத்தின் எடை அதிகரிப்பதால் ஏற்படுகிறது என்று கூறுகிறார்கள்.

இந்த வரையறைகள் வளரும் உருளைக்கிழங்கிற்கும் முளைக்கும் விதைகளுக்கும் பொருந்தா. மேற்கூறிய இரண்டு எடுத்துக் காட்டுகளிலும் எடை கூடுவதற்குப் பதிலாக எடை குறைகிறது. ஏனெனில், வளரும்பொழுது சுவாசிக்கின்றன; சுவாசிக்கும் பொழுது சக்தி உணவிலிருந்து செலவிடப்படுகிறது. ஆனால், மலரும் மொக்குகள் உண்டாக்கிய உறுப்புகளில் சிறந்த உருவ மாற்றமும் எடை ஏற்றமும் காணப்படுகிறது. இது எதனால் என்றால், மலரும் மொக்குகள் வளரும்பொழுது புதிய புரோட்டோ பிளாஸத்தையும், உயிர்ப் பொருள்களையும், உயிரற்ற பொருள்களையும், செல் சுவர்களையும் அதிக அளவில் தோற்றுவித்து மலராக்கி மொட்டின் உருவத்தை மாற்றுவதோடல்லாமல் எடையையும் கூட்டுகிறது. இது போலவே முளைக்கும் விதைக்குமாகும்.

எனவே, வளர்ச்சி என்பது அளவும் எடையும் கூடுவதுமட்டுமன்று; அதற்கும் சற்றுக் கூடுதலானது என்று சிலர் கூறுவர். அவர்கள் வளர்ச்சியின் பெருக்கத்தையும் வேறுபாட்டையும் (Differentiation and development) இதனுடன் இணைத்துக் கொள்ளவேண்டும் என்று நம்புகிறார்கள். ஒரு தாவரத்தின் பெருக்கம் பொதுவாக ஒரு கருவுற்ற முட்டையிலிருந்து அளவும் எடையும் அக் கருவுற்ற முட்டையில் அதிகரிப்பது அத் தாவரத்தின் பெருக்கம் (development) அன்று. மேலும், ஒரு முதிர்ந்த தாவரம் என்பது வளர்ந்த முட்டையே தவிர உயர்ந்த சிறப்புக் குணங்கள் பெற்ற தனியான தொன்றன்று. ஒரு தாவரத்தின் அல்லது தாவர உறுப்பின் வேறுபாடு வளர்ச்சியில் ஒருபடி எனக் கருதாவிட்டாலும், அது வளர்ச்சியோடு நெருக்கமாக இணைந்த ஒரு செயல் என்றாவது கருதவேண்டும்.

ஓர் உயிர்ப்பொருளின் வளர்ச்சி முதற்படி, புதிய செல்களை உண்டாக்குவதையும், செல்கள் பெருக்கமடைந்து சிறப்படைவதையும் கொண்டதாகும். எனவே, தாவரங்களில் வளர்ச்சியைப் புரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால், தாவரச் செல்கள் எவ்வாறு வளர்கின்றன என்பதை விரிவாக அறிந்துகொள்ளுதல் அவசியம்.

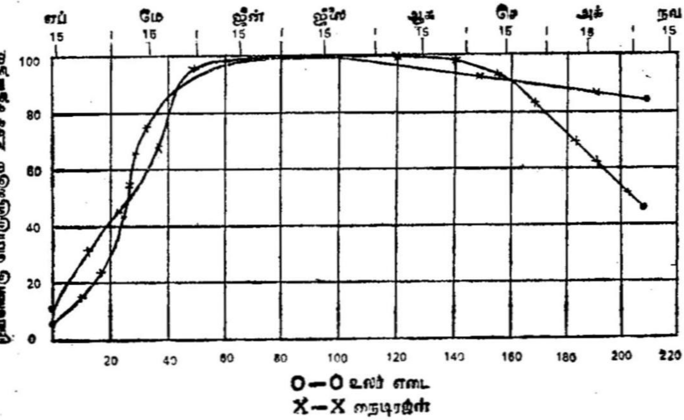
1-4. வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத பொருள்கள் (Essential for growth): வளர்ச்சியில் இன்றியமையாத பொருள்களும் காரணிகளும் முக்கியப் பங்கு கொள்கின்றன என்றாலும் பின்காணும் பொருள்களைப் பொதுப் பிரிவாகக் கொண்டு அவைகளை இங்கே ஆராயலாம்.

1. அங்கக உணவுகள் (Organic foods)
2. என்சைம்கள் (Enzymes)
3. வைட்டமின்கள் (Vitamins)
4. ஹார்மோன்கள் (Hormones)
5. அங்ககப் பொருள்களின் கூட்டு (Organic compounds)
6. கனிமங்கள் (Mineral elements)
7. தண்ணீர் (Water)
8. காற்று (Oxygen)
9. வெப்பம் (Temperature)

(1) **அங்கக உணவுப்பொருள்கள்** (Organic foods) : இவை இரண்டு காரணங்களால் முக்கியமானவை. அவற்றில் முதலாவது காரணம், இந்த அங்கக உணவுகள் வாழ்க்கை முறைகளுக்கு (life processes) மிகவும் இன்றியமையாத சக்தியைக் கொடுக்கின்றன. இரண்டாவது காரணம், இவை செயல் அமைப்பிற்கும் உயிர்ப் புரோட்டோபிளாஸம் தோன்றுவதற்கும் தேவையான ஆக்கப் பொருள்களைக் கொடுக்கின்றன. பெரும்பாலான உயிருள்ள செல்களில் அதிக அளவில் உபயோகப்படும் இவ் வுணவுகள் மூன்று பிரிவுகளாகும். அவை, கார்போஹைட்டிரேட்டுகள் (carbohydrates), கொழுப்புகள் (fats), புரோட்டீன்கள் அதாவது புரதப் பொருள்கள் (proteins) எனப்படும். இவை சக்தியைக் கொடுப்பதற்கும் ஆக்கப் பொருள்களை உற்பத்திசெய்வதற்கும் செலவிடப்படுகின்றன. இன்னும் பல்வேறு பொருள்களான அங்கக அமிலங்கள் (organic acids) குளுகோசைடுகள் (glucosides) மற்றும் நிறத்தைக் கொடுக்கும் பொருள்களும் (pigments) இவற்றுள் அடங்கியிருக்கின்றன. அவையும் உணவுப் பொருள்களைப் போலவே செயல்படக்கூடியவைதாம்.

பொதுவாக, பசுமையாகக் காணப்படும் தாவரங்களில் பசுங் கணிகங்கள் (chlorophyll) தாவரத்தினுடைய உணவல்ல. ஏனெனில், இவைகளுக்குத் தனித்த செயல்முறைகள் இருக்கிறன. இப் பசுங்கணிகங்கள் மற்றத் தாவர, விலங்கினங்களுக்கு உணவாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பாக்டீரியா (bacteria), பூஞ்சைக் காளான் (fungi), மற்றும் விலங்கினங்கள் ஆகிய இவற்றிற்கும் ஒரு சில பசுமையான தாவரங்களுக்கும் இப் பசுங்கணிகங்கள் உணவாரவ

துண்டு. இதற்கு எடுத்துக்காட்டு, ஊசியிலைக் காட்டுத் தாவரங்கள் தங்கள் இலைகளை உதிர்ப்பதற்கு முன்னதாகத் தங்கள் இலைகளில் உள்ள பசுங்கணிகங்களைச் சிதைத்து, தங்கள் உணவாக்கிக் கொள்வது. இவை பெரும்பாலும் இலையுதிர் காலங்களில் (autumn) நடைபெறுகின்றன. இலைகள் உதிர்வதற்கு முன்பாக இலையிலுள்ள பசுமை மறைந்துவிடுகிறது. அவற்றில் உள்ள பெரும்பகுதியான நைட்டிரஜன் (nitrogen) இலைகள் உதிர்வதற்கு முன்னதாகவே எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. முதிர்ந்த இலைகள் பழுப்படைந்துவிடுகின்றன. அதனை நாம் இலை பழுத்துவிட்டது என்று கூறுகின்றோம். இதன் விளைவாகப் பசுங்கணிகம் சிதைந்து நீக்கப்படுகிறது.



படம் 1

அளவு எடையில் பருவ மாற்றங்கள். பருவமும் உச்ச அளவும் ஏற்பட்டுள்ளது.

(2) **மற்றைய அங்ககப் பொருள்கள் (Other organic compounds):** இவற்றுள் மற்றைய அங்ககப் பொருள்கள் எனப்படுவது என்ஸைம்கள் (enzymes), வைட்டமின்கள் (vitamins), ஹார்மோன்கள் (hormones) என்பனவாகும். இவை அங்கங்களுக்குத் தகுந்த அளவுகளில் குறைவாக இருப்பினும், ஒவ்வொன்றிற்கும் தனிப்பட்ட வேலைகள் உண்டு. அவைகளை அத்தலைப்பின் கீழ்க் காணவும்.

(3) **கனிமங்கள் (Mineral Elements):** அங்ககப் பொருள்களும் அங்ககக் கூட்டுப் பொருள்களும் வளர்ச்சிக்கு நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ தேவைப்பட்டாலும், வளர்ச்சிக்குக் கனி

மங்களும் தேவை. ஒவ்வொரு கனிமத்திற்கும் தனிப்பட்ட வேலை யுண்டு. அவை பின்னால் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

(4) தண்ணீர் (Water): நீரின்றி அமையாது இவ்வுலகு என்பது நூற்றுக்கு நூறு உண்மை. உயிர்ப் பொருள்கள் அனைத்தும் நீரின் தொடர்புகொண்டு, நீர் கொண்டு, நீரால் அமைந்தது ஆகும். செல்லில் நீரின் அளவு 90 சதவீதம், மனிதனின் உண்மை எடை 90 சதவீதம் நீர், மற்றவைதாம் திடப்பொருள். எனவே, வளர்ச்சிக்குத் தண்ணீர் அவசியம். நீரின்றிப் பயிர்கள் மட்டுமல்ல உயிர்களும் வாடிவிடும். நீரைப்பற்றி, பல்வேறு இடங்களில் சிறப் பாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

(5) காற்று (Oxygen): காற்று என்றால் உயிர்வாழச் சுவா சிக்கும் காற்றே. ஆக்ஸிஜனே காற்று ஆகும். ஆக்ஸிஜன் மூலக் கூறு வடிவில் (molecular form) வளர்ச்சியில் ஒரு முக்கியப் பாத் திரமாக விளங்குகிறது. எனவே, உயிர்ப் பொருள்கள் இயங்கு வதற்குக் காற்றுத் (oxygen) தேவை.

(6) வெப்பம் (Temparature): மேற்கூறிய எல்லாச் சாதனங் களுடனும் வளர்வதற்கு வெப்பம் தேவை. எத் தாவரங்கள் எந்த வெப்பத்தில் வளருமோ வாழுமோ அந்த வெப்பம் கிடைக்கவில்லை யென்றால், வளர்ச்சியில் முக்கிய மாறுதலைக் காணலாம். பெரும்பா லான எல்லாத் தாவரங்களுக்கும் ஏற்ற வெப்பத்தின் அளவு 26°C முதல் 30°C வரையிலாகும். ஆனால், ஒரு சில தாவரங்கள் இந்த எல்லைக்கு அப்பாற்பட்டும் அதாவது 10°C முதல் 40°C வரையி லான வெப்பத்தில் அளவிற்கதிகமான வேகத்துடன் கூடிய வளர்ச்சி யைக் காட்டுகின்றன. இவை எவ்வாறிருப்பினும் தாவரங்களின் வளர்ச்சியை நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ வெப்பம் அல்லது குளிர்ச்சி தாக்குகின்றது என்பது உண்மை. ஆகையால், வளர்ச்சிக்கும் வளர்ச்சிமுறைக்கும் ஏற்ற வெப்பம் தேவை என்று அறியப்படுகின்றது.

மேற்சொல்லப்பட்ட இன்றியமையாத பொருள்களில் ஏதேனும் ஒன்று குறைந்தாலும், அது தாவர வளர்ச்சியில் தாவரத்தின் ஒரு திசுவையோ, ஒரு பகுதியையோ, தாவரம் முழுவதையுமோ வளரச் செய்யாமல் நிறுத்தும் காரணியாகவோ, வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தக்கூடிய காரணியாகவோ பல்வேறு அளவுகளில் மாறுகின்றது. இவ்வாறு ஏற்படக் காரணம் என்னவென்றால், வளர்முறை, வளர்ச்சி என்பனவெல்லாம் ஒரு கூட்டுக் கொள்கை

யின் அமைப்பு. அவை பல்வேறு பொருள்களையும் காரணி களையும் சார்ந்துஇருக்க வேண்டுவது அவசியம் ஆகின்றது. வளர்ச்சி எந்தக் காரணத்தால் தடைப்பட்டது என்பதைக் கண் டறிவது மிகக் கடினம். என்றாலும், மேற்கூறிய ஏதேனும் ஒரு காரணத்தினால் நாம் வளர்ச்சியைத் தடுக்கவோ கட்டுப்படுத் தவோ முடியும்.

வளர்ச்சியின் தடையைக் கண்டறிய முடியாததற்கு மற்றுமொரு காரணம் என்னவென்றால், வளர்ச்சியில் பல்வேறு அலுவல்களும் காரணிகளும் நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ பங்கு கொள் கின்றன. மேலும், இப் பொருள்களின் அல்லது இக் காரணிகளின் தீவிரம் (intensity) எப்போதாகிலும் எங்காகிலும் அதிகரித்தால் முக்கிய மாற்றம் ஏற்படும். மேலும், இக் காரணிகளின் தீவிரம் (intensity of the factors) வினாடிக்கு வினாடி, நிமிடத்திற்கு நிமி டம், மணிக்கு மணி, நாளுக்கு நாள் மாறிக் கொண்டிருக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, அதிகமான ஒளியில் (வெளிச்சத்தில்) இருக்கும் ஒரு தாவரம் அதிக ஒளிச்சேர்க்கை செய்து சர்க்கரையை அதிகரிக் கச் செய்யும். இது காலைப் பொழுதிலே வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத் தக்கூடிய ஒரு காரணியாக அமையும். ஆனால், அதிகச் சர்க்கரை அதிக வளர்ச்சியைக் கொடுக்கும் என எதிர்பார்க்கலாம். அதிக நீராவிப் போக்கு அதிக ஒளியில் ஏற்படுவதானது ஒரு குறிப் பிட்ட உப்பும் அழுத்தத்தைக் (turgor pressure) கொண்டுவரும். இது அதிகரித்த சர்க்கரையில் தலையிடுவதனால் ஏற்படுவதாகும்.

சுவாசித்தலிலேயும் ஒளி பங்கு கொள்கிறது. அதனால் உள் அமைப்பில் (internal composition-organic or vitamins) மாறு தல் ஏற்படும். அதன் காரணமாக வளர்ச்சியிலும் வளரும் அமைப் பிலேயும் மாற்றங்கள் ஏற்படலாம்.

மேற்கூறப்பட்டது போலவே தண்ணீர், கனிமங்கள், மற்றும் யாவும் சற்று அதிகரித்தாலும் குறைந்தாலும் அவற்றிற்குத் தக்க வாறு வளர்ச்சியில் மாற்றங்களைக் காணலாம். இவைகள் எல்லாம் ஏன் ஏற்படுகின்றன என்றால், வேர் வளர்ச்சியும் (root growth), தண்டு வளர்ச்சியும் (shoot growth) தனித்தனியானவை; ஆனால், ஒருசில வகைகளில் ஒன்றானவை. இவைகளையெல்லாம் நாம் நடைமுறையில் அறிவதுபோல அறிவது கடினம்.

1-5. **வளர்ச்சிக்குரிய நிபந்தனைகள் (Conditions for growth):** வளர்ச்சி என்பதே உயிர்ப் பொருள்களால், உயிரின் அடிப்படையினால் (physical basis of life), உயிரால், புரோட்டோ பிளாஸத்தினால் (protoplasm) ஏற்படுவதேயாகும். வளர்ச்சி

புரோட்டோபிளாஸத்தில் ஏற்படுவதால், புரோட்டோபிளாஸத்திற்குரிய நிபந்தனைகள் வளர்ச்சிக்கும் பொருந்தும். அவை பின்வருமாறு :

(1) அடி மண்
(2) நீர்
(3) ஊட்டப் பொருள்கள்
(4) காற்று
(5) வெப்பம்
(6) ஒளி
(7) ஈர்ப்பு விசை

மேற்கூறிய நிபந்தனைகள் வளர்ச்சிக்கு எவ்வாறு இன்றியமையாதனவாக இருக்கின்றன என்பதை அனுபவத்தால் அறிந்து கொள்வதன்றி, சோதனைச் சாலையில் (laboratory) சோதனையின் வாயிலாகவும் ஆய்ந்து தெளியலாம்.

(1) அடிமண் (Substratum): சுவர் இருந்தால்தானே சித்திரம் வரைய முடியும்? அதுபோல முறையான அடித்தளம் இருந்தால்தான் எந்தத் தாவரமும் பற்றிநிற்க முடியும். அவ்வாறு தாவரத்திற்கு அடித்தளமாக இருப்பது மண். மண் பூமியின்மீது போர்த்தியிருக்கும் புற ஏடு (top layer or surface layer). அது தாவரங்கள் பற்றிநிற்கவும் அவைகளுக்குத் தேவையான உணவு, நீர், காற்று முதலியன தரவும் பயன்படுகின்றது. மண் பாறைகளிலிருந்து தோன்றியது. மண்ணின் தரத்தை மண் துகள்களின் (soil particles) அளவு (size), அமைப்பு (structure), கலவை, நீர், காற்று இவைகளைத் தேக்கிவைக்கும் தன்மைகளைப் பொறுத்துப் பலவகையாகப் பிரித்திருக்கிறார்கள், அவை சரளைக்கற்கள் (gravel) என்றும், பெருமணல் (coarse sand) என்றும், சிறுமணல் (fine sand) என்றும், களிமண் (clay) என்றும், வண்டல் (silt) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

மேற்கூறிய ஒவ்வொரு மண்ணிலும் ஒவ்வொரு குறைபாடு உள்ளது. பெருமணலில் காற்றிடைவெளி மிகுதி; தவிரப் பிடிப்புச் சக்தியும் குறைவு. ஆகையினால், தாவரங்கள் வளர்வதற்கு அம் மண் தகுதியானதன்று. சிறுமணலில் தண்ணீரும் உப்புச் சத்துகளும் தங்காது வடிந்துவிடும். களிமண்ணில் காற்றிடைவெளி மிகமிகக் குறைவு; நீர் எப்போதும் தேங்கியிருக்கும். எனவே, இவையும் வளர்ச்சிக்கு ஏற்றவையல்ல. ஆகையால், தாவரத்தின் வளர்ச்சி மண்ணைச் சார்ந்துள்ளது என்பது நமக்கு நன்குபுலப்படுகின்றது.

தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான தண்ணீர், காற்று, கனிமங்கள் ஆகிய அனைத்தும் மண்ணில் இருந்தால்தான் அவை செழிப்பாக வளர முடியும். மண்ணிலுள்ள இந்தப் பொருள்களின்

அளவு மண்ணைப் பொறுத்துள்ளது. எனவே, செழிப்பான மண்ணில் பல்வேறுவகையான மண்துகள்களும், காற்றும், நீரும், இலைமட்கும் (hermus) சரியான விகிதத்தில் கலந்திருக்க வேண்டும். அத்தகைய வளமான மண்ணைத் தோட்ட மண் (garden soil) அல்லது பசளை மண் (loamy soil) என்று சொல்கின்றோம். இம் மண்ணில் பொதுவாக மணல் 20%, களிமண் 20%, தண்ணீர் 25%, காற்று 25%, அங்ககப் பொருள்கள் 10% என்றிருக்கும். இதுவே தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற மண் ஆகும். தோட்ட மண்ணில் மேற்கூறியவாறு இருக்கின்றனவா என்றறிய ஒரு பரிசோதனையைச் செய்து பார்க்கலாம்.

பரிசோதனை 1: ஒரு கண்ணாடி முகவையில் ஈரமான மணலை எடுத்துக்கொண்டு அடியில் ஒரு முளைக்கும் அவரை விதையைப் புதைத்து மூடினால் என்னவாகும்?

அவரை விதை சற்று முளைத்து வளரும்; பிறகு வாடிக் காய்ந்து விடும். காரணம் என்னவென்றால், மணலில் உள்ள ஈரம் காற்றினால் விரைவில் உலர்ந்துவிடும். தவிர, மண்ணில் பிடிப்பு (grip) ஏதுமில்லை.

பரிசோதனை 2: ஈரக் களிமண் கொண்ட ஒரு கண்ணாடி முகவையில் ஒரு முளைக்கும் அவரை விதையைப் புதைத்தால் என்னாகும்?

அவரை விதை சில நாள்களில் அழுகிவிடும். காரணம் என்னவென்றால், களிமண்ணில் காற்றில்லை. அதனால் முளைக்கும் அவரை விதை சுவாசிக்க முடிவதில்லை. தவிர, அபரிமிதமான நீர் அவரை விதையை அழுகச் செய்கின்றது.

பரிசோதனை 3: தோட்டமண்ணை ஒரு கண்ணாடி ஜாடியில், எடுத்து நீர்விட்டு கலக்கித் தெளியவைத்துப் பார்த்தால் அதில் பலவகை மண்துகள்களும் இலைமட்கும் நீரும் காற்றும் இருப்பது தெரியும். அவ்வகைத் தோட்ட மண்ணில் மேற்கூறிய பரிசோதனையை நிகழ்த்தினால் என்னவாகும்?

அவரை விதை முளைத்து வேர்விட்டு வளரத் தொடங்கும், காரணம் என்னவெனில், தோட்ட மண்ணில் மணல், களிமண், நீர் காற்று, அங்ககப் பொருள்கள் ஆகியவையெல்லாம் தேவையான விகிதத்தில் அமைந்திருக்கின்றன.

(2) **நீர் (Water):** போதுமான அளவு நீர் வார்க்கவில்லையென்றால் தாவரங்கள் வாடிவிடும். தாவரங்கள் வாடாமலிருக்கவும்

உப்பியிருக்கவும் (to maintain turgidity) தண்ணீர் தேவை. ஏனெனில், தாவரங்கள் வாடாமலிருப்பதே வளர்ச்சியின் ஓர் அறிகுறி. புரோட்டோபிளாஸம் நீருடன் கலந்திருந்தால்தான் செயல்படும். எனவே, நீரில்லாமல் எந்த உயிர்ப்பொருளும் இருக்க முடியாது என்பது திண்ணமாகின்றது. தவிர, தாவரங்கள் தங்கள் சத்துணவை உறிஞ்சுவதும் (absorption) நீரினால்தான். தவிர, தாவரங்களின் சத்துணவு (nutritive substance) நீரில் கரைந்தால்தான் அவ்வாறு உறிஞ்சமுடியும். தவிர, தாவரங்களின் வாழ்வியலில் (physiology) தண்ணீர் அதிகமாகச்செலவிடப்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒளிச்சேர்க்கைக்கும் (photosynthesis) நீர் அவசியம். மேலும், தேவைக்கு மிஞ்சிய நீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது (transpiration). இந்த நஷ்டஈட்டைச் சரிக்கட்ட அதிகப்படி தண்ணீர் வேண்டும். உண்மையில் வளர்ச்சிக்காகச் சிறிதளவே தண்ணீர் தேவைப்பட்டாலும் பிற செயல்களுக்காக அதிகப்படியான நீர் மிகவும் அவசியமாகத் தேவைப்படுகின்றது. தண்ணீர் நிபந்தனை வளர்ச்சிக்கு எவ்வாறு பொருந்துகின்றது என்பதை ஒரு பரிசோதனையின் மூலமாக அறியலாம்.

பரிசோதனை 1: இரண்டு பூந்தொட்டிகளில் வளரும் இரண்டு தாவரங்களை எடுத்துக்கொண்டு ஒரு பூந்தொட்டிக்குமட்டும் தினமும் தவருமல் தண்ணீர் விட்டுக்கொண்டு வரவேண்டும். மற்ருென்றிற்குப் பத்துத் தினங்களுக்கு ஒரு முறை தண்ணீர் விட வேண்டும். மாதத்தின் முடிவில் இரண்டு பூந்தொட்டிகளிலும் காணும் மாற்றங்கள் என்னென்ன ?

(3) **ஊட்டப்பொருள்கள்** (Nutritive substance or nutritive minerals): வளர்ச்சி ஒழுங்காகவும், ஒரு சீராகவும், நன்ருகவும் நடைபெறவேண்டுமானுல் அல்லது ஏற்படவேண்டுமானுல் வளரும் பகுதிகளில் உள்ள புரோட்டோபிளாஸத்திற்குத் தேவையான ஊட்டமளிக்க வோண்டும். புரோட்டோபிளாஸம் அவைகளைத் தன்மயமாக்கி (assimilates) முடிவில் செல்லுலோஸாகவும், (cellulose) மற்றும் வேறு பொருளாகவும் உற்பத்தி செய்து தாவரத்தின் எலும்புக்கூடாக (skeleton of the plant) மாற்றுகிறது. ஊட்டப் பொருள்களுடன் உணவுப் பொருள்களும் தாவரங்களுக்குத் தேவை. ஏனெனில், அவை தாவரங்களுக்கு ஆக்கச் சக்தியை (potential engergy) அளிக்கின்றன.

பரிசோதனை 1: உரமிட்ட தாவரங்களும் உரமிடப்படாத தாவரங்களும் எவ்வாறு வளர்கின்றன என்று பாருங்கள்.

(4) **காற்று** (Oxygen): இங்குக் காற்று என்று சொல்லப்படுவது சுவாசித்தலுக்கு வேண்டிய மூச்சுக் காற்றே (oxygen) ஆகும். உயிருள்ள எல்லாச் செல்களின் சுவாசித்தலுக்கும் சுயேச்சையான

ஆக்ஸிஜன் மிகவும் இன்றியமையாததாகிறது. சுவாசித்தல் என்பது ஆக்ஸிகரணச் செயல் (oxidation process). இதனால் உணவினால் சேமித்த நிலைச்சக்தி (potential energy) இயங்கு சக்தியாக (kinatic energy) விடுவிக்கப்படுகிறது. அதன் பயனாகப் புரோட்டோபிளாஸம் தன் பல்வகைச் செயல்களைச் செய்யச் சாத்தியமாகிறது.

பொதுவாக, பெருமணல் (coarse sand), சிறுமணல் (fine sand) போன்ற நிலங்களைத் தவிர மற்றைய நிலங்களில் கரியமிலவாயுவின் அடர்வு (carbon di-oxide concentration) ஆக்ஸிஜனைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கும். இதன் காரணமாக எல்லாத் தாவரங்களிலும் வளர்ச்சி மந்தப்படுகிறது (retardation). தவிர, நன்றாகக் காற்றூட்டப்பட்ட (airated plants) தாவரங்கள் உயரமாகவும், பளுவாகவும் (heavier), பெரிதாகவும், நிறைந்த சல்லிவேர்களைக் கொண்டும் காணப்படும்.

குறைந்த காற்றுள்ள நிலத்தில் வளர்ந்த மந்தவளர்ச்சியுடைய தாவரம் முடிவில் குறைவான உறிஞ்சும் தன்மையைப் (reduced absorption) பெறும் என்பதில் ஐயமில்லை என்பதை அறிவியல் வல்லுநர்கள் சோதனைகள்மூலம் நிரூபித்திருக்கிறார்கள்.

பரிசோதனை 1: தாவரங்கள்கொண்ட இரண்டு பூஞ்சட்டிகளை எடுத்துக்கொண்டு ஒரு பூந்தொட்டியிலுள்ள மண்ணைத் தினமும் கிளறிவிட்டு நீர் வார்க்கவும். மற்றொரு பூந்தொட்டியிலுள்ள மண்ணை ஏதும் செய்யாமல் தினமும் நீர் வார்க்கவும். பின்பு ஒரு சில வாரங்கள் சென்று இரண்டு தொட்டிகளிலும் வளரும் தாவரங்களில் காணும் மாற்றங்கள் என்னென்னவென்று ஆராயவும்.

(5) வெப்பம் (Temperature): தேவையான வெப்பமே தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு உயிர்நாடியாக அமைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு (optimum temperature) மேற்பட்டால், புரோட்டோபிளாஸத்தின் செயல்கள் அனைத்தும் நின்றுவிடும். அதனால் தாவரங்கள் இறந்துவிடும். மிகவும் குறைந்த வெப்பத்தில் புரோட்டோபிளாஸம் செயல்புரிவதில்லை. வெப்பத்தின் அளவு 45°C முதல் 50°C வரையில் ஆகுமானால், புரோட்டோபிளாஸம் இறுகிவிடும் (coagulates). மேலும், புரோட்டோபிளாஸத்தை இவ் வெப்பம் கொன்றுவிடும். எனவே, நோயற்ற புரோட்டோபிளாஸம் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில்தான் இருக்கும். இவ் விளைவுகள் வெப்பச் சார்பு விளைவினால் (thermotonic effect of

temperature) ஏற்படுகின்றன என்று சொல்லப்படுகிறது. எனவே, நடுத்தரமான வெப்பம் (optimum temperature) என்னவெனில், சராசரி 28°C-லிருந்து 30°C வரை ஆகும். அதேபோல மிகக் குறைந்த அளவு என்னவென்ருல் சுமார் 4°C ஆகும்.

வெப்பம் எப்படியும் தரத்திலும் எடையிலுமான விளைவுகளை (qualitative and quantitative effects) பெருக்கமடையும் அல்லது வளரும் தாவரங்களின்மீது செலுத்துகிறது. அதாவது வளரும் தாவரங்களின்மீது வெப்பத்தின் அளவு சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையைத் பொறுத்து (environmental conditions) அமைகிறது.

தாவரத்தின் வளர்ச்சியில் வெப்பத்தின் முக்கியத்துவமும் அதனுல் ஏற்படும் விளைவுகளும் பரிசோதனை ஆதாரங்களுடன் பின் வரும் படலங்களில் தெளிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளன.

பரிசோதனை 1: இரண்டு பூந்தொட்டித் தாவரங்களை எடுத்துக்கொண்டு ஒன்றைப் போதுமான நிழலிலும், மற்றொன்றை முழுக்க முழுக்க வெய்யிலிலும் இருக்கும்படி வைத்து வளர்ச்சியை ஒரு சில வாரங்கள் கழித்துப் பார்க்கவும்.

(6) ஒளி (Light): ஆரம்ப வளர்ச்சிக்கு (primary growth) ஒளி அவ்வளவு அவசியமில்லை யென்ருலும், வளர்ச்சிக்கும் பெருக்கத்திற்கும் (growth and development) ஒளி மிகவும் அவசியம். உண்மையில் தாவரங்கள் ஒளியைக் காட்டிலும் இருளில்தான் வேகமாக வளர்கின்றன. புரோட்டோபிளாஸம் நல்ல நிலையிலிருக்கப் போதுமான வெளிச்சம் தேவை. மேலும், ஒளியில் தான், இலைத்துளைகள் (stomata) நன்ருகத்திறந்திருக்கு மென்றும், அதனுல் கணிகங்கள் (chloroplasts) செயல்புரிந்து உணவைத் தயாரிக்கும் என்றும் நாம் முன்னரே அறிந்துள்ளோம். இவையெல்லாம் ஒளிச்சார்பு இயக்கம் (phototonic effect) ஆகும். தொடர்ந்து இருளில் தாவரங்கள் இருப்பது அவற்றிற்குக் கெடுதியே யாகும். இருளில் வளர்ந்த தாவரங்கள் மெல்லியதாகவும், மிருதுவாகவும், மெலிந்தும், நீண்டும், துவண்டும் இருக்கும். தவிர வெளிர்ப் பசுமையாகவும், வெளிர்மஞ்சளாகவும் பழுத்தும் (etiolated) காணப்படும். மேலும், அபூர்வமாகத்தான் மலர்களையும் கனிகளையும் கொடுக்கும், ஒளியில்லாமல் அநேகத் தாவரங்கள் பெருக்கமடையாமலே இருக்கும் (remain underdeveloped). சமமான பகல் இரவு நேரங்கள் தாவர வளர்ச்சிப் பெருக்கத்திலே மலர்களையும் கனிகளையும் தோன்றச் செய்வதில் முக்கியச் செல்வாக்கைப் பயன்படுத்துகின்றன. (ஒளிச்சார்பு இயக்கத்தில்

காண்க.) ஒளியில் உள்ள ஒருசில குறிப்பிட்ட ஒளிக்கற்றைகள் (particular rays) தாவர வளர்ச்சியில் ஒரு தனித் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பதை கீழ்க்காணும் பரிசோதனையால் (பரிசோதனை-1) அறியலாம்.

ஒளிச்சேர்க்கை (photosynthesis) ஒளியில்தான் நடைபெறும் என்று கூறவும் வேண்டுமோ? ஒளிச்சேர்க்கையினுல்தான் தாவரங்கள் உணவைத் தயாரிக்கின்றன. உணவு இருந்தால்தானே வளர முடியும். எனவே, வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய உணவைக் கொடுக்கக்கூடிய சக்தி ஒளியில்தான் பொதிந்துள்ளது என்று சொல்வதில் தவறுண்டோ? ஒளி தேவை என்ருல் ஒளியின் கால அளவும் (duration of light), ஒளிக் காலமும் (period of light), ஒளியின் தீவிரமும் (intensity of light) முக்கியப் பங்கேற்கின்றன என்பதை நாம் மறுக்கமுடியாது. இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றன் அளவு அதிகரித்தாலும் குறைந்தாலும் அது வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும். எனவே, ஒளி போதுமானதாக (required amount) இருக்கவேண்டும்.

பரிசோதனை 1: இரண்டு பூந்தொட்டித் தாவரங்களில் ஒன்றன் மீது சிவப்பு, மஞ்சள், பச்சை அல்லது ஏதேனும் ஒரு நிறமுள்ள மணிச்சாடியைக் கவிழ்த்து வைக்கவும். மற்ருென்றன்மீது நிறமற்ற மணிச்சாடியைக் கவிழ்த்து வைக்கவும். சில நாள்களுக்குப் பின் விளைவுகளைப் பார்க்கவும்.

பரிசோதனை 2: சமமான பகலிரவு நேரத்தில் வளர்ந்த தாவரங்களைப் பகல் நேரம் அதிகமுள்ள பகுதியில் வளர்ந்த தாவரங்களோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவும். ஒளியின் பணி புரியும்.

(7) ஈர்ப்பு விசை (Force of gravity): புவிஈர்ப்பு விசை என்னும் காரணி தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சியைத் தீர்மானிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, தாவரத்தின் வேர் நிலத்தை நோக்கிப் புவிஈர்ப்பு விசையை நோக்கி வளர்கிறது. தண்டு புவிஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக வளர்கிறது. அவ்வாறே கிளைகள் (வேரானுலும் தண்டானுலும்) இரண்டு திசைக்கும் இடைப்பட்ட திசையில் வளர்கின்றன. ஈர்ப்புச்சக்தி தாவரங்களின் அசைவில் (plant movements) முக்கியப் பங்கு கொள்கின்றன. இவை பின்னுல் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

1-6. வளர்ச்சிக்குரிய நிலைமை (Situation of growth): தாவரத்தின் எல்லாத் திசுக்களும், உறுப்புகளும் எப்போதுமே

2

வளர்ச்சியில் பங்கு கொள்வதில்லை. எனவே, சிறப்பு வளர்திசுக்கள் (specialised growing tissues-meristems) பற்றி அறிந்து கொள்ள வேண்டும். வளரும் திசுக்கள் (meristematic tissues) எப் பகுதிகளில் உள்ளன? அவை எவ்வாறு வளர்ச்சியில் பங்கு கொள்கின்றன? என்பதைப் பின்வரும் பிரிவுகள் நன்கு விளக்குகின்றன. வளர்ச்சிஎன்பது வளரும் பகுதிகளுக்குமட்டும் உரித்தானதன்று. ஆனால், அவற்றின் அண்டைப் பகுதிக்குங்கூட உரித்தானதாகும். எனவே, ஒரு மிகச் சிறிய திசுவின் பகுதிமட்டும் அது புல் பூண்டிலிருப்பினும் சரி மரம், செடி, கொடியிலிருப்பினும் சரி மிகவும் சுறுசுறுப்பாக வளர்கின்றது என்பது புரியும். தாவரத்தின் பெரும்பகுதி நிலையான வளராப் பகுதியாகும். ஏறக்குறைய அவை மடிந்த திசுக்கள். இவ் வளரும் பகுதி தொடர்ந்து வளரவும் அதே நேரத்தில் தாவரத்தின் பெரும் பகுதி முதிர்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்யவும் பணிபுரிகின்றன.

1-7. **வளர்ச்சி முறை (Process of growth):** வளர்ச்சி முறை வளரும் திசுக்களை அறிந்துகொண்டால் ஓரளவு புரியும். வேர்க் குருத்துகளின் நுனியில் உள்ள புரோட்டோபிளாஸத்தில் தொகுப்பு (synthesis) நடைபெறுகிறது. அங்குள்ள செல்களுக்குக் கிடைக்கும் நீரின் அளவு மிகவும் குறைவாக இருக்கும். இது ரதந்திற்கு (protein) வேண்டிய அமினோ அமிலங்களின் (amino acids) அடர்த்தியையும் செல்லுலோசுக்கு (cellulose) வேண்டிய அடர்த்தியையும் அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. எனவே, புதிய புரோட்டோபிளாஸமும், புதிய செல்சுவரும் ஏற்படுவதற்குத் தேவையான பொருள்கள் இந்தப் பகுதியில் கிடைக்கின்றன. இவ்விதம் வளரும் இடங்களில் வளர்ச்சியின் இரண்டு நிலைகளைத் (phases of growth) தெளிவாக அறிந்துகொள்ள முடியும். அவை முறையே செல்பிரிவும் செல்விரிவும் (cell division and cell enlargation) ஆகும்.

செல்விரிவு ஏற்படும் இடங்களில் வளர்ச்சியின் வேகம் செல் பிரிதலில் ஏற்படுவதைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கும். பொதுவாக, செல்பிரிவு செல்விரிவின் முடிவில் தோன்றுவதாகும். இவை வேர்களின் நுனியிலும் தண்டுகளின் நுனியிலும் (apices of roots and shoots) நடைபெறுகின்றன. ஆனால், இந்த இரண்டு நிலைகளில் எப்போதாவது ஒரு மிக நீண்ட இடைவெளி ஏற்படுவதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, பெல்லியாவின் ஸ்போரகக் காம்பில் (sporangiophore of pellia) செல்பிரிவு இலையுதிர் காலத்தில் முடிவடைகிறது. ஆனால், வேகமான செல்விரிவு ஒருசில மாதங்கள்

சென்ற பிறகு இளவேனிற் காலத்தில் நடைபெறுகிறது. இதன் விளைவாக ஸ்போரகக் காம்பின் நீளத்தில் ஒருசில தினங்களில் சுமார் நாற்பது மடங்கு அதிகரிப்பு ஏற்படுகின்றது.

வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத பொருள்களாகிய (essentials for growth) அங்கக உணவு (organic food), என்ஸைம்கள் (enzymes), வைட்டமின்கள் (vitamins), கனிமங்கள் (mineral elements), நீர், காற்று, வெப்பம் இவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்று குறைந்தாலும் வளர்ச்சிமுறை தடைப்படும்; அல்லது வளர்ச்சி முறை முடிவுக்குக் கொண்டுவரப்படும். ஏனென்றால், நீர் உறிஞ்சுவதாலும், ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதாலும் தாவரங்கள் தங்கள் வாழ்க்கை முறையை நடத்துகின்றன. மேலும், மேற்கூறிய காரணிகள் மிகுவதாலும் வளர்ச்சிமுறை நிமிடத்திற்கு நிமிடம், மணிக்கு மணி, நாளுக்கு நாள் மாறுகிறது. இவைபற்றிய மேற்கொண்ட விவரங்களை வளர்ச்சி இன்றியமையாதனவற்றின்கீழ்க் காணலாம்.

1-8. வளர்ச்சிமுறைச் செயல்களின் உட்செயல் (Interaction of processes in growth): வளர்ச்சிமுறையில் உட்செயல்கள் என்றால் தண்டு வளரும்பொழுது வேர்கள் அடையும் மாறுதல்களும், வேர்கள் வளரும்பொழுது தண்டு அடையும் மாறுதல்களும், அவை ஒன்றுக்கொன்று எவ்வாறு இணைந்தும் இணையாமலும் செயல்புரிகின்றன என்பதை விளக்குவதாகும். இச் செயல்களில் நீர் உறிஞ்சுதல், நீர் கடத்துதல், ஒளிச்சேர்க்கை, இலையில் தரசம் தயாரிப்பது, தயாரித்த அல்லது பெற்ற உணவு உடலின் பல உறுப்புகளுக்கும் செல்வது, ஆங்காங்கே நிகழும் மாற்றங்களை (வளர்சிதை மாற்றங்களை) அறிவது யாவும் இவ் வளர்ச்சிமுறையின் உட்செயல்களில் அடங்கும். அவற்றை இங்கு ஒருமிக்க விளக்குவது சாத்தியமில்லை.

1-9. வளர்ச்சியின் படிகள் (Phases of growth): வளர்ச்சியின் படிகளாவன செல் பிரிதல் (cell - division), செல் பெருக்கமடைதல் (cell - enlargement), செல் மாறுபடுதல் (cell - differentiation) என்னும் பல படிகள் உயிரியல் பகுதியில் (வாழ்வியல் பகுதியில்) தெளிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளன. எனினும் ஓரளவு அவைபற்றி இங்கும் கூறப்படுகிறது.

தாவர அல்லது தாவர உறுப்பின் வளர்ச்சியென்பது வளரும் திசுக்களுடைய செல்களில் ஏற்படும் ஒட்டுமொத்த வளர்ச்சியேயாகும். வேர் அல்லது தண்டின் நுனியில் மூன்று தெளிவான

பகுதிகளை அவற்றின் உட்கூறில் (anatomy) காணலாம். அவை நுனியிலிருந்து பின்னோக்கிய பகுதிகளாகிய (1) **செல் ஆக்கப் பகுதி** (The region of cell formation), (2) **செல் பெருக்கமடையும் பகுதி** (The region of cell enlargement), (3) **செல் முதிரும் பகுதி** (The region of cell maturation) என்பனவாகும். இம் மூன்று பகுதிகளை யொட்டியே மூன்று வளர்ச்சிப் படிகள் காணப்படுகின்றன. அவை முறையே (1) **செல் தோன்றும் படி** (The phase of cell formation), (2) **செல் பெருக்கமடையும் படி**, (The phase of cell enlargementro) (3) **செல் முதிரும் படி** (The phase of cell maturation). தாவரத்தின் எல்லாச் செல்களும் வளரும் நுனியிலிருந்து தோன்றியவையே. ஒவ்வொரு செல்லும் முதிர்வதற்கு முன்னால் மேற்கூறப்பட்ட மூன்று நிலைகளையும் கடந்துதான் செல்லவேண்டும்.

1-10. **வளர்ச்சியின் நிலைகள்** (Stages of growth): மேற்கூறப்பட்ட வளரும் பகுதிகள், வளர்ச்சியின் நிலைகள் ஆகியவை இரண்டும் ஒன்ருனாலும் வளரும் 'பகுதியில் என்னென்ன வகைகள் (kinds) உண்டு என்று மட்டும்தான் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால், இங்கு அவை என்னென்ன மாறுதல்கள் பெற்று வளர்கின்றன என்று தெளிவாக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒரு தாவரச் செல்லில் தோன்றும் நிலையிலும், பெருகும் நிலையிலும் ஏறக்குறைய மூன்று நிலைகள் (three stages) அல்லது மூன்று வகைகள் (three types or kinds) உள்ளன. ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு ஏற்படும் மாற்றம் திடீரென்றோ முழுமையாகவோ ஏற்படுவதன்று. ஆனால், மாறுபட்ட நிலைகளைத் தெளிவாக வேறுபடுத்தி அறியலாம். அதே நேரத்தில் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையால் அவ் வேறுபட்ட நிலைகள் பாதிக்கப்படுவதையும் காணலாம் என்று பிரிஸ்ட்லி (Priestly, 1929) கூறுகிருர். எனவே, வளர்ச்சியினுடைய வேறுபட்ட நிலைகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கலாம்:

(1) கருவிலுள்ள நிலை (embryonic stage) அல்லது தோன்றும் நிலை (formative stage).

(2) நீளும் நிலை (the stage of elongation).

(3) வேறுபடுத்திக் காட்டும் நிலை (the stage of differentiation).

(1) **கருவிலுள்ள நிலை** (Embryonic stage): இந் நிலை முன்னுள்ள செல்களிலிருந்து புதிய செல்கள் ஏற்படும் நிலையையும் உட்கொண்டதாகும். சாற்றுக்குழாய்த் தாவரங்களில் (vascular

plants) புதிய செல்கள் ஏற்படுவது ஒருசில குறிப்பிட்ட இடங்களில் தாம் ஏற்படும். அவற்றிற்கு 'வளரும் இடங்கள்' (meristems) என்று பெயர். இவ் விடங்கள் குறிப்பாக வேர், தண்டு, இலைகள், கிளைகள் ஆகியவைகளின் நுனிகளிலேயும், கணுவிடையின் அடிப் புறத்தேயும், கேம்பியத்திலும், அதிலும் சிறப்பாக ஒருவிதையிலைத் தாவரங்களில் வளரும் உறைகளின் அடியிலேயும் இலைகளிலும் காணப்படும்.

வளரும் திசுக்கள் கொடுக்கும் புதிய செல்கள் சிறியவையாயும் புரோட்டோபிளாஸப் பொருள்கள் செறிவுகொண்டதாயும், பளிச் சென்று தெரியும் நியூக்கிளியஸ் (nucleus) உடனும் காணப்படும். மேலும், புரோட்டோபிளாஸம் வேக்குவோல்கள் (vacuoles) இல்லாமலும், செல் உட்பொருள்கள் (cell inclusions) இல்லாமலும், சேமிப்பு உணவுகள் (storage food) இல்லாமலும் காணப்படும். இவையே அவற்றின் சிறந்த குணங்களாகும். அதேநேரத்தில் கணிகங்கள் (plastids) மிகச் சிறியவையாய்க் கண்ணுக்குப் புலப்படாத வாறு இருக்கும். கேம்பியத்திலுள்ள செல்களைத் தவிர மற்றைய எல்லாச் செல்களிலும் அவை 12 அல்லது 14 பக்கங்கள் அல்லது முகங்களைக் கொண்டதாக இருக்கும். ஆனால், அவை கன அளவு டையதாயும், காற்றிடைவெளியில்லாமல் நெருக்கமாகவும் அமைந் திருக்கும். செல்சுவர்கள் தாவரத்தில் எந்த உறுப்பிலும் மெல்லிய செல் சுவர்களைக் கொண்டிருக்குமென்று பிரிஸ்ட்லி (Priestly, 1929) கூறுகிறார். அவை பொதுவாகச் சாயம் ஏற்கும். இச் சாயமேற் கும் தன்மை புரோட்டோபிளாஸத்தினால் திணிக்கப்பெற்றிருக்கிறது என்பதை அறிகின்றோம். மேலும், பிரிஸ்ட்லி கூறுவதானது இந்தச் செல் சுவர்கள் (cell walls) உணவுப் பொருள்களைப் பெறவேண்டிக் கால்வாய்களைப் பெற்றிருக்கின்றன; அவை திசுக்களுக்கு உணவைக் கொண்டுசெல்கின்றன என்கிறார்.

வளரும் பகுதியில் உள்ள செல்களில் புரதத் தொகுப்பே (protein synthesis) பிரதானமானது. அதே நேரத்தில் மாவுப் பொருள்களின் தோற்றம் மிகமிகக் குறைவு. எனவே, இந்த நிலையில் புரோட்டோபிளாஸம் புரோட்டோபிளாஸத் தொகுப்பில் (protoplasmic synthesis) முதலாவதாக ஈடுபடுகிறது. பிரிஸ்ட்லியின் கூற்றுப்படி செல்லைச் சுற்றியுள்ள திரவத்தில் ஹைட்டிரஜன்-அயனிகள் (hydrogen-ion-concentration) செறிந்திருக்கும் காலையில்தான் இவ்வாறு நிகழக்கூடும். மேக் டூகல் (Mac Dougal, 1916-1921) செய்துகண்ட பற்பல ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக, புரோட்டோபிளாஸத்தின் கனஅளவு (volume) நீர் கூடு வதனால் கூடுகின்றது எனக் கூறுகிறார்.

ஹாட்டஸ் (Hottes, 1929) என்பவர் விசியா ஃபேபா (vicia fafa) என்ற வேரில் கண்டுபிடித்திருப்பதாவது, உட்கருப் பிரிவும் செல்பிரிவும் நின்றவுடன் தன்னிச்சையாகவே நீளும் நிலை நின்று விடுகின்றது என்பதும், தவிரச் செல்லின் அளவு மிகவும் சிறியதாகி விட்டாலும் இவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்பதும் உண்மையாகும்.

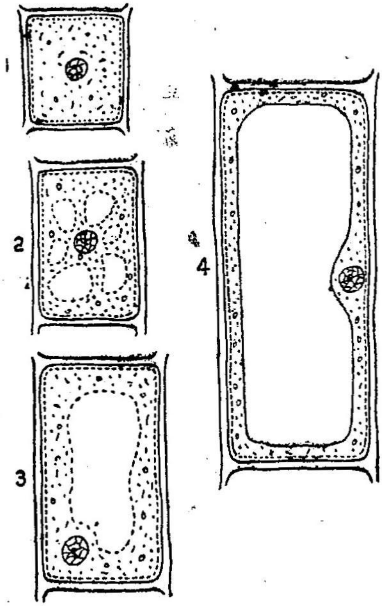
(2) நீட்சி (Elongating): (i) இயற்கை: ஒருசில செல்கள் தோன்றிய உடனேயே புரோட்டோபிளாஸம் புரதத் தொகுப்புச் செய்தலைக்காட்டிலும் கார்போஹைட்டிரேட்டு பொருள்களைத் தொகுப்பதில் ஈடுபடுகிறது. கார்போஹைட்டிரேட்டின் அதிகப் படியான தொகுப்பு செல்சுவர்க் கனத்தை அதிகரிக்கச் செய்தலைப் காட்டுகிறது. அதனுடன் புரோட்டோபிளாஸத்தில் உள்ள தரசத் துகள்கள் (starch grains) மிகுதலும் ஏற்படுகிறது. செல் வளர்ச்சியிலே ஏற்படும் புரோட்டோபிளாஸத்தின் அதிகரிப்பு மிகவும் குறைவேயாகும்.

வளரும் புதிய செல்களில் உள்ள புரோட்டோபிளாஸத்திலும் எண்ணற்ற குழிகளும், கால்வாய்களும் அதன் இணைப்புகளும் ஏற் படுகின்றன. இந்தக் குழிகள் நீரைப் பருகுவதால் பெருக்கமடைந்து வேக்குவோல்களாக (vacuoles) மாறுகின்றன. இவ்விதம் இவ் வேக்குவோல்கள் இவ்வாருக வளர்ந்து பெருகிச் செல்லின் வேக்குவோல்களாக மாறுகின்றன. இவ்வாருக ஏற்படும் வேக்கு வோல்களின் அளவின் பெருக்கமும் கன அளவு அதிகரிப்பும் ஆரம்ப காலத்தில் சவ்வூடுபரவலினுல் (osmosis) ஏற்படும் ஒரு சக்தியால் ஏற்படுவதாகும். இம்மாதிரியான வேக்குவோல்கள் தன்னுள்ளே சில கனிமங்களையும் மற்றும் பல்வகைப் பொருள்களையும் பெற்றிருக் கும். இது செல்லினுள் நுழையும் திரவத்தாலேயோ செல்லின் உள்ளேயே உண்டாகும் பொருளாலேயோ ஏற்படலாம் என்று மாக் டூகல் (Mac Dougal, 1919) கூறுகிருர்.

வளர்ச்சி 10°C வெப்பத்தை அடையும்போது மிகவும் வேகமாகக் குறைகிறது. இவ்வாறு ஏற்படுவதற்குக் காரணம் யாதாக இருக்க லாம் என்ருல், தாமதமான வேதியியல் மாற்றங்களே (slow chemical changes) ஆகும். இது எவ்வாறெனின், தாமதமான வேதி யியல் மாற்றங்களினுல் செல்பிரிவு தாமதமாக ஏற்படுகின்றது. தாமதமாகச் செல்பிரிவு ஏற்படுவதற்குக் காரணம் அப் பகுதியில் தாமதமாக உணவுப் பொருள்கள் சேர்வதனுலாகும்.

வளரும்பொழுது அதாவது நீட்சியடையும் காலங்களில் elongating period) தங்கள் அளவு (உருவம்) அதிகரிக்கிறது.

குறிப்பாக நீளத்தில் அதிகமாக வளர்கிறது. அதனைக் கீழுள்ள வரைபடம் நன்கு விளக்குகின்றது.



படம் 1-2

சோளவேர்—வளரும் பகுதியிலுள்ள செல்கள்

இதில் வேக்குவோல்கள் தோன்றி வளர்வதும் புரோட்டோபிளாஸச் சவ்வு ஏற்படுவதும் காட்டப்பட்டுள்ளது.

1. கருச் செல்; 2, 3. இடைப்பட்ட நிலையில் உள்ள செல்கள்;
4. முற்றும் வளர்ந்த செல்

நீட்சியடையும் நேரத்தில் புரோட்டோபிளாஸம் அளவில் அதிகரித்தாலும் அது குறைவாகத்தான் இருக்கும். அவ்வாறு அதிகரிக்கும் புரோட்டோபிளாஸம் ஒரு புதிதாக ஏற்பட்ட செல்லி லுள்ள புரோட்டோபிளாஸத்தைக் காட்டிலும் அளவில் சற்றுக் கூடுதலாக இருக்கும். இவ்வாறு அதிகரித்த புரோட்டோபிளா ஸம் முதிர்ந்த செல்சுவரை ஒட்டி ஒரு மெல்லிய படலமாக அமைந் திருக்கும். இவ்வாறு பல நூறுமடங்கு அதிகரிந்த செல்லின் கன பரிமாணம் பெருகும்பொழுது மிகக் குறைந்த அளவு புரோட்டோ பிளாஸத்தையே செல் பெருக்கமடைவதற்கு முன்பாகப் பெற்றிருக் கும். இந்த வகையில் தாவரத்தின் செல் விலங்கினத்தின் செல்

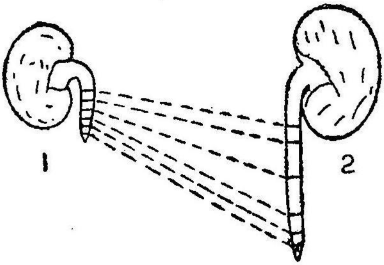
வினின்றும் வேறுபட்டிருக்கும். ஏனெனில், விலங்கினச் செல்களில் புரோட்டோபிளாஸத்தின் அளவு கூடாமல் செல் அளவு கூடுவதில்லை. நீர் பருகுவதனுல் உண்டாகும் இவ்வகையான செல்களின் பெருக்கம் உணவு தேடுவதனுல் உண்டாகும் செலவில்லாமல் அதிக வேகமான வளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வகை வளர்ச்சி உயிரினங்களுக்கு நன்மை பயப்பனவே. ஏனெனில், வளர்ச்சிக் காலத்திற்கு ஓர் எல்லையுண்டு. இவ்வகையில் ஏற்படும் மொத்த நீட்சி எல்லையே மொத்த வளர்ச்சிக் காலம் (grand period of growth) எனப்படும்.

(ii) அளவு (Rate): அரிய நேரங்களைத் தவிர, தாவரங்களில் வளர்ச்சியின் அளவு பொதுவாகக் கண்களுக்குப் புலப்படாதவாறு இருக்கும். நீளத்தில் ஏற்படும் அதிமிக்க வேக வளர்ச்சி கோதுமை மலர்களில் உள்ள மகரந்தக் கேசரங்களில் காணலாம். ஆண்ட்ரூஸ் (Andrews, 1932) கண்டுள்ளதுபோல இவ் வளர்ச்சி விநாடிக்கு 2-லிருந்து 3·5 மி. மீட்டர் வரை ஏற்படுகிறது. வளர்ச்சியின் இவ் வேகம் இதே நிலையில் தொடர்ந்தால் 24 மணி நேரத்தில் மகரந்தக் கேசரத்தின் நீளம் 6 முதல் 8 அடியை எட்டிவிடும். இதுபோலவே வளர்ச்சியில் மிகக் குறைந்த அளவில் இருப்பது கல்லிலே ஏற்படும் லைக்கன்கள் (lichens) ஆகும். அவை ஆண்டொன்றுக்குச் சாதாரண நிலையில் 2-லிருந்து 5 மி. மீட்டர்தான் வளரும்.

(3) வேறுபடுத்திக் காட்டும் நிலை (Differentiating): உச்ச அளவு பெருக்கமடையும்போது செல்கள் பல மாற்றங்களடைந்து தனித்தன்மையான செல்களாக (specialized cells) மாறுகின்றன. அவை பாரன்கைமாச் செல்களாக (parenchyma cells) மாறினுலும் மாறலாம்; அல்லது ஸ்கிளிரன்கைமாச் செல்களாக (sclerenchyma cells) மாறினுலும் மாறலாம்; அல்லது செல்களின் வகைகளில் ஏதேனும் ஒன்ருக அதனதன் இடத்திற்குத் தக்கவாறு அகப்புறக் காரணிகளால் மாறலாம். இப்படியாகப் பிரத்தியேகமாக மாறிய செல்கள் ஒருபோதும் பின்னேக்கிப் பழைய உருவத்தையடைவதில்லை. அவை வாழும் காலம் வரைக்கும் அப்படியே மாருமலிருக்கும். இவ்வாறு வேறுபட்ட செல்கள் மீண்டும் முழுமையாக வேறு செல்கள் வளர்வதற்கும் பெருகுவதற்கும் துணைபுரிகின்றன.

இதையே லூமிஸ் (Loomis, 1932) 'வளர்ச்சி என்பது செல்கள் பிரிதலினுலும் வளர்வதாலும் ஏற்படும் பெருக்கமே' என்கின்ருர். 'வேறுபடுத்திக் காட்டுவது' என்பது செல்கள் பெருக்கடைவதிலிருந்து செல்கள் மடிவதுவரை புறத்தோற்றத்தில் ஏற்படும் மாறுபாட்டின் கூட்டுத்தொகையே யாகும்.

1-11. வளரும் பகுதிகள் (Region of growth): வளரும் ஒவ்வோர் உறுப்பும் செல்லைப் போலவே வளர்ச்சியின் பல நிலைகளைக் கடந்து வருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக வேரை எடுத்துக்கொள்வோம். வேர்நுனிக்குச் சற்று மேலே பின்புறம், செல்கள் சுறுசுறுப்பாகப் பிரிகின்றன. வளர்ச்சி என்பது குறிப்பாகப் புரோட்டோபிளாஸத்தின் அளவு அதிகரிப்பதேயாகும். வேர்நுனிக்கு இன்னும் சற்றுமேலே பின்புறமாக இருக்கும் செல்களில் செல்பிரிவு ஏற்படுவதில்லை; அதற்குமாருகப் பெருக்கமடைகின்றன. இந்தப் பகுதியில்தான் உண்மையில் வேரில் நீட்சி (elongation) ஏற்படுகின்றது. இங்குத்தான் வளர்ச்சியில் மொத்தகால வளர்ச்சியின் (grand period of growth) உச்சக் கட்டம் ஏற்படுகிறது. பிறகு இவை முதிர்ச்சியடைகின்றன. இவ்வாருக வேரின் ஒவ்வொரு பகுதியும் மொத்த வளர்ச்சிக் காலத்தை கடக்கிறது. இதை ஒரு பரிசோதனையால் நாம் அறிந்துகொள்ளலாம்.



படம் 1-3

அவரை விதையின் வளரும் பகுதிகள்

இடப்படக்கமுள்ள முளைவேர் சம அளவுள்ள பகுதிகளாகக் கோடிடப்பட்டுள்ளது. வலப்பக்கமுள்ள முளைவேர் 24 மணி நேரத்தில் அதேபகுதியில் வளர்ந்துள்ளது.

ஓர் இளம்வேரின் நுனியைப் பல சமமுள்ள அளவுகளாகக் கோடிட்டுப் பிரித்து அதன் வளர்ச்சியைக் கவனித்தால், வளரும் நுனிப்பகுதி சற்றேறக்குறைய ஒரே அளவுடையதாக இருக்கும் (படம் 1-8). இடைப்பகுதி மிக நீண்டும் அதற்கு மேற்பகுதி மீண்டும் மாற்றமில்லாமல் அதே அளவுடனும் காணப்படும்.

இதே முறையில் தாவரத்தின் தண்டிலும் வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. தாவரத்தின் தண்டுப் பகுதி கணுக்களாகவும் (nodes) கணுவிடைப் பகுதிகளாகவும் (internodes) பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

எனவே, நீளத்தில் ஏற்படும் வளர்ச்சி அநேகமாகக் கணுவிடைப் பகுதியில்தான் ஏற்படும். எனவே, ஒவ்வொரு கணுவிடைப் பகுதியும் மொத்த வளர்ச்சிக் காலத்தைக் காட்டுகிறது. எனவே, விதிப்படி தண்டிலிருக்கும் வளரும் பகுதி வேரிலிருக்கும் வளரும் பகுதியைக் காட்டிலும் மிக நீளமாக இருக்கிறது. ஓரிரு வேளைகளில் அது 10 செ.மீ. நீளம்கூட இருக்கும். அதேநேரத்தில் அநேகக் கணுவிடைப் பகுதிகளைக் கொண்டுமிருக்கும். எல்லாக் கணுவிடைப் பகுதிகளும் ஒரே நேரத்தில் வளரலாம்; அல்லது ஏதேனும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் மொத்த வளர்ச்சிக் காலத்தில் மாறுபடலாம். எனவே, தண்டின் மொத்த வளர்ச்சி எல்லாக் கணுவிடைப் பகுதிகளையும் பொறுத்ததேயாகும்.

இலையில் எல்லாப் பாகமும் ஒரே சீராக வளரும். ஒருவேளை இலையின் நுனியைக் காட்டிலும் இலையின் அடிப்பகுதி சற்று வேகமாக வளரும். ஏனெனில், இலையின் அடிப்பகுதியில் வளரும் பகுதியின் இடைப்பகுதி அமைந்திருப்பதே அதன் காரணமாகும். இந்தப் பகுதியில் வளரும் செல்கள் ஏறக்குறைய அதன் மையத்தில் அமைந்திருக்கின்றன. எனவே, இலையின் (நடுநரம்பின்) இருபக்கமும் மிக உச்சமான வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. ஆனல், பெரணி இலையில் (fern leaf) நுனியில்தான் வளர்ச்சியின் வேகம் மிக அதிகமாக இருக்கிறது.

வளரும் பகுதியில் உள்ள எல்லாச் செல்களும் ஒரே தன்மையைப் பெற்றிருப்பதில்லை. வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு அளவு வீக்கத்தைப் (turgidity) பெற்றிருக்கும். அது அதன் வளர்ச்சியின் வேகத்தைப் பொறுத்திருக்கும். பெரணியிலை (fern frond or leaf) சுருண்டிருப்பதன் காரணம் பெரணியிலையின் புறப்பகுதியின் புற அமைப்பியலில் ஏற்படும் அதிக வளர்ச்சியேயாகும், இலைகள் முதிரமுதிர வளர்ச்சி புற அமைப்பியலின் மேற்பகுதியில் ஏற்படுகிறது. இதன் காரணமாகச் சுருண்டிருந்த இலை சுருள் நீங்கி நிமிர்கிறது; அல்லது விரிகிறது. கீழ்ப்பகுதியில் ஏற்படும் அதிக வளர்ச்சி ஹைப்போநாஸ்டி (hyponasty) என்னும் அசைவினலும், இலையின் மேற்பகுதியில் ஏற்படும் அதிக வளர்ச்சி எபிநாஸ்டி (epinasty) என்னும் அசைவினலும் ஏற்படுகிறது. இந் நிலையே உயர் இனத் தாவரங்களின் மலர்களிலும், இலைகளிலும், தண்டின் நுனியிலும் ஏற்படுகிறது. இளம் பருவத்தில் இலையின் கீழ்ப்பகுதி (மொட்டின் புறப்பகுதி) இலைகளைத் தண்டின் நுனியோடு (குருத்தோடு) ஒட்டியிருக்கச் செய்கிறது. இது ஹைப்போநாஸ்டி (hyponasty) எனப்படும். பிறகு இலையின் புறப்பரப்பு (மொட்டின் உட்பகுதி) வேகமாக வளர்ந்து மொட்டினை விரியச் செய்கின்றது.

இது எபினாஸ்டி (epinasty) என்று வழங்கப்படுகிறது. குங்குமப் பூப் (crocus sativus) போன்ற மலர்களில் இம் முறையிலேயே திறந்தும் மூடும் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. மேலும், தாமரையையும் அல்லியையும் இந் நிகழ்ச்சிகளுக்கு மெத்தவும் ஒப்பிடலாம்.

இம் முறையிலான மேற்கண்ட தத்துவம் தண்டுபோன்ற உருளை உறுப்புகளிலும் (cylindrical parts) காணப்படுகின்றது. தண்டின் ஒரு புறத்தில் மிகக் கூடுதலான வளர்ச்சியும் மற்றொரு புறத்தில் மிகக் குறைந்த வளர்ச்சியும் ஏற்படலாம். நுனிப்பகுதி முதலில் ஒருபுறமும் பிறகு மறுபுறமும் மாறி மாறிச் சாய்வதால் இருபுறமும் 'தலையாட்டும் விதம்' தோன்றுகிறது. இதுதான் நுனிச்சுற்று இயக்கம் (nutation)என்று வழங்கப்படுகிறது. இந் நிகழ்ச்சி உண்மையான உருளை போலல்லாத, சற்றே நசுங்கிய (flattened stem) தண்டுகளில் அடிக்கடி ஏற்படுகிறது.

மெய்யான உருளைபோன்ற தண்டுகளில் உச்ச வளர்ச்சி ஒரே சீராகவும், மாறிமாறி ஏற்படாமல் வட்டமாகவும் வளரும் பகுதியில் ஏற்படுகிறது. இதன் விளைவாகத் தண்டின் நுனி திசைகாட்டும் முள் (compass needle) எல்லாத் திசைகளிலும் சுற்றுவதுபோலச் சுற்றுகிறது. இத் தொடர்ச்சியான நிலையின் மாற்றமே சுழல் இயக்கம் (circumnutation) என்று வழங்கப்படுகிறது. பொதுவாக, இது எல்லா உருளைபோன்ற வளர்ச்சி உறுப்புகளிலும் ஏற்படுகின்றது. இவ்வகை அசைவு, முதிர்ந்த அல்லது பருவமடைந்த பகுதிகளில் ஏற்படுவதில்லை. எனவே, பருவ முதிர்ச்சியில் ஏற்படும். வளர்ச்சி நேராகவும் நேர்கோட்டிலும் அமைகிறது.

வளர்ச்சியினால் ஏற்படும் இவ்வகை அசைவுகளால் தாவரங்களுக்கு அநேக நன்மைகள் ஏற்படுகின்றன. சுற்றுவட்ட அசைவினால் (circumnutation) கொடிகள் துணையை நாடிச் சுற்றிப் படர்கின்றன. வேர் நுனிகள் பிளவுகளிலும், சிறுசிறு விரிசல்களிலும் நுழைந்து வளர்கின்றன. விதைகள் முளைக்கும்போது முளைக்கரு வேரில் ஒரு வளைவை (hypocotyl loop) ஏற்படுத்துகிறது. அதன் விளைவாகத் தரைமேல் முளைக்கும் விதைகள் நிலத்தினின்று விடுபட்டுத் தரைக்குமேல் வந்து நெடுக வளர்கின்றன. இதுதான் ஹைப்போநாஸ்டி வளைவு (hyponastic curvature) ஆகும். முளைக் குருத்து (plumule) இம் முறையிலேயே நிலத்திற்குமேல் வந்து விடுகிறது. இந்த அசைவிற்கு எபிநாஸ்டி (epinasty) அசைவு துணைபுரிகிறது.

மேற்கண்ட வாழ்வியல் வழிவகைகளைத் தவிரத் திசு விறைப்பு (tissue tension) வளரும் உறுப்புகளின் உட்பகுதியில் ஏற்படுகிறது. இதன் விளைவாக ஓர் உறுப்பில் பல்வகைத் திசுக்களின் வளர்ச்சியில் மாறுபாடு நிகழ்கிறது. இத் திசு விறைப்புகள் நீளவாக்கிலோ (longitudinal) குறுக்குவாக்கிலோ (transverse) இருக்கும். கீனோபோடியம் (chenopodium) என்ற தாவரத் தண்டில் நெடுக்குவெட்டில் இருகூருக உடையும் தண்டு இருபுறமும் வளைகிறது. அதன் காரணமாகத் தண்டின் சோற்றுப்பகுதி (pith of the stem) குவிந்து (convex) காணப்படுகிறது. மையப்பகுதி புறப்பகுதியினுல் அழுத்தப்பட்டு, புறப்பகுதி மையத்திலிருந்து நீளவாக்கில் விரிதலை இது காட்டுகின்றது. தண்டை வெட்டுவதனுல் இத் துன்பம் நீக்கப்படுகிறது. அதனுல் மையப்பகுதி விரிவடைந்து புறணி (cortex) சுருங்குகிறது. எனவே, இவ்வகையில் இங்கு நீளவாக்கில் விறைப்பு (longitudinal tension) ஏற்படுகிறது என்பதை அறிகின்ருேம்.

குறுக்குவாக்கில் ஏற்படும் விறைப்புகள் (tranverse tensions) எல்லாம் இளம் வளரும் கக்கங்களில் (axes) காணப்படும். புறணி, கட்டையினுல் (wood) வெளிப்புறத்தே அழுத்தப்பட்டு அதற்கு ஈடாகப் நசுக்கப்படுகிறது. வளரும் தண்டிலிருந்து தக்கையை (cork) நீளவாக்கில் பட்டையாக வெட்டி நீக்கினுல் அது சுருங்குகின்றது. மீண்டும் அவ் வளையத்தை அவ்விடத்தில் பொருத்தினுல் அது தண்டைச் சுற்றி முழுமையான வட்டமாக வருவதில்லை. இம் முறையிலான விறைப்புகள் வேரிலும் தண்டிலும் கேம்பியத்தின் செயலால் (cambial activity) ஏற்படுகிறது.

பெரும்பான்மையான தாவரங்களில் செல் விரிவடையும் பகுதிகளெல்லாம் கண்டிப்பாக ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் நிலைப்படுத்தப் பட்டிருக்கும். எனவே, உயரினத் தாவரங்களில் கீழ்க்கண்ட பகுதிகளில் செல்களின் உருவத்தில் அதிகரிப்பு ஏற்படுகிறது.

1. **வேரின் நுனிக்கு அருகில் :** நீளும் பகுதி வேரின் நுனியிலிருந்து அருகில் அதிகப்படியான தூரம் 10 மி.மீட்டருக்கு மேலிராது. நீளும் உச்சவரம்பு வேர்முனையிலிருந்து பின்புறமுள்ள 8 மி. மீட்டர் பகுதியில்தான் ஏற்படும்.

2. **தண்டுகளின் நுனிப்பகுதிகளில் :** வேரைக் காட்டிலும் தண்டில் நீட்சியடையும் பகுதி அதிக நீளமாக இராது.

3. கேம்பியத்தில் (Cambium) நீட்சி.
4. ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் (Monocot plants) : கணு விடைப் பகுதிகளின் அடிப்பகுதிகளில் நீட்சி.
5. ஒருவித்திலைத் தாவரங்களின் உறைகளில்: இலையின் அடிப்பகுதிகளில் நீட்சி.
6. இருவித்திலைத் தாவரங்களில் (Dicot plants): இலைகளிப் வளர்ச்சி இலையின் பரப்பு முழுவதும் ஒரே சீராகப் பரவி யிருக்கிறது. இருப்பினும் இலையின் அடிப்புறத்தில் இலை யின் நுனியைவிடச் சற்றே கூடுதலாக இருக்கும்.

பொதுவில், வளர்ச்சி முதிர்ந்த தாவரங்களில் அதிகமாக ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலேயே நிலைநிறுத்தப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால், இளம் புல் பூண்டுகளில் இவ் விதி சற்றுத் தளர்த்தப்பட்டிருக்கும். இவ் வளர்ச்சியின் நடப்பு வேரில் வளரும் பகுதியில் நீளமாகும் அள வோடு ஒப்பிட்டு ராபர் (Raber, 1928) அதனை அட்டவணைப் படுத்தியுள்ளார் (படம் 1-4).

விசியா ஃபேபா (vicia faba) என்ற வேரினுடைய வளரும் பகுதி

நாள் :	1	2	3	4	5	6	7	8	9
வளர்ச்சி மி. மீ.	2	4	18	18	17	14	7	4	0

படம் 1-4

இந்த அட்டவணையிலிருந்து நீட்சி முதல் இரண்டு நாள்களில் சற்றுக் குறைவாகவும் ஆனால் அடுத்த மூன்று நாள் களில் மிக அதிகமாகவும், ஆனால் அதன் பிறகு மிக விரைவாக வீழ்ந்தும்விடுகிறது என்பதனைக் காணமுடிகிறது.

உயரினத் தாவரங்களில் இந்த வளர்ச்சி புதிய உறுப்புகளில் அவை உயிருள்ள வரைக்கும் தொடர்கிறது. ஆனால், விலங்கினங் களில் அவ்வாறு ஏற்படுவதில்லை. ஓர் உறுப்புத் தொகுதி ஏற்பட் டால் வாழ்நாள் முழுவதும் அதுவே தொடர்ந்து செயல்புரிகிறது. எனவே, பல்லாயிரக் கணக்கான ஆண்டுகள் முதுமை பெற்ற ஒரு மரங்கூடத் தொடர்ந்து உறுப்புகளை உண்டாக்கியும், உயரத்தில் வளர்ந்தும், கனத்தில் கூடிக்கொண்டு மிருக்கிறது.

1-12. வளர்ச்சியில் கனிமங்களின் பணி (The role of Mineral elements in growth): குறிப்பாகச் சொல்லப்போனால் வாழ்வியலிலே கனிமங்கள் (minerals) எந்தச் செல்வாக்கும் (influence) செலுத்துவதில்லை. இருப்பினும் அவை வளர்ச்சிக்குத் தேவை. கனிமங்கள், அயனிகள் (ions) வடிவில் இருக்கும் போதுதான் அங்கே மூலக்கூறுகளை ஆக்குவதிலும் குறிப்பிட்ட பணியைப் பெறுவதிலும் ஈடுபடுகின்றன. இவற்றின் பயனும் தேவையும் அளவிட முடியாதது. அவை தருந்த கலவை அல்லது கூட்டுச் சேர்க்கையின் வினைவால்தான் தாவரங்களில் பயனளிக்கின்றன. கனிமங்கள் தாவரங்களில் பல்வேறுபட்ட வழிகளில் பணிபுரிகின்றன. அவைகளைப் பின்வருமாறுகூறலாம்:

(1) **கனிமங்கள் புரோட்டோபிளாஸத்தையும் செல் சுவர்களையும் உண்டாக்குகின்றன:** எண்ணற்ற கனிமங்கள் புரோட்டோபிளாஸம், செல்சுவர்கள் ஆகியவற்றை உண்டாக்கும் நிலைத்த மூலக்கூறுகளாக மாறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, புரதத்தில் (proteins) உள்ளகந்தகம் (sulphur), நியூக்கிளியோ புரோட்டீனில் (nucleo protein) உள்ள பாஸ்பரம் (phosphorous), பசுங்கணிகங்களில் உள்ள அடினோஸைன் பாஸ்பேட் (adenosine phosphates), மங்கனீஸியம் (manganese), கால்சியம் பெக்டேட்டில் (calcium pectate) உள்ள சுண்ணாம்பு முதலியன.

(2) **சவ்வூடு பரவலில் கனிமங்கள்:** சவ்வூடு பரவலினால் ஏற்படும் அழுத்தம் (osmotic pressure) தாவரச் செல்திரவத்தில் கரைந்துள்ள கனிமங்களினால்தான் ஏற்படுகின்றது.

(3) **அமிலத்தின்மீது கனிமங்களும் பஃபர் செயலும் (Mineral salts on acidity and buffer action):** மண்ணிலிருந்து உறிஞ்சப்பட்ட கனிமங்கள் pH தன்மையில் உந்தப்பட்டிருக்கும். இக்கனிமங்கள் pH அளவை நிர்ணயிக்கப் பயன்படும்.

(4) **செல்திரவச் சவ்வில் கனிமங்களின் உட்புகும் தன்மை (Mineral salts permeability in cytoplasmic membrane):** சுண்ணாம்பு (calcium) மற்றும் இரண்டு மூன்று கேடன்களின் (cations) உட்புகும் தன்மை புரோட்டோபிளாஸச் சவ்வில் பொதுவாக இறங்குமுகமாக இருக்கும்.

(5) **கனிமங்களின் நச்சுத் தன்மை (Taxic effects of mineral elements.)** அநேகக் கனிமங்கள் அவற்றின் அயனி நிலைகளில்

புரோட்டோபிளாஸத்தின்மீது ஒரு குறிப்பிட்ட நச்சுத் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதோடு புரோட்டோபிளாஸத்தைக் கலைத்துவிடுவதிலும், மடியச் செய்வதிலும் ஈடுபடுகின்றன. கனிமங்கள் மிகக் குறைந்த அளவு அடர்த்தியில் இருந்தால்கூட மேற்கண்ட குணங்கள் உண்டு. நன்கு தெரிந்த கனிமங்களில் அதிக நச்சுத் தன்மைகொண்ட கனிமங்கள் அலுமினியம் (alluminium), ஆர்ஸனிக் (allsenic), போரான்(boron), தாமிரம் (copper), ஈயம் (lead), மக்னீஸியம் (magnesium), மாங்கனீஸ் (manganese), பாதரஸம் (mercury), மாலிப்டினம் (molybdenum), நிக்கல் (nickel), செலினியம்(selenium), வெள்ளி (silver), துத்தநாகம் (zinc) முதலியன. மேற்குறிப்பிட்ட அட்டவணையில் உள்ள ஒரு சில கனிமங்கள் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும் (metabolism), வளர்ச்சிக்கும் (growth) தேவையென்றாலும் அவை திசுக்களில் நேரே சேர்ந்தால் நச்சுத் தன்மையடைகின்றன.

(6) உப்புகளின் பகைமைச் செயலான விளைவு (Antagonistic effects of salts): ஓர் அயனி (ion) அல்லது உப்பின் செயல் மற்றொன்றின் செயலை நிலைகுலையச் செய்யலாம்; அல்லது பின்னதைக் கச் செயலினை ஏற்படுத்தலாம். இச் செய்கைக்குப் 'பகைமைச் செயல்' (antogonism) என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டாக, சோடியம் குளோரைடு (sodium chloride) சோற்றுப்புத் தாவரங்களில் உட்புகும் செயலை (increases the permeabitity) ஊக்குவிக்கிறது. ஆனால். நடைமுறையில் கால்சியம் குளோரைடை (calcium chloride) உட்செலுத்தும்போது உட்புகும் தன்மையை அது குறைக்கச் செய்கிறது. இன்னும் சொல்லப் போனால் அத் தன்மையை அறவே மாற்றிவிடுகிறது.

மேற்கண்ட செயல் ஒரு பரிசோதனையின்மூலம் நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக 0·000015 M உள்ள தாமிரக் குளோரைடு ($CuCl_2$) திரவத்தில் லூபைன்ஸ் வேர்கள் 3·5 மி. மீ. வரை நீட்சியடைகின்றன. ஆனால், தேவையான அளவு $CaCl_2$ அதனுடன் சேர்த்து அத் திரவத்தை 0·0078 M-க்குக் கொண்டு வரும்போது வேரின் நீட்சி நாள் ஒன்றுக்கு 10·5 மி. மீட்டர் அதிகரிக்கிறது. தாமிரத்திற்கும் சுண்ணாம்பிற்குமான அயனிகளின் (Cu^{++} and Ca^{++} ions) பகைமைத் தன்மை தாமிர அயனியிலுள்ள (Cu^{++} ions) நச்சுத் தன்மையைப் பெரிதும் மட்டுப்படுத்துகிறது.

(7) கனிமங்களும் வேகமாற்றிச் செயல்களும் (Mineral elements and catalytic effects): ஒருசில கனிமங்கள் தாவரங்களில்

மா ற் றி க ளா க ச் (Catalystics), செயல்புரிகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக இரும்பு (iron), செப்பு (copper) மற்றும் துத்தநாகம் (zinc) முதலியன வேகமாற்றிகளாகச் செயல்புரிகின்றன; அல்லது வேகமாற்றிகளின் வினைவை ஏற்படுத்துகின்றன.

(8). **தேவையான கனிமங்களும் தேவையற்ற கனிமங்களும்** (The essential and non-essential elements): பெரும் எண்ணிக்கையிலான கனிமங்களில் மிகக் குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள கனிமங்களே இன்றியமையாதவை. 1860 ஆம் ஆண்டு ஆரம்பத்தில் விரிவான சோதனை நடத்தப்பட்டதன் விளைவாக என்னென்ன கனிமங்கள் தாவரங்களுக்குத் தேவை என்று அறியப்பட்டது. மேற்கண்ட சோதனைகளில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது ஜெர்மானியத் தாவரவியல் நிபுணர்களாகிய ஸாச்ஸ் (Sachs), நாப் (Knops) என்பவர்களின் சோதனையே யாகும். இவர்களின் கண்டுபிடிப்பு திரவநிலையில் அமைந்தது. அதன் விளைவாக இன்னும் பலர் அது பற்றிச் சோதனைகளை நடத்தி முடிவாகக் கண்டுபிடித்த கனிமங்கள் பின்வருவன: கார்பன் (carbon), ஹைட்டிரஜன் (hydrogen), ஆக்ஸிஜன் (oxygen), நைட்டிரஜன் (nitrogen), ஃபாஸ்பரஸ் (phosphorous), கந்தகம் (sulphur), சுண்ணும்பு, கால்சியம் (calcium), மக்னீஸியம் (magnesium), பொட்டாசியம் (potassium) மற்றும் இரும்பு (iron). இவையெல்லாம் நிலத்திலிருந்து தாவரத்தின் உடலினுள் செல்லுகின்றன.

ஆய்ந்தறிந்த சோதனைகளின் பயனாக அண்மையில் கீழ்க் காணும் கனிமங்களையும் அதனுடன் இணைக்க வேண்டும் என்று அறியப்படுகிறது. அவை: போரான் (boron), மாங்கனீஸ் (manganese), தாமிரம் (copper), துத்தநாகம் (zinc) மற்றும் மாலிப்டினம் (malybdenum). எனவே, மேற்கூறப்பட்ட கனிமங்கள் **நுண்வளர்ச்சிதை மாற்றிக் கனிமங்கள்** (micrometabolic elements) என்று வழங்கப்படுகின்றன. எனவே, தற்போது மொத்தத்தில் 16 தனிமங்கள் (elements) பசுந்தாவரங்களுக்கு மிகவும் வேண்டப்படுகிறது.

9 **தாவரங்களில் கனிமங்களின் குறிப்பிட்ட பணிகள்** (Specific role of mineral elements in plants): இங்குப் பொதுவாகத் தாவரங்களுக்குத் தேவையான கனிமங்களின் முக்கியச் செயல்களே விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

கந்தகம் (Sulphur): இது பொதுவாகத் தாவரங்களின் எல்லாத் திசுக்களிலும் உறுப்புகளிலும் பரவியிருக்கிறது. அமினோ அமிலத்தின் (amino acids) ஆக்கப் பொருளாக இருப்பதும் இக் கந்தகமே

சிஸ்டின் (cystine), சிஸ்டையின் (cysteine), மற்றும் மெதியானின் (methionine) என்ற மூன்று கூட்டுப்பொருள்களிலிருந்து தாவரப் புரதங்கள் (plant proteins) தயாரிக்கப்படும். இவற்றுள் தையாமின் (thiamine), பையோட்டின் (biotin) என்பன முக்கியத் தாவர ஹார்மோன்களாகும். இது கடுகு எண்ணெய் கிளைக்கோசைடுகளின் (glycosides) முக்கிய ஆக்கப்பொருளான ஸினிகிரின் (sinigirin) என்ற பொருள் ஒரு தனி மணம் கொடுக்கும் பொருளாக இருக்கிறது. இவ்வகைத் தனி வாடைகளை வெங்காயம், பூண்டு போன்ற தாவரங்களிலும் காணலாம்.

கந்தகம் வேர்களில் SO_4^{--} அயனிகளாக உறிஞ்சப்படுகிறது. ஆனால் இலைகளின் மூலமாகவும், காற்றில் SO_3 என்ற வாயு இருந்தால் அவ் வடிவத்திலும், நுழையலாம். எனினும் குறைந்த அடர்வில் SO_3 தாவரங்களுக்கு நச்சாக மாறுகிறது. எனினும், கந்தகம் தாவரத்திலுள்ள ஆக்ஸிடைசுடு வடிவில (oxcidised form) நுழைந்தாலும் ஸல்ப் ஹைட்டிலாகக் (sulf hydryl — SH) குறைகிறது.

தாவரத்திலே கந்தகத்தின் குறைவு நைட்டிரஜன் குறைவால் ஏற்படும் விளைவுகளை உண்டாக்கும். அமினோ அமிலங்களும், மற்றும் நைட்டிரஜன் கொண்ட கூட்டுப்பொருள்களும் கந்தகம் குறைந்த தாவரத் திசுக்களில் தேங்கியிருக்கும். இது எதனால் ஏற்படுகிறது என்றால் தாவரங்கள் பெறும் கந்தகத்திற்கு ஈடாகப் புரதத் தொகுப்பு (protein synthesis) நடைபெறுமை லிருப்பதாலேயேயாகும்.

ஃபாஸ்பரஸ் (Phosphorous) : இது தாவரங்களில் $H_2PO_4^-$ அயனிகளால் உறிஞ்சப்படுகிறது. ஃபாஸ்பரஸ் ஃபாஸ்போலிபைட்ஸ் (phospholipides) மற்றும் நியூக்ளிக்அமிலம் (nucleic acid) ஆகியவைகளில் நுழைகிறது.

அதிக அளவு ஃபாஸ்பரம் விதைகளிலும் கனிகளிலும் தேங்கியிருக்கும். அதுவும் குறிப்பாகத் தாவரங்கள் பெருகும் காலத்தில் வளரும் தாவரங்களில் ஃபாஸ்பரம் வளர்ச்சித் திசுக்களில் அபரிமிதமாகக் காணப்படும். இவை சுவாசித்தலுக்குப் பயன்படுகின்றன. ஃபாஸ்பரமும் நைட்டிரஜனும் தாவர வளர்சிதை மாற்றங்களில் ஒன்றுக்கொன்று இணைந்து செயல்புரிகின்றன.

கால்சியம் (Calcium) : அதிக அளவு சுண்ணாம்பு (கால்சியம்) இலைகளில் காணப்படுகிறது. ஃபாஸ்பரத்திற்கும் பொட்டாசி

யத்திற்கும் நேர் எதிராகக் கால்சியம் இளம் தாவர இலைகளில் இருப்பதைவிட முதிர்ந்த பகுதிகளில் அதிகம் காணப்படுகிறது. தவிர செல்சுவர்களிலும், செல்சுவர் ஆக்கத்திலும் கால்சிய உப்புகள் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. சற்றேறக்குறைய 70% கால்சியம் செல்சுவர்களில் தேங்கியிருக்கிறது. அநேகத் தாவரங்களில் கால்சியம் கரையாத கால்சியம் ஆக்ஸலேட் படிகங்களாகக் (calcium oxalate crystals) காணப்படுகின்றன. வளர்திசுவின் முனைக்குக் கால்சியம் தொடர்ச்சியாகத் தேவைப்படுகிறது. கால்சியக் குறைவினால் செல் மறைமுகப் பிரிவும் (cell mitolic division) பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. தாவரத்தில் நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும் கால்சியம் மிகவும் தேவைப்படுகிறது. மேலும், கால்சியம் நைட்டிரேட்டுகளைக் குறைக்கப் பயன்படுகிறது. தவிர, தாவரத்தினுடைய அநேக என்ஸைம்களை (enzymes) ஊக்குவிப்பதும் கால்சியமேயாகும்.

மக்னீஸியம் (Magnesium): பசுங்கணிக மூலக்கூறுகள் (chlorophylls molecules) இந்த மக்னீஸியம் ஒன்றினாலேயேதான் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. எனவே, அதிகஅளவு மக்னீஸியம் தாவரங்களில் பசுங்கணிகங்கள் நிறைந்த பகுதியிலேயேதான் காணப்படும். விதைகளிலும் இத் தனிமங்கள் போதிய அளவு காணப்படுகின்றன. மக்னீஸியக் குறைவினால் இலைகளில் **பசுமைச் சோகை** (chlorosit) ஏற்படுகிறது. அதன் காரணமாக இலைகள் கருஞ்சிவப்பு நிறமாக (purple) மாறிவிடுகின்றன. பாஸ்பேட் வளர்சிதை மாற்றத்தில் (phosphate metabolism) மக்னீஸியம் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. மக்னீஸிய அயனிகள் குறிப்பிட்ட எண்ணற்ற என்ஸைம்களை ஊக்குவிக்கின்றன. தேவைக்கு அதிகமான மக்னீஸியம் நச்சுத் தன்மை பெறுகிறது.

பொட்டாசியம் (Potassium): மற்றக் கனிமங்களைப் போலன்றி, பொட்டாசியத்தின் தேவை எப்படி என்று நன்கு விளங்கவில்லை. பொட்டாசியம் பொதுவாகத் தாவரச் செல்களில் கரைந்த நிலையில் காணப்படுகிறது. எனவே, இது ஐயமில்லாமல் ஒரு வேகமாற்றி (catalystic) ஆக இருக்கின்றது. கார்போஹைட்டிரேட் வளர்சிதை மாற்றம் பொட்டாசியக் குறைவினால் பாதிக்கப்படுகிறது.

இரும்பு (Iron): இரும்புச்சத்துக் குறைவினால் தாவரத்தின் வளர்ச்சியில் தடை ஏற்படுவதல்லாமல் தாவரத்தின் பெருக்கத்திலும் (development) தடை ஏற்படுகிறது. அதாவது இரும்புச் சத்துக் குறைந்தால் தாவரத்தின் வளர்ச்சியும் பெருக்கமும் பாதிக்கப்படும். பொதுவாக, அதிக அளவு இரும்பு கரைந்த நிலையில்தான் தாவரங்

களில் காணப்படும். இது ஃபெரஸ் (ferrus) நிலையில் மிகுந்த செயல் பாடுடையது. இது பெர்ரிக் (ferric ions) நிலையில் உட்கிரகிக்கப் படுகிறது. தாவரத் திசுக்களில் இருக்கும் இரும்புச் சத்தின் அளவு மற்றவைகளோடு ஒப்பிட்டு நோக்கும்போது மிகமிகக் குறைவு.

ராமமூர்த்தி கொள்கைப்படி (Ramamoorthy, K. K, 1964) இரும்பின் அளவு தேவையானதற்கு மிகச் சிறிதே அதிகமாக நீரில் கரைந்திருந்தாலும் தாவர வளர்ச்சியை மின்னல் வேகத்தில் பாதிக் கிறது. இக் கூடுதல் முடிவில் தாவரத்தை மடியச் செய்துவிடுகிறது

மாங்கனீஸ் (Manganese): மிகக் குறைந்த அளவே தேவைப் பட்டாலும், இது தேவைக்குச் சற்று அதிகமாகக் கரைசலில் இருந் தால் நஞ்சாக மாறுகிறது என்று சொல்லப்படுகிறது. ஆனால், ராமமூர்த்தி கொள்கைப்படி ஒருசில தாவரங்களில் மாங்கனீஸின் அதிக அளவு மிக அதிக வளர்ச்சியை நீளத்தில் (elongation) ஏற் படுத்திக் கொடுக்கின்றது.

முக்கியமாக, மாங்கனீஸின் பணி வேகமாற்றுதலே ஆகும் பசுங்கணிகங்களின் தொகுப்பிற்கும் மாங்கனீஸ் தேவையானதே. சில 'குறை நோய்கள்' (deficiency diseases) மாங்கனீஸ் குறை வினால் ஏற்படுவதேயாகும்.

போரான் (Boron) : பொதுவில் இது மிகக் குறைந்த அளவே தேவைப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாகத் தக்காளி, கேரட் போன்ற தாவரங்களில் இது சிறந்த பெருக்கத்திற்கு உதவி செய்கின்றது. போரானின் பங்குப் பணி தெரியவில்லையென்றாலும் போரானின் குறைவு தாவர உறுப்புத் தோன்றலில் (plant morphogenesis) பல விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. போரான் இலைகளில்தான் நிலைத்து நிற்கிறது. போரான் குறைவினால் அநேகமாகச் செயலியல் அல்லது 'வாழ்வியல் நோய்கள்' (Physiological diseases) ஏற்படு கின்றன. அடிக்கடி போரானின் நச்சுத் தன்மைபற்றித் தாவரங்களில் உரைக்கப்படுகிறது.

துத்தநாகம் (Zinc): இது மிகுந்த நச்சுத்தன்மையுள்ள கனிகம். ஆனால், வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு இது தேவையானது. துத்த நாகக் குறைவினால் ஏற்படும் நோய்கள் பெரும்பாலும் விதையுண் டாகாமல் இருப்பதும், புற உறுப்புகள் குட்டையாக வளர்வதும் ஆகும்.

செப்பு (Copper): இது துத்தநாகத்தைப் போலவே மிகுந்த நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தது. இது வேகமாற்றியாகப் பயன்பட்டாலும் இதன் உண்மையான பங்குப் பணி தெரியவில்லை. எலுமிச்சையில் ஏற்படும் டைபேக் (dieback) செப்புச்சத்துக் குறைவினால் ஏற்படுகிறது என்பதைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். இந் நோய் மேய்ச்சல் நிலங்களில் மேயும் ஆடுமாடுகளுக்கும் பரவி அவை பயாகின்றன.

மாலிப்டீனம் (Molybdenum): மற்றைய எல்லாக் கனிமங்களைக் காட்டிலும் இது மிகவும் சிறப்பாகக் கருதப்படுகிறது. இது மிக மிகக்குறைந்த அளவில்இருந்தாலே போதுமானது. 100,000,000-ல் ஒரு பங்கு இருந்தாலே போதும். மாலிப்டீனம் குறைவுள்ள மண் ஐரோப்பா, ஆஸ்திரேலியா, நியூ ஜெர்ஸி மற்றும் மத்திய ஐரோப்பா போன்ற இடங்களில் காணப்படுகிறது. ஓர் ஏக்கருக்கு மாலிப்டீனம் (MoO_3) ஓர் அவுன்ஸ் என்ற விகிதத்தில் கலந்தாலே இக் குறையைப் போக்கிவிடலாம்.

குளோரின் (Chlorine): இது அனைத்துலகத் தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது. உப்பளங்களுக்கு அருகிலும், உப்பு நிலங்களில் வாழும் தாவரங்களிலும் பெரும்பாலும் சோடியம் குளோரைடு (sodium chloride) மிக அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. தாவரங்களின் சிறந்த வளர்ச்சிக்கும், பெருக்கத்திற்கும் சோடியம் குளோரைடு தேவைப்படுகிறது.

சோடியம் (Sodium): இதைப்பற்றி ஆதாரம் ஏதும் இல்லையென்றாலும் உயர்இனத் தாவரங்களில் (higher plants) இது வளர்சிதை மாற்றங்களில் பயன்படுகிறது.

வனடியம் (Vanadium): இதைப்பற்றி உறுதியாக ஏதும் தெரியவில்லையென்றாலும் உயர்இனத் தாவரங்களில் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு இது தேவைப்படுகிறது.

சிலிகான் (Silicon): இது தாவரச்சாம்பலில் ஏராளமான அளவு இருக்கின்றது. டையாட்டம்களின் (diatoms) பொதுவான வளர்ச்சிக்கும் பெருக்கத்திற்கும் சிலிகான் மிகவும் அவசியம். டையாட்டம்கள் சிலிகான் உடல்கொண்டவை என்பதை நிரூபிக்க அமெரிக்காவில் இன்று டையாட்ட பூமி (Diatomaceous earth) உள்ளது.

அலுமினியம் (Aluminium): இது கரையாத நிலையில் கிடைத்தாலும் மண்ணில் அதிக அளவு காணப்படுகிறது. கரையும்

அலுமினியம் அமிலத்தன்மை அதிகமுள்ள மண்ணில்தான் இருக்கும். மலர்களின் நிறத்திற்கும், குறிப்பாக மலர்த் திசுக்களின் (நீல நிறம்) நிறத்திற்கும் இந்த அலுமினியமே காரணம்.

செலினியம் (Selenium) : நீண்ட நாள்களாக அறியப்படாதிருந்த 'கார வியாதி' அல்லது 'கார நோய்' (alkali disease) முடிவில் செலினிய நச்சுவினால் (selenium poisoning) என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இம் மண் (செலினிய மண்) சாஸ்காட்சிவானிலிருந்து அரிஜோனு வரையிலும் (Saskatchevan to Arizona), புதிய மெக்சிகோவிலும் (New Mexico) ஐயமில்லாமல் காணப்படுகிறது.

(10) **கனிமங்கள் குறைவினால் ஏற்படும் அறிகுறிகள்** (Symtoms of meneral element deficiency): மண்ணிலே கனிமங்களின் குறைவு ஏற்படுவதுண்டு. இக் குறைவினாலோ மறைவினாலோ ஏற்படும் விளைவுகள் பற்பல. குறையும் கனிமங்கள் அத் தாவரத் திசுக்களில் தனிமங்களாக இருப்பினும் குறை நோய்கள் (deficiency diseases) ஏற்பட வழியுண்டு. அவ்வாறு ஏற்படுவதற்குக் காரணம் வளர்சிதை மாற்றமேயாகும்.

பொதுவில் கனிமங்களால் ஏற்படும் குறை ஒரே இன எல்லாத் தாவரங்களுக்கும் ஒரு சீராகப் பொருந்தும். இக் குறைவு அறிகுறிகள் நிலையானவை. ஒருசில கனிமங்களின் குறைவு முதலில் இளம் இலைகளிலும், ஒருசில கனிமங்களின் குறைவு முதலில் முதிர்ந்த, வயோதிக இலைகளிலும் ஏற்படும்.

1-13. **வளர்ச்சியில் வளர்திசுவின் பங்குப் பணி** (Role of meristems in growth) : கீழினத் தாவரங்களில் (cryptogams) முழுத் தாவரமே வளரக் கூடிய அதாவது அப்படியே முழுமையாக வளரக் கூடியது. உயர்இனத் தாவரங்களில் (phenerogms) வளர்ச்சி என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிக்கே உரித்தானது. அதையே வளரும் இடம் (growing point) என்கின்றோம். இந்த வளரும் இடங்கள் வளரும் செல்களைக் கொண்டிருக்கும். அவை செல்பிரிதலினால் (cell division) புதிய செல்களைத் தோற்றுவிக்கக் கூடியதாக இருக்கும். அவற்றில் வளர்ச்சியுறும் செல்களில் மிக முக்கியமானதொரு தண்டு வேர்களிலுள்ள **நுனி ஆக்கத் திசுவே** (apical meristems) ஆகும். இவற்றின் செயல்களால் விளைவது **ஆரம்ப வளர்ச்சி** (primary growth) ஆகும். இதனால் தாவரத்தின் அடிப்படை அமைப்புகள் ஏற்படுகின்றன. இவைகளே தாவர அச்சாகிய தண்டுவேர்களில் ஏற்படும் எல்லா நீளவளர்ச்சிகளுக்கும்

காரணங்களாக அமைகின்றன. ஓரிரு நிகழ்ச்சியினால் இடை வளர்ச்சி ஆக்கத் திசுக்கள் (intercalary meristems) ஏற்படுவதும் இடைவளர்ச்சி வளர்திசுக்களினால்தான். இவைகளே முனையில் வளரக்கூடிய வளர்திசுக்கள். இவை முடிவில் அவற்றினின்றும் பிரிந்து வளர்ச்சியில் ஈடுபடுகின்றன, இவையெல்லாம் விதையுறையில்லாத் தாவரங்களிலும் (gymnosperms) இருவித்திலைத் தாவரங்களிலும் (dicot plants) பக்க வளர்திசுக்கள் (lateral meristems) உருளைபோன்ற உறைவடிவில் காணப்படுகின்றன. அவைகளெல்லாம் கேம்பியத்தில் ஆக்கத்திசு அல்லது பெல்லோஜென்னினால் ஏற்படுவதாகும். இவைகள் வளர்வதனால் தண்டிலும் வேரிலும் குறுக்குவளர்ச்சிக்கான இரண்டாம்நிலைத் திசுக்கள் (secondary tissues) ஏற்படுகின்றன.

பரிசோதனை 1 : இளம் தண்டின் வளரும் முனையை நெடுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் (longitudinal section) மெல்லிய தகடாக வெட்டி எடுத்து நுண்பெருக்கியில் (microscope) வைக்கவும். நுனி ஆக்கத் திசு எல்லையையும் (apical meristematic region) இலைக் கருவையும், மொட்டையும், பிரைமார்டியாவையும் (primordia), கணுக்களையும், கணுவிடைப் பகுதிகளையும் வேறுபடுத்தித் தெரிந்துகொள்ளவும். செல் பிரியும் எல்லையையும், செல் பெருக்கமடையும் எல்லையையும், செல் முதிரும் எல்லையையும் வேறுபடுத்தி அறிந்துகொள்ளவும். இம் மூன்று எல்லைகளும் ஏன் நுனியில் அல்லது முனையில் ஏற்படுகின்றன என்று சிந்திக்கவும்.

இதுபோலவே வேரின் நெடுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தையும் (longitudinal section of root) வெட்டி எடுத்து அறிந்து கொள்ளவும்,

1.14. வளர்ச்சியை அளத்தல் (Measurement of growth) : வளர்ச்சியை அளத்தல் என்பது பல்வேறு சிக்கலுக்குள்ளான செயல். ஏனெனில், தாவரங்கள் எல்லாம் மூவகை அளவில் (three dimensional) அதாவது நீளம், அகலம், உயரம் என்னும்படி இருப்பதால் இச் சிக்கல்கள் தோன்றுகின்றன. எனினும் உயர வளரும் அளவை நமக்குப் பயனுள்ளதாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, உயரத்தில் இரு மடங்கு வளர்ந்தால் அதற்கு ஒப்ப மற்றைய பகுதிகளிலும் வளர்ச்சி ஏற்பட்டிருக்கும். சில தாவரங்கள் அல்லது தாவர உறுப்புகள் உயரத்தில் கூடுவதோ கனத்தில் கூடுவதோ ஏற்படுவது ஏதேனும் ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையிலோ பருவத்திலோதான் ஆகும். கனத்தில் (girth) கூடுவது கேம்பியச் செயல்களால்தான். விதை முளைத்தலும்

(germination) வளர்ச்சியை அளத்தலின்கீழ் வருவதே. எனவே வளர்ச்சியை அளத்தல்பற்றிய சரியான முறை ஏதும் இல்லை. இருப்பினும் வளர்ச்சியை எவ்வாறு அளப்பது? கீழே ஒரு முயற்சி எடுக்கப்பட்டுள்ளதைக் காண்க.

வளர்ச்சியின் அளவு தாவரங்களுக்குத் தக்கவாறும் தாவர உறுப்புகளுக்கு ஏற்றவாறும் வேறுபடுகிறது. வறண்ட நிலத் தாவரங்களின் (xerophytic plants) வளர்ச்சியைக் காட்டிலும் வளநிலத் தாவரங்களின் வளர்ச்சி (mesophytic plants) வேகமானது. பெரும்பான்மையான தாவரங்களில் வெப்பம், நீர் இவ் விரு நிலைகளுக்குட்பட்டே வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது.

தண்டு, வேர் இவைகளின் வளர்ச்சி வழக்கமாக நீளத்தில் அல்லது குறுக்களவில் அளக்கப்படுகிறது. இலைகளின் வளர்ச்சி பரப்பளவில் ஏற்படும் மாறுதலை அடிப்படையாகக் கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது. கனபரிமாணத்தில் ஏற்படும் மாறுதலைக்கொண்டு கனிகளின் வளர்ச்சி அளக்கப்படுகிறது.

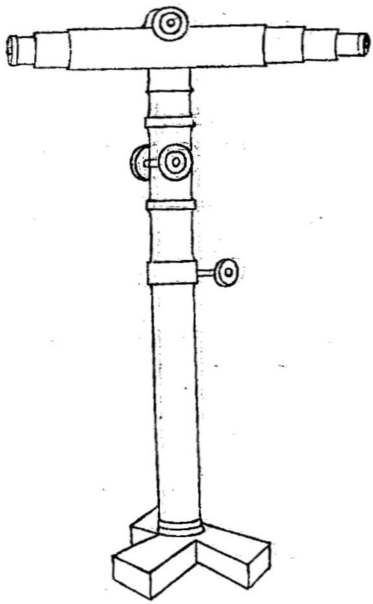
பொதுவாக, ஒரு தாவரத்தின் வளர்ச்சி நீண்ட இடைவெளிகளில் கால அளவுகோலைக் கொண்டு அளக்கப்படுகிறது. ஆனால், ஆய்வுக்கூடங்களில் வளர்ச்சி வளர்ச்சிமானி (auxanometer) என் கருவியினாலும் இன்னும் பலமுறைகளாலும் அளக்கப்படுகிறது.

கீழ்க்காணும் முறைகள் நீளத்தில் ஏற்படும் வளர்ச்சியை அளக்கப் பயன்படுகின்றன.

(1) **நேர் வழி** (Direct method): இம் முறையில் ஒரு தாவரத்தின் நீளத்தில் (உயரத்தில்) ஏற்படும் வளர்ச்சியை நீண்ட இடைவெளிக்குப் பிறகுதான் அளக்கமுடியும். எடுத்துக்காட்டாக, ஏதேனும் வளரும் தாவரம் ஒன்றினை அது நிலத்தின் மேலிருந்து நிற்கும் உயரத்தை ஓர் அளவுகோலினால் அளக்கவேண்டும். பின்பு ஓரிரு மாதங்கள் சென்ற பிறகு மீண்டும் அத் தாவரத்தின் உயரத்தை அளக்கவேண்டும். இரண்டு அளவுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடே அந்த ஓரிரு மாதங்களில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சியாகும். இம் முறை சரியானதன்று (பண்பட்டதன்று). என்றாலும் வளர்ச்சியை அளக்கமுடிகிறது என்று கொள்ள உதவும்.

(2) **கிடைமட்ட மைக்ராஸ்கோப்பு** (Horizontal Microscope) படத்தில் (படம் 1-5) காட்டியிருப்பது போன்ற வளர்ச்சி

மானியை வளரும் குருத்திற்கு நேராக நிற்கும்படி (focus) செய்ய வேண்டும். பிறகு ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளிக்குப்பின் (கால தாமதத்திற்குப் பின்) குருத்து வளர்ந்திருப்பதை மேற்கூறிய வளர்ச்சிமானியை உயர்த்திப் பார்ப்பதன்மூலமாகக் கணக்கிட முடியும்.

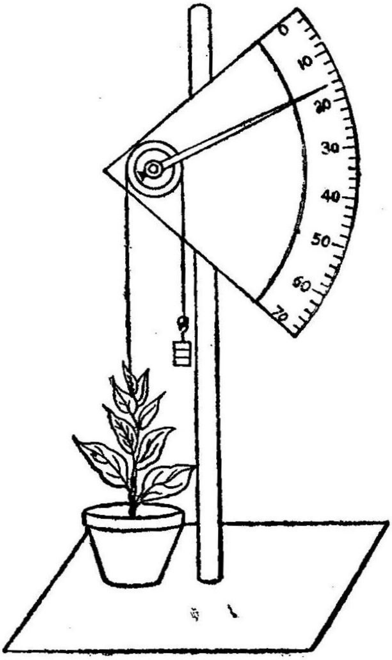


படம் 1-5

கிடைமட்ட ஷமக்ராஸ்கோப்பு

(3) வளர்ச்சிமானி (Auxanometer) : வளர்ச்சிமானிகள் பல உண்டு. அவற்றில் ஒன்று சாதாரணப் பிறைவடிவ வளர்ச்சிமானி அல்லது பிறைவடிவ ஆக்ஸனோ மீட்டர் (arc auxanometer) படத்தில்(படம் 1-6) காட்டியுள்ளதுபோல் இருக்கும். இவ் வளர்ச்சி மானியில் கப்பி ஒன்று உள்ளது. இக் கப்பி நீண்ட முள்ளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. முள்பிறைவடிவ ஓர் அளவுகோலின்மேல் அசையக்கூடும். இது ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

தொட்டிச் செடி ஒன்றின் நுனிக்குருத்தில் ஒரு நூலைக் கட்டி அதைக் கப்பியின் வழியாகச் செலுத்தி அதன் மறுமுனையில் ஒரு சிறிய எடையைக் கட்டித் தொங்கவிடவும். இது நூலை விறைப்பாக இருக்கச் செய்கிறது.



படம் 1-6

பிறைவடிவ ஆக்ஸனோ மீட்டர்

தாவரம் வளர்வதால் கட்டியுள்ள நூல் தளர்கிறது. அதனால் எடை கீழ்நோக்கி நகர்கிறது. இதனால் கப்பி சுழல்கிறது. கப்பியுடன் இணைந்த முள்ளும் அசைந்து வளர்ச்சியின் அளவைக் காட்டுகிறது. இக் கருவியில் வளர்ச்சியின் அளவு அல்லது விகிதம் பார்க்கக்கூடிய அளவிற்குப் பெருக்கப்படுகிறது (magnified). அதனைக் கீழுள்ள முறையில் கணக்கிடலாம்.

கணக்கிடும் முறை

வளர்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொண்ட

மொத்த நேரம் = 24 மணி

முள் நகர்ந்த மொத்த தூரம் = 45 செ.மீ.

கருவியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் (magnified scale) அளவு = 100 மடங்கு

அதே விநாடியில் வளர்ச்சியின் அளவு = $\frac{45}{100}$ செ.மீ.

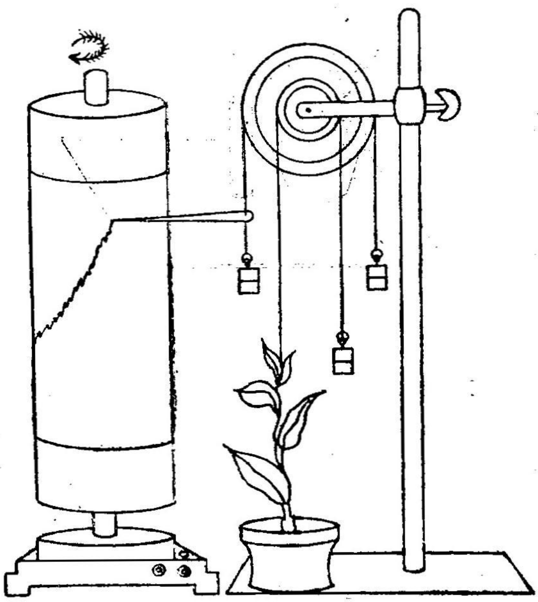
அதாவது = 0.45 செ.மீ.
= 4·45 மி.மீ

ஆகையால் ஒரு மணியில் வளர்ச்சி = $\frac{4·5}{24}$ மி.மீ.
= 0·18 மி.மீ.

எனவே வளர்ச்சியின் சூத்திரம்:

$$\text{உண்மையான வளர்ச்சி} = \frac{\text{முள் நகர்ந்த அளவு}}{\text{உருப்பெருக்கம்}}$$

(4) **பெஃபரின் தானியங்கி ஆக்ஸனோ மீட்டர்:** (Pfeffer's automatic auxanometer): இது பிறைவடிவ ஆக்ஸனோ மீட்டருடன் தானே சுழலும் உருளையைக் கொண்டது (படம் 1-7). தானே சுழலும் உருளையின்மீது ஒரு மெல்லிய தாள் சுற்றப்

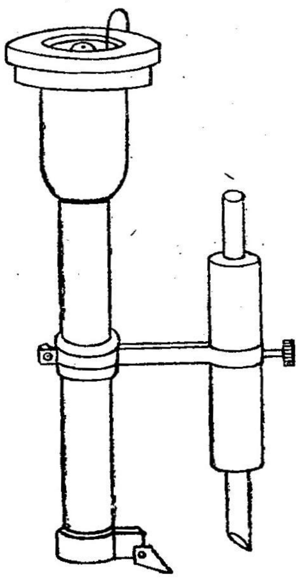


படம் 1-7
பெஃபரின் தானியங்கி ஆக்ஸனோ மீட்டர்

பட்டிருக்கும். இந்தத் தாளின்மீது உருளையைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் ஒரு மெல்லிய ஊசி மையில் தோய்க்கப்பெற்றிருக்கும்

உருளை தானகச் சுழலச் சுழல இந்த மை தோய்க்கப்பெற்ற ஊசி அதன் மீதுள்ள தாளின்மேல் கோடு வரையும். தாவரம் வளர வளர இந்தக் காகிதத்தின்மேல் வரையப்படும் கோடு அலை அலையாக மேல்நோக்கிச் செல்லும். ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளிக்குப் பின் இந்தத் தாளை எடுத்துப் பார்த்தால் தாளில் ஒரு வரைபடம் தீட்டப்பெற்றிருக்கும். இதனுல் நாம் தாவரம் இவ்வளவு நேரத்திற்கு இன்ன முறையில் இவ்வளவு உயரம் வளர்ந்திருக்கிறது எனக் கண்டுகொள்ளலாம்.

(5) **மைக்ரோமீட்டர் ஸ்குரு ஆக்ஸனே மீட்டர் (Micrometer screw auxanometer):** இதுவும் ஒருவகை வளர்ச்சிமானியாகும். இவ் வளர்ச்சிமானியில் (படம் 1-8) கிடைமட்ட முள்ளிற்குப் பதிலாகச் செங்குத்தான முள்பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த முள்ளின்



படம் 1·8

மைக்ரோமீட்டர் ஸ்குரு ஆக்ஸனே மீட்டர்

இறங்குமுகம் ஒரு கிண்ணத்திலுள்ள எண்ணெய் அல்லது பாதரசத்தைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும். இதை ஒரு திருகின் மூலமாக உயர்த்தவோ தாழ்த்தவோ முடியும். இம் முள் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் காலம் மிகவும் துல்லியனமானதும் நம்பகர

மானதும் ஆகும். இதனால் 0·01 மி.மீ. அளவிற்குச் செங்குத்து நுண்அளவை (vertical micrometer) அளக்கமுடியும். இக் கருவியில் வளர்ச்சியை அளக்கவேண்டுமானால் திருகை (screw) வளர்ச்சிக்குப்பின் திருகி முள் இருக்கும் கிண்ணத்தைச் சீர்ப் படுத்திப் பார்ப்பதன்மூலம் தாவர வளர்ச்சியை அளக்க முடியும்.

(6) போஸ் கிரஸ்கோகிராஃப் (Bose crescograph): இது மிக்க உணர்வுள்ள கருவி. இது மின்சாரத்தினால் இயங்குவது. இது ஸர் ஜகதீஸ் சந்திரபோஸ் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. இந்தக் கருவியின் மூலம் தாவரத்தினுடைய வளர்ச்சியை 1,000 முதல் 10,000 மடங்கு துல்லிய மாகப் பெருக்கிக்காட்ட முடியும். இக் கருவி கூட்டு லீவர் தத்து வத்தில் (compound lever system) இயங்குகிறது. இதனால் தாவர வளர்ச்சியின் முன்னேற்றத்தை வினாடிக்கு வினாடி, நிமிடத் திற்கு நிமிடம் கணக்கிட முடியும். இதில் சுற்றும் உருளை ஒன்று ஒரு கண்ணாடித் தட்டின்மீது பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அது முன்னும் பின்னும் ஊசலாடுவதுபோல குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் (காலத்தில்) ஆடிக்கொண்டிருக்கும். இக் கருவி தாவரத்தின் வளர்ச்சியை அளக்கும் கருவிகளுள் மிகச் சிறந்ததாக விளங்கு கிறது.

வளர்ச்சியை அளக்க மேற்கூறிய முறைகள் அல்லாமல் இன்னும் பல வழிமுறைகள் பல்வகை வளர்ச்சிகளை அளப்பதற்கு இருக்கின்றன. அவைகளைச் சுருக்கமாகப் பின்வருமாறு காணலாம்

எந்தச் செயல்முறையையும் அறிந்துகொள்ளும்பொழுது விகிதத்தை நிர்ணயிக்கவோ, தேவையை அறிந்துகொள்ளவோ, செல்வாக்குப் பெறும் காரணிகளை காணவோ, அவைகளை அளப் பதற்கோ ஏதேனும் சில முறைகள் தேவைப்படுகின்றன. மேலும், அவற்றில் பொருத்தமான முறை பழக்கத்தில்தான் வருகிறது. எனவே, வாழ்வியல் வல்லுநர்கள் வளர்ச்சியினுடைய குறிப்பிட்ட தோற்றத்தை அளக்க ஆர்வம் காட்டுகிறார்கள். அதிலும் தொழில் நுணுக்க வகையிலான தோற்றங்களில் அந்த முறைகள் அமைய வேண்டும் என்கிறார்கள். அவைகளின் சுருக்கம் இங்குக் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

(7) அதிகரித்த செல்களின் எண்ணிக்கையை அளத்தல் (Measurement of increased number of cells): ஒருசெல் உயிர்களான (unicellular organisms) பாசில்கள், பாக்டீரியாக்கள் ஈஸ்டுகள் ஆகியவைகளின் வளர்ச்சி அச் செல்களின் எண்ணிக்கை

கூடுவதைப்பொறுத்து இருக்கிறது. அந்த எண்ணிக்கையைக் கொண்டே அவைகளைத் துல்லியமாக அளக்கலாம் (accurately measured). அவைகளை அளப்பதற்கென்றே சில வழிமுறைகள் இருக்கின்றன. அவற்றில் ஒன்று பின்வருமாறு: இவ் வுயிரிகளின் எண்ணிக்கையை அளக்க அவைகளை நீரில் தொங்கவிட்டு (suspending), அந் நீரை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு எடுத்துக்கொண்டு ஒரு கண்ணாடித் தட்டில் வைத்து நுண்பெருக்கியில் (microslide) பார்த்து எண்ணவேண்டும். இம் முறையிலேதான் நம் உடலிலுள்ள இரத்தத்தில் எத்துணை வெள்ளையணுக்கள், சிவப்பு அணுக்கள், மற்றும் பிளேட்லெட்டுகள் இருக்கின்றன என்று கணக்கிடப் படுகின்றன. ஆனால் அதே நேரத்தில், இலை, தண்டு, அல்லது வேரி லுள்ள செல்களின் எண்ணிக்யையைக் கணக்கிடுவது மிகவும் கடினம். ஏனெனில், இச் செல்கள் உருவத்திலும், அளவிலும், அமைப்பிலும் (shape, size and spacing) மாறுபட்டிருக்கும். ஓரிரு வகைகளில் நெடுக்குவெட்டு, குறுக்குவெட்டு மெல்லிய தட்டு களைக்கொண்டு (longitudinal and transverse sections) செல்களை எண்ணுவதால் துல்லியமாக எவ்வளவு செல்கள் இருக் கின்றன என்று கணக்கிட முடியும்.

வளரும் இலையில் ஏற்படும் பெருக்கத்தைக் காணும்போது அது செல்களின் எண்ணிக்கை கூடுவதாலன்று, செல்கள் விரி வடைவதால்தான் ஏற்படுகின்றது என்பதை அறியச் சுவையாக இருக்கும். ஆனால் மொட்டு மலர்வது நிச்சயமாகச் செல்களின் எண் ணிக்கை கூடுவதால்தான். இலைகள் மொத்த மெலியலில் $\frac{1}{6}$-$\frac{1}{5}$ பங்கு ஏற்பட்டவுடனேயோ $\frac{1}{36}$-$\frac{1}{25}$ பங்கு பரப்பளவு ஏற்பட்ட வுடனேயோ, செல்பிரிவு ஏற்படுவது நின்றுவிடுகிறது என்று ஆவ்ரி (Avery, 1933) கண்டுபிடித்துள்ளார்.

(8) **அளவில் கூடிய செல்கள், திசுக்கள் அல்லது உறுப்புகளை அளத்தல் (கனபரிமாண அளவையாகும்)** (Measurements of increases in size of cells, tissues or organs - volume measure ments): ஒற்றைச்செல் உயிரிகள் (unicellular organisms) கோள வடிவில் இருந்தால் அவைகளின் வளர்ச்சியை நுண்பெருக்கியிலோ தொங்கவைத்தோ அளக்க முடியும். பலசெல் உயிரி களையோ (multicellular organisms) திசுக்களையோ மிதத் தல் விதிப்படி அளக்கமுடியும். ஆனால், பல்வேறு திசுக்களை ஒப்பிடும்போது இம் முறை மிகவும் சிக்கலானது. ஏனெனில் அவைகளின் அளவு, உருவம், அமைப்பு, காற்றிடைவெளிகள் ஆகியவற்றில் மாறுபட்டிருக்கும்.

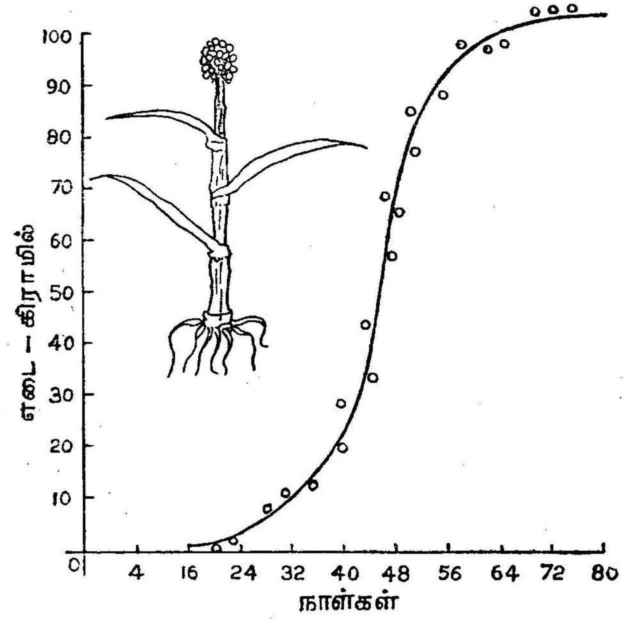
(9) மெலிவு அளவு முறை (Linear measurement): பல்வேறு வேலைகளில் இம் முறை சற்றுத் திருப்தியானதாகக் காணப்படுகிறது. குறிப்பாகத் தண்டுகள், வேர்கள், இலைகள் அல்லது அடிமரத்தின் கனம் ஆகிய இவைகளின் வளர்ச்சியைக் காண இம் முறை மிகவும் சிறந்தது. இருப்பினும் இம் முறைகள் தவருன வழியில் கொண்டு செல்லும். ஏனெனில் பரப்பு, அளவு, அமைப்பு, காற்றிடைவெளி ஆகிய இவைகளின் மாறுபாட்டால் குறுக்கு வெட்டில் இத் தவறுவழி (அ) தப்பு வழி ஏற்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, இரண்டு தண்டும் ஒரே அளவு வளர்ச்சியைக் காட்டினும் ஒன்றில் வளர்ச்சி சதைப் பகுதியிலோ கட்டைப்பகுதியிலோ ஏற்பட்டிருக்கலாம். மற்றென்றில், அவ் வளர்ச்சி (மரப்)பட்டையில் ஏற்பட்டிருக்கலாம். மேலும், இருளில் வளர்ந்த தண்டின் குறுக்கு வெட்டு அளவு சிறியதாகவும், அவற்றில் திசுக்களின் அமைப்பு நெருக்கமாகவும் இருக்கலாம். அதே நேரத்தில் கடுமையான வெய்யிலில் வளர்ந்த தண்டின் குறுக்குவெட்டு அளவு பெரியதாகவும், அவற்றில் திசுக்களின் அமைப்பு நெருக்கமில்லாமலும் இருக்கலாம். அதுபோலவே இரண்டு வேர்களில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சியின் நீளம் ஒன்ருக இருந்தாலும் அவைகளின் பருமனில் அல்லது தடிப்பில் வேறுபாடுகள் இருக்கக்கூடும்,

(10) உலர்-எடை அளவுமுறை (Dry-weight measurement): இம் முறை பரவலாக வழக்கத்தில் காணப்படுகிறது. இது பல வகைகளில் பயனுள்ளது ஆகும். இது திடப்பொருளின் அளவாக (solid weight) இருப்பதனல் மிகவும் நிலையான செல்களின் பகுதி அல்லது தாவரத்தின் பகுதியாக இருக்கவேண்டும். எளிதில் அழியக்கூடியவைகளை இம் முறையில் அளக்க இயலாது. மேலும், உலர்-எடை (dry-weight) பொதுவில் விரைவாக மாறுவதில்லை. காற்றில் ஈரமிருக்கும் நேரத்தில் நிறுத்தால்தான் சற்று மாறக்கூடும். எனவே, 'காற்று-உலர்-எடை' (air dry weight) என்பது சற்றுத் தவருன அளவைக் காட்டும். ஏனெனில், காற்று-உலர்-எடை ஓரிடத்தில் ஒரு நேரத்தில் 15 முதல் 30 சதவீதம் ஈரமிருக்கலாம். மற்றோர் இடத்தில் அதே 'காற்று-உலர்-எடை'யில் 2 முதல் 5 சதவீதம் ஈரமிருக்கலாம் (அல்லது நீர் இருக்கலாம்). அதுபோல வெப்ப அறையில் உலர்த்தினல் உலர்-எடையில் மாறுபாடு காண முடியும். இம் மாறுபாடு வெற்றிடத்தில் (vacuum) உலர்த்திஞெலொழிய மற்றெந்த இடத்திலும் இருக்கும்.

திடப்பொருள்களுக்கு இம் முறை ஏற்றதேயாயினும் வளர் பொருள்களுக்கு ஏற்றதன்று. எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் இலையினுடைய உலர் எடை பகலில்ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்வதால் இரவில்

எடுத்ததைக் காட்டிலும் கூடுதலாக இருக்கும். ஆனால், நிலைத்த வளர்ச்சி அல்லது அளவில் பெருக்கம் இரவில்தான் ஏற்படுகிறது. ஆனால், அது மொத்த உலர்-எடை குறைதலோடு இணைந்தது. முளைக்கும் விதைகளின் உலர்-எடை இருளே வேகமாகக் குறைந்தாலும், அவை வளரும் தண்டு, வேர் இவைகளில் போதுமான அளவு அதிகரித்திருக்கும்.

(ii) பசுமை-எடை அளவுமுறை (Fresh-weight measurement): இதனைப் பசுமை-எடை அளவை என்றும் கூறலாம். இம் முறையிலுள்ள சிறந்த பயன் என்னவென்றால், பசுமை எடையைக்



படம் 1-9

சோளத்தின் பசுமை-எடை வளர்ச்சி அதிகரிப்பதைப் போல் நாளுக்கு நாள் அதிகரிக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. வரைகோட்டில் காணப் படும் சிறு வட்டங்கள் தனித் தாவரத்தின் எடையைக் காட்டுகின்றன.

கண்டுபிடிக்கத் தாவரத்தையோ தாவர உறுப்பையோ, சிதைக்கவோ அழிக்கவோ கொல்லவோ தேவையில்லை. இம் முறையில் உள்ள முக்கிய எதிர்ப்பு என்னவென்றால் பசுமைத் தாவரத்தின் பெரும்பான்மை எடை தண்ணீரின் கொள்ளளவைப் பொறுத்திருக்கும் என்பதாகும். இது நீராவிப் போக்கினாலும் நீர்

உறிஞ்சுவதாலும் மாறுபடுகின்றது. மேலும், பசுமை-எடை அளவிலுள்ள மற்ருெரு குறை என்னவென்ருல் பொருள்கள் காற்ருட இருந்தால் எடை வேகமாகக் குறையும். சூழ்நிலை மாற்றங்களால் ஏற்படும் இச் சிக்கல் பல ஐயங்களுக்கு அடிகோலும். உலர்-எடையைப் போல் பசுமை-எடை ஐந்து முதல் பத்து மடங்கு அதிகமாயிருப்பதால் அதே அளவு தூய்மையுடனும் அதே அளவு துல்லியமாகவும் கணக்கிட வேண்டியதில்லை. அதாவது உடல்-எடை 5 முதல் 10 மடங்கு பசுமை-எடையைப்போல் சரியானதாகவும் துல்லியமானதாகவும் இருக்கும். எனவே, ஒரு திசு பசுமை-எடையில் 20% திடப்பொருள் கொண்டு 0·1 கிராம் எடை இருந்தால், அதுவே உலர்-எடையில் 0·02 கிராம் எடை இருக்கும். போதுமான முன்னெச்சரிக்கையுடன் பயன்படுத்தினுல் பசுமை-எடையோ கன அளவையோ அளவையோ (volume or size) அளப்பதற்கு மிகச் சிறந்ததாகும்.

பசுமை-எடையை ஆய்வு முறையில் அளந்து அதற்கேற்ப ஒரு வரைபடம் (graph) வரைந்தால் அது ஒரு ஸிக்மாய்ட் (sigmoid) வடிவில் இருக்கும். இதனை வரைபடம் (படம் 1-9) நமக்கு நன்கு விளக்குகிறது.

(12) **புரோட்டோபிளாசத்தின் அளவில் அதிகரிப்பு** (Increase in amount of protoplasm) : செல், திசு, உறுப்பு அல்லது முழுத் தாவரத்திலுள்ள புரோட்டோபிளாசத்தின் அளவு கண்டுகொள்ள ஏதேனும் ஒரு முறை இருப்பின் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கும். புரோட்டோபிளாஸத்தில் பல்வேறு உயிர்ப்பொருள்களும், உயிரற்ற பொருள்களும், உப்புகளும், எண்ணெய் மற்றும் இன்னும் பல பொருள்களும் இருப்பதால், புரோட்டோபிளாஸத்தின் எடையைக் கண்டுபிடிப்பதால் மற்றப் பொருள்களின் அளவு எவ்வளவு என்று கண்டுகொள்ள உதவும்,

(13) **வளர்ச்சி விகித மாற்றங்களின் தொடர் வரிசை** (Sequence of growth rate changes): எந்த ஒரு செல்லிலும் வளர்ச்சி முதலில் மெதுவாகவும், பிறகு நேரம் செல்லச் செல்ல அதிகரிக்கப்பட்டுக் உச்ச கட்டத்தை அடைந்தும் பின்பு மெதுவாகக்குறைந்து முடிவில் நின்றும்விடுகிறது. இவ்வாறு ஏற்படுவது சாதாரணத் தொடர்ச்சி இதுபோலவே எத் தாவரத்திற்கும் வளர்ச்சிவிகிதம் நேரத்தையும் செல்களின் எண்ணிக்கையையும் இணைத்துப் பார்க்கும்போது பசுமை எடையில் ஏற்பட்டது போலவே ஸிக்மாய்ட் வளைவு (sigmoid curve) ஏற்படுகிறது. பொதுவாக அகப்புறக் காரணிகள் (internal and esternalcfators) எந்தக் கட்டுப்பாடும் விதிக்கவில்லையென்ருல் மேற்கூறிய தொடர்வரிசையே ஏற்படுகிறது.

1-15. வளர்ச்சியின் அளவுகள் (Indices of growth): ஒரு தாவர வளர்ச்சியின் அளவை ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் அளவு பரிமாணத்தோடு (quantitative) இணைத்தே சொல்லப்படுவதுதான் விரும்பத்தக்கது. இவ்வகைகளில் அமைக்கப்படும் அளவுகளில் முதன்மையானதாகக் கருதப்படுபவை, (1) வேர், தண்டு அல்லது தாவரத்தின் வேறு உறுப்புகள் அதிகரித்தல், (2) இலையினுடைய பரப்பு அதிகரித்தல், (3) தண்டு அல்லது வேறு ஏதேனும் உறுப்பினுடைய குறுக்களவு அதிகரித்தல்; (4) குறிப்பாகக் கனிகளில் கன அளவு அதிகரித்தல், (5) உலர்-எடை அதிகரிப்பது, (6) பசுமை எடை அதிகரிப்பு.

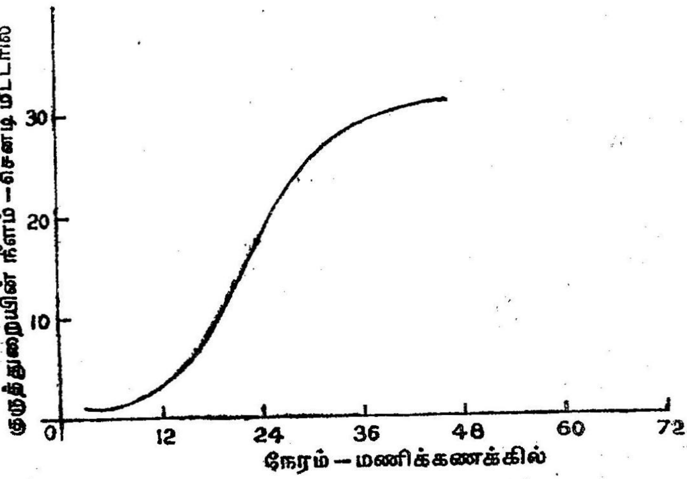
இந்த எல்லா அளவுகளும் வளர்ச்சியை அளக்குங்கால் ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட எல்லையில் நின்றிருக்கும்; அதுவும் நடைமுறைகளின் வகைகளிலே இதைக் குறிப்பாகக் காணலாம். வனப் பொருள்களின் உற்பத்தியை (forest products) அளக்க இவ்வகை அளவுகள் மிகவும் பயனுள்ளவையாக இருக்கின்றன.

மேற்கண்ட அளவு முறைகளெல்லாம் ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி நிலையைக் கடந்த தாவரங்களுக்குத்தான் மிகவும் பொருத்தமாகவும் சீராகவும் இருக்கும். அளவுகோல் நீளத்தை அளக்கும், தராசு எடையைக் காட்டும்; படி கொள்ளளவைக் காட்டும்; ஆனால், வளர்ச்சி என்பது நீள, அகல, உயர, கனம், மற்றும் எடை இவைகளின் அளவில் அதிகரிப்பதோடு நில்லாமல் தரத்திலும் குணத்திலும், சிலவேளைகளில் மணம் சுவையிலும் கூட ஈடுபடுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, பழத்தோட்டத்திலிருப்பவன் தன் மரங்களில் பழங்களின் எண்ணிக்கையை அதிகமாக்குவதில் செலுத்தும் கவனம் அவன் மரத்தை உயர்த்தி வளர்த்துவதில் செலுத்துவதில்லை. அவன் எதிர்நோக்கும் வளர்ச்சி நல்ல சுவையுள்ள மணம் கொண்ட திரண்டு வளர்ந்த பழங்களே. அவை கணக்கின்றிக் காய்த்துக் கனிய வேண்டும் என்றே நினைக்கிறான்.

1-16. வளர்ச்சியின் விகிதம் (Rate of growth): முழு வளர்ச்சி விவரங்கள் இதுவரையில் தாவரவியலில் பதிவாகியிருப்பதெல்லாம் அநேகமாகத் தண்டின் உயர வளர்ச்சிதான். உயர வளர்ச்சி விகிதம் தாவரத்திற்குத் தாவரம் மாறுபட்டிருக்கும். அதனுடன் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறும் அவை மாறுபடும். இளம் மூங்கில் தண்டு 24 மணி நேரத்தில் 2 அடி நீளம்கூட வளரும். ஆனால், அதே அளவு காலத்தில் தண்ணீர்விட்டால் கிழங்கு அதிக பட்சம் 1 அடி நீளம்தான் வளரும்.

வளர்ச்சி விகிதங்களைக் கிடைமட்டச் சமகோடுகள் வரைவதன் மூலம் எளிதில் அளக்கலாம்.

ரைசோக்கிளோனியம் (Rhizoclonium) என்ற தாவரத்தினுடைய செல் பிரிவில் குறுக்குச்சுவர் பக்கச் சுவர்களிலிருந்து வளர்கிறது என்று ஸ்பான்ஸ்லர் (Sponsler, 1934) கண்டார். அந்த வளர்ச்சி விகிதம் ஏறக்குறைய ஒரு நிமிடத்திற்கு 0·1μ என்ற அளவு ஆகும். இச் செயலில் மானோசேக்கரோஸ்கள் (Manosaccharoses) எல்லாம் பாலிசேக்கரோஸ் சங்கிலிகளாக (polysaccharose chains) மாறுகின்றன. 15 நிமிட நேரத்தில் ஏறக்குறைய 3,200 அடுக்கு



படம் 1·10

வளர்ச்சி வளைவு

கள் படிகின்றன; அல்லது விநாடிக்கு 3 முதல் 4 அடி உயரம் படிகிறது. ஒவ்வொரு தடிப்பும் ஓர் அலகு (unit) என்றும் ஸ்பான்ஸ்லர் கண்டார்.

1-17. வளர்ச்சி விகிதங்களில் மாற்றம் (Change in rate of growth): ஆக்கத் திசுவின் ஒரு செல் இரண்டு சேய்ச் செல்களாக (daughters cells) விரிகின்றன என்று நாம் முன்னமே பார்த்தோம். தொடக்கத்தில் இந்தச் செல்விரிவு மெதுவான செயலாகஇருக்கிறது. அதாவது வளர்ச்சி மெதுவாக இருக்கிறது. ஒரு சேய்ச் செல் ஒரு நிலைத்த திசுவின் தொகுதிச் செல்களாக மாற வேண்டியிருப்பின் செல்விரிவு (cell elongation) வேகமாக மாறுகிறது. அதாவது வளர்ச்சி துரிதப்படுகிறது. இது வேக்குவோல் (vacuole) வேகமாக வளர்ந்து பெரிதாவதால் ஏற்படுவதாகும். பிறகு இந்த வேக்கு

வேரின் வளர்ச்சி மட்டுப்பட்டு முடிவில் நின்றுவிடுகிறது. ஒரு தனிச் செல்லின் வளர்ச்சி முதலில் மெதுவாகவும், பின்பு துரித மாகவும், பின்பு மெதுவாகவும் ஏற்பட்டு முடிவில் நின்றுவிடுகிறது. இதுபோலவே ஒரு தாவரத்தினுடைய செல், திசு, உறுப்பு, வேர், தண்டு, கணு, கணுவிடை, இலை, மலர், கனி மற்றும் எல்லாமே நாட் கணக்கில் வாரக்கணக்கில் வளர்ச்சி விகிதங்களில் மாறுபடுகிறது. இதை முன்பக்க வரைபடம் (படம் 1-10) மூலம் அறியலாம்.

வளர்ச்சி விகித மாற்றங்களில் மறைந்திருக்கும் காரணங்கள் தெளிவாக என்னவென்று புலப்படவில்லை. நீர் அல்லது உணவுக் குறைவினால் உயிர்வளர்ச்சி விகிதங்களைக் காணமுடிவதில்லை, மாறாகச் சில தாவரங்களில் சேமித்த உணவு இனப்பெருக்க உறுப்பு களுக்குச்செல்வதால் வளர்ச்சி விகிதங்களில் வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது.

1-18. **ஒளிவளர்ச்சி** (Light growth): வளர்ச்சியோடு ஒளியி னுடைய தொடர்பு மிகவும் சிக்கலானது. அதன் பகுதி ஒளி அதிகத் தன்மையையும் (Intensity of light) மற்றொரு பகுதி ஒளி கிடைக்கும் காலத்தையும் (duration of light) பொறுத்திருக்கிறது. இதனைப்பற்றி 'காரணிகள்' (factor) என்ற தலைப்பின்கீழும் மற்றும் 'ஒளி' என்ற தலைப்பின்கீழும் விரிவாகவும் தெளிவாகவும் காணலாம்.

307384

1-19. **வளர்ச்சியினுடைய கூட்டு அக்கறை விதி (Compound Interest Law of growth):** பிளாக்மேன் (Blackman, 1919-1920) சொன்ன யோசனையின்படி மேற்கூறியதை ஒரு சூத்திரத்தின் மூலம் விளக்கலாம்.

$$W^1 = Woert$$

இதையே வேறு வடிவிலும் எழுதலாம்.

$$\text{Log. e} \quad \frac{W^1}{W^0} = rt$$

இச் சூத்திரத்தில் w^1 என்பது உலர் எடை, இது நேரத்தின் முடிவில் t-ல் எடுக்கப்பட்டது. w^0 என்பது விதையின் விகிதம். e என்பது லாக்ரதத்தின் (logarithm) அடிப்படை: r என்பது அக்க றையின் விகிதம் அல்லது அதிகரிப்பு. உலர்-எடையில் அதிகரிப் பதன் விகிதத்தையே பிளாக்மேன் என்பவர் 'உற்பத்தித் திறமை அட்டவணை' ('Efficiency index of Production') என்று குறிப் பிடுகிறார்.

2. வளர்ச்சிக் காலங்கள்

(Periodicity of growth)

[வளரும் காலம்—வளர்ச்சிக் காலம்—தின வளர்ச்சிக் காலம்—பருவ வளர்ச்சிக் காலம்—பயிர் உறுப்பின் கால வளர்ச்சி—இனப்பெருக்க வளர்ச்சிக் காலம்—வட்டச் சுற்று வளர்ச்சிக் காலம்—மொத்த வளர்ச்சிக் காலம்—வளர்ச்சியின் வலிமைகள்—உச்ச வளர்ச்சி—கடைசி வளர்ச்சி—வளர்ச்சியில் எல்லையிடும் காரணிகள்—வளர்ச்சியின் எல்லையில்லா அமைப்பு.]

2-1. வளரும் காலம் (Period of growth): வளரும் காலம் என்பது தாவரத்தில் வேடிக்கையானது. விதை முளைத்தலில் தொடங்கி வேர்ஊன்றி, வளர்ந்து செடியாகி, மரமாகி, மலர்விட்டு, காயாகி, கனியாகி மடியும் வரைக்கும் தாவரத்தில் ஒவ்வொரு நிலையிலும் வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக்கொண்டே இருக்கிறது. காலங்கள் வளர்ச்சியில் எடுத்துக்காட்டுவது புறநிலைகளால் அவற்றின் மீது சுமத்தப்பட்டவையேயாகும். தவிர, ஆறு பருவங்களிலும் (மேல் நாட்டினர்க்கு நான்கு பருவங்கள்) வளர்ச்சி (seasonal growth) தடைபடாது நிகழ்ந்துகொண்டிருக்கிறது. இரவும் பகலும் ஓய்வின்றி வளர்கிறது. பகலில் வளர்வதைவிட இரவில் அதிகமாக வளர்கிறது. நீண்ட இருள் நேரங்களில் வளர்வதைவிட நீண்ட ஒளிநேரங்களில் வேகமாக வளர்கிறது.

குறிப்பாக, தாவரத்தில் வளர்ச்சியையும் வாழ்நாளையும் குறிப்பிட்டுச் சொன்னால் அவை இரண்டும் ஒன்றே எனத் துணிந்து கூறலாம். அது எவ்வாறெனின் தாவரங்கள் எவ்வளவு காலம் உயிருடன் இருக்கின்றதோ அவ்வளவு காலம் வளர்கிறது; அல்லது எவ்வளவு காலம் வளர்கிறதோ அவ்வளவு காலம் உயிருடனிருக்கிறது.

(a) வாழ்நாள் (Life period): வாழ்நாள்என்பது தாவரத்தின் மொத்த உடலுக்கும், தனித்தனி உறுப்புகளுக்கும் மொத்தமாகவும், தனித்தனியாகவும் பொருந்தும். வாழ்நாள் தாவரத்திற்குத்தாவரம்,

உறுப்புகளுக்கு உறுப்புகள் கூட, இன்னும் சொல்லப்போனால் சில நேரங்களில் திசுக்களுக்குத் திசுக்கள்கூட மாறுவதுண்டு, சில திசுக்கள் ஆக்கத் திசுக்களானால் (meristematic tissue) வாழ்நாள் தொடர்ச்சியானது. அதேநேரத்தில் காய்கனிகளின் வாழ்நாள் வரையறுக்கப்பட்டது.

சில தாவரங்கள் ஒரே ஒரு விநாடி மட்டும் உயிருடனிருக்கும் (நுண்ணுயிர்கள்). இன்னும் சில தாவரங்கள் ஒரு பருவம் (season) மட்டும் வாழும். மற்றும் சில தாவரங்கள் ஓராண்டு. இன்னும் சில தாவரங்கள் பல ஆண்டுகள் வரை வாழும். அதுபோலவே பல ஆயிரம் ஆண்டுகள் வரை வாழக்கூடிய தாவரங்களும் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, செக்கோயா ஜைஜான்டியா (sequioa gigantea) என்னும் மரம் ஆஸ்திரேலியா, கனடா, கலிபோர்னியா போன்ற காடுகளில் சுமார் 6,000 ஆண்டுகளாக உயிருடன் இருக்கின்றது.

2-2. வளர்ச்சிக் காலம் (Periodicity of growth): சில நேரங்களில் வளர்ச்சியில் காலம் என்பது தாவரங்களின்மீது புற நிபந்தனைகளினால் (external conditions) சுமத்தப்படுவதாகும். மற்றவைகளில் அது தலைமுறை தலைமுறையாக (பாரம்பரியம்) வருவதாகும். அதாவது வளர்ச்சி என்பது புறத்தே உள்ள நிலைமைகளினால் ஏற்படுவதாகும். வேறு சில தாவரங்களில் இவ் வளர்ச்சிக் காலம் புற நிலைகளால் மாறாமலிருக்கும். இதற்குக் காரணம் என்னவெனில் அது தன் தாய்வழி வந்த காரணமாகிப் பண்பாக இருக்கும். குளிர்ப் பகுதியில் வாழும் தாவரம் வெப்ப நாட்டிலும் அவ்வகைத் தட்பவெப்பமுள்ள இடத்தில் வாழக்கூடும். ஆனால், வளர்ச்சியில் அவற்றின் பதம் அல்லது தாளம் (ritham) மாறுபடுகிறது. இதற்குக் காரணம் புறநிலையேயாகும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு மாவட்டத்திற்குள்ளேயே ஒரு சில மகிழமரம், பெரும்பை, கருவேலம் போன்றவை நன்றாகவும் செழிப்பாகவும் விரைவாகவும் வளர்கின்றன. அதேநேரத்தில் மற்றவை வளர்ச்சி குன்றியும் தடைப்பட்டும் காணப்படுகிறது. இவையாவும் புறநிலைகளினால்தாம் அவ்வாறு மாறுகின்றன.

பொதுவாக ஒரு குறிப்பிட்ட கால வளர்ச்சிக்குப் பிறகு இனப்பெருக்கம் (reproduction) ஏற்படுகிறது.

ஒரு தாவரத்தினுடைய அல்லது தாவர உறுப்பினுடைய வளர்ச்சி எப்பொழுதும் ஒரே சீராக மணிக்கு மணி, நாளுக்கு நாள் அல்லது மாதத்திற்கு மாதம் நடந்தது கிடையாது. ஆனால் அவை ஒழுங்காகவும், மீண்டும் மீண்டும் பதமாகவும், நாளுக்கு நாள் பருவத்திற்குப்பருவம் விகித ஏற்றத்தாழ்வுகளுடனும் வளர்கின்றன

முன்பு கூறப்பட்டதுபோல் எண்ணற்ற தாவரங்கள் தங்கள் வாழ்நாளில் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில்தான் மலரைக் கொடுக்கவோ மலரற்ற பயிர் உறுப்புகளை (vegetative parts) வளர்க்கவோ செய்கின்றன. எல்லாக் காலங்களிலும் எல்லாமுமே நடைபெறுவதில்லை. மேலும், இது கால நிலைக்கு முற்றிலும் ஒன்றுபட்டுள்ளது என்பதை மேலே கண்டோம்.

வேர்ப்பகுதி வளர்ச்சிக் காலத்திற்கும் தண்டுப்பகுதி வளர்ச்சிக் காலத்திற்கும் ஏதோ ஒரு தொடர்பு உண்டு என்று மாக்மில்லன் (Mac millan, 1891) நம்பினர். இது, அவர் உருளைக்கிழங்கில் செய்த ஆராய்ச்சியின் பயனைக் கண்டறிந்தது ஆகும்.

2-3. தினவளர்ச்சிக் காலம் (Daily periodicity of growth): விறுவிறுப்புடன் வளரும் எல்லாத் தாவர உறுப்புகளும் நாள் வளர்ச்சிக் கால வித்தியாசத்தைக் காட்டுகிறது. நாளுக்கு நாள் ஏற்படும் ஏற்றத்தாழ்வுகளை ஆதாரமாகக்கொண்டு இது கண்டறியப்பட்டிருக்கிறது. இவ் வேற்றத்தாழ்வுகள் தண்டின் நீளம் அதிகரிப்பது, பரப்பு விரிவது அல்லது இலைக்குருத்து நீளுவது மற்றும் கனியின் குறுக்களவு வளர்வது மற்றும் அதுபோன்ற வளர்ச்சியையும் தன்னுள் கொண்டதாகும்.

தினவளர்ச்சி அல்லது நாள் வளர்ச்சிக்குக் காலத்திற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகத் தட் என்பவரும் லூமிஸ்என்பவரும் (Thut and Loomis, 1944) மக்காச்சோள இலை, தண்டின் அச்சு (maize leaf and axis of the stem) ஆகிய இவைகளின் நீள் வளர்ச்சியை ஆராயப்புகுந்தனர். அவர்கள் கண்ட உண்மை பொதுவில் நீள் வளர்ச்சி விகிதம் (rate of elongation) வெப்பத்துடன் முற்றிலும் தொடர்புடையது என்பதாகும். ஆகையால் வளர்ச்சி இரவுக் காலத்தைக் காட்டிலும் பகல் நேரத்தில் அதிகமாகவும், குளிர் இரவைக் காட்டிலும் வெதுவெதுப்பான அல்லது கதகதப்பான இரவுக் காலங்களில் அதிகமாகவும் இருக்கிறது. அதன் வளர்ச்சி 35°C-க்கு மேற்பட்ட நிலையில் பெரிதும் குன்றுகிறது. மட்டமான உட்புற நீர் கூட (low internal water) வளர்ச்சி விகிதத்தைக் குறைக்கிறது. இதனால் இரண்டு உச்ச வளர்ச்சி விகிதங்கள் ஏற்படுகின்றன. அவற்றில் ஒன்று அதிகாலையில் ஏற்படுவதும் மற்றொன்று மாலையில் ஏற்படுவதும் பொதுவானதாகும்,

பல்வேறு வகையான நாள் வளர்ச்சிக்காலம் தாவரத்தில் ஏற்படுவதானது சூழ்நிலையும், உட்புறக் காரணிகளும் இணைந்து சுற்றுவதாலேயேயாகும். உச்சவளர்ச்சி (நீட்சியில்) பல்வேறு காலங்களில்

ஏற்படுகிறது. அவை காலைப்பொழுது, பகற்பொழுது, மாலைப் பொழுது, இரவுப்பொழுது அல்லது கதிரவன் உதிக்கும்முன்பு ஆகும்.

இந்தத் தத்துவத்தில் ஒளிக் காரணியையும் (light factor) நாம் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். வளர்ச்சிக்கு ஒளி நேர்வழியில் இன்றியமையாததாக இருந்தாலும் மறைமுக வழியில் இது தேவையில்லாதது. ஒளியின் செயல் வெப்பத்தின் மூலமாகத்தான் தாவர உறுப்புகளை அடைகின்றன. இதற்கு நீராவிப்போக்கையும் (transpiration) ஒளிச்சேர்க்கையையும் (photosynthesis) சற்றுச் சிந்தித்தால் நன்கு புலப்படும்.

நாள் வளர்ச்சி விகிதத்தை அமைப்பது சற்றுச் சிக்கலானது. உறுப்புகளிலுள்ள முதிர்ந்த செல்கள் வீக்கத்தையும் (டர்கார்-turgor), கனஅளவையும் தன்னுள்கொண்ட நீர்க் குறைவினால் பின்னடையச் செய்கிறது.

செல்லினுடைய உப்பும் தன்மையும், (turgidity) வெளிப்படையான வளர்ச்சி விகிதமும் மாற்றத்தின் விளைவால் ஏற்படுவது என வில்சன், (Wilson, 1948) நன்கு எடுத்துக்காட்டியுள்ளார். ஒரு த்க்காளித் தண்டின் முழு நீள வளர்ச்சியை அளக்கும்போது பகல் நேரத்தில் ஏற்பட்ட விரிவைக்காட்டிலும் இரவு நேரத்தில் தெளிவான வளர்ச்சி அதிகரித்துள்ளது என்பதை அறியலாம். இவை போன்ற செயல்களாலேயே பின்னிலையடையும் மாற்றங்கள் (reversible changes) செல்லிலும் கனிகளிலும் பதிவாக்கப் பட்டுள்ளன.

பரிசோதனை 1. ஆறு அங்குலத் தொட்டி இரண்டில் சூரியகாந்தி விதைகளை நட்டு வளர்ச்சிக்குத் தேவையான நிலைமையில் வைக்கவும். செடிகள் 10 அங்குல உயரம் வளர்ந்தவுடன் ஒவ்வொரு தொட்டியிலும் உள்ள மிகஉறுதியான செடிகளைத் தவிர மற்றஎல்லாச் செடிகளையும் நீக்கிவிட வேண்டும். பிறகு இச் செடிகள் 20 அங். உயரம் வளர்ந்தவுடன் உயரமான ஒரு மேஜைமீது கண்ணறை அறையில்வைக்கப்பட வேண்டும். அவை முழுவதும் நன்றாக ஒளியில் படவேண்டும். தாவரங்களுக்கு நன்றாக நீர் வார்க்க வேண்டும். ஒவ்வொரு தாவரத் தண்டின் முனையையும் ஆக்ஸனோமீட்டர் (auxanometer) என்ற வளர்ச்சிமானியுடன் இணைக்க வேண்டும். இச் சோதனையைத் தெளிவான நாள்களில் காலை 8 மணிக்கு முன்பாகத் தொடங்கவேண்டும். ஆக்ஸனோமீட்டரில்

அளவைப் பகலில் ஒவ்வொரு மணி இடைவெளியில் கவனிக்க வேண்டும். பிறகு மீண்டும் மறுநாள் காலையில் இதேபோல் செய்ய வேண்டும். அத் தண்டுகள் நாள் முழுவதும் வளர்கின்றனவா? எப்பொழுது மிகவும் அதிகமான நீட்சி ஏற்படுகிறது? இதற்கு என்ன விளக்கம் தரமுடியும்?

2-4. பருவ வளர்ச்சிக் காலம் (Seasonal periodicity of growth): எல்லாத் தாவரங்களும் சற்றேறக்குறையதெளிவானபருவ காலங்களில் வளர்ச்சி ஏற்றத்தாழ்வுகளைக் காட்டுகின்றன. குளிர் நாட்டில் ஒவ்வொரு இளவேனிற் காலத்திலும் (spring season) ஏற்படும் பருவ வளர்ச்சி கண்கொள்ளாக் காட்சியாக இருக்கும்.

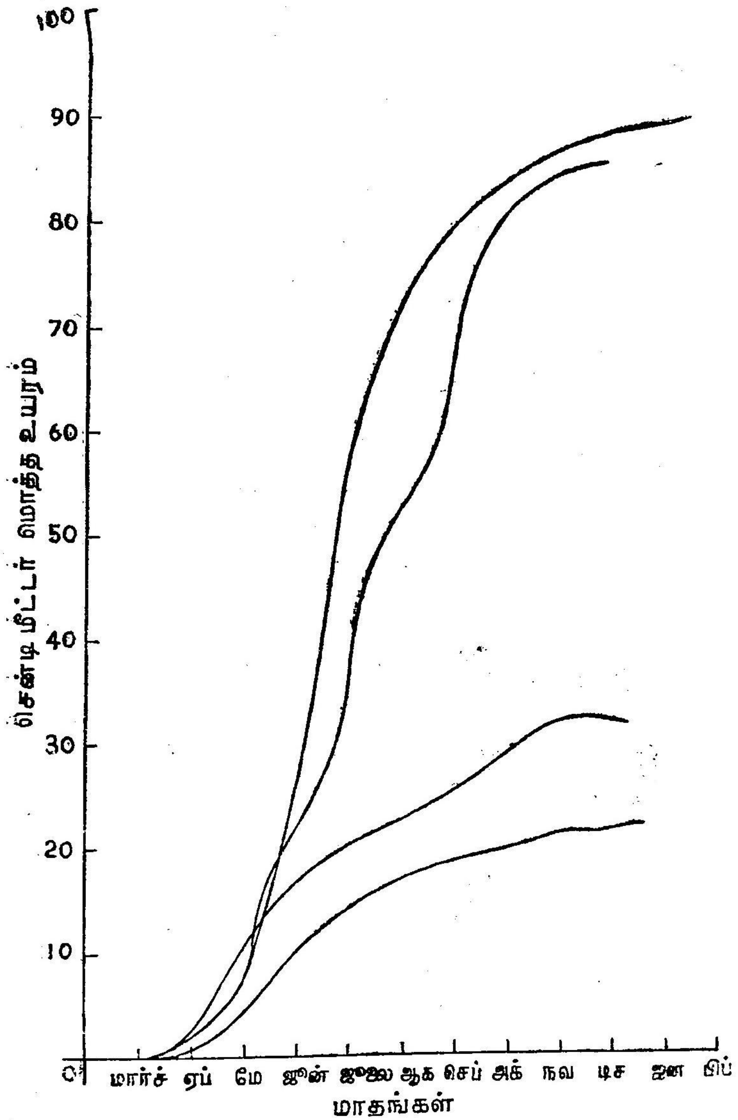
பருவ வளர்ச்சிக் காலம் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையை ஒட்டியும் (environmental condition) உள் காரணிகளை ஒட்டியும் (internal factors) அமைகிறது. பின் சொல்லப்பட்டவற்றில் தண்ணீரும், வெப்பமும் மிகவும் முக்கியமானதாகும். சில உட்காரணிகள் இதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. அவை பாரம்பரியத்தை ஆக்கலும், குட்டையான வளர்ச்சியுமே ஆகும்.

வறண்ட பகுதியில் வளரும் மரம்கூட நீர் நிலைகளுக்கு அருகில் வளரும் மரம்போன்ற வளர்ச்சி அமைப்புடன் வளரக்கூடும். எனவே பருவ வளர்ச்சி அமைப்புகள் உயிர்ப்பொருள்களால் அடிப்படையிலேயே அமைக்கப்படுவதல்லாமல் சூழ்நிலை மாறுபாடு களால் அமைக்கப்படுவதில்லை.

சில நிபந்தனைகளில் சில தாவரங்களின் மொட்டுகள் எந்தப் பருவத்தில் தோன்றியதோ அந்தப் பருவத்தில்தான் விரியும்.

வேரின் பருவ வளர்ச்சிக் காலம்பற்றி நமக்கு ஓரளவுதான் தெரியும். பரம்பரையாகக்குட்டையாக வளர்வதுவேரில் இல்லாதது. அதாவது பாரம்பரியக் குட்டை வளர்ச்சி வேருக்குப்பொருந்தாதது. அவ்வகைக் குணம் தண்டிற்கே உரித்தானது. நவம்பர் மாதத்திற்கும் ஏப்ரல் மாதத்திற்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் இங்கிலாந்தி லுள்ள பைன் வேர்களில் (pine roots) வளர்ச்சி இல்லை என்று ஸ்டீவன்ஸ்(Stevens, C.,1931) கூறுகிறார். மிதமான வெப்ப நிலையில் வேரின் நீட்சி தொடங்குகிறது என்று ஹாரீஸ் (Horris, 1926) கூறு கிறார்.

தாவரங்களின் வளர்ச்சியையும் பருவங்களையும் (மாதங் களையும்) இணைத்து ஒரு வரைபடம் (படம் 2.1) காட்டப்பட் டுள்ளது. இப்படத்தில்வளர்ச்சி எப்பொழுதுதொடங்கிஎப்பொழுது உச்சகட்டத்தை அடைகிறது என்று தெளிவாக அறிந்து கொள்ளலாம்.



(படம் 2.1)

பல்வேறு வகை மரங்களின் வளர்ச்சி பருவகாலங்களுடன் இதைத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதுகிராமெர் அட்டவணைப்படி (Data of Kramer, 1943) ஆகும்.

மேற்கூறிய மாற்றங்கள் தவிரப் பருவகாலங்களில் தாவரங்கள் கீழ்க்கண்டவாறும் மாறும். வளர்ச்சிக் காலங்களில் (drought) தாவரங்களில் பருவமடையும் நிகழ்ச்சி தாமதப்படுகிறது யாவரும் அறிந்ததே. இது பொதுவாக ஏற்படக்கூடியதே. இது புல்லினங்களில் மிகவும் மெய்யாக இருக்கிறது. அளவிற்கு மிஞ்சிய தண்ணீராலும், காற்றின் ஈரத்தாலும், நிலத்தின் நைட்ரஜனினாலும் தாவரங்களில் மலர்கள் தோன்றுவதோ கனிகள் தோன்றுவதோ நிறுத்திவைக்கப்படுகின்றன என்பதற்குப் பல சாட்சியங்கள் உள்ளன. மேலும், அதிக நீராவிப் போக்கு, புல்லினத் தாவரங்களில் (herbaceous plants) பருவமடைவதைத் தாமதப் படுத்துகிறது. இருப்பினும் இது அடிக்கடி ஏற்படுவதன்று.

பரிசோதனை 1: இச் சோதனையைப் பொதுவாக இளவேனிற் காலத்தில்தான் தொடங்க வேண்டும். ஒரு செடியில் அல்லது மரத்தில் மொட்டுகள் விரியத்தொடங்கியவுடன் ஐந்தாறு கிளைகளை ஒரு கயிற்றால் கட்ட வேண்டும். அவற்றில் ஒன்று அடித்தண்டின் கனம் 5 செ. மீட்டருக்கு அதிகப்படாமல் தேர்ந்தெடுப்பது நன்று. நான்கு அல்லது ஐந்து நாள்களுக்கு ஒருமுறை புதிய வளர்ச்சியின் நீளத்தை நுனிக்குருத்திலிருந்து கயிறு கட்டிய கிளைகள் வரைக்கும் அளக்க வேண்டும். எல்லா அளவுகளும் நுனிக்குருத்து ஏற்கெனவே இருந்த கிளையிலிருந்துதான் எடுத்தல் வேண்டும். பின்பு சராசரி அளவைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். இவ்வாறு அந்தப் பருவம் முடியும் மட்டும் செய்யவேண்டும். இந்த அளவுகளைக்கொண்டு ஒரு வரைபடம் (graph) தயாரிக்க வேண்டும்.

2-5. பயிர் உறுப்பின் காலவளர்ச்சி: (Vegetative periodicity of growth): பயிர் உறுப்பின் கால வளர்ச்சியும் தினக் கால வளர்ச்சிக்காலத்தைப் போன்றே சூழ்நிலையாலும் அகக் காரணிகளாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. அவற்றில் தண்ணீரும் வெப்பமும் குறிப்பாக முக்கியப் பங்கு பெறுகின்றன.

குருத்திலிருந்து ஏற்படும் புதிய தண்டுத் தொகுதியின் பெருக்கம் இளவேனிற்காலம் முழுவதும் தொடர்ந்து ஏற்படுவதில்லை. இப் பருவங்களில் குளிரும் வெப்பமும் மாறி மாறி ஏற்படுகின்றன. எனவே, பெருகும் தண்டுத் தொகுதி குதிமுள்போல வளர்ந்து நிற்கிறது. தகுந்த நிலை வந்தவுடன் இவை நீட்சி பெறுகின்றன. இவ்வகை நிலைமை இரண்டு அல்லது மூன்று வாரங்கள் வரை நீடிக்கின்றது.

2-6. இனப்பெருக்க வளர்ச்சிக் காலம்: (Reproductive periodicity of growth): பயிர் உறுப்புப் பெருக்கம் (vegetative develop-

ment) ஏற்படுவதற்கு முன்பாகவே மரம், செடி, கொடிகளில் மலர்கள் தோன்றுகின்றன. புல்பூண்டுகளில் (herbaceous plants) இலைகள், தண்டு, மலர் எல்லாமே ஒரே நேரத்தில் ஏற்படுகின்றன. முன்கூறப்பட்டது இளவேனிற் காலத்திற்குள்ளவற்றிற்கும், பின் கூறப்பட்டது இளவேனிற் காலத்தின் சிறப்புக் குணமாக உள்ளவற்றிற்கும், மூன்றும் வகை கோடை காலத்திற்கும் பொருந்தும்.

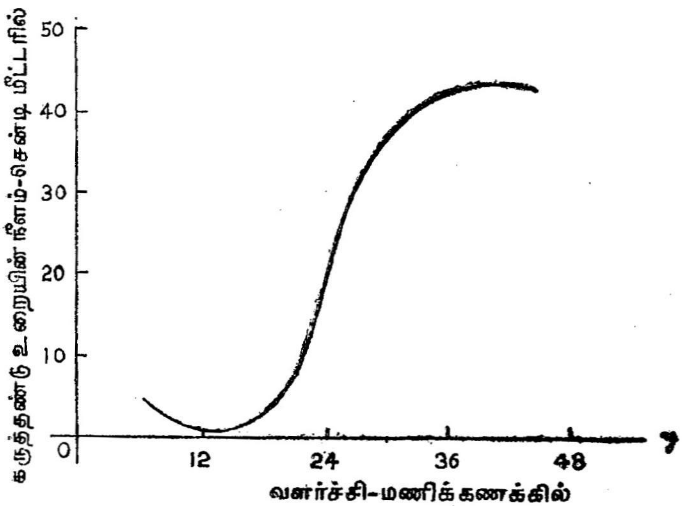
2-7. வட்டச் சுற்றுவளர்ச்சிக்காலம் : (cyclical periodicity of growth): தாவரத்திலே சிறந்த வளர்ச்சிக் காலம் ஏற்படுவது பயிர் உறுப்புகளும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் வட்டச் சுற்று முறையில் (cyclical) பெருக்கமடையும்போதே யாகும். இவை இடைவிடாமல் தொடர்ச்சியாக ஏற்படுகின்றன. அவை பின் வருமாறு: (1) விதை முளைத்தல் (seed germination), (2) பயிர் உறுப்புப் பெருகுதல் (vegetative development), (3) மலர்விடுதல் (flowering), (4) காயாதல், கனியாதல் (fruiting), (5) முதிர்ச்சியடைதல் (senecence), (6) மடிதல் (death). இங்கு விதையைத் தவிர எல்லா உறுப்புகளும் மடிதல்.

எல்லா இருபருவத் தாவரங்களிலும் (biennials) பயிர் உறுப்புகளின் பெருக்கமும் இனப் பெருக்க உறுப்புகளின் பெருக்கமும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். இவ்வகையான தாவரங்கள் முதற்பருவத்தில் பயிர் உறுப்புகளைப் பெருக்கி நிலத்தின்கீழ் உறுப்புகளை உண்டாக்கும். அவை குளிர்காலம் மட்டிலும் வாழும். பெரும்பான்மையான இருபருவத் தாவரங்களின் இலைகள் குளிர்காலம் முழுவதிலும் ஊறு ஏதுமின்றித் தாங்கக் கூடிய திறமையுள்ளவையாய் இருக்கின்றன. இவைகளின் இரண்டாம் பருவத்தில் இப் பயிர் உறுப்புகள் பெரும்பாலும் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் வளர்வதனால் குறைந்தோ மறைந்தோ விடும். விதைகளும் கனிகளும் தோன்றியவுடனே இத் தாவரங்கள் மடியத் தொடங்குகின்றன. ஓராண்டு (பருவ) காலத் தாவரங்களிலேயும் இவ் வகையான வாழ்க்கைச் சுற்றே ஒரு சில மாறுதல்களுடன் நடைபெறும்.

பல்லாண்டு (பருவ)காலத் தாவரங்களின் (perennial species) இனப் பெருக்கப் பயிர் உறுப்புகளின் வாழ்க்கைச் சுற்று அமைப்பில் ஒரு பெரிய வேறுபாடு காணப்படுகிறது. குளிர்ப் பிரதேசத் தாவரங்களில் முதலில் மலர்கள் தோன்றுகின்றன, அதனுடனே இலைகள் துளிர்க்கும் கொப்புகளும் தோன்றும்போது பயிர் வளர்ச்சி (vegetative growth) ஏற்படுகிறது. இவற்றிற்கு

எடுத்துக்காட்டுகள் : பீச் (peach), செர்ரி (cherry), ஆப்பிள் (apple) இன்னும் பல கனிஈயும் மரங்கள்.

2-8. மொத்த வளர்ச்சிக் காலம் (Grand period of growth) : மொத்த வளர்ச்சிக் காலத்தை நேரடியாக விளக்குவதைக் காட்டிலும் ஒரு பரிசோதனை மூலமாக விளக்குவது எளிது. ஓட் (oat) கருத்தண்டு உறையின் (coleoptile) வளர்ச்சியை நேரத்



படம் 2. 2.

துடன் இணைத்துப் பார்க்கையில் முதலில் கருத் தண்டுறை மெது வாக விரிவடைகிறது. பிறகு மிகவும் வேகமாக விரிவடைகிறது. அதன் பின் அவ் வேகத்தில் குறைந்து விரிவடைவது முழுமையு மாக நின்றுவிடுகிறது. இதையே தான் தாவரத்தின் மொத்த வளர்ச்சிக் காலம் என்று சொல்கின்றோம். வரைபடம் (படம் 2-2.) இதனைக் காட்டுகின்றது.

தாவரத்தினுடைய ஒவ்வோர் உறுப்பும் அண்மையில் ஒவ்வொரு வகைச் செல்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. அந்த உறுப்பு வளர்ச்சி விகிதத்திலே ஒரு மாறுதலைக் காட்டுகிறது. அது மேற் கூறியது போல முதலில் மெதுவாகவும் பின்பு மிக வேகமாகவும்

பின்பு மெதுவாகவும் வளர்ந்து முடிவில் நின்றும் விடுகிறது. ஒரு செல்லின் அல்லது ஓர் உறுப்பின் அல்லது ஒரு முழுத் தாவரத்தின் இவ்வித வளர்ச்சி ஒரு முழு நேரத்திற்கும் நீட்டப்பட்டிருக்கிறது. இதற்கு மொத்த வளர்ச்சிக் காலம் என்று பெயர்.

2-9. வளர்ச்சியின் வலிமைகள் (Dynamics of growth) : நாம் நுண்ணோக்கியின் மூலமாகக் கண்டறிந்த செல்களின் அமைப்பும் செயல்களுமே வளர்ச்சியின் வலிமைகள் எனலாம், ஏனெனில், இவை வளர்ச்சியின் வலிமைகளைக் கண்டறிய நமக்கு மறை மூலமாக உதவுவனவாகும். நுண்ணோக்கியில் காணும் குறுக்கு நெடுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களெல்லாம் வளர்ச்சியினால் ஏற்பட்ட முழு உருவம், அவை செல்வழி வளர்ச்சி வலிமைகளை நமக்கு விளக்குவதில்லை. ஏனெனில், நாம் நுண்ணோக்கியில் திசுக்களைப் பற்றி அறிந்துகொள்ளும்போது நாம் அத் திசுக்களைக் கொன்ற பிறகுதான் அறிகின்றோம். மேலும், மற்றொரு பிரச்சினை என்னவென்றால் மேற்கூறிய வகைகள் ஒரே தனிச் செல்லின் நடவடிக்கைகளையோ வளர்ச்சியில் ஏற்படும் மாறுதல்களின் தொடர்ச்சியையோ நமக்குக் காட்டுவதில்லை. இவ்வளவு வரைமுறை இருந்தும் வளர்ச்சியின்போது ஒரு செல்லின் முக்கிய நடவடிக்கைகளை நாம் (வளரும் பகுதியினை) மெல்லிய தட்டுகளாகச் சீவி நுண்ணோக்கியின் மூலமாகப் பார்க்கும்போது உய்த்துணர முடிகிறது.

மேற்கூறிய வகைகளில் வளர்ச்சியின் வலிமைகள் என அறியப் புகும் அளவில் அவைகளை **வேரின் அடிப்படை வளர்ச்சி (Primary growth of root)** என்றும் **தண்டின் அடிப்படை வளர்ச்சி (Primary growth of stem)** என்றும் இருதலைப்புகளில் ஆள்வதுதான் எளியதும் சிறந்ததும் ஆகும்.

2-10. உச்ச வளர்ச்சி (Maximum growth) : ஒரு முளைக்கும் வேரின் நுனியை அளவிட்டு ஒரு குறுகிய காலத்திற்கு (சுமார் 3 மணி நேரம்) வளரச் செய்து மீண்டும் அளக்கும்போது அந்த நுனிப் பகுதிக்கு ஏறத்தாழ 6 அல்லது 7 மி. மீட்டர் பின்புறத்தில் மிக்க விரிவு ஏற்பட்டிருக்கும். இங்குத்தான் செல் பிரிவு வேகமாக நடைபெறுகிறது. இந்த இடத்திற்கு இரு புறமும் இலேசாக அதிகரித்திருக்கும் முனையிலிருந்து 15. மி. மீட்டருக்கு மேல் பின்புறத்தில் அதிகரிப்பு ஏதும் ஏற்பட்டிருக்காது. எனவே, உச்ச வளர்ச்சி என்பது செல் பிரியுமிடத்தில் (region of cell division) ஏற்படும் அதிக நீட்சியேயாகும். இது தாவர

ஆக்கத் திசு (meristematic tissue) உள்ள எங்கும் ஒரே சீராக இருக்கும்.

2-11, கடைசி வளர்ச்சி (Last growth): சேய்ச் செல்களில் ஒன்று ஒரு நிலைத்த திசுவை (permanenttissue) ஏற்படுத்த வேண்டியிருப்பின் விரிவடையும் காலம் மெதுவாகச் செல்களில் வேக்குவோல்களினால் (vacuoles) அதிகரிக்கப்படுகிறது. அதனால் வளர்ச்சி வேகமாக மாறுகிறது. பிறகு வேக்குவோல்கள் விரிவடையும் விகிதம் படிப்படியாகக் குறைந்து முடிவில் நின்று விடுகிறது. அப்போது திசு வளர்ச்சி முடிந்துவிடுகிறது. இதைத் தான் கடைசி வளர்ச்சி (last growth) என்று சொல்லுகின்றோம்.

2-12. வளர்ச்சியில் எல்லையிடும் காரணிகள் (Limiting factors in growth): வளர்ச்சியின்மீது செயல்படும் எந்தக் காரணிகளைப் பற்றியும் சிந்திப்பதற்கு முன்பாக வளர்ச்சியில் எல்லையிடும் காரணிகளின் தத்துவங்களைப்பற்றி நாம் முதலில் தெரிந்து கொள்ளுதல் வேண்டும். வளர்ச்சியில் எல்லையிடும் காரணிகள் பல உண்டு. அவற்றில் மிகவும் சிறப்பானவையாகத் தோன்றுவது: (1) வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத முதல் தேவைகள் (essential-pre-requistes for growth), (2) போதுமான அளவு அங்ககப் பொருள்களைக்கொடுப்பது (sufficiencesupply of organic matters), (3) தேவையான தண்ணீர் (adequate supply of water), (4) சுதந்திரமான காற்று (free oxygen), (5) சர்க்கரையின் அளவு (amount of sugar), (6) ஒளி (light), (7) வெப்பம் (temperature), (8) சரிவிகித ஊட்டம் (nutritional balance). இவை போன்ற இன்னும் பல காரணிகள் வளர்ச்சியில் எவ்வாறு எல்லையிடுகின்றன என்பதை அந்தந்தக் காரணிகளில் விளக்கப்பட்டிருப்பதிலிருந்து அறிந்துகொள்ளலாம்.

என்றாலும், மேற்கூறப்பட்ட காரணிகளில் ஏதேனும் ஒன்று குறைந்தாலோ அளவில் கூடினாலோ நிச்சயமாக அவை வளர்ச்சியில் எல்லையிடும் என்று நம்பலாம். எனவே, வளர்ச்சியில் எல்லையிடும் காரணிகளை எளிதில் அறியவேண்டிக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

வளர்ச்சியில் எல்லையிடும் காரணிகளின் வகைபாடு:

I சிறப்பானவை :

1. வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத முதல் தேவைகள்.
2. போதுமான அளவு அங்ககப் பொருள்கள்,
3. தேவையான நீர்.

4. பலவகைக் கனிமங்கள்.
5. சுதந்திரமான காற்று.
6. சர்க்கரை அளவு.
7. ஒளி—மிகைப்பட்ட ஒளி (Increased light)
ஒளியின்மை (Absence of light)
குறுகிய நேர ஒளி (Short light period)
நெடுநேர ஒளி (Long light period)
வலிமையான ஒளி (Strong light)
கசிந்த ஒளி (Diffused light)
வண்ண ஒளி (Colour light)
8. வெப்பம்—குறைந்த அளவு (Minimum)
போதுமான அளவு (Optimum)
உச்ச அளவு (Maximum)
குளிர் தாங்கும் அளவு (Cold resistance)
உறை பனி தாங்கும் அளவு (Frost resistance)
உயர்ந்த வெப்பம் தாங்கும் அளவு (Resistance to high temperature)
வெர்னலைசேஷன் அளவு (Vernalization)
9. சரி விகித ஊட்டம்.

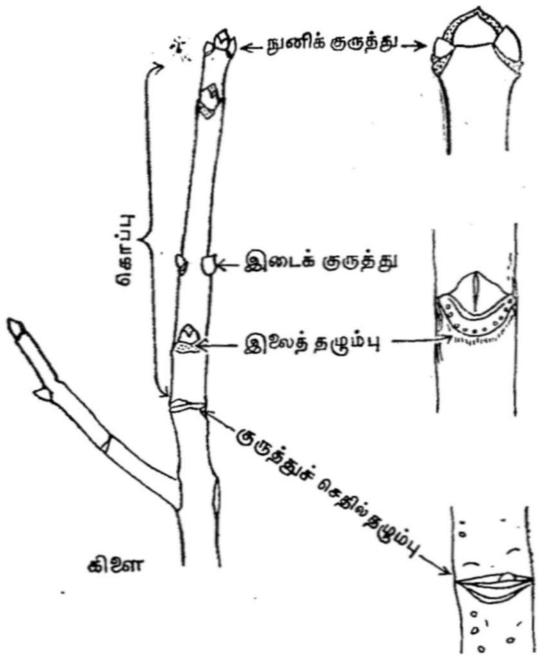
II பொது

1. நாள்
2. பருவம்
3. பாரம்பரியம்
4. சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை
5. மண்.

2-13. வளர்ச்சியின் எல்லையில்லா அமைப்பு (Unlimited plan of growth): வளர்ச்சி என்று நாம் ஒன்றை எண்ணும்போதே நாம் பொதுவாக உயரத்தில் அதிகரிப்பதையேதான் நினைக்கின்றோம். இந்த அதிகரிப்பு, பருவத்திற்கு 6 அங்குலமோ 20 அடியோ ஏற்பட்டாலும் அது மரமாகவோ செடியாகவோ இருப்பினும் அதன் அடிப்படை அமைப்பு ஒன்றேதான். ஒரு மரத்தின் கிளையை நாம் உன்னிப்பாக ஆராய்வதன் மூலமாக இந்த அமைப்பை நாம் மிக எளிதாக அறிந்துகொள்ளலாம்.

(1.) கொப்பு (Twig): எல்லா மரங்களுக்கும் கிளைகள் அல்லது கொப்புகள் உண்டு. அவை கிரமமாக வளரும் ஒவ்வொரு பருவத்தின் முடிவிலும் இலைகளை உதிர்க்கின்றன. ஆனால் ஊசியிலை மரங்களில் (ever green species) அவ்வாறில்லை. அவை நேர்

எதிரானவை. அவை இலைகளை உதிர்ப்பதில்லை. இலையை உதிர்க்கும் மரங்களிலே ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில்தான் அந்தந்த வளரும் பருவகாலங்களில் (growing seasons) இலைகளைப் பெற்றிருக்கும். இதைத்தான் நாம் **கொப்பு** (twig) என்று கூறுகின்றோம். இந்தக் கொப்பிற்குப் பின்னுள்ள முதிர்ந்த பகுதியைத்தான் **கிளைகள்** (branches) என்று சொல்லுகின்றோம்.



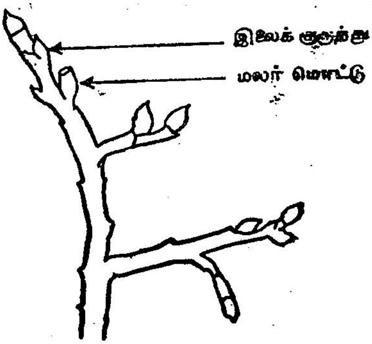
படம் 2-3

கொப்பும் அதன் பகுதியும்

(2.) இலை, மொட்டுகளின் அமைப்பிடம் (position of leaves and buds) இலைகள் கொப்பைச் சுற்றிலும் அந்தந்தத் தாவர வகைகளுக்குக் குறிப்பிட்டதுபோல அமைந்திருக்கும். சில தாவர வகைகளில் எதிர் எதிராகவும் சிலவற்றில் ஒன்றுவிட்டு ஒன்றும், இன்னும் சிலவற்றில் வட்டமாகவும் இலைகளும் மொட்டுகளும் அமைந்திருக்கின்றன.

இலைகளைப் போலவே கொப்புகளும் மொட்டுகளைப் பெற்றிருக்கும். நுனியில் உள்ள மொட்டிற்கு **நுனி மொட்டு** அல்லது

நுனிக் குருத்து (terminal bud) என்றும் இலைக் கக்கங்களில் உள்ள மொட்டிற்குக் கக்கக் குருத்து அல்லது கக்கமொட்டு (axillary bud) என்றும், சில வேளைகளில் இடைமொட்டு (lateral bud) என்றும் பெயர். இடை மொட்டுகள் நுனிமொட்டுகளினின்றும் வேறுபட்டிருக்கும் (படம் 2-3.)



படம் 2-4

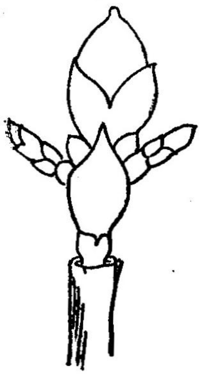
இலைக் குருத்தும் மொட்டுகளும்

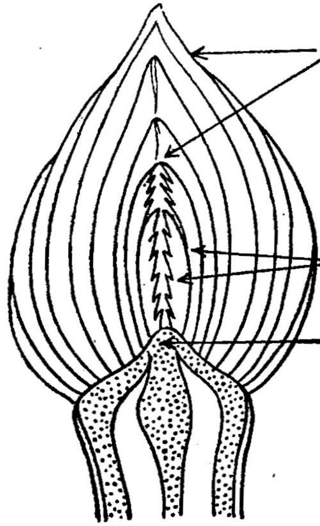
இலையுதிர்காலத்தில் இலைகள் உதிர்ந்தவுடன் கொப்பிலே இலைகளின் வடுக்கள் அல்லது தழும்புகள் (scars) காணப்படும். எனவே, கொப்பு முழுவதும் எண்ணற்ற தழும்புகள் இருக்கும். ஒரு மொட்டினை நெடுக்குத் தோற்றத்தில் வெட்டிப் பார்த்தால் அதன் மையத்தில் அநேக கரு இலைகள் (embryonic leaves) குமிழ் வடிவத்தில் சூழ்ந்திருப்பதைக் காணலாம். இந்தக் குமிழ் திசுக்கள் தான் நுனிக் குருத்து (shoot apex) ஆகும் (படம் 2-4). எனவே, ஒவ்வொரு மொட்டும் உண்மையில் ஒரு கருக் கொப்புத்தான் (embryonic twig). இந்த உண்மை இளவேனிற் காலத்தில் தெளிவாக்கப்படும். எப்படியென்றால் மொட்டினுள் உள்ள திசுக்கள் பெருகிக் கொப்பாக வளரத் தொடங்கும். நுனி மொட்டு நுனிக்கொப்பாகவும், இடைமொட்டுக் கிளையாகவும் வளரும். வேறு சில தாவரங்களில் நுனிக் குருத்துக் கூடுதலான இலைகளை உற்பத்தி செய்யும்.

மொட்டுகள் விரியும்பொழுது மிகவும் உட்பகுதியில் உள்ள மொட்டுச்செதில்கள் (bud scales) பொதுவாக நீளத்தில் அதிகரிக்கும். சில தாவரங்களில் இச் செதில்கள் வளரும் கொப்பின் அடித்

தளத்திலேயே சில காலம் இருக்கும். இன்னும் சில தாவரங்களில் அவை வேகமாக உதிர்ந்துவிடும்.

மேற்கண்ட விவரங்களிலிருந்து வளர்ச்சியின் எல்லையில்லா அமைப்பைக் கூறப்புகின் நுனிக்குருத்து இடைக்குருத்து இவைகளில் உள்ள திசுக்களின் செயல்களால் கொப்பிலே ஒவ்வொரு பருவத்திலும் புதிய நுனிக்குருத்தும் இடைக்குருத்துகளும் ஏற்படுகின்றன. மொட்டு விரிவதனால் இக்கொப்புகளின் நீட்சி ஏற்படுகிறது. மற்றைய திசுக்கள் குறுக்களவிலே பெருக்கமடையச் செய்கின்றன. எனவே, நுனிக்குருத்து புதிய கொப்பின் மூலையிலே





படம் 2-6

நுனிக்குருத்துக் கொப்பாக வளர்தல்

படம் 2-5

நுனிமொட்டின் நெடுக்குத் தோற்றம்

உண்டாகிறது. இடைக்குருத்து இலைகளின் கக்கங்களில் (leaf axils) ஏற்படுகின்றன. ஒவ்வொரு வளரும் பருவ முன்னோடியிலும் இம் மொட்டுகள் அல்லது குருந்துகள் கொப்புகளாக வளர்கின்றன. அவை அவற்றுக்கு மாறாக நுனிக்குருத்துகள் இடைக்குருந்துகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இவிதமாக நுனி வளர்ச்சியும் இடை வளர்ச்சியும் எல்லையில்லாமல் தொடர்ந்து ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன. இதுவேதான் வளர்ச்சியின் எல்லையில்லா அமைப்பு (unlimited plan of growth) ஆகும்.

3. வளர்ச்சியை உயர்த்தும் தடுக்கும் பொருள்கள்

(Growth Promoting and Inhibiting substances)

[வளர்ச்சியை உயர்த்தும் பொருள்கள்—வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள்—வளர்ச்சிச் சீராக்கிகள்—வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள்—ஹார்மோன் வளர்ச்சிக் கருத்து—வளர்ச்சி ஆக்ஸின்கள்—ஜிப்ரல்லின்கள்—வளர்ச்சித் தாளம்—ஃபோட்டோமார்போ ஜெனிஸிஸ்]

வளர்ச்சிக்குக் குறிப்பிட்ட உறுப்புகளைத் தோன்றச் செய்யும் பொருள்கள் தேவை என்று ஸாச்ஸ் (Sachs) என்ற அறிவியல் மேதை எண்ணினார். வளர்ச்சிப் பகுதியிலே அப் பொருள்கள் தீர்ந்துவிடுவதால்தான் வளர்ச்சி தடுக்கப்படுகிறது என்றும் ஐயங் கொண்டார். பெஃபர் (Pfeffer, 1900) என்பவர் என்ஸைம் களாலும் (enzymes), வேதியியப் பொருள்களாலும் (chemical substances) வளர்ச்சியில் சீராக்கும் ஒரு முக்கியப்பணி நடைபெறு கிறது எனக் கருதினார். ஃபிட்டிங் (Fitting, 1905-1906) என் பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒளி ஊக்கி (அல்லது) ஒளித்தூண்டல் (Photostimulus) ஓட்ஸ் (oats) கருத்தண்டு உறையில் கீழ் நோக்கி வளரச் செய்வதில் அதிக நாட்டம் கொண்டுள்ளது என்று பாய்ஸென்-ஜென்ஸென் (Boysen-Jensen, 1910) செய்துகாட் டினார். ஆம்ஸ்டிராங் (Armstrong and Armrstrong, 1911) இப் பொருள்கள் ஹார்மோன்களைப் போன்றுள்ளன என்று கூறினார்.

எனவே, தற்போது பொதுவாகக்கருதப்படுவது என்னவென்றால் தாவர அல்லது தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சி அனங்ககப் பொருள்களல்லாமல் (inorganic substances) மற்றும் வேறு சில பொருள்களால் உயர்த்தப்படுகிறது என்பதேயாகும் அதுபோலவே வளர்ச்சியும் தடுக்கப்படுகிறது. இப் பொருள்களில் ஒருசில பொருள்கள் நிலத்திலிருந்து நேரடியாகக் கிடைத்தாலும்

தூறக்குறைய எல்லாப் பொருள்களும் தாவரத்தினுள்ளேயே தயாரிக்கப்படுகின்றன. இப் பொருள்கள் எல்லாம் பல்வகைப் பெயர்களிடப் பட்டு வழங்கப்படுகின்றன. அவை 'வைட்டமின்கள்' (vitamins) என்றும், 'ஹார்மோன்கள்' (hormones) என்றும், 'வளர்ச்சியை உயர்த்தும் பொருள்கள்' (growth promoting substances) என்றும், அல்லது 'வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள்' (growth-inhibiting substances) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

வளர்ச்சியை அதிகரிக்கவும், கட்டுப்படுத்தவும் பல காரணிகள் உள்ளன. அதுபோலவே வளர்ச்சியை உயர்த்தவும் தடுக்கவும் பல பொருள்களும் உள்ளன. எப் பொருள்களால் வளர்ச்சி உயர்த்தப்படுகிறது? எப் பொருள்களால் வளர்ச்சி தடுக்கப்படுகிறது? அப் பொருள்கள் தாவரத்தினுள் ஆற்றும் செய்கைகள் என்னென்ன? அவைகளைச் சீராக்குவது எங்ஙனம்? என்று பின்வரும் படலம் விளக்குகின்றது. வளர்ச்சியை உயர்த்தும் பொருள்களும், தடுக்கும் பொருள்களும் மற்றும் பலவகைப் பொருள்களும் இங்கு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

3·1. வளர்ச்சியை உயர்த்தும் பொருள்கள் (Growth promoting substances) : சிறிதளவே பிழிந்தெடுத்த அங்ககப் பொருள்கள் தாவர வளர்ச்சியைப் பெருமளவு ஊக்குவிக்கின்ற காரணத்தால் விலங்குகளின் உரங்களை மண்ணிலிட்டு வளர்ச்சியைப் பெருக்குகிறார்கள். இவ்வாறு ஏற்படுவது ஏனெனில் நைட்டிரஜன், பாஸ்பரஸ், பொட்டாஷியம் போன்ற கூட்டுப் பொருள்கள் மண்ணிலிருப்பதால் என்று பொதுவாகக் கருதப்பட்டது. தாவர வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் தன்மை நீரில் கரையா அனங்ககப் பொருள்களைக் காட்டிலும் நீரில் கரையும் அங்கக்ப் பொருள்களிடம் உள்ளது என்று பிரீஜியேல் (Breazeale, 1927) கண்டுபிடித்தார். மேலும் அவர், உரங்களில் தாவரப் பொருள்களால் ஏற்படும் சிதைவுகளினுல்தான் வளர்ச்சி உயர்த்தப்படுகிறது என்றும் நம்பினுர்.

ஆப்பிள்மேன் (Appleman, 1918) என்பவர் வளரும் உருளைக் கிழங்கில் வளர்ச்சியை உயர்த்தும் பொருள்கள் உண்டு என்பதைச் சாட்சியங்களுடன் கண்டுபிடித்தார். எனவே, உருளைக்கிழங்கின் வளர்ச்சி வேகம் அதனுடைய விதையைப் பொறுத்துள்ளது அதாவது உருளைக்கிழங்கிலுள்ள 'கண்'ணைச் (eye) சுற்றியுள்ள திசுவைப் பொறுத்துள்ளது என்கின்றுர். மேலும், பொதுவாக அனங்கக ஊட்டங்களினுல் அவை கட்டுப்படுத்தப்படவில்லை என்றும் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே ஆப்பிள்மேன், உருளைக் கிழங்கில் கண்ணைச் சுற்றிலுமுள்ள குறைந்த திசுவிலுள்ள சிறு

அளவு வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் பொருள்களே பொதுவான வளர்ச்சிக்குப் போதுமானது என்று முடிவு கட்டினர். ஆகையினால், வளர்ச்சிப் பொருள்களில் கீழ்க்காணும் சிலவற்றில் தனிக் கவனம் செலுத்தப்படுகிறது.

(1) மெட்டாக்ஸினியா (Metaxenia) : விதைத் தாவரங்களின் முளைசூழ் தசையின்மீது மாறுபட்ட முளைசூழ் தசையுள்ள தாவரங்களின் மகரந்தங்களினால் ஏற்படும் விளைவே ஸினியா (xenia) என்று வழங்கப்படுகிறது. ஸ்விங்கிள் (Swingle, 1928) என்பவர் கரு அல்லது முளைசூழ் தசைக்கு வெளிப்புறம் விதை, கனிகளின் பகுதிமீது மகரந்தங்களால் ஏற்படும் விளைவை 'மெட்டாக்ஸினியா' (Metaxenia) என்று குறிப்பிட்டார். நிக்ஸன் (Nixon) என்பவர் 1928 ஆம் ஆண்டும், 1934 ஆம் ஆண்டும் 1935 ஆம் ஆண்டும் ஆராய்ந்து இம் மகரந்தங்கள் விதையின் வடிவத்தையும் (shape), அளவையும் (size), அமைப்பையும் (structure), குணத்தையும்(character), கனிகள் கனியும் காலத்தையும் பாதிக்கின்றன என்று கூறினர். கனிகள் கனியும் காலம் 10 நாள்கள் பாதிக்கின்றது என்றும், தவிர, கருவுறுதலுக்குப் பயன்படும் மகரந்தம் கிடைக்கும் வழியைப் பொறுத்திருக்கிறது என்றும் கூறப்பட்டது. இச் செய்கைக்கு எளிய மிக்க நம்பகமான வழி யென்னவென்றால் ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றன அல்லது அதனையொத்த பொருளைச் சுரக்கின்றன என ஸ்விங்கிள் நம்பினர். இப் பொருள்கள் திசுக்களில் கசிந்து கனிகளையும் விதைகளையும் பாதிக்கின்றன.

நோபல் (Nobel, 1930,1934) என்பவர் மெட்டாக்ஸினியாவால், கனி, விதைகளின் நீளம், நிறம், எடை ஆகியவை சற்றே பாதிக்கப்படுகின்றன என்கிறார். ஹிப்பார்ட் (Hibbard, 1933) என்பவரும், டெக்மென் (Degmen) என்பவரும், அச்டெர் (Achter) என்பவரும் மற்றும் டஃப்ட் ஹன்ஸென் (Tufts and Hansen) என்பவர்களும் மெட்டாக்ஸினியாவால் எந்த விளைவும் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை என்கின்றனர்.

ஹாரிஸன்தாம் (Harrison, 1931) பருத்தியில் மெட்டாக்ஸினியாவைக் கண்டதாகவும் அது கனிகள் கனிய, இழைகள் வளர தரமான பருத்திநூல் கிடைக்க உதவுகின்றன என்றும் கூறியுள்ளார்.

(2) வைட்டமின்கள் (Vitamins) : இச் சொல் விலங்கு வாழ்வியல் வல்லுநர்களால் (Animal physiologists) எடுத்தாளப்பட்டது. சில பொருள்கள் விலங்குகளின் உறுப்புகளைச் சரியான

விதத்தில் இயக்கக் குறைந்த அளவில் தேவைப்படுவதை இது காட்டுகின்றது. வைட்டமின் போன்ற பொருள்களை ஆதாரமாகக் கொண்டு வில்லியம்ஸ் (Williams, 1928) என்பவர் 'நீட்ரிலைட்' (Nutrilite) என்று பெயர் சூட்டினர்.

வைட்டமின்கள் விலங்குகளின் திசுக்களில் இருக்கின்றன. மேலும், விலங்கின் புதிய உறுப்புகளுக்குத் தாவர வகைகளிலிருந்து இவ் வைட்டமின்கள் கிடைக்கின்றன. கிளார்க் (Clerk, 1929) என்பவர் டையாட்டம்களும் (diatoms), சுத்த நீர்ப் பாசிகளும் (fresh water algae), தூய அனங்ககப் பொருள்களிலிருந்து வைட்டமின்களை உற்பத்தி செய்கின்றன எனக் கண்டார். பாக்டீரியாக்களில் வைட்டமின்களின் தொகுப்பு ஐயத்திற்குரியதே. ஈஸ்டுகள் (yeasts) நீரில் கரையக் கூடிய அதிகமான பி. வைட்டமின்களைப் (soluable B. vitamins) பெற்றிருக்கின்றன. ஆனல், இத் தாவரத்தின் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும் இனப் பெருக்கத்திற்கும் இது தேவையா எனச் சரிவரத் தெரியவில்லை.

தானிய வகைகளில் தினையில் (millet) பி. வைட்டமினும், கோதுமையில் (wheat) ஏ. வைட்டமினும் மிக அதிகமாக இருக்கின்றன. தவிர, உரத்தில் தாவரங்களுக்கு வேண்டிய வைட்டமின்களைத் தயாரிக்கக்கூடிய பொருள்கள் உள்ளன என்று ரௌலேண்ட்ஸ்,வில்கின்ஸன் (Rowlands and Wilkinson, 1930), ரிச்சார்ட்ஸன், மேஃபீல்ட் (Richardson and May Field, 1932) போன்றவர்கள் கூறியிருக்கிறார்கள்.

தாவரங்களில் வைட்டமின்கள் உற்பத்தி செய்யும் அளவு இடத்திற்கு இடமும், காலத்திற்குத் தக்கவாறும், பருவத்திற்குத் தக்கவாறும், மண் வளத்திற்கு ஏற்றவாறும் மாறுபடுகின்றது.

உருளைக்கிழங்குகளை இரண்டு மாதங்களுக்குச் சேமித்து வைத்தால் அதிலுள்ள வைட்டமின்கள் ஏ-ன் அளவு 3 முதல் 4 சதவிகிதம் அதிகரிக்கிறது என்று மாக் லியோட் (Mac Leod), ஆம்ஸ்ட்ராங், (Armstrong), ஹீப் (Heep) மற்றும் டோல்பர்ட் (Tolbert, 1935) கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள்.

தாவரங்களினுல் தயாரிக்கப்பட்ட வைட்டமின்கள் விலங்குகளின் வளர்ச்சிக்கும் பெருக்கத்திற்கும் இன்றியமையாதன என்றாலும், (தாவர உடலிலே) தன் உடலிலே இவற்றின் பங்குப்பணி மிகவும் குறைவானதே; வரையறுக்கப்பட்டதே. வளர்சிதை மாற்றம் ஏற்படும் பகுதிகளிலே இவை பெருமளவு இருப்பதனுல்

இவை தாவரங்களுக்குத் தேவையில்லாதிருக்கின்றன. தவிர, தாவரத்தின் ஊட்டத்தில்தான் இவை பெரிதும் பங்கு கொள்கின்றன.

ஹேவாஸ் (Havas, 1935) 3 முதல் 5. க.செ.மீ. அளவுள்ள அஸ்கார்பிக் அமிலத்தை (Ascarbic acid) பல்வேறு அடர்வுகளில் முளைக்கும் விதைகளுக்கு ஊட்டிப் பார்த்திருக்கின்றார். அவற்றில் மேற் விகிதங்களில் உள்ள அடர்வு வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கிறது என்றும், அடர்வு அதிகரிக்க அதிகரிக்க 25 முதல் 30 சதவீதம் தண்டுத் தொகுதியின் நீளத்திலும், எடையிலும் கூடுதல் ஏற்படுகின்றது என்றும் கண்டார். அஸ்கார்பிக் அமிலத்தை ஊட்டத்துடன் சேர்த்தால் 75 சதவீதம் உலர் எடை கூடுகின்றது என ஹன்ஸென் (Hansen, 1935) கண்டுள்ளார். எனவே, பசுந்தாவரங்களின் சிறந்த வளர்ச்சிக்கும் பெருக்கத்திற்கும் வைட்டமின்கள் இன்றியமையாதன என அறிகின்றோம்.

(3) வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் (Growth hormones): வளர்ச்சிப் பொருள்கள் (growth substances) சிறப்பாகப் புல்லினக் குடும்பத் தாவரங்களின் (grass family) கருத்தண்டு உறைகளில் காணப்படுகின்றன என ஸ்னோவ் (Snow, 1932) கூறுகின்றார். இவ் வளர்ச்சிப் பொருள்கள் 'ஆக்ஸின்' (Auxin), 'வளர்ச்சிச் சமனி' (growth Regulator), 'வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள்' (growth hormones) அல்லது 'தாவர ஹார்மோன்கள்' (Phyto-hormones) எனப் பெயர்கள் பெற்றுக் கருத்தண்டு உறை நீட்சியை அதிகப்படுத்துகின்றன.

வரலாறு: வளர்ச்சி ஹார்மோனை முதன் முதலில் 1914, 1918 ஆம் ஆண்டுகளில் பால் (Pael) என்பவர்தாம் கண்டுபிடித்தார். இந்த ஹார்மோன்கள் கருத்தண்டு உறை முனைகளில் சுரக்கின்றன எனக் கண்டார்.

இடம் (அ) இருப்பிடம்: வளர்ச்சிப் பொருள்கள் தாவரங்களிடமிருந்தும், விலங்குகளிடமிருந்தும் பெறப்படுகின்றன. இவை தாவர வகைகளில் பல்வேறு வகைத் தானிய முனைகளின் கருத்தண்டு உறைகளில் கிடைக்கின்றன. மேலும் இப் பொருள்கள் மொட்டுகளிலும், வேர் முனைகளிலும், இலைகளிலும், பாசிகளிலும் (green algae) கிடைக்கின்றன. விலங்குகளில் பாலூட்டிகளின் சிறுநீரிலும், உமிழ்நீரிலும் கிடைக்கின்றன. அபரிமிதமான அளவு கருத்து உறையில் இருப்பின் குருத்து உறையை அபரிமிதமாக வளரச் செய்யும். அதேநேரத்தில் வேரின் வளர்ச்சியை அதற்கு

ஈடாக மட்டுப்படுத்திவிடும்; அல்லது தடுத்துநிறுத்தியே விடும் என நைய்ஸன், ஹார்டெலியஸ் (Nielsen, Hartelius, 1932) போன்றவர்கள் சோதனையின் வாயிலாகக் கண்டறிந்துள்ளார்கள்.

பெறும் முறை : வளர்ச்சிப் பொருள்களை இருவகைகளில் பெறலாம். ஒன்று, கசக்கிப் பிழிந்தெடுத்தல் (extraction), மற்றொன்று, கசிதல் முறை (diffusion). திமென் (Thimann, 1934) என்பவர் பிழிந்தெடுக்கும் முறையையும் வென்ட் (Went, 1923) கசித்தெடுக்கும் முறையையும் கண்டவராவார்கள்.

செயலை நிர்ணயித்தல் : இரு முறைகளிலும் வளர்ச்சிப் பொருள்களின் செயல்களை நிர்ணயிக்கலாம். அவற்றில் ஒன்று கருத்தண்டு உறை முறை (Coleoptile method), இதை முதன்முதலில் கண்டவர் வென்ட் (Went, 1928). மற்றொருவகை 'பட்டாணி முறை' (Pea method). இதனையும் முதன்முதல் கண்டவர் வென்ட் (Went-1934) தாம்.

செயலின் தன்மை : வளர்ச்சிப் பொருள்கள் செல்லினுடைய நீளத்தை அதிகரிக்கவே பயன்படுகின்றன.

வேதியியல் : வளர்ச்சிப் பொருளின் வேதியியலை அநேக அறிவியல் வல்லுநர்கள் அறிந்திருக்கிறார்கள். அவர்களில் கோக்ளும் (Kogl, 1931-1933) அவருடைய உதவியாளர்களும் முதன்மையானவர்களாவார்கள். கோக்ள்தாம் முதன்முதலில் வளர்ச்சிப் பொருள்களுக்கு 'ஆக்ஸின்' (Auxin) என்று பெயரிட்டார். மேலும் அவர் ஆக்ஸின்களை வகைப்படுத்தினார். அவை ஆக்ஸின் ஏ, ஆக்ஸின் பி, மற்றும் ஹெட்டரோ ஆக்ஸின் அல்லது இருவகை ஆக்ஸின் (Auxin a, Auxin b and Heteroauxin) என்று மூவகையாகப் பிரித்தார். ஆக்ஸின் ஏ-ன் சூத்திரம் $C_{18}H_{32}O_5$ மூலக்கூறு எடை 328. ஆக்ஸின் பி-ன் சூத்திரம் $C_{18}H_{32}O_4$ மூலக்கூறு எடை 310. ஹெட்டரோ ஆக்ஸினின் சூத்திரம் $C_{10}H_9O_2N$. மூலக்கூறு எடை 175 ஆகும்.

ஹிட்ச்காக்கும் (Hitchcock, 1935), ஜிம்மர்மேனும் (Zimmermann), விலியோக்ஸனும் (Wileoxon, 1935) எண்ணற்ற அங்ககக் கூட்டுப் பொருள்களை வளர்ச்சிப் பொருள்களாக வகைப்படுத்தலாம் எனக் காட்டினார்கள்.

ஒட்டமும் துருவமும் : ஸ்னோவ் (Snow, 1932) கூற்றின்படி வளர்ச்சிப் பொருள்கள் எல்லாம் மேலிருந்து கீழாக நகர்கின்றன

என்றும் துருவம் நோக்கிப் பாயும் தன்மை உடையவை என்றும் ஆகும்.

(4) வளர்ச்சியை உயர்த்தும் வேறுபொருள்கள் அல்லது வேறு வளர்ச்சி உயர்த்திகள் (Ohter growth promoters) : மேற்கூறிய வளர்ச்சியை உயர்த்தும் பொருள்களைத் தவிர மற்றும் வேறு சில பொருள்களும் வளர்ச்சியை உயர்த்துவதில் பங்கு கொள்கின்றன. அதாவது ஆக்ஸினுடன் இன்னும் சில பொருள்களும் அறியப் படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, தேங்காய்ப் பால் எண்ணற்ற தாவரச் செல்களின் வளர்ச்சியை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது என்று பல அறிவியல் வல்லுநர்கள் பரிசோதனையின் மூலம் காட்டியுள்ளார்கள். வேறு வகைகளில் வளர இயலாத தாவர இனங்களின் வளர்ச்சியைத் தேங்காய்ப் பால் வளரச் செய்வதுமல்லாமல் வளர்ச்சியை அதிகப்படுத்தவும் செய்கின்றது. எண்ணற்ற விரிவான சோதனைகள் பல நிகழ்த்தியும் தேங்காய்ப்பாலிலிருந்து வளர்ச்சியை உயர்த்தும்பொருள்களை இதுவரையிலும் பிரித்தெடுக்க முடியவில்லை. தேங்காய்ப் பாலில் பலவகைக் கலவைப் பொருள்கள் ஒன்றுசேர்ந்து வளர்ச்சியை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன என்று தோன்றுகின்றது.

வளர்ச்சியை உயர்த்தும் மற்றொரு பொருள் கைனெட்டின் (kinetin)என்ற தொகுக்கப்பட்ட பொருள் (synthesised substance) ஆகும். இது செல்பிரிவைத் தூண்டச் செய்யும் செயல்கொண்ட ஆக்ஸின் ஆகும். நமக்குத் தெரிந்தவரையில் கைனெட்டின் பொதுவாக எந்தத் தாவரத்திலும் இல்லை. இது வயதடைந்து கெட்டுப் போன DNA-வில் இருப்பதாகத் தெரிகிறது. கைனெட்டினைச் சில தாவரச் செல்களுக்குப் பயன்படுத்தும்போது அது ஆக்ஸினுடன் சேர்ந்து வேரில் பிரம்மாண்டமான செல்பிரிவைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஆக்ஸின் செல்லில் வீக்கத்தை (turgidity) மட்டும் தோற்றுவிக்கிறது; செல் பிரிவைத் தோற்றுவிப்பதில்லை. ஆனால், அந்த நேரத்தில் கைனெட்டின் (kinetin) மறைமுகச் செல்பிரிவிற்குச் (indirect cell division) சாதகமாக இருக்கிறது. ஆக்ஸினும் கைனெட்டினும் ஒரு செல்லிலே நியாயமான விகிதத்தில் சேர்ந்திருக்கும்போது அந்தச் செல்கள் சாதாரணமாக வளரவும் பிரியவும் செய்கின்றன.

இன்னும் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் வேறு பொருள்களும் அவ்போதைக்கப்போது கூறப்படினும், அவை தாவர வாழ்வியலிலே எத்துணையளவு ஆபத்தில்லாதது என்று கூற முடியவில்லை. வழக்கமாகப் பசுந்தாவரங்கள் புறத்தே (வெளியே) யிருந்து வைட்டமின்களை வேண்டுவதில்லை. ஏனெனில், அவை தாமே தம்

உணவை (தேடிக்கொள்கின்றன) உற்பத்தி செய்துகொள்கின்றன. இயற்கைக்கு முரணான உயரமாகவோ குட்டையாகவோ வளர்வதற்குத் தையாமின் (thiamin) என்ற வைட்டமினும் ஒரு காரணமாக இருக்கலாம். தையாமின் என்பது வைட்டமின் பி. கூட்டில் ஒன்று. இன்னும் சிலர் அடினைனும் (adenine) இலைகளின் வளர்ச்சியை அதிகப்படுத்தப் பயன்படுகின்றது என்று கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள்.

3-2. வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள் (Growth inhibiting substances:) நிலத்திலிருந்து தாவரத்தால் உறிஞ்சப்படும் கூட்டுப்பொருள்களும் வளர்ச்சியைத் தடுக்கக் கூடும் என்று முன்னமே பார்த்தோம். எனவே, இங்குக் குறிப்பாகத் தண்டுகளின் பெருக்கத்தைத் தடுக்கும் பொருள்களைப்பற்றியும் வேரின் பெருக்கத்தைத் தடுக்கும் பொருள்களைப்பற்றியும் கவனிப்பதுடன் அவை எவ்வாறு வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்துகின்றன என்று ஆராய்வோம்.

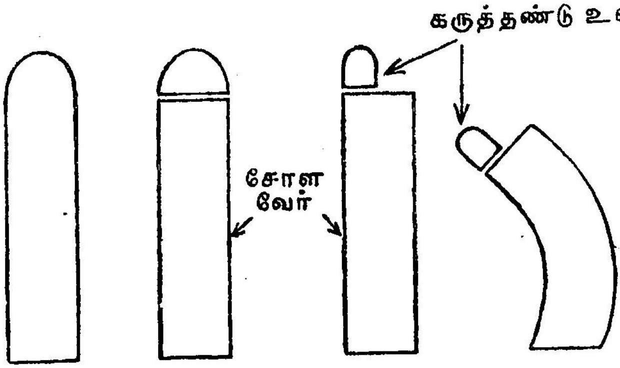
(1) மொட்டுகளும் இலைகளும் (Buds and Leaves): இதில் லோயப் (Loeb, 1915-1924) கோட்பாடு என்னவென்றால் தண்டின் வளரும் முனை ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளை உற்பத்தி செய்கின்றது. அப் பொருள் மொட்டு வளர்ச்சிக்கு விரோதமானது. அது எப்போதும் கீழ்நோக்கியே நகரும். இவ்வாறு கீழிறங்கும் இப்பொருள் தனக்கு (கீழே) அடுத்துள்ள மொட்டின் வளர்ச்சியில் தலையிட்டு அதன் வளர்ச்சியை நிறுத்துகின்றது. எனவே, இவ் வேதனையைத் தவிர்க்க முதன்முதலில் செய்ய வேண்டியது என்னவென்றால் நுனி மொட்டினை நீக்குதல் ஆகும். நுனிமொட்டில் (குருத்தில்) ஏற்படும் இப் பொருள் மேலிருந்து கீழிறங்கி அதாவது நுனியிலிருந்து பின்னோக்கி நகர்ந்து தனக்குப் பின்னுள்ள(அடியில் உள்ள) பகுதியை வளரவிடாமல் தடுக்கிறது. இவ்விதம் இப் பொருள்களின் அடர்வு (concentration) படிப்படியாக அதிகரித்து முடிவில் தண்டின் அடித்தளத்தை அடைகிறது. இதன் காரணமாக இடைப்பட்ட மொட்டுகள் (lateral buds) தடைப்பட்டுக்கொண்டே வந்து முடிவில் எப் பகுதியில் வளர்ச்சித் தடைப் பொருளின் அடர்வு அதிகமாக இருக்கின்றதோ அப் பகுதியில் உள்ள இடைத்தண்டு மண்டலம் முழுமையும் வளர முடியாமல் தடைப்பட்டு நின்றுவிடுகின்றது.

ஆப்பிள்மேன் (Appleman, 1918) ஆதாரங்களுடன் கண்டு பிடித்திருப்பதாவது உருளைக்கிழங்கின் நுனிமொட்டு இடைமொட்டுகளின் பெருக்கத்தைத் தடுக்கின்றது என்பதேயாகும்.

ரீடும், ஹால்மாவும் (Read and Halma, 1919) ஆதாரத்துடன் கொண்டுள்ள கொள்கை என்னவென்றால், வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள் தண்டுத் தொகுதியின் நுனியிலேயே (shoot apex) சுரக்கின்றன. அவை (கீழ்) அடிமட்டத்தை நோக்கி நகர்ந்து இடைப்பட்ட மொட்டுகளை வழங்கச்செய்கின்றன என்பதேயாகும்.

பிரிஸ்ட்லியும், பியர்செல்லும் (Priestley and Pearsell, 1922) கண்ட உண்மை என்னவென்றால், இப் பொருள் தக்காளி வேரில் 'S' என்ற ஒரு வடிவத்தை ஏற்படுத்துகின்றது என்பதுதான். இவர்கள் மேலும் கண்டதாவது எல்லா நிகழ்ச்சிகளிலும் கிளை வேர்கள் தோன்றுவதற்கு முன்பாக இந்த வளைவு முடிந்துவிடுகிறது என்பதுதான்.

ஸ்னோவ் (Snow, 1925, 1929, 1931 and 1932) தீர்மானித்தது என்னவென்றால், பருப்புஅல்லதுபயறுவகைத் (pulses)தாவரங்களில்



படம் 8-1

முனை வெட்டப்பட்ட சோளவேர் கருத்தண்டு உறையினுல் ஒரு புறமாக வளைதல் (ஆக்ஸின்-செயல்)

கக்கக் குருத்துகளின் பெருக்கத்தில் (development of axillary buds) தடை ஏற்படுவதற்குக் காரணம் வளரும் நுனியிலிருந்து ஒரு பொருள் தோன்றுவதேயாகும் என்பதாம். விசியா ஃபேபா (vicia faba) என்ற தாவரத்திப் கொழுந்து இலையிலும், நுனியிலும் 120, 22, 15, 8 என்ற அளவுகளில் வளர்ச்சிப் பொருள்கள் இருக்கின்றன.

முனை வெட்டப்பட்ட சோள வேரின்மீது குருத்து உறைகள் அல்லது வேரின் முனைகளை வெட்டி வைத்தால் சோளவேரின் வளர்ச்சி பின்னடைகிறது என்பதை கீபிள் (Keeble), நெல்ஸன் (Nelson), ஸ்னோவ் (Snow, 1931) ஆகியவர்கள் கண்டார்கள். இக் கருத்தண்டு உறைகளை (coleoptile) வெட்டப்பட்ட முனைகளின் மீது சற்று ஓரமாக வைத்தால் அவை ஒரு புறமாக வளைகின்றன (படம் 3-1).

நுனிக்குருத்தை வெட்டிவிட்டால் இடைக் குருத்துகள் வேகமாக வளர்ந்து பெருகுகின்றன, ஒவ்வொரு குருத்தும் முனை வெட்டப்படாமல் இருக்கும் காலத்தில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சியைப் போல ஒன்றரை மடங்கு அதிகமாக வளர்கிறது.

(2) மலர்கள், கனிகள், விதைகள் (Flowers, Fruits and Seeds): பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சிமீது மலர்களும் கனிகளும் புரியும் செயல்கள் எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பதை முர்னீக் (Murneek 1925, 1926, 1932, 1933) நன்குகக் கண்டறிந்துள்ளார். இதனுல் அறியப்படுவது என்னவென்ருல், எல்லாவகைத் தாவரங்களிலும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் பயிர் உறுப்புகளுக்கும் இடையே ஒரு விரோதம் அல்லது பகை அமைந்திருக்கிறது (antagonism between vegetative and reproductive parts). குறிப்பிட்ட (எல்லை யிடப்பட்ட) வளர்ச்சி கொண்ட தாவரங்களில் அதாவது தானியங்கள், புற்கள் ஆகிய இனங்களில் கருவுறுதல் ஏற்பட்ட உடனேயே பயிர் உறுப்புகள் வேகமாக அழியத் தொடங்குகின்றன. எல்லை யில்லா வளர்ச்சி கொண்ட தாவர வகைகள் (species of indefinite growth) அதாவது தக்காளி, பருத்தி, பூசணி மற்றும் இன்னும் சில வகைத் தாவரங்கள் பயிர் உறுப்புகளுக்கும் இனப்பெருக்க உறுப்பு களுக்கும் இடையேயுள்ள பகைமையை இவ்வளவு தெளிவாகக் காட்டுவதில்லை.

அதிக அளவு காய்களோ விதைகளோ ஏற்படும் போது பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி தடுக்கப்படுகிறது. ஆனால், அக் காய்கள் முதிர்ந்து கனிந்தவுடன் பயிர் உறுப்புகள் மீண்டும் பெருக்கமடைகின்றன. எண்ணற்ற ஆப்பிள் மரங்கள் குறிப்பிட்ட பருவத்தில் மிக அதிகமாகக் கனிகளை ஈன்ருல், அதற்குப் பிந்திய ஆண்டுகளில் கனிகளை ஈவதில்லை. இக் குறை முழுமையாக மறைய—தாவரங்கள் முற்றிலும் தேற—பல ஆண்டுகள் செல்ல வேண்டியிருக்கின்றன.

முர்னீக் (Murneek) கூற்றின்படி வளர்க்கப்பட்ட ஆப்பிள் மரங்கள் (cultivated apple plants) மலர்கள் விடாமலிருப்பதன்

தடையையும், கனிகள் பருவமடையாதிருப்பதன் தடையையும் நான்கு வழிகளில் காட்டுகின்றன. அவை ஏறக்குறைய இரண்டு வார இடைவேளைக்குள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வாறு ஏற்படுவது அடிப்படையாக உள்ளூர ஏற்படும் பாரம்பரியக் காரணிகளைச் சார்ந்திருக்கின்றன. இத் தடைக்கானவை கீழ்க்காணும் நான்கு காரணங்களாக இருக்கலாம்: (1) அமைப்பிலும் செயலிலும் குறைவுள்ள மலர்கள் (Structurally and functionally abnormal flowers), (2) மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெருத அல்லது கருவுரு மலர்கள் (Unpollinated or unfertilized flowers.) (3) கருவுற்றுத் தொடக்கத்திலேயே கருச்சிதைவு கொண்ட மலர்கள் (Fertilized flowers inwhich the embryo abort early), (4) போட்டியினுல் உள்ளூட்டம் கிடைக்கப் பெருமல் தடைப்பட்டகனிகள் (The abscission of some fruits owing to the competetion for a local food supply).

பருத்தியில் மலர்களும் கனிகளும் ஏற்படும் காலங்களில் கருத்தண்டிலும் கிளைகளிலும் குறிப்பிட்ட அளவு வளர்ச்சித்தடை ஏற்படுகின்றது என்று மாஸன் (Mason, 1922) கண்டார். இத் தடை மலர்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்திருக்கிறது.

மக் கொல்லம் (Mc Collum, 1934) கண்டதாவது வெள்ளரிக் கனிகள் தோன்றும்போது தாவரத்தின் வளர்ச்சியையும் பெருக்கத்தையும் தடைப்படுத்துகிறது. இது அக் கனியில் விதைகள் தோன்றி விதை உறைமுற்றிக் கெட்டிப்படும் வரையில் இருக்கின்றது. சோயாபீன் (soyabean) கொடியில் மலர்களைக் கொய்து விட்டால் தாவரத்தின் வளர்ச்சி ஏதும் தடைப்படுவதில்லை என ஆஸ்டின் (Austin, 1935) கூறுகிருர்.

(3) எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள் (Volatile substances): எல்மர் (Elmer, 1932-1936) கண்டதாவது கனிந்த ஆப்பிள்களில் ஏற்படும் எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களை முளைக்கும் உருளைக் கிழங்கின்மீது செலுத்திஞல் உருளைக்கிழங்கில் ஏற்படும் சாதாரண வளர்ச்சியும் பெருக்கமும் தடைபடுகிறது; துளிர்க்கும் நுனி வளராமல் நின்றுவிடுகின்றது. மெலிந்த தண்டுகளும் நலிந்த கிழங்குகளும் உண்டாகின்றன. ஆஞல், கனியா ஆப்பிளிஞல் கொடுக்கப்படும் பொருள் இம் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவதில்லை என்பதாகும்.

எல்மர் (Elmer, 1932-1936), போட்ஜிஸ் (Botjes, 1931) மற்றும் டென்னிஸ், மில்லர் (Dennis and Miller, 1935) போன்றவர்கள் தாவரத்தின்கனிகள் கனியுந்தறுவாயில் ஒருவகை ஆவியை (vapour)

வெளியேற்றுகின்றன. அந்த ஆவியை எதிலீன் (ethylene) என்று நம்பினர்கள். கேன் (Gane, 1934) மேற்கண்ட ஆவியில் எதிலீன் என்ற பொருளும் ஆப்பிள் கனியும்போது இருப்பதாகக் கூறி யுள்ளார்.

வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் அல்லது நிறுத்தும் மேற்கண்ட பொருள்களுடன் தாவரத் திசுக்களில் அதிக அளவுள்ள சிலபொருள் களும் வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் அல்லது நிறுத்தும். பலவேளைகளில் இப் பொருள்கள் வளர்ச்சியைப் பொதுவாகச் சீராக்கும் பொருள் களாகவே பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அநேகமாக எல்லா விதைகளும் சாதாரண முறையிலான ஈர வடிதாள்களின்மீது சோதனைச்சாலைகளில் முளைப்பதில்லை. ஆனால், அவையே ஓடும் குழாய் நீரில் பலமணி நேரம் வைத்திருந் தால் விதைகள் தூண்டப்பட்டு குறித்த காலத்தில் முளைக்கத் தொடங்குகின்றன. இது எதனால் ஏற்படுகின்றது என்றால், பொது வாக விதைகள் முளைக்கும்போது விதையுறைகளினின்றும் (seed coats) வெளியேறும் ஒரு பொருள் விதை முளைத்தலைத் தடுக் கின்றது. இப் பொருள் ஓடும் குழாய்நீரில் கழுவப்படுவதால் ஈர வடிதாளில் முளைக்கத் தயங்கும் இவ் விதைகள் ஓடும் குழாய் நீரில் வளர்கின்றன. இந்தச் செயல் முறையே வறண்ட நிலத் தாவரங்களின் (பாலைநிலத் தாவரங்களின்) விதைகளுக்கு நீடித்துவாழ முக்கிய அமைப்பாக இருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, பாலைநிலங்களில் சிறுதூறல் விழுந்தால் அவ்வகை விதைகள் முளைப் பதில்லை. இவ்வாறு ஏற்படுவது அவைகளுக்கு ஒரு சிறந்த வாய்ப்பு ஆகும். ஏனெனில், விதை முளைத்து மெல்லிய நாற்று ஏற்படும் போது அந்த நாற்றுக்கு மேற்கொண்டு ஈரமோ நீரோ கிடைக்க வில்லையெனில் அவை இறந்துவிடும் அல்லவா? எனவே, விதைகள் பலமணி நேரம் நீரில் இருந்தால்தான் முளைத்து நாற்று விடுகின்றது. மிகக் கனமான மழை பெய்யும்பொழுது விதை யுறையிலுள்ள முளைத்தலைத் தடுக்கும் பொருள் நீரில் கழுவப்பட்டு விடுவதனால் விதைகள் குறித்த காலத்தில் முளைத்து நாற்று விடு கின்றன. மேலும், தாவரங்கள் நீண்டநாள் உயிர் வாழ முடியும், ஏனெனில், நிலத்திலிருக்கும் வேரைச் சுற்றிலும் ஏராளமான நீர் இருக்கிறது.

இதுபோன்ற வகைகளிலே வளர்ச்சியைத் தடுக்கும்பொருள்கள் விதைகளிலும் மொட்டுகளிலும் வெப்பச் சிகிச்சையினால் பாதிக்கக் கூடும். வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள் தாவரங்கள் வாழும் பருவத்திலே உற்பத்தி செய்யப்பட்டுக் குருத்திலே சேகரித்து

வைக்கப்படுகிறது. அதுவே உறக்கம் (dormancy) ஏற்படக்காரண மாகவும் விளங்குகிறது. பொதுவாக இவ் வுறக்கம் வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள் அழிவதால் உடைத்தெறியப்படுகிறது. அதாவது இவ்வகைத் தாவரங்கள் நீண்ட குளிர்காலத்தில் இருக் கும்போது இவ்வாறு ஏற்படுகின்றது. இந்த அமைப்பினால் நீண்ட நாள்கள் வாழும் மதிப்பு மெய்யானதே. எடுத்துக்காட்டாக, ஆண்டு ஆரம்பத்தில் ஒருசில நாள்கள் வெதுவெதுப்பான நாள் களாக வந்தால் பாதுகாக்கப்படாத குருத்து வளரத் தொடங்கும். அதன் பிறகு மீண்டும் குளிரான காலநிலை ஏற்படுவதால் அது கொல்லப்படுகிறது. அப்படியே அக் குருத்து வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்களால் தடைசெய்யப்பட்டு வைத்திருந்தாலும் போதுமான குளிர் நாள்கள் அத் தடைப்பொருளை அழிக்கக்கூடும் என்ற உறுதி யில்லாமலிருந்தாலொழிய அக் குருத்து வளராது. அவ்வகை விதைகளும் குருத்துகளும் 'வேதியியக் கடிகாரத்தை' (chemical clock) பெற்றிருக்கும். அவை குளிர்காலம் எத்துணை மாதங்கள் கடந்திருக்கின்றன வென்பதும், வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள் அழிக்கப்பட்டுவிட்டனவா என்பதும் போன்ற விவரங் களைப் பதிவுசெய்து கூறும்.

இவ்வகையான வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்களைப் பிரித் தெடுத்து அதன் குணங்களை நிர்ணயிக்கிறார்கள். அவை பரந்த வேதியியல் வகைகொண்ட வகைகளாகும். அவை பொதுவாக ஃபினாலிக் பொருள்களிலிருந்து (phenolic substances) மிகவும்சிக்க லான மூலக் கூறுகள்வரையில் அடங்கியிருக்கின்றன.

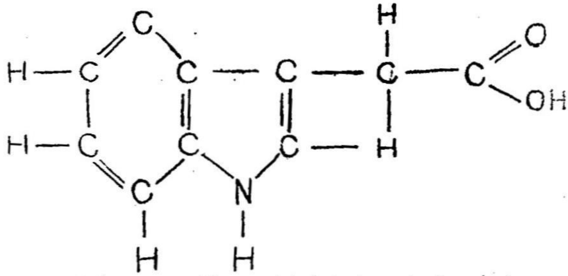
தாவர வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்களைச் செயற்கை முறை யில் சோதனைச்சாலையில் தொகுக்க முடியும். அவை வேண்டாத களைகளை (weeds) நீக்கவும், நச்சுத் தாவரங்களை வளரவிடாமல் தடுக்கவும் பெரிதும் நமக்கு உதவியாக இருக்கின்றன. அமோ 1618 (Amo 1618) என்பது வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் ஒருவகைப் பொருள். இது தற்போது பெருமளவில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. அமோ 1618 ஐச் சாமந்திச் செடியின்மீது (chrysanthemum) மலரையும் மலரும் தன்மையையும் இலைகளையும் பாதிக்க காமல் தண்டின் வளர்ச்சியைப் பெரிதும் பாதித்து அதன் நீளத் தைப் பெருமளவு சுருக்குகின்றது. இதனால் குறைந்த அளவுள்ள (உயரமுள்ள) நிறைந்த செடிகளை வளர்க்க முடியும். இவை கண்ணாடி வீடுகளிலும் (green houses) வீடுகளிலும் அழகுக்கு விரும்பி வைக்கப்படுகின்றன. சிஎம்யூ (CMU) என வழங்கப் படும் மற்றொரு வகைப் பொருளும் ஒரு குறிப்பிட்ட ஒளிச்சேர்க்கை

நச்சு. இதைக் கொண்டு ஒரு பரப்பிலுள்ள முழுத் தாவரங்களையும் மற்றைய விலங்கினங்களையும் பாதிக்காமல் நீக்கிவிடமுடியும்.

புதுப்புது அங்கக மூலக் கூறுகளைச் சோதனைச்சாலைகளில் தொகுத்தெடுக்கும் இன்றைய நாளிலே இன்னும் எத்துணையோ வளர்ச்சியை அதிகரிக்கும் பொருள்களும் வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்களும் தோன்றக்கூடும் என நாம் நிச்சயமாக எதிர்பார்க்கலாம்.

3.3. வளர்ச்சிச் சீராக்கிகள் (Growth regulators): வளர்ச்சிச் சீராக்கிகள் என்றால் இவை தம்முள் வளர்ச்சிப் பொருள்களைக் கொண்டதே ஆகும். இவை எல்லாவகை அங்ககப் பொருள்களையும் மற்றும் ஊட்டப் பொருள்களையும் மிகச் சிறிய அளவில்பெற்றிருந்து வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கின்றன; அதிகப்படுத்துகின்றன; நிறுத்துகின்றன அல்லது மாற்றியமைக்கின்றன. இவை ஆக்ஸின் போன்ற தாவரத்திலிருந்து உண்டான பொருள்களையும் மற்றும் புறப்பகுதியிலிருந்து தாவரத்திற்குக் கிடைத்த பொருள்களையும் கொண்டதாகும். இவைகளைப்பற்றி ஓரளவு முன் பகுதியில் விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளன.

வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளாவன :(1) ஹார்மோன்கள் (hormones) (2) வைட்டமின்கள் (vitamins). (3) ஆக்ஸின்கள் (auxins). இங்கு ஓர் இயற்கை ஆக்ஸினின் (natural auxin) சூத்திர அமைப்புக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



Indole 3 acetic acid (Natural Auxin)

வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளைப் பற்றி இங்குப் பற்பல பகுதிகளில் கூறப்பட்டிருப்பினும் தற்போது அவைகளின் வரலாற்றைப்பற்றி இங்குச் சற்றுக் காண்பது முறை.

வளர்ச்சி, சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளினால்மட்டும் சீராக்கப் படுவதல்லாமல் சில வேதியியல் பொருள்களாலும் சீராக்கப்படுகிறது என்பதை முன்னமே பார்த்தோம். இவ்வகை வேதியியல் பொருள்கள் ஆக்ஸின் (auxin), ஜிப்ரல்லின் (gibberellin) போன்றவையும், வைட்டமின்கள் (vitamins) போன்றவையும் ஆகும். இவ்வகை வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளில் நீரில் கரையும் வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளெல்லாம் கருத்தண்டு உறை முனைகளிலேதான் உற்பத்தி செய்யப் படுகின்றன.

சற்றேறக்குறைய 1880 ஆம் ஆண்டில் இடம்விட்டுச் செல்லக் கூடிய வளர்ச்சிப் பொருள்கள் தாவரங்களில் கிடைக்கின்றன என்று கூறப்பட்டது. அதன்பின் மீண்டும் 1910ஆம் ஆண்டிலும் 1928 ஆம் ஆண்டிலும் இவை இருப்பதைப் பரிசோதனைகளின் வாயிலாக நிரூபிக்கப்பட்டது. 1928 ஆம் ஆண்டிலிருந்து எண்ணற்ற அடிப்படை ஆய்வுகள் நிகழ்த்தப்பட்டன. பிறகு வளரும் உறுப்புகளாகிய முனைக்கும் விதைகள், நாற்றுகள், பெருகும் தண்டுப் பகுதி, உறங்கும் விதைகள், மகரந்தத் தூள்கள் ஆகிய இவைகளிலிருந்து ஆக்ஸின் (auxin) தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப் பட்டது.

பலவகை ஆக்ஸின்கள் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்டதில் இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் (Indole acetic acid) பெருவாரியாகத் தாவரத்தில் காணப்படுகிறது என்று கண்டறியப்பட்டது. இது தவிர இயற்கை ஆக்ஸின் அல்லாமல் அங்ககப் பொருள்களும் பலவகை ஆக்ஸின்களைப் பெற்றிருக்கின்றன என்றும் கண்டறியப் பட்டது.

நீண்ட ஆண்டுகளுக்கு முன் ஜப்பானில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வளர்ச்சிப் பொருளான ஜிப்ரல்லின் மீது (gibberellin) அண்மையில் தனிக்கவனம் செலுத்தப்பட்டது. இந்த ஜிப்ரல்லின் ஜிப்ரல்லா ஃபூஜி குரோய் (Gibberella fuji kuroil) என்ற ஒருவகைக் காளானிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இது குறைந்த செலவில் எடுக்கக்கூடிய ஒரு நஞ்சில்லாத பொருள். எனவே, இதைப் பலவகைப் பரிசோதனைகளுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

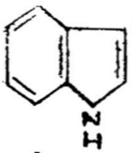
இது தவிர அண்மையில் கைனின்ஸ் (kinins) என்ற ஹார்மோனும் ஜிப்ரல்லின் போலவே செயல்புரிகிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஃபுளோரிஜென்ஸ (florigens) என்பது மற்றுமொருவகை ஹார்மோன் ஆகும். இது மலர்கள் தங்களின் செயல்களைச் சரிவரச் செய்யப் பயன்படுகிறது. தவிர 'மலரச்செய்யும் பொருளும்' (Flowering substances) தற்போது ஓட் என்ற தாவரத்திலிருந்து கிடைக்கிறது.

சில முக்கிய வளர்ச்சிச் சீராக்கும் பொருள்களின் வகைபாடுகள், பெயர்கள், சுருக்கங்கள், சூத்திர அமைப்புகள் ஆகியவைகளை இங்குக் கீழே காணலாம்.

I. சில இண்டோல் மூலத்திலிருந்து பெற்றவை (Some indole derivatives):

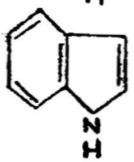
CH_2COOH

3. இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் "IAA"
(3 – Indole acetic acid)



$CH_2CH_2CH_2COOH$

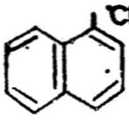
3- இண்டோல் பியூட்ரிக் அமிலம் "IB4"
(3-Indole butyric acid)



CH_2CH_2COOH

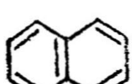
3- இண்டோல் புரோபையோனிக் அமிலம் IP
(3-Indole-Propionic acid)

II. சில நேப்தலின் மூலத்திலிருந்து பெற்றவை (Some naphthalene-derivatives):



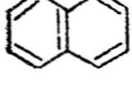
CH_2COOH

(1–நேப்தலின் அசிடிக் அமிலம் "NAA")
(1-Naphthalene acetic acid)



OCH_2COOH

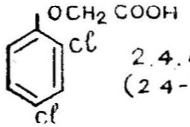
(2–நேப்தோக்ஸி அசிடிக் அமிலம் "NOA"
(2-Naphthoxyacetic acid)



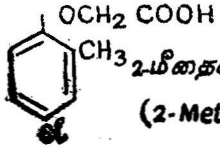
CH_2COOH_3

மிதைல் நேப்தலின் அசிடேட் "MLNA"
(Methyl Naphthalene acetate)

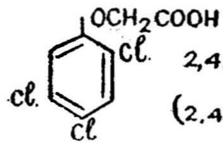
III. **சில** பதிலாக வைக்கப்பட்ட ஃபினுக்ஸி அமிலங்கள் (Some substituted phenoxy acids) :



2. 4. டை குளோரோபினுக்ஸி அசிடிக் அமிலம் '2.4.D'
(2 4-Dichlorophenoxy acetic acid)



2-மீதைல் - 4-குளோரோ ஃபினுக்ஸி அசிடிக் அமிலம் "NCPA"
(2-Methyl-4-chlorophenoxy acetic acid)



2,4,5 - டிரைகுளோரோ ஃபினுக்ஸி அசிடிக் அமிலம் "2,4,5-A"
(2,4,5-Trichlorophenoxy acetic acid)

IV. **சில** பதிலாக வைக்கப்பட்ட பென்ஜாயிக் அமிலம் (Some substituted Benzoic acid):

2.3.5 - டிரை ஐயோடோ பென்ஜாயிக் அமிலம் "TIBA"
(2.3.5 - Triiodo benjoic acid)

V. வளர்ச்சிச் **சீராக்கிகளின் சில** பயன்கள் (Some uses of growth regulator :) தொகுக்கப்பட்ட அல்லது செயற்கையில் உண்டாக்கப்பட்ட சில வளர்ச்சிப் பொருள்களின் பயன்கள் அண்மையில் நாளுக்குநாள் அதிகரித்துக்கொண்டு வருகின்றன. அதிலும் குறிப்பாகக் களைகளை நீக்குவதில (erodication of weeds) அவைகளின் பணி பெரிதும் உள்ளது. அதிக அடர்வு (high concentration) கொண்ட இந்த வேதியியல் பொருள்கள் பல தாவர இனங்களுக்கு நஞ்சாக இருக்கின்றது. தொகுக்கப்பட்ட ஹார்மோன் போன்ற ஒரு வேதியியல்பொருள் 2, 4 டைகுளோரோ ஃபினுக்ஸி அசிடிக் அமிலம் (2, 4- Dichloro phenoxy acetic acid 2, 4-D) களைகளை அகற்றுவதற்குப் பெரிதும் பயன்படுத்தப் படுகின்றது. பரந்த அல்லது விரிந்த இலைகள் கொண்ட ஒருவிதையிலைத் தாவரங்கள் (monocot plants) எல்லாம் இப்

பொருள் அடர்வு அதிகத்தின் காரணமாகக் கொல்லப்படுகின்றது. ஆனால் புற்கள் ஏதும் இதனால் பாதிப்பது இல்லை. 2, 4-D-ன் பயன் முழுக்க முழுக்கப் புற்களை அழிப்பதற்கேயாகும்.

வேறு சில முக்கியத் தாவர வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளின் பயன்கள் மற்றும் உள்ள நூற்பகுதிகளில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, அவைகளைக் குறிப்பாகக் கீழ்க்கண்ட தலைப்பின்கீழ்க் காணலாம். (1) வளர்ச்சியை அதிகரிக்கச்செய்யும் பொருள்கள், (2) வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள், (3) வைட்டமின்கள், (4) ஜிப்ரல்லின், (5) ஆக்ஸின்.

3-4. வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் (Growth Hormones): தாவர ஹார்மோன் (Plant hormone) என்பது ஓர் அங்ககக் கூட்டுப் பொருளாகும். இது வளர்சிதை மாற்றத்தின் விளைவால் தாவரத்தின் ஒரு திசுவில் உற்பத்திசெய்யப்பட்டு மற்றொரு திசுவிற்குச் செல்கிறது. இங்கு இது மிகச் சிறிய அளவில் இருந்து கொண்டு வளர்ச்சியைப் பாதிக்கிறது. தாவர ஹார்மோன்களில் மிகச் சிறந்ததாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது ஆக்ஸின் (auxin) என்பதாகும். இந்த ஹார்மோன்களை வளர்ச்சிச் சீராக்கிகள் (growth regulators) என்றும் கூறுவர்.

3-5. ஹார்மோன் வளர்ச்சிக் கருத்து (Growth of the Hormone concept)

(1) கண்டுபிடிப்பு (Discovery): தாவரங்களில் ஹார்மோன் திட்டம் தாவரவியல் ஆய்வுகளிலேயே ஒரு தனி ஆக்கம் பிறக்கச் செய்தது. அது 1881ஆம் ஆண்டில் டார்வின் (Charles Darwin) நிகழ்த்திய ஒளிநாட்டச் சோதனையின்மூலம் முதன்முதல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

கன்னேரி புல் (Cannary-grass ie Phalaris canariensis), மற்றும் ஓட் (Avena sativa) ஆகிய தாவரங்களின் கருத்தண்டு உறைமீது கடுமையான ஒளி படும்போது அவை ஒளிபடும் திசையிலே ஒளிநாட்ட வளைவு விளைவிக்கின்றது என்று டார்வின் (Darwin, 1881) கண்டார். இந்த ஒருபக்க வளைவிற்கு உண்மைக் காரணம் என்னவென்றால், கருத்தண்டு உறையின் முனையில் ஏற்படும் மாற்றமேயாகும். இம் மாற்றம் கீழ் நோக்கி நகர்வதால் இவ் வளைவு ஏற்படுகிறது என்று மேலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இக் கருத்தண்டு உறையின் முனை அல்லது நுனியை ஒரு தகரத்தால் செய்யப்பட்ட தொப்பியினால் மூடினாலோ அந்த முனையை வெட்டி நீக்கிவிட்டாலோ இம் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. அதாவது ஒளிநாட்ட வளைவு ஏற்படுவதில்லை. இவைகளிலிருந்தும்

மற்றும் பல்வேறு சோதனைகளிலிருந்தும் டார்வின் கொண்ட முடிவு'நாற்றுகளுக்கு ஏதோ ஒரு சக்தி மேலிருந்து கீழாக அனுப்பப் படுகிறது, அது பிந்தியதை வளைக்கக் காரணமாக இருக்கின்றது' என்பதாகும்.

இது ஒரு திடமான வேதியியல் பொருள் (இரசாயனப் பொருள்) என்பதை ஏற்றுக்கொள்ள டார்வின் மறுத்துவிட்டார். ஒரு தாவ ரத்தின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கும் உள்ள ஓர் ஒற்றுமையால் இது ஏற்படுகிறது என்னும் கருத்திற்கு டார்வின் வரும்போது ஸாச் (Sach-1865, 1882, 1889) தம்முடைய பரிசோதனைகளின் வாயி லாக **வேதியியல் தூதுவர்கள் (Chemical messengers)** முன்னமே தாவரத்தில் இருக்கின்றன என்பதைத் தாம் கண்டறிந்த வகைகளிலிருந்து கூறியுள்ளார்.

பல்வேறு உறுப்புகளை (வேர், மலர் போன்ற) உற்பத்திசெய்யும் மிகச் சிறுதளவுள்ள பல பொருள்கள் தாவர உடலில் துருவம் நோக்கிப் பாயும் (polarity) அமைப்புகளில் பல்வேறு திசைகளில் இருக்கின்றன என்றும் அவை வளர்ச்சிப் பெருக்கத்தையும், வடிவத் தையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்றும் ஸாச் (Sach) கூறினர். தாவரத்தில் பெருகும் பல்வேறு உறுப்புகள் உள்ளிட்ட உறுப்பு களைத் தோன்றச் செய்யும் பொருள்களின் அடர்வால் ஏற்படுகிறது என்ற எண்ணத்தை அவர் வெளியிட்டார். எடுத்துக்காட்டாக, வேர்கள் தோன்றச் செய்யும் பொருள்கள் இலைகளில் தோன்றுவ தாயும், அவை தண்டின் அடித்தளத்தை நோக்கி நகர்வதாயும் ஆகும். ஒரு கொப்பின் (twig) கீழ்ப்புறத்தில் ஒரு வளையமிட்டால் அங்குத் தடை ஏற்படுகிறது. அதனால் கீழ்ப்புறச் சலனம் ஏற்படுவ தில்லை. எனவே, அந்த வளையத்தின் கீழ்ப்புறத்திலே அடர்வு அதிகரிப்பதனால் வேர் தோன்றுகின்றது. இதையே 1758ஆம் ஆண்டில் டுஹாமெல் டு மொன்ஸியோ (Duhamel Du Monceau, 1758) ஓர் உறுப்பினுடைய வளர்ச்சியின் வளைவு மற்றோர் உறுப்பின் மீது ஏற்படுவதற்குக் காரணம் எதிர் எதிர்த் திசையில் ஓடும் திரவ ஓட்டமாக இருக்கலாம் எனக் கூறியுள்ளார்.

வளர்ச்சி ஊக்குவிகளின் (growth stimulators) வேதியியல் குணங்களை நிர்ணயிப்பதற்கான முதல் முயற்சி பிட்டிங் (Fitting, 1909, 1910) என்பவரால் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. அவர் முதன்முதலிலே நீரில் கரையக்கூடிய, வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடிய ஒருபொருளை ஆர்கிட் மகரந்தத்தூளிலிருந்து (orchid pollen grains) பிரித்தெடுத்தார். அப் பொருள் சூலகத்தை வீங்கச்செய்

கிறது. மேலும் கருவுறுதலுக்குப்பின் ஏற்படும் விளைவுகளை (post-fertilization) தோற்றுவிக்கிறது. அதனால் அவர் ஹார்மோன் என்ற ஒரு கூட்டுப்பொருள் தாவர உடலில் இருக்கிறது; அதை மற்றெந்த வேதியியல் பொருள்களைப் போலவும் உடலுக்கு வெளியேயும் கொண்டுவந்து பயன்படுத்த முடியும் என்று ஃபிட்டிங் காட்டினார். எப்படியும் ஆதாரத்துடன்கூடிய வேதியியல்பொருளின் ஆரம்ப எண்ணம் 1907 ஆம் ஆண்டிற்கு முன்னமே ஏற்பட்டுவிட்டது. இது பாய்ஸென், ஜென்ஸென் (Boysen, Jensen 1910, 1911), செல்வி அவீனா (Avena) குருத்து உறைமீதான ஊக்குவிகளின் செயல்களைப்பற்றிய சிறந்த பரிசோதனையின்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பாய்ஸென் ஜென்ஸென் செய்துகாட்டிய பரிசோதனையாவது குருத்து உறையை நீக்கி ஒரு ஜெலாட்டின் தட்டை (gelatin-non-living matter) இரண்டிற்கும் இடையில் (அதாவது குருத்து உறை நீக்கிய பாகத்திற்கும் வெட்டிய பாகத்திற்கும் கீழ்ப்பகுதிக்கும் இடையில்) வைத்தால், சாதாரணக் குருத்து உறையில் ஏற்படுவது போல ஒரு பக்க ஒளி விழுவதால் ஒளிநாட்ட வளைவு ஏற்படுகிறது.

மற்றைய பரிசோதனைகளில் அவர். மைக்காத் தட்டுகளை (mica plates) இருளுள்ள பகுதிக்கும் ஒளியுள்ள பகுதிக்கும் இடையில் வைத்து விளைவுகளை நோக்கினார். இருளுள்ள பகுதி மீது போர்த்தப்பட்ட மைக்காத் தட்டு ஒரு பக்க ஒளி விழுவதனால் ஏற்படும் வளைவைத் தடுத்துவிடுகின்றது. ஆனால், அதே நேரத்தில் ஒளியுள்ள பகுதிமீது போர்த்தப்பட்ட தகடு அந்த வளைவை ஏதும் பாதிப்பதில்லை. இந்தப் பரிசோதனையின் மூலம் ஓர் உண்மை புலப்படுகிறது; ஓர் ஆதாரம் கிடைக்கிறது. அது என்னவென்றால், குருத்துமுனையில் தூண்டுதல் ஏற்படுவது வெளிச்செய்கையால் அன்று; அது ஒரு வேதியியல் பொருள் உட்புறத்தில் தோன்றிக் கீழ்நோக்கி ஓடுவதால்தான். இவ்வோட்டம் வளர்ச்சி வளைவை ஒளிநோக்கி ஏற்படுத்துகிறது என்பதேயாகும். பால் (Paul, 1914, 1919) இந்தப் பரிசோதனையை உறுதிப்படுத்தினார். அவர் செய்த பரிசோதனை ஒரு வெட்டிய குருத்து உறையை வெட்டிய அடிப்பக்கத்தின் ஓர் ஓரத்தில் வைத்தார். இப்போதும் ஒளிநாட்டத்தினால் உண்டாகும் ஒரு வளைவைப்போலவே ஒரு வளைவு ஏற்பட்டது. எனவே, முனைதான் வளர்ச்சி சீராக்கும் மையத்தின் இருப்பிடம் என்ற முடிவிற்கு அவர் வந்தார். முனை சுரக்கும் ஒரு கசிவுப்பொருள் கீழ்நோக்கி நகர்வதால் அதற்குக் கீழுள்ள பகுதியின் வளர்ச்சியை அதிகப்படுத்துகிறது. ஸ்டார்க் (Stark, 1921) இதில் இன்னும் ஒரு பெரும் முன்னேற்றத்தைச்

செய்தார். அவர் இக் குருத்தின் உறையினை நசுக்கி அதிலிருந்து எடுத்த திரவத்தை அகார் (agar) என்ற பொருளுடன் கலக்கினர். இத் திரவங்கொண்ட அகார்க் கட்டிகளை முனைவெட்டிய இக் குருத்தின்மீது ஒரு பக்கமாக வைக்கும்போது அது ஒரு வளைவை ஏற்படுத்தியது. அகார்க் கட்டியிலிருந்து வடிந்த ஒரு பொருள் குருத்து உறைமீது ஒரு பக்கத்தில் வளர்ச்சியைத் தடுத்து மறுபக்கத்தில் ஒரு வளைவை ஏற்படுத்துகிறது என்று தீர்மானித்தார். வளர்ச்சியை அதிகப்படுத்தும் ஒரு பொருளைக் குருத்து உறையிலிருந்து பிரித்தெடுக்க முடியவில்லையென்று இவ்வகைச் செயல்களில் அவர் ஒரு புது முறையைப் புகுத்தினர். ஸீபெர்ட் (Seubert, 1925), ஸ்டார்க் (Stark) செய்த பரிசோதனைகளையே சற்று விரிவுபடுத்தித் தாவரங்கள், விலங்குகள் ஆகியவைகளில் உற்பத்திப் பொருள்களாகிய உமிழ்நீர், டையாஸ்டேஸ், மால்ட் (saliva, diastase, malt) ஆகியவைகளில் செய்து சில பொருள்கள் வளர்ச்சியை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன என்றும் சில பொருள்கள் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்துகின்றன என்றும் அதனால் நேர்வளைவுகள் (positive curves) எதிர்வளைவுகள் (negative curves) தோன்றுகின்றன என்றும் கூறினர்.

மேற்கூறியவர்கள் தவிர மேலும் பலர் பல பரிசோதனைகளைச் செய்துள்ளனர். அவற்றில் பாடி (Paudy, 1921), ஸோடிங் (Soding, 1925), நெய்ல்ஸன் (Nielsen 1928,1930), கொலோட்னி (Cholodny, 1924, 1929, 1927), வென்ட் (Went, 1928), டோல்க் (Dolk, 1929) மற்றும் உள்ளவர்கள் 1928ஆம் ஆண்டு முதல் 1930ஆம் ஆண்டு வரை பரிசோதனைகளை நிகழ்த்தி நமக்களித்திருப்பதுதாம் சிறப்பு வாய்ந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

புறத்தே ஒரு பக்கமாக ஏற்படும் தூண்டுதலின் காரணமாக எல்லா நாட்டங்களும் (tropism) அதாவது வளைவுகளும் (curvatures) ஏற்படுகின்றன. இது எதனால் என்றால் வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் ஒருபக்கமாக இடம் பெயர்வதால்தான் என்று கோலோட்னி (Cholodny, 1926) யோசனை கூறியிருக்கிறார். இதற்குண்டான சோதனை வாயிலான சாட்சியத்தை வென்ட் (Went, 1929) என்பவரும், டோல்க் (Dolk, 1929) என்பவரும் ஒரு சிறிய சோதனை நிகழ்த்திக் காட்டியிருக்கின்றனர்.

அடுத்த பிரச்சினை என்னவென்றால் இந்தத் தெரியாத ஹார்மோன்களைப் பிரித்தெடுப்பது ஆகும். குருத்து உறையிலிருக்கும் ஹார்மோன்களைப் பிரித்தெடுக்கும் சாட்சியங்களையும், வளர்ச்சி

யின்மீது அவைகளின் விளைவுகளை அளக்கும் சாட்சியங்களையும் வென்ட் (Went, 1926, 1928) பூர்த்தி செய்தபோது இந்தப் பொருளில் (விஷயத்தில்) ஒரு வேகம்தூண்டும் சக்தி ஏற்பட்டது. ஹார்மோன்களைப் பிழிந்தெடுக்க அவர் அவீனக் குருத்து உறைகளின் முனைகளை நறுக்கி அவைகளை 3% அகார்த் தட்டுகளின்மீது வைத்தார். எல்லா ஹார்மோன்களும் முனைகளிலிருந்து அகார்த் தட்டிற்கு உண்மையில் கசிந்துவிட்டனவா என்பதைக் காட்ட அவர் எல்லா முனைகளையும் ஒரு மணி நேரத்திற்குப் பிறகு அகார்த் தட்டிலிருந்து எடுத்துவிட்டார். பிறகு அகார்த் தட்டைச் சிறு சிறுகட்டிகளாக வெட்டி அவற்றில் ஒன்றை வெட்டிய அவீனக் குருத்தின்மீது ஒருபக்கமாக வைத்தார். இப்போது வெட்டிய அகார்க்கட்டி பொருத்தப்பட்ட குருத்து அகார்க் கட்டி இருக்கும் பகுதியிலிருந்து வெளிப்புறமாக ஒரு வளைவை ஏற்படுத்திற்று. இவ்வித வளைவு வளர்ச்சி ஹார்மோனின் அடர்வு பொறுத்து அமைந்திருந்தது. இதுவே ஒரு சில மாறுபாடுகளுடன் இன்றைக்கும் ஒரு சிறந்த முறையாகப் பயன்பட்டுவருகிறது. அன்றிலிருந்து 50 ஆண்டுகளுக்குமேல் தாவர வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் கருத்தும் அதற்குண்டான வழிமுறைகளும், தரமும், நிர்ணயமும் தலைதூக்கி வளர ஆரம்பித்துள்ளன.

(2) நாட்டுத் தாவர ஹார்மோன்களைப் பிரித்தெடுத்தலும் அவற்றின் வேதியியல் அடையாளங்களும் (The isolation and chemical identification of native hormones): வளர்ச்சி ஹார்மோன்களை வென்ட் முறையில் பிழிந்தெடுத்துத்(Went's Extraction Technique) தாவர ஹார்மோன்களின்மீது அளவீட்டு முறையில் வாழ்வியலான பரிசோதனைகளைச் செய்வதற்கு முன்னோடியாக அமைந்திருப்பதுடன் வேதியியல் பொருள்களைத் தாவரத்தினின்றும் பிரித்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. கிடைக்கும் சோதனைகளின் விளைவாக வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டன. முதல் முயற்சி நெய்ல்ஸென் (Nielsen, 1928, 1930) என்பவரால் மேற்கொள்ளப்பட்டது. அவர் நோயுண்டாக்கும் இரு பூஞ்சைக் காளான்களாகிய (Pathogenic fungi), ரைஸோபஸ் ஸூயினஸ்ஸா ம் (Rhizophus Suiness), அப்ஸிடியா ரேமோஸா (Absidia ramosa) ஹார்மோன்களை ஊட்டவழிகளில் (nutrient medium) உற்பத்தி செய்கிறது என்றும் அவற்றில் அவை அவீன வளைவை ஏற்படுத்தக் கூடிய கடினமாகச் செயல்படும் பொருள்களை வளர்க்கின்றன என்றும் கண்டுபிடித்தார். இப் பொருள் வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடியதாகவும், நீரிலும், ஈதரிலும், ஆல்கஹாலிலும் கரையக் கூடியதாகவும் இருந்தது.

இதுபோன்றே இன்னும் பல பூஞ்சைக்காளான்களும் மற்றும் பாக்டீரியாக்களும், ஈஸ்டுகளும் அவீனுச் சோதனையில் செயல்படக் கூடிய பொருள்களை உற்பத்திசெய்கின்றன என்று பின்னுல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஏறக்குறைய அதேநேரத்தில் கோக்ளும் (Kogl), ஹாஜென் ஸ்மிட்டும் (Haagen-Smit, 1931) மனிதச் சிறு நீர்கூட (urine) அவீனுக் குருத்து உறையைப் பலமாக வளைக்கின்றது என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள். மேலும், அவர்கள் இத்தீவிரமான பொருளைச் சிறுநீரிலிருந்து பிரித்தெடுக்க வேண்டும் எனத் தீர்மானித்தார்கள். அவர்கள் செய்த விரிவான சிதைத்து வடித்தல் சோதனைகளுக்குப் பிறகு அவீனுச் சோதனையில் (Avena test) பலமாகச் செயல்படக்கூடிய ஒரு தூய கூட்டுப்பொருளைப் பிரித்தெடுத்தார்கள். அதற்கு அவர்கள் ஆக்ஸின் ஏ (auxin a) எனப் பெயரிட்டார்கள். இவ்வாறு இக் கூட்டுப் பொருளின் வேதியியல் அமைப்பு நிறுவப்பட்டது. இக் கூட்டுப்பொருள்கள் நைட்டிரஜன் இல்லாத கூட்டுப்பொருள் (nitrogen free compound) ஆகும். இது $C_{18}H_{32}O_5$ என்ற சூத்திரத்துடன் ஆக்ஸினே டிரையோலிக் அமிலம் (auxenotriolic acid) ஆகும்.

மேற்கூறிய பரிசோதனைகளைத் தொடர்ந்து குறுகிய காலத்தில் கோக்ள் (Kogl et al, 1934) சோளமாவிலிருந்தும் (malt) ஜெர்ம் எண்ணெயிலிருந்தும் (germ oil) ஆக்ஸினே லோனிக் அமிலம் (auxenolonic acid) என்ற மற்ருெரு கூட்டுப்பொருளை அதே முறையில் பிரித்தெடுத்தார். அதற்கு ஆக்ஸின் பி (auxin b) எனப் பெயரிட்டார். $C_{18}H_{30}O_4$ என்பதே ஆக்ஸினே லோனிக் அமிலத்தின் சூத்திரம் ஆகும். இது ஆக்ஸின் ஏ-யைப் போன்றே செயலுடையதாக இருந்தது. இவ் விரு பொருள்களும் வெப்பத்தையும் ஒளியையும் தாங்கக்கூடிய பொருள்களாக இருப்பினும் எளிதில் ஆக்ஸிகரண மடையக்கூடியதாகவும் (oxidation) சில மாதங்களில் இப் படிகங்கள் சிறிது சிறிதாகத் தமது செயல்களை இழக்கக் கூடியதாகவும் இருந்தன. இம் மாற்றம் அலில் மாற்றியமைப்பது (allyl re-arrangement) என்பதனுல் (ஹதாஜென் ஸ்மிட்—Haagen—Smit, 1959) விளக்கப்பட்டது.

அதிசயிக்கத்தக்க வகையில் ஆக்ஸின் ஏ, ஆக்ஸின் பி என்ற இவ் விரு பொருள்களும் தாவரப் பொருள்களிலோ சிறு நீரிலோ மீண்டும் எதிர்ப்படவே இல்லை. அதுமட்டுமல்லாமல், தொகுக்கப்பட்ட ஒற்றுமைக் குணங்கொண்ட ஆக்ஸின் போன்றுவது இவை ஏற்கெனவே வழக்கிலுள்ள வளர்ச்சிச் சோதனைகளையுடைய ஹார்மோன் செயல்களைக்கூடக் காட்டவில்லை. ஆகையால், இக் கூட்டுப்பொருள்கள் (ஆக்ஸின் ஏ, ஆக்ஸின் பி)

வரலாற்றளவில் ஊக்கம்தரும் பொருள்களாக இருக்கிறதேயல்லாமல் நடைமுறையில் ஏதும் பயனளிப்பதாக இல்லை.

எனினும், கோக்ள் (Kogl et al, 1934) அதன் பிறகு குறுகிய காலத்தில் பல்வேறுவகைப் பிழியும் முறைகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு மூன்றுவது பொருளைத் தனிப்படுத்தினர். அதற்கு அவர் ஹெட்டரோ ஆக்ஸின் (Hetero auxin) எனப் பெயரிட்டார், ஹெட்டரோ ஆக்ஸின் என்பது இருவகை ஆக்ஸின்கள் கொண்டது என்பதாகும். அதன்பின் தொடர்ந்து செய்த பகுப்பினால் இப் பொருள் மூன்று இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் (3-indole acetic acid) என்று நிரூபிக்கப்பட்டது. கோக்ளும் கோஸ்டெர்மான்ஸும் (Kogl and Kosterman's, 1941) இதே பொருளை ஈஸ்டிலிருந்து (yeast) பிரித்தெடுத்தார்கள். திமான் (Thimann, 1935), ரைஸோபஸ் சூயினஸ் (Rhizopus Suiness) கூட இண்டோல் அசிடிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது என்று அப் பொருளைப் பிரித்தெடுப்பதன்மூலம் நிரூபித்தார். இப் பொருள் உயரினத் தாவரங்களாகிய கோதுமை, சோளம் போன்ற தாவரங்களிலிருந்தும் அன்றைய நாளிலிருந்தே குறைந்த கார நிலையில் (mild alkaline conditions) பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது (Berge and Avery, 1944, Haagen-Smit et al. 1946). இது முதிராக் கதிர்வகைகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது (Haagen-Smit et al, 1946). இது தற்போது எல்லாத் தாவரங்களிலும் இருக்கின்றது என்றும் பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டதும், சாதாரணமான தாவரங்களில் முக்கிய வளர்ச்சி ஹார்மோன்களாகவும் அறியப்படுகிறது. இதனால் ஹார்மோன் கருத்து (Hormone concept) பிழிந்தெடுத்தலினாலும், தனிப்படுத்தலினாலும், வேதியியல் அடையாளங்களாலும் உறுதிப்பட்டது.

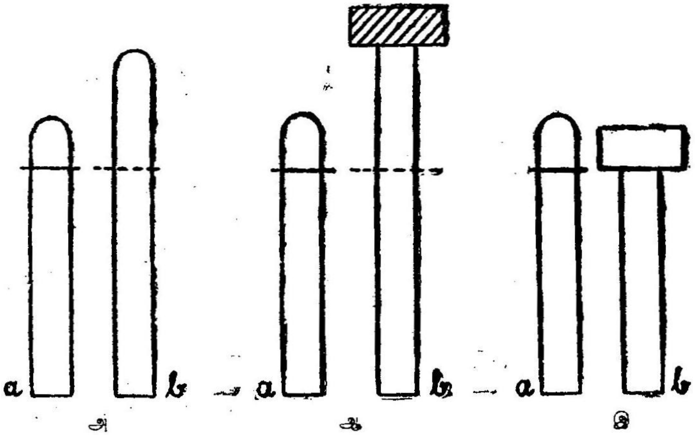
3-6. வளர்ச்சி ஆக்ஸின்கள் (Growth Auxins) : வளர்ச்சி ஆக்ஸின்களைப்பற்றிய தோற்றமும், வரலாறும்,பயனும் ஆகியவைகளை முன்கூறப்பட்ட தலைப்பின்கீழ் விரிவாகப் பார்த்திருந்தாலும் மேற்கூறிய ஆக்ஸின்களின் சிறப்புக் குணங்களை இங்குக் காண்போம்.

ஆக்ஸின் செயல் தண்டில் ஒருவிதமாகவும் வேரில் ஒருவிதமாகவும் இருக்கிறது என்றும், தண்டில் ஏற்படுத்தும் வினைவிற்கு நேர் எதிர்வினைவை வேரில் ஆக்ஸின் ஏற்படுத்துகின்றது என்றும் முன்னமே கூறப்பட்டுள்ளது. ஆக்ஸின் சில வேதியியல் பொருள்களைமட்டும் கொண்டதா பல வேதியியல் பொருள்களைக்

கொண்டதா என்பதைப்பற்றித் தெளிவாக ஏதும் தெரியவில்லை ஆனால், இண்டோல் அசிடோ நைட்ரைல் (indole aceto nitrile) என்னும் வளர்ச்சி ஹார்மோன் இயற்கையாக அநேகத் தாவரங்களில் கிடைக்கிறது. இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் (indole acetic acid) சில பூஞ்சைக் காளான்களினின்றும் தொகுத்து எடுக்கப்படுகிறது.

ஆக்ஸின்கள் என்பது விரிவாக ஆராய்ந்தறியப்பட்ட தாவர ஹார்மோன்களின் தொகுதியாகும். ஆக்ஸின்களின் செயல்களைப் பற்றி அறிந்த பல்வேறு சோதனைகளை நினைவுகூரவும்.

(1) ஆக்ஸின்களுக்கு உயிர்ச் சோதனைகள் (Biological test for auxins): இச் சோதனைகளில் முக்கியமானதும் முதன்மையானதும் ஓட் குருத்து உறைச் சோதனையே (oat coleoptile test) ஆகும். இம் முறையில் குருத்து உறையின் முனையை வெட்டி அதன்மீது ஆக்ஸின் வடிந்த அகார்க் கட்டிகளை வைத்துச் சோதிப்பதாகும். கீழுள்ள படம் (3-2) இச் சோதனையை விளக்குகிறது.



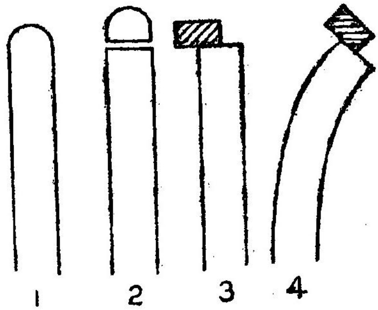
படம் 3-2

ஆக்ஸின் உயிர்ச்சோதனை

(அ) a, முனை வெட்டப்பட்டது; b, பின் ஏற்பட்ட வளர்ச்சி; (ஆ) a· முனை வெட்டப்பட்டது; b, அதன்மீது ஆக்ஸின் கசிந்த அகார்க்கட்டி வைக்கப்பட்டபின் வளர்ச்சி; (இ) a, முனை வெட்டப்பட்டது; b. அதன்மீது ஆக்ஸின் ஏதும் இல்லாத அகார்க் கட்டி வைக்கப்பட்ட பின் வளர்ச்சி.

மேற்காட்டிய பரிசோதனைகளிலிருந்து குருத்து உறையின் முனையை வெட்டி அதன்மீது ஆக்ஸின் கசிந்த அகார்க் கட்டியை

வைக்கும்போது, வளர்ச்சி உயருகிறது என்று தெளிவாகப் புலப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் ஆக்ஸின் ஏதும் வடிக்கப் பெருத அகார்க் கட்டியை அவ் வெட்டிய முனைமீது வைக்கும்போது வளர்ச்சி ஏதும் இல்லை என்றும் தெரிகிறது.



படம் 3-3

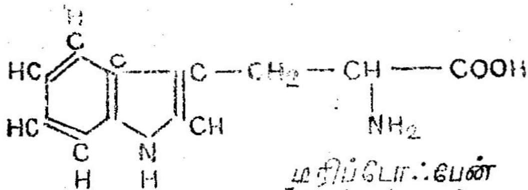
(1) குருத்து உறையின் முனை வெட்டிப்படாமல் இருக்கிறது; (2) குருத்து உறையின் முனை வெட்டப்பட்டிருக்கிறது; (3) முனை வெட்டப்பட்ட குருத்து உறையின் மீது ஆக்ஸின் வடிந்த அகார்க் கட்டி வைக்கப்பட்டுள்ளது; (4) ஆக்ஸின் வடிந்த அகார்க் கட்டியினுல் வளைவு ஏற்படுதல்.

மேற்காட்டிய பரிசோதனையிலிருந்து அறிவது என்னவெனில், குருத்து உறையின் முனையை வெட்டி முனை வெட்டப்பட்ட குருத்து உறையின் ஓர் ஓரத்தில் ஆக்ஸின் வடிந்த அகார்க் கட்டையை வைக்கும்போது வளர்ச்சி வளைவு (growth curvature) ஏற்படுகிறது என்பதேயாகும்.

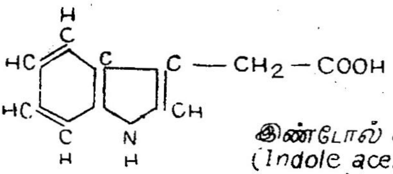
(2) இயற்கையிலேயே கிடைக்கும் ஆக்ஸின்களின் வேதியியல் அமைப்பு (Chemical constitution of the naturally occurring auxins): கோக்லும் (Kogl et al) மற்றவர்களும் கண்டுபிடித்த ஆக்ஸின்களான ஆக்ஸின் ஏ, ஆக்ஸின் பி, மற்றும் ஹெட்டராக்ஸின் ஆகியவைகளின் வேதியியல் சூத்திரங்களை முன்னமே பார்த்தது நினைவுகூர்க.

(3) தாவரத்திலுள்ள ஆக்ஸின்கள் (Auxins in plants): அமினே அமில டிரிப்டோஃபேன் (amino acid tryptophane) தான் இண்டோல் அசிடிக் அமிலத்தின் முன்னேடி என்று காட்டப்படுகிறது (Wildnan et al, 1947, and others). டிரிப்டோஃபேன் தொகுப்

பிற்குத் துத்தநாகம் அவசியம். துத்தநாகக் குறைவினால் ஆக்ஸின் அளவு குறைகிறது என்று மறைமுகமாகத் தெரிகிறது. டிரிப்டோஃபேனின் சூத்திர அமைப்பும் இண்டோல் அசிடிக் அமிலத்தின் சூத்திர அமைப்பும் கீழே காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன.



டிரிப்டோஃபேன்
(Tryptophane)

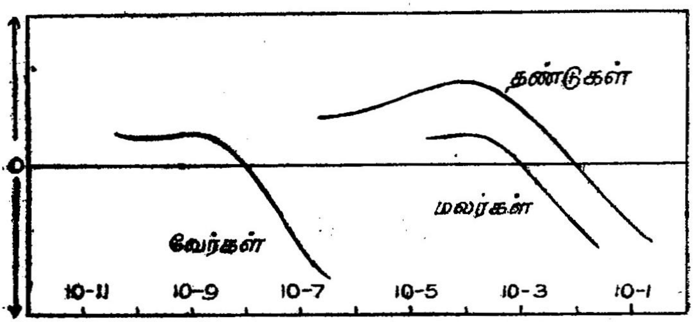


இண்டோல் அசிடிக் அமிலம்
(Indole acetic acid)

(4) செல் நீட்சியில் ஆக்ஸின்களின் பங்கு (The role of auxins in cell-elongation): செல் நீட்சியில் ஆக்ஸின் முக்கியப் பங்குவகிக்கிறது. ஆக்ஸினின் அடர்வு அதிகரிக்க அதிகரிக்கச் செல் நீட்சியின் விகிதமும் அதிகரிக்கும். எந்தக் காரணியும் இச் செயலில் தலையிடாதிருக்கும் பொழுதுதான் இவ்வாறு நிகழ்கிறது. ஆக்ஸினுக்கும் அதன் அடர்விற்கும் உள்ள உறவைத் தாவர உறுப்புகளுடன் ஒப்பிட்டு ஒரு வரைபடம் (3-4) தீட்டப்பட்டுள்ளது. இது வேர், தண்டு, மலர்கள் ஆகிய செல்களில் எவ்வாறு நீட்சியை ஏற்படுத்தும் என்பதை நமக்குக் காட்டும்.

(5) ஆக்ஸின்களின் இடமாற்றம் (Translocation of Auxins): ஆக்ஸின் கொண்ட அகார்க் கட்டியை முனை வெட்டிய குருத்து உறையின் மேலும், ஆக்ஸின் இல்லாத தனிச் சுத்த அகார்க் கட்டியைக் குருத்து உறையின் அடிப்புறமும் வைத்தால், ஆக்ஸின் கீழ்நோக்கி நகர்ந்து கீழுள்ள சுத்தமான அகார்க் கட்டியினுள் சேகரிக்கப்பட்டிருக்கும். முடிவில் கீழே வைக்கப்பட்டுள்ள அகார்க் கட்டியில் சேகரிக்கப்பட்ட ஆக்ஸினின் அடர்வு மேலுள்ளதைக் காட்டிலும் மிகவும் அதிகமாக இருக்கும். ஆக்ஸின் கொண்ட

அகார்க் கட்டியைக் கீழே வைத்து மேற்புறத்தில் வெறும் அகார்க் கட்டியை வைத்தால் ஆக்ஸினுடைய இடமாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. ஓட் கருத்தண்டு உறையில் ஓட் குருத்து உறைகளில், ஆக்ஸின் இடமாற்றம் அநேகமாகப் பாரன்கைமாத் திசுக்களின் மூலமாக ஏற்படுகிறது. இப் பரிசோதனைகளின் முடிவு ஓட் கருத்தண்டு உறையிலுள்ள ஆக்ஸினின் இடமாற்றம் துருவத்தைச் (polar) சார்ந்தது. அதாவது கீழ்நோக்கி மட்டுமே ஏற்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது (Van der Weij, 1934), (Went and White, 1939).



படம் 3-4

அசிடிக் அமிலத்தின் மோலரல் அடர்வு

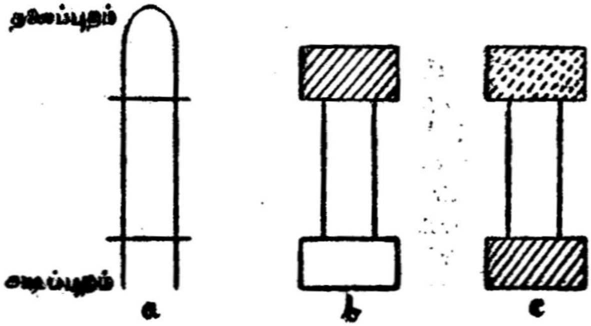
(Mole concentration indole acetic acid)

இண்டோல் அசிடிக் அமிலத்தினுடைய அடர்வும் அதனுடைய வளர்ச்சித் தடை அல்லது ஊக்கத்தின் செயலின் உறவு சில பெருகும் தாவர உறுப்புகள்மீது காட்டப்பட்டுள்ளது. (Leopold and Thimann 1949-modified)

இயற்கையாகத் தோன்றும் ஆக்ஸினுகட்டும் அல்லது செயற்கை முறையில் செலுத்தப்பட்ட ஆக்ஸினுகட்டும் எல்லாத் தாவர உறுப்புகளிலும் (தண்டு, வேர், இலை, மலர் போன்ற இன்னும் பல உறுப்புகளிலும்) கீழ்நோக்கியே இடமாற்றம் ஏற்படுகிறது என்பதற்குப் போதுமான ஆதாரங்கள் இருக்கின்றன. தண்டில் கீழ்நோக்கி ஏற்படும் இடமாற்றம் பாரன்கைமா அல்லது ஃபுளோயம் (சல்லடைக்குழாய்த்) திசுக்களின் வழியாகத்தான் நடைபெறுகிறது (படம் 3-5). ஆனால், துருவமில்லா (non-polar) ஓட்டம்தான் ஏற்படுகிறது. இது மற்றைய திசுக்களில் முற்றிலும் உண்மை.

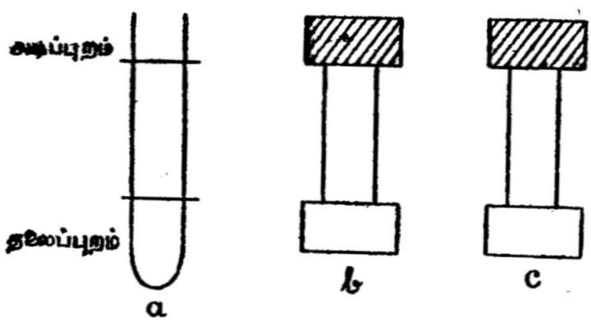
துருவம் நோக்கிச் செல்லும் ஆக்ஸின்களின் குணம் எதனால் என்று தெரியவில்லை. ஈதரைசேஷன் (etherization) ஆக்ஸி

ஆக்ஸினின் இடமாற்றம்



படம் 3-5

(a) கருத்தண்டு உறை (நேர்); (b) கருத்தண்டு உறையின் முனை வெட்டப்பட்டு ஆக்ஸின்கொண்ட அகார்க் கட்டை பொருத்தப்பட்டுள்ளது; அடிப்புறம் சுத்த அகார்க் கட்டை பொருத்தப்பட்டுள்ளது; (c) ஆக்ஸின் மேலிருந்து கீழிறங்குவதைக் காட்டுகிறது.



படம். 3-6

(a) கருத்தண்டு உறை (தலைகீழ்); (b) கருத்தண்டு உறையின் முனை வெட்டப்பட்டு அடிப்புறத்தில் ஆக்ஸின் கொண்ட அகார்க் கட்டை பொருத்தப்பட்டுள்ளது, மேற்புறம் சுத்த அகார்க் கட்டை பொருத்தப்பட்டுள்ளது; (c) ஆக்ஸின் கீழிருந்து மேலே ஏறுமல் அப்படியே இருப்பதைக் காட்டுகிறது.

னுடைய சலனத்தை நிறுத்துகிறது. அதனுடன் அது துருவத்தை நோக்கிச் செல்லும் சக்தியை அழிக்கிறது. எனவே, இதிலிருந்து

உயிருள்ள செல்கள் இச் செயல்களில் பங்கு கொண்டிருக்கின்றன என்பது நன்கு விளங்குகின்றது.

ஆக்ஸினின் மேல்நோக்கிச் செல்லும் சலனம் தாவரங்களில் ஏதேனும் ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் ஏற்படவில்லை. ஆக்ஸினை நிறுத்தி விட்டாலோ ஒரு முழுத் தாவரத்தின் அடிப்புறத்தில் வைத்தாலோ இச் சலனம் ஏற்படுகிறது எனச் சோதனையின் வாயிலாக நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது (Hitchcock and Zimmerman 1935, 1938, Ferri 1945). இவ்வாறு ஆக்ஸின் மேற்செல்லும் நிகழ்ச்சி ஆக்ஸின் கூறுகளாக மாறி நீராவிப் போக்கு வழியில் நுழையும்போதுதான் ஏற்படுகிறது. ஆக்ஸின் மூலக்கூறுகள் தண்டு, இலை போன்ற உயிருள்ள திசுக்களில் நுழையும்போது மீண்டும் அவை பின்னோக்கிச் (கீழ்நோக்கி) செல்லும் தன்மையை அடைகிறது (Skoog, 1938).

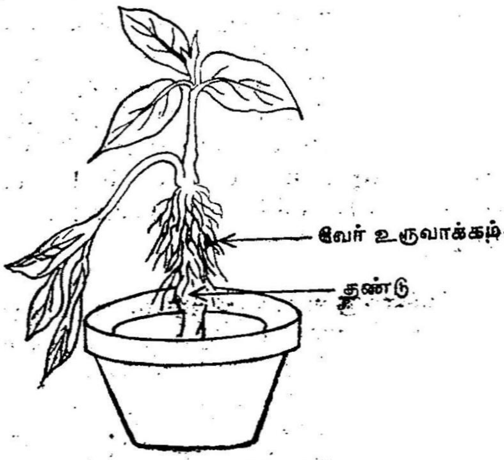
(6) வேர் உருவாக்குவதில் ஆக்ஸினின் பங்கு (Role of auxins in root formation): ஒரு வெட்டிய தண்டில் குருத்து (bud) இருந்து அந்த வெட்டிய பகுதியை வேர்விடும் சாதனத்தில் வைத்து வளர்த்தால் வேர்கள் தோன்றும் (வெட்டுதல், ஒட்டுதல், பதியன்போடுதல்) என நீண்ட நாள்களாக அறியப்பட்டு வருகிறது. இவை அறிவுறுத்துவது என்னவென்றால், வெட்டிய பகுதியின்மேல் ஏற்படும் வேர்த் தொடக்கம் இலைகளினாலும் குருத்துகளினாலும் தொகுக்கப்பெற்று இடம் மாறி வருவதால் ஏற்படும் ஹார்மோன்களினால் மிகவும் அதிகரிக்கப்படுகிறது என்பதேயாகும்.

வேர் உருவாக்குதலின்மீது ஆக்ஸினின் விளைவுபற்றி மற்றைய விளைவுகளிலிருந்து தெளிவாகப் பிரித்துத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். வேர் உருவாக்குவதற்குத் தேவையான அடர்வு வேர் நீட்சிக்குத் தேவையான அடர்வைக் காட்டிலும் மிகவும் அதிகம்.

எண்ணற்ற 'ஆக்ஸின்கள்' இயற்கையிலே உள்ளவையா எனத் தெரியவில்லை. ஆனால், எண்ணற்ற தாவரங்களில் வேர் உருவாக்குதலை அதிகப்படுத்துகின்றது என்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது (படம் 3-7).

வேர் உருவாக்குதலில் ஹார்மோனைப் புகுத்தும் முறைகளில் பலவகை உண்டு. அவற்றுள் ஒன்று நீர்த்த ஹார்மோன் திரவத்தில் வளரும் தண்டை நனைத்து எடுத்தல். இவற்றில் மிகவும்

சாதாரணமாகவும்; பொதுவாகவும் பயன்படுத்தப்படுவது 500—2000 பகுதி ஹார்மோனை 1,000,000 பகுதித் தூளுடன் கலக்கவேண்டும். வெட்டிய பகுதியின் அடிப் பகுதியை முதலில் நீரில் நனைக்க வேண்டும். அதன் பிறகு மேற்கண்ட கலவைத்தூளில் திணித்து எடுக்கவேண்டும். மற்றொரு முறை வேகமாக நனைத்



படம் 3-7

தக்காளித் தண்டின்மீது 2% அல்ஃபா நேப்தலின் அசிடிக் அமிலச் செய்கையால் வேர் உருவாக்கம் ஏற்பட்டது. (புகைப்படத்திலிருந்து வரையப்பட்டது) **(Zimmerman and Wilcoxon, 1935).**

தெடுக்கும் முறையாகும். இதில் நனைக்கும் காலம் 5 வினாடியும், கரைசலின் அடர்வு விகிதம் (4000—10,000 p.p.m. நீர்போன்றதைப் ஆல்கஹாலிலோ) முன்னதைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைந்ததாகவும் இருக்கவேண்டும்.

மேற்கண்ட மூன்று முறைகளிலும் பயன்படுத்தப்படும் ஹார்மோன் கீழ்க்கண்டவைகளில் ஏதேனும் ஒன்றோ எல்லாம் சேர்ந்த கலவையோ ஆகும். ஹார்மோன்கள் (1) ஏ. நேப்தலின் அசிடிக் அமிலம் (a-nıphthılene acetic acid). (2) நேப்தலின் அசிடாமைட் (nıphthılene acetamide). (3) இண்டோல் பியூட்ரிக் அமிலம் (indole butyric acid). சிறந்த பயனை விளைவிக்கும் முறை தாவர வகைக்குவகை மாறுபடும். இதைப்பற்றிய விரிவான அட்டவணையை ஆவரியும் ஜான்ஸனும்

(Avery and Johnson, 1947) மற்றும் மிட்செல்லும் மார்த்தும் (Mitchell and Marth, 1947) தயாரித்திருக்கின்றனர்கள்.

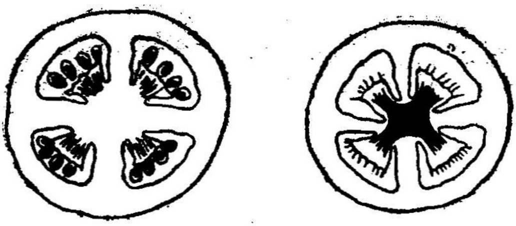
(7) ஆக்ஸின்களின் பிற விளைவுகள் (Other effects of Auxins): ஆக்ஸின்களின் பிற விளைவுகளைப்பற்றிச் சொல்லக்கூடிய நேரத்தில் மிகச் சிறப்பாகச் சொல்லக்கூடிய செய்தி ஒன்று என்னவெனில், ஆக்ஸின் என்பது வளர்ச்சிப் பிரதிச் செயல்களின் பெருக்கம் அல்லது கூட்டுத்தொகை ஆகும். எனவே, ஆக்ஸின்களின் பிற விளைவுகளாவன: கனிகளின் பெருக்கம், இலைகளும் கனிகளும் பிரிவுறுதல், கேம்பியச் செல்களின் செயல்பாடுகள், அடக்கியாளும் நுனி, மலர்கள் தோன்றல், மற்றும் நிலநாட்டம், ஒளிநாட்டம் போன்றவை (Development of fruits, absission of leaves and fruits, activation of cambial cells, apical dominence, flower initiation, geotropism and photo tropism).

(8) ஆக்ஸின்களுடைய நச்சு விளைவுகள் (The toxic effects of auxins): ஆக்ஸின்களால் ஏற்படும் அல்லது ஆக்ஸின்களுடைய விளைவுகளால் ஏற்படும் நச்சுத் தன்மைகள் முன்னமே கூறப்பட்டுள்ளன. ஆக்ஸினின் அடர்வு மிகுந்தால் வளர்ச்சி தடைபடுகிறது என்று முன்னமே வரைபடத்தில் பார்த்தோம். அதிக அடர்வுடன்கூடிய ஆக்ஸினைப் பயன்படுத்துவதால் பல குறைபாடுகள் (உருவ வக்கிரங்கள்—malformation) ஏற்படுகின்றன. அக் குறைபாடுகள் இலைகளினுடைய திருகுதல் (distortion of leaves), தண்டுகளின் திருகு (distortion of stems), வேர்களின் திருகு (distortion of roots), இலைகளின் நிறம் திரிதல் (dis-colouration of leaves), தண்டு, வேர் இவற்றின் நீட்சியில் தடை (inhibition of stems and roots elongation), அல்லது மலர்கள் விரிவதில் தடை (inhibition of flower opening) அல்லது முடிச்சுகள் (tumors) ஏற்படுதல் முக்கியமானவை.

குறைவான அடர்வுடன் ஆனல் அதிக அளவு ஆக்ஸின் பயன்படுத்தினல் அது நச்சுத் தன்மையையோ மடிவையோ தோற்றுவிக்கிறது. இக் காரணத்தினல்தான் களைகளை நீக்குவதில் (killing weeds) இந்த ஹார்மோன்களைப் (ஆக்ஸின்களை) பயன்படுத்துகின்றனர்கள். புல்பூண்டு களைகளை ஒழிக்கப் பினுக்ஸி அசிடிக் அமிலம் (phenoxy acetic acid) சிறந்த பயனளிக்கின்றது (Zimmerman et al, 1942, 1944). எனவே, இம் முறையில் மிகுந்த அளவில் பயன்படும் ஆக்ஸின் 2, 4, டை குளோரோ பினுக்ஸி அசிடிக் அமிலம் (2, 4—d ம் 2, 4—dichlorophenoxy acetic acid) ஆகும்.

இதனுடைய குறிப்பிட்ட விளைவைத் தவிர 2,4—டி பயன் படுத்துவதால் வேறு பல நன்மைகளும் உள்ளன. இந்த ஹார் மோனுக்குத் தேவையாகும் அடர்வு மிகவும் குறைவு. 5 காலன்கள் 1000 சதுரம் அடி என்ற விகிதங்களில் 0·17 திரவத்தைத் தெளிப்பதால் எண்ணற்ற தாவரங்களை அழிக்க முடியும். இந்த அடர்வுகளில் இக் கூட்டுப்பொருளால் மனிதர்களுக்கோ விலங்கு களுக்கோ தீங்கு ஏதும் இல்லை. இதிலிருக்கும் ஒரே ஒரு குறைபாடு என்னவென்றால், கவனமில்லாமல் இந்த ஹார் மோன்களைத் தெளிக்கையில் விலையுயர்ந்த அல்லது முக்கியத் தாவரங்கள் (valuable plants) சில அழிய நேரிடும்.

பின்வரும் படங்கள் (படம் 3-8, 3-9) ஹார்மோன்களின் விளைவுகளைக் (நச்சுத் தன்மையை) காட்டுகின்றன.



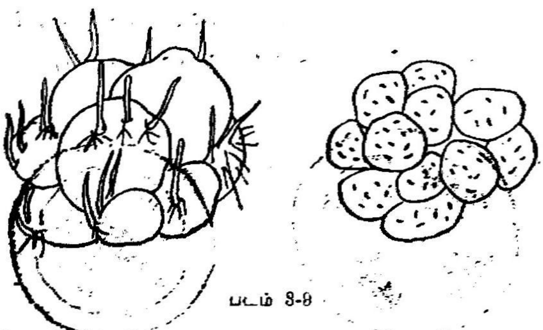
படம் 3-8

பரிசோதனைக்கு உட்படாதது பரிசோதனைக்கு உட்பட்டது

β-நேப்தாலி அசிடிக் அமிலத்தின் விளைவு (β-naphthaley acetic acid effect on tomoto fruit). பரிசோதனைக்கு உடபடாதது தேர்ந்த விதைகளைப பெறறிருககினறன. பரிசோதனைக்கு உட்பட்டது சிதைந்த விதை களைப் பெற்றிருக்கின்றன.

3-7. ஜிப்ரல்லின்கள் (Gibberellins): இது தாவர ஹார் மோன்களில் ஒன்று; ஆக்ஸின் வகையைச் சேர்ந்தது. அண் மையில்தான் பரவலாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட ஒரு புதிய கூட்டுப் பொருளின் பிரிவு. இது ஒரு குறிப்பிட்ட மாற்றத்தைத் தாவர வளர்ச்சியிலும் பெருக்கத்திலும் ஏற்படுத்துகிறது. இது மற்ற ஹார்மோன்களினின்றும் முற்றிலும் தொடர்பில்லாத ஒன்று. இருப்பினும் அவை உயிரியல் செயல்களில் மேற்கண்டவற்றுடன் இயைந்த குணங்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. இதைப்பற்றிய வரலாற்றைச் சுருக்கமாக இங்குக் கவனிப்போம.

1920ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டு ஜப்பானிய விஞ்ஞானிகளின் ஒரு பிரிவு, குறிப்பாக யபூடா, குரோசமா, ஹயாஷி மற்றும் சுமிகி (Yabuta, Kurosama, Hayashi and Sumiki) நெல்லில் நோய் உண்டாக்கும் ஜிப்ரெல்லா ஃபூஜிகுரோய் (Rice disease fungus, gibberella fujikuroi (saw, wallomu) என்ற பூஞ்சைக் காளான், வளர்ச்சியை அதிகரிக்கும் வளர்சிதை மாற்றங்களின்மீது ஆராய்ந்துகொண்டிருந்தனர். அதன் பயனாக அவர்கள் ஒரு தீவிரமான வெண்மையான தூள் போன்ற பொருளைப் பிரித்தெடுத்தார்கள். இதற்கு 1935ஆம் ஆண்டில் யபூடா முதன்முதலில் ஜிப்ரல்லின் (gibberellin) எனப் பெயரிட்டார். இப்பெயர் அப்பூஞ்



படம் 3-9

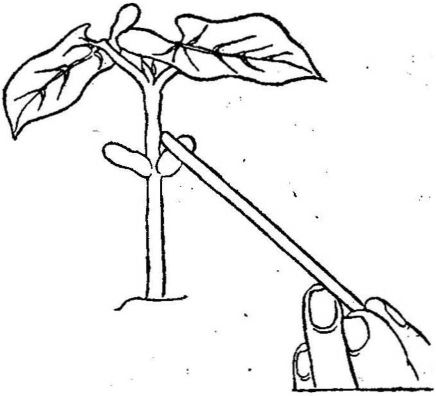
அ-பரிசோதனைக்கு உட்படாதது ஆ-பரிசோதனைக்கு உட்பட்டது

உருளைக்கிழங்கின்மீது அ-நேப்தலின் அசிடிக் அமிலம் தெளிக்கப்படும்பொழுது பாதுகாக்கப்பட்ட உருளைக்கிழங்குகள் முளைவிடுவது போல முளைவிடுவதில்லை. அ- பரிசோதனைக்குட்படாத கிழங்குகள் முளைவிடுகின்றன. ஆ- பரிசோதனைக்கு உட்பட்ட கிழங்குகள் முளைவிடுவதில்லை.

சைக் காளானின் அறிவியல் பெயரின் அடிப்படையில் இட்ட பெயராம். பிறகு யபூடாவும் சுமிகியும் சேர்ந்து (Yabuta and Sumiki, 1938) படிக வடிவில் ஜிப்ரல்லின் ஏ, ஜிப்ரல்லின் பி, (crystalline gibberellin a and b) பிரித்தெடுத்ததாகக் கூறினர்.

சற்றேறக்குறைய 1950-ல் இந்த ஜப்பானிய அறிவியல் வல்லுநர்களின் ஆராய்ச்சிகள் பிரிட்டனில் உள்ள இம்பீரியல் கெமிகல் இண்டஸ்ட்ரீஸில் (Imperial Chemical Industries in Britain) ஒரு பிரிவின் கவனத்திற்கும், அமெரிக்காவிலுள்ள யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸ் டிபார்ட்மென்ட் ஆப் அக்ரிகல்சரில் (United States Department of Agriculture in America) உள்ள ஒரு பிரிவின் கவனத்திற்கும் தனித்தனியாகவும் தெளிவாகவும் வந்தது.

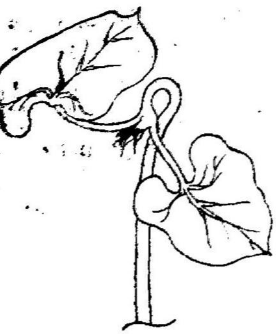
யபூடாவினாலும், சுமிகியினாலும் 1938-ல் சொல்லப்பட்டது போலவே இவ்விரண்டு பிரிவுகளும் ஜிப்ரல்லின் ஏ ஐப் பிரித்தெடுக்கத் தொடங்கியது. ஆனால் இவ் விரு பிரிவினரால் அப் பொருள் கண்டுபிடிக்க முடியாமல் முற்றிலும் வேறு ஒரு புதிய கூட்டுப் பொருள்தான் பிரித்தெடுக்க முடிந்தது. 1955-ல் ஸ்டோடோலா (Stodola, 1955) ஜிப்ரல்லின் ஏ-யையும் மற்றொரு புதிய ஜிப்ரல்லின் எக்ஸையும் (gibberellin X.) தனிப்படுத்தி அறிவித்தார். அதேநேரத்தில் கர்டிஸும், கிராஸும் (Curtis and Cross, 1954) ஜிப்ரல்லின் எக்ஸைப் போன்றே உள்ள ஜிப்ரல்லிக் அமிலத்தைத் (gibberellic acid) தனிப்படுத்தினார்கள். ஆனால்,



படம் 3-10

இது ஜப்பானிய ஜிப்ரல்லின் ஏ-ஐக் காட்டிலும் வேறுபட்டிருந்தது. ஜப்பானிய அறிவியல் வல்லுநர்கள் பிறகு தாங்கள் கண்டுபிடித்த பொருளை மீண்டும் பரிசோதித்தார்கள். அது மூவகை ஜிப்ரல்லின்களைக் கொண்ட ஒரு கலவைப் பொருளாக இருந்ததைக் கண்டார்கள், எனவே, அவர்கள் ஜிப்ரல்லின் ஏ$_1$ ஏ$_2$ ஏ$_3$ (gibberalline A_1 A_2 and A_3 - Takahasi et al. 1955) எனப் பெயரிட்டனர். ஜிப்ரல்லின் ஏ$_1$ ஸ்டோடோலா கண்டுபிடித்ததைப் போலும், ஜிப்ரல்லின் 3, ஜிப்ரல்லின் எக்ஸ், ஜிப்ரல்லிக் அமிலம் போன்றும் இருந்தது. டகஹாஷி (Takahashi et al, 1959) பின்பு ஜிப்ரல்லின் 4 (gibberellin 4) என்று ஒரு பொருளைத் தனிப்படுத்தியதை அறிவித்தார்.

இப்படியாகப் பூஞ்சைக் காளானின் ஜிப்ரல்லின்கள் குறைந்தது தற்போது நான்கு இருக்கின்றன. அவை பின்வருமாறு:



படம் 2•11

ஆக்ஸினின் விளைவு

நேப்தலின் அசிடிக் அமிலம் அவரை நாற்றின்மீது விளைவிக்கும் மாற்றம். வித்திலைக் கீழ்த்தண்டின்மீது பூசப்பட்ட 24 மணி நேரத்தில் ஏற்பட்ட விளைவு.

(1) ஜிப்ரல்லின் ஏ$_1$ (ஸ்டோடோலாவின் ஜிப்ரல்லின் ஏ—gibbellerin A_1 Stodola's gibberellin A.) $C_{19}H_{24}O_6$

(2) ஜிப்ரல்லின் ஏ$_2$ (gibberellin A_2) $C_{19}H_{26}O_6$.

(3) ஜிப்ரல்லிக் அமிலம் (gibberallic acid). இது ஜிப்ரல்லின் ஏ$_3$ அல்லது ஜிப்ரல்லின் எக்ஸ் (gibberellin A_3 or gibberellin X) $C_{19}H_{22}O_6$ ஆகும்.

(4) ஜிப்ரல்லின் ஏ$_4$ (gibberellin A_4) $C_{19}H_{24}O_5$

சூத்திரங்கள்

1. **Gibberellin $A_1 = C_{19}H_{24}O_6$**
2. **Gibberellin $A_2 = C_{19}H_{26}O_6$**
3. **Gibberellic acid$= C_{19}H_{22}O_6$**
4. **Gibberellin $A_4 = C_{19}H_{24}O_5$**

ஜிப்ரல்லின் சிகிச்சையால் தாவரங்களில் ஏற்படும் மிகச் சிறப்பிற்குரிய குணமாகும். ஜிப்ரல்லினைப் பயன்படுத்தும் முறை அப்படி ஏதும் கடினமானதன்று. கீழ்க்காணும் முறைகளில் ஏதேனும் ஒன்றைப் பயன்படுத்தினாலும் ஒரேவிதமான விளைவுகளே ஏற்படுகின்றன. எனவே, ஜிப்ரல்லினைப் பயன்படுத்தும் முறைகள்: (1) நீரில் கரைத்துத் தாவரத்தின்மீது தெளிப்பது அல்லது ஏதேனும் ஒரே ஒரு தனி இலைக்கு ஜிப்ரல்லினை நீரில் கரைத்தோ ஆல்கஹாலில் (சாராயத்தில்) கரைத்தோ ஒரு நுண் துளியாக (micro drop) விடுவது, (2) வேர் ஊன்றும் நிலத்தில் ஜிப்ரல்லிக் அமிலத்தைக் கரைத்துவிடுதல் என்பனவாகும். மிகவும் அதிக அடர்வுகொண்ட ஜிப்ரல்லின்தான்

வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்தும். ஆனால், எப்போதும் ஜிப்ரல்லின் நஞ்சாவதில்லை. அடர்வுகளைப் பொறுத்து ஏற்படும் விளைவுகள் மிகவும் விரிவானவை.

தண்டின் நீட்சியிலே ஜிப்ரல்லின் சிகிச்சை வளர்ச்சித் தன்மையை மாற்றுகிறது. அதனால் தாவரம் மெலிந்து மிகவும் நீளமாக வளர்ந்தாலும் வளரும் அல்லது பக்கக் கிளைகள் மிகவும் அதிகமாக வளர்த்துவதனால் புதர்போல வளர்ந்தாலும் வளரும். இவ் வுண்மையைப்பற்றிய ஓரிரு மிகச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு களும் உண்டு. பிரெய்ன் (Brain et al, 1954) என்பவர் தானி யங்களின்மீது ஜிப்ரல்லின் விளைவுகளைப்பற்றி ஆராய்ந்தார். தானியங்களில் முக்கியமாகக் கோதுமையின்மீது ஆராய்ந்தார். அதில் அவர் கண்டது கோதுமைத் தண்டின் கணுவிடை நீளம் (length of internode) அதிகாத்திருந்தது ஆகும். அதிலும் சிறப்பாக இலைகளின் நீளம் 50% அதிகரிக்கிறது என்பதே யாகும். அவர் தம் பரிசோதனையில் கோதுமைப் பயிரின்மீது பயிர் முதிருமட்டிலும் ஜிப்ரல்லின் அமிலம் 1 மிலி./0 1 மி.கி. (0·1mg/1 ml) என்ற விகிதத்தில் தெளித்தார். அதனால் கதிர் விடும் தண்டின் உயரம் சராசரி 25% உயர்ந்தது. இருப்பினும் கதிர் களின் அளவு குறைந்துவிட்டது.

ஜிப்ரல்லினுடைய விளைவு பரம்பரைக் குட்டைத் தாவரங்கள் சிலவற்றில் மிகத் தெளிவாக இருக்கிறது. குட்டைவகைப் பட்டாணித் தாவரங்களில் (dwarf variety of pisum sativum) வளர்ச்சி ஜிப்ரல்லிக் அமிலத்தினால் பெரிதும் தூண்டப்படுகிறது என்று பிரெய்னும் ஹெம்மிங்கும் (Brain and Hemming, 1955) கண்டார்கள். தண்டின் கணுவிடைப் பகுதி 200 முதல் 400 சதவீதம் வரை அதிகரிக்கிறது. இலைக் காம்பின் நீளமும் அதே அளவிற்கு அதேபோல அதிகரிக்கிறது. ஆனால், இலையின் அளவு கோதுமையிலும், மற்றைய தானியங்களிலும் பாதிப்பதுபோல அவ்வளவு பாதிப்பதில்லை. 'மன்மத' இனிப்புப் பட்டாணியில் (Cupid pea Lathyrus odoratus) அதன் அமைப்புப் புதர்போலவும், பொதுவாக மிகச்சிறிய இலைகளும் இருந்தாலும் இத் தாவரத்தை ஜிப்ரல்லிக் அமிலத்தை 0·001 மி.கி. என்ற அளவில் வாரம் ஒரு முறை என்றபடி சிகிச்சையளித்தால் மேற்கண்ட எல்லாக் குணங் களும் முழுவதுமாக மாறிவிடுகின்றன. அதனுடன் நல்லாயல் அக் குட்டைத் தாவரத்தைப் பெரிதும் வளர்க்கிறது. மேற்கண்ட விளைவுகள் அவரை வகைகளிலும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. எல்லாவகைச் சிகிச்சை முறைகளிலும் (of all treatments) கணு விடைத் தூரம்தான் அதிகரித்துள்ளது; கணுவின் எண்ணிக்

கையல்ல. ஃபின்னி (Phinney, 1956) என்பவர் ஜிப்ரல்லிக் அமிலத்தால் நான்கு மியூட்டன்ட் சோள வகைகள் (4 mutant soglam varieties) பெரிதும் வளர்வதைக் கண்டார். ஆனால், இதுபோல வேறு சில தாவரங்கள் வளர்வதில்லே.

மேற்கூறியதுபோல ஜிப்ரல்லிக் அமிலம்.பரம்பரையிலான குட்டைப் பட்டாணிகளையும் சோளங்களையும் புறத்தோற்ற அமைப்புக் கொண்ட பரம்பரையான உயரமுள்ள பட்டாணிகளையும் சோளங்களையும் ஏற்படுத்துவதற்குத் தூண்டுகிறது. மார்த் (Marth et al, 1956) என்பவர் ஜிப்ரல்லிக் அமிலத்தால் விளையும் வளர்ச்சியையும் பெருக்கத்தையும் சுமார் 49 இனவகைத் (species and varieties) தாவரங்களில் ஆராய்ந்தார். எல்லாத் தாவரங்களும் 10 முதல் 100 ppm. அளவுள்ள வேதியியல் சிகிச்சைக்குப் பதிலளிக்கின்றன, நீர் கரைத்துத் தெளிக்கப்படும் ஜிப்ரல்லிக் அமிலம் எல்லா அடர்வுகளுக்கும் அதாவது 0·1-லிருந்து 1·07 வரையிலான எல்லா அடர்வுகளுக்கும் தண்டுகளின் நீளத்தை அதிகரிக்கின்றது. அது அந்தந்தத் தாவரத்தையும் தெளிக்கும் மருந்தின் அளவையும் கொண்டு அமைகிறது.

ஜிப்ரல்லின் மருத்துவத்தால் அதிக வளர்ச்சி ஏற்படுவதை உடற்கூறு (Anatomical basis) அடிப்படையில் பாதிக்கும்போது அது பல ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பொருளாக அமைகிறது. எல்லா வகைகளிலும் ஜிப்ரல்லினுடைய விளைவு முழுவதும் செல்லின் நீட்சிக்கே சொல்லப்படுகிறது. அதுவும் எந்தச் செல்கள் இதைப் பயன்படுத்தும்போது இன்னும் நீள முடியுமோ அவைதாம் பாதிக்கப்படுகின்றன என்று பிரெய்ன் (Brain et al, 1954) கூறுகிறார்.

ஜிபரல்லின் சிகிச்சையால் தூண்டப்பட்ட செல்பிரிவுகளும் ஒருசில உண்டு. இதற்கு எடுத்துக்காட்டு லேக் (Laug, 1956) ஹையோசயாமஸ்ஸில் (Hyocyamus) நடத்திய ஒரு பரிசோதனையே யாகும். வட்ட இலேயமைப்பு (rosette leaf) ஜிப்ரல்லிக் அமில மருத்துவத்தால் (சிகிச்சையினால்) தண்டு நீண்டு வளரச் செய்த தனால் மாற்றியமைக்கப்படுகிறது.

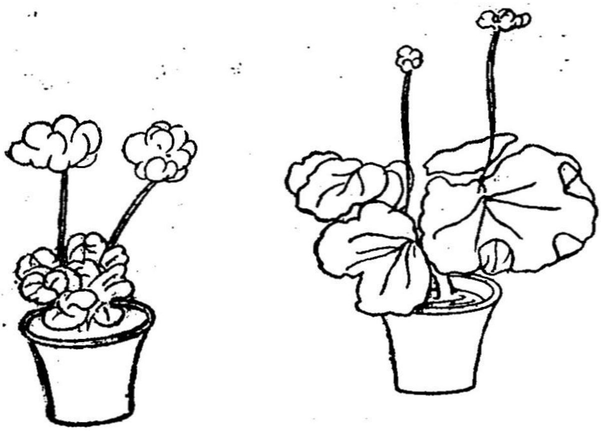
அண்மையில் டோல்பெர்ட் (Tolbert, 1960 a) தாவர வளர்ச்சிப் பொருள்களின்பிரிவைக்கொடுத்தார். ஜிப்ரல்லின் செய்கை எல்லாச் செய்கைகளிலிருந்தும் நேர் எதிராக இருந்தது. அவ்வாறான மூன்று வேதியியல் கூட்டுப்பொருள்களின் பெயர்கள் முறையே (1) (2-குளோரோ எதைல்) டிரைமீதைல் அம்மோனியம்

குளோரைடு (2 - chloroethyl) (trimethyl ammonium chloride), (2) (2-புரோமோ ஈதைல்) டிரை மீதைல் அமோனியம் புரோமைட் (2-Bromoethyl) trimethyl ammonium bromide). (3) (2,3-n புரோபைலின்) டிரைமீதைல் அம் மோனியம் புரோமைட் (2, 3-n-propyline) trimethyl ammonium bromide), மேற்கூறிய மூன்றினுள் எவையேனும் ஒன்றினால் மண்ணில் கலந்து கோதுமை அல்லது தக்காளி யின் மீது சிகிச்சை (treatment) செய் தால் அத் தாவரங்கள் மிகக் குட்டை யாகவும் தடிப்பாகவும் அடர்ந்த பசுமை நிறமுள்ள இலைகளைக் கொண்டும் வளர்கின்றன என்று டோல்பேர்ட் (Tolbert, 1960b, 1960c) கண்டுள்ளார். பரிசோதனையின் விளைவாக ஏற்பட்டதை வரைபடங்களின் மூலம் (படம் 3-12, 3-13) நன்கு அறிந்துகொள்ளலாம்.

படம் 3-12

ஜிப்ரல்லிக் அமிலச் சிகிச்சைக்குப் பின் தண்டில் வேர் தோன்றல்

ஜிப்ரல்லின் சோதனை



படம் 3-13

ஜிப்ரல்லின் சிகிச்சைக்கு முன் ஜிப்ரல்லின் சிகிச்சைக்குப் பின்

3-6. வளர்ச்சித் தாளம் (Growth rhythm): மலைப்பகுதியில் வளரும் தாவரங்களிலும், குளிர்ப்பகுதியில் வளரும் தாவரங்களிலும் இலை, தழை, தண்டு, வேர் இவைகளின் வளர்ச்சி அதாவது பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி (vegetative growth) இளவேனிற் காலத்திலும் கோடைக்காலத்திலும் உயிர்கொண்டிருக்கும். குளிர் காலம் அவைகளுக்கு ஓய்வுகாலமாகும். இவ்விதம்வளர்ச்சி ஈரமான பருவத்திலும் உலர்ந்த பருவத்திலும் ஒரே சீராக மாறிமாறித் தவறாமல் பொதுவாக (சாதாரணமாக) ஏற்படுகிறது. இவ்விதம் தவறாமல் ஏற்படும் ஆண்டின் பதம் (தாளம்) அப் பருவங்களுடன் ஒன்றாக இணைந்திருக்கின்றது. எனவே, பருவத்திற்குப் பருவம் ஏற்படும் தட்பவெப்ப மாறுதல்களினால் தாவரங்களின் வளர்ச்சி அந்தந்தப்பருவங்களின் தன்மைக்கேற்ப மாறிமாறிப் பதம்தவறாமல் ஏற்படும் நிலைக்குத்தான் வளர்ச்சித் தாளம் (growth rhythm) என்று பெயர்.

மேக்மில்லின் (Mac Millan, 1819) கண்டது என்னவெனில், தொடர்ச்சியான இருளில் வைக்கப்பட்ட உருளைக்கிழங்கினுடைய பெருக்கத்தின் அளவு ஒரே இடைவெளி கொண்டில்லாமல் இருந்தாலும், வட்டத்தின் அதிகரிப்பு ஒரே சீராக உள்ள தாளம்போல் அமைந்திருக்கிறது என்பதாகும்.

வளர்ச்சித் தாளத்தில் மாறுதல் ஏற்படக்கூடும். அவ்வித மாறுதல்கள் அகக் காரணிகளால் ஏற்படுவதைவிடப் புறக் காரணிகளால் ஏற்படுவதே மிகவும் அதிகம். எடுத்துக்காட்டாக, தாவரங்களுக்கு ஒரு பொழுதிலே கிடைக்கும் ஒளியின் நேரம் மிகுந்தாலும் அல்லது குறைந்தாலும் இத் தாளம் மாறுபடுகிறது. இங்கு ஒளி என்பதைப் புறக் காரணியன்று என்று யாராலும் மறுக்க முடியுமோ?

இவ் வளர்ச்சித் தாளம் தாவரங்களுக்கு மிகவும் இன்றியமையாதது. இது எவ்வாறெனின், இசைக்குத் தாளம் எவ்வளவு அவசியமோ, வளர்ச்சிக்கும் தாளம் அவ்வளவு அவசியம். தாளம் தவறிய இசை இசையாக இருப்பதில்லை. அது போலவே தாளம் தவறிய வளர்ச்சியும் வளர்ச்சியாக இராது. இசையில் தாளம் குறைந்தாலும் மிகுந்தாலும் இசை விகாரம் அடைகிறது. அதுபோலவே வளர்ச்சியில் தாளம் குறைந்தாலும் மிகுந்தாலும் வளர்ச்சி விகாரம் அடையும் (இயற்கைக்கு மாறாக வளரும்—abnormal growth) என்பது உண்மை.

உள்தாளம் (Endogenous rhythm): எந்த ஒரு செயல் ஒழுங்காகவும், நேரம் காலம் தவறாமலும் ஏற்படுகிறதோ அதையே

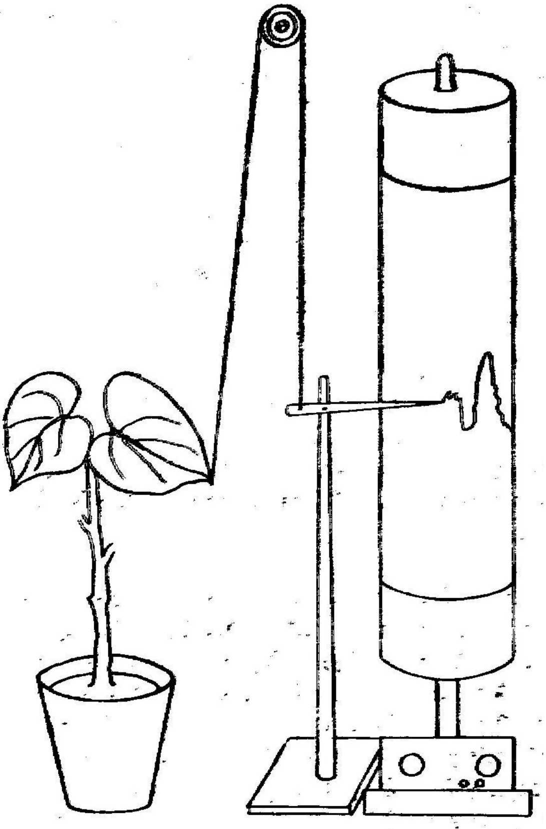
தாளம் போன்றது (periodic or rhythmic) என்று சொல்லு கின்றோம்.

புறப் பகுதியில் துருத்திக்கொண்டிருக்கும் காரணிகள் மறைந் திருக்கும் காலத்தில் உட்புறத்தில் அதிர்வு ஏற்பட்டுத் தாளம் அமைகிறது. இதையே உள்தாளம் (endogenous rhythm) எனவும் சொல்லலாம். இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாக நாம் உறக்க அசைவுகள் கொண்ட அவரையின் முதல் இலைகளை எடுத்துக்கொள்வோம். பகலிலே இவ் விலை ஏறக்குறையக் கிடை மட்டமாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் (horizontally placed). இலைக் காம்புகள் தண்டிலிருந்து விலகி விரிந்திருக்கும். இரவில் இவ் விலைகள் தொங்குத்து நிலையை அடைகின்றன. அதனுடன் இலைக் காம்புகளும் தண்டுடன் ஒட்டி அமைந்திருக்கும். இலையின் முனையை ஒரு மெல்லிய நூலால் கட்டி இந்த நூலைக் கிமோகிராஃப் உருளையுடன் (kymograph drum) இணைப்பதன் மூலமாக இந்த அசைவுகளைக் காண முடியும். ஒரு தாவரம் தொடர்ந்து இருளான, வெப்பம் நிலைப்படுத்தப்பட்ட (thermostat) அறையில் வைத்தால் இலையில் பல நாள்களுக்கு இந்த அசைவு ஏற்படும். இதை அந்த உருளை (படம் 8-14) தவறாமல் பதிவு செய்துள்ளதைக் காணலாம்.

இத் தாளத்தின் அடிப்படை என்ன? இதைப்பற்றிய ஒரு தெளிவான கருத்து நமக்கு இல்லையென்றாலும், இத் தாளத்தின் கால அளவு தட்பவெப்பத்தினின்றும் சுதந்திரமானதா? இல்லை இதனிலும் மெல்லிய வளர்ச்சி கொண்ட பல்வகைப் பிரதிநிதிகள் சாதாரணச் செல் வளர்சிதை மாற்றங்களில் தலையிடுவதால் ஏற் படுகிறதா? என்று நமக்குத் தெரியாது. இக் காரணிகள் அதிக வரையறையுடனும் அதிகச் சிக்கலுடனும் கொண்ட திட்டங்களின் தொகுப்பு ஒருகால் இத் தாளத்தை நமக்குச் சற்றே விளக்கக் கூடும்.

சில ஆராய்ச்சிகள் உள் வளத்திற்கும் ஒளிநேரத்திற்கும் ஏதோ தொடர்பு இருக்கிறது என்று கூறுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, சோயாபீன்களில் (soybeans) குறிப்பிட்ட அளவில் இலைகளின் அகத்தோன்றிய அசைவுகள் (endogenous move- ments) குறுகிய நாள் (short day) தேவையினால்தான் ஏற் படுகிறது. பொது அல்லது மைய நாளில் (neutral-day) அவ்விதக் குறிப்பிட்ட மாறுதல் ஏதும் இல்லை. அதுபோலவே நீண்ட இருள் நாள்களில் ஒளி மின்னும் கால அளவும் (light flash

duration) யைரை வளரச் செய்யவோ தடை செய்யவோ பயன்படுகின்றது.

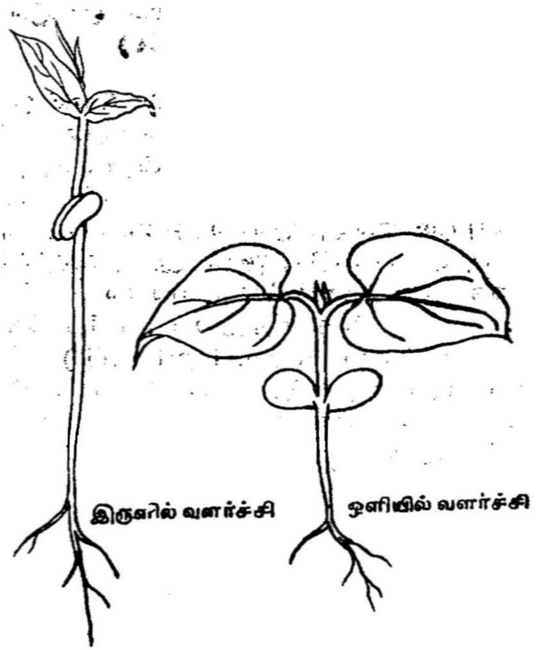


படம் 3-14

அவரை இலையின் உள் அசைவைப் பதிவுசெய்யும் விதம்

தாளங்கள் (rhythms) எல்லாவகை உயிரினங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவை நுண்ணுயிர்களிலும் (micro organisms), உயர்இனத் தாவரங்களிலும் (higher plants), உயர் இன விலங்குகளிலும் (higher forms of animals) சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றன. இவை புத்துயிர் ஊட்டக்கூடிய செய்திகளை உயிரியல் முறைகளில் (biological systems) கொடுக்கக்கூடும். இன்னும் இவைபற்றிய ஆய்வு வளர்ந்து வளம்பெறட்டும்.

3-9. :போட்டோ மார்போ ஜெனிஸிஸ் (Photo marpho genesis): மார்போ ஜெனிஸிஸின் (morphogenesis) பொருள் புறவியல் குணங்களும் வடிவங்களும் (புறவியல் வடிவங்களும் குணங்களும்) தோன்றும் விதத்தைப்பற்றி அறிவதாகும். இது வேறுபடுத்தி அறிவதனுடைய பிரச்சினையையும், அமைப்பியல் கொண்ட பெருக்கத்தையும் ஒரு முறை முதலில் வித்தியாசப்படுத்தி முடிவுபெறும் தத்துவம் கொண்ட பிரச்சினைகளையும் தன்னுள் அடக்கியதாகும். மார்போ ஜெனிஸிஸில் உள்ள அடிப்படைச் சிக்கல்களை விளக்க எண்ணற்ற உயிரியல் முறைகள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு தாவரம் வேர், தண்டு, இலை, மலர்கள் கொண்டிருக்கிறது. இரட்டைப்படை (diploid) கொண்ட குரோமோசோம்கள் மலரிலிருந்து பிரிவுற்று மகரந்தமாகவும் சூல் அணுவாகவும் மாறுகின்றன. இவை ஒற்றைப்படை (haploid) கொண்டவை.



படம் 3-15

இவை இணைந்து (fertilization) கருவுறுதல் ஏற்படுகிறது. மீண்டும் இரட்டைப்படை நிலையை ஏற்படுத்துகின்றன. அவை பிரிந்து வளர்ந்து மீண்டும் வேர், தண்டு, இலை, மலர் என மாறுகின்றன.

இந்த மாற்றங்களைச் சுற்று, புற அமைப்பியலிலும் (morphogenesis) பின்னப்பட்டிருக்கிறது.

மேற்கண்ட புற அமைப்பியலுடன் பின்னப்பட்ட புற உறுப்புகளின் பிறப்பு வளர்ப்பு ஒளியுடன் கூடியிருந்தால், அதுவே ஒளியுடன்கூடிய புற அமைப்புப் பிறப்பு வளர்ப்பாகும் (photomorpho genesis). ஃபோட்டோ மார்போ ஜெனிஸிஸின் பொருளைச் சுருக்கமாகக் கீழ்க்காணும் பரிசோதனையின் மூலமாக நன்கு அறியலாம்.

ஓர் அவரை விதையை முழு இருளில் வைத்தால், அது நலிந்த நீண்ட, புள்ளிகளில்லாத தண்டையும், வளராத குறுகிய இலைகளையும் கொடுக்கிறது. இச் செய்கை ஒளியின்மையால்தான் ஏற்படுகிறது என்பதை அதே பரிசோதனை போன்று ஓர் அவரை விதையை முழு ஒளியில் வைத்து வளர்த்தால் ஏற்படும் மாறுதல்களிலிருந்து அறிந்துகொள்ளலாம் (படம் 8-15).

இதில் ஒளியின் நிறமாலை (spectrum) கொண்டு ஆராய்ந்தறியும்போது சிவப்பு ஒளி (red far red) தண்டின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது அல்லது தடுக்கிறது என்றும், அதேநேரத்தில் இலையின் வளர்ச்சியை அதிகப்படுத்துகிறது என்றும் அறியலாம். எனவே, சிவப்பு ஒளியால் ஏற்படும் புற அமைப்புப பிறப்பு வளர்ப்பு மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். இது தாவரத்தின் வாழ்க்கையில் விதை முளைத்தலின்போது பல்வகைச் செயல்களைப் பாதிக்கிறது. மற்றும் வேர், தண்டு, இலைகள், மலர்த் தோன்றலின் முதற்பொருள் (critiation of floral primordia) இவைகளைப் பாதிக்கின்றன. இவைபற்றிய தெளிவான அறிவைப் பெற வாழ்வியல் துறைகளில் இன்னும் பற்பல ஆராய்ச்சிகள் செய்து கண்டு பிடிக்கப்பட வேண்டும்.

4. வளர்ச்சிச் சலனங்களும் வளைவுகளும்

(Growth Movements and Curvatures)

[அசைவிற்குத் தேவையான நிபந்தனைகள்—அசைவுகளின் வகைகள்—அசைவுகளின் வகைபாடுகள்—அசைவுகளின் தன்மைகள்.]

வளர்ச்சி, சலனத்தைக் கொடுக்கிறது என்பது எல்லோரும் அறிந்ததொன்றாகும். அவ்வாறான சலனங்கள் யாவை? அவை எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன? அவற்றினால் விளையும் வளைவுகள் என்னென்ன? என்பதைப்பற்றிக் கீழ்க்காணும் பகுதி விளக்குகின்றது.

உயிர்ப்பொருள்கள் யாவும் தங்களை உயிரற்ற பொருள்களிடமிருந்து பிரித்துக்காட்டுவது அசைவு (movement) என்ற குணத்தினால்தான். புரோட்டோபிளாஸம் வெளி உணர்ச்சிக்கு மிக விரைவாகப் பதிலிறுக்கிறது. இந்தத் திறமை உயிர்ப்பொருள்களில் இருப்பதால்தான் உயிரினங்கள் உணர்ச்சிக்குப் பதிலிறுக்கின்றன; தாங்கள் உயிருள்ளவை எனக் காட்டிக்கொள்கின்றன.

4-1. அசைவுக்குத் தேவையான நிபந்தனைகள் (Conditions necessary for movements): அசைவிற்குத் தேவையான நிபந்தனைகளில் முதற்கண் தேவைப்படுவது தண்ணீர். போதுமான தண்ணீர் இல்லையென்றால், உறுப்புகள் தங்கள் பணியைச் சரிவரச் செய்ய முடியா; அதனுடன் அதனால் ஏற்படும் அசைவும் ஏற்படாமல் போய்விடும். எடுத்துக்காட்டாக (1) நீர் நிறைந்துள்ள இலைத்துளைச் செல்கள் வீங்கியிருந்தால்தான் (turgid) அவை நீராவிப் போக்கையும் மூச்சுவிடுதலையும் செவ்வனே நடத்த முடியும். நீர் குறைந்து இவ்வுறுப்புகள் சுருங்கியிருந்தால் இவ்வசைவு மறைந்து செயலும் இழக்கிறது. (2) வெப்பம்; எல்லா வகை அசைவுகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில்தான் நிகழும்,

(3) ஆக்ஸிஜன்: மூச்சுவிடுதலும் ஓர் அசைவே. போதுமான காற்று (ஆக்ஸிஜன்) இல்லையென்றால் இந்த அசைவும் தடைபடும். **(4) ஹார்மோன்கள்:** ஹார்மோன்கள் இப்போது ஏராளமான வளர்ச்சியிலும் அசைவிலும் பங்கு கொள்கின்றன. **(5) களைப்பின்றி யிருப்பது:** தொடர்ச்சியான தூண்டுதல் ஒரு களைப்பைத்தான் ஏற்படுத்துகிறது. களைப்படைந்த உறுப்புகளில் எந்தப் பதிலும் காணமுடியாது. தூண்டல் துலங்கல்போன்ற செயல்களெல்லாம் மங்கியிருக்கும்.

எனவே,மேற்கூறிய ஐவகை நிபந்தனைகள் குறைவின்றி எந்தத் தாவரத்தில் இருக்கிறதோ அந்தத் தாவரத்தில் நிச்சயம் ஏதேனும் ஒருவகைச் சலனம் அல்லது அசைவைக் காணலாம்.

4-2. அசைவுகளின் வகைகள் (Kinds of movements): தாவரங்கள் பல்வேறு அசைவுகளைக் காட்டுகின்றன. அவைகளைப் பெருமளவில் வகைப்படுத்த முடியும். அவ்வகைகள் யாவும் (1) இடம் பெயர்தலினால் ஏற்படும் அசைவுகள் (movement of locomotion), (2) வளைவு அசைவுகள் (movement of curvature) என்னும் இவ் விரு பெரும்பிரிவில் அடங்கும். இவற்றைத் தனித் தனியாகப் பின்பு காணலாம்.

4-3. அசைவுகளின் வகைபாடுகள் (Classification of movements): உயிருள்ள தாவரங்களில் ஏற்படும் அசைவுகளெல்லாம் புறத்தே ஏற்படும் தூண்டுதலினாலும் அல்லது தானாகவே வளர்ச்சியின் காரணத்தினாலும் ஏற்படக்கூடும். அவ்வித அசைவிற்குத் தன்னிச்சை அசைவு அல்லது அட்டானமஸ் அசைவு (Autonomous movement) என்று பெயர். இதை ஸ்பான்டேனியஸ் அசைவு (Spontaneous movement) என்றும் வழங்குவார்கள். இதுபோலவே புறத் தூண்டுதல் காரணமாக ஏற்படும் அசைவிற்குப் பாரடானிக் அசை (Paratonic movement) என்றும் அல்லது தூண்டப்பட்ட அசைவு (Induced movement) என்றும் பெயர்.

தவிர அசைவு ஒரு தாவர உடல் முழுவதும் பரவியிருந்தால், அது இடம்பெயர்தல் (movement of locomotion) என்றும், ஏதேனும் ஓர் உறுப்புமட்டும் அசைந்தால் அது வளைவின் அசைவு (curvature movement) என்றும் வழங்கப்படும்.

இது தவிர அசைவுகளில் இயந்திரம் போன்ற அசைவு (Mechanical movement), உயிருக்கு ஆதாரமான அசைவு (Vital movement) மற்றும் வீக்கம் (Turgidity), தன்னிச்சை

அசைவு மாறுபாடு (Movement of variation) போன்ற அசைவு களும் உண்டு. மேற்கூறிய அசைவுகளின் வகைகளை அந்தந்தத் தலைப்பின்கீழ் விவரமாகவும், எடுத்துக்காட்டுகளுடனும் அறியு முன்னர் அசைவுகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்திக் கொண்டால் மிகவும் சுவையாக இருக்கும்.

தாவர அசைவுகளின் வகைபாடு II

I. இடம்பெயர்தல்

A. தன்னிச்சை அசைவு

(1) சிலியரி அசைவு
(2) அமீபா போன்ற அசைவு
(3) சுழற்சி அசைவு
(4) சுற்றோட்ட அசைவு
(5) அடுக்குச் சுற்று அசைவு
(6) அலைதல்
(7) சுறுசுறுப்பான அசைவு.

B. தூண்டப்பட்டது

(a) தூண்டல் சார்பு

(8) வேதியியல் கவர்ச்சி
(9) ஒளிக் கவர்ச்சி
(10) வெப்பக் கவர்ச்சி

II. வளையும் அசைவு

A. இயந்திர வகையிலானது

(11) நீர் ஈர்க்கும் அசைவு

B. உயிருக்கு ஆதாரமான அசைவு

(a) தன்னிச்சை, (i) மாறுபாடு கொண்டது.

(12) உப்புதல்

(a) தன்னிச்சை (ii) வளர்ச்சி அசைவு

(13) நுனிச்சுற்று இயக்கம்
(14) சுழல் இயக்கம்
(15) ஹைப்போ நாஸ்டி
(16) எபிநாஸ்டி

(b) தூண்டப்பட்டது (i) தூண்டல் சார்பு

(17) ஹைப்போஸ்டிராபிஸம்

(அல்லது)

திக்மோடிராபிஸம்.

(18) ஒளிநாட்டம்
(19) நிலநாட்டம்
(20) வெப்ப நாட்டம்
(21) வேதியியல் நாட்டம்
(22) நீர் நாட்டம்
(23) டிராமா டிராபிஸம்
(24) மின் நாட்டம்
(25) காற்று நாட்டம்
(26) ரியோ டிராபிஸம்

(b) தூண்டப்பட்டது. (ii) நாஸ்டிஸம்

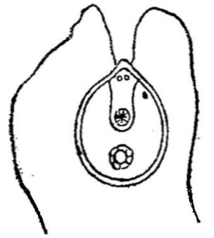
(27) செயிஸ்மோ நாஸ்டி
(28) ஃபோட்டோ நாஸ்டி
(29) தெர்மோ நாஸ்டி
(30) நிக்டி நாஸ்டி

I. இடம் பெயர்தல் (Movement of locomotion): இவ்வித அசைவுகளில் பங்கு கொள்பவை செல்லினுள் அடைபட்டிருக்கும் புரோட்டோபிளாஸம், தன்னிச்சை அசைவுகொண்ட உறை (அல்லது) போர்வையில்லாத ஒற்றைச் செல், அல்லது பல செல் உயிரிகள் (unicellular or multicellular motile organisms) மற்றும் முழு உயிரினங்களும் ஆகும். இடம்பெயர்தல் அசைவு இரு கிளைகளாகப் பிரிந்துள்ளது. அவை முறையே (1) தன்னிச்சை (spontaneous) அல்லது அட்டானமிக் (autonomic) என்றும், தூண்டப்பட்டது (induced) அல்லது பாரடானிக் (paratonic) என்றும் ஆகும்.

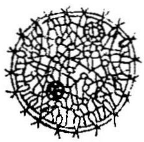
A. தன்னிச்சை அசைவு (Spontaneous movement): இதற்கு அட்டானமஸ் (autonomous) என்ற வேறு பெயரும் உண்டு. தன்னிச்சை அசைவு என்பது ஒரு புரோட்டோபிளாஸத்தின் அசைவு (protoplasm movement) அல்லது நுண் உயிரின் அசைவு (micro organic movement) அல்லது முழு உயிரணுவின் அசைவு ஆகியவைகளிடத்தே தானகத் தன் அசைவு ஏற்படுவதற்குத் தன்னிச்சை அசைவு என்று பெயர். அதாவது புறப் பகுதி

யிலுள்ள காரண காரியங்களினால் அசைவு ஏற்படாமல் தன்னு லேயே ஏற்படும் அசைவு தன்னிச்சை அசைவு ஆகும். இவ்வித அசைவு உட்காரணிகளால் ஏற்படுகிறது. இதைப்பற்றிய தெளி வான விவரம் ஏதும் அறியப்படவில்லை. தன்னிச்சை அசைவு களில் பொதுவாக ஏற்படும் சில அசைவுகளை இங்குக் காணலாம்.

(1) சிலியரி அசைவு (Ciliary movement): கிளமிடோ மோனஸ் (chlamydomonas), வால்வாக்ஸ் (volvox) போன்ற சில ஆல்காக்கள் நீரில் இங்கும் அங்கும் அலைவதற்குக் காரணம் சிலியாக்கள் தாம். இச் சிலியாக்கள் அசைவதனால் இவற்றில் சலனம் ஏற்படுகிறது. இவ்வகைச் சிலியாக்களின் அசைவேதான் சிலியரி அசைவு என்று வழங்கப்படுகிறது. சிலியரியசைவு கீழ் இனத் தாவரங்களின் (cryptogames), ஜூஸ்போர்களிலும் (zoospores), கேமீட்டுகளிலும் (gametes) கூடக் காண முடிகிறது.



கிளமிடோமோனஸ்



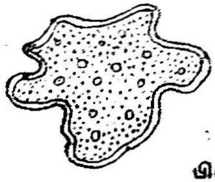
வால்வாக்ஸ்

படம் 4-1

(2) அமீபா போன்ற அசைவு (Amoeboid movement): இது இன்னொருவகை இடம்பெயரும் அசைவாகும். பிளாஸ்மோடியம் (plasmodium) எனப்படும் ஒரு பூஞ்சைத் தாவரம் செல் உறை யில்லாத ஒரு தொகுதி. அதாவது புரோட்டோபிளாஸம் உறை யில்லாமல் காணப்படும் தொகுதிதான் பிளாஸ்மோடியம். இப் பூஞ்சை (காளான்) விழும் தளத்தின் மீது மழுங்கிய பொய்க்கால்கள் போன்ற (படம் 4-2) பகுதியினால் வரைமுறையில்லாமல் நகரும். இவ்விதச்சலனத்திற்கு அமீபா போன்ற சலனம் அல்லது அமீபாய்ட் அசைவு என்று பெயர்.

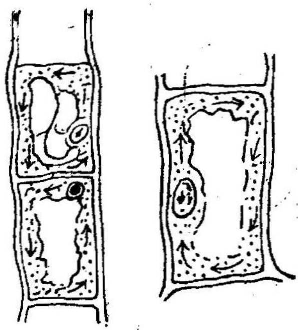
(3) சுழற்சி அசைவு (Rotation movement): பல தாவரங் களுடைய உயிருள்ள செல்களின் புரோட்டோபிளாஸம் நீரோட்டம் போன்ற அசைவை வாக்குவோலைச் சுற்றிலும் நடத்துவதைக் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக வாலிஸ்னேரியா (vallisneria)

எலோடியா (elodea) போன்ற தாவரச் செல்களில் புரோட்டோ பிளாஸம் தொடர்ச்சியான நீரோட்டம்போல் அசையும்



படம் 4-2

(படம். 4-3). ஒவ்வொரு செல்லிற்கும் இந்த நீரோட்டத்தின் குறிப்பிட்ட திசை நிரந்தரமானது. இவ்வகையான புரோட்டோ பிளாஸ அசைவைத்தான் **சுழற்சி** (rotation). என்று வழங்கு



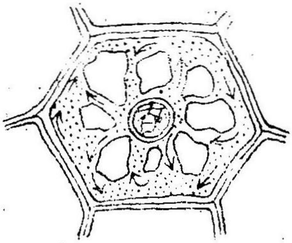
படம் 4-3

புரோட்டோபிளாஸத்தின் சுழற்சி அசைவு

கிறார்கள். இது நுண்ணோக்கியில் காண மிகவும் விந்தையாக இருக்கும்.

(4) சுற்றோட்ட அசைவு (Circulation movement): டிரடெஸ் கேன்டியா (tradescantia) என்ற தாவரத்தின் மகரந்த உரோம இழை (staminal hair) இவ்வகை அசைவைக் காட்டுகிறது. நியூக்ளியஸ் (nucleus) செல்லின்மையத்திலிருக்கிறது (படம் 4-4). அதைச் சுற்றிலும் புரோட்டோபிளாஸ இழைகள் சூழ்ந்து எண்ணற்ற வேக்குவோல்களை உண்டாக்கியிருக்கின்றன. பகுதியில் (புறப் பகுதியில்) இருக்கும் புரோட்டோபிளாஸமும் இழைகளில் இருக்கும் புரோட்டோபிளாஸமும் நீரோட்ட அசைவை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆனால், இதில் அசையும் திசை

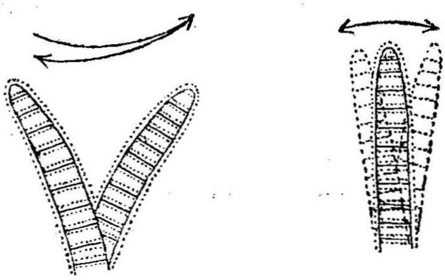
முன்னதைப் போல் நிரந்தரமானதன்று. சில வேக்குவோல்களைச் சுற்றியுள்ள புரோட்டோபிளாஸம் ஒரு திசையிலும் (வலப்பக்கமாகவும்-clockwise) மற்றும் சில வேக்குவோல்களைச் சுற்றியுள்ளபுரோட்டோபிளாஸம் மற்றொரு திசையிலும் (இடப் புறமாகவும் - anticlockwise) நீரோட்ட அசையை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வாறு ஒரு செல்லுக்குள்ளேயே சுற்றோட்டம் ஏற்படுவதற்குத்தான் சுற்றோட்ட அசைவு (circulation movement) என்று பெயர்.



படம் 4·4

டிரடெஸ்கேன்டியா என்ற தாவரத்தில் காணும் சுற்றோட்ட அசைவு

(5) அடுக்குச் சுற்று அசைவு (Cyclosis): சுழற்சியும் சுற்றோட்ட அசைவும் இணைந்ததே அடுக்குச் சுற்று அசைவு ஆகும். வாச்செரியாவில் (voucheria) புரோட்டோபிளாஸம் மையத்தில் ஒரு திசையிலும், பகுதியில் மற்றொரு திசையிலும் அசைகிறது. இதுவே அடுக்குச் சுற்று அசைவு.



படம் 4.5

ஆசிலட்டோரியாவில் அலைதல் அசைவு

(6) அலைதல் (Oscillating movement): இவ்வகை அசைவிற்குக் கடிகாரம் ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. கடிகாரத்தின் பெண்டுலம் (pendulum) இங்குமங்கும் அலைவதைப் போன்ற அசைவிற்கு அலைதல் (oscillating) என்று பெயர் (படம் 4-5). ஆசிலட்டோரியாவில் (oscillatoria) இவ்வித அசைவைக் காணலாம்.

(7) சுறுசுறுப்பான அசைவு (Brisk movement): டெஸ்மிட்கள் (desmids), டையாட்டம்கள் (diatoms) போன்ற ஒற்றைச் செல்-

ஆல்காக்களில் இவ்வகைச் சுறுசுறுப்பான அசைவை நுண்ணோக்கி யின் மூலம் காணலாம்.

I. B. தூண்டப்பட்டது (Induced movement): இந்த அசை விற்குப் பாரடானிக் அசைவு என்றும் வேறு பெயர் உண்டு. இவ்வித அசைவு சுயேச்சையான சிறு உறுப்புகள் அல்லது முழு உயிரினங்களின் அசைவு (ஒற்றைச் செல் உயிரினமாயினும்சரி பல செல் உயிரினமாயினும் சரி) புறக்காரணிகளினால் தூண்டப்படு கிறது. அவ்விதக் காரணிகள் இயற்கையில் இருக்கும் சில வேதி யியல் பொருள்களாகவோ, ஒலியாகவோ, ஒளியாகவோ, வெப்ப மாகவோ இருக்கலாம். இக் காரணிகள் தூண்டும் பொருள்களாகப் பணிபுரிகின்றன. எனவே, புறத்தூண்டுதலினால் ஏற்படுவதற்கு டாக்ஸிஸம் (Taxisms) என்று பெயர். இதனை டாக்டிக் அசைவு (tactic movement) என்றும் சொல்லலாம். தூண்டலின் தன் மையைப் பொறுத்து இவ் டாக்ஸிஸம்களை வேதியியல் கவர்ச்சி (Chemotaxis), ஒளிக் கவர்ச்சி (Phototaxis), வெப்பக் கவர்ச்சி (Thermotaxis) என்று மூவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

I.B. a. தூண்டல் சார்பு

(8) வேதியியல் கவர்ச்சி (Chemotaxis): இவ்வித அசைவு சில வேதியியல் பொருள்களினால் கொண்டுவரப்படு கிறது. சில பாக்டீரியாக்கள் (bacteria) ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கும் பகுதிக்குப்பலமாக ஈர்க்கப்படுகிறது; அல்லது ஆக்ஸிஜன் இருக்கும் பகுதிக்குஅவை விரைந்து செல்லுகின்றன. எனவே, இவைகளின் சலனத்தை ஆக்ஸிஜன் தூண்டுகின்றது. இங்கிள் மான் பரிசோதனை யில் (Englemann's experiment) பாக்டீரியாக்கள் ஒளிச்சேர்க் கையின்போது சிவப்பு-நீல நிறமாலைக்கு (spectrum) எதிர்ப் பகுதியில் ஒன்றுகூடுவதினின்றும் அவை ஆக்ஸிஜனுக்குப் பதி லிறுக்கின்றன என்று புலப்படும்.

வேதியியல் கவர்ச்சி, மாஸ், பெரணிகளின் (Mosses and ferns) ஆண் அணுக்களிலும் (sperms) அக்லியாவின் ஜூஸ்போர்களிலும் (zoospores of Achlaya) காணப்படுகின்றது. மாஸ்களின் பெண்ணியம் (archegonia of mosses) இனப்பெருக்கத்தின் போது ஆண் அணுவைத் தன்னிடம் ஈர்க்கச் சர்க்கரையைக் சுரக் கிறது. இந்த வேதியியல் பொருள்களின் (சர்க்கரையின்) கவர்ச்சியி னால்தான் ஆண் அணு பெண்ணியத்தினுள் நுழைந்து கருவுறுத்தலை ஏற்படுத்துகிறது.

அக்லியா (achlya), சேப்ரோலிக்னியாக்களின் (saprolegnia) ஜூஸ்போர்கள் அங்ககப் பொருள்களினால் ஈர்க்கப்படுகின்றது. வேக

வைத்த முட்டையின் மஞ்சள் கருவை ஜூஸ்போர் கொண்ட நீர்த் தொட்டியில் வைத்தால் ஜூஸ்போர்கள் மந்தைகள்போல் கூடி மொய்த்து அங்குச் செழித்து வளர்கின்றன.

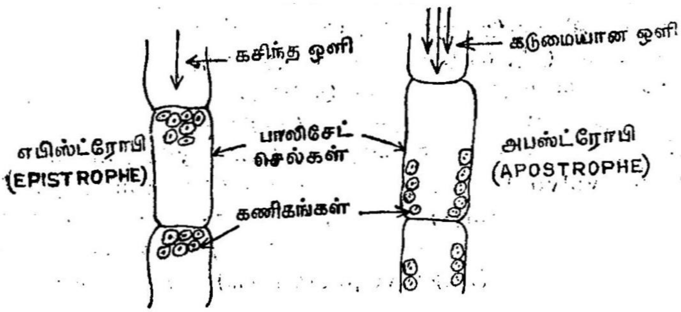
வேதியியல் கவர்ச்சியின் தனிப்பட்ட வகை ஏரோடாக்ஸிஸ் (aerotaxis) என்று வழங்கப்படும்.

(9) ஒளிக்கவர்ச்சி (Phototaxis): ஒளியினுடைய தூண்டுதலுக்குப் பதிலிறுக்கும் அசைவிற்கு **ஒளிக்கவர்ச்சி** என்று பெயர். ஆல்காக்கள் (algae) ஒளிக்கவர்ச்சிக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாக அமைகின்றன. அவை குறைந்த ஒளியுள்ள இடத்தை நோக்கி நகர்கின்றன. அதாவது, குறைந்த ஒளி ஆல்காக்களைக் கவர்கின்றது. கிளமிடோமோனஸ் (Chlamydomonas), வால்வாக்ஸ் (volvox), மற்றும் கிளாடோபொரா (chladophora), யுலோத்ரிக்ஸ் (ulothrix) போன்ற தாவரங்களும் அவைகளின் ஜூஸ்போர்களும் குறைந்த ஒளியை நோக்கி நகர்கின்றன. அவை **எதிர் ஒளிக்கவர்ச்சி (Negative photo taxis)** கொண்டவை.

ஒளிக்கவர்ச்சிக்கு மற்றொரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு என்னவென்றால் இலையிலுள்ள கணிகங்கள் (chloroplasts) மிகக் கடுமையான ஒளியில் சிதைவுறுகின்றன. ஆகையால், கடுமையான ஒளி ஏற்படுங்காலங்களில் இக்கணிகங்கள் ஒன்றன்மீது ஒன்றாகப் பக்கச் சுவர்களில் அமைகின்றன (படம் 4-6). இந்த அமைப்பு அல்லது இந்தக் கணிகங்களின் அசைவு ஆப்போஸ்டிராபி (apostrophe) என்று வழங்கப்படுகின்றது. என்றும் கசிந்த ஒளியில் இவை மேலும் கீழும் உள்ள சுவர்களின் உட்புறத்தில் அமைகின்றன. இவ்வகை அமைப்பு அல்லது கணிகங்களின் அசைவு எபிஸ்ட்ரோபி (epistrophe) என்று வழங்கப்படுகிறது.

(10) வெப்பக்கவர்ச்சி (Thermotaxis): வெப்பத்தூண்டுதலுக்குப் பதிலிறுக்கும்அசைவிற்கு **வெப்பக் கவர்ச்சி** என்று பெயர். வெப்பத்தில் மாறுபாடு காணப்பட்டால் உயிர்ப்பொருள்கள் சற்று வெதுவெதுப்பான பக்கம் நோக்கி அசைவதைக் காணலாம். திசுக்களைச் சற்றே சூடுபடுத்தும்போது புரோட்டோபிளாஸம் வேகமாகச் சுழல்வதைக் காணலாம். இதற்கு எடுத்துக்காட்டு வாலிஸ்நேரியா (Vallisneria) தாவரச் செல். இதைச் சற்றே சூடாக்கினால் செல்லிலுள்ள புரோட்டோபிளாஸம் வேகமாகச்சுற்றுவதை நுண்ணோக்கியின்மூலம் காணலாம். அதுபோலவே நீருள்ள பாத்திரத்தில் கிளமிடோமோனஸை (Chlamydomonas) விட்டுப் பாத்திரத்தைச் சற்றே சூடாக்கினால் வெப்பம் தோன்றும் பகுதியை

நோக்கி கிளமிடோமோனஸ் நகர்வதைப் பார்க்கலாம். அதே நேரத்தில் வெப்பம் அளவிற்கு அதிகமாகப் போனால் (உயிர்ப் பொருள் தாங்கும் அளவிற்கு அதிகமாகப்போனால்) கிளமிடோ மோனஸ் அதிக வெப்பப் பகுதியிலிருந்து வெளியே நீந்தி வருகிறது. இது எதிர்வெப்பக் கவர்ச்சியைக் (Negative thermotaxis) காட்டு கிறது.



படம் 4-6

பாலிசேட் செல்களில் கணிகங்களின் அசைவு காட்டப்பட்டுள்ளது

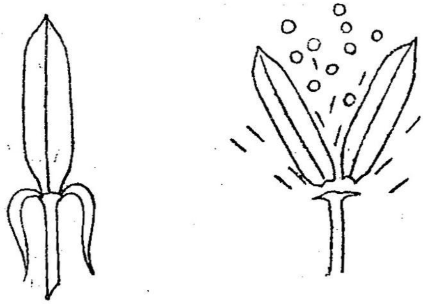
II. வளையும் அசைவு (Movement of curvature)

உயர்இனத் தாவரங்கள் நிலத்தில் நிலையாக இருப்பதனால் அவை இடம் பெயர முடிவதில்லை. என்றாலும் அவற்றின் உறுப்புகளில் ஏதேனும் ஒருவகை அசைவைக் காட்டுகின்றன. எனவே, இவ் வுறுப்புகள் அசைந்து தம் நிலையையோ திசையையோ வளைவு நெளிவுகளில் மாற்றிக்கொள்கின்றன. இவ்வாறு மாற்றிக் கொள்வது தமக்குத் தேவையான நிலையில் இருந்து தம் தொழிலைச் சாதகமாகவும், மிகுந்த திறமையுடனும் செய்யும் விதத்தில் இருக் கிறதா என்று பார்த்து மாற்றிக்கொள்கின்றன. இவ்வகை அசைவு களுக்குத்தாம் வளையும் அசைவுகள் (Curvature movements) என்று பெயர். இவை உயிருடன் கலந்திருந்தால் உயிருக்கு ஆதாரமான அசைவு (Vital movement) என்றும் வழங்கப் படும். பிந்திய விளைவு மேலும் தன்னிச்சையாக ஏற்படும் அசைவு (Spontaneous or autonomous) என்றும், தூண்டுதலினால் ஏற்படும் அசைவு (Induced or paratonic movement) என்றும் இரண்டு வகைப்படும். இவைகளின் நுண்பிரிவு ஆங்காங்கே வகைப்படுத் தப்பட்டு விளக்கப்பட்டுள்ளது.

II. A. எந்திர வகையிலான அசைவு (Mechanical movement) : எந்திர வகையிலான அசைவு தாவரங்களின் உயிரற்ற உறுப்புகளில் காணப்படுகிறது. இந்த எந்திர வகையிலான அசைவு காய், கனிகள், விதைகள், மற்றும் ஸ்போர்கள் வெடித்துச் சிதறிப்பரவுதலைச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். இன்னும் சில தாவரங்களில் இவை சுருண்டுவிடுகின்றன. எனவே, உயிர்ப்பொருள்களோ உறுப்புகளோ பங்கேதும் கொள்ளாமலும் அதேநேரத்தில் தாவரத்தின் சில உயிரற்ற உறுப்புகள் பங்குகொண்டும் நிகழ்த்தும் அசைவே எந்திரவகையிலான அசைவு என்று வழங்கப்படுகிறது. இவற்றில் வெடித்தல் (bursting), சுருளுதல் (rolling) என்ற இருவகையைக் காண்போம்.

(11) நீர் ஈர்க்கும் அசைவு (Hygroscopic movement)

வெடித்தல் (Bursting) : வெடித்தலுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு எல்லா வெடிகனியுமேயாகும். இவற்றில் சிறப்பாகச் சொல்லப்படுவது ரூயெல்லாவின் (ruella) கனி. இக் கனி நீரை உறிஞ்சுவதால் வெடித்துச் சிதறுகிறது (படம் 4-7). இதுபோலவே பெரணிகளின் ஸ்போராஞ்சியமும் (Sporangium of ferns) வெடித்து ஸ்போர்மணிகளைப் பரப்புகிறது.



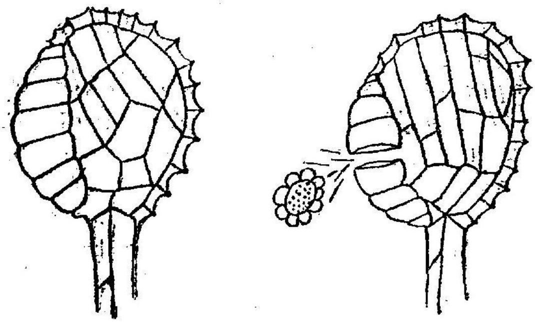
படம் 4-7

ரூயெல்லாக் கனி வெடித்தல்

பிளாக்ஸ் (Plox), பார்லேரியா (Barleria) போன்ற தாவரங்களின் கனிகள் உலர்ந்தவுடன் வெடித்துவிடும்.

சுருளுதல் (Rolling) : சிலவகைத் தாவரங்களில் குறிப்பாகச் சிலவகைப் புற்களில், இலைகளின்மீது நீர் பட்டால் அவை சுருண்டுவிடும். அவை உலர்ந்தால் மீண்டும் விரிந்து எப்போதும்போல் நீண்டுவிடும். இவ்வித அசைவு நீருடன் தொடர்புகொண்டிருக்

தலைக் காட்டுகிறது. எனவே, இதற்கு நீர் ஈர்ப்பு அசைவு (Hygroscopic movement) என்று பெயர்.



படம். 48

ஸ்போராஞ்சியம் வெடித்தல்
எந்திர வகையிலான அசைவு

எனவே, எந்திர வகையிலான அசைவு நிச்சயமாகத் தண்ணீருடனே ஈரத்துடனே ஒரு நிச்சயமான உறவுகொண்டிருக்கிறது என்று தெரிகிறது. இவ் வுறவு ஈரத்தைப் பெறுவதாலோ ஈரத்தை விட்டுவிடுவதாலோ தெளிவாக ஒருவித அசைவை ஏற்படுத்துகிறது என்பது மேற்கண்ட அசைவுகளிலிருந்து புலனாகிறது.

II. B. **உயிருக்கு ஆதாரமான அசைவு (Vital movement):** உயிருக்கு ஆதாரமான அசைவு என்னவெனில், தாவரங்களில் ஏற்படும் அசைவு உயிருடன் ஒன்றியோ வளர்ச்சியுடன் ஒன்றியோ காணப்படும் அசைவாகும். இவ்வித அசைவுகளைத் **தன்னிச்சையாகத் தோன்றும் அசைவு** (Spontaneous or autonomous movement) என்றும், **தூண்டப்படுவதனால் தோன்றும் அசைவு** (Induced or paratonic movement) என்றும் இருவகைப் படுத்தலாம். இவை உட்பிரிவில் ஆங்காங்கே விளக்கப் பட்டுள்ளன.

B. (a) i **மாறுபடும் அசைவு** (Movement of variation): மாறுபடும் அசைவு பருவமடைந்த உறுப்புகளின் அசைவாகும் (Movement of matured organs). இது அந்தந்த உறுப்புகளை ஆக்கிய செல்களின் வீக்கத்தில் (turgidity) ஏற்படும் மாறுபாட்டால் விளைவதாகும். தன்னிச்சையாக மாறுபடும் அசைவு அரிது

எனவே, பெரும்பாலும் புறத்தூண்டுதலினால் மாறுபடும் அசைவு ஏற்படுகிறது எனினும் தன்னிச்சையாக மாறுபடும் அசைவு நாடித் துடிப்பாகக் (Pulsation) காணப்படுகிறது. அதாவது டெஸ்மோடியம் கைரன்ஸ் (Desmodium gyrans—Indian Telegraphic plant) என்னும் தாவரத்தில் சிற்றிலைகள் இரண்டு உயர்ந்தும் வீழ்ந்தும் நாடி துடிப்பதுபோல அசைகின்றன. பொதுவாக இவ் விரு சிற்றிலைகள் (leaflets) காலையிலிருந்து மாலைவரை கதிரவன் ஒளிகிடைக்கும் மட்டும் உயர்ந்தும் தாழ்ந்தும் அசைகின்றன. இவ்வகை அசைவிற்குத்தான் மாறுபடும் அசைவு (Movement of variation) என்று பெயர்.

(12) உப்புதல் (Turgor movement) : இவ்வகை அசைவு சில தாவர உறுப்புகளின் செல்களினுடைய வீக்கம் மாறுபடுவதால் ஏற்படுகிறது. பொதுவாக இலையினுடைய பல்வினஸ் (pulvinus) ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. வீக்க அசைவு மிகவும் வேகமாகவும் அடிக்கடியும் ஏற்படக்கூடும். இவ் வசைவு தன்னிச்சையாகவோ (spontaneously) தூண்டுதலினாலோ (induced) ஏற்படக்கூடும். எல்லா இலைகளிலுள்ள இலைத்துளைகளும் திறந்து மூடுவது இந்த வகை அசைவினால்தான். டர்கார் - டர்ஜிடிடி (Turgor-turgidity) வீக்கம் அதிகமாக இருந்தால் இலைத்துளைகள் அதிகமாகத் திறந்திருக்கும். டர்ஜிடிடி அதிகமாக இருத்தல் என்பது இலைத்துளையைக் காக்கும் செல்கள் காப்பு செல்கள் (Guard cells) செல்திரவம் நிரம்பி உப்பியிருக்கவேண்டும் என்பதே. (டர்கார்) வீக்க அசைவு இன்றேல் நீராவிப்போக்குத் தடைபடும். எனவே இவ் வசைவு தாவரங்களுக்கு அத்தியாவசியமானது.

B. a. (ii) வளர்ச்சி அசைவு (Growth movement) : வளர்ச்சி அசைவு என்பது வளரும் உறுப்புகளின் அசைவே ஆகும். உறுப்புகளின் பல்வேறு பக்கங்களின்மேல் சமனில்லாத வளர்ச்சி ஏற்படுவதால் இவ்வித அசைவு ஏற்படுகிறது. வளர்ச்சிஅசைவுகள் பலவகைப்படும். அவை பின்வருமாறு:

(13) நுனிச்சுற்று இயக்கம் (Nutation): சில படர்கொடிகளில் இவ்வகை அசைவைக்காணலாம் (படம் 4-9). இவ்வகை அசைவு மிகவும் மெதுவானது. படர்கொடிகளில் இருபுறமும் ஏற்படும் வளர்ச்சியை ஒப்பிட்டுப்பார்க்கையில் ஒரு நேரத்தில் தண்டின் ஒரு புறம் வேகமாகவும், மறுபுறம் மெதுவாகவும் ஏற்படும். இதனால் தண்டின் நுனி ஒரு பக்கத்திலிருந்து மறுபக்கம் அசையும். இதன்படி தண்டு நீளும்போது ஜிக்ஜாக் (zigzag) விதத்தில் அசையும்.

இவ்வித அசைவிற்கு நுனிச்சுற்று அசைவு (nutation) என்று பெயர்.

படம் 4-9
அவரைக் கொடியின் நுனிச்சுற்று இயக்கம்

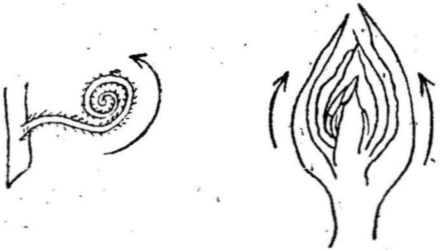
(14) சுழல் இயக்கம் (Circumnutation) : வளர்ச்சி தண்டைச்சுற்றிலும் கடக்கக்கூடுமானால் பிறகு இது ஓர் அவரைக்கொடி சுற்றுவது போலத் திருகாக அமையும். இவ்வகை அசைவே **சுழல்இயக்கம் (Circumnutation)** என்று வழங்கப்படுகிறது.

(15) ஹைப்போ நாஸ்டி (Hyponasty) : இது மற்றொரு வகை அசைவு வளர்ச்சியோடு தொடர்பு கொண்டது ஆகும். பெரும்பான்மையான இளம் இலைகள் இவ்வித அசைவைக் காட்டுகின்றன. இவற்றில் ஆரம்பநிலையில் வளர்ச்சி கீழ்ப்புறம் மிகவும் வேகமாக இருக்கிறது. ஆகையால். இலைகள் சுருண்டிருக்கின்றன; அல்லது மேல் புறம் ஒட்டியிருக்கின்றன. இவ்வகை அசைவுதான் **ஹைப்போநாஸ்டி (Hyponasty)** என்று வழங்கப்படுகிறது. இவ்வகை அசைவைப் பெரணி இலையிலும் (fern-frond) இளம் குருத்திலும் (படம் 10) காணலாம்.

(16) எபிநாஸ்டி (Epinasty) : முன் சொல்லப்பட்ட வகையில் வளர்ந்த இலைகளில் வளர்ச்சி மேற்புறமாகவும் மிகவும் வேகமாகவும் நடைபெறுவதால், சுருண்ட அல்லது ஒட்டிய இலைகள் விரிந்து நிமிர்கின்றன. இதுதான் **எபிநாஸ்டி (Epinasty)** என்று வழங்கப்படுகிறது. இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு பெரணியின் இலைகள் நிமிர்வதாகும்.

II.B. (b) தூண்டப்பட்டது (Induced or paratonic): உயிருக்கு ஆதாரமான அசைவுகளில் தூண்டுதலினால் ஏற்படுவதும் ஒரு வகையாகும். தாவர உறுப்புகளின் அசைவுகள் புறக்காரணிகளால் தூண்டப்படுகின்றன, அதாவது புறக்காரணிகள் தூண்டும் பொருளால் செயலாற்றுகின்றன. இவ்வாறு தூண்டும் பொருள் (1) தொடுதல் (Contact), (2) ஒளி (Light), (3) ஈர்ப்பு (Gravity), (4) வெப்பம் (Temperature), (5) சில வேதியியல் பொருள்கள்

(certain chemical substances). (6) ஈரம் (Moisture). இவ்வகையில் ஏதேனும் ஒன்ருக இருக்கலாம். தூண்டப்படுதலினுல் ஏற்படும் அசைவை டிராபிக் (Tropic), நாஸ்டிக் (Nastic) என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.



படம் 4-10

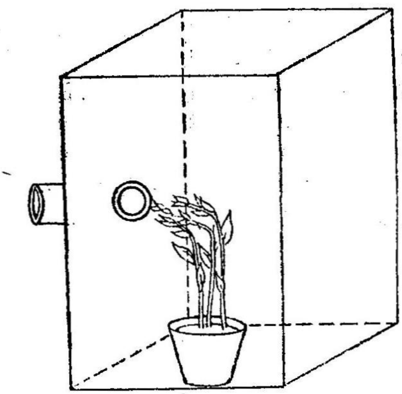
ஹைப்போ நாஸ்டி

II. B. (b-i) தூண்டல் சார்பு (அ) டிராபிக் (ஆ) டிராபிஸம் (Tropic movements or tropisms) : தூண்டல் சார்பு அசைவுகளெல்லாம் தூண்டல் கவர்ச்சி (Taxisms) போன்றதே. அவை எப்பொழுதும் ஒரு திசை நோக்கியே அமையும். அதாவது வளரும் திசை தூண்டும்பொருளைக் காட்டும்; அல்லது தூண்டல் பயன்படுத்தும் திசையிலேயே அமையும். அதனுல் உறுப்புகள் தூண்டலை நோக்கியோ விட்டுவிலகியோ நகரும். தூண்டலின் தன்மை தொடுதல் மற்றும் ஒளி போன்றுள்ளதே. இவைகளின் வகைகள் பின்வருமாறு :

(17) ஹேப்டோடிராபிஸம் (Haeptotropism) : இது அந்நியப் பொருள் (foreign body) ஏதாவது ஓர் உறுப்பைத் தொடுவதால் ஏற்படும் அசைவு ஆகும். இதையே ஹேப்டோடிராபிஸம் (Haptotropism) எனக் கூறுகிருர்கள். சுற்றிப்படரும் கொடிகள் இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. அந்நியப் பொருளுடன் உறவுகொள்ளும்போது இவ்வுறுப்புகளின் உணர்வு மிகுகின்றது. ஆனுல், இதனுல் ஏற்படும் வினைவு மெதுவானது. ஆகையால், ஓர் அசைவை ஏற்படுத்தவேண்டின் நீண்ட காலம் ஒட்டிக்கொண்டிருக்க வேண்டும். இவ்வகை உறுப்புகள் ஏதேனும் ஓர் ஊன்றுகோலையோ கடினமான பொருளையோ அணுகும்போது, அணுகிய இடத்திலுள்ள வளர்ச்சி தடுக்கப்படுகிறது; அதே நேரத்தில் மறுபுறம் தொடர்ந்து வளர்கிறது. இதன் வினைவாக அந்த உறுப்புகள் மெதுவாக அந்தப் பொருளைச் சுற்றிக்கொள்கின்றன. இது

தான் ஏறுகொடியின் இயங்குதிசையாகும். டையாஸ்கோரியா அலேட்டா (Dioscoria alataie ei white yam) என்ற ஏறுகொடி இடமிருந்து வலமாக (clockwise) சுற்றும். மற்றும் சில தாவரங்களின் உறுப்புகள் வலமிருந்து இடமாகச் (anticlockwise) சுற்றும். இத் திசையை வலுக்கட்டாயமாகச் செயற்கையாக மாற்றினால் வளர்ச்சி சிதைப்படுத்தப்படுகிறது. ஹேப்டோடிராபிஸம் இலைநுனி பற்றுக்கம்பியிலும் (Tendrillar leaf tip eg. gloriosa) இலைக்காம்பிலும் (Petiole-eg. clematis) காணப்படுகின்றன.

(18) ஒளி நாட்டம் (Heliotropism or phototropism): தாவர உறுப்புகளின் அசைவு ஒளியினால் அல்லது ஒளிக்கதிர்களால் நிர்ணயிக்கப்பட்டால், அதை ஒளி நாட்டம் என்று சொல்கின்றோம். இதனை ஃபோட்டோடிராபிஸம் என்றும், ஹெலியோடிராபிஸம் என்றும் கூறுவர். சில உறுப்புகள் ஒளியை நோக்கி அல்லது ஒளியின் பக்கமாக வளர்கின்றன. இது நேர் ஒளிநாட்டம் (Positively heliotropic) என்று வழங்கப்படுகிறது. இன்னும் சில



படம் 4-11

நேர் ஒளிநாட்டம
ஒளிநாட்ட அறைப் பரிசோதனை

உறுப்புகள் ஒளியைவிட்டு விலகி வளரும். இது எதிர் ஒளி நாட்டம் (Negatively heliotropic) என்று வழங்கப்படுகிறது. நேர் ஒளிநாட்டம் தண்டுப்பகுதியிலும், எதிர் ஒளிநாட்டம் வேர்ப் பகுதியிலும் ஏற்படுகிறது. இலைகள், கிளைகள் குறுக்குவிட்ட ஒளி நாட்டத்தில் (Diageotropic) வளர்கின்றன. நேர் ஒளிநாட்டம்

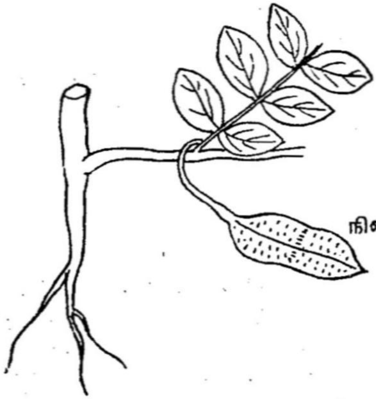
குறிப்பாக இளம்நாற்றுகளில் காணலாம். ஒளிநாட்ட அறையில் (Phototropic chamber) நாற்றுகளை வளர்ப்பதன்மூலம் (படம் 4-11) இதனை நிரூபிக்கலாம்.

ஒளிநாட்ட அறையில் ஒரே ஒருபுறம் மட்டிலும் ஒரு சிறிய துவாரம் உள்ளது. ஒளி இந்தத் துவாரத்தின் மூலமாகத்தான் உள்ளே விழமுடியும். எனவே, உட்புறம் ஒரு பூந்தொட்டியில் வளரும் நாற்றுகளைச் சில நாள்களுக்குப் பிறகு பார்த்தால் ஒளி வரும் துவாரத்தை நோக்கி வளைந்து வளர்ந்திருக்கும். இதனால் தண்டுத் தொகுதியில் நிச்சயமாக வளைவுநாட்டம் ஏற்படுகிறது எனத் தெரிகிறது.

அநேகத் தாவரங்களின் இலைப்பரப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட விதத்தில் அமைந்திருக்கும். இதுவே இலை மொசைக் (Leaf mosaic) என்று வழங்கப்படுகிறது. இதில் ஓர் இலை மற்றோர் இலையை மறைக்காது. எல்லா இலைகளுக்கும் ஏறக்குறையச் சமமாக ஒளி கிடைக்கும்படி அவற்றின் விளிம்புகள் அமைந்திருக்கின்றன. போர்டுலாகாத் (Portulaca) தாவரத்தில் இலையின் பரப்புகள் கிழக்கு மேற்காகவும் இலையின் விளிம்பு தெற்கு-வடக்காக வும் அமைந்திருக்கும். இவை கடுமையான பகலில் சூரிய ஒளியி லிருந்து தங்களைப் பாதுகாக்க அமைந்துள்ள ஒரு சாதனம் ஆகும். எண்ணற்ற மலர்கள் நேர் ஒளிநாட்டத்தைக் காட்டுகின்றன. சூரியகாந்தி மலரின் முகம் (Face of the sun-flower) எப்பொழு தும் சூரியனை நோக்கியே காலையில் கிழக்கு முகமாகவும் மாலையில் மேற்கு முகமாகவும் பார்த்துக்கொண்டிருக்கும். இவ்வித அசைவு எதனால் ஏற்படுகின்றது என்றால், பூமஞ்சரியின் காம்பு சூரிய ஒளியு டனே நாள் முழுவதும் நகர்வதால் காலையில் கிழக்கிலிருந்து மாலை யில் மேற்காகத் திரும்புகின்றது.

ஒளிஉணர்வு (Photoperception) : வெப்பத்தினாலும் ஒளியின் உக்கிரத்தினாலும் (light intensity) மற்றும் உள்ள புறக்காரணிகள் அகக்காரணிகள் ஆகியவைகளின் செல்வாக்கினாலும் ஏற்படுகிறது. ஆகையால் ஓட் (oats) கருத்தண்டு உறை குறைந்த ஒளியில் நேர் ஒளிநாட்டமாகவும் கடுமையான ஒளியில் எதிர் ஒளிநாட்ட மாகவும் இருக்கின்றது. இந்தக் காரணத்தினால் நிழல்தாவரங்கள் ஒளித்தாவரங்களைவிட ஒளிநாட்டத்தூண்டுதலுக்கு மிகவும் உணர்ச்சி வயப்பட்டதாக இருக்கின்றன. சில வேலைகளில் ஒளித் தாவரத்தினுடைய ஒளிநாட்டப் பதிலிறுக்கும் தன்மை தாவரத்தின் வளர்ச்சிப் பெருக்கத்தில் மாறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, கடலையில் (groundnut) நேர் ஒளிநாட்டமாக இருக்கும் மலர்க்காம்பு

கருவுறுத்தலுக்குப்பின் எதிர் ஒளிநாட்டமாக மாறுகிறது. (படம் 4-12). இது கனிகளை நிலத்திற்குள் கொண்டுசெல்லவும் அங்கு விதைகள் முளைக்கவும் துணைபுரிகின்றது.



படம் 4-12

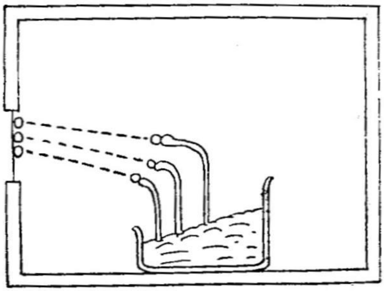
எதிர் ஒளிநாட்டம்

ஒளிநாட்டப் பதில்கள் எந்தவிதத்திலும் பசுங்கணிகங்களோடு (chlorophyll) தொடர்புடையவை அல்ல, அநேகப் பூஞ்சைக் காளான்கள் ஒளி உணர்ச்சி மிக்கதாக இருக்கின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, பைலோபோலஸ்ஸின் (pilobolus) நேரான ஸ்பொராஞ் சியோபோர்கள் (sporangiophores) நேர் ஒளி நாட்டமுடையவை. இவ் வளரும் பூஞ்சையை ஒளிநாட்ட அறையில் வைத்தால் ஒளி நாட்ட வளைவு விரைவில் ஏற்படுகிறது. ஸ்பொராஞ்சியோ போர்களின் கும்ழ் போன்ற முனை ஒரே சீராக ஒளிவரும்சாளரத்தை நோக்கி வளர்ந்திருக்கும் (படம் 4-13). ஸ்பொராஞ்சியோபோர்கள் வெடித்தால் மிகத்துல்லியமாக ஸ்போர்கள் சாளரத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் கண்ணாடித் தட்டின்மீது விழுந்திருக்கும்,

ஒளிநாட்ட வளைவுகளின் காரணம் இப்போது ஹார்மோன் களின் (harmones) அடிப்படையில் விளக்கப்படுகிறது. அதற்கு முன்பாக ஒருபக்கமாக விழும் ஒளியினை நீக்குவதால் என்ன ஏற்படு கின்றது எனக் காணலாம்.

ஒருபக்கமாக விழும் ஒளியை கிளினோஸ்டாட் (klinostat) என்னும் பொறியில் வைப்பதால் நீக்கிவிடலாம். இப் பொறி

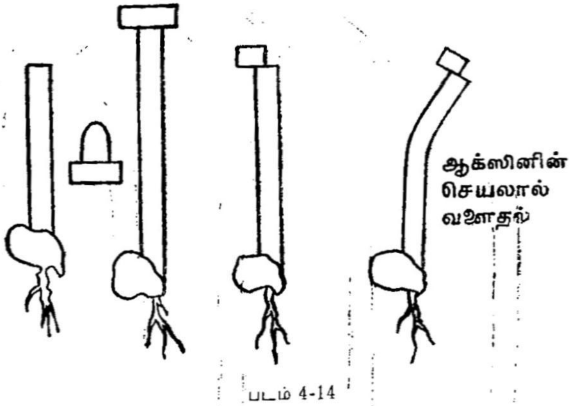
கடிகாரம்போல இயங்குகிறது. இதில் ஒரு சிறிய தொட்டித் தாவரத்தை வைத்து இயங்கச்செய்தால் பூந்தொட்டி இடைவிடாது



படம் 4-13

ஒளிநாட்டத்தின் விளைவு; ஸ்போர்கள் சாளரத்தட்டில் விழுதல்

சுழன்றுகொண்டிருக்கும். ஒளியை நோக்கியிருக்கும் நுனிக்குருத்திற்கு இதனால் எல்லாப் பக்கங்களிலும் ஒளிகிடைக்கப்பெற்று எல்லாப்பக்கங்களிலும்ஒளிநாட்டம்ஏற்படுகிறது(படம்4-15).ஆகவே நுனிக்குருத்து எந்தப் பக்கமும் வளையாமல் நேராக வளர்கிறது.

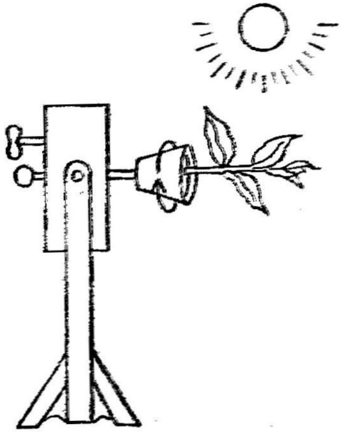


படம் 4-14

ஆக்ஸினின் செயலால் வளைதல்

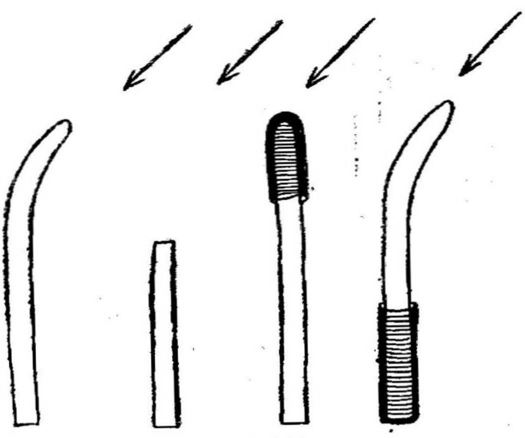
ஒளிநாட்டம் ஊக்குவிக்கப்பட்ட தண்டிலே ஆக்ஸினின் (auxins) சமமில்லாப் பங்கீட்டினால்தான் ஏற்படுகிறது என்று சொல்லலாம். ஒளி உணரும் பகுதியில் ஆக்ஸின் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுக் கீழ்நோக்கிச் செல்கிறது. நிழலுள்ள பகுதியில் அதிக

ஆக்ஸின் ஏற்படுகிறது. இதன் காரணமாக ஒளிப்பகுதியில் ஒரு வளைவு ஏற்படுகிறது. (படம் 4-14).



படம் 4-15

கிடைமட்டத்தில் கிளினோஸ்டாட். கிளினோஸ்டாட் சுற்றிக்கொண்டிருக்கிறது; ஒளி எல்லாப் பக்கங்களிலும் விழுகிறது.



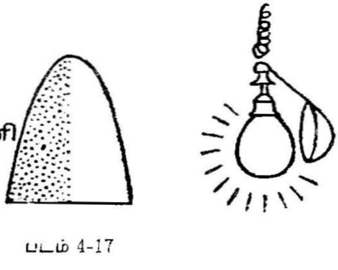
படம் 4-16

மூடப்படாத குருத்து முனை ஒளியை நோக்கி வளர்கிறது

ஆக்ஸினின் சமமில்லாப் பங்கீடு இரண்டு காரணங்களால் ஏற்படுகிறது. அதில் முதலாவது கடினமான ஒளி (strong light) ஆக்ஸின் உற்பத்தியை ஒளியூட்டப்பட்ட பகுதியில் தடுத்து

நிறுத்துகிறது. இரண்டாவது காரணம் ஒளியூட்டப்பட்ட பகுதியி லிருந்து ஆக்ஸின் கோணலாக நிழலுள்ள பகுதிக்குச் செல்வது. மேலும், ஒளி செல்களின் உணர்ச்சியைக் குறைக்கிறது; அல்லது ஒளி ஆக்ஸினுக்குச்செல்களின் உணர்வைக் குறைக்கிறது. அதனால் ஒளியூட்டப்பட்ட பகுதியில் செல்களின் வளர்ச்சி நிறுத்தப்படு கிறது.

ஆக்ஸினின் அடிப்படையிலான கொள்கைகள் ஒளிநாட்டத் தில் பல்வகைச் சோதனைகளினால் உறுதிசெய்யப்பட்டுள்ளது. கருத் தண்டு உறை நீக்கப்பட்டால் ஒளியுள்ள பகுதிக்கு உணர்வில்லாமல் போய்விடுகிறது. வெட்டிய பகுதியைஅந்தக்கட்டையின்மீது(stump) மீண்டும் வைத்தால் ஒளிநாட்டத்திற்குப் பதிலிறுக்கிறது. இப் பரி சோதனையை வேறுவேறு தாவரக் குருத்து உறைகளை மாற்றிமாற்றி வைத்தபோதிலும் நேர் ஒளிநாட்டம் ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு குருத்தை வெட்டி இடையிலே ஒரு ஜெலாட்டின் தாள் (gelatin sheet) வைத்தால்கூட நேர் ஒளிநாட்டம் ஏற்படுகிறது. இதனால் நாம் அறிவது என்னவென்றால், ஒளி உணரும் இடங்களில் ஒரு வேதியியல்பொருள் தோன்றிக் கீழ்நோக்கிச் செல்கிறது. இப் பொருள் ஜெலாட்டின் தாளிலும்கூடக் கசிந்து செல்லக்கூடியது. எனவே, மேற்கண்ட பரிசோதனையினால் நமக்கு விளங்குவது ஊக்குவிக்கப்பட்ட தண்டில் ஆக்ஸினின் சமமில்லாப்பங்கீட்டினால் தான் ஒளிநாட்டம் ஏற்படுகிறது. அதன் விளைவாக ஒளி வரும் திசையில் அதாவது ஒளியைநோக்கித்தண்டுத்தொகுதி வளர்கிறது.

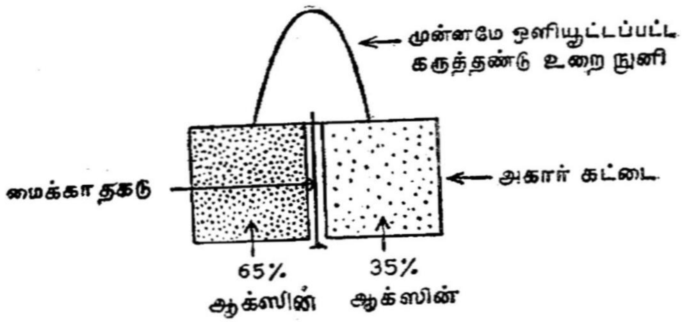


படம் 4-17

F. W. வென்ட் செய்த பரிசோதனை

எஃப். டபிள்யூ. வென்ட் (F.W.Went) என்ற மேதை ஒரு சுவை யான பரிசோதனையைச் செய்தார். கருத்தண்டு உறையை அவர் ஒரு பக்கமாக ஒளியூட்டச் செய்து பிறகு வெட்டியெடுத்து மைக்கா வினால் (mica) பிரிக்கப்பட்ட இரண்டு அகார்க் கட்டிகள்மீது (படம் 4-17, 4-18) அதாவது இருளில் இருந்த ஒரு பாதி ஓர் அகார்க்கட்டியின்மீதும் ஒளியில் இருந்தமற்றொரு பாதியை மற்றோர்

அகார்க்கட்டியின்மீதும் வைத்தார். பிறகு இந்தக் கட்டிகளை வேறுபட்ட ஸ்டம்ப்மீது இருளில் வைத்தார், எதிர்வளர்ச்சி



படம் 4-18

F.W. வென்ட் செய்த பரிசோதனை: ஒளியூட்டப்பட்ட கருத்தண்டு உறை நுனியை வெட்டி எடுத்து அகார்க்கட்டியின்மீது வைத்தால் எந்தப்பகுதி அதிக ஆக்ஸின் கசிகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது

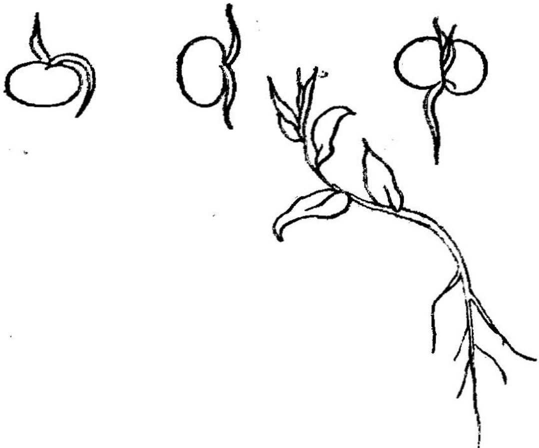
வளைவுகள் ஏற்பட்டன. இதனால் ஆக்ஸின், அகார்க் கட்டிக வடிந்திருக்க வேண்டும் என்பது உண்மையாகிறது. ஒளியூட் பட்ட கருத்தண்டு உறையின் பகுதி அதிக வளர்ச்சி வளைவை படுத்துகிறது. எனவே, நிழற்பகுதியில் அதிக ஆக்ஸின் வடிந் திருக்க வேண்டும் எனத் தோன்றுகிறது. அளவீட்டு முறையில் அளவிடும்போது (Quantitative measurement) முன்னம் கருத் தண்டு உறையில் இருந்த ஆக்ஸின் இப்போது அங்கு இல்லை யென்றும், ஒளியில் இருந்த பகுதியைக் காட்டிலும் இருளில் இருந்த பகுதி அதிக ஆக்ஸினைப் பெற்றிருக்கிறது என்றும், அதனால் அதன் கீழ் வைக்கப்பட்டுள்ள அகார்க்கட்டியில் இருள்பகுதிக்குக் கீழே வைக்கப்பட்ட கட்டியில் அதிக அளவு ஆக்ஸின் வடிந்திருக்கிறது என்றும் தெரிகிறது. இருளில் வைக்கப்பட்ட கருத்தண்டு உறை யிலே ஆக்ஸின் ஒருசீராகப் பரவியிருக்கிறது. மீண்டும் இந்த ஆக்ஸினைப் பகிர்ந்தளிக்கும்போது ஒளியின் செயலால் வேறுபடு கிறது. அதன் காரணமாகப் பகிர்ந்தளிப்பு ஒருசீராக அமைவ தில்லை.

(19) நிலநாட்டம் (Geotropism): வேர், தண்டு ஆகிய வற்றின் புவிஈர்ப்பு விசையை நோக்கியது **புவிநாட்டம்**(Geotropism) ஆகும். புவிஈர்ப்பு விசை தாவரத்தின் எல்லாப்பகுதிகளிலும் ஒரே திசையில் செயற்பட்டாலும் வேர், தண்டு ஆகியவற்றின் செயல்கள்

முற்றிலும் மாறுபட்டவை. ஆணிவேர் (taproot) நேர் நிலநாட்டம் (positively geotropic) உடையது; அதாவது புவிமையம் நோக்கி வளர்கிறது, முதல் தண்டு இவ் விசைக்கு எதிராக வளர்வதால் அது எதிர் நிலநாட்டம் அல்லது எதிர் புவிநாட்டம் (Negatively geotropic) உடையது. கிளைவேர்களும் மற்றைய வேர்களும் ஈர்ப்புவிசைக்கு நேர்கோணத்தில் வளர்கின்றன. எனவே, அவை குறுக்கு நிலநாட்டம் (Diageotropic or plageotropic) உடையவை. இதுதவிர, சில வேர்களில் இந்தப் புவிநாட்டத்தால் ஏதும் பாதிப்பு இல்லை. அவைகளைப் புவிநாட்டமில்லாதவை (ageotropic) என்று வழங்குவார்கள்.

தாவர உறுப்புகளின் பல்வேறு இயக்கங்களை நிரூபிக்கவேண்டுமானால், ஒருபக்கப் புவிஈர்ப்பு உணர்ச்சித் தூண்டலே போதுமானது. அதைக் கீழ்க்காணும் பரிசோதனைகளின் மூலம் செய்து காட்டலாம்.

பரிசோதனை 1: விதைகளைப் பல கோணங்களில் திரும்பி இருக்குமாறு நடுவது. அதாவது விதைகளை நேராகவும், தலைகீழா



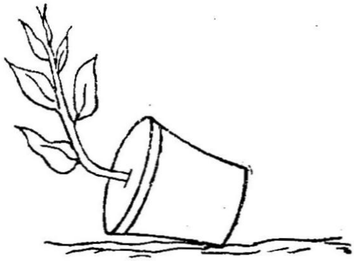
படம் 4-19

அவரை விதையில் புவிநாட்டம்

கவும், கிடைமட்டமாகவும், கோணலாகவும் நட்டு வளர்ச்சியை அறிதல். (படம் 4-19). இப் பரிசோதனைக்கு ஏற்ற விதை அவரை

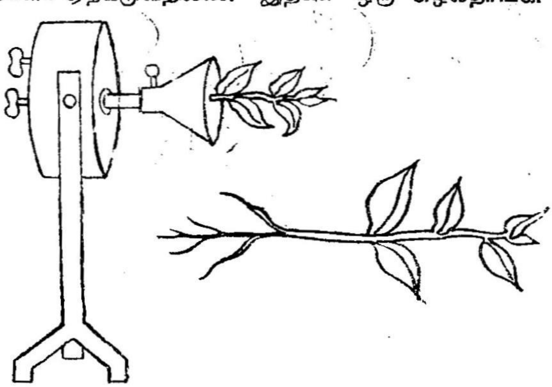
விதை ஆகும். அவரையின் இளம் நாற்றின் புவிநாட்டம் சிறிதும் ஐயமில்லாமல் தெளிவாக விளக்கக்கூடிய வகைகளில் இருக்கிறது.

பரிசோதனை 2: இளம் நாற்றைத் கிடைமட்டமாக வைத்துத் தண்டின் வளர்ச்சியையும், வேரின் வளர்ச்சியையும் அறிதல். இப் பரிசோதனையில் தொட்டிச்செடி ஒன்றைக்கிடைமட்டமாகவைக்க வேண்டும் (படம் 4-20). சில நாள்களில் தண்டு மேல்நோக்கியும் வேர் கீழ்நோக்கியும் வளர்கின்றன. தண்டின் கீழ்ப்பகுதியிலும், வேரின் மேல்பகுதியிலும் வளர்ச்சி விரைவாக நடைபெறுவதால் இவ்வகை வளைவு ஏற்படுகிறது. இவ் வளர்ச்சி வேறுபாடு புவிஈர்ப்பு விசையின் ஒருபக்க வளைவினால் ஆகும்.



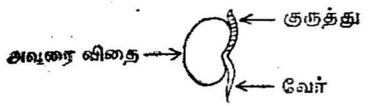
படம் 4-20
தொட்டிச்செடியில் புவிநாட்டம்

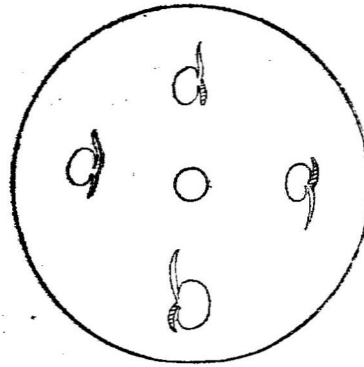
பரிசோதனை 3: ஒருபக்கமாக ஏற்படும் ஈர்ப்புவிசையை நீக்கினால் புவிஈர்ப்பு வளைவோ (ஒளிநாட்டவளைவோ) மற்றெந்த வளைவுகளோ ஏற்படுவதில்லை. இதனை ஒரு **சுழல்தாங்கி** அல்லது



படம் 4-21
கிளினோஸ்டாட் புவிநாட்டத்தை நீக்குதல்

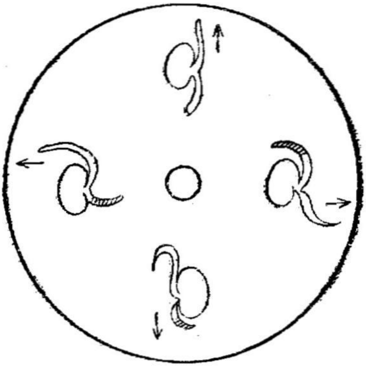
கிளினோஸ்டாட் (klinostat) என்னும் கருவியில் ஒரு தாவரத்தை வைத்து ஈர்ப்புவிசையை நீக்க இயலும் எனக் காட்டமுடியும் (படம் 21). இக் கருவியில் உள்ள ஒரு சுழல் அச்சில் ஒரு தொட்டிச் செடி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக் கருவி இயங்கும் பொழுது அச்சு இடமிருந்துவலமாக மெதுவாகச்சுழலும். இதனால்





படம் 4-22

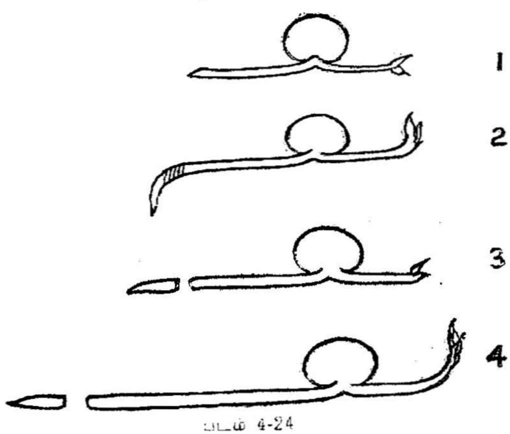
சோதனைக்கு முன்



படம் 4-23

சோதனைக்குப் பின்

நைட்டின் சோதனை; ஈர்ப்பு விசை மாற்றிவைக்கப்பட்டபோது
நாற்றுகளின் விளைவு



படம் 4-24

அவரை வேரில் புவிநாட்டம் ஏற்படுதல்
உணரும்பகுதியும் அதன்பிரதிபலிப்பும்

1; வேரும் தண்டும் கிடைமட்டமாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. 2; வேர் நீளும் பகுதியில் ஒரு வளைவு ஏற்படுகிறது. 3; வேரின் முனை வெட்டிய பிறகு அது கிடைமட்டமாக வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. 4. வேரில் புவிநாட்டம் ஏற்படவில்லை. ஆனால் தண்டில் ஒளிநாட்டம் ஏற்பட்டிருக்கிறது.

தாவரத்தின் எல்லாப் பக்கங்களும் ஈர்ப்புவிசைக்கு உட்படும். இவ்வாறு சுழலும் வேகம் மணிக்கு 3 முதல் 5 சுற்றுகள் வரை ஆகும். ஆகவே, வேர் வளைவோ தண்டு வளைவோ எல்லாத் திசைகளிலும் ஏற்பட முற்படுவதால் வேர் வளைவோ தண்டு வளைவோ ஏற்படாமல் போய்விடுகிறது.

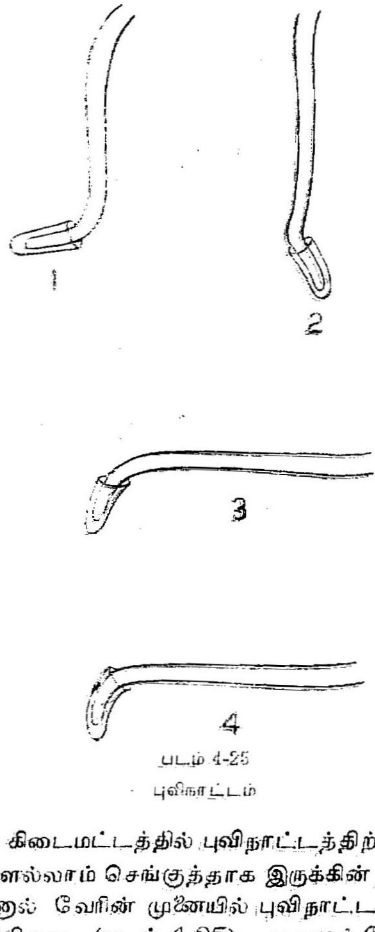
பரிசோதனை 4: நைட்டின் பரிசோதனையில் (Knight's experiment) ஈர்ப்புவிசை மையம் விட்டு விலகும் விசையாக (Centrifugal force) மாற்றிவைக்கப்பட்டுள்ளது. இக் கருவியில் ஒரு சுழல் தட்டுப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத் தட்டின்மேல் பல நிலைகளில் இளம் நாற்றுகளைப் பொருத்த வேண்டும் (படம் 4-22). இத் தட்டை மேற்கண்ட கருவியை இயக்குவதன்மூலம் வேகமாக இரண்டு மூன்று மணிநேரம் சுழலச் செய்யவேண்டும். இதன் விளைவாக வேர்கள் வட்டத்தின் பகுதியை நோக்கியும், தண்டுகள் மையத்தை நோக்கியும் வளர்கின்றன. இங்கு மையம் விட்டுவிலகும் விசை (Centrifugal force) ஈர்ப்புவிசையைக் காட்டிலும் (Gravity) அதிகம், எனவே, வேரும் தண்டும் அதற்குத் தக்கவாறு ஈர்ப்புவிசைக்கு பதிலிறுப்பதைப்போலப் பதிலிறுக்கின்றன.

புவிநாட்டம் எல்லா வேர்களிலும் அறியப்பட்டிருக்கிறது. புவிநாட்ட வளைவுகளெல்லாம் வேரின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில்தான் ஏற்படுகிறது. இவ் வளைவுகளெல்லாம் குறிப்பாக வேர்முனைகளுக்குச் சற்றுப் பின்புறம் அதாவது வேர் நீளும் பகுதியில்தான் ஏற்படுகின்றன (படம் 4-24).

புவிநாட்ட உணர்வு எப்படியும் வேரின் முனையில் வைக்கப்பட்டிருந்தாலும் மற்ற உறுப்புகள் இந்தத் தூண்டுதலுக்கு உணர்ச்சியற்றிருக்கின்றன, இதை மேற்காணும் பரிசோதனை 3-ல் தெளிவாக உணரலாம். எனினும் கிடைமட்டத்திலே சற்றுநேரம் கிடத்திய பிறகு முனை வெட்டி வைத்தாலும் அது புவிநாட்டத்தைக் காட்டுகிறது. இது ஏனெனில், ஏற்கெனவே தான் பெற்ற தூண்டுதலாலேயே ஆகும். புவிநாட்டம் ஏற்பட அவசியம் வேர்முனை (root tip) வேண்டும். இதனை இப்பரிசோதனை மிகத் தெளிவாகக் காட்டுகின்றது,

சீபெக் (Czapek) என்ற அறிவியல் மேதையும் தம் பரிசோதனையின் மூலம் இதே முடிவிற்குத்தான் வந்தார். ஓர் இளம் நாற்றின் வேர்நுனியை (சுமார் 2 மில்லி மீட்டர் நீளத்திற்கு) ஒரு

கண்ணாடி உறையினால் மூடிப் படத்தில் காட்டியவாறு (படம் 4-25) சற்று வளைத்து வைக்கப்பட்டது. இப்போது வேரின்



படம் 4-25
புவிநாட்டம்

முனை மட்டுமே கிடைமட்டத்தில் புவிநாட்டத்திற்காக இருக்கிறது. மற்றப்பகுதிகளெல்லாம் செங்குத்தாக இருக்கின்றன (படம் 4-28). ஈர்ப்புவிசையினால் வேரின் முனையில் புவிநாட்டம் ஏற்பட்டு ஒரு வளைவு ஏற்படுகிறது (படம் 4-25). அதனால் வேர்முனை மீண்டும் செங்குத்தாக வளர்கிறது. வேரின்முனையைச் செங்குத்தாகவும் வேரைக் கிடைமட்டமாகவும் வைத்தால் புவிநாட்டம் ஏற்படுவதில்லை (படம் 4-25, 3 & 4). ஏனெனில் ஏற்கெனவே வேரின்முனை புவிநாட்ட இயக்கத்தில் இருக்கிறது. எனவே, வேர்முனைதான் புவிநாட்டத்திற்கு உணர்ச்சி மிக்க உறுப்பு என்றும் ஏனைய பகுதிகள் தூண்டுதலுக்கு விளைவேதும் இல்லாதவை என்றும் நிலைநிறுத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

பின்வரும் பகுதி வளர்ச்சியை உணரும் பகுதி. இது ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில்தான் அமைந்திருக்கிறது என்றும், உணரும் பகுதியும் தூண்டுதலுக்குப் பதில் கொடுக்கும் பகுதியும் தனித்தனியானவை என்றும், தூண்டல் இடைப்பட்ட திசுக்களின் வழியாகக் கடத்தப்படுகிறது என்பதையும் தெளிவாக அறியலாம். இந்த நிகழ்ச்சிகளின் தொடர்ச்சி பின்வருமாறு :(1) தூண்டலை உணர்தல் (Perception of the stimulus), (2) உணரும் பகுதியின் உள்மாற்றம் (Internal change of excitation), (3) தூண்டலைக் கடத்துதல் (Conductions of stimulus), (4) உள்மாற்றம் (Excitation), (5) பதிலிறுக்கும் பகுதியில் ஏற்படும் பதில் (Response region).

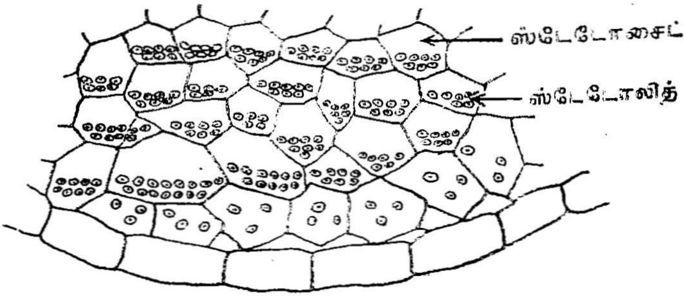
தண்டு புவிநாட்டத்தைக் காட்டுகிறது. ஆனால், இது எதிர்த் திசையில் இருக்கிறது. இங்குத் தண்டின் நுனியில் விசை பலமாக இருந்தாலும் வளரும் முழுப்பகுதியும் புவிநாட்ட உணர்வைப் பெற்றிருக்கிறது. வேரின் நீட்சியடையும் பகுதியில் பதிலிறுக்கும் பகுதி (response region) அமைந்திருப்பது போலவே, தண்டிலும் தண்டுமுனைக்குப் பின்பகுதியில் அதன் பதிலிறுக்கும் பகுதி அமைந்திருக்கிறது, ஆனால், வேரில் இருப்பதைப்போல அவ்வளவு சிறப்பாக இல்லை. எண்ணற்ற புற்களும் தானிய வகைகளின் கணுக்களும் தண்டின் நுனியிலிருந்து சுதந்திரமாகப் புவிநாட்டத்திற்குப் பதிலிறுக்கின்றன. அவ்வகைத் தண்டுகள் காற்றினாலோ மழையினாலோ கீழே சரிய அல்லது சாய நேரிட்டால், அடிப்பக்கமுள்ள கணுவின் அடிப்புறத்தில் ஏற்படும் வேகமான வளர்ச்சியின் காரணமாக அவை வேகமாகத் தம் செங்குத்து (பழைய) நிலையை அடைகின்றன.

புவிநாட்டத் தூண்டுதலினால் இவ்விதம் இயங்கும் செயல் வெர்னன் (Vernon) என்பவரால் நன்கு விளக்கப்பட்டுள்ளது. அந்தப் பக்கத்தில் ஏற்படும் அதிகப்படியான சுவாசித்தலினால் புறக்குவியம் ஏற்படுகிறது என்பதே அவர் கொடுக்கும் விளக்கம் ஆகும்

நெமக், ஹேபெர்லான்ட் என்பவர்களின் ஸ்டேடோலித் கொள்கைப்படி (Statolyth Theory of Nemec and Haberlandt) புவிநாட்டத் தூண்டலின்உணர்வு சில நடமாடும் கால்சியம் ஆக்ஸலேட்டும், ஸ்டார்ச்சும் (calcium oxalite and starch) போன்ற சில திடப்பொருள்களை உணர்ச்சிமிக்க செல்கள் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த அசையும் பொருள்கள் ஸ்டேடோலித் (Statolyths) என்று வழங்கப்படுகின்றன (படம் 4-26). இவ்வகை ஸ்டேடோலித்கள் ஸ்டேடோஸைட்களைப் (Statocyts) பெற்றிருக்கின்றன. பொதுவாக இந்த ஸ்டேடோலித்கள் கீழ்ப்புறச் செல்சுவர்களில் இருக்கின்றன.

வேரோ தண்டோ செங்குத்துக் கோட்டிலிருந்து மாற்றப்படும்போது தடங்கலின்றி அசையும் ஸ்டேடோலித்கள் கீழ்ப்

ஸ்டேடோலித்கள்



படம் 4-26

வேர் நுனியிலிருந்து செல்கள் ஸ்டேடோலித்களைப் பெற்றிருத்தலைக் காட்டுகிறது (ஸ்டேடோலித் என்பது ஸ்டார்ச்சு ஆகும். எல்லா ஸ்டேடோலித்களும் செல்சுவரின் கீழ்ப்பகுதியில் காணப்படுகின்றன.)

பகுதியில் விழுந்து புதுக் கனஅளவு கொண்ட புரோட்டோபிளாஸத்தின்மீது ஓர்அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இது புரோட்டோபிளாஸத்தைத் தூண்டி ஒரு சங்கிலித் தொடர்போன்ற நிகழ்ச்சியை ஏற்படுத்தி முடிவில் ஒரு வளைவை உண்டாக்கி விட்டு, மீண்டும் அந்த ஸ்டேடோலித்களுடனே தன் பழைய நிலையை அடைகிறது. இந்தக் கொள்கை வரலாற்றிலேயே முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. ஏனெனில், பரிசோதனைகள் இதனை உறுதிப்படுத்தவில்லை.

புவிஈர்ப்பு உணர்வின் எந்தக் கொள்கையும் கீழ்க்கண்டவைகளை விளக்கவேண்டும். இல்லையெனில் அக் கொள்கை வலுவிழந்து விடும்; ஒதுக்கப்பட்டுவிடும். (1) தூண்டுதலின் கடத்தல் உணரும் பகுதியிலிருந்து வேர் முனை, தண்டு முனை பதிலிறுக்கும் பகுதிக்குச் செல்வது. (2) தண்டு, வேர் இவற்றின் எதிர்விளைவுகள். இது மெச்சத்தகுந்த அளவிலே ஆக்ஸின் கொள்கையால்தான் (Auxin theory) நடக்கும். அதை இப்போது எல்லாத்தாவர இயல் வல்லுநர்களும் (Botonists) ஏற்றுக்கொண்டிருக்கிறார்கள்.

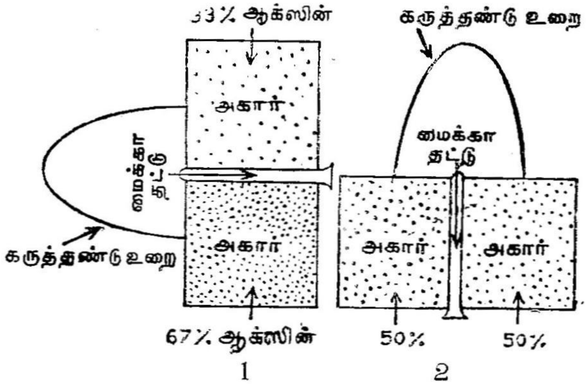
ஆக்ஸின் கொள்கைப்படி புவிஈர்ப்பு விசையின் பதில்கள் சில வளர்ச்சி சீராக்கும் ஹார்மோன்கள் அல்லது ஆக்ஸின்களால்

(Growth regulating hormones or auxins) கொண்டுவரப்படுகின்றன. ஆக்ஸின், வேர்நுனியிலும் தண்டின் நுனியிலும் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு நீட்சியடையும் பகுதிக்குக் கசிகிறது. வேர் அல்லது தண்டின் செங்குத்தான நிலையில் சுரக்கும் ஆக்ஸின் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள எல்லாப் பக்கங்களிலும் சமமாகவும் ஒரேசீராகவும் கீழே கசிகிறது. இதனுல் சுற்றிலும் சீரான வளர்ச்சிவிகிதம் கடைப்பிடிக்கப்படுகிறது. எனவே, இவ் வுறுப்புகள் அவற்றின் செங்குத்து நிலையைக் கட்டிக்காக்க முடிகின்றன. இந்த முனைகளைக்கிடைமட்டமாக வைத்து (horizontally placed) அதிக ஆக்ஸின் மேற்பகுதியைக் காட்டிலும் கீழ்ப்பகுதியில் வந்தடைகிறது. ஆக்ஸினின் கன அளவிலான இந்த வேறுபாடு மேலும் கீழும் உள்ள முனைகளில் தாக்கப்படுவதால், கீழ்ப்பகுதியில் ஏற்படும் பதில் மேற்பகுதியில் ஏற்படும் பதிலைக்காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கிறது. இந்த ஆக்ஸினின் சமமில்லாப் பங்கீட்டின் காரணத்தால், சமமில்லா வளர்ச்சிவிகிதம் இருபுறமும் ஏற்பட்டு முடிவில் ஒரு வளைவை உண்டாக்குகிறது. ஆக்ஸின் கசியும் அளவு தூண்டுதலினுடைய கடத்தலைக் காட்டுகிறது.

ஹார்மோன்களின் உண்மையான மறு பங்கீடு புவிஈர்ப்பு விசைவினைவால் ஏற்படுகிறது. அந்த ஈர்ப்புவிசை தாவரத்தின் அடிப்பகுதியில் சேரும் அதிகப்படியான ஆக்ஸினின் அளவைப் பொறுத்திருக்கிறதுஎன்பதைப் பின்வரும் பரிசோதனை காட்டுகிறது. சோதனைக்கான கருத்தண்டு உறையின் முனையை ஒரு மைக்காவினுல் பிரிக்கப்பட்ட இரண்டு அகார்க் கட்டிகளின்மீது கிடைமட்டமாக (படம் 4-27) வைக்கவேண்டும். கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள அகார்க் கட்டி மேலுள்ள அகார்க்கட்டியைக் காட்டிலும் அதிக அடர்வு கொண்டதாகக் காட்டுகிறது. அது மொத்தத்தில் ஏறக்குறைய 67% ஆக இருக்கிறது. மேலுள்ள அகார்ப் பகுதியில் உள்ளஅடர்வு கீழுள்ள அகார்ப் பகுதியின் அடர்வைவிடக் குறைவாகஇருக்கிறது (படம் 4-27). அது சுமார் 33% ஆகும், இம் முனை கிடைமட்டமாக வைக்கப்பட்டிராமல் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டிருந்தால் இரண்டு அகார்க் கட்டிகளும் சமஅளவு ஹார்மோனைப் பெற்றிருக்கும்,

ஈர்ப்புவிசைக்கு வேர், தண்டு இவைகளின் வேறுபட்ட பதில்கள், -ஆக்ஸினின் அடர்வு பொறுத்து வேறுபடுகின்றன. வேரின் வளர்ச்சிக்குப் போதுமான அளவு அடர்வைக்காட்டிலும் தண்டின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஆக்ஸின் அடர்வு மிகவும் அதிகம். தண்டின் கீழ்ப்பகுதியில் ஏற்படும் ஆக்ஸினின் அடர்வு அதிகரிப்பதால் அப் பக்கம் வேகமாக வளர்ச்சி ஏற்பட்டு மேல்நோக்கி ஒரு

வளைவைக் கொடுக்கிறது. மற்றொரு வகையில் வேரின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஆக்ஸினின் அடர்வு தண்டைக்காட்டிலும் மிகவும் குறைவு. கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள ஆக்ஸினின் அளவு மிகுவதால் அப் பக்கம் வளர்ச்சித்தடை ஏற்பட்டுக் கீழ்நோக்கி ஒரு வளைவு ஏற்படுகிறது,



படம் 4-27

கீழ்ப்பகுதியில் அதிக ஆக்ஸின் சேர்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது

1. கருத்தண்டு உறையின் முனை கிடைமட்டமாக வைக்கப் பட்டுள்ளது;
2. கருத்தண்டு அறையின் முனை செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ளது.

தற்போது இக் கொள்கையை ஆதரிக்கப் பெருமளவு சாட்சியங்கள் இருக்கின்றன. அவைகளெல்லாம் கருத்தண்டு உறை முனையின்மீது செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளிலிருந்து கண்டறியப் பட்டவை ஆகும். இவ் வுறுப்புகளின் முனைகள் நீக்கப்படும் பொழுது அவை ஈர்ப்புவிசையின் தூண்டுதலுக்கு உணர்ச்சியற்று விடுகின்றன. மீண்டும் இதன்மீது ஒரு முனையை நீரினாலோ ஒரு துண்டு ஜெல்லாட்டின் (gelatin) உதவியினாலோ பொருத்திய போது அவை மீண்டும் தம் உணர்வைத் திரும்பப்பெறுகின்றன. மேலும், எதிர் புவிநாட்டம் கொண்ட கருத்தண்டு உறையை முனை வெட்டிய வேரின்மீது பொருத்தினாலும் பொதுவாக நேர் புவி நாட்டம் ஏற்படுகிறது. அதுபோலவே முனை வெட்டிய கருத் தண்டு உறையின்மீது (decapilated coleoptile) வெட்டப்பட்ட வேரின் முனையைப்பொருத்தினாலும் நேர் புவிநாட்டத்தைக் காட்டுவதற்குப் பதிலாக எதிர் புவிநாட்டத்தைத்தான் காட்டுகிறது. இது உண்மையான ஒரு பொருள் முனையிலிருந்து பதிலிருக்கும் பகுதிக்குச் செல்ல வேண்டும் என்ற முடிவைக் காட்டுகிறது.

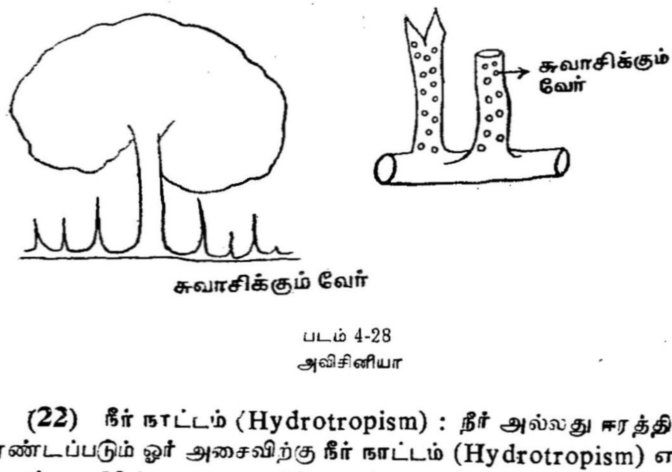
சுற்றுகொடித் தாவரங்களில் (twining plants) ஏற்படும் புவிநாட்டம் ஒரு தனித்தன்மை வாய்ந்தது. இத் தாவரங்கள் மெலிந்தும் நலிந்தும் தண்டுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இளமையில் இவை நேராக வளர்கின்றன; எதிர் புவிநாட்டத்தைக் காட்டுகின்றன; தன்னிச்சையான அசைவைப் பெற்றிருக்கின்றன. தண்டு வேகமாக வளரவளர நுனியில் உள்ள ஓரிரு கணுவிடைப் பகுதிகள் (internodes) ஒரு பக்கமாகக் கீழ்நோக்கி வளைகின்றன; குறுக்குப் புவிநாட்ட நிலையை (Plageotropic position) அடைகிறது. அதே நேரத்தில் பழைய பகுதி நிமிர்ந்தே நிற்கிறது. தண்டினுடைய கிடைமட்டப் பகுதி பழைய நேரான பகுதியைச்சுற்றிச்சுற்றுவதற்கு ஆரம்பிக்கிறது. இவ்வகை அசைவுகளின் திசை தாவரத்திற்குத் தாவரம் ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்பில் இருக்கும். சிலவற்றில் இது இடமிருந்து வலமாகவும் (clockwise) இன்னும் சிலவற்றில் இது வலமிருந்து இடமாகவும் (anti-clockwise) ஆக இருக்கும். இவ்வகை அசைவுகளுக்குப் பக்கப் புவிநாட்டம் (Lateral geotropism) என்ற பெயர் சூட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வகை அசைவு ஏற்படும்போது இதற்கு அருகில் ஏதேனும் ஒரு துணை அல்லது ஆதரவு கிடைத்தால் தண்டு அதைச்சுற்றித் திருகுமுறையில் சுற்றிக்கொள்கிறது, சுற்றும் அசைவிற்கும் ஈர்ப்புவிசைக்கும் உள்ள இவ் வுறவை ஒரு பரிசோதனையின்மூலம் நிரூபிக்கலாம். இத் தண்டை ஒரு கிளினோஸ்டாட்டில் (klinostat)வைத்துச்(சுற்றினால் கொடிச்) சுற்றுவது முழுவதும் நின்றுவிடுகிறது (Twining ceases away altogether). அது போலவே ஒரு செங்குத்தான துணையைச் சுற்றித் திருகியிருக்கும் தண்டைத் தலைகீழ் வைத்தால் கடைசி இரண்டு மூன்று சுற்றுகள் பிரிந்துவிடுகின்றன, தண்டின் நுனி முதலில் நேராக மாறுகிறது; பின்பு துணையைச் சுற்றிலும் சுற்றத்தொடங்குகிறது. ஆனால், இச் சுற்று முன்பு இருந்த சுற்றுக்கு எதிர்த் திசையில் ஏற்படுகிறது.

(20) வெப்ப நாட்டம் (Thermotropism): வெப்பத்திற்குப் பதிலிறுக்கும் தாவரத்தின் அசைவையே வெப்ப நாட்டம் என்று கூறுவர். இதற்கான தூண்டுதல் வெப்பத்திடமிருந்தோ குளிர்ச்சியிடமிருந்தோ வரலாம். இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு என்னவெனில், நாற்றுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு மூடிய பெட்டியை ஒரு புறம் சற்றே சூடுபடுத்தினால் அந்த நாற்றுகள் வெப்பம் உள்ள பகுதியை நோக்கி வளைவதைக் காணலாம்.

(21) வேதியியல் நாட்டம் (Chemotropism): வேதியியல் பொருள்களால் ஏற்படும் அசைவிற்கு வேதியியல் நாட்டம் என்று பெயர். சன்டியூ (Sundew) தாவரத்தின் உணர் இழைகள் (tentacles) அதனுடைய இலையின் மீது வைக்கப்படும் பல்வகை நைட்டிரப் பொருள்

களுக்கு (Nitrogenous meterials) பதிலிறுக்கிறது. எனவே, ஒரு துளி கரையும் புரோட்டீனே ஒரு துண்டுப் பச்சைப் புலாலோ ஒரு பகுதி உறிஞ்சப்பட்ட பிறகுதான் அசைவைத் தூண்டுகிறது. இவ் வுறிஞ்சுதலினால் புரோட்டோபிளாஸம் தூண்டப்பட்டு ஓர் இயக்க உணர்வு உணர்இழைகளைச் சுற்றிலும் ஏற்பட்டு அவற்றை எல்லாப் பக்கமும் வளைக்கிறது.

மற்றோர் எடுத்துக்காட்டு என்னவெனில், மகரந்தக்குழல் சூல் அணுவை நோக்கி வளர்வது ஆகும். இது சூலகம் சுரக்கும் ஒரு சர்க்கரைப் பொருளினால் ஏற்படுகிறது. ஒட்டுண்ணிகளின் (parasites) உறிஞ்சு வேர்களும், பூஞ்சையின் ஒட்டுண்ணி ஹைப்போக் களும் திசுக்களின் இடையே நுழைவது அத் திசுக்கள் பெற்றிருக்கும் சில வேதியியல் பொருள்களின் தூண்டுதலினால்தான். இது போலவே சுவாசிக்கும் வேர்களும் (படம் 4-28) நிலத்திற்கு மேலே வருவது ஆக்ஸிஜனின் தூண்டுதலால்தான்.

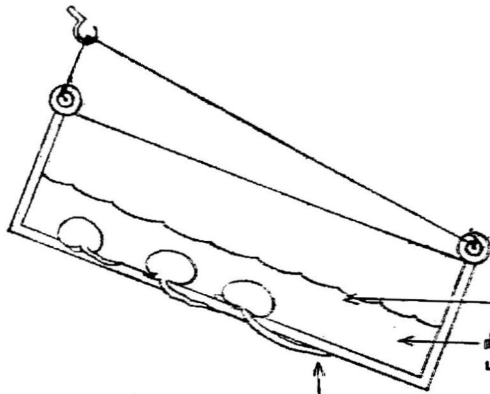


படம் 4-28
அவிசினியா

(22) நீர் நாட்டம் (Hydrotropism) : நீர் அல்லது ஈரத்தினால் தூண்டப்படும் ஓர் அசைவிற்கு நீர் நாட்டம் (Hydrotropism) என்று பெயர், நீரின் அளவைப்பொறுத்து உயர்இனத்தாவரங்களின் முதல், இரண்டாம் வேர்களும், லிவர்வோர்ட் (Liverwort) ரைசாய்டு களும் (Rhizoids) பூஞ்சைகளின் ஹைப்பேக்களும் (Hyphae) உணர்ச்சி கொள்ளும் தன்மையில் மாறுதலைக் காட்டுகின்றன. நீருள்ள பகுதியை நோக்கி ஏற்படும் வளர்ச்சிமாற்றங்களுக்கு நேர் நீர்நாட்டம் (Positively hydrotropic) என்று பெயர். அதுபோலவே நீரைவிட்டு விலகி ஏற்படும் வளர்ச்சி அசைவிற்கு எதிர் நீர்நாட்டம் (Ne gatively hydrotropic) என்று பெயர்.

வேர்களெல்லாம் நேர் நீர்நாட்டம் கொண்டவை என்பதை ஒரு பரிசோதனையின் மூலம் நிரூபிக்கலாம். ஒரு சல்லடைத் தொட்டியில் சிறிதளவு ஈரமான மரத்தூளைக் கொட்டி அதில் உயர்ந்த பக்கத்தில் முளைக்கும் அவரை விதைகளை நடவேண்டும். பின்பு இந்தத் தொட்டியைப் படத்தில் (படம் 4-29) காட்டியுள்ளது போல் ஏற்றத்தாழ்வாகத் தொங்கவிடவேண்டும். இரண்டு மூன்று

நீர்நாட்டம்



படம் 4-29

நாள்கள் சென்றபிறகு தொட்டியின் அடிப்புறத்தைப் பார்த்தால் அவரை விதை முளைத்து முளைவேர் தாழ்ந்துள்ள தொட்டியின் பகுதியை நோக்கி வளைந்து வளர்ந்திருக்கும். இவ்வாறு ஏற்படுவது ஏன்? தொட்டியிலுள்ள மரத்தூள் கொண்டிருக்கும் நீர், பள்ளத்தை நோக்கி ஓடுவதால் தாழ்வாக உள்ள தொட்டியின் பக்கம் செல்கிறது. இதனால் நீரின் அளவு அப் பகுதியில் அதிகமாகிறது, மேலும், தொட்டியின் ஏற்றப்பகுதியில் விதை நடப்பட்டுள்ளது. இங்கு முன்பிருந்த அளவு நீர் இருப்பதற்குவாய்ப்பில்லை. ஏனெனில், தொட்டி சாய்வாகத் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளதால் நீர் தாழ்ந்த பகுதியில் வடிந்திருக்கும். எனவே, இந்தத் தாழ்ந்த பகுதியில் உள்ள அதிக நீரை நோக்கி இளம் நாற்றுகளின் வேர்கள் வளர்கின்றன. என்வே, நீரின் அளவு அதிகரிக்க அதிகரிக்கத் தாவரத்தின் வேரின் நீரை நோக்கிய அசைவுஅதிகரிக்கிறது.

(23) டிராமாடிராபிஸம் (Traumatropism): தாவரத்தின் உடலிலே ஏற்படும் காயத்தின் காரணமாக அப் பகுதியில் வளர்ச்சி அதிகரிக்கலாம். இவ்விதம் தாவர உடலில் ஏற்பட்ட காயம் அல்லது புண்ணைநோக்கித் திசுக்கள்வளர்வதற்கு டிராமாடிராபிஸம்

(Traumatropism) என்று பெயர். உயிரினங்களுக்குத் தங்கள் உயிரைக் காத்துக்கொள்ள இவ்வகை அசைவு மிகவும் முக்கியம்.

(24) மின்நாட்டம் (Electrotropism): மின்சாரத்திற்குத் தாவரங்கள் பதிலிறுக்கும் செயலுக்குத்தான் மின்னூட்டம் (Electrotropism) என்று பெயர்.

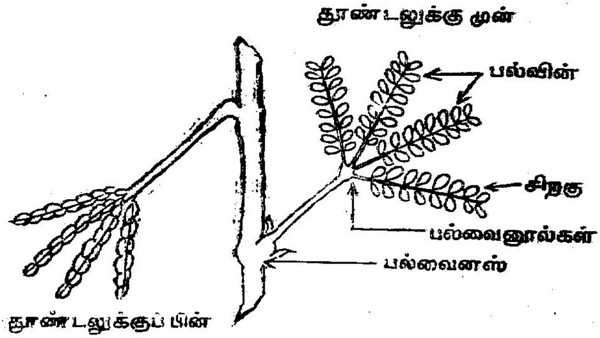
(25) காற்று நாட்டம் (Aerotropism): காற்றுக்குப் பதில் கொடுக்கும் அசைவே காற்று நாட்டம் எனப்படும்.

(26) ரியோடிராபிஸம் (Rheotropism): நீரோட்டத்தின் தூண்டுதலுக்கு ஏற்ப அசையும் வளர்ச்சி அசைவே ரியோடிராபிஸம் என்று வழங்கப்படும்.

II. B. ii. நாஸ்டிஸம் (Nastism): நாஸ்டிக் அசைவுகள் (Nastic movements) நாட்ட அசைவுகளிலிருந்து கீழ்க்கண்ட வகைகளில் மாறுபடும். நாஸ்டிக் அசைவில் தூண்டும் சக்தி நேரடியாகத் தொடர்புகொள்ளுவதில்லை. மேலும், அவையிருக்கும் (தூண்டும்) திசைகளிலும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால், தூண்டல் அவைகளின் உடலில் கசிந்து பதிலையுண்டாக்குகிறது. நாஸ்டிக் அசைவில் தூண்டுபொருள் என்ன? அதன் காரணமாக விளையும் அசைவு என்ன? என்று உடனே முடிவுகட்ட இயலாது. தூண்டும் பொருளுக்கும் தூண்டலின் விளைவிற்கும் சிற்சில வேளைகளில் தொடர்பே இராது. என்றாலும், இவ்வகை அசைவுகள் எல்லாம் ஏறக்குறையப் புறக்காரணிகளால் ஏற்படுகின்றன என்பதுமட்டும் உண்மை. அப் புறக்காரணிகள் ஏறக்குறைய ஒளி, வெப்பம், தொடுதல் இவை போன்றவையே யாகும். நாஸ்டிக் அசைவுகள் ஏறக்குறைய இலைகள், இதழ்கள் போன்ற இருமுகம் கொண்ட உறுப்புகளுக்கு என்றே ஏற்பட்டதாகும். நாஸ்டிக் அசைவை மேலும் கீழ்க்காணுவதுபோல் வகைப்படுத்தலாம்,

(27) செயிஸ்மோநாஸ்டி (Seismonasty): இவ்வகை அசைவிற்கு மிகச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு, தொட்டாற் சுருங்கி (Mimosa pudica) என்ற தாவரம் ஆகும். இது இரு சிறகமைப்புக் கொண்ட கூட்டிலைகளைப் (Bipinnate compound leaves) பெற்றிருக்கிறது. இதன் காம்பின் அடித்தளத்தில் சற்றே வீங்கிய ஒரு பகுதியுண்டு. இதற்குப் பல்வைனஸ் (pulvinus) என்று பெயர். இதுபோலவே ஆனால் சிறிய அளவில் சிற்றிலைகளின் (leaflets) அடியில் காணப்படும் சிறிய வீக்கங்களுக்குப் பல்வைனூல்கள்

(pulvinnules) என்று பெயர். ஏதேனும் ஒரு நுனிச் சிற்றிலை (terminal pinnules) தாக்கப்பட்டால் (வெட்டுதல், எரிதல், தொடுதல், அடித்தல், அசைத்தல் போன்ற விதத்தில் தாக்கப்பட்டால்) எல்லாச் சிற்றிலைகளும் தூண்டப்பட்டுச் சிறகு இலைமுழுவதும்



படம் 4-30

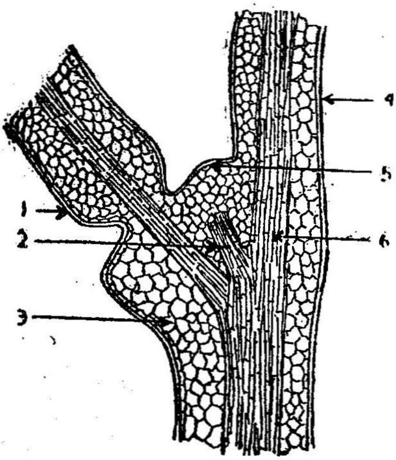
செயிஸ்மோநாஸ்டி

தொட்டாற் சுருங்கியில் செயிஸ்மோநாஸ்டி
ஏற்பட்டது காட்டப்பட்டுள்ளது

நுனியிலிருந்து பின்னோக்கிக் கடைசிவரை இரண்டிரண்டாக மூடிக்கொள்கின்றன(படம் 4-30). இந்தத் தூண்டுதல் மற்றப் பகுதிகளுக்கும் பரவுகிறது. அதனால் அவையும் இரண்டிரண்டாக மூடிக் கொள்ளத் தொடங்குகின்றன. முடிவில் தூண்டல் கீழ்நோக்கி நகர்ந்து முக்கிய இலைக்காம்பின் அடித்தளத்தை அடைகிறது. இதனால் திடீரென்று அதனுடைய செங்குத்து நிலையிலிருந்து கீழே விழுகிறது (படம் 4-30). இந்த முழு அசைவும் ஒருசில வினாடிகளில் மிகவேகமாக நடைபெறுகிறது. அதாவது இவ் வேகத்தைச் சராசரி வினாடிக்கு ஒன்றிலிருந்து மூன்று சென்டிமீட்டர் (1-3 cm/sec) என்றும் அசைவு மிகவும் பலமாக இருப்பின் அது வினாடிக்கு 20 செ.மீ. ஆக இருக்கும் என்றும் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள்.

மைமோஸாவின் (Mimosa) அதிர்ச்சி அசைவே செயிஸ்மோநாஸ்டிக் (seismonastic) என்று வழங்கப்படுகிறது. இவை பல்வைனஸின் இருபக்கங்களிலும் ஏற்பட்ட வேறுபடுத்தப்பட்ட வீக்க (turgor) இழப்பின் காரணத்தால் ஏற்படுகின்றன. பல்வைனஸின் கீழ்ப்பாதி (lower half of the pulvinus) மெல்லிய செல்

சுவர்களால் ஆக்கப்பட்டும், பெரிய காற்றிடைவெளி கொண்டுமிருக்கிறது; மேல்பாதி (upper half of the pulvinus) இதைக் காட்டிலும் தடித்த செல் சுவர்களாலும், காற்றிடைவெளி இல்லாமலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. தூண்டப்படாதிருக்கும் நிலையில் இருபுறங்களிலிருக்கும் செல்கள் முழுவதும் வீங்கி (turgid) இலையைச் செங்குத்தாக வைத்திருக்கின்றன. தூண்டல் ஏற்படும்போது கீழ்ப்புறச் செல்களில் ஒரு பாதி தன்னிடம் உள்ள நீரைக் காற்றிடைவெளிக்கு (inter cellular space) அனுப்புவதால் அதன் நீரை இழக்கிறது. இதனால் அவற்றின் வீக்கம் (turgor) போதுமான அளவு வீழ்ந்துவிடுகிறது. மேல்பாதியில் இருக்கும் செல்கள் தங்களுடைய வீக்கத்தை அப்படியே நிறுத்தி வைத்துக்கொள்கின்றன;



படம் 4-31

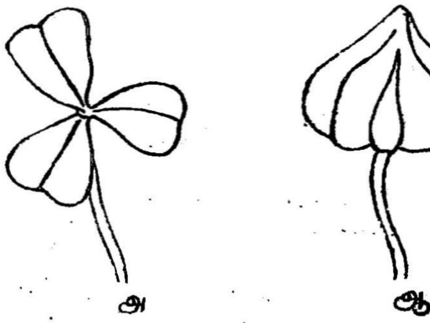
பல்வைனஸின் உள் அமைப்பு

1. இலைக்காம்பு; 2. பல்வைனஸ் மேல்பாதி; 3. பல்வைனஸ் கீழ்ப்பாதி; 4; தண்டு; 5. கக்கக் குருத்து; 6. சாற்றுக்குழாய்த்திரள்.

அல்லது சில வேளைகளில் காற்றிடை வெளியிலிருந்து அதிகப்படி நீரை உறிஞ்சி மேலும் வீங்கிக்கொள்கின்றன, இதன் விளைவாக மேல்பாதியில் உள்ள பல்வைனஸில் கீழ்நோக்கிய ஓர் அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இவ் வழுத்தம் இழையைக் கீழ்நோக்கி விழச் செய்கிறது. இதனால் இலைகள் சுருங்கிக் கீழே விழுகின்றன. மீண்டும் மேல்பகுதி பல்வைனஸ் பெற்றிருக்கும் அதிகப்படி நீரைக் கீழ்ப்பகுதி பல்வைனஸ் உறிஞ்சுவதால் அவை தங்களின் பழைய வீக்கத்தைத் திரும்பப்பெறுகின்றன. இதன் காரணமாக வீக்கம் இருபுறமும் சமமாக்கப்பட்டு வீழ்ந்த இலை மீண்டும் நிமிர்ந்து நிற்கிறது (படம் 4-31).

இந்தத் தூண்டல் பரப்பப்படும் விதம் தூண்டப்பட்ட இடத்தில் தோன்றும் ஹார்மோனினால் கொண்டுவரப்படுகிறது என்று நம்பப் படுகிறது. இத் தூண்டல் சாற்றுக்குழாயின் வழியாகச் செல் கிறது. இதற்கு ஆதாரமாக ஒலிச்சோதனையைக் (ringing experiment) கொள்ளலாம். தூண்டல் நீரின் இடைவெளிக்குக் குறுக்கே நடக்கும். இந் நிலையில் உச்சவீக்கம் உள்ள நிலையில் (maximum turgor) பலமான தூண்டல் ஏற்படும்போது தூண்டலின் மிக்க விசையான, வேகமான பரவல் ஏற்படுகிறது. இது ஏனெனில், ஹார்மோன் செல்லுக்குச்செல் வேகமாகச் செல்வதால் ஏற்படு கிறது எனக் கருதப்படுகிறது.

(28) ஃபோட்டோநாஸ்டி (Photonasty): வளர்ச்சியின் அசைவு ஒளியினால் ஏற்படுவதற்கு ஃபோட்டோநாஸ்டி என்று பெயர். எண்ணற்ற மலர்கள் சூரிய ஒளியில் மலர்வது இக் காரணத் தால்தான். இதற்குத் தாமரையை ஓர் எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்வோம். அது கதிரவனைக் கண்டு மலர்கிறது என்பது நாம் வழிவழியாக நந்தமிழ் மொழியில் கற்றறிந்ததொன்று. இவ்வாறு மலரும் கமலம் கதிரவன் மறையும்போது, தானும் தன் இதழை மூடிக்கொள்கின்றது. அதுபோலவே சில மலர்கள் கடுமை



படம் 4-32

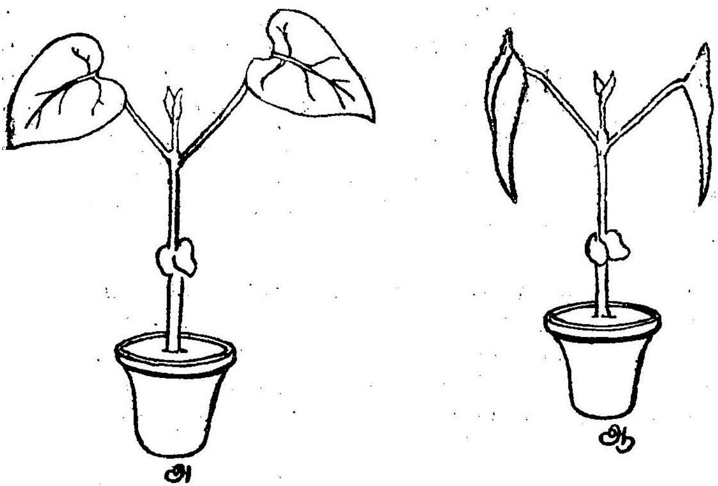
தெர்மோநாஸ்டி: ஆக்ஸாலிஸின் இலைகள்

அ-பகலில் இலைகளின் நிலை; ஆ-இரவில் இலைகளின் நிலை

யான ஒளியில்தான் மலரும். வேறு சில மலர்கள் அக் கடுமையான ஒளியில் மலர்ந்திருந்தாலும் மூடச்செய்யும். சில மலர்கள் தண்மை யான அல்லது குறைந்த ஒளியில் மலரும். இதற்கு அல்லி (lily)

ஓர் எடுத்துக்காட்டு. அல்லி தண்மையான நிலவொளியில்தான் மலரும்; செம்மையான கதிரொளியில் மூடிக்கொள்ளும். இலைத் துளைகள் (stomata) ஒளியில்தான் திறந்திருக்கின்றன. ஒளி வீழ்ந்தால் இலைத்துளைகளும் மூடிக்கொள்கின்றன.

(29) தெர்மோநாஸ்டி (Thermonasty): வெப்பத்தினால் தூண்டப்படும் அசைவிற்குத் தெர்மோநாஸ்டி என்று பெயர். அநேக மலர்கள் வெப்பம் ஏறியவுடனேயே வேகமாகத் திறந்துகொள்கின்றன. (ஆனால், மல்லிகை மலர்கள் குளிர்ந்த நீரில் போட்டால் சில நிமிடங்களில் மலர்வதும் உண்டு.) அதுபோலவே வெப்பம் வீழ்ந்தவுடன் மூடிக்கொள்கின்றன. இந்த விளைவுகள் பெரும்பான்மையான அவரைக் குடும்பங்களின்-லெகுமினஸ் (leguminous) இலைகளில்கூட ஏற்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஆக்ஸாலிஸ் (oxalis) இலைகளைச் சொல்லலாம் (படம் 4-32). வெப்பம் மிகும் போதோ குறையும்போதோ இலைகள் மூடிக்கொள்கின்றன. சமமான வெப்பத்தில்தான் (optimum temperature) அவை திறந்திருக்கின்றன.



படம் 4-33

உறக்க அசைவு

அ-பகல் நிலை; ஆ-இரவு நிலை

(30) நிக்டிநாஸ்டி (Nyctinasty): இரவுபகல் மாறுவதனால் ஏற்படும் அசைவிற்கு நிக்டிநாஸ்டி என்று பெயர். இதையே உறக்க அசைவு (sleep movement) என்றும் சொல்வார்கள். இலைகளும்

மலர்களும் இவ் வசைவிற்கு உட்படுகின்றன. அதிலும் குறிப்பாக இலைகள் இவ்வித அசைவுகளால் மிகவும் பாதிக்கப்படுகின்றன. நிக்டிநாஸ்டி ஒளி, வெப்பம் போன்ற காரணிகளாலும் ஏற்படுவதுண்டு. இவ்வகை அசைவு லெகுமினஸ் (leguminous) தாவரங்களில் மிகவும் குறிப்பிட்டுச் சொல்லக்கூடிய அளவில் ஏற்படுகிறது (படம் 4-33). இவ்வகை அசைவிற்கு மிகச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டுத் தூங்குமூஞ்சி மரத்தின் (Tree-Enterlobium saman) இலைகள் ஆகும். இம் மரத்தின் சிற்றிலைகள் பகற்பொழுது முழுவதும் திறந்திருக்கும். மாலைநேரத்தில் அவை ஒன்றுகூடத் தொடங்கி இரவு முழுவதும் மூடியே உறங்குவதுபோல இருக்கும். பல்வைனஸ் செல்களிலுள்ள விக்கமே (turgidity) இதற்குக் காரணம் என்று சொல்லப்படுகிறது. மலர்களின் இவ்வகை அசைவைக்காட்டுவது ஜெர்பெரா (gerbera), போர்ட்டுலாகா, (portulaca) மலர்களேயாகும்.

4-4. அசைவுகளின் தன்மைகள் (Nature of movement)

தாவரங்கள் அல்லது தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சி விகிதங்கள் அவைகளின் எடை அதிகரிப்பதால் ஏற்படும்அளவைக் கொண்டு அளக்கப்படுகின்றன. முன்னமே கண்டதுபோல் எந்தப் பகுதியும் முதலில் மெதுவாக வளர்ந்தும், இடையில் வளர்ச்சி வேகமாக மாறியும், முடிவில் வளர்ச்சி வீழ்ந்தும் விடுகிறது. இந்த நடவடிக்கையைத் தாவர உறுப்புகள் நீளுவதால் நாம் கண்டு கொள்ளலாம். வளர்ச்சிவிகிதத்தை நேரத்திற்கு எதிரில் வைத்துப் பார்த்தால் ஒரு S போன்ற வளைவு ஏற்படுகிறது என்பதும் நமக்குத் தெரிந்ததே.

மார்டின் (Martin), ஹர்லான் (Harlan), மற்றும் போப் (Pope) வளர்ச்சியினுல் ஏற்படும் S வளைவு முழுவதும் பார்லிகதிர்களின் (barley kernels) பெருக்கத்திற்குப் பொருந்தாது என நம்பினார்கள். அவர்கள் வளர்ச்சியைத் தவிர வேறு பல காரணிகளையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும் எனக் கருதினார்கள்.

வளர்ச்சிக்கூடுதலை விளக்கப் பலவகை வழிமுறைகள் உள்ளன. அவற்றை அந்தந்தப் பகுதியில் அறிந்துகொள்ளச் சிலவகை ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகளை வாசிப்பதுதான் சிறந்த வழி.

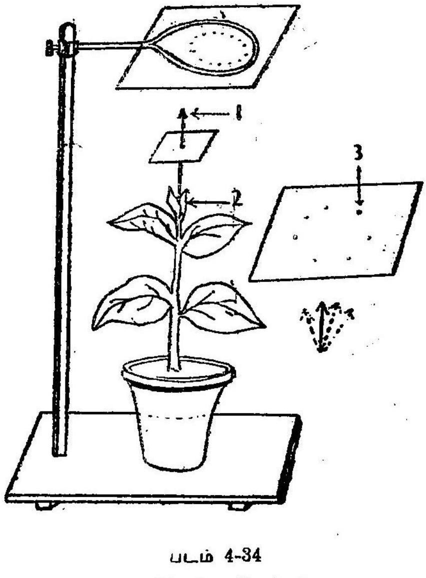
தாவர அசைவுகளை அறியும் சில பரிசோதனைகள்

பரிசோதனை எண் 1. வேரில் புவிகாட்ட வளர்ச்சி இருக்கும் பகுதி (Region of geotropic geoperception in root): முளைக்கும் அவரை

விதைகள் இரண்டை ஒரு கண்ணாடித்தட்டில் வைக்கவும். அவற்றில் ஒன்றன் வேரின் நுனியை 1 மி.மீ. நீளத்திற்கு வெட்டிவிடவும். பிறகு வேர்கள் நீளமாகத் தட்டில் கிடைமட்டமாகப் படுத்திருக்கும்படி வைக்கவும். இரண்டு அல்லது மூன்று மணி நேரம் சென்றபிறகு இரு வேர்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கவனிக்கவும். முனைவேர் அதாவது முனைகொண்ட வேர் வளைந்தும் முனையில்லா வேர் நேராகவும் இருப்பதைக் காணலாம்.

ப. எ. 2. தண்டில் புவிநாட்டப் பதில் உண்டாகும் இடம் (Region of geotropic response in the stem): ஒரு தொட்டியில் வளர்ந்த சூரியகாந்திச் செடியை ஒரு பலகையின்மீது கிடைமட்டமாகப் படுக்கவைக்கவேண்டும். பிறகு நேரத்தைக் குறித்துக்கொண்டு வளையும் இடத்தைக் கண்டறிய வேண்டும்.

ப. எ. 3. நுனிச்சுற்று இயக்கம் (Nutation movement): வேகமாக வளரக்கூடிய ஒரு தொட்டித் தாவரத்தை எடுத்துக்



படம் 4-34

நுனிச்சுற்று இயக்கம்

1. ஊசி; 2. நுனிக்குருத்து; 3. கண்ணாடித்தட்டின்மீது வைக்கப்பட்ட புள்ளிகள்

கொள்ளவேண்டும். தாவரத்தின் நுனிக்குருத்தில் ஒரு கண்ணாடி ஊசியைச் செங்குத்தாகப் பொருத்தவேண்டும். பிறகு படத்தில்

காட்டியிருப்பதுபோலத் (படம் 4-34) தொட்டித்தாவரத்தை ஒரு தாங்கியில் வைக்கவேண்டும். தாங்கியின் உச்சிமீதுள்ள இருப்பு வளையத்தின் மீது ஓர் அழுக்கில்லாத கண்ணாடித் தட்டை வைக்க வேண்டும். பிறகு இந்தக் கண்ணாடித்தட்டின்மீது உச்சியிலிருந்து பார்த்தால் நுனிக்குருத்தில் பொருத்தப்பட்ட கண்ணாடி ஊசியின் முனை ஒரு புள்ளிபோலத் தோன்றும். இந்தப்புள்ளியைக் குறிக்கத் தண்ணீரால் அழியாத மையினால் (Indian ink)கண்ணாடித்தட்டின் மீது ஒரு புள்ளி வைக்கவேண்டும். பிறகு 30 நிமிடம்கழித்து முன் போலத் தட்டின் உச்சியில் தெரியும் ஊசி இருக்கும் இடத்தில் மற்றொரு புள்ளியை வைக்கவேண்டும்.

இவ்வாறு ஒவ்வோர் அரைமணி நேரத்திற்கோ அதற்குச் சற்று அதிகமான இடைவேளைக்கோ சில மணி நேரம் புள்ளிகளைக் கண்ணாடித் தட்டின்மீது வைக்கவேண்டும். பரிசோதனையின் முடிவில் இவ்வாறு வைக்கப்பட்ட புள்ளிக்கோலம் எவ்வாறு இருக்கிறது? இக் கோலம் எதைக் காட்டுகிறது? நுனிக்குருத்து எவ்வாறு வளர்கிறது? ஏன் இக் கோலம் ஏற்படுகிறது? வளர்ச்சி நடத்தையை எவ்வளவு விளக்கமுடியும்? இவற்றுக்கு விடை பளிக்கவும்.

5. தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சி, வகைகள், விகிதங்கள்

(Growth of Plant Organs, Types and Kinds)

[வளர்ச்சியின் செயல்களுடைய நிர்ணயம்—தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சி—வளர்ச்சியின் விதங்கள்—முதல் வளர்ச்சி—முதல் வளர்ச்சியின்வலிமை—இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி—ஆண்டு வளையங்கள்—பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சி—இனப்பெருக்க வளர்ச்சி—பயிர் உறுப்புகள்—இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கால வட்டச் சுற்று]

5-1. வளர்ச்சியின் செயல்களுடைய நிர்ணயம் (Determination of actions of growth)

வளர்ச்சியின் செயல்களை இருவகைகளில் நிர்ணயிக்கலாம். ஒன்று கருத்தண்டு உறைமுறை (coleoptile method). இம் முறையில் வளர்ச்சி வளைவை நிர்ணயிக்க முடியும். இது ஹார்மோன்களிலும் ஆக்ஸின்களிலும் முன்னமே விளக்கப் பட்டுள்ளது. மற்ஞெரு முறை பட்டாணி முறை (pea method). இதுவும் முன்னமே மேற்கண்ட பகுதிகளில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

5-2. தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சி (Growth of plant organs)

தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கு ஓர் எல்லை கிடையாது. உறுப்புகளின் வளர்ச்சி வேருக்கு அருகிலும், தண்டிற்கு அருகிலும், கேம்பியத்திலும், கணுவிடைப்பகுதியிலும், இலையுறைகளின் அடித்தளத்திலும், இலைகளிலும், மண்களிலும், மகரந்தச் சேர்க்கையிலும், சூலகத்திலும், சூற்பையிலும், கருவுற்றலிலும், காய்களிலும், கனிகளிலும் விதைகளிலும் ஆக இப்படித் தொடர்ந்து வளர்ந்துகொண்டே இருக்கிறது.

உயர்இனத் தாவரங்களில் தாவரங்கள் உயிருள்ள மட்டிலும் புதிய உறுப்புகள் தோன்றிக்கொண்டேயும், வளர்ந்துகொண்டேயும் இருக்கும். தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சியிலே இவ்வளவு

உறுப்புகள்தாம் வளரும், இவ்வளவு உறுப்புகள்தாம் ஏற்படும் என்ற வரையறை கிடையாது. அதனால் ஒரு தாவரம் பல ஆயிரம் ஆண்டு வாழ்ந்து பழைமையானாலும் உறுப்புகளைத் தோற்றுவிப்பதிலும், அதை வளர்ப்பதிலும், பெருக்குவதிலும் ஈடுபடுவதை நிறுத்துவதில்லை.

5-3. வளர்ச்சியின் விதங்கள் (Types of growth)

எல்லா உறுப்புகளும் எல்லா வளர்ச்சிகளும் ஒன்றைப் போலவே இரா. ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டிருப்பதுடன் வளர்ச்சி விகிதங்களிலும் மாறுபட்டிருக்கும்.

வளர்ச்சியின் விதங்களில் பலவகையுண்டு. அவைகளைக் காண்பதற்கு முன்பாகக் கீழ்க்காணும் குணங்களை நாம் நினைவுகூர்வது நன்று.

(1) செல் உறுப்பு (Cell member): ஒவ்வொரு செல்லின் அமைப்பு, அதன் பிரிவு, வளர்ச்சி, அவ்வகைச் செல்களினால் ஆக்கப்பெறும் திசு, அத் திசுக்களின் பெருக்கம், பயன் இவைகளை ஓரளவு புரிந்துகொண்டால் எல்லா வளர்ச்சி மாற்றங்களையும் எளிதில் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

(2) பசுமை எடை (Fresh weight): தாவரத்தின் வளர்ச்சியில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் தாவர உடலில் பல உறுப்புகள் தோன்றக்கூடும். அவ் வுறுப்புகள் பெருகவும்கூடும், சில உறுப்புகள் தாவரங்களிடமிருந்து பிரியவும் கூடும். இன்னும் பல காரணங்களால் தாவரத்தின் வளர்ச்சியின்போது அவற்றின் எடை கூடவுஞ்செய்யும்; குறையவுஞ் செய்யும் என்பது காரண காரியங்களுடன் இதற்கு முன்னர் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

(3) உலர் எடை (Dry weight): தாவரங்கள் வளர்ந்தபின் அவைகளை ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் உலர்த்திப் பின் அவைகளின் எடையைக் கண்டு எவ்வளவு அவை வளர்ந்திருக்கின்றன என்பதைஅவற்றின் எடை கூடுதலால் அறிந்துகொள்ளுதல். இதனால் பல சிறந்த பயன்களும் உண்டு என்பதை நாம் அறிவோம்.

(4) ஒடுங்கிய வளர்ச்சி (Linear growth): இவ்வகை வளர்ச்சி பெரும்பாலும் தண்டுகளிலும், வேர்களிலும், நார்களிலும்தான் ஏற்படுகின்றது. இவைகளை நீளவாக்கில் (lengthwise) அளந்து அறிவர். பெரும்பாலும் பருத்தி இழைகள் (staples) இவ்வளவு நீளம் உள்ளவை உயர்தரம் என்றும், இவ்வளவு நீளம் உள்ள

இழையில் இவ்வளவு முறுக்கு (twist) இருந்தால் இவ்வளவு உறுதி வாய்ந்தது என்றும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. எனவே, இவையெல்லாம் தாவரங்கள் ஒடுங்கி நெடுக வளர்வதால் ஏற்படுவதாகும்.

(5) புரோட்டோபிளாஸம் (Protoplasm): எவ் வளர்ச்சியாயினும் சரி அவ் வளர்ச்சிக்கு அடித்தளமாக இருக்கும் புரோட்டோபிளாஸத்தின் வளர்ச்சியே மிகவும் இன்றியமையாதது. ஏனெனில், புரோட்டோபிளாஸம்தான் உயிரின் அடிப்படை (physical basis of life) ஆகும். புரோட்டோபிளாஸம் அதிகரிப்பதும் ஒருவகை வளர்ச்சியே. இது புரதப்பொருள் (protein) கூடுவதால் ஏற்படுவதாகும்.

(6) வளர்திசு (Meristem): வளர்திசுக்கள் வேரிலும் தண்டிலும், ஒரு குறிப்பிட்ட இடங்களில் காணப்படுவது. இதன் செயலால்தான் தண்டும் வேரும் வளர்ந்து நீள்கின்றன; பெருகுகின்றன. இத் திசுக்களின் செயல்கள் மங்கினால் தாவரத்தின் அளவும் உருவமும் பாதிக்கப்படும். இவை எல்லா வளர்ச்சிக்கும் முன்னோடியாக இருக்கின்றன.

(7) வேர், தண்டுத் தொகுதியின் விகிதம் (Shoot and root ratio): இவ்வளவு வளர்ச்சி வேர்களிலும் தண்டுகளிலும் ஏற்படுவது என்பது ஒரு பொதுவிதி. அதன்படி ஒவ்வொரு தாவரமும் (உயர்இனம்) வளர்ந்திருந்தால்தான் அதனதன் வாழ்க்கைச் சுற்றைச் (life cycle) செவ்வனே நடத்த முடியும். எனவே, இவ்வகை வளர்ச்சியும் இன்றியமையாததே.

மேற்கூறிய வளர்ச்சிகளைத் தவிரத் தாவரங்களில் இன்னும் பல வளர்ச்சிகள் உள்ளன. அவை : (1) முதல் வளர்ச்சி (Primary growth),(2) இடை வளர்ச்சி (Secondary growth),(3)பயிர்உறுப்பு வளர்ச்சி (Vegetative growth), (4) இனப்பெருக்க வளர்ச்சி (Reproductive growth), (5) பயிர் உறுப்புகள், இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் கால வளர்ச்சி (Vegetative and reproductive periodicity of growth). இவைபோன்ற வளர்ச்சிகளும், நாள் வளர்ச்சி, மாதவளர்ச்சி, பருவ வளர்ச்சி, ஆண்டு வளர்ச்சி, முன் வளர்ச்சி, பின் வளர்ச்சி, நாட்டம், ஈர்ப்பு உணர்ச்சி, காய், கனி, விதை இவைகளின் வளர்ச்சி, முளைத்தல் போன்ற வளர்ச்சிகளும் இவ் வளர்ச்சிவிகிதங்களில் அமையும். இவற்றில் ஒருசில வளர்ச்சிகள் இதற்கு முன்னுள்ள பகுதிகளில் ஆங்காங்கே பொருத்தமான தலைப்பின்கீழ் விளக்கப்பட்டுள்ளன. இங்கு மேற்செல்லும் தலைப்புகளில் வளர்ச்சியின் ஒருசில வகைககளைக் காண்போம்.

5-4. முதல் வளர்ச்சி (Primary growth)

வளர்ச்சி, வேர், தண்டு இவைகளின் நுனிஆக்கத் திசுக்களில் தொடங்கிவைக்கப்படுவதே முதல் வளர்ச்சி (primary growth) ஆகும். முதல் திசுக்களை (primary tissues) ஆக்குவதில் முடிவடைவதே முதல் வளர்ச்சி என்று வழங்கப்படும். அது தாவரத்தினுடைய நீளத்தை அதிகரிப்பதற்காகவும் (அதாவது தாவர அச்சின் இருபுறமான வேர், தண்டு நீள்வது), தண்டு, வேர்த் தொகுதியின் கிளைத்தொகுதிகளை ஏற்படுத்தவும், பக்க உறுப்புகளான வேர்த் தூவிகள், இலைகள், மலர்ப்பாகங்கள் ஆகியவற்றைத் தோற்றுவிப்பதற்காகவும் முன்னோடியாக இருக்கிறது.

அநேகத் தாவரங்களில் தாவரம் முழுவதும் முதல் திசுவினால் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. இது டெரிடோஃபைட்டஸ் (pteridophytes) மற்றும் ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் (monocots) முற்றிலும் உண்மை. விதையுறையில்லாத் தாவரங்களிலும் (ஜிம்னோஸ்பர்ம்ஸ் - gymnosperms), இருவித்திலைத் தாவரங்களிலும் (dicots) தண்டுகளும் வேர்களும் ஏறக்குறைய அடிப்படைத் திசுக்களை உற்பத்தியாக்குவதில் தொடர்ச்சியாக வளர்வதோடல்லாமல் வாஸ்குலார்க் கேம்பியச் (vascular cambium) செயல்களால் குறுக்குவிட்டத்தில் அதிகரிக்கவும் செய்கிறது.

சிலவற்றில் விட்டத்தில் ஏற்படும் அதிகரிப்புத் தண்டு ஆனாலும், வேர் ஆனாலும் வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இளம் தண்டுகள் கனத்தில் கூடுவது (increase in girth) முதல் வளர்ச்சியினால்தான் என்றாலும் இது சிறிதுகாலமே நீடிக்கும். அதன் பிறகு தண்டின் அப் பகுதியில் குறிப்பாகப் பரிதியில் திசுக்களின் செல்பிரிவும், விரிவும் குறைந்துகொண்டே வந்து நின்றுவிடுவதால் முதல் வளர்ச்சி முடிவடைந்துவிடுகிறது. தாவர உடல் முழுவதும் முதல் திசுவினால் ஆக்கப்பட்ட தாவர வகைகளில் விட்ட வளர்ச்சியின் முழு முறையும் இதுவேதானாகும்.

5-5. முதல் வளர்ச்சியின் வலிமை (Dynamics of primary growth)

செல்லினுடைய முதல் வளர்ச்சியின் வலிமையைப்பற்றிய நமது அறிவெல்லாம் திசுக்களின் மெல்லிய நெடுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தை (thin longitudinal section) நுண்ணோக்கியில் வைத்து அறிந்துகொண்டதால் ஏற்பட்டதேயாகும். இவ் வெட்டுத்தோற்றங்கள் பெரும்பாலும் தண்டு அல்லது வேரின் ஆக்கத்திசுவினூடே அமைந்தவையாகும்.

வேரின் முதல் வளர்ச்சி, தண்டின் முதல் வளர்ச்சி இவைகளைப் பற்றிய விவரங்கள் வளர்ச்சிக் கூட்டு (growth varieties) என்ற படலத்தில் அவ்வகைத் தலைப்பின்கீழ் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

5-6. இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி (Secondary growth)

இதையே குறுக்கு வளர்ச்சி என்றும் சொல்வதுண்டு. இதுவே இடைவளர்ச்சி (lateral growth) ஆகும். இவ்வகை இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி மா, பலா, புளி போன்ற இருவித்திலைத் தாவரங்களின் தண்டுகளில் காணப்படுகின்றது. இவை புதிய செல்கள் உண்டாவதன் காரணமாக ஆண்டுதோறும் தடிமனில் பருக்கின்றன. இத் தண்டுகளின் தடிமனில் ஏற்படும் வளர்ச்சியே மேற்கூறியவாறு வழங்கப்படுகிறது. சில தாவரங்களில் இவ்வகை வளர்ச்சி நீண்டகாலம் ஏற்படும். அது அத் தாவரங்கள் தாம் பெறும் ஊட்டத்தைப் பொறுத்தும், இருக்கும் பருவங்களைப் பொறுத்தும் சிறப்பாகக் காணப்படும்.

இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி தொடங்குமுன் தண்டில் காணப்படும் திசுக்கள் முதல்நிலைத் திசுக்கள் (primary tissues) என வழங்கப்படும். புதிதாக உண்டாகும் இரண்டாம்நிலைத் திசுக்களினால் (secondary tissues) இவ் வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. மேலும்,குறிப்பாகச் சொல்லப்போனால் புதிய கேம்பிய அடுக்குகள் செயல்படுவதனால் இவை உண்டாகின்றன. இரண்டாம் நிலைத் திசுக்கள் மையத் திசுவின் உள்ளேயும் வெளியேயும் ஏற்படுகின்றன.

5-7. ஆண்டு வளையங்கள் (Annual rings)

இளவேனிற் காலத்தில் கேம்பியம் நன்கு செயல்பட்டுப் பெரிய குழிகள் வழிகள் உள்ள (pitted vessels) சைலம் குழாய்களை உண்டாக்குகிறது. கேம்பியத்தின் செயல் மழைக்காலத்தில் குறைந்திருக்கும். மீண்டும் இளவேனிற் காலம் வரும்போது அது மிகையாகச் செயல்படுவதால்இருவகைக் கட்டைகள் (woods-sap wood and heart wood) உண்டாகின்றன. அவை முறையே இளவேனிற் காலக் கட்டை (Spring wood) என்றும், கோடைக்காலக் கட்டை (Autumn wood) என்றும் பெயர்பெறும். இவை இரண்டும் சேர்ந்து ஓராண்டு வளர்ச்சியை மரத்தில் உறுதிசெய்கின்றன. இவ்வாறாக ஏற்பட்ட வளையங்கள் முதிர்ந்த தண்டின் குறுக்குவெட்டுப் பகுதியில் அடுக்கடுக்காகப் பல காணப்படும். இவை ஆண்டொன்றுக்கு ஒன்று என்று தோன்றுவதால் ஆண்டு வளையங்கள் (Annual rings) அல்லது வளர்ச்சி வளையங்கள் (Growth rings) என்று வழங்கப்படுகின்றன. பொதுவாக, இவ் வளையங்களின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு அம் மரத்தின் வயதைச் சொல்லிவிடலாம்.

ஆண்டு வளையம் அல்லது வளர்ச்சி வளையம் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன என இங்குச் சற்று விரிவாகக் காணலாம்.

ஒரு தண்டு அல்லது வேரைக் குறுக்கே வெட்டிப்பார்த்தால் இரண்டாம் ஸைலம் (secondary xylem) சூழ்வட்டமாக (concentric rings) ஆக்கப்படுவது தெரியும். இவை கேம்பியச் செல்களின் சரியான தாளங்களில் (rhythms) ஏற்படுவதல்லாமல் பருவகால மாற்றங்களுடன் தொடர்புடையனவும் ஆகும். இவற்றுடன் ஃபுளோயத்தின் (phloem) பகுதியும் ஏற்படும். ஆனால், அவை அவ்வளவு தெளிவாக இரா.

இளவேனிற் காலத்தில் கேம்பியச் செயலின் புதுப்பிக்கும் பணியின் உண்மையான காரணம் என்னவென்பது தெரியவில்லை. ஆனால், மொட்டு விரிவது கேம்பியச் செயலை முந்திக்கொள்கிறது. எனவே, இளம் குருத்துகளின் மலர்ச்சி ஒருகால் கேம்பியத்தைத் தூண்டச்செய்து அவைகளின் செல்களில் செல்பிரிவைத் தொடங்கச் செய்வதால் உண்டாகும் காரணமாக இருக்கலாம்.

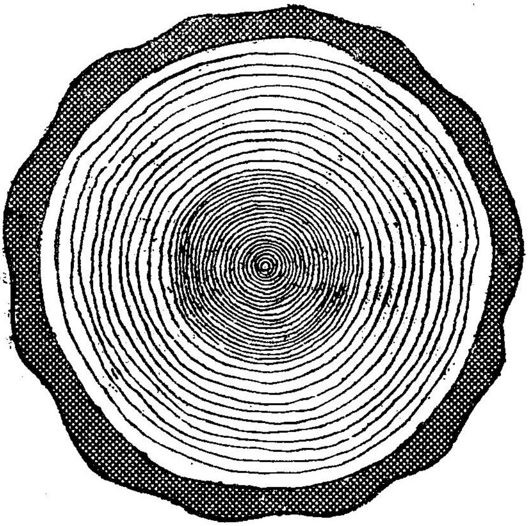
தொடர்ச்சியான வளர்ச்சி வளையங்களின் அகலம் நிலையானதன்று. எண்ணற்ற காரணிகளின் பாதிப்பினால் வளர்ச்சி அளவின் விகிதம், செயல்படும் முறை, வறட்சியினால் திடீரென வளர்ச்சி நின்றுவிடுவது, வெப்பம், நோய், இலையுதிர்தல் போன்றவற்றால் மாறக்கூடும். மேற்கூறிய காரணிகள் சமன்பட்டபொழுதும் அவை மீண்டும் செயல்படக்கூடும். இவ் வேளையில் பொய்யான ஓர் ஆண்டு வளையம்கூட ஏற்படுவதுண்டு.

தனி வளர்ச்சி வளையம் ஒரே சீரான (வளர்ச்சிகொண்ட) அகலத்துடன் சுற்றிலும் ஏற்படவேண்டுமென்பதில்லை. பக்க அச்சுகளிலும், கிடைமட்ட வளர்ச்சி உறுப்புகளிலும் சற்று அகலமாகவும் ஏற்படக்கூடும். இதனால் முதல்ஸைலம் (primary xylem or protoxylem) மையமில்லாமல் போய்விடுகிறது.

பொதுவில் சூழ்நிலை சாதகமாக இருந்தால் வளையங்கள் அகலமாகவும், பாதகமாக இருந்தால் வளையங்கள் குறுகலாகவும் இருக்கும். சில பகுதிகளில் மழைக்கும் வளையங்களுக்கும் நிறைந்த ஒற்றுமை காணப்படுகின்றன. இவை சிறப்பாகப் பாதி வறண்ட தென்கிழக்கு அமெரிக்கத் தட்பவெப்பத்தில் காணப்படுகின்றன. வறட்சி குறைவான பகுதிகளில் இவ்வகை உறவு காணப்படுவதில்லை. வறட்சியான பகுதியில் வீழும் மழை வளர்ச்சிவளையங்களின் அமைப்பை மாற்றிக் காட்டுகிறது. ஓர் உயிருள்ள தாவரத்தின் உள்வட்டத்தின் அமைப்பு அதே பகுதியிலுள்ள ஒரு பழமையான

கட்டடத்திலுள்ள மரச்சட்டத்தின் வெளிவட்டத்தின் அமைப்பிற்கு ஒத்திருந்தால், அக் கட்டடத்தின் வயதை நிர்ணயித்துவிடலாம். உயிருள்ள மரங்களின் வளர்ச்சி வளையங்களை எண்ணுவதிலிருந்தும், கட்டடங்களில் உள்ள மரச் சட்டங்களிலுள்ள வளர்ச்சி வளையங்களை அதேபோல் எண்ணுவதிலிருந்தும் அரிஜோனு மற்றும் புதிய மெக்ஸிகோ (Arizona and New Mexico) நகரங்கள் சுமார் 1200 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டவை அதாவது சார்லிமேக்னி (Charle Magne) காலத்தவை என்று அறியப்படுகிறது.

கடுமையான வறட்சி840,1067,1379,1682ஆம் ஆண்டுகளில் ஏற்பட்டதை மிக நெருக்கமான ஆண்டுவட்டங்கள் காட்டுகின்றன (படம்5-1). ஒரு பயங்கரமான வறட்சி 1276-ல் தொடங்கி



படம் 5-1

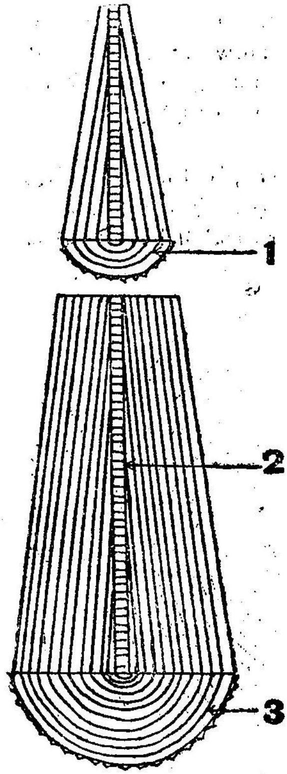
பண்டோரோ பைன் மரத்தின் அடித்தண்டு

இதிலுள்ள குறுகலான வளையங்கள் சுமார் 54 ஆண்டுகள் வளர்ச்சி குன்றியிருத்தலைக் காட்டுகின்றன.

23 ஆண்டுகள் நீடித்ததால் நாட்டில் கடுமையான பட்டினி ஏற்பட்டுப் பழமையான கிராமங்களிலிருந்து பெரும்பான்மையான மக்கள் வெளியேறினர் என்பதும் இதனுல் அறியப்படுகின்றது. எனவே, தாவர வளர்ச்சி அதிலும் சிறப்பாக ஆண்டுவளர்ச்சி நாட்டின் வரலாற்றை அறிவதிலும் கைகொடுக்கிறது எனக் கூறினுல் மிகையாகாது.

5-8. பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சி (Vegetative growth)

தாவரங்கள் ஏறக்குறைய அளவில் தொடர்ந்து அதிகரித்துப் புதிய உறுப்புகளை உண்டாக்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு ஏற்படும் நிகழ்ச்சி ஏறக்குறைய அவைகளின் வாழ்நாள் முழுவதும் நடைபெறுகிறது. இவ்வாறு ஏற்படுவது இயற்கையின் நியதி. இதைத்தான் வளர்ச்சி (growth) என்று சொல்கின்றோம். இதற்குச் சில செயற்பாடுகள் உண்டு. அவை பின்வருமாறு:



படம் 5-2

தண்டில் கூம்புபோல் ஆண்டுவளையம் அதிகரிக்கும் விதம் நெடுக்குத் தோற்றத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.
1, 3. ஆண்டு வளர்ச்சி
2. முக்கிய அச்சு

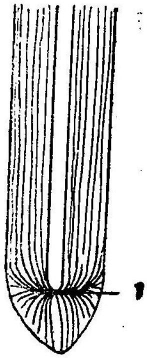
தன்மயமாதல் (Assimilation): பொருள்கள் வளர்ச்சியின்போது புரோட்டோபிளாஸமாகவும், செல் சுவராகவும் மாறுவது முழுக்க முழுக்க உணவுப் பொருள்களிலிருந்து தான். உணவைப் புரோட்டோபிளாஸமாக ஆக்கப் பயன்படும் இந்தச் செய்கைதான் **தன்மயமாதல்** (assimilation) என்று வழங்கப் படுகின்றது. புரோட்டோபிளாஸத்தின் தொகுப்பில் தன்மயமாகும் உணவுகளெல்லாம் பெரும்பாலும் புரதப்பொருள்களும் (protein), கார்போஹைட்டிரேட்டுகளும் (carbohydrates) தாம். இவ் வளர்ச்சிச் செயலால் வளரும் பகுதியின் உலர் எடை (dry weight) கூடுகிறது. அதே வேளையில் சுவாசித்தலினால் எடை குறைகிறது.

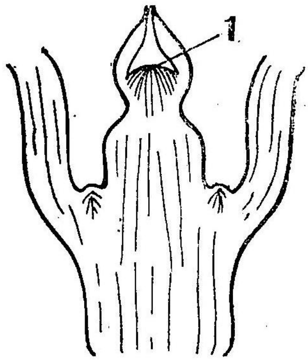
வளர்ச்சி ஒரு செயல் (Growth as a process): அநேக ஆசிரியர்கள் 'வளர்ச்சி' என்ற சொல்லைச் செல்பிரிவதற்கும், செல் பெருக்கமடைவதற்கும்தான் பயன்படுத்துகிறார்கள். எனவே, இப்பகுதியில் மலரில்லா உறுப்புகள் அதாவது பயிர் உறுப்புகள் (வேர், தண்டு, இலை) வளர்ச்சி மட்டும் ஆராயப்பட்டுள்ளது.

வளர்திசுக்கள் (Meristems): வளர்ச்சி ஒரு தாவரத்தினுடைய எல்லாப் பகுதிகளிலும் வரைமுறையில்லாமல் ஏற்படுவதில்லை.

ஆனால், அவை ஒரு குறிப்பிட்ட சில இடங்களில் உள்ள திசுக்களினால்தான் தொடங்கி வைக்கப்படுகின்றது. அவைதாம் **வளர்திசுக்கள் (meristems)** எனப்படும். ஒரு வளர்திசுவில் அனுகூலமான காலங்களில் அதாவது சாதகமான சமயங்களில் புதிய செல்கள் ஏறக்குறையத்தொடர்ச்சியாகஏற்பட்டுக்கொண்டிருக்கும். இதனால் வளர்திசு பெரிதாகிப் பல்வகைத் திசுக்களை ஏற்படுத்துகின்றது. இத் திசுக்கள் பல வகைகளில் அமைந்துநிலைத்திசுக்களாகின்றன. ஏறக்குறைய ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் அது ஒரு குறிப்பிட்ட வகையில் அமைந்திருக்கும்.

மிக முக்கியமான வளர்திசுக்கள் ஏற்படுவது வேர்நுனியிலும் தண்டுநுனியிலும்தாம் (படம் 5-3, 5-4).





படம் 5-3
1. வேரின் வளர்திசு

படம் 5-4
1. தண்டின் வளர்திசு

வேர், தண்டு இவற்றின் நுனி ஆக்கத்திசு

வேரின் நுனி ஆக்கத்திசு (apical root) ஒவ்வொரு வேரிலும் காணப்படுகின்றது. ஆனால், **தண்டின் நுனி ஆக்கத்திசு** தண்டின் நுனியிலும் நுனிக்குருத்திலும் மேலும் ஒவ்வொரு குருத்திலும் காணப்படுகிறது.

இடைவளர்திசு (Intercalary meristems): இவை பல தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. இவை சில தாவரத் தண்டுகளிலும், சில தாவர இலைகளிலும், குறிப்பாக ஒருவித்திலைத் தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்றன. தண்டுகளில் இடைவளர் திசுக்கள் பொதுவாகக் கணுக்களுக்குச் சற்று மேலே காணப்படுகின்றன. ஆனால், சில தாவரங்களில் இவை கணுக்களுக்குச் சிறிது கீழேயும் அல்லது கணுவின் மையத்திலும் காணப்படுகின்றன. புல் மற்றும் ஐரிஸ்

(grasses and iris) போன்ற ஒருவித்திலைத் தாவர இலைகளின் அடித்தளத்திலும் இவ்வகைத் திசுக்கள் காணப்படுகின்றன. எது எவ்வாறு இருப்பினும் இத் திசுக்கள் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியை மேம்படுத்தவும் ஊக்குவிக்கவும் பயன்படுவதால் விதையில்லா உறுப்புகளின் வளர்ச்சியின்கீழ் அறியப்படுகிறது.

வளர்ச்சி, தண்டின் நுனியிலும் வேரின் நுனியிலும் தோற்றுவிக்கப்படுவதால் இது முதல் வளர்ச்சி (primary growth) என்று வழங்கப்படுகிறது. முதல் வளர்ச்சிக்குண்டான விவரங்களை அந்தத் தலைப்பின்கீழ் வேரின் வளர்ச்சியிலும் தண்டின் வளர்ச்சியிலும் காண்க.

பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியில் திசுக்களின் வளர்ச்சியும், இடை வளர்ச்சியும், இடை உறுப்புகளின் வளர்ச்சியும், இலை, கிளை, தண்டு, வேர் இவைகளின் வளர்ச்சியும் அடங்கும். பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியிலே பல தடைகள் ஏற்படக்கூடும். அவை பெரும்பாலும் புறக் காரணங்களால் ஏற்படுபவையாகவே இருக்கும். அவ்வாறு தடைப்படுத்தும் புறக்காரணங்கள் பல. அவைகளுள் கீழ்க்காணுபவை முதலிடம் வகிக்கின்றன.

1. நிலத்தின் வெப்பம்
2. காற்றின் வெப்பம்
3. கதிர்வீச்சு
4. நிலத்தில் கிடைக்கும் நீர்
5. நிலத்தின்கண் உள்ள நீராவி
6. நில நீரில் கரைந்துள்ள பொருள்கள்
7. நிலத்தின்கண் காணப்படும் காற்று
8. நிலத்தில் அயனிகளின் மாற்றம்
9. வானமண்டலத்திலுள்ள
10. ஈர்ப்பு காற்று
11. காற்றழுத்தம்
12. காற்று

மேற்கூறிய இக் காரணிகள் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியை எவ்வெவ் வகைகளில் என்னென்ன தடைகளை ஏற்படுத்துகின்றன என்பதைக் காரணிகள் (factors) என்னும் படலத்தின்கீழ்க் காண்க.

5-9 இனப்பெருக்க வளர்ச்சி (Reproductive growth)

விதைத் தாவரங்களில் இது கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அளவில் விவாதிக்கப்படுகிறது. இது பொதுவாக இத் தாவரங்களில் (விதைத் தாவரங்களில்) மலர்களை உண்டாக்கவும், கனிகளை உண்டாக்கவும், விதைகளை உண்டாக்கவும் எடுத்தாளப்படுகிறது.

எனவே, இச் சொல் ஒரு சிக்கலான ஆனால் அதே நேரத்தில் வளர்ச்சியின் ஒரு தத்துவத்தை விளக்குதற்கான சொல்லாக அமைகிறது என்பதை மிகவும் சுருக்கமாகக் கொள்ளலாம்.

இனப்பெருக்க வளர்ச்சியின்போது முதன்மையாக ஏற்படக் கூடிய நிகழ்ச்சிகள் பின்வருவன: (1) மலர்ப் பிரைமார்டியாவின் தொடக்கம் (initiation of flower primordia), (2) மலர்ப்பகுதிகள் முதிர்தல் அல்லது பருவமடைதல் (maturation of floral parts), (3) மகரந்தப் பையிலுள்ள மகரந்தத்தூள்கள் வளர்தல் (development of the pollen grains within anthers), (4) கருப்பையும் அதனுடன் முட்டையும் வளர்தல் (development of an embryo sac with an egg), (5) ஒவ்வொரு சூல் அணுவிலுள்ள சூல் அணு உட்கருக்கள் இணைதல் (fusion of nuclei in each ovule in the ovulary), (6) மகரந்தச்சேர்க்கை (pollination), (7) மகரந்தக் குழாயில் இரண்டு விந்து செல்கள் ஏற்படுவது (formation of two sperm cells in the generative nucleus in the pollen grain or tube), (8) மகரந்தக் குழல் சூல்முடியிலிருந்து சூல் அணுவரை வளர்தல் (growth of the pollen tube from the stigma into the ovule), (9) கருவுறுத்தல் (fertilization), (10) கருவளர்தல் (development of the embryo from the fertilized egg), (11) முளைசூழ்தசை ஏற்படுதல் (development of the endosperm from the endosperm nucleus). (12) சூல் அணுவிலிருந்து விதை ஏற்படுதல் (development of the seed from the ovule), (13) கனி உண்டாதல் (development of the fruit from the ovulary or from the ovulary adjacent tissues).

மேற்கண்டவாறு அட்டவணையிட்டுக் காட்டிய எல்லா நிலைகளும் தத்துவங்களும் இனப்பெருக்கத்தின் வளர்ச்சியாக இருப்பினும் இரு முக்கியநிலைகளான மலரும்நிலை (flowering stage), கனியும் நிலைகள் (fruiting stage) தனியாக வேறுபடுத்திக் காட்டப்படும். கனியும் நிலை பொதுவாக மகரந்தச் சேர்க்கையிலிருந்து கணக்கிடப் படுகிறது. மேற்கூறிய இரு நிலைகளும் புறத்தோற்றத்திலல்லாமல் வாழ்வியலிலும் தனித்தனியாக வேறுபட்டு மிளிர்கின்றன (distinct morphologically and physiologically).

மேற்கூறிய இனப்பெருக்க வளர்ச்சியினை மலர், கனி, விதை ஆகியவைகளின் வளர்ச்சித் தலைப்பின் கீழும் தாவரத்தின் பெருக்கம் (Plant development) என்னும் படலத்தின் கீழும் இன்னும் அதிகமான செய்திகளை அறியலாம்.

5·10: பயிர் உறுப்புகள், இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக் கால வட்டச் சுற்று (Cyclical periodicity of vegetative and reproductive growth)

வளர்ச்சிக் காலம் (growth periodicity) பருவகாலங்களில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளைக் குறிப்பதோடல்லாமல் வாழ்க்கைச்சுற்றில் சில உறுப்புகளின் பெருக்கம் ஒரு நிலையில் ஏற்படுகிறது என்பதையும் வேறு சில உறுப்புகள் மற்றொரு நிலையில் பெருகுகின்றது என்பதையும் விளக்குகிறது.

தாவர வளர்ச்சித்தரத்தில் ஏற்படும் மிக எடுப்பான வளர்ச்சிக் காலம் எதுவெனில், விதையில்லா அதாவது பயிர் உறுப்புகள், இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வட்டச்சுழற் பெருக்கமேயாகும். இவையே பல தாவர வகைகளில் எடுத்துக் காட்டப்படுகிறது.

ஓராண்டு வளர்ச்சிகொண்ட எல்லாத் தாவரங்களிலும் பருவ கால வளர்ச்சிக்காலம் ஒன்றேபோல் தொடர்வரிசையில் ஏற்படுகின்றது. அவை (1) விதை முளைத்தல், (2) பயிர் உறுப்புகளின் பெருக்கம், (3) மலர்தல் கனிதல் பொதுவாகக் குறைந்து கடைசி நிலையில் பயிர் உறுப்புகள் மங்கும் நிலை ஏற்படுதல், (4) முதிர்ச்சி, (5) விதையைத் தவிர எல்லா உறுப்புகளும் மடிதல்.

மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிகளில் எதுவும் அல்லது எல்லாமும் நிரந்தரமானவையல்ல. மேற்கூறியவற்றைப் பல வழிகளில் மாற்றியமைக்க இயலும். மலர்களைக் கொய்வதாலோ, கனிகளைக் கொய்வதாலோ அல்லது இரண்டையுமே கொய்வதாலோ பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியைப் (vegetative growth) புதுப்பிக்கவோ துரிதப்படுத்தவோ முடியும். அதுபோல ஒளிநேரத்தில் ஒரு மாற்றம் ஏற்பட்டு முதிர்ச்சியை முடிவிற்குக் கொண்டுவருவதன் மூலம் பயிர் உறுப்புகளைப் புதுப்பிக்கவோ மீண்டும் உயிர் பெற்றெழவோ செய்யலாம்.

பயிர் உறுப்புகள், இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வட்டச்சுற்றுப் பெருக்கம் எல்லாம் ஈராண்டுத் (biennials) தாவரவகைகளிலும் ஒரேவிதமாக இருக்கும். இவ்வகையான தாவரங்களில் முதற்பருவத்தில் அல்லது ஆண்டில் பயிர் உறுப்புகளும், இரண்டாம் பருவத்தில் (ஆண்டில்) இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் ஏற்படுகின்றன. இதன் காரணமாக எல்லா ஈராண்டுத் தாவர வகைகளில் இலைகள் குளிரைத் தாங்கக் கூடியனவாக இருக்கின்றன. எனவே, அவை குளிர்மாதங்களில் நீடித்து வாழ்கின்றன. தாவரங்களினுடைய

இறப்பு, கனிகளும் விதைகளும் ஏற்பட்டவுடனேயே தொடர்ந்து ஏற்படுகின்றது. ஓராண்டுத் தாவரங்களில் செய்தது போலவே ஈராண்டுத் தாவரங்களிலும் வாழ்க்கைச்சுற்றைப் பல்வகை வழிகளிலும் மாற்றியமைக்க இயலும். எடுத்துக்காட்டாக ஈராண்டுத் தாவரங்களை வெப்பமான இடங்களில் வளர்ப்பதாலோ அவைகளை நீண்டபருவகாலத் தட்பவெப்பங்களில் வளர்ப்பதாலோ ஓராண்டுக்காலத் தாவரங்களாக மாற்றலாம்.

பல்லாண்டுகாலத் தாவர வகைகளில் பயிர் உறுப்புகள், இனப் பெருக்க உறுப்புகளின் வட்டச்சுழல் வடிவப் பெருக்கம் பெரிதும் மாறுபடுகின்றது. இப் பிரச்சினைக்குக் குளிர்ப்பகுதியில் வாழும் தாவரங்களை எடுத்துக்கொள்வோம். அநேகப் பல்லாண்டுத் தாவரங்களில் (perennials) மலர்கள் பயிர் உறுப்புகள் தோன்று வதற்கு முன்பாக இளவேனிற் காலத்தில் தோன்றுகின்றன. அல்லது இரண்டுமே ஒருசேர இளவேனிலின் ஆரம்பகாலத்தில் தோன்றுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக இவை ஆப்பிள், பீச், செர்ரீ போன்ற தாவரங்களில் ஏற்படுகின்றன. இவைகளின் பிற விவரங்கள் மற்ரெரு பகுதியில் விரிவாகத் தரப்பட்டுள்ளன.

6. வளர்ச்சிக் கூட்டு
(Growth Varieties)

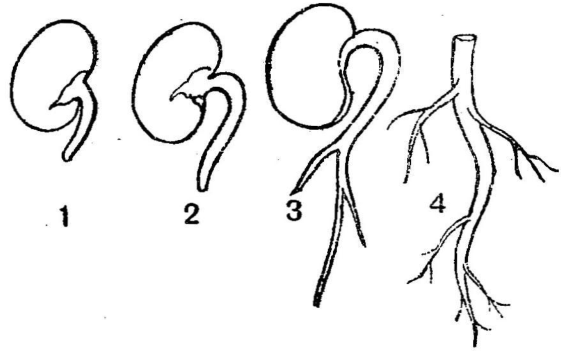
[வளர்ச்சிக் கூட்டு—தண்டுகளின் வளர்ச்சி—இலைகளின் வளர்ச்சி—மலர்களின் வளர்ச்சி—கனிகளின் வளர்ச்சி—விதைகளின் வளர்ச்சி.]

6-1 வளர்ச்சிக் கூட்டு (Growth variety)

வளர்ச்சிக் கூட்டு என்பது தாவர உடலில் ஏற்படும் பலவகை வளர்ச்சிகளைக்கொண்ட ஓர் அமைப்பு ஆகும். இதை ஒரு தொகுதியாகவும் சொல்லலாம். இவற்றுள் வேரின் வளர்ச்சி, தண்டின் வளர்ச்சி, இலையின் வளர்ச்சி, மலரின் வளர்ச்சி, காயின் வளர்ச்சி, கனிகளின் வளர்ச்சி, விதைகளின் வளர்ச்சி ஆகிய பல வகை வளர்ச்சிகள் அடங்கும். இவற்றுள் ஏதேனும் ஒருவகை வளர்ச்சி நடைபெறவில்லையென்ருலும் அல்லது தடைப்பட்டது என்ருலும் தாவர வாழ்க்கையில் ஒரு பெரும் மாறுதல் அல்லது விளைவு ஏற்படும் என்பது உறுதி. எனவே, இவ் வளர்ச்சிகள் அத்துணையும் ஒன்றுசேர்ந்த வளர்ச்சிக் கூட்டிஞல்தான் தாவரத்தின் வாழ்க்கைச்சுற்று முற்றுப்பெறுகிறது. அவை எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன? அவற்றில் உள்ள சிறப்பியல்புகள் எவை? அவைகளின் வாழ்கைச் சுற்று எவ்வாறு முழுமையடைகிறது? என்பனவற்றைப் படிப்படியாக ஆராய்வோம்.

(1) வேரின் வளர்ச்சி (Growth of the roots): வளர்ச்சி என்றவுடனேயே நம் கண்ணுக்குத் தெரிவது வேர்களின் வளர்ச்சியும், தண்டுகளின் வளர்ச்சியுமே யாகும். வேர்களின் வளர்ச்சி தாவரத்தை முதன்முதலில் நிலத்தில் பதியவைத்துக் கொள்ளவும், அந்தப் பற்றுதலுக்குப்பின் மண்ணிலிருந்து சத்துப்பொருள்களையும் நீரையும் உறிஞ்சித் தண்டுத் தொகுதிக்கு அனுப்பவும் அடிநிலையாக அமைகிறது. எனவே, வேர்களின்வளர்ச்சி விதையுறக்கத்திலிருந்து விழித்துச் செயல்படத் தொடங்கிய உடனேயே தொடங்கிவிடுகின்றது (படம் 6-1).

விதையினின்று முளைத்து முதலில் தோன்றிய கீழ்அச்சுப் பூமியைநோக்கி வளர்ந்து மண்ணில் பதிகின்றது. இக் காலத்தில் வேரில் பல மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. அவை: (1) வேர் ஆக்கத் திசு வளர்ந்து செல்பிரிவு ஏற்படுவதால் நீட்சி ஏற்பட்டு நீளத்தில் அதிகரிக்கிறது, (2) இவ்வாறு நீளத்தில் அதிகரிக்கும் வேர்



படம் 6-1

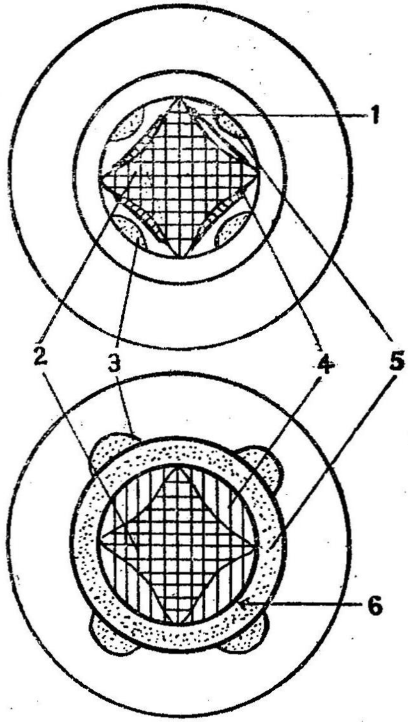
1. முளைவேர் தோன்றல்
2. நீட்சி
3. கிளைவேர் தோன்றல்
4. ஆணிவேரை ஏற்படுத்துதல்

பூமிக்கு மேலே வராமல் ஈர்ப்புவிசையினால் பூமியின் மையத்தை நோக்கி வளர்கிறது, (3) அவ்வாறு பூமியின் மையத்தை நோக்கி வளரும் நேரத்திலேயும் நீர் இருக்கும் பக்கம் நோக்கி அசைகிறது. (4) ஆக்கத்திசு முழுச் செயல்கொண்ட காரணத்தினால் முதல் திசு ஏற்பட்டு முதல் வளர்ச்சியைத் தோற்றுவிக்கின்றது, (5) வேர்த்தூவிகள் தங்கள் பணியைத் தொடங்குகின்றன.

இவ்வகைகளில் இரண்டாம் வளர்ச்சி என்பது முழுக்கமுழுக்கக் கோனிஃபெரஸ் (coniferous plants) தாவரங்களுக்கும்,விதையுறையற்ற தாவரங்களுக்கும் (gymnosperms), இருவித்திலைத் தாவரங்களுக்கும் (dicotyledons) உள்ள ஒரு சிறப்பியல்பு ஆகும். இது சிறப்பாக ஒருவித்திலைத் தாவரங்களின் வேர்களில் (monocot roots) உள்ளது.

முதல் சைலத்திற்கும் முதல் ஃபுளோயத்திற்கும் இடையில் பாரன்கைமாச் செல்கள் இருக்கின்றன. இப் பாரன்கைமாச் செல்களின் தொகுதிக்கு இணைப்புத் திசு (conjunctive tissue) என்று பெயர். நான்கு ஆரச்சுற்றுக் குழாய்ப் பட்டைகள் உள்ள வேரில் இப் பாரன்கைமா இருக்கும்பகுதியில் முதல் சைலத்தையொட்டி முதல்

கேம்பியம் தோன்றுகின்றது. இக்கேம்பியம் முதல் ஸைலத்தின் வெளிப்பகுதியில் விரிந்து சுற்றுவட்டத்தை (pericycle) எட்டுகிறது. முதலில் ஓரடுக்காக உள்ள சுற்றுவட்டம் பின்னர்ப் பிரிந்து பல அடுக்குள்ளதாகிறது. புரோட்டோஸைலத்திற்கு (protoxylem) அருகிலுள்ள சுற்றுவட்டத்தின் செல்களில் சில கேம்பியம் போன்று செயல்படுவதால் தொடர்ச்சியான கேம்பிய வளையம் (cambial ring) ஏற்படுகிறது. இவ் வளையம் ஃபுளோயத்திற்கு உட்புறமாகவும் ஸைலத்திற்கு வெளிப்புறமாகவும் இருக்கும்படி அமைந்திருக்கும்.



படம் 6-2

வேரின் இரண்டாவது வளர்ச்சி

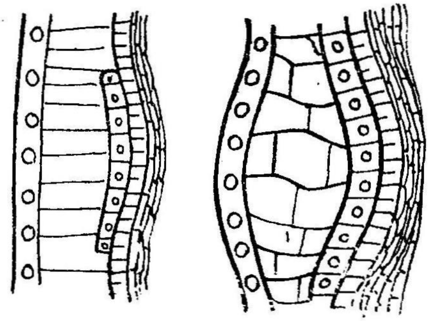
1. கேம்பியம்; 2. முதல் ஸைலம்; 3. ஃபுளோயம்; 4. இரண்டாவது ஸைலம்; 5. ஃபுளோயம்; 6. கேம்பியம்.

இப்பொழுது கேம்பியம் விரிந்து உட்புறத்தில் இரண்டாம் ஸைலத்தையும் (secondary xylem), வெளிப்புறத்தில் இரண்டாம் ஃபுளோயத்தையும் (secondary phloem) உண்டாக்குகிறது. விரைவில் அலை போன்றுள்ள கேம்பிய வளையம் வட்ட வடிவத்தைப் பெறுகிறது.

மேலும், புரோட்டோசைலத்திற்கு எதிரிலுள்ள சில செல்கள் பாரன்கைமா அடங்கிய பட்டைகளை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றிற்குப் பிரதான உட்கதிர்கள் (main medullary rays) என்று பெயர். இரண்டாம் சைலத்தின் வழியாகவும், இரண்டாம் ஃபுளோயத்தின் வழியாகவும் இக்கதிர்கள் வெளியே செல்கின்றன. இவை அமைப்பிலும், செயலிலும் தண்டின் உட்கதிர்களைப் போலவே (medullary rays of stem) இருக்கின்றன.

இரண்டாம் சைலமும் ஃபுளோயமும் உண்டாவதால், இவ்வகைத் தாவர வேர்களில் அகத்தோல் (endodermis) வெடிக்கிறது. அப்போது சுற்றுவட்டத்திற்குப் பிரியும் ஆற்றல் இருப்பதனைக் கொண்டு கார்க் கேம்பியத்தை- தக்கையடுக்குத் திசுவை (cork cambium) உண்டாக்குகிறது. இது தண்டின் தக்கை அடுக்குத் திசுவைப் போலவே செயல்புரிகிறது. வெளிப்புறத்தே தக்கைச் செல்களையும்(cork cells) உட்புறத்தே பாரன்கைமாச்செல்களையும் உற்பத்திசெய்கிறது. இவ் விடங்களில் சில வேர்களில் பட்டைத் துளைகளும் (lenticels) இந்த நெருக்கத்தைச் சமாளிக்கப் பயன் படுகின்றன.

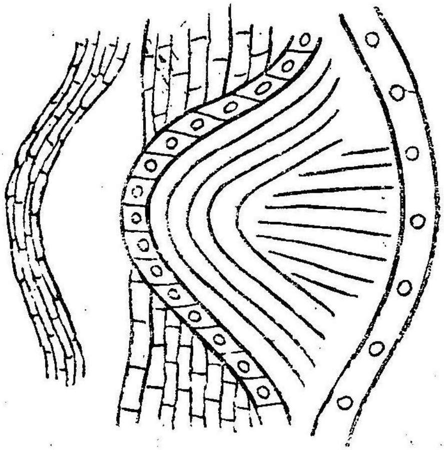
(2) கிளைவேர்கள் (அ) பக்கவேர்கள் (Lateral roots): கிளைகள் அல்லது பக்கவேர்கள் அல்லது இடைவேர்கள் பொதுவாகக் கேம்பியம் தன் செயலைத் தொடங்குமுன் வளர்கின்றன (படம் 6-3, 6-4). ஒரு பெரிய கூம்பு வடிவமான வேர்முனைச் சுற்றுவட்டத்தில் செல் பிரிவதால் சைலத்தின் ஆர உச்சியில் ஏற்படுகிறது. இம் முனை பிறகு வளர்ச்சியினால் வெளியே தள்ளப்படுகிறது.



படம் 6-3

இது அகத்தோலையும், புறணியையும், புறத்தோலையும் தள்ளிக் கொண்டு வேரினின்று வெளித்தோன்றுகிறது. கிளைவேர்களின்

முனை வளர்வதால், அதன் பின்னுள்ள செல்கள் முதிர்ச்சியடைந்து பிரதான வேரின் மாற்றுத்திசுவை உண்டாக்குகின்றன. வட்டச் சுற்றின் (pericycle) அடித்தளத்திலுள்ள செல்கள் பிரதான வேரிலும் கிளைவேரிலும் உள்ள சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்களை வேறு படுத்திக் காட்டுகின்றன. பின்னிலையில் பிரதான வேரின் கேம்பியம் கிளைவேருடன் தொடர்ந்து வளர்கிறது. தாய் உறுப்பினுள் ஆழப் பதிந்திருக்கும் திசுக்களிலிருந்து தோன்றும் இக் கிளைவேர்கள்தாம் தண்டிலிருந்து இலைகளும் கிளைகளும் மேற்போக்காக ஏற்படும் தன்மையிலிருந்து மிகத் தெளிவாக மாறுபட்டுள்ளன.



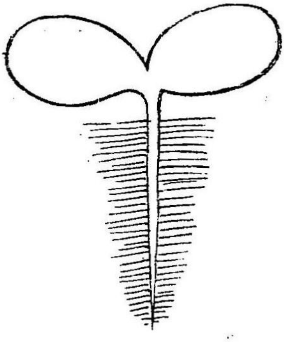
படம் 6-4

கிளைவேர்கள் தோன்றும் விதம்

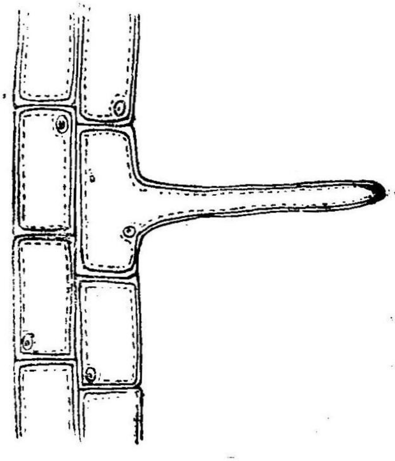
(3) வேர்த்தூவிகள் (Root hairs): இவை வேர்த்தூவிகள் உள்ள பகுதிக்கு மட்டுமே உரித்தான ஒரு தனி அமைப்பு ஆகும். இவை ஒருசில மில்லிமீட்டரிலிருந்து பல சென்டிமீட்டர் நீளம் வரை அந்தந்தத் தாவரவகைக்கு ஏற்ப நீளத்தில் வளரும். எவ்வளவு வேகமாக வளரும் வேர்முனையிலும் வேர்த்தூவிகள் வேர்நீட்சியின் பின்புறத்தேதான் வளர்கின்றன. பல வேர்த்தூவிகள் குறுகிய காலமே வாழக்கூடிய அமைப்புக் கொண்டவை. ஒருசில தாவரங்களில் இவ் வேர்த்தூவிகள் ஒருசில வாரங்களே உயிரோடிருக்கும். வேறு சில தாவரங்களில் இவ்வேர்த்தூவிகள் ஒரு பருவம் முடியுமட்டும் உயிருடனிருக்கும். இன்னும் சில தாவரங்களில் இவை ஓர் ஆண்டு முழுவதும் காணப்படும்.

வேர்த்தூவிகளைப்பற்றிய செய்திகள் நமக்குக் கிடைத்திருப்பவை மிகவும் சொற்பமே. டிட்மர் (Dittmers 1937) கண்டு பிடித்த ஒரு சுவையான செய்தி என்னவென்றால், கேழ்வரகிலுள்ள (rye) மொத்த வேர்த்தூவிகளின் எண்ணிக்கை 14 பில்லியன்கள் (14 billions = 14,000,000,000,000) ஆகும். அதே நேரத்தில் சில கோனிஃபர் (conifer) தாவரத்தில் வேர்த்தூவிகளே இல்லை.

வேர்த்தூவி புறத்தோலிலுள்ள புறச்செல்லின் குழாய்போன்ற வெளி வளர்ச்சியேயாகும் (படம் 6-5). இவை ஒரு மில்லிமீட்டருக்குச் சற்று அதிகமான நீளத்திலும் 10μ. கொண்ட விட்டமுடையதாகவும் இருக்கும்.



படம் 6-5



படம் 6-6

வேர்த்தூவி

வேர்த்தூவிகள் செல்லுலோஸாலும் (cellulose) பெக்டிக் கூட்டுப்பொருளாலும் (pectic compounds) ஆக்கப்பட்டிருக்கும். செல்சுவரின் உட்புறத்தில் மெல்லிய சைடோபிளாஸம் காணப்படும். இது புறத்தோலிலிருந்து தொடர்ச்சியாக அமைந்திருக்கிறது. நீரில் அல்லது ஈரமான காற்றில் வேர்த்தூவிகள் பொதுவாக நேராக இருக்கும். ஆனால், நிலத்தில் இவை வளைவு நெளிவுகளுடனும் சில வேர்களில் கிளைகளுடனும் காணப்படும். வேர்த்தூவிகளின் வளர்ச்சி, பெருக்கம் இவைபற்றிய விரிவான ஆய்வு

சின்னட், பிளாக் (Sinnet and Block, 1939) என்பவர்களாலும், கார்மாக் (Cormack, 1949) என்பவராலும் நிகழ்த்தப்பட்டுள்ளது.

6-2. தண்டுகளின் வளர்ச்சி (Growth of the stems)

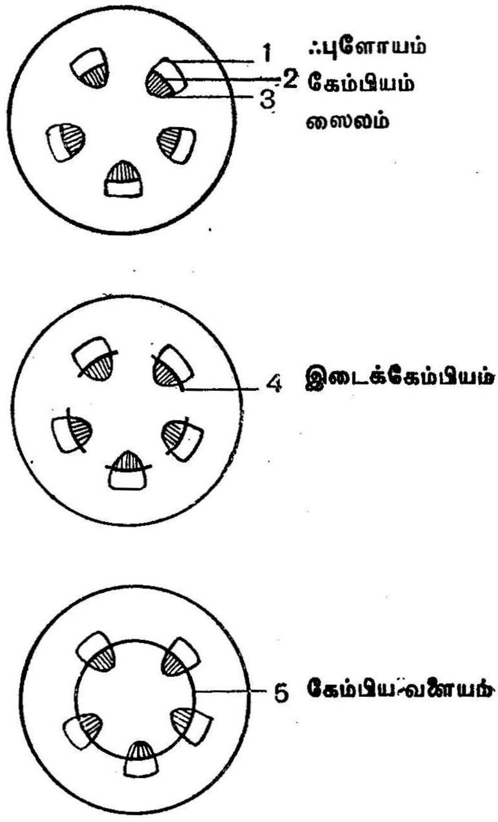
தண்டின் வளர்ச்சியில் இருவகையுண்டு. ஒன்று, தண்டின் முதல் வளர்ச்சி (primary growth of the stem). இரண்டாவது, தண்டின் இரண்டாம் வளர்ச்சி அல்லது இடைவளர்ச்சி (secondary growth of the stem) என்பனவாகும். முதல் வளர்ச்சி தண்டின் நுனியில் ஆக்கத்திசுக்களால் வேரில் ஏற்படுவது போல ஏற்படுகிறது. இதைப்பற்றிய தேவையான விவரங்களைத் தண்டின் முதல் வளர்ச்சியில் காணலாம். வேரில் ஏற்பட்டது போலவே தண்டிலும் முளைக்குருத்து பூமிக்கு வெளியே வந்து தண்டுத் தொகுதியாக மாறுகிறது. தண்டு சூரியனை நோக்கிப் பூமிக்கு எதிர்த்திசையில் வளர்கிறது. தண்டிற்குப் பல்வேறு அசைவுகளின் அதாவது வளைவுகள் (growth curvature) புறக் காரணிகளால் ஏற்படுகின்றன. இவைகளைப் பின்னர்ப் பார்ப்போம்.

இங்குத் தண்டில் ஏற்படும் இரண்டாம் வளர்ச்சியைச் (இடை வளர்ச்சியை) சற்று விவரமாக ஆராயலாம். இரண்டாம் வளர்ச்சி ஏற்படுவதற்கு முன்புள்ள திசுக்களுக்கு முதல் திசுக்கள் (primary tissues) என்று பெயர். புதிதாக உண்டாகும் இரண்டாம் திசுக்களினால் இடைவளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது (படம் 6-7).

இடை வளர்ச்சி இருவழிகளில் ஏற்படுகிறது. அவை மையத் திசுவின் உள்ளேயும் (stelar region) மையத்திசுவின் வெளியேயும் (cortex region) ஏற்படுகிறது. அவை பின்வருமாறு:

(1) மையத்திசுவின் உள்ளே ஏற்படும் இடை வளர்ச்சி: தண்டின் இடைவளர்ச்சிகளில் மையத்திசுவின் உள்ளே ஏற்படும் இடைவளர்ச்சிதான் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது. இதில் சாற்றுக்குழாய்த்திரள் கேம்பியம் (fasicular cambium) புதிய சாற்றுக் குழாய்த் தொகுப்புகளின் இடைப்பட்ட கேம்பியத்தை (inter fasicular cambium) உண்டாக்குகிறது. இது இரு பக்கங்களிலும் வளர்ந்து தொகுப்பினுடைய கேம்பியத்துடன் (fasicular cambium) இணைந்து கேம்பிய வளையத்தை (cambial ring) ஏற்படுத்துகிறது (படம் 6-7).

பிறகு கேம்பிய வளையம் தனக்கு உள்ளேயும் வெளியேயும் புதிய செல்களை உண்டாக்குவதன்மூலம் உட்புறத்தில் புதிய



படம் 6-7

இரண்டாம் வளர்ச்சியைக் காட்டும் படங்கள்

சைலமும் அதாவது இரண்டாம் சைலமும் (secondary xylem) வெளிப்புறத்தில் புதிய ஃபுளோயமும் அதாவது இரண்டாம் ஃபுளோயமும் (secondary phloem) ஏற்படுகின்றன. உட்புறத்திலுள்ள முதல் சைலத்தோடு இந்த இரண்டாம் சைலமும் சேர்கிறது. அதேபோல் வெளிப்புறத்திலுள்ள முதல் ஃபுளோயத்தோடு இந்த இரண்டாம் ஃபுளோயமும் சேர்கிறது. இரண்டாம் ஃபுளோயத்தைக் காட்டிலும் இரண்டாம் சைலம் அளவில் அதிகமாக ஏற்படுகின்றது. இவ்வாறு மையத்திசுவின் உள்ளே இடை

வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. இந்த இடைவளர்ச்சி மையத்திசுவின் வெளியே ஒரு நெருக்குதலை ஏற்படுத்துகிறது. அதன் காரணமாகப் புறணியில் வெடிப்புகள் ஏற்படுகின்றன. இவ் வெடிப்புகளை மூடி மறைக்க அல்லது காக்கப் புறப்பகுதியில் காப்பு உறை உண்டாகிறது. அதுவே மையத்திசுவின் வெளியில் ஏற்படும் புறவளர்ச்சியாகும்.

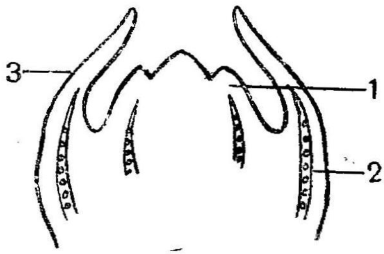
(2) மையத்திசுவின் வெளியே ஏற்படும் **இடைவளர்ச்சி:** புறத்தோலுக்குக் கீழே உள்ள புறணியின் வெளிப்புற அடுக்கிலுள்ள செல்கள் பிரிந்து கேம்பிய வளையத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இவ் வளையம் **கார்க்கேம்பியம்(அ) தக்கைப்பட்டைத்திசு (cork cambium)** என்று வழங்கப்படும். புதிதாக உண்டாகும் செல்கள் மேலும் பிரிந்து கேம்பியத்திற்கு இரு பக்கங்களிலும் சேய்ச் செல்களை உண்டாக்குகின்றன. அவ்வாறு வெளிப்புறத்தில் ஏற்படும் சேய்ச் செல்கள் (daughter cells) தக்கைச் செல்களால்(cork cells)மாறிப் புறத்தோலுக்குக்கீழேஒரு தக்கையடுக்கை(cork layer)ஏற்படுத்துகிறது. உட்புறச் சேய்ச்செல்கள் நீண்ட நாள்கள் வாழ்ந்து **தக்கை ஆக்கத்திசுவை (அ) ஃபெல்லோஜெனை (phellogen)** உண்டாக்குகின்றன.

மேற்கூறியவாறு இடைவளர்ச்சி ஒவ்வொரு பருவத்திலும் மாறிமாறி ஏற்படுவதால் குறுகிய அகன்ற பட்டைகள் ஏற்படுகின்றன. அவை **ஆண்டு வளையங்கள் (annual rings)** என்று வழங்கப்படுகின்றன என்று முன்னமே அறிந்துள்ளோம்.

6-3. இலைகளின் வளர்ச்சி (Growth of leaves)

இலைகள் தண்டுத்தொகுதி நுனியின் பக்கங்களிலுள்ள செல்கள் பிரிவதால் தோன்றுகின்றன. முதல் பிரிவு பெரும்பாலும் வெளிப்பகுதியிலுள்ள கடைசி அடுக்கினுள் ஏற்படுகின்றது. ஆனால், அதன்பின் விரைவில் மற்றப் பகுதியிலும் செல்பிரிவு ஏற்பட்டுவிடுகிறது. இவ் வெல்லாச் செல்களும், மற்றெல்லாச் செல்களைக் காட்டிலும் மிகவும் வேகமாகப் பிரிந்து விரல்போன்ற ஒரு முன்வளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகின்றன (படம் 6-8). இம் முனையின் கீழ்ப் பகுதி **கருவிலைக் காம்பு (embryonic petiole)** ஆகும். முனையின் மேல்பகுதி இலையின் நடுநரம்பாகும். நடுநரம்பின் இரண்டு பக்கங்களிலிருந்து பிரியும் செல்கள் இப்பொழுது இலையின் பரப்பை உண்டாக்குகின்றன. அதுவே இலையின் விரிந்த பகுதியாகும். பிறகு செல் பிரிதலினாலும், செல் வளர்தலினாலும், செல் முதிர்தலினாலும் வளர்ச்சி இலைமுழுமைக்கும் கொண்டுவரப்

படுகிறது. வளர்ச்சி விகிதம் இலையில் ஏற்படும் பல்வேறு செயல்களினால் மாறுபடுகின்றது. இலை முழுவதிலும் ஏற்படும் சமமில்லா வளர்ச்சி விகிதங்கள் இலை முதிர்வதால் ஏற்படும் எண்ணற்ற காற்றிடைவெளிச் செல்களினால் ஏற்படுகின்றன.



படம் 6-8

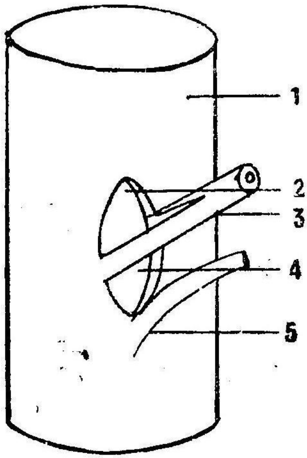
ஆக்கத்திசுத் தொகுதி

ஓய்வுற்றிருக்கும் குளிர்ப்பிரதேசத்திய கடினத் தாவரத்தின் (woody winter plant) குருத்து பல்வேறு நிலையில் பெருக்கமடையும் கருஇலைகளைப் (emrbyonic leaves) பெற்றிருக்கலாம்.

எனவே, இலையினுடைய வளர்ச்சியில் பொதுவாக இலைப் பிரைமார்டியத்தின் நுனிச்செல் (the apical cell of the leaf primordium). இலை இரண்டிலிருந்து மூன்று மில்லிமீட்டர் நீளம் வளரும் வரை பிரிந்து புதிய செல்களைத் தொடர்ந்து உற்பத்தி செய்துகொண்டே இருக்கும். அதன் பிறகு அதன் செயல் நின்று விடுகின்றது. அதேநேரத்தில் எந்த இலையும் 0.6 மி.மீ. வரை வளராமல் எந்த இலைப் பரப்பும் தோன்றாது. ஏனெனில், நடு நரம்பின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள தோலின் அடிச் செல்களின் ஆக்கத்திசுக்களிலிருந்து இலைப்பரப்பு ஏற்படுவதால் மேற்கூறிய அளவு நீளம் கட்டாயம் வளர்ந்த பிறகுதான் இலைப்பரப்புத் தோன்றும்.

சாற்றுக்குழாய்த் திரள்களைப் பொறுத்தமட்டில் இலையின் வளர்ச்சியில் பின்கண்ட விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. சாற்றுக் குழாய்க்கேம்பியம் செல்களினுடைய ஒருபக்க அடுக்கைக்கொண்ட ஒரு தனிப்பட்ட செல்களைக் கொண்டு சைலத்திற்கும் ஃபுளோயத்திற்கும் இடையில் அமைந்திருக்கிறது. இது எல்லாத் தாவரங்

களிலும் செல்களின் உறைபோன்று முழுக்க முழுக்க வேரின் முனையிலிருந்து தண்டின் நுனிவரை தொடர்ச்சியாக உள்ளது. இந்தத் தொடர்ச்சியான கேம்பியப் பட்டை எல்லாத் தாவரவகைகளிலும் இலை இடைவெளி (leaf gaps), கிளை இடைவெளி (branch gaps) உடைந்து காணப்படுகிறது (படம் 6-9). இலைகளின் இடைவெளிகள் சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்களின் தொடரில் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக, எவ்வாறேனும் இவ்வகை இடைவெளிகள் அச்சின் இளம் உறுப்புகளில் காணப்படுகின்றன. அவை தண்டு முதுமையடையும்போது கேம்பிய அடுக்கு விரிவதால் சிறிது சிறிதாக அமைக்கப்பட்டுவிடுகிறது. இவ்வாருக இலைகளின் வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது.



படம் 6-9

தண்டினுடைய சாற்றுக்குழாய் உருளை
இலை, கிளைகளின் இடைவெளிகளைக் காட்டுகிறது

6-4. மலர்களின் வளர்ச்சி (Growth of flowers)

தண்டின் ஆக்கத்திசு தொடர்ந்து முடிவில்லாமல் வளரும்பொழுது சில பயிர் உறுப்புகளின் நுனி இனப்பெருக்க ஆக்கத்திசுக்களாக மாறுகின்றன. எனவே, பயிர் உறுப்புகளின் நிலையை இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் அடித்தளமாக வேண்டுமானுலும் கொள்ளலாம். அவை புறவியல் செயலியலினும் மிகக் குறைவான வேறுபாடுகளையே கொண்டுள்ளது. பயிர் உறுப்புகளிலிருந்து இனப்பெருக்க உறுப்புகள்ஏற்பட ஒரு மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இம் மாற்றம் சூழ்நிலையின் தன்மைகள் அகக்காரணிகளை ஊக்குவிக்கிறது.

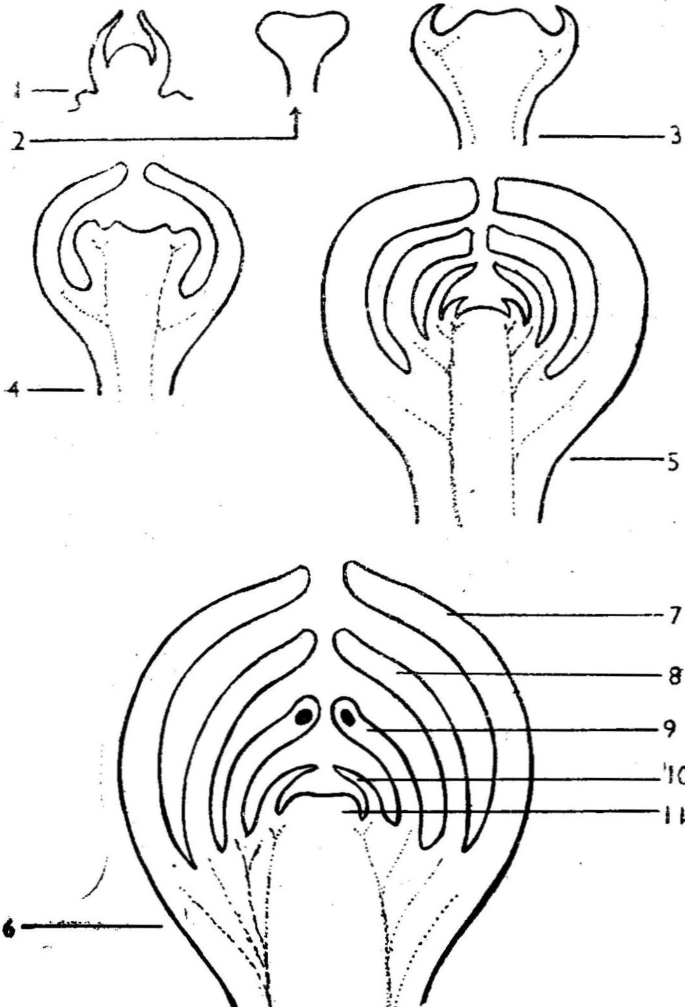
அந்த ஆக்கத்திசுவினுள் மலர் தோன்றுவதை நிலைக்கச்செய்கின்றது. 'விரைவில்' என்னும் சொல் ஒருசில நாள்களில்ஏற்பட்டாலும் ஏற்படலாம் அல்லது பல ஆண்டுகளுக்குப் பின் ஏற்பட்டாலும் ஏற்படலாம். இக் கால அளவு தாவரவகைகளையும், தாவர வகைகளில் உள்ள பயிர் உறுப்புகள் இனப்பெருக்க உறுப்புகளாக மாறும் பக்குவம் ஏற்படும் நிலையையும் பொறுத்ததாகும். அது தவிர மேற்கூறிய நிகழ்ச்சி பாரம்பரியக் (genetic) குணத்தைக் கொண்டும் அமையும். சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் ஒரே இனத்தைச்சேர்ந்த இரண்டு தாவரங்களில் ஒன்று எத்தனை கால மானாலும் பயிர் உறுப்புகளின் நிலையிலேயே (vegetative condition) வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

சில ஆக்கத்திசுக்கள் உள்ளுணர்வு தோன்றிய உடனேயே இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் ஆக்கத்திசுக்களாக மாறத் தொடங்கி விடும். இந் நிகழ்ச்சிக்கு எடுத்துக்காட்டாகப் பீச் (peach), எல்ம் (elm)போன்றவைகளைக் காட்டலாம். மிதவெப்பத் தாவரங்களில் மலர் ஆக்கத்திசுக்கள் பொதுவாக ஒரு வளர்ச்சிப் பருவத்தில் வேறுபடுகின்றன. ஆனால், மலர்கள் அடுத்த பருவம் வரையிலும் மலராமல் இருக்கின்றன.

மேற்கூறிய நிகழ்ச்சி தாமதமாக ஏற்படுவதற்கு எடுத்துக் காட்டுகளாகப் புல்லினங்களையும் சொல்லலாம். அவை உச்சி மலர்க்கொத்தைச் சில காலம் வளரச் செய்துவிட்டு ஓரிரு மாதங்களுக்குப் பிறகு மலர் ஆக்கத்திசுவாக மாறி மலர்களை உண்டாக்குகின்றன.

இவ்வித மாற்றத்திற்கு முதற்படி என்னவென்றால், வளர்சிதை மாற்றத்தில் (metabolism) ஒரு மாற்றம் ஏற்படுதலேயாகும். அம் மாற்றம் ஆக்கத்திசுவை முற்றிலும் மாற்றியமைத்துவிடுகிறது.

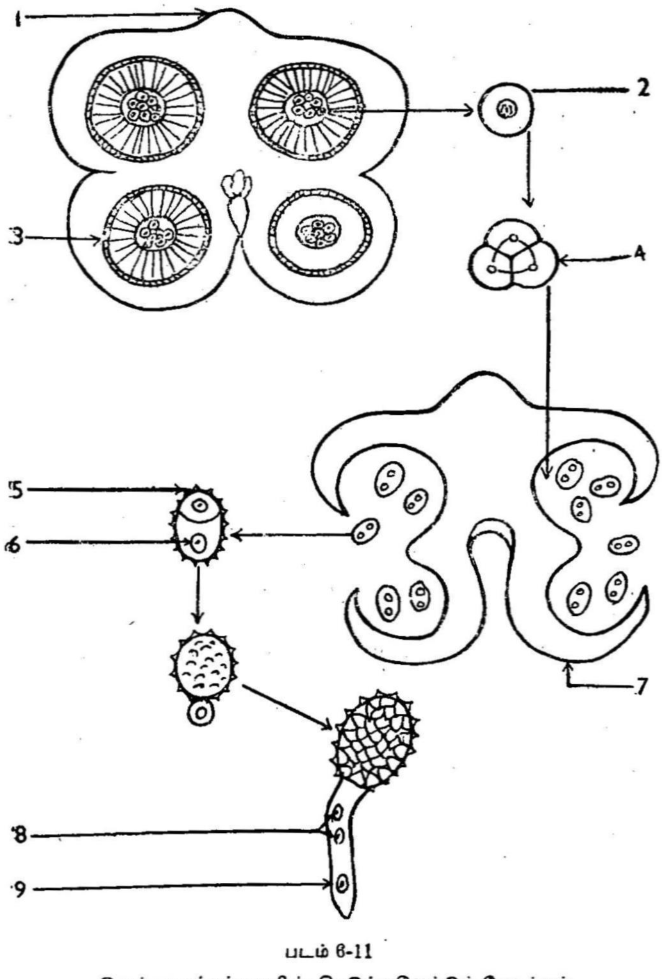
சில தாவரங்களில் இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட ஆக்கத்திசுக்கள் மலர்க்கொத்து பிரைமார்டியத்தைச் செயலிழக்கச் செய்து அம் மலர்க்கொத்தில் பல மலர்களை உண்டாக்குகின்றன. இன்னும் சில தாவரங்களில் ஒரே ஒரு மலரைமட்டும் உண்டாக்குகின்றன. கீழ்க் காணும் படலம்(chapter)புறவியலில் எவ்வாறு பயிர்உறுப்பு ஆக்கத் திசுவிலிருந்து இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் ஆக்கத்திசுக்கள் ஏற்படுகின்றனவென்றும் அவற்றினின்றும் மலர்கள் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றனவென்றும் காட்டுகின்றது (படம் 6-10).



படம் 6-10

1. பயிர் உறுப்புத் தண்டின் நுனி; 2. நுனி ஆக்கத்திசு மட்டமாக மாறுதல்; 3. முதல் மலர் உறுப்புத் தோன்றுதல்; 4. இதழ் தோன்றலின் பின்னிலை; 5. மகரந்தக் கேசரமும் கனிகளும் தோன்றலின் பின்னிலை; 6. நன்கு வேறுபட்ட மலர்மொட்டு; கனிகள் ஏற்படுவதன் முதல் நிலையைக் காட்டுகிறது. 7. புல்லி; 8. அல்லி; 9. மகரந்தக்கேசரம்; 10. கனி; 11. சூல்ஒட்டு.

படத்தில் காட்டியவாறு மலரின் பல உறுப்புகள் படிப்படியாகத் தோன்றுகின்றன. இவை மலருக்கு மலர், தாவரத்திற்குத் தாவரம்,



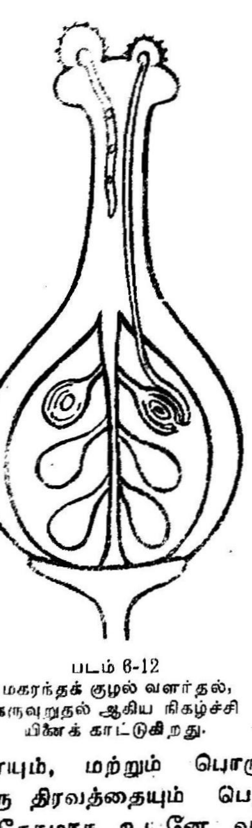
படம் 6-11

இளம் மகரந்தப்பையின் நெடுக்குவெட்டுத் தோற்றம்
மகரந்தத்தூள் வளர்ச்சி காட்டப்பட்டுள்ளது.

1. மகரந்தப்பை; 2. மைக்ரோஸ்போர் தாய்ச்செல்; 3. மைக்ரோஸ்போராஞ்சியம் 4. ஸ்போர்டெட்ரேட்; 5. உற்பத்திச்செல்; 6. குழல்செல்; 7. மகரந்தத் தூள்; 8. கேமிட்டுகள்; 9. குழல் நூக்கிளியஸ்.

வகைக்கு வகை மாறுபடினும் அவற்றின் அடிப்படையமைப்பு எல்லாத் தாவரங்களுக்கும் ஒன்றேயாகும்.

மலர் உறுப்புகளின் பல்வேறு வளர்ச்சியினையே நாம் பொதுவாக மலரின் வளர்ச்சி என்று குறிப்பிடுகின்றோம். முன் சொல்லியவாறு மலர் உறுப்புகளாகிய பூத்தளம் (torus), புல்லிவட்டம் (calyx), அல்லிவட்டம் (corolla), மகரந்தக்கேசரங்கள் (stamens). மகரந்தப்பை (anthers), சூலகம் (ovary), சூலறை (carpet), சூலணுக்கள் (ovules) ஆகிய இவை படிப்படியாக வளர்ந்து முதிர்கின்றன. இவ் வளர்ச்சியின் முடிவில் மலர்ச் செயல்களின் பல மாற்றங்கள் நிகழ்வதால் பல்வகை அசைவுகள் ஏற்பட்டு அவை மலர்கின்றன. மலரின் வளர்ச்சி அதனுடன் முடிவடைவதில்லை.



படம் 6-12
மகரந்தக் குழல் வளர்தல், கருவுறுதல் ஆகிய நிகழ்ச்சியினைக் காட்டுகிறது.

மலர்கள் மலர்ந்தவுடன் முதிர்ந்த மகரந்தக் கேசரங்களிலுள்ள மகரந்தப்பை மகரந்தத்தூளை வளர்த்து மகரந்தச் சேர்க்கைக்குத் தயாராக வைத்திருக்கிறது (படம் 6-11). அப்பொழுதோ சில தாவரங்களில் முன்போ பின்போ சூலகம் வளர்ந்து முதிர்ந்து சூல் அணுக்களை உண்டாக்குகின்றன. பிறகு பருவம் வந்தவுடன் மகரந்தக் கேசரங்களிலுள்ள மகரந்தப்பை வெடிப்பதால் மகரந்தத்தூள் காற்றில் சிதறித் சூலகத்திலுள்ள சூல் முடியை அடைகிறது. இதற்கு மகரந்தச் சேர்க்கை (pollination) என்று பெயர். இம் மகரந்தச்சேர்க்கை தன் மலரில் நிகழ்ந்தால் தன்மகரந்தச்சேர்க்கை (self-pollination) என்றும், தன்இன வேறு மலரில் சேர்ந்தால் அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை (cross pollination) என்றும் பெயர்பெறும்.

சூலகத்தின்மீதுள்ள சூல்முடி (stigma) பிசுபிசுப்பான நீரும் சர்க்கரையும், மற்றும் பொருள்களையும் கொண்டு ஆக்கப்பெற்ற ஒரு திரவத்தையும் பெற்றிருக்கும். இந் நிலையில் மகரந்தத்தூள் அநேகமாக உடனே வளரத் தொடங்கிவிடும். அநேக வகை மகரந்தத்தூளைச் சர்க்கரைக் கரைசலில் இடுவதால் முளைக்கச் செய்யலாம். ஆனால், சிலவற்றிற்குத் தனிப்பட்ட நிலைமை ஏற்பட வேண்டும்.

மகரந்தத்தின் உள்ளுறை வெளியே உள்ள தோலின் துளையின் வழியாகக் துருத்திக்கொண்டு வரும். அது மகரந்தக் குழலை ஏற்படுத்துகிறது. அது சூல்முடியைத் துளைத்துச் சூல்தண்டின் வழியாகக் கீழ்நோக்கி வளர்கிறது (படம் 6-12). மகரந்தச் செல்லினுள்ள புரோட்டோபிளாஸம் மகரந்தக் குழலினுள் பாய்கிறது. குழல் உட்கரு (tube nucleus) உற்பத்திச்செல்லுடன் (generative cell) வளர்ந்து, கருப்பையின் விதைத்துளையை அடைந்து அதன் வழியாகக் கருத்தசையினுள் புகுந்து அண்டத்துடன் ஓர் உற்பத்திச் செல்லும், மைய உட்கருவுடன் மற்றோர் உற்பத்திச்செல்லும் கலந்து முன்னதைக் கருவுறச் செய்கிறது. பின்னதில் இரண்டாம் முறையாகக் கருவுறுவதால் இது **இரட்டைக் கருவுறுத்தல் (Double** fertilization) என்று வழங்கப்படுகிறது. இதனுடன் மலரின் வளர்ச்சி முடிவடைகிறது.

6 5. கனியின் வளர்ச்சி (Growth of fruits)

கனிகள் எண்ணற்றவை என்றாலும் அவற்றுள் பொருளாதாரச் சிறப்புடையவை சிலவேதாம். அவை நமக்கு உணவு, தேன், மருந்து, வாசனைப் பொருள்கள், சாயங்கள் போன்ற இன்னும் பல அன்றாட முக்கியப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. பொதுவாகக் கனிகளின் முற்றுப்பெற்ற வளர்ச்சியைத்தான் **கனிகளின்** வளர்ச்சி(growth of the fruits) என்று சொல்கின்றோம். ஆனால், அவை எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன என்பதை அறிவதுதான் அறிவியல் மாணாக்கர்களின் வேலை.

கருவுற்றபின் கருப்பை கனியாக வளர்கிறது; சூல் விதையாக வளர்கிறது. கருவுறுத்தல் சூலைமட்டும் நேரடியாகப் பாதித்தாலும் அது பொதுவாக மறைமுகமாகக் கனியின் முழுவளர்ச்சியை நிர்ணயிக்கிறது. சூல்முடி மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறாமலும், சூற்பை கருவுறுத்தலை நிகழ்த்தாமலும் இருந்தால் பொதுவாக மலர் மேற்கொண்டு வளராமல் உதிர்ந்துவிடுகின்றது. இவை கனிகளின் வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள் (growth hormones) ஆக்ஸின்களுடன் சம்பந்தப்பட்டவை. ஆக்ஸின் பொதுவாக வளரும் திசுக்களில் ஏற்படுகிறது. அது அவற்றின் தொடர்ச்சியான வளர்ச்சிக்கும் ஊட்டத்திற்கும் காரணமாக விளங்குகிறது.

முதிர்ந்த மலர்களில் வளர்ச்சி நின்றுவிடுகிறது. மீண்டும் புதிய வளர்ச்சி ஏற்படவேண்டுமானால் ஏதேனும் ஒரு தூண்டுதல் தேவைப்படுகிறது. அத் தூண்டல் மகரந்தச் சேர்க்கையினாலும் கருவுறுத்தலினாலும் அளிக்கப்படுகிறது. மகரந்தத்தூள், மகரந்தச்

சேர்க்கையின் போது சில ஆக்ஸின்களைக் கொண்டுசெல்கிறது. சூல்தண்டின் வழியாக வளரும் மகரந்தக் குழல் அதை மேலும் அதிகமாக்குகிறது. அதுபோலக் கருவுறுத்தல் செல்பிரிவையும், இளம் விதைகளில் ஆக்ஸினையும் உற்பத்திசெய்யத் தூண்டுகின்றது. இளம் விதைகளில் உண்டாகும் ஆக்ஸின் பதிலுக்கு இளம் சூலகத்தில் செல் பிரிவைத் தூண்டுகின்றது. இத் தூண்டல் மகரந்தச் சேர்க்கையும் கருவுறுத்தலும் ஏற்பட்ட சிலநாள்களுக்குள் ஏற்பட்டு முழுக்கனியின் வளர்ச்சியைத் துரிதப்படுத்துகிறது. ஆப்பிள்களுடைய மலர்களும் இளம்கனிகளும் தங்கள் உணவுக்குத் குறைவாகப் போட்டியிடுபவையே. அவைகளுக்கு மிக அருகில் தேவையான உணவு இருந்தாலொழிய அவை வளரமாட்டா. ஆனால், இன்னும் வேறு சில தாவரங்களில் அவ்வாறில்லை. அவை பல அடிக்கு அப்பாலிருந்துங்கூட உணவைப் பெற்று வளர்கின்றன.

கனிகளின் வளர்ச்சி, கருவுறுத்தலுக்குப் பின் நிகழும் மாற்றங்களையே மிகவும் அதிகமாகக் குறிக்கின்றன. அவை சூலில் மாற்றங்கள், சூற்பையில் மாற்றங்கள், மலர்ப்பகுதியில் மாற்றங்கள் எனப்படும். கருவுறுத்தலுக்குப்பின் சூல்களில் உள்ள செல்கள் பிரிந்து, வளர்ந்து அளவில் பருத்து விதைகளாகின்றன. சூலின் உறைகள் இரண்டும் விதையின் இரண்டு உறைகளாக வளர்ந்து நிலைக்கின்றன. சூற்காம்பு விதையின் காம்பாக வளர்கின்றது. சூற்பை வளர்ந்து அளவில் பருத்துக் காய் அல்லது கனியாக மாறுகிறது. சூற்பையின் சுவர் கனியின் சுவராக வளர்கிறது. முடிவில் பூவின் காம்பு கனியின் காம்பாக மாறுகிறது. இவை சாதாரணமாக இனப்பெருக்க முறையில் ஏற்படும் ஒருவகைநிலை.

ஆனால், சிலதாவரங்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுமலும், கருவுறுத்தல் நிகழாமலும் கனிகளை வளர்க்கிறதும் உண்டு. அவற்றுக்குப் **பார்த்தனோ கார்ப்பி (parthenocarpy)** என்று பெயர். பார்த்தனோ கார்ப்பிக் கனிகள் என்றால் அவை பொதுவாக **விதையில்லாக் கனிகள் (seedless fruits)** என்பதாகும். இக் கனிகள் தம்முடைய வளர்ச்சிக்காக வேண்டி மிக அதிகமான ஆக்ஸினைப் பெற்றிருப்பதால் இவ்வித வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. 'பார்த்தனோ கார்ப்பிக்' கனிகளைச் செயற்கைமுறையில் தொகுக்கப்பட்ட வளர்ச்சிப்பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதன்மூலம் உண்டுபண்ணமுடியும்,

6-6. விதைகளின் வளர்ச்சி (Growth of seeds)

கருவுற்றபின் சூல், விதையாக வளர்கிறது என்று முன்னமே பார்த்தோம். விதையுள்ள தாவரங்களின் இனப்பெருக்க

உறுப்புகள் விதைகளேயாகும். பல்வேறு தாவரங்களின் விதைகள் வேறுபட்ட அமைப்பினை உடையவையாயிருப்பினும் ஒரு விதையிலுள்ள பாகங்கள் பொதுவாக (1) முளைக்கரு (Embryo) (2) முளைசூழ்தசை (Endosperm), (3) விதையுறைகள் (Seed coats) என மூவகைப்படும்.

கருவுறுத்தலினுடைய செயல் கருப்பெருக்கஅசைவை ஏற்படுத்துகிறது; அதனுடன் சூல் அணுவை விதையாக வளர்க்க ஊக்குவிக்கிறது. அதனால் உடனடியாகக் கனியின் வளர்ச்சியும் ஏற்படுகிறது.

கருவுற்ற அண்டம் பொதுவாக உடனேபிரிவதில்லை. ஆனால் செல்பிரிதல் சிறிது தாமதத்திற்குப் பிறகே ஏற்படுகிறது. அவை தங்குதடையில்லாமல் முளைக்கரு முழுதும் ஏற்பட்டுத் தனியாகப் பிரியும்வரை வளர்கிறது. வளரும் கருவிற்கு மலர் இருக்கும் இடத்திலிருந்து வளர்வதற்கு வேண்டிய உணவு கிடைக்கிறது. பொதுவாக, இடைப்பகுதியாகிய முளைசூழ் தசையிலிருந்து, உணவு பெறப்படுகிறது. தாவர முளைக்கருவிற்குத் தேவையானகுறிப்பிட்ட ஊட்டமுறை என்ன என்பது பின்னால் விளக்கப்பட்டிருக்கிறது. அநேகத் தாவர வகைகளில் முளைசூழ்தசையின் திசு குறுகிய வாழ்நாளைக் கொண்டதாகவே இருக்கும். அவை முளைசூழ் தசையின் உட்கருவிலிருந்து வளர்கின்றன. முளை சூழ்தசை மூன்றுவது இணைப்பு (triple fusion) ஏற்பட்ட பிறகு சுறுசுறுப்பாக வளரும் திசுவாக விரைவில் மாறுகிறது. அநேகத் தாவரங்களில் முளைசூழ் தசை வளர்வது கருவுற்ற அண்டம் பிரியுமுன்னமே தொடங்கிவிடுகிறது. தாவர விதைகளில் வளர்ச்சி இவ்வாறுகத் தொடங்கிச் சூல் அணுக்கள் வளர்ந்து பெருகி விதைகளாக மாறுகின்றன. முளைக்கரு, விதையிலைகள், விதையுறைகள் முறையே வளர்ந்து முதிர்கின்றன. அதன் பயனாக நன்றாகக் கனிந்த கனிகளில் முதிர்ந்தவிதைகள் தோன்றுகின்றன.

விதைகள் எல்லாம் பொதுவாக மகரந்தச் சேர்க்கையின் விளைவாக ஏற்படினும் அவ்வாறு உண்டாவது பரவலாகவும் ஒரேசீராகவும் நிகழ்வது இல்லை. கனிகளினுள் விதைகள் தோன்றாதிருக்க முக்கியக்காரணமும் உண்டு. அதற்கு முக்கியமாக அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்வதைக் காட்டலாம். இது தவிர வளர்ச்சியில் தவறுவதால் வெற்று விதைகள் (empty seeds) தோன்றவும் செய்கின்றன.

7. வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள்

(Growth Correlations)

[வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள்—பயிர் உறுப்புகளுக்கும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் இடையில் ஏற்படும் ஒட்டுறவுகள்—வேர்-தண்டுத் தொகுதியின் விகிதம்—நுனி ஆட்சி—கேம்பியத்தின் செயலும் திசுக்களின் வேறுபாடும்—இலைகளுக்கும் மொட்டுகளுக்கும் இடையிலான வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள்—துருவவளர்ச்சி—தாவரக் கொப்புளங்கள்.]

7-1. வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள் (Growth correlations)

ஒரு தாவரம் ஒட்டுமொத்தமாக வளர்கிறது. தாவரத்தின் வெவ்வேறு உறுப்புகள் தனித்தனியாக வளர்வதில்லை. ஒவ்வொன்றும் மற்றவைகளைப் பாதிக்கின்றது. தாவரத்தினுடைய செல்களின் பாதிப்பு பிறிதொன்றன்மீது ஏற்படுவதற்கு ஒட்டுறவு(correlation) என்று பெயர். அதாவது பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி கனிகள் தோன்றும் காலத்திலேயோ மலர்கள் தோன்றும் காலத்திலேயோ திட்டவட்டமாகத் தடுக்கப்படுகிறது. ஏனெனில், கனிகளின் பெருக்கம் திடமாக வேர்களிலிருந்து, வேர்த்தொகுதிகளிலிருந்து தோன்றுகின்றது. அதுபோலவே வேர்த் தொகுதிகளுடைய உருவமும் ஊக்கமும் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் இலைகளாலும், மலர்கள் தோன்றுவதாலும், மொட்டுகள் விரிவதாலும், இலைகளில் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகை உறவு சில வேளைகளில் ஒன்றுக்கொன்று நேர்விகிதத்தில் அமைந்திருக்கும். இந்த அமைப்பு வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள் (Growth correlations) என்று வழங்கப்படுகிறது. அதாவது தாவரங்கள் தங்கள் நிலையை இவ் வளர்ச்சி ஒட்டுறவினால் சமமாக வைத்திருக்கின்றன எனக் கூறலாம். தண்டுத்தொகுதிக்குச் சரியான வேர்வளர்ச்சியும், இலைக்குச் சரியான தண்டு வளர்ச்சியும் காக்கப்படுகிறது. நீராவிப்போக்கு ஏற்படும் இலையின் பரப்பளவு அதிகரிக்கும் அதேநேரத்தில் தானாக அந்த அளவிற்கு ஈடான உறிஞ்சும் திசுக்களும், கடத்தும் திசுக்களும் (absorbing tissues and conducting tissues) அதிகரிக்கின்றன.

உச்சி வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள் ஓர் உறுப்பு மற்றொன்றின் மீது சுமத்துவதன்று, ஆனால் இது எல்லாத் திசுக்களிலும், செல்களிலும் கூட ஏற்படுகின்றது. மொத்தத்தில் தாவர உடலின் ஒரேசீரான பெருக்கம் உறுப்புகளுக்கு, உறுப்புகளிலிருந்து செயல்படும் ஒட்டுறவில் முடிகின்றது. அவ்வகை இன்னும் சொல்லப்போனால் திசுக்களுக்குச் திசுக்கள், செல்களுக்குச் செல்கள் என்ற அளவில் ஏற்படுகின்றன. நூற்றுக்கணக்கான ஒட்டுறவுகள் ஏறக்குறையத் தொடர்ந்து ஒரு வளரும்தாவரத்திசுக்களில் ஏற்படுகின்றது. இவற்றைப் பற்றிய விவாதங்கள் முற்றிலும் தெரிந்த எடுத்துக்காட்டுகள் உள்ளவற்றை மட்டுமே கொண்டு இங்கு ஆராயப்படுகின்றன.

எல்லா வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகளும் ஒரே முறையிலான செயல்களினால் விளைவதில்லை. சில, ஓர் உறுப்பு மற்றோர் உறுப்பிற்கோ உறுப்புகளுக்கோ உணவு வழங்கும் அல்லது உணவு பகிர்ந்தளிக்கும் செல்களிலிருந்து விளைகின்றன. இவைகளின் விளைவு தண்டுத் தொகுதிகளின்மீது ஏற்படும் ஒட்டுறவு வகைகளில் ஒன்றாகும். மற்ற ஒட்டுறவுகள் பெரும்பாலும் அதிகப்படியான தண்ணீர் பயன்படுத்துவதாலோ கனிமங்கள் (minerals) ஓர் உறுப்பைக் காட்டிலும் மற்றொன்றில் அதிகம் செலவிடுவதாலோ ஏற்படுகின்றது. குறிப்பாக, பெரும் எண்ணிக்கையிலான வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள் ஹார்மோன்கள் அல்லது ஹார்மோன்கள் போன்ற பொருள்களுடைய செயலால் ஏற்படுவதாகும். அவ்வகை ஒட்டுறவுகளுக்கான எடுத்துக்காட்டுகள் பின்வரும் பகுதிகளில் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஒட்டுறவுகள் பகுதியில் மின் இயங்கும் சக்தியின் வேறுபாடுகளும் (differences in electrical potential) பெரிதும் பங்குகொள்கின்றன என்பதும் உண்மை.

7-2. பயிர் உறுப்புகளுக்கும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் இடையில் ஏற்படும் ஒட்டுறவுகள் (Correlation between vegetative and reproductivc development)

பயிர் உறுப்புகளின் பெருக்கம், கனிகளின் பெருக்கம் ஆகிய இவையிரண்டிற்கும் உள்ள ஒட்டுறவுகளைப் பற்றிய ஆய்வு முர்னெக் (Murneck, 1925) என்பவரால் நிகழ்த்தப்பட்டது. தக்காளியில் எவ்வளவு வேகமாக மலர்களோ கனிகளோ ஏற்படுகிறதோ அவ்வளவு விரைவாக அவைகளைக் கொய்யும் போது தாவரங்களின் பயிர் உறுப்புகள் தொடர்ந்து வளர்கின்றன. காய்கள் தாவரத்திலேயே இருந்து பெருக்கமடையும்போது பயிர் உறுப்புகளின் பெருக்கமும் மலர்கள் உண்டாவதும் படிப்படியாகக் குறைந்துகொண்டே வருகின்றது. அது கனிகள் எவ்வளவுக்

கெவ்வளவு வளர்கிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு குறைகிறது. அவ்வாறு தாவரத்தின் வளர்ச்சி தடைபடுவது ஏறக்குறையக் கீழ்க் காணும் வரிசைகளில் ஏற்படுகிறது: (1) மலர்வதால் வளத்தில் இழப்பு ஏற்படுகிறது, (2) மலர்க்கொத்துகளின் அளவில் சுருக்கம் ஏற்படுகிறது, (3) தண்டின் உச்சி வளர்ச்சி தடைபடு கிறது, (4) வளர்ச்சி நின்றுவிடுகின்றது, (5) முடிவில் கனிகளைத் தவிர எல்லாப் பகுதிகளின் மடிவு ஏற்படுகிறது.

கனிகளின் பெருக்கத்தின் தடைவிளைவு பயிர் உறுப்புகளின் மீதும், மலர்களின் பெருக்கத்தின்மீதும் தொடர்ந்து விளைகிறது. இச் செயல் தாவரங்களிலுள்ள எல்லா நைட்டிரஜன் கூட்டுப் பொருள்களிலும் ஓர் ஏகாதிபத்தியமாகக் கனிகளால் ஏற்படுத்தப்படு கிறது என்று அறியப்படுகிறது. அதேநேரத்தில் கார்போ ஹைட்டிரேட், பயிர் உறுப்புகளிலும் மலர்களிலும் போதுமான அளவு சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. பொதுவில் அதிகப்படியான நைட்டிரஜன் கூட்டுப்பொருள்கள் கிடைக்கும்போது மலர்களின் வளர்ச்சி நிற்பதற்கு முன்பாகவும் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி தொடங்குவதற்குமுன்பாகவும் அதிகப்படியான கனிகளை உற்பத்தி செய்யத் தொடங்குகின்றன. பயிர் உறுப்புகள் மடிவதற்கு முன் பாகக் கனிகளை நீக்கினுல் பயிர் உறுப்புகள்மீண்டும் புதுப்பிக்கப்படு கின்றன. முடிவில் மற்ற இனப்பெருக்க வட்டச்சுற்று (cycle of reproductive development) ஏற்படுகிறது.

இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் பயிர் உறுப்புகளுக்கும் இடையி லான உள்ளுறவு பருத்திச்செடியிலும் அறியப்பட்டிருக்கிறது (Eaton and Rigler, 1945; Eaton and Johan, 1944). கனித் தோன்றல், மலர்த்தோன்றல் ஆகியவற்றின் இடையே ஏற்படும் ஒட்டுறவு விளைவுகள் அநேகத் தாவர வகைகளில் மலர்ப் பிரை மார்டியா (flower primordia) ஏற்படும்போது போதுமான கால அளவிற்கு ஏற்படுகிறது. இது கோடையில் மலரும் தாவர வகை களில் முற்றிலும் உண்மை. எடுத்துக்காட்டாக, இனிப்புப் பட் டாணி (Lathyrus ocloratus) மலர்ச்சியைப் பெருக்கத்திற்கு அனு மதித்தால் விரைவில் மலரின் பெருக்கம் நின்றுவிடுகின்றது. ஆனுல், அவ்வப்போதுஅவற்றை நீக்கிவிட்டால் மலர்ப்பிரைமார்டி யாவும், மலரும் அந்த வளர்ச்சிப்பருவம் முழுதும் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. எல்லாத் தோட்டக்காரர்களும் தொடர்ந்து பல வகைத் தாவரங்களில் மலர்கள் உண்டாகவேண்டுமானுல் (குறிப் பாக ஓராண்டுத் தாவரங்களில்-annuals) மலர்கள் எவ்வளவுக் கெவ்வளவு வேகமாக வளர்கிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு வேக மாகக் கொய்துவிடவேண்டும் என்று நன்குக அறிவார்கள், கனிகள்

வளர்வது இதனை முந்திக்கொண்டால் மலர்கள் உண்டாவது முழுவதுமே நின்றுவிடும்.

வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகளை மிக நல்ல முறையில் விளக்கவேண்டுமானல் தாவரங்களினுடைய உள் ஊட்டமுறையில் ஏற்படும் மாற்றங்களிலிருந்து அவ்விதம் ஏற்படுகின்றது என்று வேண்டுமானல் கூறலாம். பொதுவாக, கிடைக்கும் உணவுப் பொருள்களில் பெரும்பான்மையான பங்கு, மலர்களும் கனிகளும் வளர்வதற்குச் செலவிடப்படுகிறது. அதனல் மற்றைய உறுப்புகள் உணவுப் பற்றுக்குறையினல் கஷ்டப்படுகின்றன. அதன் காரணமாக வளர்ச்சியில் தடை ஏற்படுகிறது. வளரும் மலர்களும் கனிகளும் உயர்ந்த அளவில் தன்மயமாக்கலை நிகழ்த்தும் உறுப்புகளாதலால் அவைகளின் முதிர்ச்சி, கிடைக்கும் உணவுப்பொருள்களைப் போதுமான அளவிற்கு வற்றச்செய்வதில் முடிகிறது. அவ்வகையான சில ஒட்டுறவுகளின் விளைவுகள் நைட்டிரஜன் உணவுகொண்ட, ஏகாதிபத்திய வளரும் கனிகளிலிருந்து ஏற்படுகின்றன (தக்காளியின்மீது முர்னெக்கின் முடிவுகள்). மற்றவை கார்போஹைட்டிரேட்டு உணவுகள் வளரும் மலர்களுக்கும் கனிகளுக்கும் பிரிவதால் ஏற்படுகின்றன (பருத்தியின்மீது ஈடன், ஜாஹென்ஸின் முடிவு).

7-3. வேர்-தண்டுத் தொகுதியின் விகிதம் (The root-shoot ratio)

தானிய வகைகளில் ஏற்படும் தண்டு-வேர் விகிதங்கள் பல அறியப்பட்டிருக்கின்றன. அவ்விதங்களெல்லாம் பொதுவாகத் தண்டுத் தொகுதியினுடைய உலர் எடை ஏற்படும் வகை, வேரின் உலர் எடை ஏற்படும் வகைகளிலிருந்து பிரிவதால் கணக்கிடப்படுகின்றன. இக் கணக்கு, குறிப்பாக வளரும் பருவத்தில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. தண்டு-வேர் விகிதங்கள் ஒன்றுக்கொன்று ஏற்படும் ஒட்டுறவு தாவரத்தின் புறப்பகுதிக்கும் வேருக்கும் இடையிலே நடைபெறுகிறது. இவ் வொட்டுறவு விளைவுகளின் வகையும் அளவும் பெரும்பாலும் தாவரங்கள் தோன்றும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளின் நிபந்தனைகளைச்சார்ந்தே இருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, வளரும் இடத்தினுடைய நைட்டிரேட் அளவு தாவரங்களுடைய தண்டுத்தொகுதி-வேர் விகிதங்களின்மீது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு பயனை ஏற்படுத்துகின்றது என்று காட்டப்பட்டிருக்கிறது (அட்டவணை 7-1 காண்க.).

தண்டு-வேர் விகிதத்தின்மீதான நைட்டிரேட்டுகளின் விளைவு, தாவரங்களுடைய உள்ளுணவு உறவுகளின்மீது அவை செலுத்தும் ஆதிக்கம் என்ற வகையில் விளக்கிக் கூறலாம். நைட்டிரேட்

அட்டவணை 7-1

	தண்டு தொகுதியின் உலர் எடை கிராம்களில்	வேர்களுடைய உலர் எடை கிராம்களில்	தண்டு-வேர் விகிதம
குறைந்த நைட்டிரேட்	9·64	1·81	5·33
மத்திய நைட்டிரேட்	11·81	1·43	8·28
உயர்ந்த நைட்டிரேட்	10·55	1·17	9·09

பார்லித் தாவரங்களில் தண்டு-வேர் விகிதத்தின் மீதான நைட்டிரஜ அடர்வின் செயல் காட்டப்பட்டுள்ளது. பரிசோதனைக் காலம் 49 நாள்கள் (அளவு டர்னருடையது, 1922).

குறைந்த அடித்தளத்தில் தாவரத்தின் வேர்கள் பதியுமானால் கிடைக்கும் எல்லா நைட்டிரேட்டுகளும் உறிஞ்சப்பட்டு வேர்களின் அமினோ அமிலங்களைத் தொகுப்பதால் பயன்படுத்தப்பட்டுவிடுகின்றது. இந் நிகழ்ச்சிக்குத் தேவையான கார்போஹைட்டிரேட்டுகள் இலைகளிலிருந்து கீழே செல்கின்றன. வேர்களுடைய வளர்ச்சியின்போது பெரும்பான்மையான அமினோ அமிலங்கள் புரோட்டோபிளாஸத்தின் புரோட்டீன்களைத் தொகுப்பதில் செலவிடப்படுகின்றன. அதனால் மிகக் குறைந்த அளவு நைட்டிரஜன் கூட்டுப்பொருள்களே பயன்படுத்தப்படாமல் எஞ்சி நிற்கின்றன. அவைகளின் வேர்களிலிருந்து தாவரத்தின் புறப்பகுதிகளுக்கு அனுப்பிவைக்கப்படுகின்றன. ஆகையால் உச்சிப்பகுதிகளில் உள்ள புரோட்டீனின் அளவு போதுமான அளவு குறைகிறது எனவே, புறப்பகுதிகளுடைய வளர்ச்சிவிகிதம் அதற்குத்தக்கவாறு தாமதப்படுகிறது. அதனால் தண்டு-வேர் விகிதமும் மேற்கூறியவாறு தாமதப்படுகிறது.

அபரிமிதமான நைட்டிரஜன் கிடைக்கும்பொழுது உறிஞ்சப்படும் மொத்த அளவில் ஒரு சிறிய பகுதி வேரில் பயன்படுத்தப்படுகிறது, நைட்டிரஜனுடைய ஒரு பெரும்பகுதி கூட்டுப்பொருள் ஆக்கலின் ஒரு வகையாகவோ மற்றதாகவோ தாவரத்தினுடைய புறப்பகுதிகளுக்குச் செலுத்தப்படுகிறது. அங்கே அவை எல்லாமே அநேகமாகப் புரோட்டோபிளாஸப் புரோட்டீன்களாக மாற்றப்படுகின்றன. வளர்சிதை மாற்றத்தால் ஏற்படும் தாவரத்தினுடைய புறப்பகுதிகளுடைய பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியின் ஏற்றம் புறப்பகுதி வளர்திசுக்களினால் அதிகப்படியான கார்போஹைட்டிரேட்டுகளும், அதிகப்படியான புரதப்பொருள்களும் பயன்படுத்து

வதில் முடிகிறது. ஏனெனில், தண்டுத் தொகுதிகளின் பயிர் உறுப்புகளின் ஊக்கமான வளர்ச்சியின் காரணமாக, கார்போஹைட்டிரேட் உணவுகள் வேர்களுக்குச் செல்வது மிகவும் குறைவாகவே ஏற்படுகிறது. எனவே, தண்டுகளையும் வேர்களையும் ஒப்பிடும்போது கார்போஹைட்டிரேட்டுகளிலும், புரதப்பொருள்களிலும் அநேகமாகக் குறைவேற்படலாம். ஏனெனில், புரோட்டீன் தொகுப்பிற்குக் கார்போஹைட்டிரேட்டுகளும் நைட்டிரேட்டுகளும் தேவை. எனவே, உச்சியைக் காட்டிலும் குறைவான விகிதத்தில் வளர்கின்றன. அதனால் மொத்த விளைவு என்னவென்றால் நைட்டிரேட்டுகள் குறைவான மண்ணில் வளரும் தாவரங்கள் உயர் அளவு தண்டு-வேர் விகிதத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன,

அதுபோலவே தாவரத்தினுள் ஏற்படும் கார்போஹைட்டிரேட்டுக் குறைவு ஒளிச்சேர்க்கை அளவைக் குறைக்கவோ வேறு ஏதேனும் காரணத்தாலோ தாவரங்களுடைய தண்டு-வேர் விகிதம் ஆதிக்கம் செய்கிறது. பொதுவில் உச்சியில் கிடைக்கும் கார்போஹைட்டிரேட் உணவுப்பொருள்களின் அளவில் ஏற்படும் குறைவு அதிகப்படியான தண்டு-வேர் விகிதத்தை விளைவிக்கிறது; அல்லது அதிகப்படியான தண்டு-வேர் விகிதத்தின் வளர்ச்சி கார்போஹைட்டிரேட் உணவைக் குறைப்பதில் முடிகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, நிழலில் வளரும் தாவரங்கள் முழுச் சூரிய ஒளியில் வளரும் அதே இனத் தாவரங்களில் இருப்பதைக் காட்டிலும் அதிக அளவு தண்டு-வேர் விகிதங்களையே பெற்றிருக்கின்றன,

தாவரங்களை வெட்டிச் சீர்ப்படுத்தினால் அதிக அளவு தண்டு-வேர் விகிதங்கள் கடினத் தாவரங்களில் ஏற்படுகிறது. வெட்டுவதனால் பொதுவாக ஊக்கமான வளர்ச்சி உண்டாவதால் தண்டுகளில் கார்போஹைட்டிரேட்டுக் கிடைப்பது அதிகரிக்கிறது. அதே காரணங்களினால் இலைகள் உதிர்வதாலோ (defoliation) இலைகளையோ கொப்புகளையோ வெட்டுவதாலோ தண்டு-வேர் விகிதம் அதிகரிக்கின்றது. இவை புல், ஆல்ஃபால்ஃபா (grasses, halfalfa etc.) போன்ற தாவரங்களில் மிகவும் தெளிவாக அறியப்படுகின்றது. ஆனால், அதே நேரத்தில் மலர்களையோ, கனிகளையோ அல்லது வளரும் குருத்துகளையோ நீக்குவது வேரின் வளர்ச்சிக்காதரவாக இருக்கின்றது. இதன் காரணமாகத் தண்டு-வேர் விகிதம் குறைகிறது. மேற்கூறியவற்றின் விளக்கம் ஏற்ற இறக்க நைட்டிரேட்டுகளின் தண்டு-வேர் விகிதத்தில் அதிகம் செலுத்துவதால் ஏற்படுகிறது என்பதற்கு விளக்கம் பின்வருமாறு.

தண்டு-வேர் விகிதம் ஏற்படுவதெல்லாம் கிடைக்கும் மண்ணையும், நீரின் அளவையும் பொறுத்துள்ளதே யாகும். பொதுவில் குறைவான மண்ணின் நீரும், மண்ணின்-காற்றும் குறைவான தண்டு-வேர் விகிதத்தை ஆதரிக்கிறது. அதேநேரத்தில் எதிரான நிலை அதிகமாகிறது. அட்டவணை 7-1-ல்காட்டியுள்ளது போலவே ஐயமில்லாமல் உலர் எடையும் இதேவிகிதத்தைக் காட்டுகின்றது. தண்டு-வேர் விகிதம் மண்ணிலுள்ள நீரின் சதவீதத்தைப் பொறுத்து அதிகரிக்கிறது. அதுபோலவே தண்டு-வேர் விகிதம் எடையும் அதிகரிப்பது நீரின் அளவோடு அதிகரிக்கிறது. இவ்விதம் தண்டு-வேர் விகிதத்தின் அதிகரிப்பு மிக உச்சமாக (20% ஆக) இருக்கிறது. அதிகப்படியான நீரில் வளரும் தாவரத்தின் வேர் மிகக் குறைவாகவே வளர்கிறது. இது ஈரமண்ணில் காற்றில்லாத காரணத்தால் விளைகிறது என்பது உண்மை.

ஒளிக்காலத்திற்கும் தண்டு-வேர் விகிதத்திற்கும் உள்ள விகிதம் (Photoperiodism and shoot-root ratio): இவைகூடச் சில பரிசிலனைக்குரியது (Robert and Struckmeyer, 1946). பொதுவில் நீண்டநாள் (long-day) தாவரங்களுக்கு உயர்ந்த அளவு தண்டு-வேர் விகிதத்தை நீண்ட ஒளிநேரத்தில் (photoperiods) வளரும் போது ஏற்படுகிறது. குறைந்த நாள் தாவரங்களுக்கு (short-day plants) உயர்அளவு தண்டு-வேர் விகிதம் குறைந்த ஒளி நேரத்தில் ஏற்படுகிறது. இதற்குப் பொருத்தமான விளக்கம் என்னவெனில், மலர்களிலும் கனிகளிலும் உணவுப்பொருள்கள் ஏகபோகமாகக் குவிவதால் உண்டாவதே யாகும்.

அட்டவணை 7-2

மண்ணின் உலர் எடையில் நீரின் சதவீதம்	பசுமை எடை—கிராமில்		தண்டு-வேர் விகிதம்
	தண்டுகள்	வேர்கள்	
38	3·63	4·05	0·90
30	3·54	4·21	0·84
20	3·36	5·18	0·65
15	2·35	4·90	0·48
11	1·56	4·30	0·36

சோளநாற்றின் தண்டு-வேர் விகிதம்: 17 நாள்களில் மணலில் பல்வேறு நீர் அளவில் கண்டது. (Datta of Harris, 1914)

மண்ணில் ஏற்படும் காற்றின் பற்றுக்குறை வேரின் வளர்ச்சிக் குறைவை விளைவிக்கிறது. இது தண்டு-வேர் வளர்ச்சிவிகிதத்தை அதிகப்படுத்துகின்றது. (அட்டவணை 7-2. பார்க்க.)

அட்டவணை 7-3

ஆக்ஸிஜனின் அடர்வு லிட்-மி.லி.	உலர் எடை கிராமில்		தண்டு-வேர் விகிதம்
	தண்டுகள்	வேர்கள்	
0·05	1·31	0·23	5·88
0·15	2·44	0·53	4·47
0·25	2·68	0·70	3·86
0·5	2·78	0·74	3·77
1·0	3·11	0·78	4·05

காற்றோட்டத்தின் விளைவு: தண்டு-வேர் விகிதங்களின்மீது ஆக்ஸிஜன், ஹைட்டிரஜன்களின் பல்வகை அளவு. தக்காளிச்செடியில் ஊட்டக்கரைசல் (culture solution). (Datta of Erickson, 1946)

தாவரங்களுக்குச் செயலியல் அளவின் வரம்பிற்கு உட்பட்ட வெப்பத்தில் அதிகரிப்பு ஏற்படுவதும் தண்டு-வேர் விகிதத்தில் ஒரு மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. வெப்பம் அதிகரித்தால் (வரம்பிற்கு உட்பட்ட வெப்பம்) தண்டு-வேர் விகிதமும் அதிகரிக்கிறது (அட்டவணை 7-3 காண்க).

அட்டவணை 7-4

வெப்பம் °F	பசுமை எடை கிராமில்		தண்டு-வேர் விகிதம்
	தண்டுகள்	வேர்கள்	
50-60	13·6	58·1	0·234
60-70	22·1	76·1	0·481
70-80	14·2	29·5	0·481

கேரட்டின் தண்டு-வேர் விகிதத்தின்மீதான வெப்பவிளைவு

(Datta of Darnes, 1936)

மேற்கூறிய சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக் காரணிகளால் ஏற்படும் விளைவுகளிலெல்லாம் தண்டு-வேர் விகிதத்தில் ஹார்மோன்களின் சலனமும் முக்கியப்பங்குவகிக்கின்றது என்று சொல்லப்படுகின்றது. அவை தண்டிலிருந்தும் வேரிலிருந்தும் ஏற்படுகின்றன. தண்டிலிருந்து ஏற்படுவது வேருக்கும், வேரிலிருந்து ஏற்படுவது தண்டிற்குமாகச் செல்கின்றது.

7-4. நுனி ஆட்சி (Apical dominence)

பொதுவாக, புல்பூண்டு தாவரங்களில் முதலாவதும் முழுமையானதுமான வளர்ச்சி நீளத்தில் ஏற்படுவதெல்லாம் தாவரத்தின் முக்கிய அச்சுகளின் முனைகளில்தாம். ஒவ்வோர் இலையினுடைய அச்சிலும் கக்கக்குருத்துஏற்பட்டாலும்பக்கக்கிளைகளின்இக்குருத்துகளிலிருந்து நுனிக்குருத்தின் வீரியமும் வளர்ச்சியும் நிலைத்திருக்கும் காலம்வரையிலும் பக்கக்குருத்துகள் தோன்றுவதில்லை. ஒருகால் நுனிக்குருத்து அழிக்கப்பட்டால் அல்லது ஏதேனும் ஒருகாரணத்தினால் சேதமுற்றால், அல்லது செயற்கையாக நீக்கப்பட்டால் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இடைக்குருத்துகள் பொதுவாக உடனே வளர ஆரம்பிக்கின்றன. இடைக்குருத்து வளர்வதால் ஏற்படும் நுனிக்குருத்தின் தடைதான் **நுனி ஆட்சி** (apical dominence) என்று சொல்லப்படுகிறது. இந்நுனி ஆட்சி ஒருசில வகைகளில் மிகுந்து ஒலிக்கும்; மற்றவைகளில் மங்கியொலிக்கும்.

நுனி ஆட்சியின் செயல்களெல்லாம் பொதுவில் நுனிக்குருத்தில் மெய்யாகவே ஏற்படுகின்றது என்பது உண்மை. தண்டில் ஏற்படும் இடைக்குருத்துகள் அழிந்தால் அல்லது சேத முற்றாலொழிய வளர்வதில்லை இடைக்குருத்துகளெல்லாம் முதிர்ந்த தண்டுகளில்தாம் ஏற்படுகின்றன. இவை நுனிக்குருத்து மங்குவதால் ஏற்படும் விளைவைக் காட்டுகின்றன. தவிரவும் நுனிக்குருத்திற்கும் இடைக்குருத்திற்கும் ஏற்படும் நீண்ட இடைவெளியின் காரணமாகவும் முதிர்ந்த தண்டுகளில் இவ்வாறுஏற்படுவதுண்டு. பல கடினத்தாவரங்களில் (woody plants) இடைக்குருத்துகள் தவறாமல் இரண்டாவது பருவத்தில் கிளைகளாக வளர்கின்றன.

நுனி ஆட்சியின் நுனிக்குருத்தினுடைய கட்டுப்பாடு அதனுடைய ஆக்ஸின் உள்ளடக்கத்திலிருந்து ஏற்படுகிறது. நுனிக்குருத்து நீக்கப்பட்டு அதனிடத்தில் ஆக்ஸின் பி. கொண்ட அகார்க்கட்டைகளை வைக்கும் போது இடைக் குருத்தின் வளர்ச்சியில் தடை ஏற்படுகிறது; ஏனெனில், ஆக்ஸின் கொண்ட

அகார்க் கட்டைகள் தொடர்ந்து நுனிக்குருத்து இருந்து செயல் படுவது போலவே செயல்படுகின்றன (Skoog and Thimaann, 1934). மேற்கண்ட தாவரத்தின் உச்சியில் ஆக்ஸின் இல்லாத கட்டைகளை வைத்தால் இடைக்குருத்துகள் வேகமாகத் தோன்றுகின்றன.

வளர்ச்சியைச் சீராக்கும் அநேகக் கூட்டுப் பொருள்களும் இது போன்றே இடைக்குருத்துத் தோன்றச் செய்வதில் ஒரேமாதிரியாகச் செயல் புரிகின்றன. லனோலினைப் (Lanolin) பயன்படுத்துவதன் மூலம் வீரியமாக வளர்ந்த புகையிலைத் தாவரங்களில் நுனிக்குருத்து நீக்கிய பின்னரும் இடைக்குருத்துகளை மூன்று வார காலத்திற்கு வளரவிடாமல் தடுக்க முடியும். ஆனால், அதேநேரத்தில் வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளைப் (Growth regulators) பயன்படுத்தாமலிருந்தால் இடைக் குருத்துகள் அதேகால இடைவெளியில் மூன்று அல்லது நான்கு அடி நீளம் வளர்கின்றன.

உருளைக்கிழங்கு முளைவிடும்போது நுனிமொட்டுகள் விரைவாக வளர்கின்றன; ஆனால், இடைமொட்டுகள் பொதுவில் நீட்சியடையத் தவறுகின்றன. நுனிமொட்டினையும் இடைமொட்டினையும் தாய்க் கிழங்கிலிருந்து வெட்டிவிட்டால் இரண்டும் ஒரே அளவில் வளர் கின்றன (Michener, 1942). கிழங்கினுடைய எதிலின் குளோரோ ஹைட்ரின் (Ethelene chlorohydrin treatment) சிகிச்சையினால் ஆக்ஸின் அழிக்கப்பட்டுவிடுகிறது; அதனால் நுனிமொட்டுகள், இடைமொட்டுகள் ஆகிய இவ்விரு மொட்டுகளிலும் விரைவான வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. ஆக்ஸின்கள் நுனிஆட்சியில் மிக முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகளில் அவற்றின் மெய்யான செயல்படும் விதம் என்னவென்றும் இன்னும் கண்டறியப்படவில்லை. இடைமொட்டுகள் ஆக்ஸின்களினால் நேரடியாகப் பாதிக்கப்படு கின்றன. இக் கொள்கைக்குப் பல வாதப் பிரதிவாதங்கள் உள்ளன.

அநேக மரங்களின் வளர்ச்சித் தன்மையிலிருந்து நுனி ஆட்சியை விளக்கலாம். அநேக கோனிஃபெரஸ் மரங்களின் (Coniferous trees) பிரதானத் தண்டு செங்குத்தாக வளர்கின்றது. அவற்றில் உள்ள இடைமொட்டுகள் அத் தண்டிற்கு நேர் கிடைமட்டமான கிளை களாக வளர்கின்றன. இம் மரங்களில் நுனிமொட்டு ஏதேனும் ஒரு காரணத்தால் சேதமுற்றால் நுனிமொட்டிற்குச் சற்றுக் கீழேயுள்ள இடைமொட்டுகள் சிறிது வளர்ந்து, பின்னர் மேல்நோக்கிச் செங்குத் தாகவே வளரத் தொடங்குகின்றன. அதற்குப் பின்னர் ஏற்படும் செங்குத்தான வளர்ச்சி இடம் மாறி முளைத்த கிளைகளிலிருந்து தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு ஏற்படுவதன் காரணம் என்னவென்றால், நுனிமொட்டு ஏதோ தன்னிடம் இடைமொட்டு வளர்ச்சிக்குத்

தேவையான ஒரு கட்டுப்பாட்டை வைத்திருக்கிறது. இவ் விளக்கங் களுக்கெல்லாம் திடமான சான்றுகள் ஏதுமில்லை என்றாலும், இவ்வாறு ஏற்படலாம் என்று நம்பக்கூடிய வகையில் தாவரத்தின் வளர்ச்சியும் வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகளும் அமைந்துள்ளன.

7-5. கேம்பியத்தின் செயலும் திசுக்களின் வேறுபாடும் (Cambial activity and tissue differentiation)

இளவேனிற் காலத்தில் (spring season) மரங்களில் வளர்ச்சியின் முதல் அடையாளம் என்னவென்றால் மொட்டுகள் வீங்குவதேயாகும். இது மொட்டுகள் விரிவதாலும் இளம் தண்டுகள் வேகமாக வளர்வதாலும் ஏற்படுகின்றது. முதிர்ந்த தண்டுகளில் கேம்பியச் செல்களின் வளர்ச்சி திரும்பப்பெறும் நிலை மிகவும் மெதுவாக ஏற்படுகின்றது. மொட்டுகள் விரிந்த பின்னரும் சில நாட்கள் சென்ற பின்னரேதான் தண்டின் முதிர்ந்த பகுதியிலுள்ள செல்கள் பிரிந்து விரிவடைகின்றன. கேம்பியச் செல்களில் ஏற்படும் ஓர் அலை மெதுவாக அசைந்து தண்டுகளிலிருந்தும் கிளைகளிலிருந்தும் வேர்களுக்குச் செல்கின்றது. இவ்வாறு அடித்தளத்தை நோக்கி நகரும் கேம்பியத்தின் செயல் இரண்டாம் சைலம், ஃப்புளோயம் திசுக்களில் (secondary xylem, phloem tissues) பிரித்தறியப்படுகிறது.

ஆக்ஸின்களினால் கேம்பியச் செல்கள் மீண்டும் ஏற்படுகின்றன என்பதற்குப் போதிய சான்றுகள் உள்ளன. அவை தண்டில் வளரும் மொட்டுகளிலிருந்து கீழ்நோக்கி நகர்கின்றன. ஸ்னோவ் (Snow, 1935) என்பவர், சூரியகாந்திச் செடியில் முனையை வெட்டி ஆக்ஸின் கொண்ட திரவத்தைப் பயன்படுத்துவதன்மூலம் கேம்பியச் செயல் தூண்டப்படுகிறது என்பதைச் செய்துகாட்டினார். ஆனால், இதே கேம்பியச் செயல் நுனி வெட்டப்பட்ட சூரியகாந்திச் செடியில் ஆக்ஸின் கொண்ட திரவம் பயன்படுத்தாமலிருக்கும்போது ஏற்படுவதில்லை. அதுபோலவே கடினமான தாவர வகைகளில் (woody species) இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் (indole acetic acid) பயன்படுத்தும்பொழுது கேம்பிய வளர்ச்சி தூண்டப்படுகிறது (Soding, 1936). ஆப்பிள் மலர் மொட்டில் ஆக்ஸினின் அடர்வு, அம் மொட்டுகள் பெருகி மலரும் காலங்களில் உச்சக் கட்டத்தை அடைகிறது என்பதை அவெரியும் மற்றவர்களும் (Avery et al, 1937) காட்டியுள்ளனர். ஹார்மோன்களின் அசைவு (வளரும் பருவத்தில்), கீழிருந்து மேல் செல்வதாலும் மேலிருந்து கீழிறங்குவதாலும் கேம்பியச் செயலை இணையாக்குகிறது.

புல்லினங்களில் உள்ள பெரும்பாலான தாவரங்களில் மலர்களுக்கும் கேம்பியத்திற்கும் இடையே வளர்ச்சி ஒட்டுறவு (growth

correlation) காணப்படுகிறது (Wilton, 1935). பொதுவாகத் திடமான விதையில்லா உறுப்புகள் கொண்ட தாவரங்களில் கேம்பியச் செல்கள் மிக விரைவாகத் தாவரத்தில் தண்டின் முழு நீளத்திற்கும் ஏற்படு கின்றன. மலர் தோன்றத் தொடங்கும்பொழுது கேம்பியச் செல்களின் செயல் திடீரென்று நிறுத்தப்படுகிறது. மலர்கள் தோன்றத்தோன்றக் கேம்பியத்தின் செயல்கள் தொடர்ந்து குறைந்துகொண்டே செல்கிறது. இது நிறையப் பூக்கும் தாவரங்களில் எல்லாக் கேம்பியச் செல்களும் சைலங்களாகவும் ஃபுளோயங்களாகவும் மாற்றமடையும் வரையிலும் ஏற்படுகிறது. கேம்பியச் செயலின் தடை முதலில் தண்டின் மலர்க் கொத்துக்கு அருகிலுள்ள பகுதியில் ஏற்படுகிறது. பின்னர், அஃது அவ்வாறே வளர்ந்து கீழ்நோக்கிச் செல்கிறது. மலர் உற்பத்திக்கும் கேம்பியச் செயலுக்கும் இடையிலான ஒட்டுறவு, ஹார்மோனின் செயலால் ஏற்படுகிறது என்பதை அறிவுறுத்துகிறது. ஆக்ஸின் கிடைக்கும் நிலையிலிருந்து, விதையில்லா உறுப்புகளின் பெரும்பகுதி இனப்பெருக்க உறுப்பாக மாறுவது குறைகிறது. இஃது ஒருகால் மற்றோர் ஆக்ஸின் வளர்ச்சி ஒட்டுறவின்மீது கொள்ளும் கட்டுப் பாடாக இருக்கக்கூடும்.

7-6. இலைகளுக்கும் மொட்டுகளுக்கும் இடையிலான வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள் (Growth correlations between leaves and buds)

இலைகள் கொண்ட தண்டினைச் சோதிக்கும்போது ஒவ்வோர் இலைக் கோணத்திலும் (leaf axil) ஒரு மொட்டு இருப்பது தெரியவரும். இதே உறவு இலைகளின் நிலைக்கும் மொட்டுகளின் இருப்பிடத்திற்கும், இன்னும் சொல்லப் போனால் நுனிமொட்டிற்கும் பொருந்தும், ஏனெனில், அங்கெல்லாம் இரு மொட்டுகள் இலை மையத்திலுள்ள பிரைமார்டியாக்களிலிருந்து வளர்கின்றன. இலைகள் வழக்கத்திற்கு விரோதமான நிலையில் ஏற்பட்டாலும் அந்த இலைகள் எவ்வாறு தண்டில் ஒட்டியிருக்கின்றனவோ அவற்றுக்கு மையப் புள்ளியில் மொட்டு வளர்கிறது. மொட்டுகளுக்கும் இலைகளுக்கும் உள்ள இந்த நிரந்தரமான உறவு நமக்கு அறிவுறுத்துவது என்னவெனில் மொட்டு களின்மீது இலைகளுக்கு ஏதேனும் ஒருவகைக் கட்டுப்பாட்டுத் தன்மை இருத்தல் வேண்டும் என்பதாகும். இலைப் பிரைமார்டியத்தின் வளர்ச்சி தொடங்கியவுடனே மொட்டும்கூட உற்பத்தியாகின்றது. எவ்வாறேனும் இந்த இளம் இலைப் பிரைமார்டியத்தை நீக்கிவிட்டால் அதன் பின்னர் மொட்டு ஏதும் வளர்வதில்லை. இலைப் பிரைமார்டி யத்தைச் செங்குத்து வெட்டாகப் பாதி வெட்டி நீக்கினாலும் மொட்டுகள் வெட்டிய பகுதியின் வெற்றிடத்தில் துளிர்க்கின்றது (Snow, 1942). எனவே, இவ் வகையிலான பரிசோதனைகள், மொட்டுகளெல்லாம்

இலைகளினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறதேயல்லாமல் தண்டின் அச்சுக் காரணிகளால் அல்ல என்பதை விளக்குகின்றன. இவ்விதக் கட்டுப்பாடு ஏற்படும் விதம் என்னவென்று தெரியவில்லை. ஆனால், இஃது ஒரு ஹார்மோன் வகையினால் ஏற்படலாம் எனலாம்.

7-7. துருவ வளர்ச்சி (Polarity)

அநேக வளர்ச்சி உறவுகள் துருவ சம்பந்தமானவை; அஃதாவது, ஒரு வளரும் அச்சின் இரு முனைகளும் குறிப்பிட்ட அளவு வளர்ச்சியில் ஈருருவைக் காட்டுகின்றன. தாவரங்களில் துருவ வளர்ச்சிக்கு மிகச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு என்னவெனில் வெட்டிய கிளையினை நடும் போது அடிப்பகுதி வேராக வளர்கின்றது; உச்சிப் பகுதி தண்டாக வளர்கின்றது என்பதேயாகும். இந்தக் கிளைகளைத் தலைகீழாக நட்டாலும்கூட எப் பகுதி நடப்படுகின்றதோ அப் பகுதியிலிருந்து வேரும், உச்சிப் பகுதியிலிருந்து கிளைகளும் ஏற்படுகின்றன.

ஆக்ஸின்களின் அசைவு, பொதுவாகத் தண்டில் உச்சியிலிருந்து கீழாக நகர்கிறது. இத் துருவ அசைவு புரோட்டோபிளாஸ அடிப்படை அமைப்பிலே ஒரு மாற்ற இயலாத குணமாக இருக்கிறது. உண்மையில், உச்சிப் பகுதியைத் தலைகீழாக வைத்து வளர்த்தால்கூட மூன்று அல்லது நான்கு வாரங்களில் துருவ ஓட்டம் மாறுபடுகின்றது. இப்பொழுது தண்டில் உண்மையிலேயே கீழ்ப் பகுதியிலிருந்து தண்டின் உச்சிப் பகுதிக்கு ஆக்ஸின் செல்கிறது. அதாவது தாவரக் கிளையை வெட்டி நடுவதற்கு முன்னால், உச்சியிலிருந்து கீழ் நோக்கி இறங்கிய ஆக்ஸின், வெட்டித் தலைகீழாக நட்ட பின்னர், அடிப்பக்கத்திலிருந்து உண்மையிலே மேலிருந்த பகுதிக்குச் செல்கிறது. அஃதாவது துருவம் மாற்றி வைப்பினும் உச்சியிலிருந்து ஆக்ஸின் கீழிறங்குகிறது.

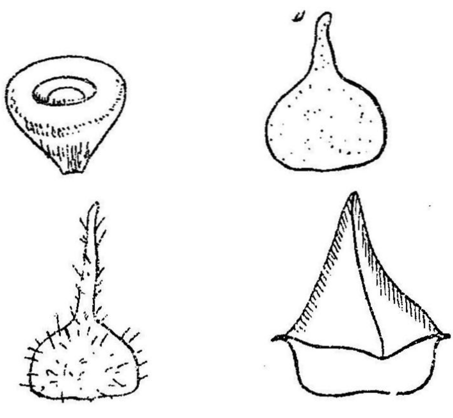
மேலும் புறப்பகுதித் துருவங்களைப் போலவே தாவரங்கள் மின் துருவங்களைக் (electrical polarities) காட்டுகின்றன. தண்டுகளின் முனைகள், விதையடித்தண்டு, குருத்துறை போன்றவைகளெல்லாம் அடிப்பகுதியைப் போலல்லாமல் எதிர்மின் உறவினைக் (electro negative relation) காட்டியிருக்கின்றன (Clark, 1937). மரங்கள் போன்ற பெரிய தாவரங்களில் மின் நிலைச்சக்தி (electrical potential) மிகவும் சிக்கலானதாக இருக்கின்றது (Lund, 1931). உண்மையில் தாவரத்திலுள்ள ஒவ்வொரு செல்லும் மின் துருவத்தைக் கொண்டு ஒரு சிறிய மின்கலமாக இயங்குகின்றது. திசுக்களில் ஏற்படும் மின் சக்தி செல்களில் ஏற்படும் மின் சக்திகளின் தொகுப்பே

யாகும். அவை தொடர் அடுக்காகவோ பக்க இணைப்பாகவோ இயங்கக்கூடும் (Rosene, 1935).

இவ்வாறு மின் சக்தியில் ஏற்படும் பேதம் மின்சாரத்தைத் தாவரத்தின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்குக் கடத்தப் பயன்படுகிறது. இவை தாவரத்தில் ஆங்காங்கே ஒரு சுற்றினை (circuit) ஏற்படுத்திக்கொள்கின்றன. இவ்வகை அமைப்பு ஒருகால் வளர்ச்சி ஒட்டுறவுக்கு உழைக்கக்கூடியதாக இருக்கலாம் என்று சொல்லப்படுகிறது. இவ்வாறு மின்சக்தியை ஒரு செல்லிலிருந்து மற்றொரு செல்லுக்கு மாற்றுவதன் மூலம் மின் சக்தி பெறும் செல்கள் வளர்கின்றன. ஆனால், இவ் வகையிலான கூற்றுகளுக்குத் தகுந்த ஆதாரங்கள் ஏதும் இல்லை. இவையெல்லாம் இரண்டாந்தரத் தத்துவங்களேயாகும்.

7-8. தாவரக் கொப்புளங்கள் (Plant galls)

ஒரு தாவரத்தின் உறுப்பு மற்றொரு தாவர உறுப்பின் மீது உறவேதும் கொள்வதில்லை என்ற கட்டுப்பாடு ஏதும் இல்லை. இருப்பினும் இம்முறை வளர்ச்சியின் போது குறிப்பிட்ட அளவு கட்டுப்பாடு ஏற்படுகின்றது. தாவரச் செல்களில் புழுக்கள் ஆதிக்கம் செய்து வளர்ச்சியைக்



படம் 7.1

ஹிக்கரி இலையின் மீது வளரும் கொப்புளங்கள்
(வெல்ஸிலிருந்து மீண்டும் வரையப்பட்டது)

கட்டுப்படுத்துவதனால் ஓர் ஒட்டுறவை ஏற்படுத்துகின்றன. இளம் ஹிக்கரி இலைகளின்மீது (Hickory leaves) பூச்சிகள் முட்டையிடும் பொழுது இலைத் திசுக்கள் அம் முட்டைகளைச் சுற்றி வேகமாக வளர்ந்து மிகச் சிக்கலான உறுப்பாக மாறுவது, அம் முட்டைகள்

இட்ட பூச்சியினங்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. அவ்வகை விளைவு சீராக வளர்ந்து இரு சமபக்க அழகுள்ள நேர்த்தியான ஓர் உருப்பாக முடிவில் மாறுகின்றது. அவற்றுக்கு இலைகளின் **கொப்புளங்கள்** (galls) என்று பெயர்.

ஆதலால் தாவரத் திசுக்களில் ஏற்படும் சிறப்ப வேலைப்பாட்டின் முழு வளர்கட்டுப்பாடும் வளரும் புழுவினிடத்திலுள்ளது என்பதற்கு ஹிக்காரிக் கொப்புளங்களைக்காட்டிலும் வேறு என்ன ஆதாரம்வேண்டும். குறிப்பிட்ட அமைப்புக் கொப்புளங்கள் குறிப்பிட்ட தாவரங்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட இனப் பூச்சிகளின் புழுக்கள் வளர்வதால் ஏற்படுகின்றன. ஆனால், இக் கட்டுப்பாட்டின் செயற்பாடு என்னவென்று தெரியவில்லை. அநேகமாக இது வளர்ச்சி சீராக்கும் பொருள்களால் ஏற்படுவதாக இருக்கலாம்.

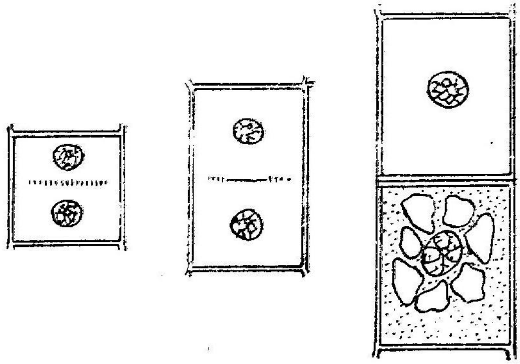
8. வளர்ச்சித் தோற்றங்கள்
(Growth Aspects)

8-1. வளர்ச்சியின் உடற்கூற்றுந் தோற்றங்கள் (Ana'o nical Aspects of growth)

தாவரங்களின் உள்ளமைப்பை ஆராய்வது என்பது நம் ஊனக் கண்களால் இயலாது. அதற்காக ஞானக் கண்கள் வேண்டும் என்பதன்று. தாவர உறுப்புகளையும் உடல் கூற்றினையும் காணத் தற்போது எளிய நுண்ணோக்கி (Simple magnifier) முதற்கொண்டு கூட்டு நுண்ணோக்கி (Compound microscope), மின் நுண்ணோக்கி (Electron microscope) முதலியவை உள்ளன. வளர்ச்சியின் உடற் கூற்றுத் தோற்றம் செல்களில், புறத்தோல்களில், வேரில், தண்டில், இலைகளில், இலைத்துளைகளில், மற்றும் மகரந்தம், சூலகம் முதலியவை களிலும் ஆங்காங்கே ஏற்படும் வளர்ச்சிக்குத் தக்கவாறு ஏற்படு கின்றன. அவற்றை முறைப்படி காண்போம்.

(1) செல்சுவர் வளர்தல் (Development of the cell wall): சாற்றுக் குழாய் உள்ள தாவரங்களில் தாவரச் செல்கள் பிரிவது நியூக்ளியஸின் (nucleus) பிரிவிலிருந்து தொடங்கிவைக்கப்படு கிறது. நியூக்ளியஸ் பல்வேறு மாற்றங்களையடைந்து குரோமோ ஸோம்களாக (cromosomes) மாறி இரண்டாக உடைந்து முடிவில் மீண்டும் ஒன்றுசேர்ந்து சேய்ச் செல்களில் கட்டப்படுகின்றது. கடைசி நிலைக்குப் (telophase) பின்னர்ச் செல்லின் மையத்தில் ஒரு சவ்வு தோன்றுகிறது. இஃது இரு புறமும் வளர்ந்து புரோட்டோ பிளாஸத்தை இரு கூறுகப் பிரிக்கும் தடுப்புச் சுவராக, அஃதாவது செல் சுவராக அமைகிறது (படம் 8-1). செல் முதல் சவ்வில் செல்லுலோஸ் இருக்கின்றதா என்பதற்குப் போதுமான ஆதாரம் ஏதும் இல்லை. ஆனால், இத்தடுப்புச் சுவர் முழுவதும் கொலாய்டல் பெக்டிக் கூட்டுப்பொருள்களைப் (colloidal pectic compounds) பெற்றிருக்க

வில்லை யென்றாலும் பெக்டிக் கூட்டுப்பொருளை ஓரளவாவது பெற்றிருக்கின்றது. அது வளர்ச்சியின் முடிவில் செல்லுலோசாகவும் பெக்டிக் கூட்டுப் பொருளாகவும் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.



படம் 8-1

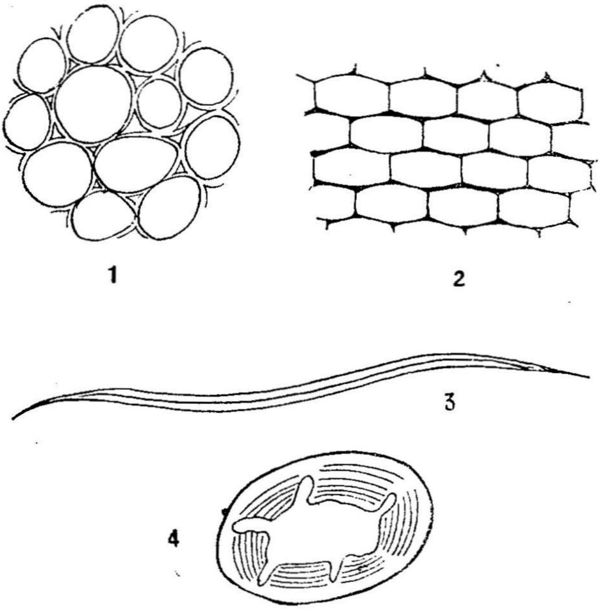
செல்சுவர் வளர்தலைக் காட்டுகின்றது

(2) **திசுக்களின் வளர்ச்சி** (Growth of tissues): ஒரே அமைப்பு, வேலை, செயல், தோற்றம் கொண்ட செல்களின் தொகுதியே **திசு** (tissue) எனப்படும். செல்கள் வளர்ந்து ஒன்றுகூடி **ஆக்கத்திசுக்களாகவும்** (Meristematic tissues), **நிலைத்திசுக்களாகவும்** (Permanent tissues) மாறுகின்றன. ஆக்கத் திசுக்கள் தண்டு, வேர் இவற்றின் குருத்துகளிலிருந்து விறுடன் பிரியும். அதனால் தண்டு, வேர் ஆகியன நீளவாட்டில் வளர்வதற்கும் கிளைகள், இலைகள் முதலியன உண்டாவதற்கும் இவை காரணங்களாகும். நிலைத் திசுக்கள் என்பன செல் பிரியும் ஆற்றல் இழந்து சில நிலையான வேலைகளைக் கொண்டிருக்கும். இவற்றில் **தனிநிலைத் திசுக்கள்** (Simple permanent tissues), **கூட்டுநிலைத் திசுக்கள்** (Complex permanent tissues) என இருவகையுண்டு.

தனிநிலைத் திசுக்கள்: தனிநிலைத் திசுக்களில் **பாரன்கைமா** (Paranchyma), **கோலன்கைமா** (Collenchyma), **ஸ்கிளிரன்கைமா** (Sclerenchyma) என்பவை பிரதானமானவை. அவற்றின் அமைப்பிலும் செயலிலும் மாறுபாடுகள் உண்டு (படம் 8-2).

பாரன்கைமாத் திசு ஏறக்குறைய எல்லா இனத் தாவரங்களிலும் அறியப்படுகின்றது. குறிப்பாக, இஃது உயர்இனத் தாவரங்களில் எல்லா உறுப்புகளிலும் அதிகம் காணப்படும். பாரன்கைமாத் திசு தண்டு, வேர், இலைகளில் புறணியைப் ஆக்கப் பயன்படுகின்றது.

வழக்கமாகப் பாரன்கைமாச் செல்கள், கோள வடிவில் மெல்லிய சுவர் கொண்டும் அதிகக் காற்றிடைவெளி கொண்டும் திசுக்களில் அமைந் திருக்கும். இவை புரோட்டோபிளாஸம் கொண்டு விளங்குகின்ற



படம் 8.2

தனி நிலைத்திசுக்கள்

1. பாரன்கைமா 2. கோலன்கைமா 3. நார் 4. ஸ்கிளிரன்கைமா

மையால் **உயிருள்ள திசுக்கள்** எனப்படும். பாரன்கைமாத் திசுவில் பசுங்கணிகங்கள் இருப்பின் அவை **குளோரன்கைமா** (Chlorenchyma) என்றும், காற்றிடைவெளி மிகுந்திருந்தால் **ஏரன்கைமா** (Aerenchyma) என்றும் வழங்கப்படும்.

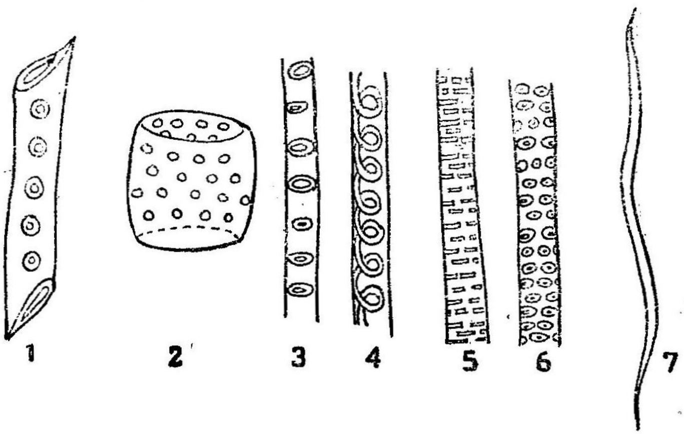
கோலன்கைமாத் திசுவில் செல்களின் மூலைகள் (angles) தடித் திருப்பது (angular thickening) ஒரு சிறப்புக் குணம் ஆகும். இவை காற்றிடைவெளி ஏதுமின்றித் தண்டுப்பகுதியில் நெருக்கமாகப் புறத் தோலுக்குக் கீழே அமைந்திருக்கும். இவை தண்டிற்கு ஓர் உறுதி யையும் கடினத்தன்மையையும் கொடுக்கின்றன.

ஸ்கிளிரன்கைமாத் திசுவில் அதிகத் தடிப்பான செல் சுவர்கள் உண்டாக்கவேண்டிப் புரோட்டோபிளாஸம் முழுவதும் செலவிடப் படுவதால், அவை உயிரற்ற திசுக்களாக மாறிவிடுகின்றன. இவை

லிக்னின் (lignin), நார்த்திசுக்களாக (fibres) அமைந்து தாவரங்களுக்கு வலுவளிக்கின்றன. ஸ்கிளிரன்கைமாச் செல்களில் சிறப்பானவை கற்செல்கள் (stone cells). இச் செல்கள் தேங்காய், வாதுமை, பாக்கு முதலியவற்றில் கடினமான ஓடுகளை உண்டாக்கப் பயன்படுகின்றன.

நிலைத்த கூட்டுத் திசுக்கள் (Complex parmanent tissues): சிறப்பாகச் சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளில்தாம் (vascular bundles) இவை காணப்படும். இவை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு **சைலம்** (xylem), **ஃபுளோயம்** (phloem) என்று வழங்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பிரிவிலும் பலவகைச் செல்கள் ஒன்றாக இணைந்து செயல்படுகின்றன. இவற்றின் முக்கியப் பங்கு (உணவை) கடத்துதல் (conduction) ஆகும். இது தவிர, இவை தாவரத் தண்டு, வேர்களில் உறுதியையும் (regidity). இடை வளர்ச்சியையும் (lateral growth), ஆண்டு வளையங்களையும் (annual rings) உண்டாக்குகின்றன. இவை தாவர வளர்ச்சியில் பெரிதும் பங்குகொண்டு ஒரு நிலையான சுவருடன்கூடிய இடத்தைப் பெறுகின்றன.

(3) சைலம் (Xylem) என்ற வகையில் **டிரக்கீடுகள்** (trachids), **டிரக்கியா** (trachea), **சைலம் வெஸ்ஸல்** (xylem vessels), **சைலம்நார்** (xylem fibres), **சைலம் பாரன்கைமா** (xylem parenchyma) முதலிய பல செல்கள் பங்கு கொள்கின்றன.



1 2 3 4 5 6 7

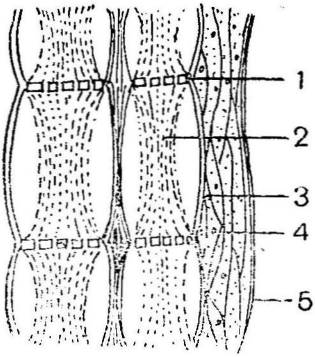
படம் 9-3

1. டிரக்கீடு; 2. வெஸ்ஸல்; 3-6 வளையம், சுருள், வலை, குழி போன்ற தடிப்புத் திசுக்கள்; 7. நார்த்திசு.

சைலம் திசுக்கள் நீண்ட செங்குத்தான குழாய்களாகும். இவை முனையோடு முனைகள் பொருந்திய செல்களால் ஆக்கப்பட்டவை.

இத் திசுக்கள் ஆக்கப்படும்பொழுது இவற்றின் இடைச்சுவர் முதலில் திசுவில் கரைந்து நிரந்தரத் திசுவாக மாறுவதால், நீர் ஏறிச் செல்வதற்கு ஏற்றவாறு ஒரு நீண்ட தொடர்ச்சியான வழி உண்டாகிறது. தவிர, சைலம் பாரன்கைமாச் செல்கள் சைலத்தைச் சூழ்ந்துகொண்டு உணவைச் சேமிக்கவும், நீரைக் கடத்தவும் பயன்படுகின்றது. சைலம் குழாயுடன் இணைந்த ஸ்கிளிரன்கைமா இழைகள் தண்டிற்கு உறுதியளித்துத் தாங்குதல் சக்தியையும் கொடுக்கின்றது.

(4) ஃபுளோயம் (Phloem) என்ற வகை நிலைத்த கூட்டுத் திசுவில் சல்லடைக் குழாய் (sieve tube), சல்லடைத் தட்டு (sieve plate), துணைச் செல்கள் (companion cells), ஃபுளோயம் நார் (phloem fibres), ஃபுளோயம் பாரன்கைமா (phloem parenchyma) போன்ற செல்கள் காணப்படுகின்றன.



படம் 8.4
ஃபுளோயம் திசு

1. சல்லடைத் தட்டு
2. சல்லடைக் குழாய்
3. துணைச் செல்
4. ஃபுளோயம் பாரன்கைமா
5. ஃபுளோயம் நார்

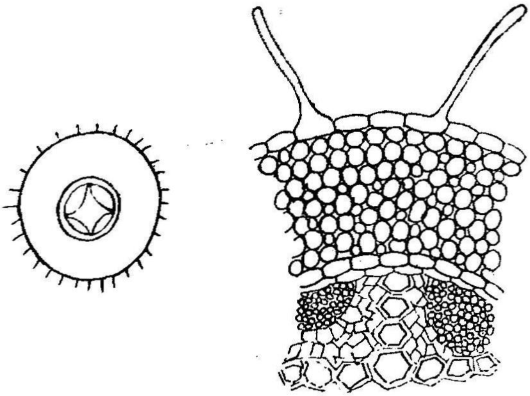
ஃபுளோயம் திசு எப்போதும் எங்கும் சைலத்தோடு இணைந்தே காணப்படும். எந்த வகைத் தாவரத்திலும் ஃபுளோயம் மட்டிலும் தனியாக இருந்து செயல்பட்டதே இல்லை எனலாம். ஃபுளோயம் திசு, சல்லடைத் தட்டுடன் நீண்ட குழாய்கொண்டு துணைச்செல்கள் பக்கங்களிலிருக்க, ஃபுளோயம் பாரன்கைமா உணவு சேமிக்க, ஃபுளோயம் நார் உறுதி கொடுக்கச் சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளில் தண்டு, வேர் இவற்றின் சைலத்திற்கு வெளிப்புறங்களில் காணப்படும். இவற்றின் பிரதானச் செயல் இலைகளில் தயாரிக்கப்பட்ட உணவினைத் தண்டு, கிளை, வேர் முதலிய உறுப்புகளுக்குக் கொண்டுசெல்வதேயாகும்.

சைலமும் ஃபுளோயமும் கொண்ட திசுக்கள் இல்லையெனில், சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் இல்லை; சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் இல்லையெனில் நீரும் உணவுப்பொருளும் மலருள்ள தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கமாட்டா; அதனால் அவை வளர முடியாது.

எனவே, தாவரங்களில் திசுக்கள் பலதரப்பட்டன. அவை எங்கெங்கு அமைந்து வளர்ச்சிக்கு உற்றதுணையாக விளங்குகின்றன என்பதை

வேரின் அமைப்பு, தண்டின் அமைப்பு, இலையின் அமைப்பு, சூலகத்தின் அமைப்பு ஆகியவற்றைக் காணும்போது நன்கு அறியலாம்.

(5) **வேரின் அமைப்பு** (Anatomy of the root): வேரின் நுனியில் வளர்திசு (ஆக்கத் திசு) இருப்பதனால், வேர் வளர்ந்துகொண்டே செல்லச்செல்ல முதல் திசுக்கள் (primary tissues) வளர்ச்சியினால் முதிர்ந்து பருத்து நிலைக்கின்றன. அத்திசுக்கள் புறணியிலும் (cortex), மையத் திசுக்களிலும் (stele) பரவி நிற்கின்றன. அவற்றைக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் எடுப்பதன்மூலம் நன்கு அறியலாம்.



படம் 8-5

வேரின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

ஓர் இளம் வேரின் (சூரியகாந்திச் செடி) குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் தெரியும் முக்கியப் பகுதிகள் வேர்த்தூவி, புறணி, மையத் திசு என்பனவாகும். ஒற்றையடுக்குக்கொண்ட புறத்தோல்களில் ஓரிரு செல்கள் நீண்டு வளர்ந்து குழல்போல மாறி வேர்த்தூவிகளாக (root hairs) செயல்படுகின்றன. புறத்தோலுக்குக் கீழே பல அடுக்குகளில் பாரன்கைமாச் செல்கள் அமைந்து புறணியை அமைக்கின்றன. இப் புறணியில் பெரும்பகுதி உணவு சேமிக்கப்படுகிறது. புறணிக்குக் கீழே உள்ள தடித்த ஒற்றை வரிசைகொண்ட மத்தளம் போன்ற செல்களின் அடுக்கு **உள்தோல்** அல்லது அகத்தோல் (endodermis) ஆகும். இது தன்னுள் (தன் வட்டத்தினுள்) மையத்திசுவைப் (stele) பெற்றிருக்கிறது. உள்தோலின் (அ) அகத்தோலின்கீழே ஓரடுக்குக் கொண்ட மெல்லிய செல்வட்டம் ஒன்று இருந்து பெரிசைக்கிளை (சுற்று வட்டம்—pericycle) உண்டாக்குகிறது. இது பாரன்

கைமாச் செல்களால் ஆனது. வேரின் உள்ளே செல்லும் நீர், சுற்று வட்டத்திலும் உள்தோலினும் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு சைலத்தின் உள்ளே செலுத்தப்படுகிறது. இதற்கு ஏற்றாற்போல் புரோட்டோ சைலம் வெளிப்புறத்தை நோக்கியும் மெட்டாசைலம் மையத்திலும் இருக்கிறது. இந்த நிலைக்கு எக்ஸார்க் (exarch) என்று பெயர்.

சைலம் அரங்குகளுக்கு இடையே நான்கு ஃபுளோயப் பகுதிகள் இருக்கின்றன. சைலமும் ஃபுளோயமும் வேறுவேறான ஆரங்களில் உள்ளமையால் இவ்வகைக் குழாய்த்திரளுக்கு ஆரத்திரள் (radial bundle) என்று பெயர். சைலத்திற்கும் ஃபுளோயத்திற்கும் இடையே கேம்பியம் தோன்றி வளர்வதால், அவை மூடிய சாற்றுக்குழாய்த் திரளாகக் (closed vascular bundle) காணப்படுகின்றன.

வேரில் இரண்டாம்நிலை வளர்ச்சியில் சைலத்திற்கும் ஃபுளோயத்திற்கும் இடையிலுள்ள பாரன்கைமாத் திசுக்கள் பங்கு கொள்கின்றன. இப் பாரன்கைமாத் திசுவிற்கு இணைப்புத் திசு (conjunctive tissue) என்று பெயர். இத்திசு நன்றாக வளர்ந்து ஃபுளோயம் பட்டைகளையும் கேம்பியப் பட்டைகளையும் பிரிக்கிறது. பின் விரிந்து சுற்றுவட்டத்தை (pericycle) எட்டுகிறது. பின்னர், இந்தக் கேம்பியப் பட்டை சைலம் உள்ள பக்கத்தில் புதிய சைலம் செல்களையும், ஃபுளோயம் உள்ள பக்கத்தில் புதிய ஃபுளோயம் செல்களையும் உற்பத்தி செய்து, இரண்டாம் சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்களை உண்டுபண்ணுகின்றன. பின்னர், உட்கதிர்கள் (medullary rays) வளர்ச்சியுறுகின்றன.

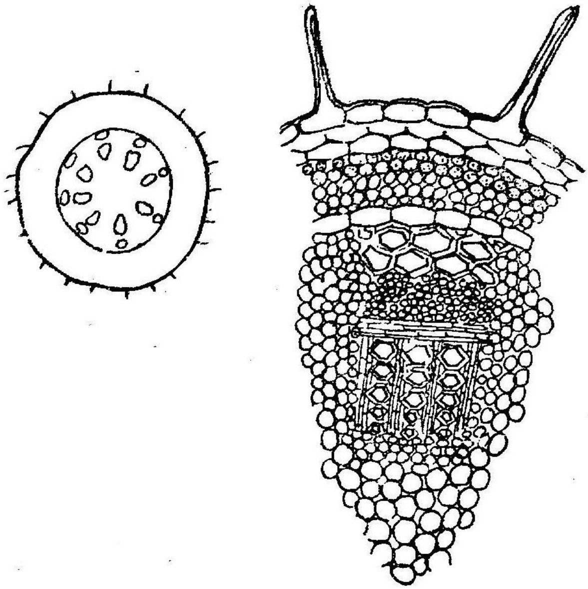
வேரினுள் ஏற்படும் உள்வளர்ச்சியினால் புறணியில் ஒரு நெருக்கம் ஏற்பட்டுப் புறணி தெறிக்கிறது; தெறித்த பகுதியிலும் புதிய தக்கைச் செல்கள் (cork cells) வளர்கின்றன. இவ்வாறாக வேரின் உடற்கூறு அமைந்திருக்கிறது.

(6) **தண்டின் உடற்கூறு** (Anatomy of stem): தண்டின் நுனிக் குருத்து நெடுக்கிலும் குறுக்கிலும் வளர்வதால் தண்டு வளர்கிறது. இவ் வகை வளர்ச்சிக்கு ஏற்றவாறு தண்டின் உள் அமைப்பு எவ்வாறு இருக்கிறது என்று கவனிப்போம்.

சூரியகாந்திச் செடியினுடைய இளந் தண்டின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தில் ஒரு மெல்லிய பகுதியைக் கூட்டு நுண்நோக்கியில் வைத்துப் பார்த்தால் (படம் 8-6-ன்) அமைப்பைக் காணலாம்.

தண்டின் புறத்தோல் (Epidermis) ஓரடுக்குச் செவ்வகச் செல்களால் அமைந்திருக்கும். ஆங்காங்கே ஓரிரு செல்கள் குழல்போல் நீண்டு

உரோமங்களாக மாறியிருக்கும். புறத்தோலின்மேல் ஒருவகை மெல்லிய மெழுகுபோன்ற உறை உண்டு. இதற்குச் சருகு தோல் (cuticle) என்று பெயர். இஃது உள்திசுக்களிலிருந்து நீர் ஆவியாவதைத் தடுக்கிறது. தவிர, நுண்ணுயிர் பாதிப்பிலிருந்தும் பாதுகாப்பு அளிக்கிறது.



படம் 8.6

தண்மன் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

புறத்தோலுக்குக் கீழே புறணி (cortex) இருக்கின்றது. இது மூன்றடுக்கு; மூவகைச் செல்களால் ஆனது. மேற்புறம் உள்ள அடுக்குக் கோலன்கைமாத் திசுவினாலும், மையத்திலுள்ள அடுக்குக் குளோரன் கைமாத் திசுவினாலும், கீழுள்ள அடுக்குப் பாரன்கைமாத் திசுவினாலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். இவை முறையே கோலன்கைமாத் திசு, வளர்ச்சியின் தொடக்க நிலையில் தாங்கக்கூடிய திசுவாகவும், பின்னர் உறுதி கொடுக்கும் திசுவாகவும் அமைகிறது. குளோரன்கைமாத் திசுவில் பசுங்கனிகங்கள் இருப்பதால் அத் திசு வளர்ச்சியின்போது உணவு தயாரிக்கிறது. அதற்கடுத்துள்ள பாரன்கைமாத் திசு தண்டு வளர் வதற்கும் உயிரோடிருப்பதற்கும் தேவையான காற்றும் நீரும் சேமித்து வைக்கிறது.

புறணிக்கு அடியிலிருக்கும் மத்தளம்போன்ற செல்கள் கொண்ட ஓரடுக்குத் திசுவிற்கு **உள்தோல் (அ) அகத்தோல்** (endodermis) என்று பெயர். இத் திசுவில் தரசம் சேமிக்கப்படுவதால் இதைத் **தரச உறை (அ) ஸ்டார்ச்சு உறை** (Starch sheath) என்றும் சொல்வதுண்டு.

அதன் பின்னர், அகத்தோலினுள் அடங்கும் எல்லாத் திசுக்களுக்கும் மையத்திசு (stele) என்று பெயர். மையத்திசுவில் சாற்றுக் குழாய்த் திரள்கள் கோளவடிவில் ஒரு வளையத்தில் அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு குழாய்த்திரளிலும் சைலம் பரிதியை நோக்கிய வெளிப் புறத்திலும், ஃபுளோயம் மையத்தை நோக்கிய உள்புறத்திலும் அமைந்து இடையில் கேம்பியத் திசுவினுல் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வகை அமைப்புள்ள சாற்றுக்குழாய்த் திரள்களுக்கு **ஒருங்கமைந்த திறந்த சாற்றுக்குழாய்த் திரள்கள்** (collateral open vascular bundles) என்று பெயர். இதில் புரோட்டோசைலம் மையத்தை நோக்கியும், மெட்டாசைலம் பரிதியை நோக்கியும் அமைந்திருப்பதனுல் இதற்கு எண்டார்க் (endarch) என்று பெயர். இவை நீரையும் உணவையும் கொண்டு செல்கின்றன.

தண்டின் மையத் திசுவின் நடுவே உள்ள பாரன்கைமாச் செல்கள் நெருக்கமாக அமைந்து 'சோற்றினை' (pith) உண்டாக்குகின்றன. இது முக்கிய உணவைச் சேமித்துவைக்கப் பயன்படுகிறது.

குழாய்த் திரள்களுக்கு இடையே இருந்து மையத்தை நோக்கிப் பாரன்கைமாத் திசு வளர்ந்து கதிர்களை (medullary rays) தோற்றுவிக்கின்றது.

தண்டில் உள்ள சுற்றுவட்டம் வேரில் உள்ள சுற்று வட்டத்தினின்றும் மாறுபட்டிருக்கும். வேரிலுள்ள சுற்றுவட்டம் மெல்லிய பாரன்கைமாச் செயல்களால் ஒற்றை வரிசையாக அமைந்திருக்கும். ஆனுல் தண்டில் உள்ள சுற்றுவட்டம் ஸ்கிளிரன்ஸ்கைமாச் செல்களால் பல அடுக்குகளால் ஆங்காங்கே காணப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொரு குழாய்த்திரளின் மேலும் ஓர் உறை போன்று அமைந்து தண்டிற்கு உறுதியைக் கொடுக்கின்றன.

தண்டில் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி (secondary growth) வேரில் ஏற்பட்டதும்போலவே, ஆனுல் சற்று மாறுதலுடன் ஏற்படுகின்றது.

தண்டில் உள்ள **குழாய்த்திரள் - கேம்பியம்** (fascicular cambium) புதிய **குழாய்த்திரளிடைக் கேம்பியத்தை** (inter fascicular

cambium) உண்டாக்குகிறது. **பின்னர்**, இந்த இடைக் கேம்பியம் ஒன்ருக இணைந்து கேம்பிய வளையத்தை உண்டாக்குகிறது. கேம்பிய வளையம் (cambial ring) தனக்கு **உள்ளே** சைலத்தையும், வெளியே ஃபுளோயத்தையும் உற்பத்திசெய்து இரண்டாம்நிலை வளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வாறு ஆண்டுக்கு இருமுறை ஏற்படுத்துவதால் இருவகைக் கட்டைகள் **இளவேனிற் கட்டை** (Spring wood), **கோடைக் கட்டை** (Autumn wood) ஏற்பட்டு ஓர் **ஆண்டு வளையத்தை** (annual ring) ஏற்படுத்துகின்றது.

மையத் திசுவின் வளர்ச்சி காரணமாக ஏற்படும் நெருக்குதலால் புறணி வெடித்துத் **தக்கையடுக்குத் திசு** (phellogen) ஏற்படுகிறது. இவ்வாருகத் தண்டின் உள் அமைப்பு அமைகிறது.

இலையின் உள்ளமைப்பு (Anatomy of leaf): இலைப் பிரைமார்டியம் (leaf primordium) வளர்ச்சியில் தீவிரப் பங்குகொள்வதால் இலையின் நடுநரம்பு வளர்கிறது. பின்னர், அதன் பக்கச் செல்கள் தீவிரமாகப் பிரிவதாலும் வளர்வதாலும் இலையின் பரப்பு ஏற்படுகின்றது. எனவே இலையின் உள்ளமைப்பை அறிய வேண்டுமானுல் ஒரு சூரியகாந்தி இலையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தை நுண்ணோக்கியில் வைத்துப் பார்த்தால் பின்வருவன விளங்கும்.

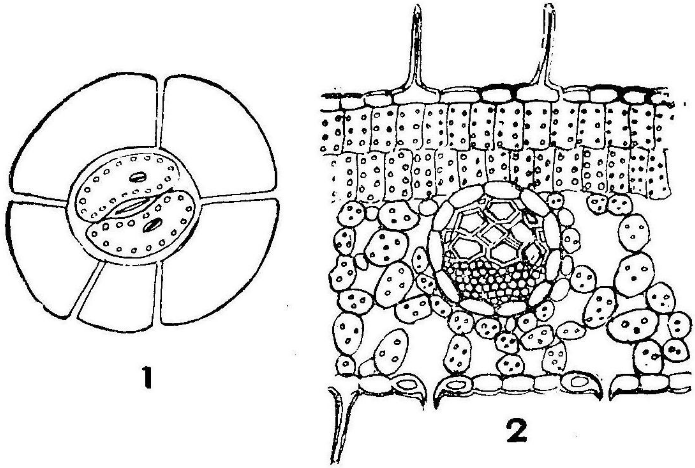
இலையின் புறத்தோல் ஒற்றை வரிசைப் பாரன்கைமாச் செல்களால் ஆகியது. அதன் மேல்பரப்புச் சருகுதோலினுல் (cuticle) போர்த்தப் பட்டிருக்கும். இந்தப் புறத்தோலின் செல்கள் இரண்டு ஆங்காங்கே மாறுதல் அடைந்து நுண்துளைகளை ஏற்படுத்தி இரண்டு தனிப்புட்ட செல்களால் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. எனவே, இவற்றுக்குக் **காப்புச் செல்கள்** (guard cells) என்று பெயர். காப்புச் செல்களுடன்கூடிய நுண்முனைக்கு **இலைத்துளை** (stomata) என்று பெயர் (படம் 8-7).

இலைத்துளைகள் சுவாசிப்பதற்கும் (respiration), எஞ்சிய நீரை வெளியேற்றுவதற்கும் (transpiration) பயன்படுகின்றன.

இலையிலுள்ள புறத்தோல் மேல்புறம் ஒன்றும், கீழ்ப்புறம் ஒன்று மாக அமைந்து இடையிலுள்ள பகுதி **இலைஇடைத் திசு** (mesophyll) என்று வழங்கப்படும். இந்த இலையிலுள்ள இடைத்திசு பாரன்கைமாத் திசுக்கள் கணிகங்களைக்கொண்டு இரு விதங்களில் அமைந்திருக்கும்.

நீண்டு தூண்போன்று ஒன்றன்கீழ் ஒன்ருக இரு வரிசைகளில் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும். இச் செல்களுக்குப் **பாலிசேட் பாரன் கைமா** (pallisade parenchyma) என்றும், நிறையக் காற்றிடைவெளி

கொண்டு, மிகவும் குறைந்த கணிகங்களைக்கொண்டு மிகவும் எளிதாக அமைந்துள்ள செல்களுக்கு ஸ்பான்ஜி பாரன்கைமா (spongy parenchyma) என்றும் பெயர். பாலிசேட் பாரன்கைமா ஒளிச்சேர்க்கைக்கும், ஸ்பான்ஜி பாரன்கைமா கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு,



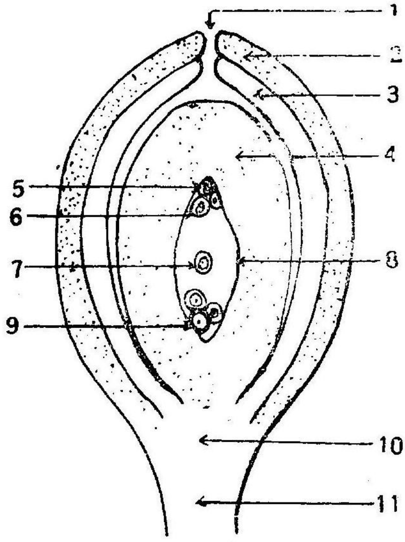
படம் 8-7

1. இலைத்துளை; 2. இலையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

ஆக்ஸிஜன் இவை சுவாசித்தலின்போது தடையின்றி மாற்றிக்கொள்வதற்கும் பயன்படுகின்றன. இலையின் நடுத்திசுவில் உள்ள வளையம் போன்ற வட்டத்திற்குத் தரச வட்டம் (starch sheath) என்று பெயர். இது சாற்றுக்குழாய்க் கற்றையைப் பாதுகாக்கின்றது. இது நடு நரம்புப் பகுதியைக் காட்டுகிறது. இதில் இலையின் மேல்பக்கம் ஸைலத் திசுவும், கீழ்ப்பக்கம் ஃபுளோயத் திசுவும் அமைந்து சாற்றுக் குழாயை ஏற்படுத்துகின்றன. இவ்வாறாக இலையின் அமைப்பு வளர்ச்சியின்போது ஏற்படுகின்றது.

சூலின் அமைப்பு (Anatomy of ovule): சூலகத்திலுள்ள சூல் கருவுறுத்தலுக்குப் பின்னர் வளரத்தொடங்குகின்றது. சூல்கள் கோள வடிவமாகவும், வெண்மையாகவும், சிறியனவாகவும், சூல் ஒட்டுகளின் (placenta) மீதும், சூல் இணைக்காம்புடன் (funicle) ஒட்டியும் இருக்கும். ஒவ்வொரு சூல் அணுவைச் சுற்றியும் இரண்டு உறைகள் காணப்படும். இச் சூல் உச்சியின்மேல் ஒட்டாமல் ஒரு துவாரம்

ஏற்பட்டிருக்கும். இதற்குச் சூல் துளை (micropyle) என்று பெயர். இது, சூல் பின்னர் விதையாக மாறியவுடன் **விதைத்துளை** என்று வழங்கப் படுகிறது. முதிர்ந்த சூலினுள் கருப்பை (embryo sac) ஏழு நியூக்கிளியஸ்களைக் கொண்டு காணப்படும் (படம் 8-8).



படம் 8-8

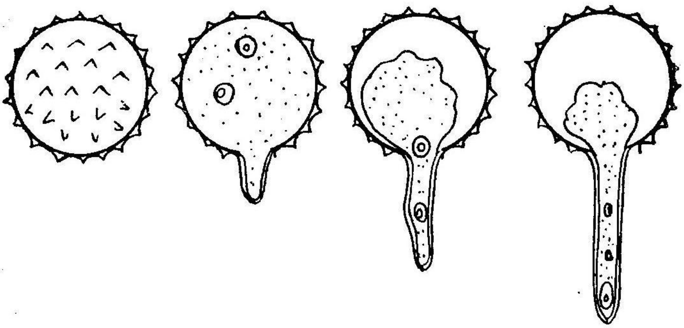
சூலின் அமைப்பு

1. சூல்துளை, 2. வெளித்தோல், 3. உள்தோல், 4. சூல்திசு, 5. துணைச்செல்கள், 6. முட்டை, 7. இரண்டாம் நியூக்கிளியஸ், 8. கருப்பை, 9. எதிரடிச்செல்கள், 10. அடித்தளம், 11. காம்பு.

ஏழு உட்கரு அல்லது நியூக்கிளியஸ்களைக் கொண்டிருக்கும் கருப்பையில் மூன்று உட்கருக்கள் சூல்துளைக்கு அருகிலும், ஒன்று மையத்திலும், மற்றும் மூன்று சூலின் அடி முனையிலும் அமைந்திருக்கும். சூல்துளைக்கு அருகில் உள்ள மூன்று உட்கருவில் இரண்டு துணைச் செல்களும் (synergids), ஒரு முட்டையும் (egg) சேர்ந்து முட்டை உறுப்பு (egg apparatus) என்று வழங்கப்படுகிறது. சூலின் அடியிலுள்ள மூன்றும் எதிரடிச் செல்கள் (antipodals) என்று வழங்கப்படுகின்றன. மையத்திலுள்ள உட்கரு இரண்டாம் உட்கரு (secondary nucleus) என்று வழங்கப்படுகிறது. கருவுறுத்தலின்போது முட்டை ஓர் ஆண் செல்லுடன் (gamete) இணைந்து முதல் கருவுறு

தலையும், (மையச் செல்) இரண்டாம் நியூக்கிளியஸ் இரண்டாவது ஆண் செல்லுடன் இணைந்து இரண்டாம் கருவுறுதலையும் (double fertilisation) ஏற்படுத்துகிறது. முதல் கருவுறுதலின் விளைவால் முளைக்கருவும் (embryo), இரண்டாம் கருவுறுதலின் விளைவால் முளைசூழ்தசையும் (endosperm) வளர்கின்றன. இதுவே சூல் அமைப்பும் வளர்ச்சியும் ஆகும்.

மகரந்தத் தூளின் அமைப்பு (Anatomy of Pollen-grain): மகரந்தத் தூள்கள் மகரந்தப் பையிலுள்ள தாய்ச் செல் முதிர்ந்து பிரிவதால் ஏற்படுகின்றன. ஒவ்வொரு வகைத் தாவரத்திற்கும் ஒவ்வொரு வகை மகரந்தத் தூள் உண்டு. ஒவ்வொரு முதிர்ந்த மகரந்தத்தூளும் கோள வடிவத்திலோ, உருளை வடிவத்திலோ, உருண்டையாகவோ, முட்டைவடிவத்திலோ காணப்படும். ஒவ்வொரு



படம் 8-9

மகரந்தத்தூளின் வளர்ச்சி

மகரந்தத்தூளும் இரு உறைகளால் போர்த்தப்பட்ட ஒரே ஒரு செல்லாகும் (படம் 8-9). வெளி உறை எக்ஸைன் (exine) என்றும், உள்உறை இன்டைன் (intine) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. வெளி உறை இடித்த உறைகொண்டது. உள் உறை மெல்லிய சுவர் கொண்டது. இந்த மகரந்தத் தூளில் அதிக அளவு புரோட்டோ பிளாஸமும், சேமித்த உணவும் (stored food meterials) இருக்கும். மகரந்தத்தூள் மகரந்தப் பையினின்றும் வெளியேறுவதற்கு முன்பாக உட்கரு (nucleus) இரண்டாகப் பிரிந்து குழல்செல் (tube cell) உற்பத்திச் செல்களுடன் (generative cell) காணப்படுகின்றது.

கருவுறுத்தலின்போது மகரந்தச் சேர்க்கையால் சூல்முடியில் வந்தமர்ந்த மகரந்தத் தூள் குழல்செல் சூல்முடியின் சர்க்கரைக்

கரைசலினுல் சூல்தண்டின் உட்புறத்தில் வளர்கின்றது. அதே நேரத்தில் உற்பத்திச் செல் இரண்டாகப் பிரிந்து இரண்டு விந்து செல்களை அல்லது கேமீட்களை (male gametes) உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை இரண்டும் கருவுறுதலின்போது முட்டையோடும், இரண்டாம் நியூக்ளியஸோடும் இணைகின்றன. இதுவே மகரந்தத் தூளின் அமைப்பு ஆகும்.

8·2· வளர்ச்சியின் வேதியியல் தோற்றங்கள் (Chemical aspects of Growth)

வளர்ச்சி (உயிரைப் போலவே) தன்னுயிர்போலவே மிக மென்மையான, ஒரே நேரத்தில் தொடர்ச்சியாக ஏற்படக்கூடிய வேதியியல் செய்கைகளின்மீது சமனுக வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த வேதியியல் செயல்களெல்லாம் (chemical processes) பதிலுக்குச் செல்லில் தோன்றும் பொருள்களின்மீதும், செல்லினுள் செல்லும் பொருள்களின்மீதும், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளின்மீதும் சார்ந்திருக்கின்றன. மேல்தழுவும் காரணிகளில் எவற்றிலேனும் ஒன்றில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் அது வளர்ச்சி விகிதத்தையோ இயற்கை வளர்ச்சியையோ பாதிக்கும்.

ஒரு புரோட்டோபிளாஸ்டின் (protoplast) அல்லது செல்லின் எல்லா அமைப்புகளும் ஒரே நேரத்தில் அநேக அல்லது பல வேதியியல் மாற்றங்களில் ஈடுபடுகின்றன. ஒரு பொருளினுடைய அருகருகே அமைந்திருக்கும் இரு மூலக்கூறுகள் வெவ்வேறு சூத்திரங்களையும் விகிதங்களையும் கொண்டிருக்கக்கூடும். இதனை அறியுமுகத்தான் நாம் ஒவ்வொரு செயலையும் தனிமைப்படுத்தி அறிந்துகொள்ள முயல்வோம். இச் செயல்களை நாம் ஒரு சமன்பாட்டில் எழுதக்கூடுமானுல் மிக்க மகிழ்ச்சி கொள்வோம். ஆனுல், மிக்க எளிதாக மாற்றியும் சில வேளைகளில் அவ்வாறு அசைவது மிகவும் சிரமமாக இருக்கின்றது. செல்களில் ஏற்படும் சில செயல்களைச் சோதனைக் குழாயில் செய்துகாட்ட முடியும். ஆனுல், சில மிகவும் சிக்கலான செல்களிலேயே சமனுக்கப்பட்ட நிலை தேவைப்படுகின்றது. எனவே, அவற்றை மிகப் பொதுவாகவோ அடைய முடியாமலோ போய்விடக்கூடும். இந்த எல்லா வேதனைகளிலும் சென்ற பல ஆண்டுகளில் ஒரு பெரிய முன்னேற்றம் ஏற்பட்டிருக்கிறது. அதுவும் வளர்ச்சிக்குச் செல் வேதியியல் என்ற பிரிவில் ஏற்பட்டிருக்கிறது. அவற்றில் உயிர்நூலில் மிகவும் வியப்படையக்கூடிய கண்டுபிடிப்புகள் இன்னும் சில ஆண்டுகளில் ஏற்படக்கூடும் என்று காத்திருக்கிருர்கள்.

வளர்ச்சியில் வடிவங்களும் மாற்றங்களும் புரோட்டோபிளாஸம் ஆக்கக்கூடிய பொருள்களில் ஒன்றுக்கொன்றினிடையில் ஏற்படும்

சலனவியல் சமன்களில் உள்ள மாற்றங்களிலிருந்து ஏற்படுகின்றன. புரோட்டோபிளாஸ்ட் ஆக்கலின் எப் பகுதியில் ஏற்படும் ஏதேனும் ஒரு மாற்றம் சங்கிலிபோல் தொடர்ந்து ஏற்பட்டு, புரோட்டோ பிளாஸத்தின் சமநிலையை மாற்றிவிடுகின்றது. இம் மாற்றங்கள் ஒன்றுக்கொன்று ஏற்பட்டுக்கொண்டே செல்கின்றன. ஏதேனும் ஒரு மாற்றம் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் ஏற்படுமாஞல், அது புரோட்டோ பிளாஸத்தினுடைய வேதியியல் செயலைப் பாதிக்கின்றது. அதஞல் அதன் சமன் (balance) பாதிக்கப்பட்டு இன்னும் பல மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இந்த அமைப்பின் சில பாகங்களெல்லாம் நிலை யானவை; மற்றவை எனில் மாற்றக்கூடியவை. புரோட்டோ பிளாஸத்தை ஆக்கும் சில பொருள்களில் ஏற்படும் மாற்றம் சமநிலையில் சிறிதளவே பாதிக்கின்றது. அதே நேரத்தில் குறைந்த அளவு அல்லது பரவி இருக்கும் பொருள்கள் அதிகம் பாதிக்கப்படுகின்றன. வளர்ச்சி யின்போது சில வேதியியல் பொருள்களின் துணைப் பொருள்கள் அல்லது கழிவுப்பொருள்கள் காரணமின்றிச் சேர்த்துவைக்கப்படு கின்றன. அவ்வாறு சேமித்து வைக்கும் அளவு சில முக்கியச் சமனிலிருந்து ஒரு மாற்றத்தை ஏற்படுத்தக்கூடிய அளவு வரும்வரை சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது.

மேலும், தமக்கு வேண்டிய உணவைத் தயாரிக்கும்போது பசுந்தாவரங்கள் தமக்குத் தேவையான எல்லா அங்ககப் பொருள் களையும் தாமாகவே தயாரித்துக்கொள்ள முடியும். நீர், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, மற்றும் அநேகவகைக் கனிமங்கள் போன்ற அனங்ககப் பொருள்கள் மட்டும்தாம் ஊட்ட வேண்டியிருக்கின்றன. தாவரத்தி னுடைய தனி உறுப்புகள் பொதுவாகத் தமக்குப் போதுமானவை யாக இல்லை. அவற்றுக்கு உணவும், கச்சாப் பொருள்களும் வழங்கப் பட்டபோதிலும் அவை வழக்கமாகத் தாவரத்தில் எங்கோ தோன்றும் மிகச் சிக்கலான பொருள்களில் மிகக் குறைந்த அளவு தேவைப் படுகிறது. இதற்கொப்பான பொருள்களே விலங்குச் செயலியலில் (வாழ்வியலில் — Animal Physiology) வைட்டமின்கள் (Vitamins) என்று வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவ் வைட்டமின்களை விலங்குகள் தயாரித்துக்கொள்ள முடியாது; உண்ணத்தான் வேண்டும். ஹார் மோன்கள் உடலில் குறிப்பிட்ட உறுப்புகளில் மிகவும் தேர்ந்தெடுத்து அமைக்கப்பட்ட சுரப்பிகளின் மூலமாக உற்பத்தி செய்யப்பட்டு இரத்தநாளங்களின் வழியே உடலின் பல உறுப்புகளுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

தாவரத்திலே ஹார்மோன்களையும் வைட்டமின்களையும் வேறு படுத்தி அறிவதென்பது எளிதானதொன்றன்று. சில விலங்கு வைட்ட

மின்கள் தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளைப் போல அவசியம்தான். அவ் வைட்டமின்கள் தாவரங்களிலேயே தயாரிக்கப்படுகின்றன. அவை எல்லாத் திசுக்களிலேயும் சம அளவாக உற்பத்திசெய்யப் படுவதில்லை. ஒரு திசு அதிகமாக உற்பத்தி செய்யக்கூடும். மற்றொரு திசு தனக்கு வேண்டிய மட்டும் உற்பத்தி செய்யக்கூடும். இன்னுமொரு திசு தான் உற்பத்தி செய்யாமல் பிறிதொன்றன்மீதே முழுவதும் சார்ந்திருக்கும். சில அத்தியாவசியமான பொருள்களெல்லாம் இடம் விட்டு இடம் செல்லக் கூடியவை, அவை திசுக்களிலேயே உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. அவற்றுக்கு இன்னும் பல்வேறு பணிகளும் உண்டு. அவை தாவரங்களில் தேர்ந்தெடுத்து அமைக்கப் பட்ட சுரப்பிகளில் ஏற்படுவதில்லை.

இயற்கைத் தாவரப் பொருள்களில் மிகச் சிறிதளவில், ஆனால் வளர்ச்சியில் அதிக விளைவை ஏற்படுத்தக்கூடிய பொருள்களுக்கு ஹார்மோன்கள் (Hormones) என்றும், அவை நிச்சயமாக இடம் விட்டு இடம் செல்லக்கூடிய பொருள்கள் என்றும் அறியப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் மேற்கூறியவாறு ஏற்படும், ஆனால் குறைந்த அளவு சலனம்கொண்ட பொருள்களிருப்பின் அவை வைட்டமின்கள் (Vitamins) என்றும் அறியப்படுகின்றன. வைட்டமின்கள் ஹார்மோன் களைப் போலவே செயல்புரிந்தாலும் ஹார்மோன்களையும் வைட்டமின் களையும் மிகக் கச்சிதமாகப் பிரித்தறிய முடிவதில்லை. ஒரு தாவர வல்லுநருக்கு (Botanist) ஹார்மோனாகக் காட்சியளிக்கும் பொருள் மற்றொரு தாவர வல்லுநருக்கு வைட்டமினாகத் தோன்றலாம். எனவே, இவ்வகைச் சிக்கல்கள் ஏதுமில்லாமலிருக்க இரண்டிற்கும் பொதுவான பெயர் வளர்ச்சியைச் சீராக்கும் பொருள் (Growth regulating substance) என்று கூறுவதுதான் சிறந்தது.

வளர்ச்சியைச் சீராக்கும் பொருள்களைப்பற்றிப் பல ஆராய்ச்சி யாளர்கள் ஆராய்ந்திருக்கிறார்கள். அவர்களுள் சிலர் கோக்ளும் அவர் உதவியாளர்களும் (Kogl and his helpers, 1931, 1932), டோல்கும் திமானும் (Dolk and Thimann, 1932) இதுபோல இன்னும் பலர்.

வென்ட், (Went, 1934) என்பவரும் கோக்ள் (Kogl) என்பவரும் தாம் ஹார்மோனுக்கு 'ஆக்ஸின்' என்று பெயரிட்டனர். ஆக்ஸின் செல் பெருக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. அவர் ஆக்ஸினை மூன்று வகையாகப் பிரித்து வகைப்படுத்தியுள்ளார் என்பதும், ஆக்ஸினின் தோற்றம், அமைப்பு, செயல் இவற்றைப்பற்றியும் முன்னமே நாம் அத் தலைப்பின் கீழ் விவரமாக அறிந்துள்ளோம்.

8-3. வளர்ச்சியின் வேதியியல், செயலியல் தோற்றம் (Chemical and Physiological aspect of Growth)

ஹார்மோனியச் செயலுக்கான உறவில் வேதியியல் அமைப்பைப் பற்றி முதற்படியாக 1938-ல் ஒரு விரிவான ஆராய்ச்சி கோயிப்லி (Koepli et al) அவர்களால் தொகுக்கப்பட்ட ஹார்மோனைக்கொண்டு ஆராயப்பட்டது. அவர் ஏற்படுத்திய அமைப்புக் கீழ்க்கண்டவாறு ஆகும்:

1. நியூக்கிளியஸைப்போல ஒரு வளைய அமைப்பு
2. குறைந்தது ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பு இவ் வளையத்தில்
3. பக்கச் சங்கிலி
4. இப் பக்கச் சங்கிலியின்மீது ஒரு கார்பாக்ஸைல் (a-Carbaxyl-COOH) பிரிவு. குறைந்தது ஒரு கார்பன் அணு இவ் வளையத்திற்கும் கார்பாக்ஸில் பிரிவிற்கும் இடைப்பட்ட சங்கிலித் தொடரில்
5. வளையத்திற்கும் கார்பாக்ஸிலுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட உறவு.

பலவகைப் பிரிவுகளைப் பூரிதமாகாத வளையத்தினுள் மாற்றுவதால் ஹார்மோனின் செயலில் பெரும் விளைவு ஏற்படுகிறது. அதே நேரத்தில் இயற்கையாக ஏற்பட்ட மாற்றுப்பொருளும் வளையத்தில் அதன் இருப்பிடமும் செயலினால் ஊக்குவிக்கப்படுகின்றன. இதை அந்த வளையத்தில் ஒரே ஒரு குளோரின் அணுவை மாற்றுவதன்மூலம் நன்கு அறியலாம்.

புரோமின், அயோடின், மீதைல்களைப் (Bromine, Iodine and Methyle) பயன்படுத்தும்போது பொதுவாகக் குறைந்த விளைவுகளே கிடைக்கின்றன (Koepli et al, 1938, Thimann, 1952). விளைவு வழக்கமாகக் கீழ்க்கண்ட வரிசையில் குறைகிறது.

$$\frac{Cl \longrightarrow Br \longrightarrow \; \longrightarrow - CH_3 \longrightarrow I}{Cl \quad Br - CH_3 \; I}$$

உச்ச அளவு செயலியல் செயல் (Physiological activity) குளோரோஃபினாக்ஸி அசிடிக் (Chlorophenoxy acetic group) வகைகளில் கிடைக்கக் கூடியது என்று லீபரும் பிஷப்பும் (Leaper and Bishop, 1951) கூறுகிறார்கள்.

பக்கச் சங்கிலிக்குக் குறைந்தது ஒரு — COOH ஐ வளையத்திலிருந்து ஒரு கார்பன் அணுவைப் பிரிப்பதன்மூலம் பிரிக்கவேண்டும்.

ஹார்மோன்களுடைய முதல் செயலை நிர்ணயிக்கப் பலமான சாட்சியம் உள்ளது. அஃதாவது வளைய அமைப்பின் உச்சிப் பகுதி என்னும் ஒரு — COOH வரியைப் பெற்றிருத்தல் வேண்டும்.

மற்றும் வேதியியல் செயலியல் (Physico chemical aspects) தோற்றங்களெல்லாம் தொகுக்கப்பட்ட தாவர ஹார்மோன்களை உறிஞ்சுவதிலும், அந்த ஹார்மோன்கள் இடம் மாறுவதிலும், ஹார் மோன்கள் செயல்படுவதிலும் அடங்கியிருக்கிறது.

8-4. வளர்ச்சியின் வாழ்வியல் தோற்றம் (Physiological aspect of Growth)

வளர்ச்சியின் வாழ்வியல் தோற்றத்தைச் செல்பிரிவிலும், செல் பெருக்கத்திலும், செல்வேறுபாட்டிலும் அறியலாம்.

செல்பிரிவில் புரோட்டோபிளாஸம் அதிகமாகப் பங்குகொள் கிறது; செல் சுவர் ஏற்படுகிறது. அதனால் கார்போஹைட்டிரேட்டு களும் (Carbohydrates), புரத உணவுகளும் (Proteinaceous food) பெரும்பகுதி தன்மயமாக்கப்படுகின்றன. செல்லுலோஸ், பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள் (Cellulose and pectic compounds) மற்றும் வேறு செல்சுவர் ஆக்கப்பொருள்களும் எளிய, நீரில் கரையக்கூடிய கார்போஹைடிரேட்டு மூலக்கூறுகளிலிருந்து தொகுக்கப்படுகின்றன. புரோட்டோபிளாஸப் புரதங்கள் (Protoplasmic proteins) அமினோ அமிலங்களிலிருந்தும் (Amino-acids), அமில அமைட்களிலிருந்தும் (Acid-amides) அதற்கு உறவுள்ள கூட்டுப்பொருள்களிலிருந்தும் கிடைக்கின்றன. இவை திசுக்களிலிருந்து வளர்திசுக்களுக்குச் செல்லு கின்றன.

எனவே, செல் பிரியும்போது நீரும் பலவகைத் திரவப்பொருள்களும் செல்பிரியும் இடம்நோக்கித் தொடர்ந்து செல்கின்றன. அங்கு அவை செல்பிரிதலுக்குச் செலவிடப்படுகின்றன.

செல்பெருக்கத்தின்போது பொதுவாகச் செல்சுவர் ஆக்கப் பொருள்கள் அதிகம் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுப் புதிய சுவர்களுக்குத் துணைபுரிகின்றன. செல் விரிவடையும்போது நீரும் கரைபொருள்களும் மிக வேகமாகத் தொடர்ச்சியாக விரிவடையும் பகுதிக்குச் செல் கின்றன.

செல்களின் வேறுபாட்டு வளர்ச்சியில் சோற்றுப் (pith) பகுதி புறணி (cortex) மற்றும் பல திசுக்கள் வேறுபட்டாலும் அவை விரிவடைவதில்லை. ஆனால், வேறுவகைச் செல்களாகிய டிரக்கீடுகள்

(tracheids), நார்கள் (fibres) ஆகிய இவை அச்சுக்கு இணையாக வேகமாக விரிவடைகின்றன. இவ்வாறு ஏற்படுவது தண்டில் இரு திசைகளிலும், வேரில் ஒரு திசையிலும் ஏற்படுகின்றது. வளர்ச்சியில் இந்த நிலையின்போது செல்கள் தடிப்பாக மாறுகின்றன. செல்சுவர் களில் சிலவற்றில் குழிகள் (pitted walls) ஏற்படுகின்றன; சிலவற்றில் வேறுபல வடிவங்களும் ஏற்படுகின்றன. இவை அந்தந்த வகைக்கு ஏற்றவாறு அமையும்.

எல்லா வகையிலான செல் வேறுபாடுகளிலும் கார்போஹைட்டி ரேட்டுகள் தன்மாயமக்கப்படுவதால் செல்சுவர் தடிப்பாகிறது. ஆனால், புரோட்டோபிளாஸப் புரதங்கள் அதிகரிப்பதில்லை. சுவாசிக் கும் செயல் இங்குச் சற்றுக் குறைவாகவே காணப்படுகிறது.

8-5. வளர்ச்சியின் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையியல் தோற்றம் (Ecological aspect of Growth)

வளர்ச்சியின் சூழ்நிலையியலைச் சற்று வேகமாகக் கவனித்தால் ஏதும் வேறுபாடு இருப்பதாகத் தோன்றுது. வளர்ச்சியின் சூழ் நிலையியல் தோற்றத்திலே பல இரகசியங்கள் அடங்கியுள்ளன.

சூழ்நிலை இயலிலே பல பிரிவுகள் உண்டு. அவற்றில் முக்கியமான மூன்று பிரிவுகள் முறையே நீர்த்தாவரம், வளநிலத் தாவரம், வறண்ட நிலத் தாவரம் என்பனவாகும்.

1, நீர்த்தாவரம் (Hydrophytes): நீர்த்தாவரத்திற்குச் சூழ்நிலைத் தோற்றம் எவ்வாறு அமைந்திருக்கிறது என்று முதலில் பார்ப்போம். நீர்த்தாவரம் என்ருல், நீரில் முழுவதும் மூழ்கியோ (submerged), பாதி மூழ்கியோ (partly submerged), மிதந்தோ (floating), நீரிலும் நிலத்திலுமாகவோ (amphibious) காணப்படும். அவற்றின் அமைப்பு அதிகப்படியான நீரும், குறைவான காற்றும்கொண்ட தன்மைக்கு ஏற்றதாக இருக்கும். நீர்த்தாவரங்களிலுள்ள தகவமைவுகளெல்லாம் (adoptations) கீழ்க்காணுவது போலிருக்கும்.

நீர்த்தாவரங்களில் காப்புத் திசுக்கள் (Mechanical tissues) குறைந்திருக்கும். இங்குப் புறத்தோல் பாதுகாப்பதற்குப் பதிலாக உறிஞ்சுவதற்குப் பயன்படுகிறது. துணைநிற்கும் திசுக்களில் (supporting tissues) ஸ்கிளிரன்கைமா காணப்படாது; கடத்தும் திசுக்கள் (conducting tissues) குறைவாக இருக்கும்; உறிஞ்சு திசு (absorbing tissue) நங்கூரமாகச் செயல்புரிகின்றது; வேர்த்தூவிகள் கிடையா. உள் திசுக்களுக்காகச் சிறப்பான காற்றறைகள் மிகுதியாகக் காணப்படும்.

வேர்மண்டலம் குறைவாகவே வளர்ந்திருக்கும்; வேர்த்தூவிகளும் வேர்மூடிகளும் காணப்படா. இன்னும் யுட்ரிகுலேரியா (Utricularia) போன்ற தாவரங்களில் வேர்களே இல்லை. வாலிஸ்நேரியா (Vallisneria), ஹைட்டிரில்லா (Hydrilla) போன்ற தாவரங்களில் நீரில் கரைந்துள்ள கனிமங்களும் வாயுக்களும் தாவர உடல் முழுவதினலும் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

நீர்த்தாவரத்தின் தண்டு மிருதுவாயும், பஞ்சுபோன்றும் இருக்கும். தண்டிலும் இலைகளிலும் காற்றறைகள் நிரம்பி அவை மிதப்பதற்குத் துணைசெய்கின்றன. சுவாசிக்கும்போது வெளிவிடும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு இந்த அறைகளில் சேகரிக்கப்பட்டு ஒளிச்சேர்க்கையின் போது பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அதுபோலப் பகலில் ஒளிச்சேர்க்கையால் வெளியிடப்படும் ஆக்ஸிஜன் இந்த அறையில் சேகரிக்கப் பட்டுச் சுவாசிக்கும்போது பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

நீர்த்தாவரங்களில் சருகுதோல் (cuticle) இல்லை. அதனுல் இலைத் துளைகள் (stomata) இல்லையெனலாம். அவ்வாறு இலைத்துளைகள் இருந்தால் அவை பயனற்றவையாகும். அப்படிப் பயனுள்ளவையாகி இருப்பின் அவை மிதக்கும் தாவரங்களின் இலைகளின் மேற்பரப்பில் இருக்கும்.

2. ஈரமண் தாவரம் (Hygrophytes): எப்போதும் ஈரமான நிலையில் வளரும் தாவரங்களுக்கு **ஈரமண் தாவரங்கள் (Hygrophytes)** என்று பெயர். இவற்றின் வேர்மண்டலமும் சாற்றுக்குழாய்த் தொகுதியும் குறைவாக வளர்ந்திருக்கும். தாவரங்கள் குட்டையானவை. பெரும்பாலும் அவற்றின் உறுப்புகள் மிருதுவாயும் பஞ்சு போன்று மிருக்கும். தண்டு அநேகமாகத் தரைகீழ்த் தண்டாக (நிலஅடித்தண்டு-underground stem), கிழங்காக, அஃதாவது மட்டநிலத் தண்டாக (rhizome) இருக்கும். இலைகள் நன்ருக வளர்ந்து முழுவதும் விரிந்து அநேக இலைத்துளைகளைப் பெற்றிருக்கும். சருகுதோல் மெல்லியதாகவும் பளபளப்பாகவும் இருக்கும்.

3. வளநிலத் தாவரம் (Mesophytes): இத் தாவரங்களுக்குப் போதுமான நீரும் வெப்பமும் கிடைக்கின்றன. இவை வறண்ட நிலத் தாவரங்களுக்கும் நீர்த்தாவரங்களுக்கும் இடைப்பட்டதொன்று ஆகும்.

வேர்மண்டலம் ஆணிவேர்கொண்டு நன்ருக அமைந்திருக்கும். இஃது இருவித்திலைத் தாவரங்களின் சிறப்புக் குணங்களிலொன்ருகும். ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் வேர்மண்டலம் கொத்தாக

இருக்கும். வேர்த்தூவிகள் எண்ணற்றனவாக மிகவும் செழிப்பாக வளர்ந்து உறிஞ்சும் தொழிலைச் செய்கின்றன. தாவரங்கள் எல்லாம் திடமாகவும் நேராகவும் மிகுந்த கிளைகளுடனும் காணப்படும். உறுதியைக் கொடுக்கும் பலவகைத் திசுக்களும் (Mechanical tissues) கடத்தும் திசுக்களும் (Conducting tissues) மிகவும் நன்கு ஏற்பட்டிருக்கும். புறப்பகுதியான இலைகள், கிளைகளின்மீது சருகுதோல் (cuticle) காணப்படும். இலைகளின் அடிப்புறத்தில்தான் அநேக இலைத்துளைகள் காணப்படுகின்றன.

4. **வறண்டநிலத் தாவரங்கள்** (Xerophytes): இவை வறட்சியான நிலங்களில் வளர்பவை. இருப்பினும் அவை வறட்சியினால் பாதிக்கப்படாமல் நெடுநாள் உயிர்வாழக் கூடியவை. இவ் வறட்சித் தாவரங்கள் வெப்பத்திலும் இருக்கலாம்; குளிர்ச்சியிலும் இருக்கலாம்.

இத் தாவரங்கள் நீண்ட ஆணிவேரைப் பெற்றிருக்கும். மேலும், இத் தாவரங்கள் புறவேர் மண்டலத்தை ஏற்படுத்தி மழைநீரிலிருந்து நீரை உறிஞ்சிக்கொள்ளும். இலைகளும் தண்டுகளும் தடிப்பாகவும் கடினமாகவும் இருக்கும். புறத்தோல் பல அடுக்குகளைக் கொண்டது. வேர்கள் சில வேளைகளில் சதைப்பற்றுடன் சாற்றுடன் காணப்படும். இத் தண்டுகள் இலைகளைப்போல் மாறி (cladode) இலைகளின் தொழிலைச் செய்கின்றன.

5. **உவர்நிலத் தாவரங்கள்** (Halophytes): இவை உப்பு மண்ணில் வாழ்பவை. இவை நீர்நிரம்பிய இலைகளையும் தண்டுகளையும் கொண்டிருக்கும்.

6. **சதுப்புநிலத் தாவரங்கள்** (Marsh Vegetation): இவற்றைச் சதுப்புநிலப் பயிர் என்றும் வழங்குவர். இவற்றின் இலைகள் நன்கு வளர்ந்திருக்கும். வேர்ப்பகுதி நீர்த்தாவரத்தினது போன்றும், புறப்பகுதி நிலத்தாவரத்தினது போன்றும் இருக்கும்.

8-6. வளர்ச்சியின் பாரம்பரியத் தோற்றம் (Hereditary aspect of Growth)

வளர்ச்சியின் பாரம்பரியத் தோற்றம் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்பதை அறியப் பல வழிவகைகளும், விளக்கங்களுமிருப்பினும் எல்லாவற்றிற்கும் எடுத்துக்காட்டாக உள்ள **மெண்டலின் விதி** (Mendel's Laws) அறிந்தாலே போதுமானது. அவ் விதிகளின் அமைப்பு முறையே, (1) **ஒற்றைக் கலப்பின விகிதம்** (Monohybrid Ratio), (2) **இரட்டைக் கலப்பின விகிதம்** (Dihybrid Ratio), (3) **பல கலப்பின விகிதம்** (Polyhybrid Ratio) ஆகும்.

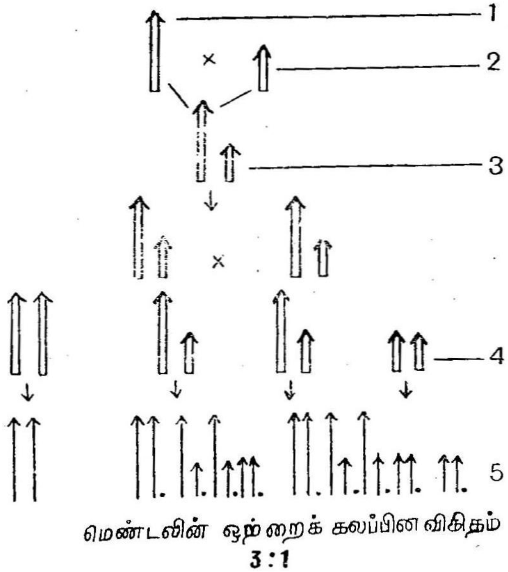
1. ஒற்றைக் கலப்பின விகிதம் (Monohybrid ratio) : மெண்டல் (Mendel), பட்டாணியில் பல மாறுபட்ட குணங்களைக் கண்டார். மலர்கள் ஊதா நிறமாகவும், சிவப்பு நிறமாகவும், வெள்ளை நிறமாகவும், தாவரங்கள் உயரமாகவும் குட்டையாகவும், விதைகள் மஞ்சள் நிறமாகவும் அல்லது பச்சை நிறமாகவும், வழவழப்பாகவும், சுருக்கங்களுடனும் இருப்பதைக் கண்டார். ஒரு நேரத்தில் ஒரே ஒரு ஜதைக் குணங்களின்மீது அவர் கவனம் செலுத்தினார். பரிசோதனைகளின் ஒரு தொடரில் உயரமான தாவரங்களையும் குட்டையான தாவரங்களையும் எடுத்தார். அதாவது $6\frac{1}{2}$ அடி உயரமுள்ள தாவரமும் $1\frac{1}{2}$ அடி உயரமுள்ள தாவரமும் எடுத்துக்கொண்டார். அவ்விரு தாவரங்களுக்குள் செயற்கை முறையில் கலப்பினத்தை ஏற்படுத்தினார். அதன் முடிவாக ஏற்பட்ட எல்லாத் தாவரங்களும் உயரமாகவே இருந்தன. இவற்றை முதல் தலைமுறை (F_1 generation) என்றழைத்தார். பிறகு இவற்றின் விதைகளை எடுத்து மீண்டும் அடுத்த ஆண்டு விதைத்தார். அப்போது பலவகை உயரமான தாவரங்கள் தோன்றின. அவை உயரமானவை; குட்டையானவை. ஆனால், இவ் விரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட உயரமான தாவரங்கள் ஏற்படவே இல்லை. இவற்றின் விகிதம் 3 : 1 என்றபடி இருந்தது. அஃதாவது நான்கில் மூன்று பங்கு உயரமானதும், ஒரு பங்கு குட்டையானதும் ஆகும். இதனை **இரண்டாவது தலைமுறை (F_2 generation)** என்றழைத்தார்.

எல்லாக் குட்டையினத் தாவரங்களும் அதன் பின்னர் ஏற்பட்ட கலப்பினங்களில் உண்மையான குட்டையினங்களையே கொடுத்தன. பின்னர், உயரமான இனங்களிலிருந்து எடுத்த விதைகளை மீண்டும் விதைத்தார். இப்போதும் உயரமான தாவரங்களும் குட்டையான தாவரங்களும் 3 : 1 என்ற விகிதத்தில் ஏற்பட்டன. இதற்கு மெண்டல் கொடுத்த விளக்கம் பின்வருமாறு:

1. சுதந்திர அலகு குணங்கள் (Independent unit characters): தாவரங்களினுடைய எல்லாக் குணங்களும் தாவரத்தின் அலகுகள் (units) ஆகும். இவை அவற்றின் பாரம்பரியத்தைப் பொறுத்துச் சுதந்திர குணங்கள் ஆகும். சில ஜீன்கள் (genes) தாவரங்களின் வளர்ச்சியின் போது இவற்றைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

2. விஞ்சும் தன்மை (Dominence): மேற்சொல்லப்பட்ட குணங்களெல்லாம் ஜீன்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுன்றன என்றாலும், அவை இரண்டிரண்டாக, ஜதைஜதையாக மெலிந்த வடிவில் குரோமோசோம்களில் காணப்படுகின்றன. நெட்டைக்கும் குட்டைக்கும் இவை தனித் தனியே பொறுப்பாகின்றன. ஒரு காரணி மற்றொரு குணத்தை மறைக்கக்

கூடும். எனவே, முதல் தலைமுறையில் எல்லாம் ஒரே உயரமாக இருக்கும்; மிகுந்துள்ள மற்றக் குணங்கள் அமுக்கப்பட்டிருக்கும். முதல் தலைமுறையில் (F_1 generation) வெளிப்படும் குணமே **விஞ்சும் தன்மை**



படம் 8-10

1. உயரமானது, 2. குட்டையானது, 3. முதல் தலைமுறை, 4. இரண்டாம் தலைமுறை, 5. மூன்றும் தலைமுறை

(dominence) என்று வழங்கப்படுகிறது. முதல் தலைமுறையில் வெளிப்படாத குணம் அமுங்கியது (recessive) என்று வழங்கப்படுகிறது. முதல் தலைமுறையில் எப்படியும் அமுங்கிய குணம் எல்லாவற்றிலும் இருக்கும். மேற்கூறிய பரிசோதனையில் உயரம் விஞ்சும் தன்மையானது (Tallness is a dominent character); குட்டை அமுங்கிய தன்மையானது (Dwarfness is a recessive character). இவ்வாறு ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்ட ஜதைக் குணங்களுடையவை அல்லிலோமார்ஃப் (Allelomorph) அல்லது அல்லீல் (Allele) என்று வழங்கப்படும். எனவே, இவை நெட்டை குட்டை அல்லீல்களாம்.

3. **கேமீட்களின் தூய்மை** (Purity of gametes): முதல் கருவுற்ற முட்டையில் இவ் விரு குணங்களும் இருக்கின்றன. இக் காரணிகள்

முதல் தலைமுறை முழுதும் சொமாடிக் செல்களோடு (Somatic cells) இணைந்தே இருக்கும். பின்னர், வாழ்க்கைச் சுற்றில் மகரந்தம் ஏற்படும் போது இக் காரணிகள் கொண்டுள்ள ஒரே இனக் குரோமோசோம்களி லிருந்து பிரிக்கப்படுகின்றன. எனவே, நான்கு செல்களும் எவையேனும் ஒரேயொரு காரணியைப் பெற்றிருக்கும். இப்பொழுது கேமீட் ஒரே ஒரு குணத்துடன்கூடிய தூய்மையான கேமீட் (pure gamete) என்று வழங்கப்படுகிறது. முதல் தலைமுறை இரண்டாம் தலைமுறையின் சந்ததிகளை உற்பத்தி செய்யும்போது குணங்களின் தனித்துப் பிரிதல் (seggregation of characters) 1: 2: 1: என்ற விகிதத்தில் ஏற்படு கிறது. அஃதாவது நான்கில் ஒரு பங்கு தூய உயரம், ஒரு பங்கு தூய குட்டை, இரு பங்கு தூய்மையற்றவை என்று கூறலாம்.

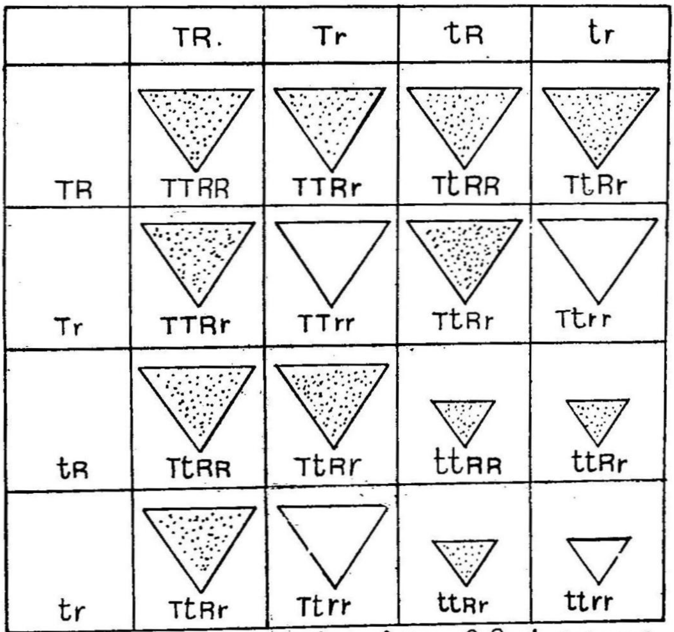
4. **புறத்தோற்ற அமைப்பும் பாரம்பரிய அமைப்பும்** (Phenotype and genotype): இரண்டு தனிப்பட்ட, அஃதாவது இரண்டு தனித்தனி தாவரங்களில் புறத்தோற்றங்கள் ஒன்றாக இருப்பின், அவை **புறத்தோற்ற அமைப்புக்** (phenotype) கொண்டவை என்றும், அவையே பாரம்பரிய இயல் சேர்க்கையில் (genetic composition) ஒன்றாக இருப்பின் **பாரம்பரிய அமைப்புக்** (genotype) கொண்டவை என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

2. **இரட்டைக் கலப்பின விகிதம்** (Dihybrid ratio): ஒற்றைக் கலப்பின விகிதத்தைப்போன்றே இஃதும் ஏற்படுகின்றது. ஆனால், இங்கு ஒரு காரணிக்குப் பதிலாக இரண்டு காரணிகள் பங்குகொள் கின்றன. இதில் உயரமும் நிறமும் காரணிகளாக எடுத்துக்கொள்ளப் படுகின்றன. அஃதாவது உயரமான தாவரம் சிவப்புமலர் கொண்டது; குட்டையான தாவரம் வெண்மைமலர் கொண்டது. எனவே, இரட்டைக் கலப்பின விகிதத்தில் 9 : 3: 3 : 1 அஃதாவது 16-ல் 9 உயரமும் சிவப்புமலரும் கொண்டவை. 3 உயரமும் வெண்மை மலரும் கொண்டவை; 3 குட்டையும் சிவப்புமலரும் கொண்டவை; 1 குட்டையும் வெண்மைமலரும் கொண்டதாக இருக்கும்.

3. **பலவகைக் கலப்பின விகிதம்** (Polyhybrid ratio): இப் பரிசோதனையில் மூன்று காரணிகள் பங்குகொள்கின்றன. அவற்றின் விகிதம் 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1 என்றபடி இரண்டாம் தலைமுறையில் காணலாம்.

எனவே, மேற்கூறிய பாரம்பரியத் தோற்றங்களிலிருந்து நாம் அறிவது என்னவென்றால், தாவரங்கள் உயரமாக வளர்வதும் குட்டை யாக வளர்வதும் பாரம்பரியத்தின் இயல்பினால்தான். மேலும், பல குணங்கள் சிறிது காலத்திற்கு மறைந்திருந்தாலும் சுயேச்சையான

குணங்களின் அலகு உண்டு. அவை ஜீன்களால் தாவரங்களின் வளர்ச்சியின்போது கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும், முதல் தலைமுறையில் ஒரே தோற்றத்தில் உள்ள தாவரங்களைக் கண்டு நாம் ஏமாந்துவிடக்கூடாது. ஏனெனில், அவை விஞ்சும் தன்மையால் வளர்ச்சியின்போது அவ்வாறு ஏற்படுகின்றன. அவையே மீண்டும்



மெண்டலின் இரட்டைக் கலப்பின விகிதம் 9:3:3:1

படம் 8.11

உயரம் சிவப்பு : உயரம் வெள்ளை : குட்டை சிவப்பு : குட்டை வெள்ளை

முளைத்து வளர்ந்தால் மறைந்திருந்த குணங்கள் வெளிப்படும். மேலும், வளர்ச்சியின்போது தலைமுறைக்குத் தலைமுறை ஏற்படும் சந்ததிகளில் தாவரங்களின் தனிப்பட்ட குணங்கள் தனித்துப் பிரிதலினால் (seggregation) தூய்மையாக்கப்படுகின்றன. முதல் தலை முறை வளர்ச்சியின்போது புறத்தோற்ற அமைப்பில் (pheno type) ஒன்றாக இருப்பினும், அவை பாரம்பரிய இயல்பில் (geno type) வேறுபட்டவை என்றும், ஒற்றைக் குணம்கொண்டு கலப்பினம் ஏற்பட்டால் 3 : 1

என்ற விகிதத்திலும், இரண்டு குணம்கொண்டு கலப்பினம் ஏற்பட்டால் 9 : 3 : 3 : 1 என்ற விகிதத்திலும், மூன்று குணம்கொண்டு கலப்பினம் ஏற்பட்டால் 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1 என்ற விகிதத்திலும் அவற்றின் வளர்ச்சியின் விளைவால் எடுத்துக்காட்டப்பட்டு விடும் என்றும் அறிகின்றோம். எனவே, பாரம்பரியமும் (Heredity) வளர்ச்சியில் ஒரு முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

8-7. வளர்ச்சியின் தடை (Inhibition of Growth)

தாவரங்களில் நிலத்திலிருந்து உறிஞ்சப்படும் கூட்டுப்பொருள்களினால் வளர்ச்சியில் ஒரு தடை ஏற்படுகின்றது என்பது முன்னமே ஆராயப்பட்டதுதான் என்றாலும், இங்குத் தாவரங்களின் எப் பகுதி எவ்வாறு வளர்வதனின்றும் தடுக்கப்படுகிறது என்பதை ஆராயலாம்.

1. மொட்டுகளும் இலைகளும் (Buds and leaves): லோயப் (Loeb, 1915 – 1924) கொள்கைப்படி தண்டின் வளரும்முறை ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளை ஏற்படுத்துகின்றது. அது வளரும் மொட்டிற்கு விரோதமானது; மேலிருந்து கீழாகச் செல்கின்றது. அதனால் கீழுள்ள மொட்டுகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. நுனிமொட்டுகளெல்லாம் இப் பொருளிலிருந்து முதலில் விடுபடுகின்றன. பின்னர் அவை வளரத் தொடங்குகின்றன. அதேநேரத்தில் புதிய தடுக்கும்பொருள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. அவற்றின் அடர்வு தண்டின் அடிநிலத்தை நோக்கிச் செல்லும்போது சிறிது சிறிதாக அதிகரிக்கின்றது. ஆகையால், நுனிமொட்டிற்கு அடுத்த கீழுள்ள மொட்டுகள் இவ்விதமாக வளர்ச்சியில் தடுக்கப்படுகின்றன. முடிவில் இவ்விதம் ஏற்படும் அடர்வு உச்சக் கட்டத்தை அடைந்து பக்கக் கிளைகளின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கின்றது.

ஆப்பிள்மேன் (Appleman, 1915), இவற்றுக்கான சாட்சியங்களை உருளைக்கிழங்குப் பக்கக்கிளை வளர்ச்சித் தடுப்பில் பெற்றிருக்கிறார். உருளைக்கிழங்கின் எல்லாக் 'கண்களும்' (eyes) இதே போன்ற புற நிபந்தனைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. விதையின் முடிவில் அல்லது உச்சியில் உள்ள மொட்டு முதலில் வளர்கிறது. இவ் வளர்ச்சி அவ் வுருளைக்கிழங்கின் நுனிமொட்டின் வீரியத்தையும் பொறுத்திருக்கின்றது. நுனிமொட்டுகள் சாதாரணமாக வளர்ந்தால் அவை அடிப்புறமுள்ளவற்றின் வளர்ச்சியைப் பெரிதும் தடுக்கின்றன. நுனிமொட்டின் வளர்ச்சி அழிக்கப்பட்டாலோ தடுக்கப்பட்டாலோ, கீழுள்ள பகுதிகள் சாதாரணமாக இருக்கின்றன. ஓர் உருளைக்கிழங்கினைக் குறுக்கே இரு துண்டுகளாக வெட்டி நுனிக்கண்ணின் செயலை அமுக்கிவிட்டால், அடித் தண்டின் வளர்ச்சியும் நுனித் தண்டின் வளர்ச்சிக்குச் சமமாக இருக்கின்றது.

ரீடும் ஹால்மாவும் (Reed and Halma, 1919) தாங்கள் செய்த பரிசோதனையின் வாயிலாக நம்பியது என்னவென்றால், வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள் தண்டின் நுனிப்பகுதியில் அது அடித்தளத்தை நோக்கி நகர்ந்து நுனிமொட்டுகளுக்குக் கீழுள்ள மொட்டுகளில் ஒரு உறக்கநிலையை (dormancy) ஏற்படுத்துகிறது. இது பிரீட்ஸ்லி, வெஷ்ட், எவர்ஷெட், பியர்ஸல் முதலியவர்களாலும் கவனிக்கப்பட்டது. இச் செயலினால் தக்காளிச் செடியில் ஒரு S வளைவும் ஏற்படுகிறது.

எனவே, மொட்டுகளிலும் இலைகளிலும் வளர்ச்சியின்போது ஒரு தடைப்பொருள் உற்பத்தியாகிக் கீழ்நோக்கிச் செல்வதால் கீழுள்ள உறுப்புகளின் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது.

மலர்களும், கனிகளும், விதைகளும் (Flowers, fruits and seeds): மலர்களும் கனிகளும் உண்டாகும்போது பயிர் உறுப்புகளின்மீது ஏற்படும் விளைவுகளைப்பற்றி முன்னமே ஆராய்ந்தோம். எல்லாத் தாவரங்களின் வகைகளிலும் இனப்பெருக்க வளர்ச்சிக்கும் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கும் இடையில் ஒரு பகைமை உணர்வு உண்டு என்று தோன்றுகின்றது. குறிப்பிட்ட வளர்ச்சிகொண்ட தாவரங்களில், எடுத்துக்காட்டாகத் தானியங்கள், புற்களில் பயிர் உறுப்புகளின் அமைப்புக் கருவுற்றவுடனே வேகமாக மாறவோ, நிச்சயமாக அழியவோ செய்கின்றன. இடைப்பட்டவகைத் தாவரங்களான தக்காளி, பருத்தி, பூசணி, சில பருப்புவகை போன்றவை இவ்வகையான நிச்சயமான இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் பயிர் உறுப்புகளுக்கும் இடைப்பட்ட பகைமை உணர்வைக் காட்டுவதில்லை. அதிக அளவு கனிகளோ விதைகளோ ஏற்படும்போது பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி சுருக்கப்படுகின்றது. ஆனால், அக் கனிகள் முழுதும் வளர்ந்த பின்னர் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி மீண்டும் திரும்பப்பெறப்படுகிறது.

முர்ரீ (Murree), இதற்கு ஒரு நிச்சயமான, வலுவான செயல் முறை ஒன்றனை ஆலோசனை கூறினார். அவர் கூறியதாவது, புதிதாக வளரும் கருவிற்கு வேண்டிய உணவைக் கொடுப்பதற்காகவேண்டி மற்றப் பகுதியிலுள்ள உறுப்புகளுக்குச் செல்லும் உணவுப்பொருள் கருவிற்குச் செல்வதால் இத் தடை ஏற்படுகின்றது என்று கூறினார். இதற்குண்டான வாழ்வியல் செயலிலோ, ஹார்மோன் விளக்கத்திலோ மற்றும் வேறு எந்த வகையிலோ விளக்கம் கூறப்பெறவில்லை.

பொதுவில் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் வளரும்போது மற்ற உறுப்புகளின் வளர்ச்சி தடைப்படுகின்றது. அதுபோலவே மற்ற உறுப்புகளின் வளர்ச்சி மிகும்போது இனப்பெருக்க உறுப்பு வளர்ச்சியில் ஏதோ குறைபாடு ஏற்படுகின்றது என்பதை நம்மால் யூகிக்க முடிகின்றது.

9. வளர்ச்சியின் விளைவுகள்

(Effects of Growth)

[கார்போஹைட்டிரேட் வளர்சிதை மாற்றம்—நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்—கார்போஹைட்டிரேட் - நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றங்கள்—ஒளிபெறும் காலம் — ஒளித்தீவிரம் — ஒளியின் தரம் — அகச்செங்கதிர் — புற ஊதாக்கதிர் — கதிர்வீச்சு ஆற்றல் — வெப்பத்தின் விளைவு — வெளிவான் வாயுக்கள் — மண் காற்றோட்டம் — தண்ணீர் — மண்ணிலுள்ள திரவத்தின் அடர்வு — செல்திரவம் — ஆக்ஸிஜன்கள்—ஒளிக்காலம்—வெர்னலைசேஷன்.]

9-1. கார்போஹைட்டிரேட் வளர்சிதை மாற்றம் (Carbohydrate Metabolism)

இனப்பெருக்க வளர்ச்சியின் மலரும் நிலை (flowering phase) மாறக்கூடிய நிலை ; அதாவது ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறக்கூடிய நிலை. இது ஹார்மோன் செயலினால் பெரிதும் கட்டுப் படுத்தப்படுகின்றது. இக் கட்டுப்பாடு தாவரத்தினுள் ஊட்டமுறைக் கட்டுப்பாட்டைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கிறது. மலர் உறுப்பு களின் ஆக்கமே மலர் உறுப்பு வளரும் திசுவுக்கு உணவின் பரிமாற லினால்தான் என்றாலும், ஊட்ட முறையில் சில விளைவுகள் ஏற்படு கின்றன. ஏனெனில், தாவரத்தினுடைய எந்த உறுப்பும் போது மான அளவு ஊட்டமில்லையென்றால் நன்றாக வளராது. அவ்வாறு ஊட்டமளிப்பது கார்போஹைட்டிரேட்டுகளும் நைட்டிரஜ உணவு களும் ஆகும்.

தக்காளியில் கார்போஹைட்டிரேட்டின் குறைவு மைக்கிரோஸ்போரின் (Microspore) மறைவையும், மகரந்தத்தூளின் மலட்டுத் தன்மையையும் ஏற்படுத்துகின்றது. ஆனால், அதே நேரத்தில் பெண் ணுறுப்புகளின் பெருக்கத்தைக் கார்போஹைட்டிரேட்டுகளின் குறைவு பாதிப்பதில்லை.

கனிகளின் பெருக்கம்—குறிப்பாகச் சதைக்கனிகளின் பெருக்கம்—வாழ்வியலில் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கு ஒப்பானதே. சதைக் கனிகளின் பெருக்கத்தின்மீது கார்போஹைட்டிரேட்டுகளின் பல்வேறு அளவு பயிர் உறுப்புகளின்மீது ஏற்படுவதுபோன்ற விளைவையே ஏற்படுத்துகிறது.

9-2. நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றம் (Nitrogen Metabolism)

கார்போஹைட்டிரேட்டைப் போலவே நைட்டிரஜனின் வளர்சிதை மாற்றமும் தாவர வளர்ச்சியில் ஏற்படுகிறது. உயர்அளவு நைட்டிரஜன் சூலக இலைகளின் (carpellary) பெருக்கத்தை அதிகப்படுத்துகிறது. மேலும் கூறப்போனால் இவ் வதிகரிப்பு ஆண் மலர்களில் ஏற்படுவதைக் காட்டிலும் பெண் மலரில் அதிகமாக ஏற்படுகிறது. இவை பல டையீஷியஸ் (Dioecious species) வகைகளில் கண்டறியப்பட்டுள்ளன (Lachwing, 1938). தக்காளியில் நைட்டிரஜன் குறைவு எந்த விளைவையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. ஆனால், கார்போஹைட்டிரேட் குறைவு மைக்கிரோஸ்போர் வளர்ச்சியை அழிப்பதோடல்லாமல் மகரந்தத்தூளை மலடாக்குகிறது என்று முன்னரே பார்த்தோம்.

கார்போஹைட்டிரேட்டுகள், நைட்டிரஜ உணவுகள் ஆகியவற்றின் பல்வேறு அளவுகள் சதைக்கனியின்மீது பல விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. அதனால், அவற்றின் பெருக்கம் பெரிதும் தடைப்படுகிறது. நைட்டிரஜ உணவுகளின் குறைவு சிறிய கடினமான கட்டைபோன்ற (woody) கனிகளை ஏற்படச் செய்கிறது. போதுமான அளவு நைட்டிரஜ உணவு தாவரத்தில் இருந்தால் அது மற்றும் பல வளர்ச்சிகளை அதிகரிக்கிறது. அதனால், சாறும் சதையும் நிரம்பிய கனிகள் பெருகுகின்றன.

இலக்கிய அளவில் நைட்டிரஜன் உயர்இனப் பசுந்தாவரங்களின் வளர்ச்சியிலோ வளர்சிதை மாற்றத்திலோ எந்த விளைவையும் ஏற்படுத்துவதில்லை என்று சொன்னாலும், நைட்டிரஜக் கூட்டுப்பொருள்கள் தாவர வாழ்வியல் செயல்களிலே பங்கு கொள்கின்றன என்பதை யாரும் மறுக்க முடியாது. இதற்கு முன்சொன்ன எடுத்துக்காட்டுகளே சாட்சியங்களாகும்.

கார்போஹைட்டிரேட்டுகளும், நைட்டிரஜ உணவுப்பொருள்களும் எந்தத் தாவரத்தின் பெருக்கத்திற்கும் மிகவும் இன்றியமையாதன. இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்று குறையுமானால் வளர்ச்சியின் தோற்றத்திலே உணரக்கூடிய அளவு மாற்றங்களை உண்டுபண்ணிவிடும். கார்போஹைட்டிரேட்டுகளும், நைட்டிரஜ உணவுப்பொருள்களும் தாவரங்களில் பெறப்படுவது பலவகைக் காரணிகளால் நடை

பெறுகின்றன. அவை இருவகை உணவுகளாக இருப்பினும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையன,

வளர்திசுக்கள் தங்கள் செயல்களையும் வளர்ச்சியையும் சீராக வைத்திருக்க அவற்றுக்குப் போதுமான கார்போஹைட்டிரேட்டுகளும் நைட்டிரஜ உணவுகளும் கொடுக்கப்படவேண்டும். இக் கூட்டுப் பொருள்கள் அதிக அளவில் தன்மயமாக்கப்படுகின்றன. அதிலும் சிறப்பாக வளர்ச்சியினுடைய செல் விரிவடையும் நிலையில் இவை தண்ணிருக்கு அடுத்தபடியாக அதிக அளவில் எடுத்துக்கொள்ளப் படுகின்றன. குறிப்பிட்ட அளவு கார்போஹைட்டிரேட்டுகளும் வளர்ச்சியில், வளரும் திசுக்களில் சுவாசிக்கும்போது செலவிடப்படுகின்றன.

ஏதேனும் ஊக்கமாக வளரும் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியில் மிக அதிகமான அளவு நைட்டிரஜ உணவுகளைக் கார்போஹைட்டிரேட்டுகளுக்கு ஈடாகக் கொடுத்தால் செல்சுவர் உண்டாக்கப்படுவது போலவே அதிக அளவு புரோட்டோபிளாஸமும் ஆக்கப்படுகிறது. வழக்கமாக இது செல்சுவர் மெலிவதிலும் புரோட்டோபிளாஸம் மிகுவதிலும் முடிகிறது. இவ்வகை அமைப்புக்கொண்ட செல்சுவர்கள் பெரும்பாலும் வழக்கமாக மிருதுவான நீர்நிறைந்த திசுக்களையே ஏற்படுத்துகின்றன. இந்த நிலையில் ஆக்கப்படும் தாங்கும் திசுக்கள் (Mechanical tissues) பொதுவாகச் சிறியவையாய் இருக்கும்.

கார்போஹைட்டிரேட்டுகளுக்கு ஏற்ப உயர்அளவு நைட்டிரஜ உணவுகள் தாவரத்தில் கிடைக்கும்போது தாவரத்தின்மீது ஒரு நிச்சயமான புறவளர்ச்சி விளைவுகளை (Morphogenic effects) ஏற்படுத்திவிடுகிறது (Krauss and Kraybill, 1918 and others). மேற்கூறியவற்றில் சிறப்பாகக் காணப்படுவது உச்சிப்பகுதியும் (top), அடிப்பகுதியும் (root) உருவத்தில் பெரிதாக மாறுவதாகும். அதனால், இலைகள் பெரும்பாலும் பெரியனவாகவும் மென்மையினவாகவும் அடர்ந்த பசுமை நிறத்தினவாகவும் காணப்படும். தண்டுகள் பொதுவாகத் தடித்தும், அதிகச் சோற்றுப்பகுதிகள் (pithy) கொண்டும், சாறு நிரம்பியும் காணப்படும். சாதாரண வழக்கில் இத் தாவரங்கள் 'உச்சிக்குப் போய்விடும்' (Go to tops) என்று சொல்லப்படுகிறது. இவ்வாறு பெரும்பாலும் ஏற்படுவதற்கு மண்ணிலே அதிகப்படியான நைட்டிரஜக் கூட்டுப்பொருள்கள் இருப்பதே காரணமாகும். பயிர் உறுப்புகளின் பெருக்கத்தில் காணப்படும் இச் செழிப்பான வளர்ச்சி பொதுவாகப் பயனற்றதாக இருக்கிறது.

ஒரு தாவரத்தினுள் எதிர்மறையான வளர்சிதை மாற்றம் நீடிக்குமானால், அஃதாவது அதிகப்படியான கார்போஹைட்டிரேட்டுகள், குறைவான நைட்டிரஜக் கூட்டுப்பொருள்கள் கிடைக்குமானால்,

அதற்குத் தக்கவாறு அதிகச் செல்சுவர் வளர்ச்சியும் குறைவான புரோட்டோபிளாஸமும் ஏற்படும். இது தடித்த சுவருடைய சிறிய செல்களும், அவற்றில் மிகக் குறைவான புரோட்டோபிளாஸமும் கொண்டிருப்பதில் முடியும். திசுக்கள் பெரும்பாலும் அல்லது முழுவதும் இவ்வகையான செல்களைக் கொண்டிருந்தால் அவை வழக்கமாக நெருக்கமாயும், ஏறக்குறையக் கடினமாயும் (கட்டையாயும்—woody) இருக்கும். நார்களின் (fibres) பெருக்கமும், தாங்குதல் திசுக்களின் பெருக்கமும்கூடப் பொதுவில் அதிகப்படியான கார்போஹைட்டிரேட்டுகளினால் ஆதரிக்கப்படுகிறது.

மேற்காட்டப்பட்ட வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படும் தாவரத்தின் பெருக்கம், நைட்டிரஜ உணவு அதிகமாக இருக்கும் நிலையில் ஏற்படுவதைக் காட்டிலும் வேறுபட்டிருக்கும் (Krauss and Kraybill, 1918 and others). நைட்டிரஜ உணவின் அளவு விகிதம் குறைவில்லாமல் இருக்குமானால் தாவரங்களின் வளர்ச்சி செழிப்பாக இல்லாவிடினும் நன்றாக இருக்கும். தண்டுகள் தடிப்பாகவும் கடினமாகவும் இருக்கும். இலைகள் நன்றாக வளர்ந்து இயற்கையான பசுமையில் காணப்படும். உருவத்திலும் அமைப்பிலும் அவ்வகைத் தாவரங்கள் அதிக அளவு நைட்டிரஜ உணவு கொண்ட தாவரங்கள் வளர்ந்துள்ளமையைக் காட்டிலும் சிறியனவாக இருக்கும். உச்சிப் பகுதியும், வேர்ப் பகுதியும் சிறியவையாய் இருக்கும். பொதுவில் சொல்லப்போனால் மலர்களும் கனிகளும் அவ்வகைத் தாவரங்களில் அபரிமிதமாக ஏற்படும். உச்சியைக் காட்டிலும் வேர்கள் சிறியவையாய் இருக்கும்.

9-3. கார்போஹைட்டிரேட்டு, நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றங்கள் (Carbohydrate, Nitrogen Metabolism)

நைட்டிரஜ உணவுகள் மிகவும் அதிகமாகக் குறைந்திருந்தால் (ஆனால் அவ்வாறு ஏற்படுவது மிகவும் அரிது), தாவரத்தின் வளர்ச்சி மிகவும் குட்டையாகவும் நோய்கொண்டும் காணப்படும். கார்போஹைட்டிரேட் குறைவுற்ற தாவரங்கள் இதற்கு நேர்மாறாக நீர் நிரம்பிக் கடினமாக இருக்கும். நைட்டிரஜ உணவின் பற்றுக்குறை வளர்ச்சியை எல்லையிட்டுவிடுகிறது. ஏனெனில், புதிய புரோட்டோபிளாஸம் ஏதும் உண்டாக்கப்படுவதில்லை. கார்போஹைட்டிரேட்டின் பற்றுக்குறை வளர்ச்சியைப் பெரிதும் எல்லையிட்டுவிடுகிறது; ஏனெனில், அது புதிய செல்சுவர் ஏற்படும் பொருள்களை அவ்வாறு ஏற்படாமல் தடுத்துவிடுகிறது. தவிர, அமினோ அமிலத் தொகுப்பிற்குக் கார்போஹைட்டிரேட்டுகளும் தேவைப்படுகின்றன.

தாவரங்களின் நடைமுறை வளர்ச்சியில் ஏறக்குறையப் பெருக்கத்தின்மீது ஏற்படும் கட்டுப்பாடு கார்போஹைட்டிரேட், நைட்டிரஜ

உணவுகளைப் பொறுத்திருக்கிறது. இதற்கு ஒரு நம்பகமான வழி என்னவென்றால், நிலத்தில் நைட்டிரஜன் உரத்தைப் பல அளவுகளில் போட்டுச் சீராக்குவதுதான். உரங்களைத் தவிர, தண்ணீர் விடுதல், போதுமான நிழல் கிடைக்கச் செய்தல், களை எடுத்தல், வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்துதல், இயற்கை உரமிடுதல், பயிர்களை மாற்றிச் சாகுபடி செய்தல், ஒவ்வொரு பயிருக்கும் இடையில் இன்னொரு பயிரை வைத்தல் முதலியன மிகவும் அவசியம்.

9-4. ஒளிபெறும் காலம் (Light Duration)

வெப்ப, மிதவெப்ப (Tropical and sub-tropicals) நாடுகளைத்தவிர உலகத்தில் எல்லாப் பாகங்களிலும் சூரிய ஒளி கிடைக்கும் நீளத்தைப் (நேரத்தைப்) பொறுத்துப் பருவ வேறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக 39° வடக்கு அட்சரேகையில் (39° N. Latitude தோராயமாக வாஷிங்டன் D. C.) டிசம்பர் மாதம் 21ஆம் தேதிய குறுகிய நாளின் பகற்பொழுது 9½ மணிநேரம் ஆகும். ஜூன் 21ஆம் தேதி நீண்ட நாளின் (Long-day) பகற்பொழுது 15 மணி நேரம் ஆகும். இதன் காரணமாக ஓராண்டுத் தாவரங்களில் உயர்வான வேறுபாடு நீண்ட பகற்பொழுதில் கிடைக்கிறது (அட்டவணை 9.1). உலகின் தென்பகுதியில் பருவ வேறுபாடுகள் ஏற்படுவதுபோலவே உலகின் வடபகுதியிலும் பருவ வேறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. ஆனால், வடக்குப் புவிமையக் கோட்டின் குறுகிய நாளின் பருவம் தெற்குப் புவிமையக் கோட்டின் நெடுநாளின் பருவமாகும்.

தாவரங்களின் பெருக்கம் ஒளி கிடைக்கும் நீளத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதனை ஒளிக்காலம் (Photo periodism) என்று வழங்குவார்கள். இது தாவரத்தின் சுற்றுப்புறத்திற் குண்டான மாற்றங்களில் மிக முக்கியமானதாகும். காலையும் அந்திப் பொழுதுமே ஒளிக்கால விளைவுகளைத் (Photo periodic effects) தூண்டிவிடப் போதுமானவையாகும்.

ஒளிக்கால அறிவிற்கான அடித்தளம் கார்னர், அல்லார்ட் (Garner and Allard, 1920) என்பவர்களால் நிறுவப்பட்டது. இவர்களின் ஆய்வு என்னவென்றால், 'மேரிலாண்ட் மம்மத்' (Maryland Mammoth) என்ற புகையிலையின் பிரிவு கோடை நாள்களில் 10—15 அடி உயரம் வளர்கிறது என்பதும், அவையே குளிர் நாள்களில் ஒரு சில அடி உயரம்கூட வளர்வதில்லை என்பதும், இஃது அவை பெறும் சூரிய ஒளியின் காரணமாக ஏற்படுவது என்பதும் ஆகும்.

அதுபோலவே வெவ்வேறு வகையான தாவரங்கள் வெவ்வேறு காலங்களில் வெவ்வேறு அளவுகளில் வளர்கின்றன. எடுத்துக்

அட்டவணை 9-1. பகற்பொழுதின் தோராய நேரம்
வடக்கு அட்சரேகைகளின் பாகைகள்

வடக்கு அட்ச ரேகை: பாகைகள்	அட்சரேகையின் தோராயம்	சூரியன் பிரகாசிக்கும் காலம்			
		டிச. 21.	மார்.21.	ஜுன் 21.	செப். 21.
25	கீவெஸ்ட், பிளாரிடா	10.6	12.2	13.7	12.2
27	பாம் பீச்	10.4	12.2	13.9	12.2
29	சான். அன்டோனியா, செக்	10.3	12.2	14.0	12.2
31	மொபைல், அலாஸ்கா	10.1	12.2	14.1	12.2
33	சார்லெஸ்டன், எல். சி.	10.0	12.2	14.3	12.2
35	மெம்பிஸ், டென்.	9.8	12.2	14.5	12.2
37	சான்ஃபிரான்ஸிஸ்கோ, கலி.	9.6	12.2	14.7	12.2
39	வாஷிங்டன், டி.சி.	9.4	12.2	14.9	12.2
41	ஒமஹா. நெப்.	9.2	12.2	15.1	12.2
43	மில்வாகி—விஸ்	9.0	12.2	15.4	12.2
45	போர்ட் லேண்ட்—ஒர்	8.8	12.2	15.6	12.2
47	டூலத், மின்.	8.6	12.2	15.9	12.3
49	வான்கோவர். டி. சி.	8.2	12.2	16.2	12.3

காட்டாக, மம்மத் புகையிலையின் மலர்கள் குறுகிய நாளில் ஆதரிக்கப்படுகின்றன. ஒளிக்காலம் இனப்பெருக்க வளர்ச்சியின்மீது நேரடி விளைவையும், பயிர் உறுப்புகளின்மீது மறைமுக விளைவையும் ஏற்படுத்துகின்றது. குறுகிய ஒளிக்காலத் தாவரங்களை நீண்ட ஒளி நாள்களில் வளர்க்கும்பொழுது வளர்ச்சி எல்லையில்லாமல் செல்கிறது. ஆனால், அதைக் குறுகிய ஒளிக்காலத்தினுள் மீண்டும் கொண்டு வந்தால், பயிர் உறுப்புகள் உடனே கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. பல நீண்டநாள் தாவரங்களைக் குறுகிய ஒளிநாளில் வளர்த்தால், இலைகளெல்லாம் வட்ட அடுக்கில் அமைகின்றன. ஒளியின் நீளம் பயிர் உறுப்புகளில் நேரடி விளைவை ஏற்படுத்துகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, மெக்கார்மிக் வகை உருளைக் கிழங்கை (Mc Cormick variety of potato) 18 மணி நேரம் கொண்ட ஒளியில் வைத்தால் கிழங்கு ஏதும் தோன்றுவதில்லை. ஆனால், அதேநேரத்தில்

அத் தாவரத்தை 10 மணி நேரம் கொண்ட ஒளியில் வைத்தால், அவை அபரிமிதமான உருளைக்கிழங்கைக் கொடுக்கின்றன (Garner and Allard, 1928). அதுபோலவே ஜெருசலக் கிழங்கை (Helianthus tuberosum) 18 மணி நேர ஒளிநாளில் வைத்து வளர்த்தால் கிழங்கேதும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால், 9 மணி நேர ஒளிநாளில் வளர்த்தால் கிழங்குகள் அதிகமாக உற்பத்தியாகின்றன. மேலும், ஒரே தாவரத்தின் நுனிக்கொப்பை மட்டிலும் 9 மணி நேரம் ஒளியில் இருக்கும்படியாகவும் மற்ற எல்லாப் பகுதிகளையும் 18 மணி நேரம் ஒளியில் இருக்கும்படியாகவும் வளர்த்தால் குறைவான ஒளி நேரத்திற்குத்தான் அதிகப்படியான பலன் கிடைக்கின்றது. அதனால் கிழங்குகள் அதிகமாக வளர்கின்றன. அதேநேரத்தில் 18 மணி நேர ஒளி அடித் தாவரத்தில் எந்த மாற்றங்களையும் ஏற்படுத்துவதில்லை (Hamner and Lang, 1939). உண்மையில் இலைகள் எல்லாம் ஒளிக்கால விளைவில் நாட்டங்கொண்டவை. இவற்றில் ஏற்படும் விளைவு எப்படியோ தரையடித் தண்டிற்கு அனுப்பப்படுகிறது. இவ் விளைவுகளை ஹார்மோன் செயல்பாட்டில் எளிதாகக் காணலாம்.

தாவரத்தின் குமிழ்களும் (bulbs) ஒளிநேரத்தால் பாதிக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, வெங்காய வகைகளில் குமிழ் தோன்றுவது நீண்ட-ஒளி நாள்களில் பெரிதும் ஆதரிக்கப்படுகின்றது. அவை தரத்திற்கு அல்லது வகைக்கு ஏற்ப 12-லிருந்து 16 மணி நேரமாகும் (Magruder and Allard, 1937).

1. தாவரங்களை ஒளிநேர விளைவுகளுக்கு ஏற்ப வகைப்படுத்துதல் (Classfication of plants according to photoperiodic reaction): இதன் அடிப்படை ஆராய்ச்சி, கார்னர், அல்லார்ட் (Garner and Allard, 1920, 1923) என்பவர்களால் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இதன் முக்கிய அம்சம் என்னவென்றால், தின ஒளிக்காலம் (daily periodicity) இனப்பெருக்க வளர்ச்சியின்மீது பெரும் விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது என்பதேயாகும். இதனைப் பின்னர் ஆராய்ந்தவர்களும் உறுதிப்படுத்தியிருக்கிறார்கள். இதில் உள்ள முக்கியப் பிரிவு குறுகியநாள் (Short-day), நீண்ட நாள் (Long day) ஆகிய இரண்டே வகைகள் தாம்.

(1) குறுகிய-நாள் தாவரங்கள் குறுகிய ஒளிநேரத்தில்தான் மலர்கின்றன. இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகள் பின்வருவன: காஸ்மஸ் (cosmos), ஸ்ட்ராபெர்ரி (strawberry), ஏஸ்டர் (aster), ராக்வீட் (ragweed), காக்கில்பெர், (cockle bur), பாய்ன்செட்டியா, (poinsettia), சாமந்தி (chrysanthemum), சர்க்கரைவள்ளி (sweet potato), வையோலெட் (violet) முதலியன ஆகும்.

(2) நீண்ட நாள் தாவரங்கள் நீண்ட ஒளிநாள்களில் உடனே மலர்கின்றன. இதற்கு எடுத்துக்காட்டு: ஸ்பைனுச் (spinach), பீட்ரூட் (beetroot), முள்ளங்கி (radish), லெட்டூஸ் (lettuce), இங்கிலீஷ் வாழை (English plantain), பல தானியங்கள் (Most grains), டிமோதி (timothy), கிராம்பு (clover), ஹைபிஸ்கஸ் (hibiscus), உருளைக்கிழங்கு (potato) இன்னும் பல.

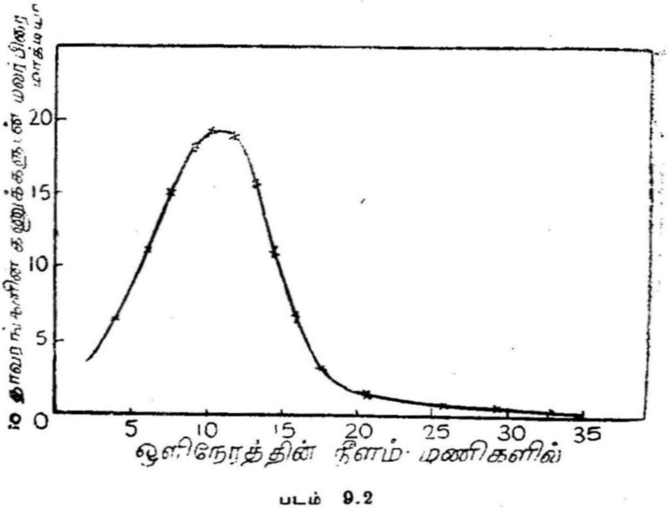
(3) இடைப்பட்ட நாள் (Intermediates) தாவரங்கள் உலகின் பல பாகங்களிலும் பரவியிருக்கின்றன. அவை ஜின்னியா (zinnia), டேண்டிலான் (dandelion), சிக் வீட் (chick weed), தக்காளி (tomato), பருத்தி (cotton), பக்வீட் (Buck-wheat) மற்றும் புகையிலையின் பல வகைகள்.

'இடைப்பட்ட நாள்' தாவரங்கள் ஒரு வரம்பிற்குள்ளான ஒளி நேரத்தில்தான் மலரும். அவ் வரம்பு நேரம் அதிகமானாலோ, குறைந்தாலோ அவை மலர்களைக் கொடா. அவற்றிற்கு எடுத்துக்காட்டுகள்: காட்டு அவரை (Wild kidney bean), போன்செட் (boneset), இந்தியப் புற்கள் (Indian grasses), சிலவகைப் பக்க ஓட்கள் (Some varieties of side oats), துடைப்பப்புல் (Broom grass) முதலின.

2. ஒளிக்காலத் தூண்டல் (Photo periodic induction): ஒரு குறுகிய-நாள் தாவரத்தை நீண்ட-நாள் ஒளியில் வைத்து வளர்த்தால் முதலில் சிறிது காலம் குறுகிய நாளில் இருந்துவிட்டுப் பின்னர், நீண்ட நாள் ஒளியின் சூழ்நிலைக்குத் திரும்புகின்றது. இதனையே **ஒளிக் காலத் தூண்டல்** என்று சொல்வார்கள். இதற்குப் பல ஒளிக்கால வட்டச்சுற்று (Photo periodic cycle) ஏற்படவேண்டும். ஒருசில தாவரங்களில் ஒரு குறுகிய-நாள் ஒளிநேரத்தையடுத்து ஒரு நீண்ட-நாள் ஒளிநேரம் போதுமானது. இன்னும் சில தாவரங்களில் ஒன்று முதல் நான்கு வட்டச்சுற்று மேற்கூறிய முறையில் ஏற்பட்டால்தான் மலர் தோன்றும் செயல் தூண்டப்படுகிறது (Naylor, 1941).

3. ஒளிக்கால விளைவும் மாற்றமும் ஏற்படும் இடங்கள் (Locus of photoperiodic reaction and transmission of the effect): நாட் (Knott, 1934) என்பவர் ஸ்பைனுச் (spinach) என்ற நீண்ட-நாள் தாவரத்தில் மலர்கள் தூண்டப்படுவதற்கு இலைகள்மட்டும் ஒளியில் இருந்தால் போதுமானது என்று காட்டினார். வளர்திசு நீண்ட ஒளிநாளிலும், இலைகள் குறுகிய ஒளிநாளிலும் இருப்பின் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி தடுக்கப்படுகிறது.

4. ஒளிநாளில் ஒளி இருள் காலங்களின் பணி (Role of light and dark periods in photo periodism): 24 மணி நேர நீளங்கொண்ட முதிர்ந்த ஒளிக்கால வட்டச்சுற்றில் ஒரு நீண்ட ஒளிநேரம் தானுகவே ஒரு குறுகிய இருள்நேரத்தைக் கொண்டிருக்கிறது அல்லது ஒரு குறுகிய இருள்நேரம் ஒரு நீண்ட ஒளிநேரத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. ஒளிநேரத்தில் ஒரு தூண்டும் முறையை ஹேம்னர் (Hamner, 1940) என்பவர்தாம் உருவாக்கினர். இச் சோதனையில் தாவரங்களை முதலில் நீண்டநாள் ஒளியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வளரச் செய்யவேண்டும். பின்னர், ஏழு முறை வட்டச் சுழலில் நீண்ட ஒளி நாள், குறைந்த ஒளி நாள் என்று மாறிமாறி வைத்து முடிவில் நீண்ட ஒளிநாளுக்குக் கொண்டுவந்தால் அதன் அமைப்பில் பெரும் மாறுதலைக் காணலாம். இங்குக் கீழே வளர்ச்சியையும் ஒளிநேரத்தையும் ஒப்பிட்டு ஒரு வரைபடம் (graph) வரையப்பட்டுள்ளது (வரைபடம் 9.2). அஃது எந்தக் காலத்தில் எவ்வளவு வளர்ச்சியைக் காட்டுகிறது என்பதை நமக்குத் தெரியப்படுத்துகிறது.



படம் 9.2

பொதுவில் நீண்ட ஒளிநாள் தாவரங்கள் குறுகிய ஒளிநாள் தாவரங்களுக்குத் தேவையானதுபோல் மாறிமாறிவரும் வட்டச்சுற்று இருள் ஒளி நேரங்கள் (Alternate cycle of light and dark) தேவையில்லை. ஆனல், எந்த அளவு இருள் இடைவெளி ஏற்பட்ட போதிலும் அவை மலரைக் கொடுக்கின்றன அல்லது மலர்கின்றன. அவற்றுக்குத் தேவையானது மலர்கள் இருக்கவேண்டும். அவை ஒளியில் படவேண்டும் என்பதுதான்.

5. ஒளிக்காலத்தின் செயல்பாடு (Mechanism of photo periodism): இது முழுவதும் தாவரங்கள் தங்களிடத்தே கொண்டுள்ள ஹார்மோன்களைப் பொறுத்திருக்கிறது என்பதில் சிறிதும் ஐயமில்லை. ஒளிக்காலத்தின் செயல்பாடு நீண்ட - ஒளிநாள் தாவரங்களிலும், குறுகிய ஒளிநாள் தாவரங்களிலும் அடிப்படையில் ஒன்றாகவே இருக்கும்.

ஓர் ஆதாரம் என்னவென்றால், ஒரு நீண்ட - ஒளிநாள் கிளையை எடுத்து ஒரு குறுகிய ஒளிக்கால மரத்தில் ஒட்டுதல் முறையில் (grafting) இணைத்தால் நீண்ட ஒளிக்காலக் கிளையிலும் மலர்கள் வளரத் தூண்டப்படுகிறது. இத் தூண்டல் நிகழ்ச்சிக்கு அத் தாவரம் ஒளித்தூண்டல் வட்டச்சுற்றில் (Photo inductive cycle) இருக்க வேண்டும் (Moshkor, 1937 and Heize, 1942 and others). இப் பரிசோதனை, ஒருவகைத் தாவரத்தில் தொகுக்கப்பட்ட கூட்டுப் பொருள்களை மற்றவகைத் தாவரத்திலும் செயல்புரிந்து அவற்றில் மலர்கள் உற்பத்தியாவதற்குத் தூண்டுகின்றன என்பதைக் காட்டுகிறது.

மேற்கூறிய ஒளிக்காலத்தைப்பற்றிய விவரங்கள் பல இருப்பினும் அவை யாவற்றையும் இங்கு விளக்கப்புகின் வளரும் என்பதால் அவை மாணாக்கர்கள் தேடிப்படிக்க விட்டுவிடப்படுகின்றன.

9-5. ஒளித் தீவிரம் (Light intensity)

குறிப்பாகச் சூரிய ஒளித் தீவிரம் தாவர வளர்ச்சியில் ஒரு முக்கியப் பங்காகக் கருதப்படுகிறது. ஒளி கிடைக்கும் தரத்தில் (quality) ஏற்படும் வேற்றுமை **சிறிய வேற்றுமை** (Minor difference) அல்லது **சிறுபான்மை வேற்றுமை** (Minority difference) என்றறியப் படுகின்றது. ஒளித்தீவிரத்தில் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றனவோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு வளர்ச்சியிலும் மாறுபாடுகள் காணலாம்.

ஒளித்தீவிரத்தால் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகின்றது என்பதை ஆராய்ந்தவர்களுள் பாப் (Popp, 1926) என்பவரும் ஒருவர். அவர் சோயா அவரைச் (soya bean) செடிகளைப் பல்வேறு ஒளித் தீவிரத்தில் வளர்த்தார். அவை (4285, 1536 560 390, 26 foot candles) வளர்ச்சியின் ஆரம்பத்தில் தண்டின் நீட்சி அவ்வொளித் தீவிரத்திற்கு ஏற்பக் குறைகிறது; அஃதாவது ஒளித் தீவிரம் அதிகமாக அதிகமாக வளர்ச்சி குறைகிறது என்று பொருள். ஏழுவார காலத்தில் ஏற்பட்ட இவ வளர்ச்சியிலே உச்ச வளர்ச்சி (Maximum growth)

இடைப்பட்ட ஒளித் தீவிரத்தால்தான் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. தண்டுகளின் தடிப்பும், இலைகளின் வளர்ச்சியும், மலர்கள், கனிகள் தோன்றுவதும் உயர் ஒளித் தீவிரத்தால்தான். இவை பெரும்பாலும் நடுப்பகலில் அல்லது கோடை நாளில் ஏற்படுகின்றன.

பொதுவில் உலர்எடை ஒளித் தீவிரத்துடனுன் உயர்கிறது. தண்டின் உச்ச உயரமும், இலைகளின் அதிகப் பரப்பும் குறைவான ஒளித் தீவிரத்தில் ஏற்படுகின்றன. குறைவான ஒளித் தீவிரம் மலர்களையும், கனிகளையும் மிகத் தாமதமாக உண்டாக்குகின்றன. ஒளி முற்றிலும் இல்லையென்றால் இலைகள் பழுப்பு (etiolation) ஏற்படுகிறது. மிகக் குறைவான ஒளி இருந்தால்கூட மேற்கண்ட ஈடியலோஷனைத் (etiolation) தடுக்கலாம். மிகக் குறுகிய காலம் ஒளியில் இருந்தாலும் இருளில் ஏற்படும் விளைவுகளை நீக்கிவிட முடியும் (Priestly, 1925, 1926, Biebel, 1942 and others).

ஒளிக்குக் கருத்தண்டு உறையையும், கணுவிடைப் பகுதியையும் ஊக்குவிக்கும் திறமை உண்டு என்று தாம்ப்ஸன் (Thompson, 1950) காட்டியுள்ளார். ஆனால், இவ் வளர்ச்சிநிலையின் காலவரையின் காரணமாக வளர்ச்சியைச் சிறிதாக்கிவிடுகிறது; உறுப்புகளின் நீட்சியைக் குறைத்துவிடுகிறது.

முடிவில் ஒளித் தீவிரம் இலைகளின் பரப்பை அதிகப்படுத்துவதோடல்லாமல் நீட்சியையும் அதிகப்படுத்தி வைக்கிறது.

9-6· ஒளியின் தரம் (Light quality)

ஒளியின் தரங்கள் பல உண்டு. அவ்வொளியின் பல தரங்கள் சோதனைகளின் மூலம் இரு வழிகளில் அறியப்படுகின்றன. பழக்கத்திலுள்ள மிகப் பொதுவான முறை என்னவென்றால், ஒளிகொடுக்கும் பகுதியையும் தாவரங்கள் இருக்கும் பகுதியையும் ஏதேனும் ஒரு நிறம் கொண்ட வடிதட்டினாலோ, ஜெலாட்டின் தட்டினாலோ, கண்ணாடித் தட்டினாலோ, ஒளிபுகக்கூடிய ஏதேனும் ஒரு பொருளாலோ பிரிப்பது.

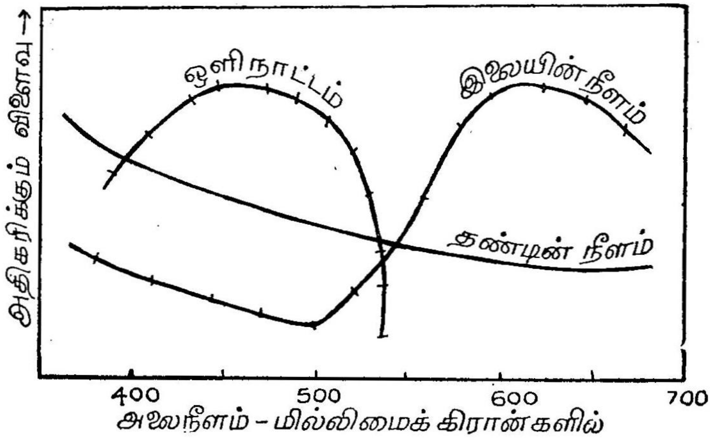
மற்றொரு முறை என்னவென்றால், முப்பட்டைக் கண்ணாடியின் (Prism) வழியாக ஒரு வெண்மை ஒளியைப் புகுத்தி அக் கண்ணாடியில் ஏற்படும் நிறமாலையை (spectrum) தாவரத்தின்மீது படச்செய்வது. இதனால் தாவரத்தின் பல பகுதியின்மீது பலவகை ஒளி விழும்,

எல்லாப் பரிசோதனைகளிலிருந்தும் நாம் அறிவது என்னவெனில், ஒளியினால் தாவர வளர்ச்சி அதிகரிக்கப்படுகிறது. ஆனால், அவை பெரும்பாலும் கூட்டு ஒளியான வெண்மை ஒளியின்போது

தான் மிகுதியாக ஏற்படுகிறது. ஒளிக்கதிர்களில் ஏதேனும் ஒன்றினால் (நிறமாலைப் பகுதியில்—spectral portion) மொத்த ஒளியில் (white light) ஏற்பட்ட விளைவு ஏற்படுவதில்லை என்பதேயாகும்.

நிறமாலையினால் வளர்ச்சியில் மாறுபாடு காணப்படுகிறது. இது தாவரத்திற்குத் தாவரம், உறுப்பிற்கு உறுப்பு நிறமாலையின் மாற்றங்களுக்கும் அளவுகளுக்கும் ஏற்ப அமைகிறது. இளஞ்சிவப்பு ஒளியில் (நிறமாலையில்) வளரும் தாவரத்தின் பகுதி மற்ற நிறமாலையில் வளரும் பகுதியைக் காட்டிலும் குறைவாகவே உள்ளது. இதில் தண்டும் விதையடித் தண்டும் குறைவாகவே நீட்சியடைகின்றன.

கோதுமை, ஓட் முதலிய தாவரங்களின் முதற்கணுவிடைப் பகுதி ஆரஞ்சு-சிவப்பு (orange-red) ஒளியில் குறைவாகவே நீள்கின்றன. ஆனால், அவை நீலநிறத்தில் (blue-violet) மிக அதிகமாக வளர்ந்து நீட்சியின் உச்சத்தை எட்டுகின்றன. இதற்கு உள்ள உறவு வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது (வரைபடம் 9-3).



படம் 9-3

ஒளிக்கும் தண்டு-இலைகளின் வளர்ச்சிக்கும் உள்ள உறவு ஒளிநாட்ட விளைவு ஒப்பிடுவதற்காகச் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.
(Modified from Went, 1941).

நிறமாலையின் விளைவால் ஏற்படும் வளர்ச்சி இலையில் ஒரு வாரமாகவும் தண்டில் ஒரு வாரமாகவும் ஏற்படுகிறது. நிறமாலைகள் பட்டாணி, அவரை முதலிய இலைகளின் பரப்பினைப் பெரிதும் வளர விடாமல் செய்கின்றன (Went, 1941, Rohrbough, 1942). இந்த நிறமாலை ஆரஞ்சு-சிவப்பு அல்லது நீலங்கலந்த ஊதாநிறத்தி

லுண்டானது. உச்ச வளர்ச்சி கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளியிலும், அதற்கடுத்த வளர்ச்சி நீலங்கலந்த ஊதா நிறத்திலும் ஏற்படுகிறது. பட்டாணி இலைகளின் வளர்ச்சி, 610-லிருந்து 710 μ-க்கு இடைப்பட்ட (610—710 μ இடைப்பட்ட) அலைகளில் ஏற்படுகிறது.

9-7. அகச் செங்கதிர் (Infra-Red)

சூரியக் கதிர்கள் பூமிக்குக் கிடைக்கும் தருணத்தில் அகச் செங்கதிராக (Infra - Red) இருக்கும். இவ்வகைக் கதிர்களால் ஏதேனும் பலன் உண்டா என்பதற்குத் தேவையான ஆதாரங்கள் ஏதுமில்லை. இருப்பினும் செங்கதிரின் பெரும்பகுதி தாவரங்களின்மீது விழும்போது இலைகளினாலோ மற்ற உறுப்புகளினாலோ பிரதிபலிக்கப் படுகிறது; அல்லது எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது; மற்றும் ஓரளவு உறிஞ்சப்படுகிறது. அதனால், வளர்ச்சியின்மீதோ தாவரத்தின் வேறு செல்களின்மீதோ அது தன் விளைவை ஏற்படுத்தலாம்.

தக்காளிச் செடிகளை உயர் அளவிலான செங்கதிரிலும் கண்ணுக்குப் புலனாகும் வெப்பக்கதிர் வீச்சிலும் (radiation) வைத்தால், அச் செடியில் நீண்ட கணுவிடைப் பகுதிகளையும் (longer internodes), பெரிய இலைகளையும், குறைவான பசுங்கணிகங்களையும் (less chlorophyll) ஏற்படுத்துகின்றன. ஆனால், தனிமையான கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியில் மட்டும் அதே தாவரங்களை வளர்த்தால் மேற்கூறிய மாற்றங்கள் ஏதும் ஏற்படுவதில்லை (Pohnston, 1932).

9-8. புற-ஊதாக் கதிர் (Ultra-Violet rays)

சூரிய ஒளியில் காணப்படும் எல்லாக் குறைவான அலைநீளங் கொண்ட புற ஊதாக் கதிர் (Ultra-violet rays) பூமியின் பரப்பை அடையும்பொழுது வளர்ச்சியின்மீது ஓர் தடையை (Retarding effect) விளைவிக்கிறது. பல நேரங்களில் அது விதையுள்ள தாவரங் களின்மீது ஓர் அழிவை ஏற்படுத்துகிறது. நீண்ட அலைநீளங் கொண்ட புற ஊதாக் கதிர்கள் சூரிய ஒளியின் ஒரு பகுதியாக இருப்பதால் அவை பூமியின் பரப்பின்மீது விழும்பொழுது தாவரங் களுக்கு அநேகமாக அத்தியாவசியமில்லாமல் போய்விடுகிறது. இப் புற ஊதா நிற அலைகள் பொதுவாகக் கண்ணாடி வீட்டினுள் (green-house) புகுவதில்லை. ஆனால், அநேகத் தாவரங்கள் உடனடியாகத் தங்கள் வாழ்க்கைச்சுற்றை விதையிலிருந்து மீண்டும் விதைக்குக் கண்ணாடி வீட்டினுள் வளர்க்கும்பொழுது முடித்திருக்கும். நீண்ட அலைநீளங்கொண்ட புற ஊதாக் கதிர்களைப்போன்றே தாவரங்களில் விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றது என்பது முற்றிலும் உண்மை.

9-9. கதிர்வீச்சு ஆற்றல் (Radiant energy)

எல்லாப் பொருள்களும் கதிர்வீச்சை வெவ்வேறு அளவில் பெறவும், பிரதிபலிக்கவும் செய்கின்றன. அவ்வாறு பெறும் கதிர் வீச்சு அவற்றின் அலைநீளத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. பொருள்கள் வேறுபட்ட தன்மைகளில் கதிர்வீச்சைப் பெற்றுக்கொள்ளும் குணங் களுக்கு நிறமிகள் (pigments) என்று பெயர். இவை தாவர உடல் களிலே மிகக் குறைந்த அளவில் காணப்படுகின்றன. பொதுவாகக் கதிர்வீச்சுகளினால் ஏற்படும் விளைவுகள் எல்லாம் கதிர்வீச்சின் தன்மை, அலைநீளம், கதிர்வீச்சு தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கும் கால அளவு, இன்னும் பல குணங்களைப் பொறுத்திருக்கிறது.

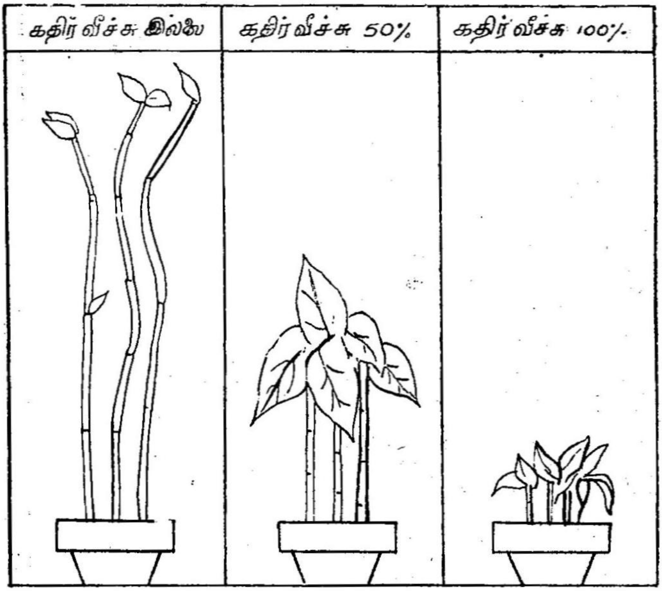
கதிர்வீச்சில் ஒரு சுவையான அமைப்பு என்னவெனில், ஒரு சாதாரணச் சிவப்புக் கதிர்வீச்சிற்கும் தொலைவு சிவப்புக் கதிர்வீச்சிற்கும் இடையே ஒரு பகைமை உண்டு. சாதாரணச் சிவப்புக் கதிர்வீச்சின் அலைநீளம் 65 mμ (Ordinary Red- 650mμ). தொலைவு சிவப்புக் கதிர் வீச்சின் அலைநீளம் 750mμ (Far Red-750mμ) ஆகும். பின்னது கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியின் விளிம்பில் இருப்பது; அகச்செங்கதிர் (Infra-red) அளவைக் காட்டிலும் குறைவானது. அவை எல்லாத் தாவரங்களிலும் நிகழ்த்தப்பட்ட எல்லாச் சோதனைகளிலும் ஒன்றுக் கொன்று எதிராக இருக்கின்றன. சிவப்பு ஒளி விதை முளைத்தலை அதிகப்படுத்துகிறது. ஆனால், அது தண்டு அதிகமாக நீளுவதற்குத் தடை விதிக்கிறது.

சுருக்கமாகச் சொல்லப்போனால் கதிர்வீச்சின் ஆற்றலைப் பொறுத்து வளர்ச்சியின் அளவு மாறுபடுகின்றது (படம் 9-4). எனவே, கதிர்வீச்சு ஆற்றல் மிகவும் அதிகமாக இருந்தால் தீமையான விளைவையும், கதிர்வீச்சு ஆற்றல் குறைந்திருந்தால் பயனில்லா வளர்ச்சியையும் ஏற்படுத்துகிறது.

9-10. வெப்பம் (வெப்பத்தின் விளைவு) (Temperature)

தாவர வளர்ச்சியின்மீது வெப்பம் எப்படியேனும் ஒரு குறிப்பிட்ட விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. ஒவ்வொரு வாழ்வியல் செயல் விகிதத் திலும் வெப்பம் ஒரு காரணியாக இருந்து செயலாற்றுகின்றது. தாவரங் களின் பெருக்கத்தின்மீது வெப்பம் தரத்திலும், அளவிலும் (qualitative and quantitative effects) விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றது. ஒரு தாவரத்தின் அமைப்பைப் பெருக்கும் வாழ்வியல் செயல்களும் வெப்பத்தின் தன்மையையும், தாவரங்களின் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை களையும் பெரிதும் சார்ந்திருக்கின்றன. முடிவில் ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் தாவரம் வளர்கிறதோ இல்லையோ. ஆனால் அச் சூழ்

நிலையில் கிடைக்கும் வெப்பத்தைத்தான் பெரும்பாலும் அவை சார்ந்திருக்கின்றன.



படம் 9.4

அவரை நாற்றில் வளர்ச்சி: கதிர்வீச்சின் விளைவு

(பரிசோதனை: கதிர்வீச்சின் ஆழத்தைக் காட்டுகிறது)

1. **வளர்ச்சி விகிதத்தில் வெப்பத்தின் விளைவு (Effect of temperature on the rate of Growth):** வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற வெப்பநிலை இருக்கிறதா என்று பார்ப்பதே நடைமுறையில் உள்ளதொன்றாகும். அது குறைவானது (minimum), சமமானது (optimum), அதிகமானது (maximum) என்று மூன்று அளவுகளில் பிரிக்கப்படுகின்றது. இந்த வெப்பத்தின் அளவுகோல் தாவரத்திற்குத் தாவரம் வகைக்கு வகை பெரிதும் மாறுபடும். இவ் வெப்ப அளவுகளெல்லாம் சோதனை முறைகளில்தான் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றனவே தவிர வேறு வழியிலல்ல. இம் மூன்று 'நெருக்கடியான' (critical) வெப்ப அளவுகளும் தாவர வளர்ச்சியின் நிலைகளிலேயும், வாழ்வியல் நிபந்தனைகளிலேயும் பலவாறு மாறுபடுகின்றன. அதுமட்டுமல்லாமல் இந்த அளவு வெப்பம் பெறும் நேரத்தையும், விகிதத்தையும், சூழ்நிலையினையும் பொறுத்திருக்கிறது என்பதும் உண்மை.

பொதுவில் இவ் வெப்பங்களின் வரிசை எங்குத் தாவர வளர்ச்சி ஏற்படுகிறதோ அங்கே வகைக்கு வகை வேறுபடுகின்றது. துருவப் பிரதேசத்தில் வளரும் தாவரங்கள் உறைபனி வெப்பநிலையில் வளரக் கூடும் (அ) அதற்கும் சற்றுக் குறைவான வெப்பநிலையிலும் வளரக் கூடும். இவற்றின் சம அளவு (optimum) 10°C-க்கு மேற்படாத வாறு இருக்கிறது. அநேகக் குளிர்த் தாவர வகைகள் 5°C-க்குக் கீழே வளர்வதில்லை. அவற்றின் சம வளர்ச்சி வெப்பம் வழக்கமாக, தோராய மாக 25° முதல் 30° C வரை; உச்ச வெப்பம் ஏறக்குறைய 35° முதல் 45°C வரையிலாகும்.

லீய்ட்ச் (Leitch, 1916) செய்த பரிசோதனையில் அவர் கண்டது, பட்டாணி வேரின் நீட்சி விகிதம் வெப்பம் உயர்வதுடனே உயர் கிறது என்பதாகும். அந்த அளவு 2° முதல் 29°C வரையிலும் இருக்கும். அஃதாவது வெப்பம் — 2°C-லிருந்து 29°-க்கு உயரும் பொழுது வளர்ச்சியும் சிறிதுசிறிதாக அதிகரிக்கிறது. வெப்பம் அதிகரிப்பதனால் தாவரங்கள் வேகமாக வளர்வது போலவே வெப்பம் குறைவதாலும் தாவரங்களின் வளர்ச்சி விரைவாகக் குறைகிறது. நீட்சி 45°C அல்லது அதற்கு மேலான உயர் வெப்ப நிலையில் முழுவதுமாக நின்றுவிடுகிறது.

வளரும் பருத்திச் செடியின்மீது வெப்ப விளைவுகளைப்பற்றி விரி வான ஆராய்ச்சியில் ஆர்ண்ட் (Arndt, 1945) கண்டதாவது, விதை முளைத்தலுக்கும், முதல் வேர் ஆரம்ப நீட்சிக்கும் (Initial elongation of primary root), விதையடிக் கீழ்த்தண்டில் (Hypocotyl) ஆரம்ப நீட்சிக்கும் தேவையான வெப்பம் 33°C ஆகும். சில நாள்களுக்குப் பின்னர், இந்த வெப்ப அளவில் எப்படியும் ஒரு மாற்றம் ஏற்படு கிறது. வேர் நீட்சிக்கான வீழ்ச்சி 33°C-லிருந்து 27°C-க்கு வந்து விடுகிறது. ஆனால், அதேநேரத்தில் விதையடித் தண்டின் நீட்சி 33°C-லிருந்து 36°C-க்கு உயருகிறது. சம வெப்ப நிலையில் இவ்வகை மாற்றங்கள் வளர்ச்சியின் நிலைக்கு நிலை மாறுபடுகின்றன. இவை அநேகத் தாவர உறுப்புகளுக்குச் சிறப்புக் குணங்களாக அமை கின்றன.

ஒரு தாவரத்தின் வளர்ச்சியில் ஒவ்வொரு நிலையும் தங்களுக்கு வேண்டிய சம வெப்பநிலையைப் பெற்றிருக்கும். வளர்ச்சியின் நிலை களுக்கும், வெப்பநிலைக்கும் இடையிலான உறவு சில தாவரக் குமிழ் வகைகளில் (bulb species) ஆராயப்பட்டிருக்கிறது. இத் தாவரங் களில் குமிழ் தரையின்மேல் உயர்த்தப்பட்டு வேர் பிரைமார்டியாவை உண்டாக்கத் தேவைப்படும் காலம் சுமார் மூன்று வார காலமாகும். இச் செயல்களுக்காக வேண்டும் சமவெப்பநிலை 20°C ஆகும். அதற்குப்

பின்னுள்ள மூன்று மாத காலத்தில் வளர்ந்து பூர்த்தியடைந்த மலராக மாறத் தேவையான வெப்பம் 8°-லிருந்து 9°C வரையிலாகும். இலைகள் தோன்றும்போது வெப்பம் சிறிதுசிறிதாகக் கூடி 23°C-க்கு உயருகின்றது. இதுபோன்றே குளிர்நாட்டில் வளரும் தாவரங்களில் பல வகை வளர்ச்சி நிலைகளுக்கும் பலவகைச் சமவெப்ப நிலைகள் உள்ளன. இவ் வேறுபாடு வெப்ப நாட்டில் வளரும் குமிழ்த்தாவரத்தில் காணப்படுவதில்லை.

எனவே, இவ்வகைச் சமவெப்ப நிலைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் குமிழ்த் தாவரங்களுக்குப் பொருந்தா. அவை இடத்தின் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்திருக்கின்றன.

2. தாவரங்கள் உயிரோடிருப்பதன்மீதான வெப்ப எல்லைகள் (Temperature limitation upon plant survival): தாவரங்கள் உயிருடன் இருக்க வெப்பத்தின் எல்லை என்ன என்பதே முக்கியக் கேள்வியாகும். தாவரங்களுக்கு ஊறு விளைவிக்காத மிகக் குறைந்த வெப்ப அளவுக்குக் கீழே தாவரங்களின் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. அதுபோலவே தாவரங்களுக்கு ஊறுவிளைவிக்காத மிக உச்ச வெப்பத்திற்கு மேலே தாவரங்களின் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, கொடுக்கப்பட்ட ஒரு தாவரம் 40°C-க்கு உயரும்பொழுது வளர்ச்சி நின்றுவிடுகிறது. அவ் வெப்பம் 55°C-லிருந்து 60°C-க்கு உயர்ந்தால் தாவரம் இறந்துவிடுகிறது. இதற்கு இடைப்பட்ட நிலையே வெப்ப வீரியம் (Heat vigour) என்று வழங்கப்படுகிறது. இதில் வளர்ச்சியோ வளர்ச்சி அசைவோ ஏற்படாது. அதுபோலவே குறைந்த வெப்ப அளவு ஒன்று உண்டு. அது முன் கூறப்பட்டது போல் குளிர் வீரியம் (Cold vigour) என்று வழங்கப்படுகிறது.

உச்ச நீச்ச அளவுகளைப் பொறுத்துக்கொள்ளும் திறமை தாவர வகைகளுக்கும் உறுப்புவகைகளுக்கும் மாறுபடுகின்றன.

3. வெப்பத்தின் புறப் பிறப்பு விளைவுகள் (Morphogenic effects of temperature): வெப்ப மாற்றத்தினால் எந்த இரண்டு வாழ்வியல் செயல்களும் ஒரே தாவரத்தில் ஏற்பட்டதில்லை. எனவே, தாவரத்தின் புறப் பிறப்புறுப்பு வளர்ச்சி வாழ்வியல் செயலால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. தாவரங்களினுடைய வளர்ச்சி அமைப்பில் மிகச் சிக்கலான தெளிவான பல விளைவுகள் வெப்பத்தினால் ஏற்படுகின்றன. இவற்றிற்கு எண்ணற்ற எடுத்துக்காட்டுகளைக் காட்டமுடியும். அவ்வகையான சில விளைவுகள், ஒளிச்சேர்க்கை, சுவாசித்தல் முதலிய செயல்களின்மீது வெவ்வேறு அளவில் உறவு கொண்டுள்ளன.

ஒளிச்சேர்க்கை பொதுவாக 15°C முதல் 30°C வரை என்ற விகிதங்களில் ஏற்படுகின்றது. சுவாசித்தலின்மீதான வெப்பம் மற்றொரு வகையில் மேற்கூறியது போன்றதே. வெப்ப உயர்வின் விகிதம் சுவாசித்தலின் உயர்வைக் காட்டுகிறது. அஃதாவது வெப்பம் உயரஉயரச் சுவாசித்தலும் அதிகமாகிறது. ஆகவே, ஒளிச்சேர்க்கையின் விகிதத்தைக்காட்டிலும் அதிகவேகமாக அதிகரிக்கின்றது. அஃதாவது, ஒளிச்சேர்க்கையைப்போல் இருமடங்கு சுவாசித்தல் அதிகரிக்கிறது. அது தோராயமாக 25°C ஆகும்.

வளர்ச்சியின்போது ஒளிச்சேர்க்கையின்மீதும், சுவாசித்தலின் மீதுமான வெப்பத்தின் விகிதம் ஓர் உருளைக் கிழங்கின் வளர்ச்சியின் போது சிறப்புற எடுத்துக்காட்டப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கைக்குத் தேவையான வெப்பம் 20°C ஆகும். பகலில் ஏற்படும் உயர்வெப்பமும் இரவில் ஏற்படும் உயர்வெப்பமும் அதிக ஒளிச்சேர்க்கையை நடைபெறச் செய்து அதிகத் தரசத்தைத் (starch) தயாரிக்கிறது. இது சுவாசிக்கும்போதும் உணவு தன்மயமாகும்போதும் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. உயர்வெப்பமும் தாவரத்தின் புறஉறுப்புகளை வளர்க்கப் பயன்படுகிறது (Warner, 1934). எனவே, உருளைக்கிழங்கின் மகசூல் குளிர் தட்பவெப்பத்தில் அதிகமாக இருக்கிறது.

வெப்ப விளைவுகளை நைட்டிங்கேல் (Nightingale, 1933) வளர்த்த தக்காளிச் செடிப் பரிசோதனைகளின்மூலம் நன்றாக விளக்கலாம். அவர் தக்காளிச் செடிகளைத் தொடர்ந்து முறையே 13°C-லும் 21°C-லும் 35°C-லும் வளர்த்தார். அச் செடிகள் உயிரோடிருந்தன; வளர்ந்தன; கார்போஹைட்டிரேட்டுகள் சேமித்தன. எல்லாமே கீழிரண்டு வெப்பநிலைகளில்தான். ஏனெனில், இந்த நிலைகளில் ஒளிச்சேர்க்கை சுவாசித்தலைக் காட்டிலும் அதிகமாக நடைபெறுகிறது. 35°C-ல் தாவரத்தின் கார்போஹைட்டிரேட்டுப் பொருள்கள் வேகமாகக் குறைகின்றன. இது எதைக் காட்டுகிறதென்றால், நாள் சுவாசித்தல் (Daily respiration) நாள் ஒளிச்சேர்க்கையைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கிறது; சுவாசித்தல் ஒளிச்சேர்க்கையை மிஞ்சி விடுகிறது. மேலும், குறுகிய காலத்தில் பல தாவரங்கள் இறந்து விடுகின்றன.

மண்ணின் வெப்பமும், குறிப்பிட்ட அளவு காற்றின் வெப்பமும் கூடத் தாவரங்களின்மீது தோன்றும் புறப் பிறப்புறுப்புகளின்மீது பல விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன. உச்சப் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி 20°C முதல் 30°C வரையிலுள்ள இரு அளவிற்குட்பட்ட விகிதத்தில் ஏற்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மண்ணின் வெப்பம் 22°C என்று இதனால் அறியப்படுகிறது (Wort, 1940).

4. வெப்பகாலம் (Thermo periodicity): சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளினுடைய மிக முக்கியமான, மிகச் சிறப்பான வட்டச்சுழல் காரணிகளில் வெப்பம் ஒன்ருகக் கருதப்படுகிறது. தாவரங்களின் வளர்ச்சியும், புறப் பிறப்பு வளர்ச்சியும் வெப்ப வட்டச்சுழல் காரணமாக விளைகின்றன. நிலையான வெப்பத்தில் ஒரு தாவரம் வளர்க்கப்படும்போது தக்காளிச் செடிகளின் தண்டுகளின் விரிவு உச்சத்தை அடைகிறது. அஃதாவது 26.5°C வெப்பத்தில் 40 செ.மீ. அதிகமாக வளர்கிறது. வளர்ச்சி, பகல் வெப்பம் 26.5°C-ம், இரவு வெப்பம் 17.°20′ C-ம் மாறிமாறி ஏற்பட்டால் இன்னும் அதிகமாக ஏற்படுகிறது என்று வென்ட் (Went, 1941) தமது சோதனையிலிருந்து கண்டுபிடித்திருக்கிருர். தோராயமாக, அதே வெப்ப அளவு கனிகளின் வளர்ச்சிக்கும் தேவைப்படுகிறது. வெப்பகாலம் (Thermo periodicity) என்ற சொல் இரவு பகலில் மாறிமாறி ஏற்படும் வெப்பகாலத்தின் விளைவை விளக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டது. தக்காளி வகைத் தாவரங்கள் இந்த வெப்பகாலத் தத்துவத்தைப் பெரிதும் விளக்குகின்றன என்று வென்ட் (Went, 1945) கூறுகிருர்.

5. தாவரங்களின் இனப்பெருக்க வளர்ச்சியில் வெப்பம் (Temperature in reproductive growth): தாவரங்களின் இனப் பெருக்க வளர்ச்சியின்மீதான வெப்பம் வெப்பகால விளைவுகளுடன் நெருங்கிய உள்ளுறவு கொண்டுள்ளது. ஒளிக்கால வெப்பகால ஆற்றல்களுடன்கூடி வெப்பவட்டச் சுழல் இனப்பெருக்கத்தின்மீது பல பெரிய மாற்றங்களை விளைவிக்கிறது.

வெப்பம் பல வழிகளில் மலர்ச்சியின் எந்த ஹார்மோனியச் செயல்பாட்டையும் பாதிக்கக்கூடும் என்பது உண்மை. வெப்பம் கூட்டுப்பொருள்களின் அழிவையோ தொகுப்புகளின் விகிதத்தையோ செயலாக்கம் செய்யக்கூடும். மேலும், வளர்திசுக்களிலிருந்து ஹார்மோன்கள் கீழ்நோக்கிச் செல்வதையோ, வளர்திசுக்களில் புறப் பிறப்புகளைத் தோன்றச் செய்வதையோ வெப்பம் பாதிக்கக்கூடும்.

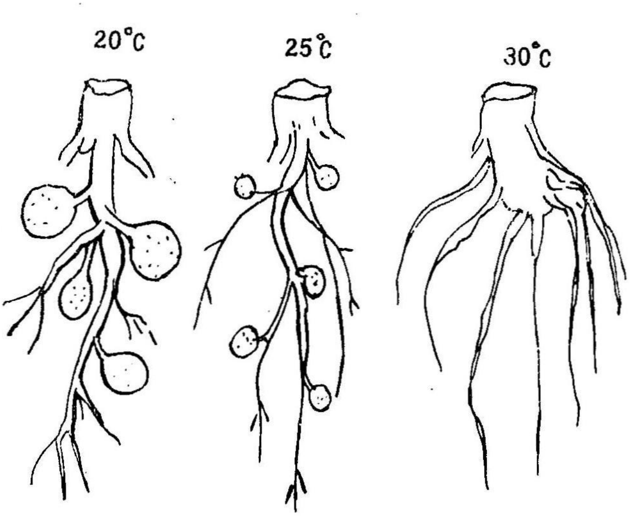
இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் வெப்பம் எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்பதைப் பின்வரும் பரிசோதனைகள் விளக்கும் (Parker and Borthwick, 1939 b). வெப்பம் 13°C உள்ள இரவுக் காலங்களினுல் மலர்ப் பிரைமார்டியா (flower primordia) தோன்றச் செய்யும் உறுப்பு மிகவும் சிறியதாக ஏற்படுகிறது. ஆனுல், அவை 18°C அல்லது 24°C வெப்பநிலையில் பெரிய அளவில் தோற்றுவிக்கிறது.

மேலும், இலைப்பரப்பின் வெப்பஅளவு மிகவும் குறைந்தால் மலர் தோன்றச் செய்யும் பொருள்களின் நடமாட்டம் மிகவும் கட்டுப் படுத்தப்படுகிறது. ஆனுல், குறைந்த அளவுள்ள வெப்பநிலையில் வளரக்கூடிய தாவரங்கள் இல்லாமலில்லை.

தானியங்கள், பீட், வெங்காயம், முட்டைக்கோசு, கேரட், காஸ்மாஸ் (cosmos) முதலியவற்றிலெல்லாம் குறைந்த வெப்பத்தில் ஆதரிக்கப்பட்டு மகசூலை அதிகமாக வழங்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகப் பீட் தாவரங்கள் 10°C முதல் 16°C வரையில் நன்குக வளர்க்கப்பட்டு முதற் பருவத்தில் அதிகக் கனிகளையும் சிறந்த வளர்ச்சியையும் கொடுக்கிறது.

வெப்பம் இனப்பெருக்க வளர்ச்சியின் கனி தோன்றும் நிலையின் மீதும், மலர் தோன்றும் நிலையின்மீதும் சிக்கலான விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. எடுத்துக்காட்டாகத் தக்காளிச் செடியில் இரவு வெப்பம் 15°C-ம் 20°C-மாக இருந்தால், கனிகள் அபரிமிதமாக ஏற்படுகின்றன. ஆனால், இதைவிடக் குறைவான அல்லது அதிகமான இரவு வெப்பம் இவ் வளர்ச்சியைச் சீர்குலைத்துவிடுகிறது (Went, 1944). ஏறக்குறைய இதே உறவுகள் இன்னும் பல தாவர வகைகளிலும் ஏற்படுகிறது என்பதில் ஐயமில்லை.

வெப்ப விளைவுகள் இத்துணைக்கும் காரணம் என்னவெனில், ஒளிச்சேர்கைக்கும் சுவாசித்தலுக்கும் இடையிலான சமன் (balance) வெப்ப மாற்றங்களால் பொறுப்பேற்கப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கை 30°C-க்குமேல் உள்ள வெப்பநிலையில் ஏற்படுவதில்லை; ஏனெனில், காற்றுக் கொண்டிருக்கும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடே ஓர் எல்லைக் காரணி (limiting factor) என்று முன்னமே விளக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 9.5 உயர்வெப்பம் தாவரத்தைப் பாதிக்கும் விதம்

வெப்பத்தின் அளவு அதிகரிக்க ஒளிச்சேர்க்கையால் சேமித்த உணவு அதிகமாகச் செலவிடப்படுகிறது. அதனால் தாவரங்களின் உடலில் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இதை ஓர் உருளைக்கிழங்குத் தாவரத்தை வெப்ப அளவுகோலினுடன் இணைத்துச் சோதனை நடத்துவதன் வாயிலாக அறியலாம் (படம் 9-5).

உயர்வு அல்லது தாழ்வு அளவிலான வெப்பம் வளர்ச்சியில் எல்லையிட்டுவிடுகிறது. அதுபோலவே குளிர்ச்சியும் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றது. அதற்குக் காரணம் கீழ்க்காண்பவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றாகத்தான் இருக்கக்கூடும்.

1. குளிரினால் உறைவதிலிருந்து காக்கச் சவ்வூடுதல் நிற்கிறது.
2. புரோட்டீன் வளர்வதால் உறைதல் (coagulation) அதிகரிக்கிறது.
3. அதிகப்படியான பிளாஸ்மாச் சவ்வு (plasma membrane) நீரினுள் செல்கிறது. அதனால் செல்லிடைப் பகுதியில் (intercellular spaces) பனிக்கட்டி உண்டாகிறது.
4. புரோட்டோபிளாஸத்தின் பிசுபிசுப்புத் தன்மை (viscosity) குறைகிறது.

9-11. வெளிவான் வாயுக்கள் (Atmospheric gases)

வான மண்டல அல்லது வெளிவான் காற்று நைட்டிரஜனினாலும் ஆக்ஸிஜனினாலும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடினாலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதில் நைட்டிரஜனுக்குத் தாவர வளர்ச்சிகளின்மீது நேரடியான வினையை ஏற்படுத்தும் தன்மை கிடையாது. அநேகத் தாவரங்கள் இந்த நைட்டிரஜனை நைட்டிரேட்டுகளாகப் பிறிதொன்றுடன் கலந்தே உறிஞ்சிக்கொள்கின்றன. அஃதாவது வெளிவான் நைட்டிரஜன் (Atmospheric nitrogen) மின்னல், மின்விசை, பாக்டீரியாக்களினால் நிலத்தில் பதிக்கப்பட்டு நைட்டிரேட்டுகளாக மாறிய பிறகே நிலத்திலுள்ள நீருடன் கலந்து உறிஞ்சப்படுகிறது. அதன் பின்னரே வளர்ச்சியில் ஒரு பெரும் புரட்சி ஏற்படுகிறது (நைட்டிரேட் வளர்சிதை மாற்றம் பார்க்க).

இரண்டாவதாக, வெளிவானில் ஆக்ஸிஜன் இருக்கிறது. இஃது உயிர்ப்பொருள்கள் உயிர்வாழ மிகவும் இன்றியமையாதது. எல்லா உயிர்ப்பொருள்களும் சுவாசிக்கின்றன. ஆக்ஸிஜன் இல்லையென்றால், சுவாசித்தல் இல்லை. சுவாசித்தல் இல்லையென்றால், வாழ்வியல் செயல்கள் இல்லை. வாழ்வியல் செயல்கள் இல்லையென்றால் உயிர் இல்லை. எனவே, உயிர்வாழச் சுவாசித்தலும், சுவாசித்தலுக்கு

ஆக்ஸிஜனும் தேவை. தாவரங்களில் ஒரு வியப்பிற்குரிய நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது. எந்த ஆக்ஸிஜன் உயிர்வாழத் தேவையோ அந்த ஆக்ஸிஜன் தாவரங்களினுல் வெளியிடப்படுகின்றது. அதாவது ஒளிச்சேர்க்கையின்போது ஆக்ஸிஜன் வெளியேறுகிறது.

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \uparrow$$

மூன்ருவதாக, வெளிவானில் மிகுதியாக இருப்பது கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு. இஃது, உயிர்ப்பொருள்களினுல் சுவாசிக்கும்போது ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொண்டு வெளியிடப்படுகிறது. இது ஒரு கழிவுப்பொருள் என்ருலும் தாவர வளர்ச்சிக்கு இது மிகவும் அத்தியாவசியம். ஒளிச்சேர்க்கையின்போது கார்போ ஹைட்ரேட் தயாரிக்க CO_2 தேவை. 0.03 சதவீதம்கொண்ட CO_2 உள்ள ஒரு லிட்டர் காற்றில் 0.589 மி.கி. CO_2 இருக்கிறது. ஒரு கிராம் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு 0.682 கிராம் குளுகோஸையும், 0.648 கிராம் சுக்ரோஸையும் அல்லது 0.613 கிராம் தரசத்தையும் கொடுக்கிறது.

வளரும் பயிர்களில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு 0.5 முதல் 2.0 சதவீதம் வரையில் இருந்தாலே போதுமானது, ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெற்றுவிடும்.

$$6O_2 \uparrow + 6H_2O \xrightarrow[\text{chlorophyll}]{\text{sun light}} C_6H_{12}O_6 + 6CO_2 \downarrow$$

9-12 மண் காற்ருேட்டம் (Soil aeration)

பொதுவாகப் பசளைமண்ணில் (Loamy soil) அல்லது தோட்ட மண்ணில் (Garden soil) 25% வரை காற்று இருக்கிறது. வளரும் வேர்களுக்குச் சுவாசிப்பதற்கு வேண்டிய ஆக்ஸிஜனைத் தருவது இக்காற்றேயாகும். மண்ணின் வகைகளான மணலில் (sand) காற்று மிகுதியாகவும், அஃதாவது அளவிற்கு அதிகமாகவும், களிமண்ணில் (clay) குறைவாகவும், அஃதாவது தேவையான அளவிற்கும் குறைவாகவும் இருப்பதனுல்தான் மணலிலும், களிமண்ணிலும் தாவரங்கள் செழித்துவளர இயலாமல் போய்விடுகின்றது. இம் மண்ணிலுள்ள காற்றுத்தான் வெளிவானிலிருந்து கிடைக்கும் நைட்ரஜனை, நைட்டிரேட்டுகளாக்கவும் ஓரளவு உதவுகிறது. மண்ணில் உள்ள காற்றின் அடர்வு வெளிவானில் உள்ள காற்றின் அடர்வைக்காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கிறது.

பொதுவில் மண்ணிலுள்ள காற்றின் பற்ருக்குறை அநேகவகைத் தாவரங்களின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கின்றது. போதுமான காற்றுடன் வாழும் தாவரங்களின் வளர்ச்சி சிறப்பாக இருக்கிறது. அவை உயரமாகவும், கனமாகவும், அதிக அளவு பெரியவையாகவும் உள்ள

சல்லிவேர்களையுடைய மண்டலத்தைக் கொண்டும், சிறிய தண்டு-வேர் விகிதத்தைக் கொண்டும் இருக்கின்றன. இத்துணைக் குணங் களையும் போதுமான காற்று இல்லாமல் வளர்ந்த தாவரங்களில் காண இயலாது. மேலும், காற்றோட்டமான மண்ணில் வளரும் தாவரங் களின் மொத்த எடையில் சாம்பல் (ash), கால்சியம் (calcium), பொட்டாசியம் (potassium), பாஸ்பரஸ் (phosphorous) ஆகிய வற்றின் அளவு அதிகமாக இருக்கிறது. இந்த அளவுகள் காற்றோட்ட மில்லா மண்ணில் வளர்ந்த தாவரங்களில் காணப்படுவதில்லை. அது போலவே காற்றோட்டமான மண்ணில் வளரும் தாவரங்களின் மொத்த எடையில் தரசத்தின் (starch) எடையும், மொத்தச் சர்க்கரையின் எடையும், நைட்டிரஜனும் அதிகமாக இருக்கின்றன. ஆனால், காற்றோட்டமில்லா மண்ணில் வளரும் தாவரங்களில் இந்தப் பொருள் களின் எடை மிகவும் குறைவாக இருக்கிறது.

காற்றோட்டமில்லா மண்ணில் தாவரங்களின் தடைப்பட்ட வளர்ச்சி குறைவான நீரை உறிஞ்சுவதிலிருந்து ஏற்பட்டது என்பதை ஐயமில்லாமல் கூறலாம். குறைவான உறிஞ்சுதலினால் குறைவான கனிமங்களையே (Minerals) அத் தாவரங்கள் பெற்றிருக்கும். மற்ற ஒரு வழி என்னவென்றால் குறைந்த காலோகாலைன் தொகுப்பு (Caulocaline synthesis) ஏற்பட்டிருக்கும். காற்றோட்ட மண்ணில் CO_2 அதிகமாகி இருப்பதால் வளர்ச்சித்தடை ஏற்படக்கூடும். ஆனால், கார்பன் - டை - ஆக்ஸைடினால் அவ்வித வளர்ச்சித்தடை ஏற்பட வேண்டுமானால், குறைந்தது கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் அடர்வு 30% இருக்கவேண்டும். பொதுவாக இவ்வாறு ஏற்படுவதில்லை. ஏனெனில், அதிகமாகப் போனால் CO_2 அடர்வு மண்ணில் 15%-க்கு மேல் செல்வதில்லை. அதே நேரத்தில் ஆக்ஸிஜனின் அடர்வு குறைந்தால் வளர்ச்சித்தடை ஏற்படுகிறது. பலவகைத் தாவரங்களின் வேர்களில் வளர்ச்சித்தடை ஏற்படுவதற்குக் காரணம் ஆக்ஸிஜனின் அடர்வு 10%-க்குக் கீழே செல்வதால்தான் என்று கண்டறியப்பட் டுள்ளது (Cannon, 1925 and others). காற்றோட்டமில்லா மண்ணில் ஆக்ஸிஜனின் அடர்வு ஏறக்குறைய 10%-க்குக் குறைவாகவே இருக்கின்றது. சிற்சில சமயங்களில் அடர்வு பூஜ்ஜியத்தைக்கூட எட்டிவிடுகிறது. ஆகையால், ஆக்ஸிஜனின் பற்றுக்குறை கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் அதிகரிப்பைவிட மோசமான விளைவுகளைத் தாவரங் களிலும், வேர்களிலும் ஏற்படுத்தக்கூடிய ஒரு முக்கியக் காரணியாக விளங்குகிறது.

9-13. தண்ணீர்-தண்ணீரின் விளைவு (Effect of water)

தாவரத்தில் நீரின் சலனம் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான செயல் களான உறிஞ்சுதல் (absorption) நீராவிப் போக்குகளினால்

(transpiration) கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எப்போதாவது நீராவிப் போக்கு நீர் உறிஞ்சுதலை மிஞ்சினால் செடியில் நீரின் கன அளவு கணிசமாகக் குறைகின்றது. இது செல்களின் வீக்கத்தைக் (turgidity) குறைப்பதில் முடிகிறது. இதனால் கசிவு அழுத்தத்தில் குறைவு (diffusion pressure deficit) ஏற்படுவது வளர்கிறது. இதன் காரணமாகப் புரோட்டோபிளாஸத்தின் நீர்த்தன்மையும், செல்சுவர்களின் நீர்த்தன்மையும் குறைகிறது. நீரின் அளவு குறைந்தால் செல்லில் செல்பிரிவு ஏற்படுவதும், செல்விரிவு ஏற்படுவதும் அல்லது இரண்டுமே நிறுத்தப்படுகிறது அல்லது தடுக்கப்படுகிறது. அஃதாவது எந்த வளர்திசுவும் வழக்கமாக நீர்க்குறைவினால் வளர்ச்சியில் தடைகண்டு வளராமல் போய்விடும். இதற்கு எதிர் மாறாகச் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையின் காரணமாக வளர்திசுக்களுக்கு அதிக அளவு நீர் கிடைத்தால் புரோட்டோபிளாசத்தின் நீரும் அதிகரிக்கப்படுகிறது. அதன் விளைவாக வளர்ச்சி விகிதம் அதிகரிக்கிறது. அஃதாவது சுருக்கமாகச் சொல்லப்போனால் நீரின்றி அமையாது இவ் வுலகம் என்று கூறுவது முற்றிலும் உண்மை.

எல்லா வளர்ச்சியின் நிலைகளும் நீர்க்குறைவினால் ஏற்படுவதில்லை. என்றாலும், சற்றே நீர் குறைந்தாலும் செல் பிரிவதும் செல் விரிவடைவதும் மிகவும் மோசமாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. தாவரத்தின் உடலினுள் நீர் குறைந்தாலும் பல உறுப்புகளுக்குச் செல்லும் நீரோட்டமும் அதனால் பாதிக்கப்படுகிறது. தடையில்லாத நீரோ, நீரோட்டமோ ஏற்படும்போதுதான் தாவரத்தின் வளர்ச்சி சிறப்பாக அமைகிறது. நீரின் பற்றாக்குறை தாவரங்களில் தொடர்ந்திருந்தால், செல்களினுடைய அமைப்பிலே வேறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. பொதுவில் தண்ணீரின் பற்றாக்குறை செல் அமைப்பிலே மாறுபாட்டையும், செல்பிரிவில் தடையையும், செல்விரிவில் இயலாமையையும் ஏற்படுத்துகின்றது.

எனவே, வளர்ச்சியின் செயல்முறைகளில் தண்ணீர் ஓர் அகக்காரணியாக (Internal factor) இருந்து செயல்பட்டாலும் இந்த அகக்காரணி மாபெரும் சுற்றுபுறச் சூழ்நிலையின் செயலால் பாதிக்கப்படுகிறது. எந்தப் புறக்காரணியால் நீராவி பாதிக்கப்பட்டாலும் அது உடனே அகக்காரணிகளைச் சீர்குலைத்து அதன் காரணமாக வளர்ச்சியின் விகிதத்தைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. தாவரங்களில் நீர் உள்வறட்சி (Internal dearth of water), அநேகமாக மண்ணில் உள்ள நீரின் அளவு குறைவதாலோ மண்ணிலே வறட்சி ஏற்படுவதாலோதான் உண்டாகிறது.

அநேகச் சூழ்நிலைகளில் (Habitats) தண்ணீர் கிடைக்கும் காலம் தண்ணீர் கிடைக்காத காலத்தை அடுத்து வருகிறது. அதாவது

தண்ணீர் கிடைக்கும் காலமும் கிடைக்காத காலமும் மாறிமாறி ஏற்படுகிறது. இவை பருவமழையின் காரணத்தால் இயற்கையில் ஏற்படுகின்றன. வேளாண்மையில் நாம் செயற்கையில் இதை நடைமுறைக்குக் கொண்டு வருகின்றோம். பெரும்பான்மையான தாவரங்கள் விட்டுவிட்டு நீர் கிடைக்கக்கூடிய மண்ணில் வளர் கின்றன. பொதுவில் இவற்றில் வறட்சி, வளர்ச்சியின்போதுதான் ஏற்படுகிறது. ஏனெனில், வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய தண்ணீர் விட்டு விட்டுத்தான் கிடைக்கிறது என்பது முதற் காரணம். இரண்டாவது காரணம் என்னவெனில், அவ்வாறு விட்டுவிட்டுக் கிடைக்கும் தண்ணீரின் பெரும்பகுதி தாவரங்களின் வளர்ச்சியின்போது உபயோ கப்படுத்தப்படுகிறது. எனவே, வளர்ச்சியின்போது வறட்சி ஏற்படு கிறது.

பெரும்பாலான தாவர வகைகளுக்கு மண் பெற்றிருக்கும் நீர், வயல்களில் கண்ணுக்குப் புலனாகும் அளவில் இருந்தால், வளர்ச்சியில் ஒரு நல்ல விளைவு ஏற்படுகிறது. மண்ணில் உள்ள நீர் குறைந்தால் ஏறக்குறைய எல்லாத் தாவர வகைகளும் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஆனால், அதேநேரத்தில் மண்ணில் நீரின் அளவு மிகுந்தால் அதற்கு ஏற்ப வளர்ச்சியின் தடையும் அதிகரிக்கிறது. இது எதனால் என்றால், மண்ணின் நீரின் அதிகரிப்பு, மண்ணில் உள்ள காற்றின் அளவைக் குறைக்கிறது. இக் காற்றின் அளவுக் குறைவு திசுக்கள் (வேர்) சுவாசித்தலைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றது. அதனால் வளர்ச்சி பெரிதும் தடைப்படுகிறது.

தாவரத்தின் வேர்கள் வழக்கமாக மண்ணிலுள்ள நீரால் சூழப் பட்டிருப்பதுபோல் தாவரத்தின் புறப்பகுதி (aerial part) வெளி வான் காற்றினால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. இவ் வெளிவானில் உள்ள காற்றில் நீராவி மூலக்கூறுகள் இருக்கின்றன. எனவே, காற்றின் ஈரமும் (humidity) மண்ணின் ஈரமும் ஒன்றையொன்று போட்டி யிட்டுக்கொண்டு தாவர வளர்ச்சியில் பல விளைவுகளை ஏற்படுத்து கின்றன. மண்ணின் ஈரம் அதிகரிப்பின், மண்ணிலிருந்து தாவரங்கள் அதிக அளவு நீரை உறிஞ்சுகின்றன. அதிகமான நீர், அஃதாவது எஞ்சிய நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது (transpiration). அதனால் வெளிவான் மண்டலத்திலுள்ள ஈரம் அதிகரிக்கின்றது. இந்த அதிகப் படியான காற்றின் ஈரம் தாவரங்களை வேகமாக வளரச் செய்கிறது. அதனால் மெல்லிய செல்சுவர் உண்டாகிறது. சாறுள்ள திசுக்களும் (succulent tissues) இந்த அதிகப்படியான காற்றின் ஈரத்தின் காரண மாக ஏற்படுகின்றன.

பொதுவில் தாவரங்கள் குறைவான நீருள்ள மண்ணில் வளர்ந்தால், அவை குட்டையாகவோ தடைப்பட்டு வளர்ந்ததாகவோ

(stunted growth) இருக்கும். இவற்றிற்கு மிகச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டுகள் வேளாண்மையில் பயிராக்கப்படும் எல்லா வகைப் பயிர்களுமாம். இப் பயிர்களுக்குத் (மண்ணில்) தொடர்ந்து நீர்பாய்ச்சிக் கொண்டு வந்தால் வளர்ச்சி செழிப்பாக இருக்கிறது. பயிர்களுக்கு நீர்பாய்ச்சாமல் சில நாள்கள் சென்ருல், பயிர் எவ்வாறு வாடுகின்றது என்பது கண்கூடாகக் காணக்கூடிய ஒன்று. தண்டிலுள்ள நீர் குறைவதால் தண்டுகளின் குறுக்குவளர்ச்சியும் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றது. பொதுவாக மண்ணின் வளம் நீரின் அளவைப் பொறுத்துத் தான் சொல்லப்படுகிறது. எனவே, மண்ணின் நீர் மரத்தின் வளர்ச்சிக்கு நெருங்கிய உறவுகொண்டதொன்று.

மண்ணில் ஏற்படும் நீரின் குறை, தாவர வளர்ச்சியில் பல நிலைகளில் தடையை விதிக்கிறது. பல தாவர வகைகளில் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி மண்ணில் நீர் குறைவதால் தடுக்கப்படுகிறது. தவிர, மண்ணில் நீர் குறைவதால் இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சியைக் காட்டிலும் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சிதான் பெரிதும் தடைப்படுகிறது. இன்னும் சில தாவரங்களில் மண்ணில் நீர் வற்றுவதால் புறப்பிறப்புறுப்புகளின் அமைப்பும் வளர்ச்சியும் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. தானியவகைகளில் மஞ்சரிகொண்ட தண்டுகளின் வளர்ச்சி மண்ணில் உள்ள நீரின் குறைவால் குறைவதுமட்டுமல்லாமல் நீளமாக விரிவடைவதும் இல்லை. மேலும், தண்டுவளர்ச்சியிலே இம் மண்ணிலுள்ள குறைந்த நீர் ஒரு தடையாக நிற்கிறது. அதனுல் தண்டின் உயரம் குறைகின்றது என்பதும் உண்மை.

9-14. மண்ணிலுள்ள திரவத்தின் அடர்வு (Concentration of the soil solution)

மண்ணிலுள்ள திரவம் என்ருல், பொதுவாக மண்ணிலுள்ள தண்ணீரைக் குறிப்பிடுகின்றது என்று கொள்வது தவறு. மண்ணிலுள்ள நீரில் கரைந்த கனிமங்கள் மண்ணின் திரவத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. மண்ணிலுள்ள திரவத்தின் அளவு பொதுவாகக் குறைவாகவே இருக்கும். இதன் சவ்வூடு அழுத்தம் (Osmotic pressure) காற்றழுத்தத்தில் (ஒன்று) ஒன்றைக்காட்டிலும் மிகவும் குறைவு (less than one atmospheric pressure). அதாவது அஃது ஒரு காற்றழுத்தத்தைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைவானதே. உப்பளம், உவர்நிலம், களர்மண்களின் (Salt, marsh, saline and alkali salts) காற்றழுத்தத்தைக் காட்டிலும் மண்ணிலுள்ள திரவத்தின் சவ்வூடு அழுத்தம் பல நூறு மடங்குகூடப் பெருகுகின்றது. மண்ணிலுள்ள திரவங்களின் சவ்வூடு அழுத்தம் பத்துக் காற்றழுத்தத்திற்குக் குறையாமலிருக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாகப் பாசன நீர் பலவகை உப்புகளையும், வண்டல்

கனையும் தன்னிடத்தே கொண்டிருப்பதால், இது மண்ணில் பாயும் போது அதன் அடர்வு இன்னும் அதிகரிக்கின்றது.

மண்ணிலுள்ள திரவத்தின் சவ்வூடு அழுத்தம் அதிகரிப்பதால் நீர் உறிஞ்சும் விகிதம் குறைகிறது. எனவே, இதன் காரணமாக வளர்ச்சியில் தடை ஏற்படுகிறது. இது பல சோதனைகளின் மூலம் எடுத்துக்காட்டப்பட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக ஹேவார்டும் லாங்கும் (Hayward and Long, 1943) சோடியம் உப்பைக்கொண்டு சவ்வூடு அழுத்தத்தை அதிகரிக்கச் செய்து, அதில் குறைவான வளர்ச்சிதான் ஏற்படுகிறது என்பதைக் காட்டியுள்ளனர். அதுபோலவே கௌச்சும் வார்ட்லிக்கும் (Gouch and Wardleigh, 1944) சோடியம் குளோரைடு (NaCl), அல்லது கால்சியம் குளோரைடு ($CaCl_2$), அல்லது சோடியம் சல்ஃபேட்டு (Na_2SO_4) 4.5 காற்றழுத்தத்தில் அவரையின் எடை பெரிதும் குறைகிறது என்று காட்டியுள்ளனர். அதுபோலவே $MgCl_2$ அல்லது $MgSO_4$ இவ் விளைவுகளை உண்டாக்க 1.5 காற்றழுத்தம் கொடுக்கக்கூடிய அளவில் மண்ணிலுள்ள நீரில் கரைந்திருந்தாலுமே போதுமானது. மேலும், இவ் வுப்புகள் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்துவதோடு அல்லாமல் நச்சுத்தன்மையையும் உண்டாக்குகின்றன.

எனவே, வளர்ச்சிக்கும் கரை சலுக்கும் இடையிலான அடர்த்தி, வ்ளர்ச்சி விகிதத்தைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது என்பதில் சிறிதும் ஐயமில்லை.

9-15. செல்திரவம் (Cell-sap)

செல்திரவத்தின் அடர்வுக்கும் வளர்ச்சி விகிதத்தின் அளவிற்கும் உள்ள உறவு ஒரு சிறந்த கவன ஈர்ப்பைப் பெற்றிருக்கிறது. சாண்ட்லர் (Chandler, 1914) இதனை முதன்முதலில் கண்டார். புறணித் திரவத்தின் மூலக்கூறு அடர்வு, வேகமான வளர்ச்சிக் காலத்தில் மிகவும் குறைவாக இருக்கிறது. இதே புறணியின் மூலக்கூறு அடர்வு கோடை நாள்களில் மரங்களில் மிகவும் அதிகமாக இருக்கிறது. தழைகளை வெட்டுவதனல் (pruning) வளர்ச்சி வீரியத்துடன் நடை பெறுகிறது.

வளர்ச்சிக்கும் செல்அடர்வுக்கும் உள்ள உறவை ரீட் (Reed, 1921) என்பவர் ஆப்ரிகாட் (apricot), வால்நட் (walnut), ஆரஞ்சு (orange) போன்ற மரங்களில் ஆராய்ந்தார். ஒவ்வொரு வாரத்திலும் ஏற்படும் அடர்வு அதிகரிப்பு இலைகளிலும்கூட நிர்ணயிக்கப்பட்டது. இதனல், அவரால் ஒரு முக்கிய உண்மை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அது பின்வருமாறு: வளர்ச்சி விகிதமும் திரவ அடர்வும் ஒன்றுக் கொன்று எதிர்த்திசையில் இருக்கின்றன. எனவே, வேகமான வளர்ச்சி

அடர்வுக் குறைவினுலும், மந்தமான வளர்ச்சி அடர்வு மிகுதி யினுலும் தண்டில் ஏற்படுகிறது. பருவங்கள் வளரவளர திரவ அடர்வும் சிறிதுசிறிதாக வளர்கிறது. ஆப்பிரிகாட் (apricot) மரத்தில் ஊக்கமான வளர்ச்சி நின்ற பின்னரும்கூட, திரவ அடர்வு சிறிது காலத்திற்கு அதிகரிக்கிறது. ஆப்பிரிகாட் செல்திரவத்தின் சராசரி அடர்வு மாதவாரியாகக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது (அட்டவணை 9-6).

அட்டவணை 9-6

மாதங்கள்	அடர்வு: காற்றழுத்தத்தில்
மே	11.84
ஜூன்	13.66
ஜூலை	14.34
ஆகஸ்ட்	15.04
செப்டம்பர்	15.18
அக்டோபர்	16.48

அளக்கப்பட்ட பல்வேறு சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக் காரணிகளுள் நிலத்தின் ஈரம் ஒன்றுதான், திரவ அடர்வின்மீது உண்மையில் போது மான விளைவை ஏற்படுத்துகின்றது. மண்ணுக்குச் செல்லும் அதிக அளவு தண்ணீர் வழக்கமாகத் தாவரத் திரவத்தின் அடர்வைக் குறைக் கிறது. தண்டிலே அடர்வுநிலைகள் (Concentration gradient) அமைந்திருக்கின்றன. தண்டின் உச்சிப் பகுதியிலுள்ள திரவத்தின் அடர்வு தண்டின் அடிப்பகுதியிலுள்ள திரவத்தின் அடர்வைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கிறது. வெட்டப்பட்ட (Pruned) தாவரங் களின் திரவத்திலுள்ள அடர்வு, வெட்டப்படாத தாவரங்களின் திரவத் திலுள்ள அடர்வைவிடக் குறைவாகவே இருக்கின்றது. ஏனெனில், முன்னதில் வேகமான வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. எலுமிச்சை முதலிய தாவரங்களில் இந்த வெட்டுதலினுல் ரீடும் ஹெல்மாவும் (Reed and Helma, 1926) எந்த மாற்றங்களையும் அறியவில்லை. எனவே, எலுமிச்சைத் தாவரத்தின் வாழ்வியலில் ஏதோ ஒன்று இருந்து கொண்டு இம் மாற்றங்கள் ஏற்படாமல் தடுக்கின்றது என்று கருதினர்கள்.

9-16. ஆக்ஸின்கள் (Auxins)

வளர்ச்சியில் ஆக்ஸின்களைப்பற்றிய விளக்கங்களைத் தெளிவாகவும் விளக்கமாகவும் 'ஹார்மோன்கள், ஆக்ஸின்கள்' என்ற பகுதியில் 'வளர்ச்சிச் சீராக்கிகள்' என்ற தலைப்பின்கீழ் முன்னரே அறிந்தோம். எனினும் இங்கு ஒரு சில முக்கியக் குறிப்புகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1. வேர்தோன்றலில் ஆக்ஸினின் விளைவு: பரிசோதனை 1 (Effect of Auxins on root formation): 50 முளைக்கும் விதைகளை எடுத்து இருண்ட அறையில் மணலின்மீது 12—20 செ.மீ. வரை வளரச் செய்ய வேண்டும். பின்னர் இவற்றின் வேர் ஒரே நீளமாக இருக்கும்படி வெட்டிக்கொண்டு அவற்றை 5 பிரிவுகளாகப் பிரித்துக்கொள்ள வேண்டும். ஒவ்வொரு பிரிவையும் முறையே இண்டோல் அசிடிக் அமிலம் (Indole acetic acid) 0.01%, 0.001%, 0.0001%, 0.00001%, 0.000001% அடர்வில் உள்ள திரவத்தில் 24 மணி நேரம் நனைத்தெடுக்க வேண்டும். பின்னர் ஒரு தட்டில் வைத்து நான்கு நாள்களுக்குப் பின் பார்த்தால், வேர்கள் வளர்ந்திருக்கும். ஒவ்வொரு வகைச் சிகிச்சையினுல் எவ்வளவு (எண்ணிக்கையில்) வேர்கள் தோன்றின என்று கணக்கெடுத்துப் பதிவுசெய்யவேண்டும். இப்போது வேர் தோன்றுவதற்கு ஆக்ஸின் எவ்வளவு துணைசெய்கிறது என்று விளங்கும்.

9-17. ஒளிக்காலம் (Photoperiodism)

ஒளிக்காலம் தாவரங்களில் எந்தெந்தப் பகுதியில் என்னென்ன விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றது என்பதனை இப் படலத்தின் (Chapter) ஆரம்பத்தில் ஆங்காங்கே **ஒளிபெறும் காலம்** (Light Duration), **ஒளிக்காலத் தூண்டல்** (Photoperiodic Induction), **ஒளிக்காலச் செயற்பாடு** (Mechanism of Photoperiodism), **ஒளித்தீவிரம்** (Light Intensity), **ஒளியின் தரம்** (Light quality), **அகச்செங்கதிர்** (Infra - red Rays), **புற ஊதாக்கதிர்** (Ultra - violet Rays), **கதிர்வீச்சு ஆற்றல்** (Radiant Energy) முதலிய பல தலைப்புகளின்கீழ் விவரிக்கப்பட்டிருப்பினும், இங்குச் சுருக்கமாக ஒளிக்காலத்தைப்பற்றி ஒட்டுமொத்தமாக ஏற்படும் விளைவுகளைப் பார்ப்போம்.

தாவர வளர்ச்சியின்மீது ஒளித்தீவிரமும் ஒளிபெறும் காலமும் குறிப்பிட்ட விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. குறிப்பாக, ஒளிபெறும் காலத்தைப்பற்றித் தீவிரமாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. அதனுல் பகற் காலத்தின் நீளத்தையும் பொறுத்துப் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சியும் ஏற்படுகிறது.

இந்த உறவு தாவர ஆராய்ச்சியில் ஒரு சுவையை ஏற்படுத்தியது. 1906-ல் மேரிலாண்ட் மம்மத் (Marylandt Mammoth) என்ற வணிகத் துறைப் புகையிலை 10—15 அடி உயரம் கோடைநாள்களில் வளர்ந்து அநேக பெரிய இலைகளை உண்டாக்கியது. ஆனால், அவை குளிர் காலம் முடியுமட்டும் விதைகளை உற்பத்தி செய்யவில்லை. இது ஏன் என்று W.W. கார்னர், H. A. அல்லார்ட் என்ற இரு வாழ்வியல் வல்லுநர்களால் (W.W. Garner and H.A. Allard, Plant Physiologists of the Bureau of Plant Industry, U.S.A) ஆராயப்பட்டது.

அவர்கள் அத் தாவரங்களை வயலிலிருந்து கண்ணாடி வீட்டிற்கு மாற்றினார்கள். பருவ முடிவில் உடனே அவை மலர்களையும் விதைகளையும் உற்பத்தி செய்தன. பின்னர் அவற்றைப் பூந்தொட்டியில் வைத்து வளர்த்தார்கள். இப்போது குளிர்காலத்தில் அவை மூன்றே அடி உயரம் வளர்ந்திருந்தாலும் ஏராளமான விதைகளை உற்பத்தி செய்வதைக் கண்டார்கள். அவர்கள் பல பரிசோதனைக்குப் பின்னர், கண்டதென்னவெனில் பகற்பொழுதின் நீளமே இவற்றிற்குக் காரணம் என்பதாகும்.

எனவே, மேற்கூறிய பரிசோதனைகளினால் தாவரங்கள் **நீண்ட நாள் தாவரங்கள்** (Long-day plants), **குறுகிய-நாள் தாவரங்கள்** (Short-day plants), **இடைப்பட்ட நாள் தாவரங்கள்** (Intermediate-day plants) என்று பிரிக்கப்பட்டன. மேற்கூறிய வகைகள் தாவரத்திற்குத் தாவரம், இடத்திற்கு இடம், பருவத்திற்கு பருவம் வேறுபட்டிருக்கும்.

இந்த ஒளிக்காலக் கண்டுபிடிப்புத் தாவர வல்லுநர்களுக்கு வட பகுதித் தாவரங்களில் பரவியிருத்தல், தென்பகுதி தாவரங்களில் பரவியிருத்தல்களைப்பற்றி மேலும் நன்றாக அறிந்துகொள்ள துணை புரிகிறது. இஃது இன்னின்ன தாவரங்கள் இன்னின்ன இடங்களில் தான் வளரும் என்பதைக் கூறவும், இன்னின்ன தாவரங்கள் இன்னின்ன பருவ, மாத, நாள்களில் நடவேண்டும் என்று கூறவும் துணை புரிகிறது. ஒளிக்காலம் மாற்றியமைக்கும் கலை வேளாண்மைத் துறையில் ஒரு முக்கியத்துவம் பெற்று அதிக மகசூலையும், உயர்தானியங்களையும் கொடுக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

9-18. வெர்னலைசேஷன் (Vernalization)

பொதுப் பரிசீலனை (General consideration): வெர்னலைசேஷன் என்ற சொல்லை முதன்முதலில் உருவாக்கியவர்கள் உருஸ்யர்கள் (Russians). அவர்களால் **அயரோவிசேஷன்** (Iarovization), **ஜராவிசேஷன்** (Jaravization), **யாராவிசேஷன்** (Yaravization),

அயரோவ்ட்சியை (Iarovtsii) முதலிய சில விதைகளின்மீது ஏற்படும் சிகிச்சையைக் குறிக்கப் பலவாருகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதனை ஆங்கிலேயர்கள் ஸ்பிரின்ஜிபிகேஷன் (Springification), வெர்னலிசேஷன் (Vernalization) என அச் சிகிச்சை முறையினை விளக்கப் பயன்படுத்தினர். தற்போது 'வெர்னலிசேஷன்' என்றே பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தாம்ஸன் (Thomson, 1936) கூற்றுப்படி வெர்னலிசேஷன் என்ற பெயர் தாவரங்களினுடைய மலர்களை வேகமாக மலரச்செய்யவும், அவை விரைவாகப் பெருக்கமடையச் செய்யவும் விதைகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் சிகிச்சைக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது. மார்டினும், லாடியும் (Martin and Laude, 1933) இளவேனிலில் விதைக்கப்பட்ட விதைகள் முதிர்ச்சியடையக் குளிர்காலத் தானிய வகைக்கு அளிக்கப்படும் ஒரு சிகிச்சை என்று கூறினர். இளவேனிற்காலத் தானிய விதைகளை அவற்றிற்குரிய காலத்திற்கு முன்னதாக முதிரச்செய்யவும், பலனளிக்கவும் பயன்படும் சிகிச்சை வெர்னலிசேஷன் என்பது. விதைகளினுடைய வெர்னலிசேஷன் சிகிச்சை வளரும் தாவரங்களுக்கு அதன் வளர்நிலைகளில் ஏற்பட்ட ஒரு நிகழ்ச்சி அல்லது சம்பவம். இஃது இல்லாமலே அவை சாதாரணமாக வளரக்கூடும் என்று தாம்ஸன் (Thomson, 1936) கூறுகிருர். சுருக்கமாக, இது விதை முளைத்தலில் ஆரம்பித்துப் போதுமான ஈரமும், வெப்பமும், ஒளியும் கிடைத்தவுடன் ஒரு தடையை ஏற்படுத்துகிறது. விதை முளைத்தல், முளைவேர், விதையைக் கிழித்துக் கொண்டு வெளிவரும் காலம் வரைக்கும் வளர்க்கப்பட்டுப் பின்னர் சிகிச்சை அளிக்கப்படுகிறது. விதையுறக்கம் (Dormancy) கொண்ட விதைகளுக்கு இச் சிகிச்சையை வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்த முடியாது. ஆனல், முளைக்கரு வளர்ச்சியை ஆரம்பித்து வளர்ந்திருக்க வேண்டும். விதைகட்கு இம் முறையில் சிகிச்சையளிக்கப்பட்ட பின்னர் அவற்றை உடனே விதைக்கலாம்; உலரவைத்துப் பின்னுல் விதைக்கும் வரைக்கும் வைத்திருக்கலாம்.

மெக்கின்னி (McKinny), ஸாண்டோ (Sando), மார்டின் (Martin), லாடி (Laude), மெக்கீ (McKee) முதலியோரின் கூற்றுப்படி குளிர்காலத் தானியங்களில் வெர்னலிசேஷன் முறை என்பது அத் தானியங்கள் முளைக்கக்கூடிய அளவு தண்ணீரை அத் தானியங்களுக்குத் தெளிக்கவேண்டும். இது பொதுவாக ஓரிரு நாள்கள் நடைபெறுகிறது (நம் நாட்டில் வேளாண்மையில் பழங்காலத்திலிருந்தே தானியங்களை விதைப்பதற்கு முந்திய நாளில் அத் தானியங்களை ஒரு மூட்டையில் கட்டி விதைப்பதற்கு முன்னர் ஊற வைப்பார்கள்). அக் காலத்தில் அவை 10°C முதல் 12°C வரை உள்ள வெப்பநிலையில் இருக்கவேண்டும். பிறகு அவ் விதைகளை

3 முதல் $5^\circ C$ வரையிலுள்ள வெப்பத்தில் அடிக்கடி கிளறிவிடவேண்டும். அக் காலத்தில் அதன் ஈரம் ஒரே அளவாக இருக்கும்படி பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். வெப்ப நேரம் விதைக்கு விதை மாறுகின்றது. ஆனால், சராசரி நேரம் 35 முதல் 45 நாள் வரையிலாகும். வெர்னலை சேஷன் குறைந்தது சில தாவரங்களுக்கு இருளில் பூர்த்தியாக வேண்டும் என லைசென்கோ (Lysenko, 1932) கூறினர். அவர் மேலும் கூறியதாவது, முளைப்பதற்கு உயர்வெப்பம் தேவைப்படும் சில தாவரங் களுடன் (கம்பு, சோளம், சோயாபீன்ஸ், சூடான்புல் முதலியன) முளைக்கும் காலம் சிகிச்சை பெறும் காலத்திற்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும் என்பதாகும். முளைத்தல் ஏற்பட்ட பின்னர் எப்படியும் விதைகளை $20^\circ C$-லிருந்து $30^\circ C$ வரை 5 முதல் 10 நாள் வரை வைத் திருக்கவேண்டும்.

வெர்னலைசேஷன் என்று மிகப் பிரசித்தமாயிருந்த பழங்கால விதைச் சிகிச்சை புதிய பெயரில் தற்போதிருக்கிறது. குளிர்த் தாவரங்களுக்கு முளைத்தலின் ஆரம்பநிலைக்குக் குறைவான வெப்பமே தேவைப்படுகிறது என்பது பழங்காலத்திலிருந்தே நாம் அறிந்ததுதான். இதற்குச் சமமான ஒரு செயல் 'வெர்னலைசேஷன்' என்று வழங்கப் படுகிறது.

குளிர்கால விதைகளை இளவேனிற் காலத்தில் விதைப்பதனால் ஒரு பெரும் வெற்றி ஏற்படுகிறது. இவ் விதைகள் அவ்வாறு முளைத்த பின்னர்க் குளிர்கால ஆதிக்குணங்களைப் பெற்றிருப்பதுடனல்லாமல் அதிக அளவு மகசூலையும் தருகின்றன. மேலும், இஃது இளவேனிற் கால வகைக்கு எவ்விதத்திலும் குறைவில்லாமல் காணப்படுகிறது.

1. வெர்னலைசேஷனின் வணிக மதிப்பு (Economic value of vernalization): வெர்னலைசேஷன் ரஷ்யாவில் கடந்த நாற்பத்தைந்து ஆண்டுகளாக நடைமுறைப் பழக்கத்திலிருந்து வருகிறது. இதனால் வடக்கு அமெரிக்காவிலும் மேற்கு ஐரோப்பாவிலும் உள்ள மக்களின் கவனம் ஈர்க்கப்பட்டது. எனவே, அங்குத் தாவரவியல் வல்லுநர்கள் வெர்னலைசேஷனின் நடைமுறையைப்பற்றி ஆராய்ந்தார்கள். அவர் களுக்குக் கிடைத்த சான்றுகள் இவ் வெர்னலைசேஷனால் மெச்சத் தகுந்த பலன் ஏதும் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை என்பதேயாகும். அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் கிடைக்கும் இளவேனில்வகை விதை ஏராளம். அவை அக் காலங்களுக்கே வெர்னலைசேஷன் ஏதுமின்றித் தேவையான பலனைக் குளிர்காலப் பயிரைப்போன்று அளிக்கின்றன. மேலும், இளவேனிற்காலப் பயிர்களின் வெர்னலைசேஷனுக்காகச் செலவாகும் தொகையாவது அச் சிகிச்சையினால் கிடைக்குமா என்ற ஐயப்பாடு எழுந்தது. எனவே, இளவேனில் விதைகளைக் குளிர்கால

விதைப் பகுதிகளில் அவை பயனளிக்காமல் அழியும் காலத்தில் பயன் படுத்தலாம் என்று ஆலோசனை கூறப்பட்டது. அநேக சமயங்களில் இளவேனில் விதையின் தேவை வெர்னலைசேஷன் அனுமதிக்கப் போதுமான காலத்தில் நிர்ணயிக்க முடியவில்லை. இங்கிலாந்தில் குளிர் காலத்தில் விதைக்கப்பட்ட கோதுமை எப்பொழுதும் சிறந்த மகசூலைக் கொடுக்கிறது. விதைக்கும் காலம் வேலையின் நெருக்கத்தை விடுவிக் கிறது. வெர்னலைசேஷன் குளிர்காலக் கோதுமை, இளவேனிற்காலக் கோதுமையைக் காட்டிலும் சிறந்ததாக இருப்பினும் அளவில் குறைந்ததாக இருக்கிறது; அதாவது மகசூல் குறைவாக இருக்கிறது.

குளிர்காலத் தானியங்களில் வெர்னலைசேஷன் வளர்ச்சியின் நேரத்தை மிச்சப்படுத்துகிறது; இனப்பெருக்கத்தை முந்தித்தருகின்றது. ஆகையால், ஒரே பட்டத்தில் மூன்று முறை பயிர் செய்யலாம்.

2. வெர்னலைசேஷன் செயலின் கோட்பாடு (Theory of the process of the Vernalization): மாக்ஸிமாவ் (Maximow, 1934, 1935), பர்விஸ் (Purvis, 1934), தாம்ஸன் (Thomson, 1936), லைசென்கோ (Lysenko, 1936), ஆகிய இவர்கள் கூற்றுப்படி இச் செயலின் பலன் கீழ்க்கண்டவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றை ஆதாரமாகக் கொண்டு அமைந்ததாகும்.

(1) வளர்ச்சியும் பெருக்கமும் (Growth and development) ஒரே செயலல்ல. ஆனால், ஒன்றுக்கொன்று சுதந்திரமானது; தனித் தனியானது.

(2) ஓராண்டு விதைத் தாவரத்தின் (Annuals) பெருக்கத்தின் முழுச்செயல் தனித்தனி நிலைகளையும் படிகளையும் தொடர்ச்சியாகக் கொண்டதொன்று.

(3) இந்த நிலைகள் (மேற்கூறிய நிலைகள்) எப்போதும் கண்டிப் பாக ஒரு தொடர்வரிசையில் ஏற்பட முடியாது. முதல்நிலை பூர்த்தி யடையாமல் அடுத்த நிலை கண்டிப்பாக ஏற்படாது; வளராது.

(4) ஒரே தாவரத்தில் பெருக்கத்தின் வெவ்வேறு நிலைகள் பூர்த்தி யடைவதற்கு வெவ்வேறு (புற நிபந்தனைகள்) அமைப்பு ஏற்பட வேண்டும்.

லைசென்கோ சொற்படி தாவரத்தின் பெருக்கத்திற்குக் குறைந்தது இரண்டு பிரதான நிலைகள் தேவைப்படுகின்றன. அவை பின்வருமாறு:

1. வெப்பநிலை (Thermo-stage): இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் அடிப்படை தோன்றுவதற்கு இந்த நிலை கண்டிப்பாகப் பூர்த்தியடைந் திருக்கவேண்டும். இந்த நிலை பூர்த்தியடைவதற்குத் தேவையான

குறைந்த வெப்பம் 0°C முதல் 20°C வரையில் தகுந்த ஈரமும் காற்றும் கொண்டிருக்கவேண்டும். இதற்குத் தேவைப்படும் காலம் அத் தாவரங்கள் வளரும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையைப் பொறுத்திருக்கும். இந்த வெப்பநிலை விதையுறக்கம் மறைந்த பின்னரே உட்படுகிறது. முளைக்கரு விதையுறையைத் துளைக்காமல் வளரத் தூண்டப்படுகிறது. இவ்வாறு சிகிச்சைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட விதைகள் இன்னும் விதைகளாக இல்லை என்பதைக் காட்டுகின்றன. எல்லாப் புறத்தோற்றங்களுக்கும் இவ்வகை விதைகள் மாருமலிருப்பதாகக் காட்சியளித்தாலும், அவை வாழ்வியல் செயலில் (Physiological action) மாற்றம் அடைந்த வையே. அநேகக் குளிகாலக் கோதுமை வகைகள், இளவேனிலில் விதைத்தபோது கதிர்விடத் தவறுகின்றன. ஏனெனில், வெப்ப நிலைக்குத் தேவைப்படும் வெப்பம் மிகவும் அதிகமானது. இந்த நிலை முடிந்த பின்னர்த்தான் தாவரப் பெருக்கத்தின் வட்டச் சுற்றில் (Plant development cycle) அடுத்த நிலை ஏற்படும்.

பீட்ரூட் விதைகளை விதைப்பதற்கு முன்னர், இலேசாகச் சூடு காட்டி விதைத்தால் தாவரங்கள் இடிபோல் பெருகுகின்றன. முழு வளர்ச்சி எய்திய முட்டைக்கோசு ஒன்றினை வெப்பமான கண்ணுடி வீட்டில் வளர்த்தால், இரண்டு வருடமானுலும் அவை மலர்வதில்லை, ஆனால், அதே முட்டைக்கோசை அதே நாளில் ஒரு குளிர்ச்சியான கண்ணுடி வீட்டில் வளர்த்தால் அவை 22 வாரங்களில் மலர்கின்றன. அதே நேரத்தில் முட்டைக்கோசை டிசம்பர் வரையிலும் திறந்த வெளியில் வளரவைத்துப் பின்னர் வெப்பமான கண்ணுடி வீட்டிற்கு மாற்றினுல், அவை ஆறு வாரங்களில் மலர்கின்றன. எப்படியும் விதைகள் இளவேனில் வரைக்கும் உறக்கத்தில் இருந்துவிட்டுப் பின்னர், முளைத்தால் மலர் கொடுப்பதில்லை. இது நமக்கு அறிவுறுத்துவது என்னவெனில், குளிர்காலத்தின் குளிர் வளரும் விதைகள்மீது செலுத்தப்படுவதேயல்லாமல் உறக்கத்திலுள்ள ஒன்றன்மீதன்று என்பதாகும்.

சில தாவரங்களில் பயிரின் நிலையை நிலைநிறுத்த கிரிப்டோ-வெஜிடேஷன் (Crypto-vegetation) என்ற சொல்லை டிராகெட்டி (Dragetti, 1933) பயன்படுத்தினுர். இவை குளிர்காலத்தில் குறைந்த வெப்பநிலையில் வளர்பவை. தட்பவெப்பத்தின் விளைவால் விட்டு விட்டு ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவதால் அல்லது வளராமல் இருப்பதால் ஏற்படும். இவை மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்த நிலைகளாகும். குளிர்காலத்தில் கோதுமைப் பயிர் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களைச் செய்யத் தொடர்ந்து ஊட்ட உப்புகளை (Nutrient salts) உறிஞ்சுகின்றன. அதிலும் சிறப்பாக நைட்டிரஜப் பொருள்களை உறிஞ்சு

கின்றன. இவ் வுண்மைகள் எதனைக் காட்டுகின்றனவென்றால், தாவரங்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட குளிர்கால ஓய்வுநேரம் எதுவும் இல்லை என்பதேயாகும்.

2. ஒளிநிலை (The Photo-stage): வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களெல்லாம் இனப்பெருக்கத்தை ஆரம்பிக்கக்கூடியனவாக இல்லை. எனவே, ஒளிநிலை (photo-stage) தேவைப்படுகிறது. ஒளிநிலை வெப்பநிலை பூர்த்தியடைந்தவுடன்தான் பயனுள்ளதாக இருக்கிறது. ஒளிநிலைக்கு உயர்ந்த வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. ஒளிநிலை நீண்ட-நாள் (Long-day) காலங்களில்தான் ஏற்படுகிறது, அல்லது ஒளிநிலை தொடர்ச்சியான ஒளியில் ஏற்படுகிறது. நீண்டநாள் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான முழுவட்டச் சுற்றிற்கும் வேண்டுவதில்லை. ஆனால், அவை வெப்பநிலைக்குப் பின்னர், இந்த நிலையில் ஒரே ஒரு நிலையைக் கடந்து செல்லக்கூடியதாக இருக்கவேண்டும். ஒளிநிலை கோதுமையில் தொடர்ச்சியான ஒளியில் மிக வேகமாகவும், நீண்ட-நாள் காலங்களில் சிறிது தாமதமாகவும், குறுகிய-நாள் காலங்களில் கால வரம்பின்றித் தாமதமாகவும் பலனளிக்கக்கூடியதாக இருக்கிறது.

இளவேனிற்காலக் கோதுமை, குளிர்காலக் கோதுமையில் ஏற்படும் இனப்பெருக்கம் இந்த வெப்ப, ஒளிநேரங்களைச் சார்ந்திருக்கவில்லை என்று மெக்கின்னியும் ஸாண்டோவும் (McKinney and Sando, 1935) கூறுகிறார்கள். எப்படியும் இனப்பெருக்கம் ஏற்படும்பொழுது காலம், வெப்பம், ஒளிநேரம் ஆகிய இம் மூன்றினாலும் செயலாக்கம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. எல்லா இளவேனிற் கோதுமைகளும் அவற்றின் வாழ்நாள் முழுமைக்கும் அவற்றுக்குக் கொடுக்கப்படும் நீண்ட-நாளையும் வெப்பம் 70°Fஐயும் கொண்டு அவற்றின் வாழ்க்கைச் சுற்றை மிக வேகமாகப் பூர்த்திசெய்து கொள்கின்றன. அதே நேரத்தில் குளிர்காலக் கோதுமை குறைந்த நாளும், குறைவான வெப்பமும், அவற்றின் வாழ்க்கைச் சுற்றை முடிக்கப் போதுமானவையாக இருக்கின்றன. இதில் ஆரம்ப நிலையில் குறைந்த வெப்பமும், பின்னுள்ள நிலையில் உயர்ந்த வெப்பமும் தேவைப்படுகிறது.

10. காரணிகள்: தாவரங்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும், சாதிக்கும் காரணிகள்

(Factors: Affecting and Influencing the growth of Plants)

[காரணிகள்— அகக் காரணிகள் — புறக்காரணிகள் — வேர்-தண்டு களின் வளர்ச்சியில் காரணிகள் — பயிர் வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள் — பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணிகள்— இனப்பெருக்க வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள்—இனப்பெருக்க வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணிகள் — விதையுறக்கமும் விதை முளைத்தலும்.]

0-1. காரணிகள் (Factors)

இதுவரைக்கும் தாவரங்களின் வளர்ச்சி எவ்வாறு ஏற்படுகிறது ான்பதைப் பார்த்தோம். தாவரங்களின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கவோ நடை செய்யவோ பல காரணிகள் இருக்கக்கூடும். எனவே, பொதுவாக வளர்ச்சியைப் பாதிக்கக்கூடிய காரணிகள் (Factors affecting growth), வளர்ச்சியைச் சாதிக்கக்கூடிய காரணிகள் (Factors influencing growth) எவையெவை என்று சற்று ஆராய்ந் தால், நாம் தாவரங்களின் முழு வளர்ச்சியை மீண்டும் ஒரு முறை அறிந்துகொண்டது போலாகும். காரணிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில்தான் இருக்கவேண்டுமென்பதில்லை. அவை அகத்தே இருந்தும் பாதிக்கவோ சாதிக்கவோ செய்யலாம். அவற்றை **அகக்காரணிகள்** (Internal factors) எனலாம். அதுபோலவே புறத்தேயிருந்து வளர்ச்சியைப் பாதிக்கவோ சாதிக்கவோ செய்ப வற்றைப் **புறக்காரணிகள்** (External factors) எனலாம்.

சிற்சில வேளைகளில் அகக்காரணிகள் தனியாகவும், புறக்காரணிகள் தனியாகவும் தாவர வளர்ச்சியில் தலைகாட்டுகின்றன அல்லது இவ் விரண்டு காரணிகளும் ஒருசேர நுழைந்து வளர்ச்சியை மிகவும் மோசமாக்கவோ அவற்றில் ஒரு விகாரம் ஏற்படுத்தவோ செய்கின்றன என்பது முற்றிலும் உண்மை. எனவே, அவ்வாறு பாதிக்கும் காரணிகளை நாம் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

காரணிகள்

I. அகக்காரணிகள்

1. புரோட்டோபிளாஸத்தின் பாரம்பரியம்
2. செல்திரவத்தின் அடர்வு
3. ஆக்ஸின்கள்
4. ஹார்மோன்கள்
5. விதைகளின் அளவு
6. முளைக்கும் சதவீதம்
7. வெப்பம்
8. சேமிப்பு உணவு
9. விதைகள் கெடாத காலம்
10. தாவரங்களின் வாழ்நாள்
11. உடலின் அமைப்பு

II. புறக்காரணிகள்

1. வெப்பம்
2. ஊறு
3. இறுகிப்போதல்
4. வறட்சி
5. ஒளி
6. இருள்
7. பல்வகைக் கதிர்கள்
8. எக்ஸ்ரே
9. ஒருபக்க ஒளி
10. ஒளியின் தீவிரம்
11. ஒளிபடும் காலம்
12. நீண்ட-நாள்
13. குறுகிய-நாள்
14. மலர்விடுதல்
15. சேமிப்பு உறுப்புகள் தோன்றல்
16. வேதியியல் மாற்றம்
17. மின்சாரம்
18. ஹைட்டிரஜன்-அயனி அடர்த்தி
19. வாயுக்கள்
20. வேறு காரணிகள்
21. தண்ணீர்
22. மண்ணிலுள்ள திரவம்
23. மண்ணிலுள்ள காற்று
24. மண்ணின் தன்மை
25. சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை

26. மழை
27. காற்றிலுள்ள ஈரம்
28. பருவகால மாற்றங்கள்
29. விலங்குகள்
30. மண்
31. தட்பவெப்பம்
32. நுண்ணுயிர்

10-2. அகக்காரணிகள் (Internal Factors)

இவை பொதுவாக உலகவழக்கில் உட்காரணிகள் என்று வழங்கப்படுகின்றன. இவை பாரம்பரிய இயல்பினுல் (Genetical constitution) அமைக்கப்பட்டன. ஒரு கருவுற்ற முட்டையில் (Fertilized egg) சில பாரம்பரிய இயல்புகள் காணப்படுகின்றன. அவை தாவரங்கள் எவ்விதப் புறச்சூழ்நிலையில் வளர்ந்தாலும் மாருமல் வளர்ச்சியின் ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவத்தைத் தருகிறது என்று ஹன்னு (Hanna, 1925) கூறுகிருர். ஆகையால், ஒரு குட்டையான செடியை எந்தச் செயற்கை ஊட்ட முறையினுலும் ஒரு குறிப்பிட்ட உயரம் தேவையான அதிக உயரம் வளர்க்க இயலாது. இதுபோன்ற பாரம்பரீயக் காரணிகளின் வளர்ச்சிமீதான விளைவு பசுமைச் செடிகளிலும் வெளிர்ப் பசுந்தாள்களிலும் (Albino corn seedlings) தாம் பார்த்திருப்பதாகக் கெம்ப்டென் (Kempton, 1924) கூறுகிருர். தாவரங்கள் பிரதான வாழ்வியலில் அவ்வளவு மாற்றங்கள் கொண்டிருக்கையில் ஒரே அளவான வளர்ச்சியின் விகிதத்தை ஒரு நிச்சயமான காரணியாகக் கருதலாம். இவ் விருவகைத் தாவரங்களின் வளர்ச்சி பாரம்பரியக் காரணிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது என்று நம்பப்படுகிறது. இக் காரணிகள் பசுங்கணிகங்களுடனே ஒளிச்சேர்க்கையுடனே தொடர்புடையவை யாகா.

மேற்கூறிய அகக்காரணிகள் தவிர, இன்னும் பல அகக்காரணிகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றை இங்குச் சற்று ஆராய்வோம்:

1. புரோட்டோபிளாஸத்தின் பாரம்பரியம் (Inheretant Nature of protoplasm): புரோட்டோபிளாஸம் உயிரின் அடிப்படை (Physical base of life) என்பது நாம் அறிவோம். இப் புரோட்டோபிளாஸம் ஒவ்வொரு செல்லிலும் அமைந்திருக்கிறது. ஒவ்வொரு செல்லும் நேர்முகமாகவோ (Amitosis), மறைமுகமாகவோ (Mitosis) பிரியும்போது இப் புரோட்டோபிளாஸம் நியூக்கிளியஸுடன் (Nucleus) பிரிந்து சேய்ச்செல்களை உண்டாக்குகின்றன. இச் சேய்ச் செல்கள் இவ்விதமாகத் தாயின் குணத்தை (புரோட்டோபிளாஸத்தின்

வழியாக) வழிவழியாகப் பெறுகின்றன. இச் செயல் பாரம்பரியச் செயலன்றி வேறன்று. அஃதாவது தாய் பெற்றிருக்கும் வளர்ச்சிக் குணத்தைப் பாரம்பரியமாகச் சேய் பெறுகின்றது. அதன் காரண மாகத் தாய்ச்செடி எவ்வாறு வளர்ந்து தோற்றங்களைத் தெரிவித்ததோ அவ்வாறே சேய்ச்செல்லும் பல தோற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. அதுபோலவே தாய்ச்செல்லில் வளர்ச்சிக் காலத்தில் புரோட்டோபிளாஸம் சில பாரம்பரியக் குணங்களின் காரணமாக மாறுபாடாக நடந்திருந்தாலோ வேதியியல் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தியிருந்தாலோ சேய்ச்செல்லும் தன் வளர்ச்சிக் காலத்தில் அவ்வித மாற்றங்களை அப்படியே தன் புரோட்டோபிளாஸத்தில் காட்டுவதற்குத் தவறுவதில்லை.

2. செல்திரவத்தின் அடர்வு (Cell-sap concentration): செல் திரவத்தின் அடர்வும் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கக்கூடிய காரணிதான். இக் காரணியைப்பற்றி விளக்கமாக விளைவுகளின் (effects) கீழ்க் குறிப்பிடப்பட்டிருப்பினும், அதன் கவனம் மீண்டும் இங்கு ஈர்க்கப் படுகின்றது. புறணித் திரவத்தின் (cortex- sap) மூலக்கூறுகள் அடர்வு மிகுந்திருந்தால் வளர்ச்சி தாமதப்படுகின்றது. இவ் வடர்வு நீங்கினால் அல்லது நீக்கப்பெற்றால் வளர்ச்சி ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. தண்டின் அடிப்பகுதியில் உள்ள திரவத்தின் அடர்வு நுனிப்பகுதியில் உள்ளதைக் காட்டிலும் மிகவும் அதிகமாக இருக்கின்றது, எனவே, அடிப்பகுதியில் ஏற்படும் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது; நுனிப் பகுதியில் வளர்ச்சி தொடர்கிறது.

3. ஆக்ஸின்கள் (Auxins): தாவர வளர்ச்சியில் ஹார்மோன்களின் பங்குப் பணி என்ன என்பது ஒரு முக்கியக் குறிப்பு ஆகும். ஆக்ஸின், வளர்ச்சிப் பொருள்களில் ஒன்றாகக் கருதப்பட்டாலும் ஆக்ஸின்களினால் பல விரும்பத்தகாத விளைவுகளும் ஏற்படுகின்றன. அவற்றில் ஒன்று வளர்ச்சியில் தடையாகும். ஆக்ஸின் குருத்து நுனி அல்லது நுனிமொட்டில் உற்பத்தியாகிக் கீழ்நோக்கி இறங்குகிறது. அவ்வாறு அது கீழ்நோக்கி இறங்கும்பொழுது தனக்குக் கீழே உள்ள மொட்டுகளின் வளர்ச்சியைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றது. ஆக்ஸினின் மற்றொரு பெயர் **தாவர ஹார்மோன்** (Phyto hormone) என்பதாகும். இது மூவகைப்படும், அவை ஆக்ஸின் ஏ, ஆக்ஸின் பி, ஹெட்டரோ ஆக்ஸின். இவற்றின் விவரம் 'ஆக்ஸின்கள்' என்ற தலைப்பின்கீழ் நன்கு விளக்கப்பட்டுள்ளது.

ஆக்ஸின்கள் தண்டின் வளர்திசுக்களில் அபரிமிதமாகச் சுரக்கின்றன. அவை வேர்களின் நுனியிலும் இலைகளின் நுனியிலும் இன்னும் வேறு சில உறுப்புகளிலிருந்தும் சுரக்கின்றன. ஆக்ஸின்

களின் ஒரு மிக முக்கியமான குணம் என்னவென்றால், எவ்வளவு காலத்திற்கு நுனிக்குருத்து இருக்கின்றதோ அவ்வளவு காலத்திற்கு இடைக்குருத்தை வளரவிடாது.

4. **ஹார்மோன்கள்** (Hormones): தாவர ஹார்மோன்கள் **ஆக்ஸின்கள்** (Auxins), **ஜிப்ரல்லின்கள்** (Gibberellins), **லேக்டோன்கள்** (Lactones), **கினின்கள்** (Kinins) எனப் பலவகைகளாகப் பிரிக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவை தவிர வேறுவகை ஹார்மோன்களும், தனிப் பட்ட ஹார்மோன்களும் இருக்கின்றன. இவை மிகவும் சிக்கலான, ஆனால் அதே நேரத்தில் மாறுபட்ட விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. அம் மாற்றங்கள் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையை ஒட்டி ஏற்படுகின்றன.

ஒவ்வொரு ஹார்மோனும் ஒரு கிரியா ஊக்கி (catalyst) அல்லது நடைபெறும் செயலை நடைபெறுமலிருக்கச் செய்யும் ஒரு பொருள். இவை புரோட்டோபிளாஸத்தில் வேதியியல் மாற்றங்களைச் செய் கின்றன. இத் தொடர்ச்சி, தொடர்ச்சியான சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை களால் பாதிக்கப்படுகிறது; அல்லது சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப அமைகிறது. ஒரு செல்லோ, வேரோ ஒரு குறிப்பிட்ட ஹார்மோனுக் குத் தாங்கள் செயல்படுவதுபோலச் செயல்படவேண்டியதில்லை. இவ்வாறு ஏற்படும் இவற்றின் வேதியியல் செயல்கள் தெரியவில்லை யென்றாலும் இவற்றால் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது.

5. **விதைகளின் அளவு** (Size of seeds) : அவரை விதைகளில் பரிசோதனையாகக் கண்டதென்னவெனில், சிறிய விதைகளிலிருந்து வளர்ந்த செடியைக் காட்டிலும் பெரிய விதைகளிலிருந்து வளர்ந்த செடி பெரியதாகவும், உயர்ந்த இனமாகவும், தரமுள்ளதாகவும், வெப்பம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வேகமாக வளரக்கூடியதாகவும் இருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, 15° C-ல் பெரிய விதைகள் வளர 3.1 நாள்களே போதுமானதாக இருக்கின்றன. ஆனால், அதே நேரத்தில் சிறிய விதைகள் 15° C-ல் வளர 8.5 நாள்கள் தேவைப்படுகின்றன. இதை ரூடால்ப்ஸ் (Rudolfs, 1923), தாம் செய்த பரிசோதனையில் கண்டு பிடித்துள்ளார். எனவே, வளர்ச்சியில் விதைகளின் அளவும் ஓர் அகக் காரணியாக இருந்து வளர்ச்சியைப் பாதிக்கிறது.

6. முளைக்கும் **சதவீதம்** (Percentage of Germination): நூற்றுக்கு ஐம்பது விதைகள் முளைக்கின்றன என்பதும் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கக்கூடிய ஓர் அகக் காரணிதான். எடுத்துக்காட்டாக, சம எண்ணிக்கையிலான பெரிய, சிறிய விதைகளை விதைக்கும்போது அதிலிருந்து முளைப்பவை பெரிய விதைகளைக் காட்டிலும் சிறிய விதைகள் ஏக்கர் ஒன்றுக்கு 11% குறைவாகவே முளைக்கின்றன.

ஒரே எடையில் இவ்விரு விதைகளையும் விதைத்தால் 3% சிறிய விதைகள் குறைவாகவே முளைக்கின்றன. இந்தச் சிறிய விதைகளினுல் ஏற்படும் குறைவை நிறைவாக்க அதிக அளவு சிறிய விதைகளை விதைக்க வேண்டும்.

7. வெப்பம் (Temperature) : புறவெப்பம், வளர்ச்சியைப் பாதிப்பதுபோல உள்வெப்பமும் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றது. உள் வெப்பம் குறிப்பிட்ட தாவரத்திற்குக் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு அதிகமாகச் சென்ருலோ குறைந்தாலோ அது உடனே புரோட்டோபிளாஸத்தைப் பாதிக்கின்றது. அதனுல் வளர்சிதை மாற்றங்கள் மாற்றியமைக்கப்படுகின்றன. அதன் காரணமாக வேறுபட்ட வேதியியல் மாற்றம் நிகழ்கின்றது. அதனுல் வளர்ச்சி தன் பாதையினின்றும் பிறழ்கின்றது. வெப்பம் மற்றொரு வகையிலும் பாதிக்கும். அஃதாவது அது காற்றிடைப் பகுதிகளில் உள்ள இடங்களில் குறைவான வெப்பத்தில் தண்ணீரை உறையச் செய்வதனுல் உடலின் உட்புறத்தே ஊறுவிளைகிறது.

8. சேமிப்பு உணவு (Storage food): தாவரங்கள் தங்கள் நிலத்தடித் தண்டிலோ வேறு பல உறுப்புகளிலோ முதற் பருவத்தில் வளரும்பொழுது இரண்டாவது பருவத்திற்குத் தேவையான உணவைச் சேமித்து வைக்கத் தொடங்கினுல் அவற்றின் புற உறுப்புகளிலும், பயிர் உறுப்புகளிலும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளிலும் ஒரு பெரும் பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. அதனுல் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சியும் குன்றுகிறது. இக்குறைவு சேமித்த உணவு செலவிடும்பொழுதுதான் சீராக்கப்படுகிறது.

9. விதைகள் கெடாத காலம் (Viability of seeds): எந்த விதையும் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பின்னர் முளைப்பதில்லை. இத்தன்மை விதைக்கு விதை மாறுபடும். சிலவற்றில் இக் காலம் சில நாள்களாகும்; சிலவற்றில் சில மாதங்கள்; இன்னும் சிலவற்றில் சில ஆண்டுகள். இது போலச் சுமார் 100 ஆண்டுகள் வரைக்கும் கெடாத விதைகளும் உண்டு. விதைகள் கெடாமல் இருந்தால்தான் வளர முடியும். விதைகள் கெட்டுவிட்டால் அவை பாதிக்கப்பட்டுவிட்டன; எனவே, வளரா என்று கூறி விடலாம். எனவே, விதைகள் கெடாமல் பாதுகாக்கப்படும் காலமும் வளர்ச்சியின் அகக்காரணிகளில் ஒன்ருக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

10. தாவரங்களின் வாழ்நாள் (Longivity of plants) : தாவரங்கள் வாழும் காலமும் ஓர் அகக்காரணிதான். ஏனெனில், அவை வாழ வேண்டிய காலம் ஒன்று உண்டு. அவை ஓராண்டுப்

பயிர் (Annuals), ஈராண்டுப் பயிர் (Biennials), பலவாண்டுப் பயிர் (Perennials) என்று பிரிக்கப்படுவதெல்லாம் அவை தங்கள் வாழ்க்கைச் சுற்றை அமைத்துக்கொள்ளும் காலத்தைப் பொறுத்ததே. தாவரங்கள் சில பல ஆயிரம் ஆண்டுகள்கூட வாழ்கின்றன. இவற்றின் மாற்றம் தங்கள் வளர்சிதை மாற்றங்களில் ஏற்படும் வினைவாலோ சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளின் மெல்லிய பாதிப்பினாலோ ஏற்படக்கூடும். எனவே, அவை வாழும் நாளில் குறைவு ஏற்பட்டால், அவை பாதிக்கப்பட்டன என்றுதான் கொள்ளவேண்டும்.

11. உடலின் அமைப்பு (Anatomy): தாவரங்களின் உடற் கூறும் அகக்காரணிகளில் ஒன்று என்னலாம். வேரின் அமைப்பில் போதுமான வேர்த்தூவிகள் இல்லையெனில் விதைத் தாவரங்களில் உறிஞ்சும் சக்தி குறைகிறது. குறைவான உணவும், உப்புகளும், தண்ணீரும் உடலுறுப்புகளுக்குப் போதுமானதாக இருப்பதில்லை. எனவே, உணவு இலையில் தயாரிக்கவும், குறைந்த நீரின் உறிஞ்சு தன்மை மிகவும் பாதிக்கப்படுகிறது. அதுபோலவே தண்டில் உடற் கூறும் அகக் காரணிகளில் ஒன்று. தண்டின் சாற்றுக்குழாய்த் தொகுதி சரிவர அமையவில்லையெனில் உணவும் நீரும் சீராக ஓடுவது பாதிக்கப்படும். தவிர, போதுமான இரண்டாம் சாற்றுக்குழாய்த் திசுக் களைத் தாவரங்கள் ஏற்படுத்தவில்லையென்றால் பக்க வளர்ச்சி பாதிக்கப் படுகிறது. இப் பாதிப்பிற்குக் கேம்பியப் பட்டைகள்தாம் முழுப் பொறுப்பு ஏற்கின்றன. ஊட்டம் நன்றாக இருந்தால்தான் கேம்பியப் பட்டையும் நன்றாக அமையும். கேம்பியப்பட்டை நன்றாக அமைந்தால் தான் இரண்டாம் சைலமும், இரண்டாம் ஃபுளோயமும் அகலமாக ஏற்படும். அதனால் ஆண்டுவட்டம் அகலமாக அமையும். மேலும் வேர், தண்டு ஆகியவற்றின் நுண்மொட்டுகளுக்குத் தடையில்லாமல் இருந்தால்தான் செல் பிரிவும், விரிவும் நன்றாக ஏற்படும். செல்பிரிவும் விரிவும் நன்றாகச் செயல்பட்டால்தான் வளர்ச்சி நன்றாக அமையும். எனவே, தாவரங்களின் உடற்கூறும் பல அகக்காரணிகளைக்கொண்டு செயல்படுகின்றது.

மேற்கூறிய சில பல காரணிகளைத்தவிர வேறுபல நுண்ணிய காரணிகள் அகத்திலே அமைந்து செயல்பட்டாலும் அவை மேற் கூறியவற்றைப்போலத் தனித்து இயங்குவதில்லை. எனினும், அவற்றி னாலும் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படக்கூடும்.

10-3. புறக்காரணிகள் (External Factors)

புறக்காரணிகள் அகக்காரணிகளைப் போலல்லாமல் தனித்து இயங்குவன. புறப்பகுதி பாதிக்கப்படுவதனால் வளர்ச்சியில் தடை ஏற்

படுகிறது. அவற்றில் அநேகம் இருப்பினும் மிக முக்கியமாக எண்ணப் படுவன கீழ்க்காண்பனவே.

1. **வெப்பம் (Temperature)**: தாவரங்களின் வளர்ச்சி வெப்பத் தோடு நெருங்கி இணைந்தது. எல்லாத் தாவரங்களுக்கும் ஏறக்குறையக் குறைவான வெப்பம் (Minimum temperature), சமமான வெப்பம் (Optimum temperature), உயர்வெப்பம் (Maximum temperature) என மூன்று வகை உண்டு. குறைந்த வெப்பம் என்பது 10°C-க்குக் கீழே உள்ளது. உறைநிலையில் உள்ள வெப்பத்தில் தாவரங்களின் வாழ் வியலின் முக்கியச் செயலான வேதியியல் மாற்றங்கள் நிகழ்வதில்லை. எனவே, வளர்சிதை மாற்றம் தடைப்படுகிறது. அதன் காரணமாக வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. எனவே, உறைநிலையில் செல்திரவத்தி லுள்ள நீர் உறைவதால் ஊறு ஏற்படுகின்றது. இதனாலும் வளர்ச்சியில் தடை அறியப்படுகிறது. உயர்ந்த வெப்பநிலையில் தாவரத்தின் உறுப்புகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, உயர்ந்த வெப்ப நிலை (60°C-க்குமேலுள்ள வெப்பம்) புரோட்டோபிளாஸத்தை உறையச் (coagulates) செய்கின்றது. அஃதாவது புரோட்டோபிளாஸம் அழிக் கப்படுகின்றது. புரோட்டோபிளாஸம் உயிர்போன்றது. எனவே, உயிரே அழிக்கப்பட்டால் வளர்ச்சி ஏது? மேலும், நடை முறையில் உயர்ந்த வெப்பநிலை மொட்டுகளையும் குருத்துகளையும் கருகச்செய்வதை நாம் காண்கின்றோம். எனவே, வெப்பம் ஒரு புறக் காரணி என்பதில் ஐயமில்லை.

2. **ஊறு (Injury)**: தாவரங்களுக்கு ஊறு (injury) இயற்கை யாகவும் ஏற்படலாம்; அல்லது செயற்கையாகவும் ஏற்படலாம் இயற்கையாக ஏற்படும் ஊறு, வெப்பம் உறைநிலைக்குக்கீழே இறங்கு வதால் செல்கள் வெடிப்பதாலும், வெப்பம் அளவுக்கதிகமாவதால் கருகுதல் ஏற்படுவதும் ஆகும். மேலும், இயற்கையில் ஏற்படும் ஊறு வளர்ச்சிக் காலத்தில் ஓரளவு சீராக்கப்படுகிறது. ஆனால், செயற்கை யில் விலங்குகளாலும் மனிதர்களாலும் ஏற்படும் ஊறு ஈடுசெய்ய முடியாததாக ஏற்படுகிறது. ஊறு ஏற்பட்டதென்றாலே வளர்ச்சி பாதிக்கப்பட்டதென்று பொருள்.

3. **இறுகிப்போதல் (Hardening)**: தாவரங்களுக்குப் போதுமான தண்ணீர் கிடைக்காததனால் அவற்றின் திசுக்கள் அதிக அடர்வுத் திரவங்களைப் பெற்றிருக்கும்; நீர் வற்றியதன் காரணமாக இறுகிப் போயிருக்கும். தாவரத்தின் திசு, உறுப்புகள், உடல் இறுகியிருத்தலே வளர்ச்சிக்கு ஏற்பட்ட தடையாகக் கருதப்படும்.

4. **வறட்சி (Drought)**: தாவரங்களில் வறட்சி என்பது இரு வகைப்படும். அவற்றில் ஒன்று **உடல்வறட்சி** (physical drought);

மற்றொன்று வாழ்வியல் வறட்சி (physiological drought). முதல் வகையில் தாவரங்களுக்கு வேண்டிய நீர் இருந்தும் அதனைப் பெறச் செல்லும் வேர்கள் அந்த நீரை எட்டுவதில்லை. எனவே, இந்த உடல் குறைபாடு காரணமாக ஏற்படும் வறட்சி உடல்வறட்சி (physical drought) என்று வழங்கப்படுகிறது. இரண்டாவது வறட்சி, மனிதன் கடலிலே மிதக்கின்றான் என்றாலும் அவனுக்குத் தாகம் எடுத்தால் அவனால் ஒருவாய் நீரைக்கூடப் பருக இயலாது. இது போன்றே தாவரங்களுக்குத் தண்ணீர் கிடைப்பினும் அது பயனற்றவையாக இருப்பது இரண்டாவது வறட்சியைக் காட்டுகிறது. இவ்வித வறட்சி ஏற்பட்டால் தாவரங்களின் வளர்ச்சி தடைப்படத்தானே வேண்டும்.

5. ஒளி (Light): ஒளி, வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது என்றாலும், ஒளியின் தன்மை, ஒளிபெறும் காலம், ஒளியின் மாற்றம் ஒளியின் தீவிரம், ஒளியின் வகைகளைப் பொறுத்துத் தாவர வளர்ச்சி மாறுபடுகிறது. மேற்கூறியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்று மிகுந்தால் பயிர் உறுப்புகளோ (vegetative parts) அல்லது இனப்பெருக்க உறுப்புகளோ (reproductive parts) வளர்வதில் தடை ஏற்படுகிறது. தவிர, ஒளியின் தீவிரம் காரணமாக ஒளிச்சேர்க்கையில் மாறுபாடு காணப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையின் மாறுபாடு உணவுச் சேமிப்பைப் பாதிப்பதால் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. ஒளியின் வளர்ச்சியும் பல பகுதிகளில் நன்கு விளக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒளியும் ஒரு பிரதான புறக்காரணிதான்; அது வளர்ச்சியைப் பாதிக்கிறது என்பதும் உண்மைதான்.

6. இருள் (Darkness): இருளிலே தரசம் (starch) தயாரிக்கப்படுவதில்லை. தரசம் தயாரிக்கப்படவில்லையென்றால் தாவரங்களுக்குப் போதிய உணவு கிடைக்காது. அதனால் இலை பழுத்து உதிர்கின்றன (etiolation).

7. பல்வகைக் கதிர்கள் (Various Rays): கதிர்களில் அகச்செங்கதிர் (Infra-red), புற ஊதாக் கதிர் (Ultra-violet rays), தொலைவுச் செங்கதிர் (Far-red rays) போன்ற கதிர்கள் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றன.

8. எக்ஸ்ரே (X-ray): எக்ஸ்ரே கதிர் தாவர உறுப்புகளின் மீது, குறிப்பாக இனப்பெருக்க உறுப்புகளின்மீது பாய்ச்சப்படும்பொழுது அவை சுற்றிலும் உள்ள உறுப்புகளுக்குச் சிதறுகின்றன என்றும், அதனால் அவற்றின் சந்ததிகள் பாதிக்கப்படுகின்றனவென்றும் முல்லர் (Muller) கூறுகிறார்.

9. ஒருபக்க ஒளி (Polarised light): இதனால் தாவரத்தின் மறுபக்கத்தில் அதிக ஆக்ஸின் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. அது பக்கச் சிதைவுக்கு அடிகோலுகிறது. இவ்வொளி தரசத்தைச் (starch) சர்க்கரையாக மாற்றுவதைத் தடைப்படுத்துகிறது.

10. நீண்ட-நாள், குறுகியநாள் (Long-day and Short-day): நீண்ட-நாளில் வளரும் தாவரத்தைக் குறுகிய நாளில் வளர்த்தால், அதில் ஏதேனும் ஒருவகை அல்லது ஒரு நிலை வளர்ச்சி தடைப் படுகிறது. அதுபோலவே குறுகிய-நாள் தாவரத்தை நீண்ட நாளில் வளர்த்தால் வளரும் பகுதியில் ஏதேனும் ஒன்று தள்ளிப்போகிறது. எனவே, இவையும் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்தும் புறக்காரணி களாம்.

11. மலர்விடுதல் (Flowering): மலர்விடுதல் ஒரு வாழ்வியல் செயல் என்றாலும், அது பயிர்வகை அல்லது பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சி யைப் பாதிக்கின்றது. பொதுவாக மலர்விடும்போது வேரின்வளர்ச்சி, தண்டின் அடிப்பகுதியின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகின்றன.

12. சேமிப்பு உறுப்புகள் (Storage organs): கிழங்கு போன்ற சேமிப்பு உறுப்புகள் வளர்வதால் இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது; அல்லது சேமிப்பு உறுப்புகள் வளர்வதால் இனப் பெருக்க உறுப்பின் வளர்ச்சி அடுத்த பருவத்திற்குத் தள்ளிப்போடப் படுகிறது.

13. வேதியியல் மாற்றம் (Chemical change): புறப்பொருள் கள் (foreign bodies) தாவர உடலிற் செல்வதால் வேதியியல் மாற்றங் கள் ஏற்பட்டு வளர்ச்சிக்குத் தடை விதிக்கிறது. இது பெரும்பாலும் மிக அரிதாக ஏற்படுவது. எடுத்துக்காட்டாகக் காஸ்மாஸ் (cosmos) செடியில் நீண்ட- ஒளி தண்டிலுள்ள சர்க்கரையைக் குறைக்கச் செய்கிறது.

14. மின்சாரம் (Electricity): பிளாக்மேன், லெக், கிரிகோரி (Blackman, Legg and Gregory, 1923) பார்லிக் கருத்தண்டு உறையை 1 மணி முதல் 3 மணிநேரம் வரைக்கும் மின்சாரம் வரும் பகுதியில் வைத்திருந்தார்கள். நேர் துருவத்திலிருந்து (positive pole) மின் சாரம் 10,000 வோல்ட் பாயும்பொழுது 2. செ.மீ. தூரத்திலிருக்கும் கருத்தண்டு உறையில் 0.5×10^{-10} ஆம்ப் (பாய்ச்சப்படுகிறது) செய்கிறது.

முதல் மணியில் 4 சதவீதம் வளர்ச்சி விகிதம் அதிகரிக்கிறது. இரண்டாவது மணியில் இன்னும் சற்று அதிகரிப்பு ஏற்படுகிறது.

மூன்ருவது மணியில் 5 சதவீதம். மின்சாரம் நிறுத்தப்பட்டவுடனே கவனத்தைக் கவரும் பின்விளைவு (after-effect) ஏற்பட்டது. மின்சாரம் பாய்ச்சப்படுவது நிறுத்தப்பட்டாலும், நான்கு மணி நேரத்திற்கு வளர்ச்சி விகிதம் அதிகரிக்கிறது.

ஆனல், வெளிவான் மண்டலம் (atmosphere) உயர்மின்சாரத்தினல் பாதிக்கப்படுகிறது. காற்றழுத்தம் பாதிக்கப்படுவதன் காரணமாகத் தாவர வகைகளின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது.

15. ஹைட்டிரஜன்- அயனி- அடர்த்தி (Hydrogen- ion-concentration) : ஹைட்டிரஜன்- அயனி- அடர்வு. தாவரத்திலுள்ள பல காரணிகளைப் பாதிப்பதாகச் சொல்லப்படுகிறது. இது வளர்ச்சியை மாற்றி அமைப்பதோடல்லாமல் மேலும் பல விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது.

16. வாயுக்கள் (Gases) : வாயுக்களில் ஒளிதரும் வாயுக்கள் மலருக்குத் தீங்கு விளைவிப்பவை. சுமார் 40,000 பகுதிக்காற்றில் 1பகுதி ஒளிதரும் வாயுக்கள் கலந்திருந்தாலும், அஃது இளம் மொட்டுகளை அழித்துவிடுகின்றது. ஏற்கெனவே இதழ்கள் தோன்றியிருந்தாலும் அவற்றை மலராமலிருக்கச் செய்துவிடுகிறது என்று கிராக்கரும், நைட்டும் (Croker and Knight, 1905) கண்டுபிடித்திருக்கிருர்கள். 80,000 பகுதியில் ஒரு பகுதி வாயு இருந்தாலும் மலர்ந்துள்ள மலரையும் 12 மணி நேரத்தில் மூடிவைக்கச் செய்கிறது.

வாயுக்கொண்ட மண்ணின் நச்சுத் தன்மை ஒளிவிடும் வாயுவால் தான் ஏற்படுகின்றது என்று ஹிட்காக்கும், கிராக்கரும், ஜிம்மர்மானும் (Hitchcock, Croker and Zimmerman) கூறியிருக்கிருர்கள். வாயுவினல் தாவரங்களுக்கு ஏற்படும் ஊறு தண்ணீராலும், சோடியம் ஹைட்டிராக்சைடாலும் கழுவுவதால் போய்விடுவதாக மேற்கூறிய ஆராய்ச்சியாளர்கள் கூறுகிருர்கள்.

தாவரங்களுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கும் வாயுக்கள் பின்வருவன : (1) புகை (smoke); (2) கந்தக -டை- ஆக்ஸைடு (sulphur - di - oxide); (3) கார்பன் மானக்ஸைடு (carbon monoxide); (4) எதிலீன் (ethelene) போன்ற பல.

17. வேறு காரணிகள் (Other factors): கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு 5 முதல் 30 சதவீத அடர்வில் இருந்தால் தாவரங்களுக்கு ஊறு விளைகிறது. கிளிேஞஸ்டாட்டில் கிடைமட்டமாகத் தாவரங்களை வைத்துச் சுழற்றினல் வேர்ப்பகுதியில் வளர்ச்சி அதிகரிக்கிறது;

தண்டுப் பகுதியில் குறைகிறது. எனவே, பிரைன் (Brain, 1935) தாவரங்களின் தண்டுப் பகுதியிலும், வேர்ப்பகுதியிலும் தனித்தனி வளர்ச்சிச் செயல்பாடுகள் வேலை செய்கின்றன என்று நம்பினர்.

18. தண்ணீர் (Water) : தண்ணீர்த் தட்டுப்பாடு தாவர வளர்ச்சியைத் தடைசெய்யும் என்று சொல்லவும் வேண்டுமோ? உயிர்ப் பொருள்களின் ஆக்கமே 90% தண்ணீர்தான். குறைந்த நீர் குறைவான உறிஞ்சுதலையும், குறைவான உறிஞ்சுதல் குறைவான அல்லது தடையான ஒளிச்சேர்க்கை, நீராவிப்போக்கு, சுவாசித்தல் ஆகியவற்றையும் நிகழ்த்துகின்றது. மேற்கூறிய வாழ்வியல் செயல்கள் பாதிக்கப்பட்டால் வாழ்வியல் செயல்களில் ஒன்றான வளர்ச்சியும் கண்டிப்பாகப் பாதிக்கப்படுகின்றது. எனவே, தண்ணீர் தாராளமாக உயிரினங்களுக்குக் கிடைக்கவேண்டும்.

19. மண்ணிலுள்ள திரவம் (Soil solution): மண்ணில் பல அங்கக, அனங்கக உப்புகள் (Organic and Inorganic salts) நீரில் கரைந்து ஒரு திரவத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. அத் திரவம் தாவரங்களுக்கு ஏற்றதாகவும், அதன் அடர்வு செல்திரவத்தின் அடர்வைக் காட்டிலும் குறைவாகவும் இருந்தால் அது உறிஞ்சப்படுகிறது. அதற்கு மாறாக அத் திரவத்தின் அடர்வு செல்திரவத்தின் அடர்வைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருந்தால், செல்லிலுள்ள நீரெல்லாம் வெளியேற்றப்பட்டு (plasmolysis) புரோட்டோபிளாஸம் சுருங்கிவிடுகின்றது. இச் செய்கை தாவரங்களுக்கு மிக்க தீங்கை விளைவிக்கின்றது.

20. மண்ணிலுள்ள காற்று (Soil air) : மண்ணில் போதுமான ஆக்ஸிஜன் இல்லையென்றால் வளரும் வேர்கள் சுவாசிக்க முடியாமல் திணறி 'இறந்துவிடும்' (அழுகிவிடும்). எனவே, மண்ணில் போதுமான காற்று- நீர்விகிதம் இருந்தால்தான் தாவரங்கள் செழித்து வளரும்.

21. மண்ணின் தன்மை (Kinds/ Nature of soil) : மண்ணின் தன்மை (Nature of soil) அல்லது மண்ணின் வகையைப் பொறுத்துத் தான் அதில் தாவரத்தின் வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. மணலில் வளரும் தாவரத்தைக் காட்டிலும், வளமான மண்ணில் வளரும் தாவரம் செழிப்பாக வளர்கிறது. எனவே, மண்ணும் தாவர வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் புறக்காரணிகளில் ஒன்றாகும்.

22. சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை (Environment): மற்றெல்லாக் காரணிகளைக் காட்டிலும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக் காரணிதான் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது. ஏனெனில், இக் காரணி மற்றெல்லாக் காரணிகளையும் தன்னுள் அடக்கிக்கொண்டிருக்கிறது. பொதுவில் இதை ஒரு **கூட்டுக் காரணி** (Compound factor) எனவும் கூறலாம்.

சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்கு ஏற்பத் தாவரங்கள் வளர்கின்றன. எனவே, அதையொட்டியே தாவரங்களை வகைப்படுத்தியிருக்கிறார்கள் (Ecology). சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் எந்த மாறுதல் ஏற்பட்டாலும் அஃது உடனே தாவரத்தின் வளர்ச்சியில் பிரதிபலிக்கப்பட்டுவிடும். சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையிலான மாற்றங்கள் தண்ணீராலும், வெப்பத்தாலும், காற்றினாலும், ஒளியினாலும் அல்லது வேறு எந்தக் காரணிகளாலும் ஏற்படக்கூடும். அவை ஆங்காங்கே பிரித்துக் காட்டப்பட்டுள்ளன.

23. மழை (Rain) : தாவரங்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிப்பதில் மழையும் ஒரு காரணியாகக் கொள்ளப்படுகிறது. மழையின்மை தாவரங்களை வறட்சிக்குட்படுத்திவிடும். வறட்சி வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் என்று சொல்லத் தேவையில்லை. அதிக மழை அதிகத் தண்ணீரைக் கொடுப்பதனால் தண்ணீர்த் தேக்கம் (water logging) ஏற்பட்டுச் சுவாசித்தல், நீராவிப்போக்கு, ஒளிச்சேர்க்கை ஆகியன தடைப்பட்டு வளர்ச்சி கெடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, அறுவடைக் காலத்தில் பெய்யும் கனமழை, வளர்ந்த நெல், கம்பு, சோளம், கேழ்வரகு முதலிய கதிர்களைச் சாய்த்துவிடுகின்றது. மேலும், மழை நீரால் நனைந்த அவ் விதைகள் கதிரிலேயே மீண்டும் முளைத்து விடுவதை நாம் பார்த்திருக்கின்றோம்.

24. காற்றிலுள்ள ஈரம் (Humidity): காற்றிலுள்ள ஈரமும் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றது. காற்றின் ஈரம் குறைந்தால் நீராவிப்போக்கு அதிகரிக்கின்றது. அதிக நீராவிப்போக்கு அதிகச் சக்தியை இழக்கிறது. இதனால் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது. அதுபோலவே காற்றின் ஈரம் மிகுந்தால் நீராவிப்போக்கு, சுவாசித்தல் போன்றவை மாறுபடுகின்றன. எனவே, அதுவும் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்தக்கூடும்.

25. பருவகால மாற்றங்கள் (Changes of Monsoons): பருவ காலத்தில் கிடைக்கவேண்டிய மழையோ, காற்றோ, நிழலோ, வெய்யிலோ போதுமான அளவு தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கவில்லையென்றால், அவற்றின் வளர்ச்சியில் பெரும் மாறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. 'பருவத்தே பயிர்செய்' என்பது முதுமொழி. பருவத்தே மழை பெய்யக் கிடைத்திடாத பயிரும் பாழ்தானே. பருவகால மாற்றங்களில் இன்னொன்றும் குறிப்பிடத்தக்கது. அஃதாவது கோடைகாலப் பயிரைக் குளிர்காலத்தில் வளரச்செய்தால் வளர்ச்சியில் என்னவோ வேகம் இருக்கிறது, ஆனால், மகசூல் (yield) குறைகிறது. அதுபோலவே குளிர்காலப் பயிரைக் கோடைகாலத்தில் வளரச்செய்தால் பயிர்கள் பருவமடைவதும், பலன் தருவதும் மிகவும் தள்ளிப்

போகிறது. இவற்றின் விளக்கம் நீண்ட-நாள் (Long-day), குறுகிய நாள் (Short-day) என்ற வகையில் ஒளியின்கீழ்க் காணவும்.

26. விலங்குகள் (Biotic factors): மேயும் ஆடுமாடுகளினுலும், மரங்கொத்தியினுலும், மனிதர்களாலும், பூச்சியினங்களாலும் தாவரங்களுக்கு இடைவிடாது தீங்கு ஏற்பட்டுக்கொண்டிருக்கின்றன. எனவே, மனிதன் உள்பட எல்லா விலங்குகளினுலும் வளர்ச்சிக்குத் தடை ஏற்படுகிறது.

27. மண் (Soil): இக் காரணியை முன்னமே 'மண்ணின் தன்மை' என்ற அளவில் பார்த்திருப்பினும் இங்கு மண்ணினைப் பொதுக் காரணியாகக்கொண்டு பார்க்கப்படுகின்றது. வளமற்ற மண்ணும் ஒரு காரணியாகும். வேளாண்மைக்கு மண்ணின் வளம்தான் அடிப்படை. எந்த மண்ணில் எவ்வகைத் தாவரம் வளர்கிறது என்பதைக் கொண்டுதான் நம் முன்னோர்கள் மண்ணை அஃதாவது நிலத்தைக் குறிஞ்சி, முல்லை, மருதம், நெய்தல், பாலை என ஐவகை நிலங்களாகப் பிரித்திருக்கிருர்கள். மண்ணினுல் ஏற்படும் வளர்ச்சியின் தடை பெரும்பாலும் மண்ணிலுள்ள நீர், காற்று, சத்துணவு, களிமண்கள் ஆகியவற்றைக்கொண்டே தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

28. தட்பவெப்ப நிலைமை (Climate condition): தட்பவெப்பத்தில் எந்த மாறுதல் விளைந்தாலும் வாழும் எவ்வுயிரும் பாதிக்கப்படும். இதில் வெப்பம் மிகுந்தாலும் தீங்குதான், வெப்பம் குறைந்தாலும் தீங்குதான். அதுபோலவே குளிர் மிகுந்தாலும் தீங்குதான், குளிர்ச்சி இல்லையென்றாலும் தீங்குதான். இத் தட்பவெப்பங்களின் மாற்றம் பெரும்பாலும் கடலோரப் பகுதியில்தான் திடீரென்று ஏற்படுகின்றது. மேலும், அப் பிரதேசத்தில்தான் இம் மாற்றங்களைச் சட்டென்றறிய முடியும். எனவே, பெரும்பாலும் உள்ளிட்ட நிலங்களில் (Main land) இத் தட்பவெப்பம் அதிகமாகப் பாதிப்பதில்லை.

29. நுண்ணுயிர்கள் (Micro-organisms): நுண்ணுயிர்கள் எங்கும் எதிலும் காணப்படுகின்றன. அவை நீரிலும் இருக்கும், நிலத்திலும் இருக்கும், காற்றிலும் இருக்கும், உடலிலும் இருக்கும், வெளியிலும் இருக்கும். இவற்றைப் பெரும்பாலும் இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம், அவை நன்மை செய்யும் நுண்ணுயிர்கள், தீமை செய்யும் நுண்ணுயிர்கள் எனப்படும். அவை பெரும்பான்மை பாக்டீரியா (Bacteria) என்ற பிரிவிலும், சிறுபான்மை வைரஸ் (Viruses) என்ற பிரிவிலும் அடங்கும். நுண்ணுயிர்களால் தாவரங்களுக்கும் நம்மைப் போலவே நோய் உண்டாகின்றது. பொதுவாக நோய்ப்பட்ட உறுப்போ, உடலோ நோய்க் காலத்தில் செம்மையாக வளர்வதில்லை.

எனவே, நுண்ணுயிர்களும் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றன. இன்னும் சொல்லப்போனால் நுண்ணுயிர்கள் வாழ்க்கைச் சுற்றையே பாதிக்கவும் கூடும்.

10-4. வேர் - தண்டுகளின் வளர்ச்சியில் காரணிகள் (Factors in growth of root and shoot)

வேரும் தண்டும் பற்பல சூழ்நிலைக் காரணிகளால் வளர்வது தடுக்கப்படுகிறது அல்லது பாதிக்கப்படுகிறது. இவற்றின் காரணிகளைப் பொதுப்படையாக மேற்கூறிய விளக்கங்களில் பார்த்தோம்.

வெளியிடப்பட்ட சோதனைகளின் முடிவுகளிலிருந்து அறிவது என்னவெனில், வேரின் வளர்ச்சி நிலத்திலுள்ள நைட்டிரஜனினால் பாதிக்கப்படுகிறது என்பதேயாகும். அதிகப்படியான தண்ணீரும், நைட்டிரஜனும் அதிகப்படியான வளர்ச்சியைத் தருகிறது என்று சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் கூறுகிறார்கள். ஆனால், தண்ணீர் அல்லது நைட்டிரஜனின் அதிகப்படியான சதவீதம் தண்டின் வளர்ச்சியை அதிகப்படுத்துகிறது; வேரின் வளர்ச்சியைக் குறைக்கிறது.

சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையினால் தண்டின் நுனிப்பகுதியும், வேரின் நுனிப்பகுதியும் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. வளர்ச்சிக்கு அத்தியாவசியமானவை (essentials for growth) போதுமான அளவு கிடைக்காமல் தடைப்படும் காலத்தில் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. எனவே, வளர்ச்சிக்கு அத்தியாவசியமானவை எவையெவை என்று இதன்மூலம் அறிந்துகொள்ளலாம். வளர்ச்சிக்கு அத்தியாவசியமானவை கார்போஹைட்டிரேட், புரோட்டீன், நைட்டிரஜன், தண்ணீர், கனிமங்கள், ஆக்ஸிஜன் (மூலக்கூறு வடிவில்—Molecular form), வைட்டமின்கள், ஹார்மோன்கள், மண்ணின் ஈரம் ஆகியனவாம்.

மேற்கூறியவை தவிர ஒளி, வெப்பம், இலையுதிர்தல், வெட்டுதல் (pruning), மொட்டுகளைக் கிள்ளுதல் முதலியவற்றையும் தாவரத் தண்டு, வேர்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கக்கூடிய காரணிகளாக எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும்.

10-5. பயிர்வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள் (Factors influencing vegetative Growth)

இவை பயிர்வளர்ச்சியைப் பெருக்கும் காரணிகளாகும். இக்காரணிகளில் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையிலுள்ள இயற்பியற் காரணிகள் மட்டிலும் நேரடியாகச் செயலில் ஈடுபடுகின்றன. அவை முறையே 1. வெப்பம், 2. கதிர்வீச்சு, 3. நீராவி, 4. தண்ணீர், 5. உப்புகள்,

6. வாயுக்கள், 7. அயனிகள், 8. ஈர்ப்புவிசை, 9. காற்றழுத்தம், 10. காற்று ஆகியனவாகும். இவற்றின் அவசியமும், இவை எவ்வாறு வளர்ச்சியைச் சாதிக்கின்றன என்பதும் முன்னமே ஆங்காங்குக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. சிறப்பாகக் கூற வேண்டியது என்ன வென்றால், மேற்கூறிய காரணிகளின் அளவும் (quantity), தரமும் (quality), கால அளவும் (time limit), அடர்வும் (density or intensity) மிக முக்கியமாகக் கவனிக்கப்படல் வேண்டும். இவற்றில் எது மிகுந்தாலும், குறைந்தாலும் வளர்ச்சியைச் சாதிப்பதற்குப் பதில் பாதிக்கவே செய்துவிடும். எனவே, எல்லாம் சமநிலையில் (balanced condition) இருத்தல் வேண்டும். அப்போதுதான் வளர்ச்சி தங்கு தடையில்லாமல் நடைபெறும்.

கொடுக்கப்பட்ட சிகிச்சை, வேரின் வளர்ச்சிக்கு உகந்ததா இல்லையா என்று நிர்ணயிப்பதற்கு அத்தியாவசியத் தேவைகள், வளர்ச்சியை எல்லைப்படுத்தும் காரணிகளாக அமைகின்றன. மேற் கூறியவை நிர்ணயிக்கப்பட வேண்டுமானால் அத்தியாவசியப் பொருள் களால் ஏற்படும் விளைவுகளை முதலில் நிர்ணயித்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

வளர்ச்சிக்கு அங்கக உணவுகள் (Organic foods) தேவை. சர்க்கரைதான் இவற்றின் ஆதார உணவு. சர்க்கரையிலிருந்துதான் மற்றைய உணவுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. வேர்கள் சர்க்கரையைத் தாமே தயாரித்துக்கொள்ள முடியாததனால், அவை தண்டை எதிர்பார்த்திருக்கின்றன. எனவே, கார்போஹைட்டிரேட் வேர், தண்டுகளின் வளர்ச்சியை எல்லைப்படுத்தும் பொதுவான காரணி என்று எளிதில் எண்ண முடிகிறது. ஆகையால், கார்போஹைட்டி ரேட்டை அதிகப்படுத்தும் சிகிச்சைமுறை வளர்ச்சியை அதிகப் படுத்தும் சிகிச்சை முறையாகும். இவ்வாறு பல வழிகளில் பயிர் வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள் (Influencing factors) தாவரங் களில் அமைந்திருக்கின்றன.

10-6. பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணிகள் (Factors affecting Vegetative Growth)

தாவரத்தின் வளர்ச்சி, பாரம்பரியத்தையும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை யையும் கொண்டு உடல் உள்ளுறுப்புகளின் செயலால் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கொண்டதாகும்.

பாரம்பரிய அமைப்பு
சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை } → உள்ளுறுப்புகளின் செயல் → வளர்சிதை மாற்றம் —பெருக்கம் (வளர்ச்சி)

உள்ளுறுப்புகளின் செயல்கள் என்பது இயற்பியல், வேதியியல் நிலைமைகளையும் (Physico chemical conditions) தன்னுள் கொண்டதே யாகும். இச் செயல்களை நாம் பல்வகைச் செயல்களின் கூட்டுத் தொகையிலான தோற்றங்களில்தான் எண்ணிப்பார்க்க முடிகின்றது. பாரம்பரிய அமைப்பிற்கும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளின் காரணிகளுக்கும் இடைப்பட்ட நிலைகள் பெரியவை. அவை தற்கால அறிவுடன்கூடி இணைக்கும் பாலமாக அமைந்திருக்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, பாரம்பரியக் காரணி பசுங்கணிகங்களை (Chlorophyll) உற்பத்தி செய்வதைத் தூண்டுகின்றது. சில சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக் காரணிகள், அஃதாவது ஒளி உள்ளிட்ட காரணிகள் பசுங் கணிகங்களின் தொகுப்பிற்குத் தேவைப்படுகின்றன. இருளில் வளர்ந்த தாவரங்களில் பசுங்கணிகங்கள் இல்லை; என்றாலும் பசுங் கணிகங்கள் உற்பத்திசெய்யத் தேவையான மற்றைய சுற்றுப்புறச் சூழ் நிலைக் காரணிகள் அந்த இருளில் வளர்ந்த தாவரத்தில் இல்லாமலில்லை. எனவே, எப்படியும் இங்குப் பாரம்பரியக் குணமும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை யும் இணைந்து செயல்படுவதால் பசுங்கணிகங்களின் தொகுப்பு ஏற்படு கின்றது. ஆகையால், பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணி கள் ஒரு வாழ்வியலின் செயல் (Physiological action). அஃது என்ஸைம்களால் (Enzymes) கட்டுப்படுத்தப்பட்டுச் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளினால் பாதிக்கப்படுகிறது.

குறிப்பிட்ட சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக் காரணிகளெல்லாம், ஒளி, காற்று, வெப்பம், நீர், கனிமங்கள் போன்றவையே. அவை எவ்வாறு வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றன என்பதை முன்கூறப்பட்ட விளக்கங் களிலிருந்து அறிந்துகொள்க.

10-7. இனப்பெருக்க வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள் (Factors Influencing Reproductive Growth)

உட்புற வாழ்வியல் தூண்டுதலினால் பயிர் உறுப்புகள் இனப் பெருக்க உறுப்புகளாக மாற்றப்படுகின்றன. அவை கீழ்க்காணும் காரணிகளால் ஏற்படக்கூடும்.

1. **கதிர்வீச்சு** (Irradiance): அநேகவகைத் தாவரங்களின் மலர்களும் கனிகளும் நிழலைக்காட்டிலும் வெய்யிலில் அபரிமிதமாக ஏற்படுகின்றன. இது நாம் பொதுவாகப் பார்க்கக்கூடியதே. கதிர் வீச்சிற்கும் மலர்தோன்றலுக்கும் உள்ள உறவு எளிதானதன்று; மிகவும் சிக்கலானது. இது ஒளிநாளையும் மற்றும் பல காரணிகளையும் கொண்டு செயல்படுகின்றது. பொதுவில் ஒளிநாளின் நீளமும், வெப்பமும், வேறு காரணிகளும் சேர்ந்து மலர்களை மலரச் செய்கின்றன.

அப்போது குறைந்த கதிர்வீச்சு ஏற்படுகின்றது. இந்த அளவுமுறை செடிக்குச் செடி மாறுபடும்.

2. **ஒளியின் தன்மை** (Light quality): கண்ணுக்குப் புலப்படும் நிறமாலை (spcetrum) அல்லது ஒளிநீளங்களும் தாவரங்கள் மலர்வதற்குத் துணைபுரிகின்றன. இதன் முடிவாக ஊதா-குட்டை சிவப்புப்பகுதி (Violet–short red region) மலர் தோன்றச் செய்வதன்மீது அதிக விளைவை உண்டாக்கச் செய்கிறது.

3. **ஒளிநேரம்** (Light period): ஒளிநேரமும் வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிதான். இது தாவரத்திற்குத் தாவரம் மாறுபடும்.

மேற்கூறியதுபோலவே வெப்பமும், கார்போஹைட்டிரேட்டும், நைட்டிரஜனும் இனப்பெருக்க வளர்ச்சியைச் சாதிக்கக்கூடிய காரணிகள்தாம். இவற்றின் விவரங்கள் அவ்வகைத் தலைப்பின்கீழ் அடங்கியிருக்கின்றதைக் காண்க.

10·8· இனப்பெருக்க வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணிகள் (Factors affecting Reproductive Growth)

இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சி பொதுவாகக் கீழ்க்கண்டவாறு பாதிக்கப்படுகிறது.

(1) இனப்பெருக்க வளர்ச்சி கதிர்வீச்சினால் பாதிக்கப்படுகிறது. கதிர்வீச்சு அதிகரிக்க அதிகரிக்க மலர் தோன்றுவதும், மலர்வதும் அதற்குத்தகக் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. இதன் முடிவாக மலர்ப் பிரைமார்டியாவின் ஆரம்பமே நின்றுவிடுகின்றது. (2) ஒளி பெறும் நேரமும் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்திவிடுகிறது. குறுகிய நாள் (Short-day) தாவரத்தில் பயிர் உறுப்புகள் மட்டும்தாம் கருமையாகவும் செழிப்பாகவும் வளர்கின்றன. ஆனால், அவற்றில் இனப்பெருக்க உறுப்பு ஏற்படுவது பெரிதும் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. (3) வெப்பத்தின் ஆதிக்கமும் தாவரத்தின் இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கு இடையிலான உறவு மிகவும் சிறப்பானது. வெப்பம் மலர்களின் ஹார்மோனியச் செயற்பாட்டு முறைகளை மிகவும் பாதிக்கின்றது. அதனால் இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சி தடைசெய்யப்படுகின்றது. உயர் வெப்ப நிலையில், அஃதாவது 40°C-க்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலையில் எந்த இனப்பெருக்க உறுப்பும் தோன்றப்போவதில்லை; அப்படியே தோன்றினாலும் வளரப்போவதில்லை. (4) போதுமான அளவு கார்போஹைட்டிரேட்டும், நைட்டிரஜ உணவுப்பொருளும் இல்லையெனில், இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சி தடைப்படுகின்றது. கார்போஹைட்டிரேட் வளர்சிதை மாற்றமும், நைட்டிரஜன்

வளர்சிதை மாற்றமும் சமமாகவும், தேவைக்கு ஏற்றவாறும் நடை பெற்றால்தான் வேர்த்தொகுதியின் வளர்ச்சியும் இனப்பெருக்க உறுப்பு களின் வளர்ச்சியும் தடையில்லாமலும், சமமாகவும் நடைபெறும். நைட்டிரஜன் பற்றாக்குறை தாவரத்தில் இறுகிய, கட்டைபோன்ற பெருக்காத கனிகளை உற்பத்தி செய்ய அனுமதிக்கின்றது. அது போலவே அளவிற்கு அதிகமான நைட்டிரஜன், நீர்நிறைந்த, உறுதி யில்லாத, சத்தற்ற வெறும் சதைப்பிடிப்புள்ள காய்களையும் கனிகளை யும்தாம் உற்பத்தி செய்ய இயலும். (5) குறிப்பிட்ட வேதியியல் பொருள் களான ஆக்ஸின்கள், ஹார்மோன்கள், வைட்டமின்கள் முதலியன அடர்விலும், செயல்மாற்றங்களிலும் மற்றும் ஏதேனும் மாறுபட்டால் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் ஏற்படுவது மிகவும் பாதிக்கப்படுகின்றது. இதன் விளைவுகளை ஆக்ஸினில் காண்க.

10·9· விதையுறக்கமும் விதை முளைத்தலும் (Dormancy and Germination of Seed)

அநேகத் தாவரங்களின் சதைக்கனிகளின் முதிர்ந்த விதைகள் அவை முளைப்பதற்குப் போதுமான சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையும் மற்றக் காரணிகளும் இருந்தும் முளைப்பதில்லை. அவை முளைப்பதற்குமுன்னர், சிறிது காலம் ஓய்வு எடுத்துக்கொள்கின்றன. இந்த ஓய்வு நேரந்தான் **விதையுறக்கம்** (Resting period) என்று வழங்கப்படுகின்றது. விதை யுறக்கத்திற்கு ஏதேனும் ஒரு காரணியோ பல காரணிகளோ இருக்கக் கூடும். அவ்வாறுள்ள காரணிகளில் பொதுவானவை:

1. விதையுறைகள் (seed coats) நீர் புகாதவாறு (water proof) இருக்கக்கூடும்.
2. விதையுறைகள் ஆக்ஸிஜன் (oxygen) புகாதவாறு இருக் கலாம்.
3. விதையுறை தண்ணீரும் ஆக்ஸிஜனும் ஆகிய இரண்டுமே புகாதவாறு இருத்தல்.
4. விதையுறைகள் கருவளர்ச்சி ஏற்பட முடியாதவாறு உறுதி யுள்ளதாக இருத்தல்.
5. விதையுறைகள் மிகவும் தடித்து உறுதியுள்ளவையாக இருத்தல்.
6. முற்றாத அல்லது முற்றுப் பெறாத கரு இருப்பது.
7. வாழ்வியல் மாற்றங்கள் (Physiological changes) பூர்த்தி பெறாமலிருத்தல்.
8. முளைத்தலைத் தடுக்கும் வேதியியல் பொருள்கள் அடங்கி யிருப்பது.
9. உறக்கமுள்ள முளைக்கரு.

எடுத்துக்காட்டாக, ஆல்ஃபால்ஃபா (alfalfa) போன்ற தாவரத்தின் விதையுறைகளில் காற்றும் நீரும் புக முடிவதில்லை. அது போலவே அமரான்தஸ் ரிட்ரோஃபிளக்ஸஸ் (Amaranthus retroflaxus) போன்ற தாவரத்தில் முளைக்கரு விரிவடைய முடியாதவாறு விதையுறைகள் அமைந்திருக்கின்றன. எனவே, விதையுறக்கத்தை நீக்க வேண்டுமானால் விதைகளின் உறைகள் நனைந்து மென்மையாகும் வரைக்கும் நீரில் விதைகளை ஊறவைக்க வேண்டும். இது போல விதையுறக்கத்தைத் தகர்க்கப் பல வழிமுறைகள் உண்டு. அவை இங்கே கீழே வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

1. **விதையுறக்கத்தை முறியடிக்கும் வழிகள்** (Methods of breaking dormancy)

    1. விதைகளைக் கீறுதல் (Scarification)
    2. குறைந்த வெப்பநிலையில் விதைகளை வைத்திருத்தல்
    3. வெப்பநிலைகளை மாற்றிமாற்றி வைத்தல்
    4. ஒளியில் வைத்தல்
    5. அழுத்தத்தில் வைத்தல்
    6. வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளைப் (Growth regulators) பயன்படுத்துதல்

ஆகிய இவைபோன்ற ஏதேனும் ஒரு வழிமுறையைக் கையாண்டால் விதையுறை கிழிக்கப்படுவதுடன் விதையிலுள்ள முளைக்கருவும் முளைப்பதற்குத் தூண்டப்படுகிறது. இவ்வாறு செய்தால் விதையுறக்கம் நீங்கி விதை உயிர்கொண்டு முளைக்கத் தொடங்கி விடும்.

2. **விதைகளின் ஆயுட்காலம்** (Longivity of the seeds): விதைகளின் ஆயுட்காலம் தாவரத்திற்குத் தாவரம் மாறுபடுகின்றது. அவை சில வாரங்களிலிருந்து பல ஆயிரம் ஆண்டுகள்வரை கெடாமல் (viability) இருக்கும். சில்வர் மேப்பில் (Silver maple = Acer sacharinum) போன்ற தாவரத்தின் விதை பொதுவாக அவை உதிர்ந்தவுடனே (ஜூன் மாதம்) முளைக்கத் தொடங்கிவிடும். அவற்றுக்கு முளைப்பதற்குப் போதுமான நிலைமை இல்லையென்றால், அவை இறந்து விடும். ஏனெனில், அவற்றிலுள்ள நீரின் அளவு 60 சதவீதத்திலிருந்து 30 சதவீதத்திற்கு வீழ்ச்சியடைந்துவிடுகிறது. இயற்கையில் இவ் வீழ்ச்சி ஏற்பட ஒரு சில வாரங்களே ஆகும்.

நம்முடைய தானிய விதைகள் ஓராண்டு அல்லது சில ஆண்டுகளே சாதாரண நிலையில் உயிருடன் இருக்கும். விதைகளைக்

றைந்த வெப்பநிலையிலும், குறைந்த ஆக்ஸிஜன் அடர்விலும் சமித்துவைப்பதால் அவற்றின் அழிவைத் தாமதப்படுத்தக்கூடும். தனால் அவை பல ஆண்டுகள் கெடாமலிருக்கும்.

பொதுவில் கடின விதையுறைகொண்ட விதைகள் சாதாரண ாகச் சேமிப்பில் நீண்ட நாள்கள் உயிருடன் இருக்கும். ஏனெனில், வற்றின் முளைக்கரு குறைந்த வெப்பநிலையில் பாதுகாக்கப்படுவ ல்லாமல், அவை தம் பாரம்பரியக் குணத்தாலும் நீண்ட நாள்கள் யிருடன் இருக்கக் கூடியனவாக இருக்கும். அதுமட்டுமன்றி ிதையுறக்கமும் இவற்றுக்குத் துணைபுரிகின்றது. வாழ்நாளுக்குச் றந்த எடுத்துக்காட்டு ஓரியன்டல் தாமரைதான் (Nelumbo ucifera). இது நீர்அல்லிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஒரு தாவரம் கும். இதன் விதைகள் பெரியனவாயும், மிகக் கடினமான விதை றைகொண்டும், உயர்ந்த கனிஉறை கொண்டும் இருக்கின்றன. ஞ்சூரியாவில் புதையுண்டு கிடந்த இவ் விதைகளை எடுத்து ஆராய்ந்த பாது அவை சுமார் 1000 ஆண்டுக் காலத்திற்கு முந்தியவை என ரடியோ கார்பன் (Radio carbon) சோதனைமூலம் தெரியவந்தது. னால், அவை புதையுண்டு கிடந்த விதமும் புதையுண்டு கிடந்த ழமும் அவை பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டிற்கு முந்தியனவாக ருக்கலாம் எனத் தோன்றுகின்றது. உடைந்த கட்டைகளுடன் டந்த நிலம்போ (Nelumbo) விதைகள் ஜப்பானில் ஓரிடத்தில் 20 அடி ஆழத்தில் கண்டெடுக்கப்பட்டபோது அவை, 3000 ஆண்டு ளுக்கு முந்தியவையென்றும் இன்றும் முளைக்கக்கூடிய நிலையில் ள்ளன என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

அதுபோன்றே லெகூம் விதைகள் (Legume seeds) நீண்ட ாலம் உயிர்வாழ்தலுக்குப் பெயர்போனது. அவை நிலம்போ போன்ற அளவு இல்லாவிட்டாலும் அவை நீண்ட காலம்வரை உயிருடன் இருக்கும். 1776-ல் அமெரிக்காவில் தேடியெடுக்கப்பட்ட விதைகள் 158 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர், 1934-ல் வெற்றிகரமாக முளைக்கவைக்கப்பட்டன.

ஈஜிப்டு பிரமிடுகளில் (Egypt Pyramids) வைக்கப்பட்டிருக்கும் விதைகள் சிலவற்றுள் இன்னும் கெடாமல் முளைக்கக்கூடிய விதை களும் உண்டு என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

மிச்சிகன் (Michigan University) வேளாண்மைக் கல்லூரியைச் சேர்ந்த பேராசிரியர் பீல் (Professor W. J. Beal of Michigan Agri-cultural College) தொடர்ச்சியாக விதைகளின் வாழ்நாள்மீதான சோதனைகளை மேற்கொண்டார். 20 வகைத் தாவரங்களின் விதைகள்

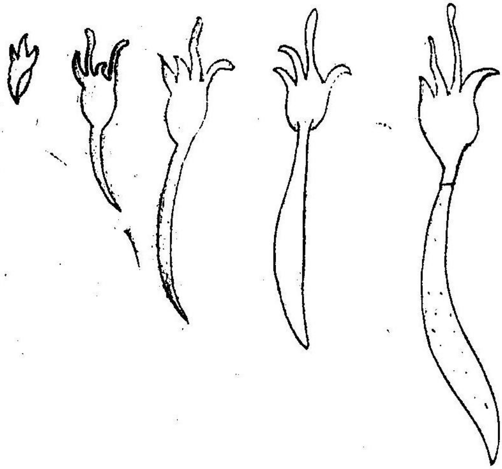
மணலுடன் கலக்கப்பட்டு அவை திறந்த பாட்டில்களில் அடைக்கப்பட்டுத் தலைகீழாக மண்ணில் புதைக்கப்பட்டன. 5 வருட 10 வருட இடைவெளிக்குப் பின்னர், அப் பாட்டில்கள் தோண்டி எடுக்கப்பட்டு விதைகள் முளைக்கின்றனவா என்று பரிசோதிக்கப்பட்டன. 80 வருடங்களுக்குப் பின்னர், (1960-ல்) சில விதைகள் (Verbascum blatteria) இன்னும் 70 சதவீதம் முளைக்கக் கூடியனவாயும், மாலை பிரைம்ரோஸ் (Oehathera biennis) 10 சதவீதம் முளைக்கக் கூடியனவாயும் இருந்தன. ரூமெக்ஸ் கிரிஸ்பஸ் (Rumex crispus) 2 சதவீதம் மட்டுமே முளைக்கக் கூடியனவாக இருந்தன.

சேமிப்பு விதைகளில் உள்ள முளைக்கரு மடிவதற்குக் காரணம் பாதிதான் புரிந்துகொள்ள முடிந்தது. இறப்புப் பொதுவாக, உணவு தீர்வதற்கு நெடுங்காலத்திற்கு முன்பாகவே ஏற்பட்டுவிடுகின்றது. ஆனால், அவற்றில் உள்ள ஜீரண என்ஸைம்கள் இன்னும் செயல்படக் கூடியனவாய் இருக்கின்றன. நீரின் இழப்புச் சில குறுகிய வாழ் நாளுள்ள விதைகளை மடியச் செய்கின்றது என்பது உண்மை. ஆனால், அவை அவ்வளவு சிறப்பு வாய்ந்தனவாகக் கருதப்படவில்லை. அதே நேரத்தில் நீண்ட வாழ்நாள் கொண்ட விதைகள் ஆரம்பத்திலேயே குறைந்த அளவு நீரைப் பெற்றிருக்கின்றன. பழைய விதைகளிலிருந்து தோன்றிய நாற்று வெப்பச் சிகிச்சையிலிருந்த (Heat treated) நாற்றைப் போலவே காட்சியளிக்கின்றன. அதனுடன் அவை கதிர் வீச்சுக்குட்பட்ட விதைகள் போலவும், கருச்சிதைவு கொண்ட விதைகள் போலவும் தோற்றமளிக்கின்றன. இவற்றிற்கெல்லாம் மிக முக்கியக் காரணம் சுவாசித்தல்தான். அதிகச் சுவாசித்தல் விகிதம் விதைகளின் வாழ்நாளைக் குறைக்கின்றது. அதுபோலவே சுவாசிக்கும் விதத்தைக் குறைக்கும் நிலைமைகள் அவற்றின் ஆயுளை நீட்டிக்கின்றது. எனவே, கருவின் வாழ்வும் சாவும் ஒரே காரணியைக் கொண்டோ ஒரே காரணியாலோதான் ஏற்படுகின்றது.

3. விதை முளைத்தல் (Seed germination): சிறிதுகால ஓய்விற்குப் பிறகு முதிர்ந்த விதைகள் முளைக்கத் தொடங்குகின்றன. எனவே, இப் புதிய தாவரத்திற்கு நாற்றுகள் (seedlings) என்று பெயர். முளைக்கரு நாளுக்குநாள் தன் வளர்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளும் செயல் முறைகளை ஒட்டுமொத்தமாக முளைத்தல் (germination) என்று சொல்கின்றோம்.

விதையுறக்கம் தாவரத்திற்குத் தாவரம் மாறுபடுகின்றது. ஆனால், அவ் விதையுறக்கம் இல்லாமலிருக்கும் தாவரங்களும் உண்டு. ரைசோஃபோராவில் (Rhizophora) விதையுறக்கம் கிடையாது. அவை சூலகத்திலிருக்கும்பொழுதே முளைக்கத் தொடங்கிவிடுகின்றன. வித்திலை

யடித்தண்டு (Hypocotyl) சுமார் ஓர் அடி நீளமும், ஓர் அங்குலக் கனமும் வளர்கின்றது. அதன் பின்னர்த்தான் அவை தம் தாய்த் தாவரத்தைவிட்டுப் பிரிந்து விழுகின்றன (படம் 10-1).



படம் 10.1

சதுப்புநில நாற்றின் பெருக்கம்

விதை முளைப்பதற்குத் தேவையானவை என்னென்னவென்று முன்னரே கூறப்பட்டிருக்கின்றபடியால் முளைக்கும் செயல்களைப் பற்றிச் (Processes of germination) சற்று இங்கு ஆராய்வோம்.

4. முளைக்கும் செயல்பாடு (Process of germination): தேவையான சூழ்நிலையின்கீழ் விதையினுல் உறிஞ்சப்பட்ட நீர் தொடர்ச்சியாகப் பல மாற்றங்களை உண்டாக்குவதால், நாற்றின் பெருக்கம் ஏற்படுகின்றது. முளைக்கரு வேகமாகச் சுவாசிக்கத் தொடங்கி வளர ஆரம்பிக்கின்றது. முளைசூழ்கொண்ட விதையில் முளைக்கரு ஜீரண என்சைம்களைச் சுரக்கின்றது. அவை முளைசூழ் தசையிலிருந்து (Endosperm) சிறிது சிறிதாகப் பரவி முளைசூழ் தசையினை மாற்றியமைக்கிறது. செல்சுவர்களும் புரோட்டோபிளாசமும், கிரண்யூல்களும் (grannules), படிகங்களும் (crystals), சேமித்த உணவின் கிளாப்யூல்களும் (globules) ஆக எல்லாமும் தாக்கப்படுகின்றன. ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவு விதையிலைகளினுல் கிரகிக்கப்பட்டு முளைக் கருவிற்குத் தேவைப்படும்போது செலுத்தப்படுகின்றது.

முளைசூழ் தசையில்லா விதைகளில் முளைசூழ் தசைகளின் ஜீரணமும் விதையிலைகளினால் உணவு உட்கிரகிக்கப்படுவதும் பொதுவாக விதைகள் கனிவதற்கு முன்பாகவே ஏற்பட்டுவிடுகின்றது. இவ்வாறான முறிவு இப்பொழுது விதையிலைகளில் தொடர்ந்து நடை பெறுகின்றது. முடிவில் விதையிலைகள் சுருங்கி அழிந்து உதிர்ந்து விடுகின்றன.

முளைப்பதற்கு முன்பாக விதையிலுள்ள முளைக்கருவின் செல்கள் சிறியனவாய் இருக்கின்றன. இவ்வாறு இருப்பது குறிப்பாக ஆரம்ப வளர்ச்சியின் போதுதான். முளைக்கருவிற்குக் கிடைக்கும் சேமிப்பு உணவு புரோட்டீனையும், கார்போஹைட்ரேட்டையும், கொழுப்பையும் கொண்டிருக்கின்றது. புரோட்டீன் முழுவதும் புரோட்டோபிளாசம் ஆக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. முளைசூழ் தசையிலிருந்து பெற்ற சுவர் ஆக்கப்பொருள்களெல்லாம் செல்சுவர்களாக மீண்டும் மாற்றப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மிகுந்திருக்கும் கொழுப்புப் பொருள்களும் கார்போஹைட்ரேட்டுகளும் சுவாசித்தலில் செலவிடப்படுகின்றன.

விதையுறையிலிருந்து முதலில் வெளித்தோன்றும் முளைக் கருவின் முதல் பாகம் அநேகமாக முளைவேராகத்தான் இருக்கும். இவ்வாறு ஏற்படுவது முளைவேர் நீளுவதால் உண்டாவதாகும். அல்லது வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு (Hypocotyl) நீளுவதால் ஏற்படுவ தாக இருக்கும். அதன் பின்னர் முளைக்கரு வளரத் தொடங்கு கின்றது. முளைவேர் வளரத் தொடங்குகின்றது. முளைவேர் நிலம் நோக்கி நகர்வன (positive geotropic). அதன் பின்னர் அதன் வளர்ச்சியில் மாற்றம் விளைகிறது.

முளைவேர் முதல் வேராக (primary root)மாறுகின்றது. வித்திலை மேல்தண்டு (epicotyl) முதல் தண்டாக மாறுகின்றது. ஆனால், வித்திலைக் கீழ்த்தண்டின் வேலைகளும் வித்திலைகளின் வேலைகளும் தாவரத்திற்குத் தாவரம் மாறுபடுகின்றது. தரைகீழ் முளைக்கும் விதை களில் வித்திலை விதையிலிருந்து வெளிப்படுவதில்லை. வித்திலைக் கீழ்த் தண்டு குட்டையாகவே இருந்துவிடுகின்றது. விதை நிலத்திற்குக் கீழேயிருந்தால் வித்திலை மேல்தண்டு தன் வளர்ச்சியால் நிலப்பரப்பை அடைகின்றது. முளைசூழ் தசையில்லாத விதைகளில் (Non-endos-perous seed) விதை முளைத்தல் வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு நீளுவதால் வித்திலைகளும் வித்திலை மேல்தண்டும் பூமிக்கு மேலே கொண்டு வரப்படுகின்றன. பொதுவாக அழிந்த விதையுறைமட்டுமே மண்ணில் தங்கிவிடுகின்றது. முளைத்தலில் பூமிக்கு மேலே கொண்டுவரப்பட்ட வித்திலைகள் அதன் பின்னர், சிறிது காலம் வரைக்கும் ஆமணக்கு முதல் இலைகள் போன்று செயல்பட்டாலும் செயல்படும் அல்லது

அவை ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்த்தாமலேயே அவரை விதைகளில் வீழ்வதுபோல் வீழ்ந்துவிடும்.

எல்லா வகையான விதைகளின் விதையிலையின் ஒரு பொது வேலை என்னவென்ருல் உணவை உட்கிரகிப்பதுதான். ஆனுல், ஏதோ சிலவற்றில் இதற்குப் பதிலாக உணவு சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது. வேறு சிலவற்றில் வித்திலையின் மேல்தண்டு முளைத்தலின் போது பாதுகாக்கப்படுகின்றது.

வித்திலையின் கீழ்த்தண்டு நீளவேண்டின் முதலில் ஒரு வில் போன்ற வளைவை ஏற்படுத்திக்கொண்டு ஒருபுறம் முளைக்குருத்தையும் (plumule) மற்ருெருபுறம் விதையிலைகளையும் வளர்க்கின்றது. அதன் பிறகு வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு மெதுவாக நிமிர்கின்றது. அப்போது வித்திலைகளும், வித்திலை மேல்தண்டும் நிலத்திலிருந்து பிடுங்கப்படுகின்றன. தரைக்குமேல் முளைக்கும் விதைகளில் முளைச் சூலுடன் வித்திலைகளும் முளைசூழ் தசையில் பொதிக்கப்பெற்று விதையுறையுடனே முதலில் வெளிவருகின்றன (படம்-10-2).

படம் 10-2

தரைமேல் விதை முளைத்தல்

தரைகீழ் விதை முளைக்கும் வகைகளில் வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு குட்டையாகவே இருந்துவிடுகின்றது. அதனுல் அவை பூமிக்கு

மேலே வருவதில்லை. தானியங்களில் ஒருவித்திலை தனக்குத் தேவையான உணவை முளைசூழ்தசையிலிருந்து உறிஞ்சிப்பெறுகின்றது. பின்னர், இது முளைக்கருவிற்கும் விநியோகிக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு முளைவேரும், முளைக்குருத்தும், முளைக் கருவும் வளர்ந்து தனித்து இயங்கும் நிலையினை அடைகின்றன. இவ்வாறு இவை தனித்து இயங்கும் நிலையை அடையும் காலம்வரையிலும் உள்ள உயிர்ச் செயல் **விதை முளைத்தல்** (seed germination) என்று வழங்கப்படுகின்றது.

11. தாவரத்தின் பெருக்கம்

(Development of Plant)

[பெருக்கத்தின் வகைபாடு— விதை முளைத்தல்—உறுப்புகளின் ஆக்கம்—செயற்பாடுகள்.]

வளர்ச்சி என்பது என்னவென்று ஓரளவு ஆராய்ந்த பின்னரே பெருக்கத்தைப்பற்றிச் சிந்திக்க முடியும் என்று முன்னமே கூறப்பட்டிருக்கிறது. வளர்ச்சி என்பதே பெருக்கத்தைக் காட்டுவதுதான். ஆனாலும் **வளர்ச்சி** (growth) என்பது வேறு; **பெருக்கம்** (Development) என்பது வேறு.

வளர்ச்சி என்பது பலவகை. அப் பலவகை வளர்ச்சியின் கூட்டு மதிப்பே பெருக்கம் ஆகும். தாவரங்களின் பெருக்கம் பல சிக்கலான பிரச்சினைகளைக் கொண்டும், தாவர உறுப்புகளின் அமைப்பிலே தனித் தன்மை கொண்டும், அவை விதையிலிருந்து நாற்றுக்கும், நாற்றிலிருந்து பயிர்நிலைக்கும், பயிர்நிலையிலிருந்து இனப்பெருக்கத்திற்கும் செல்வதேயாகும். எனவே, பெருக்கத்தை வகைப்படுத்தி அறிந்து கொள்வதுதான் நமக்கு உண்மை நிலைமையை விளக்க வகைசெய்கின்றது.

தாவரத்தின் பெருக்கம்

- முறைகள்
  - விதை முளைத்தல்
    - தரைகீழ்
      - முளைசூழ்தசை கொண்டு — நெல்
      - முளைசூழ்தசை இல்லாமல் — கடலை
    - தரைமேல்
      - முளைசூழ்தசை கொண்டு — ஆமணக்கு
      - முளைசூழ்தசை இல்லாமல் — அவரை
- உறுப்புகளின் அமைப்பு (அ) உறுப்புகளின் ஆக்கம்
- செயல்கள்

11-1. பெருக்கத்தின் வகைபாடு (Classification of Development)

தாவரத்தின் பெருக்க வகைபாடு விதை முளைத்தல், உறுப்புகளின் ஆக்கம், செயற்பாடுகள் என்னும் முப்பெரும் வகைகளைக் கொண்டு அமைகின்றது. முதலில் விதை முளைத்தல் பெருக்கம் ஏற்பட்டு அவை உறுப்புகளின் ஆக்கத்தில் அதிகரித்துச் செயற்பாடுகளில் முடிகின்றது. எனவே, பெருக்கத்தினைக் கீழ்க்காண்பதுபோல் வகைப்படுத்தலாம்.

பெருக்கத்தின் வகைபாடு

1. விதை முளைத்தல்
   - தரைமேல்
     - முளைசூழ்தசை கொண்டு
     - முளைசூழ்தசை இல்லாமல்
   - தரைகீழ்
     - முளைசூழ்தசை கொண்டு
     - முளைசூழ்தசை இல்லாமல்
2. உறுப்புகளின் ஆக்கம்
   - வேர்
   - தண்டு
   - இலைகள்
   - மலர்கள்
   - கனிகள்
   - விதைகள்
     - முளைக்கரு
     - சேமிப்பு உணவு
     - உறக்கம்
     - வளர்சிதை மாற்றம்
     - முளைத்தல்
3. செயற்பாடுகள்
   - வளர்சிதை மாற்ற முறைகள்
   - விதைப் பெருக்கம்
   - பயிர் செயற்பாடுகள்
     - இளவேனில்
     - குளிர்
     - கோடை
     - இலையுதிர்
   - வளர்ச்சிக் காலம்
   - பருவமடைதல்
   - இனப்பெருக்கம்
     - மலர் தோன்றல்
     - மகரந்தச் சேர்க்கை
     - கருவுறுத்தல்
     - இனப்பெருக்கம்
     - பின் விளைவு

11-2. விதைமுளைத்தல் (Germination)

தாவரத்தின் பெருக்கம் விதைமுளைத்தலில் தொடங்குகின்றது. விதைமுளைத்தல் விதையுறக்கத்திற்குப் பின்னர் ஏற்படுகின்றது. விதை உறக்கமும் விதைமுளைத்தலும் ஏன், எவ்வாறு ஏற்படுகின்றது என்பதை 'விதையுறக்கமும் முளைத்தலும்' (Dormancy and germination) என்ற பகுதியில் நன்கு விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இருப்

பினும் விதை முளைத்தலைப்பற்றி மீண்டும் இங்குச் சற்றுச் சுருக்கமாக ஆராய்வோம்.

விதையுறை கொண்ட விதைகள் நீரைப் பருகிப் பருத்து, விதையுறையைக் கிழித்து விதையிலைகளை விரித்து, முளைவேரையும் முளைக் குருத்தையும் வெளிக்கொணர்ந்து முளைவேரை நிலத்தில் பதிக்கின்றது; முளைக்குருத்தை நிலத்தின்மேல் கொணர்ந்து நிமிரச் செய்கின்றது. இவை விதைகள் முளைத்தலில் பொதுவாக நிகழ்பவை. ஆனால், முளைக்கும் விதைகள் தம் விதையிலைகளைப் பூமிக்குமேலே கொண்டு வந்தால் **தரைமேல் விதைமுளைத்தல்** (Epigeal germination) என்றும், விதையிலைகளைத் தரைக்குக் கீழேயே வைத்திருந்தால் **தரைகீழ் விதைமுளைத்தல்** (Hypogeal germination) என்றும் கூறுகின்றோம். தரைக்குக் கீழும், தரைக்கு மேலும் விதையிலை கொண்டு முளைக்கும் விதைகளுக்குத் தங்கள் முளைக்கருவைச் சுற்றி ஓர் ஊட்டத் திசுக் கொண்டு அமைந்த விதைகளை **முளைசூழ் தசைகொண்ட விதைகள்** (Endospermous seeds) என்றும், அத் தசை இல்லாத விதைகளை **முளைசூழ் தசை இல்லாத விதைகள்** (Non-endospermous seeds) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. இவ் வமைப்புக் கொண்ட விதைகள் தாவரங்களின் பெருக்கத்தில் எவ்வாறு பங்கு கொள்கின்றன என்று பார்ப்போம்.

சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையின் நிபந்தனைகளைப் பூர்த்திசெய்தவுடன் விதைகள் முளைப்பதற்குத் தயாராக இருக்கின்றன. அப்போது நீரால் நனைக்கப்பட்ட செல்களும் என்ஸைம்களும் தங்கள் வேலையைச் செய்யத் தூண்டப்படுகின்றன. உடனே செல்பிரிவு நடைபெறுகின்றது. பின்னர், செல்விரிவு நீட்சி ஏற்படுகின்றது. அதன் பயனாக முளைக்கருவிலிருந்து முளைவேரும், முளைக்குருத்தும் விதையிலிருந்து வெளிக் கொணரப்படுகின்றன. வித்திலைக் கீழ்த்தண்டும் (Hypocotyl), வித்திலை மேல்தண்டும் (Epicotyl) நீட்சியடைவதால் வித்திலைக் கீழ்த்தண்டில் ஏற்பட்ட வளைவு (Hypocotyl loop) நிமிர்ந்து சிறு நாற்றாக (seedling) மாறி வளரத் தொடங்குகின்றது. இவ்வாறு விதை வளர்ந்து (முளைத்து) பெருக்கமடைகின்றது.

11-3. உறுப்புகளின் ஆக்கம் (Constituents of organs)

பயிர் உறுப்புகளின் ஆக்கமும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் ஆக்கமும் பல சிக்கலான வாழ்வியல் மாற்றங்களென்றாலும், அவை ஹார்மோன்களினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. உறுப்புகளின் ஆக்கம், பெருக்கம் ஆகியவற்றை வரிசைக்கிரமமாகப் பார்ப்போம்.

1. வேர் (Root): விதையுறையைக் கிழித்துக்கொண்டு வரும் முதல் பகுதியாகிய முளைவேர் (radicle) மண்ணில் ஊன்றியவுடன்

தன் வளர்தொழிலான செல்பிரிவு, செல்விரிவு, செல்பெருக்கம் இவற்றை மேற்கொண்டு, வளர்ந்து திசுக்களை வலுவடையச்செய்து நிலத்தில் தனித்து நிற்கவும் செயல்படவும் விளைகின்றது. அப்போது நிலத்திலுள்ள சத்துநீரை உறிஞ்சி, அதனை மேல்நோக்கிக் கடத்தியும், தேக்கியும் தன் உடல் பகுதியினைப் பேணிக்காத்தும் ஒரு சிறிய மண்டலத்தையே அமைக்கின்றது. இதற்கு வேர்மண்டலம் (Root system) என்று பெயர். இவ்வாறாக வேரின் ஆக்கம் ஏற்பட்டுத் தாவரங்கள் தங்கள் வாழ்க்கையைத் தொடர்வதற்கு அவ் வேர்களின் பெருக்கமும் துணைபுரிகின்றது. இவ் வேர்களின் ஆக்கம் குறிப்பாக வித்திலைகளின் தன்மைகொண்டு ஆணிவேர் மண்டலம் (Tap root system), பக்கவேர் மண்டலம் (Adventitious root system) என்று அமைகின்றது.

2. தண்டு (Stem): முளைவேர் போன்றே முளைக்குருத்தும் பூமிக்குமேலே தோன்றித் தன் வளர்ச்சியில் பெருக்கம் அடைகின்றது. அப்போது ஆங்காங்கே பல பசுமையான இலைகள் தோன்றுகின்றன. தண்டின் நுனிக்குருத்துத் தொடர்ச்சியாக வளர்ச்சியில் ஈடுபடுவதால் அங்கு உயரமும், அகலமும், கன அளவும் பெருகித் தண்டின் மொத்த வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. அப்போது அவற்றுக்கு வேண்டிய உணவை அவை இலைகளின்மூலமும் வேர்களின்மூலமும் பெறுவதால், தண்டு மண்டலம் (Shoot system) ஆக்கப்பெற்றுத் தனித்தியங்கும் வாழ்வு (Autotrophic life) ஏற்படுகின்றது.

3. இலைகள் (Leaves): இவை புறப்பகுதியில் தோன்றினாலும் இவற்றின் ஆக்கம் இவற்றின் பிரைமார்டியத்தில்தான் புதைக்கப் பட்டுள்ளது. இலைப் பிரைமார்டியம் (Leaf primordium) பெருக்க மடைவதால் நடுநரம்பு தன் இரு பக்கங்களிலும் இலைப்பரப்பையும் கிளை நரம்புகளையும் ஏற்படுத்துகின்றது. இலையின் அடிப்பாகமும் (leaf base), இலையின் நுனியும் வளர்திசுக்களின் உதவியால் வளர்ந்து பூரண இலையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. பின்னர், இலை தன்னிடமுள்ள பசுங்கணிகங்களைக்கொண்டு சூரிய ஒளியில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும் தண்ணீரையும் கச்சாப் பொருள்களாகப் பயன் படுத்தி ஒளிச்சேர்க்கை (photo - synthesis) என்ற செயலின் மூலம் தனக்கு வேண்டிய தரசத்தைத் (starch) தானே தயாரித்துக்கொள் கின்றது.

4. மலர்கள் (Flowers): சில பயிர் உறுப்புத் தண்டின் நுனி வளர்திசுக்கள் தொடர்ந்து பயிர் உறுப்புகளாக வளர்கின்றன; அவற்றில் சில இனப்பெருக்க ஆக்கத்திசுக்களாக மாற்றப்படுகின்றன. எனவே, பயிர் உறுப்புநிலை (vegetative state) இனப்பெருக்க உறுப்பு

ஆக்கத்திற்கு அடித்தளமாக அமைகின்றது. பயிர்நிலையிலிருந்து இனப்பெருக்க நிலைக்கு ஏற்படும் மாற்றம் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளைப் பொறுத்து அமையவேண்டுமென்றால், அம் மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. இவ்வித மாற்றங்கள் சில தாவரங்களில் விரைவாகவும், காலக்கிரமத்திலும் ஏற்படுகின்றன. இன்னும் சிலவற்றில் அவை தாமதமாகவும் காலமில்லாக் காலத்திலும் ஏற்படுகின்றன.

பயிர்நிலையிலிருந்து இனப்பெருக்க நிலைக்கு மாற்றம் ஏற்படுவதற்கு முதற்படியாக இருப்பது வளர்சிதைமாற்றம் (Metabolism) தான். இவ் வளர்சிதை மாற்றம் முதன்முதலில் வளர்திசுச் செல்களில் (Meristematic tissue cells) ஏற்படுகின்றது. அதனால் அவற்றின் அமைப்பும் குணமும் முற்றிலும் மாற்றப்பட்டுவிடுகின்றன.

சிலவகைத் தாவரங்களில் இம் மாற்றம் ஒரு பூமஞ்சரி (Inflorescence) பிரைமார்டியத்தைத் தோற்றுவிப்பதில் விளைகிறது. அதனால் பூமஞ்சரி எண்ணற்ற மலர்களுடன் வளர்கின்றது. இன்னும் சில வகைத் தாவரங்களில் இவ் வேறுபாடு ஒரேயொரு தனிமலரைத் தோற்றுவிப்பதில் முடிகின்றது.

முதன்முதலில் மலர் உறுப்புகள் புல்லிவட்டத்தினுள் இறுக்கமாக ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக மூடி மறைத்து மலர்மொட்டினை ஏற்படுத்துகின்றன. அதன்பின்னர்ப் படிப்படியாக மேலும்மேலும் வளர்ந்து மொட்டு (bud) விரியத் தொடங்குகின்றது. மலர்ப்பெருக்கத்திலுள்ள நிலை ஆன்தெஸிஸ் (Anthesis) என்று வழங்கப்படுகின்றது. புல்லிகளோ அல்லிகளோ அல்லது இரண்டுமோ எல்லா மலர்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உட்புறத்தேதான் மலரின் மிக முக்கியமான உறுப்புகள் (இனப்பெருக்க உறுப்புகள்) பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மகரந்தக் கேசரங்கள்மட்டும் கொண்ட மலர்களை ஆண்மலர்கள் (Staminode flowers) என்றும், சூலகம் மட்டிலும் கொண்ட மலர்களைப் பெண்மலர்கள் (Pistillode flowers) என்றும் வழங்குகின்றோம். சூலகமும் மகரந்தக் கேசரமும் கொண்ட மலர்களை இருபால் மலர்கள் (Bisexual flower) என்று வழங்குகின்றோம்.

தாவர வளர்ச்சியிலே மிகச் சிறப்பான அம்சம் தங்கள் வாழ்க்கையில் மலர் தோன்றுவதேயாகும். இம் மாற்றம் தாவரத்தின் மொத்த அமைப்பையே முழுக்க மாற்றிவிடுகின்றது. அதன் பின்னர் ஏற்படும் வளர்சிதை மாற்றங்களும் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. இளம் மலர்களிலுள்ள செல்களில் ஏற்படும் வளர்சிதை மாற்றம் மற்றெந்தத் திசுக்களில் ஏற்படும் வளர்சிதை மாற்றங்களைக்காட்டிலும் கூடுதலாக இருக்கின்றது. வாழ்வியல் செயல்களில் ஆணுக்கும் பெண்ணுக்கும்

உள்ள உறவுகளையும் வேறுபாடுகளையும் நோக்கும்போது, அவை ஒன்றுக்கொன்று முரணாக இருப்பினும் ஒன்றாக இணைந்த மாற்றங்களிலேயே முடிகின்றன. அப்போது ஹார்மோன்களின் பங்குப்பணி அளவிடற்கரியதாக இருக்கின்றது.

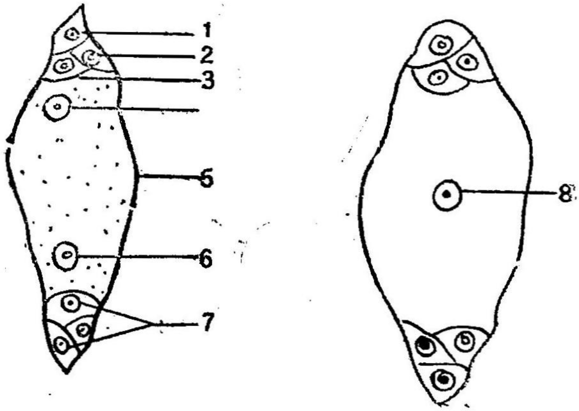
5. **கனிகளின் ஆக்கம்** (Constituents of fruits): கனிகள் என்றால் மலர்களிலுள்ள கருவுற்ற சூலகத்தின் (fertilized and rippened ovary) முதிர்ச்சியே ஆகும். கனிகள் ஏற்பட முதன்முதலில் மகரந்தக் கேசரத்திலுள்ள மகரந்தத்தூள் சூல்முடியை அடையவேண்டும். இதற்கு **மகரந்தச் சேர்க்கை** (Pollination) என்று பெயர். இது தன் மலரிலேயே நிகழ்ந்தால் **தன்மகரந்தச் சேர்க்கை** (Self pollination) என்றும், தன் இனத்தைச் சேர்ந்த மற்றொரு மலரில் நிகழ்ந்தால் **அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை** (Cross-pollination) என்றும் வழங்கப்படும். தன்மகரந்தச் சேர்க்கை தடுக்கப்பட்டு, அயல்மகரந்தச் சேர்க்கையை ஊக்குவிக்க இயற்கையில் பல வழிமுறைகள் (Contrivances for cross-pollination) உள்ளன. எப்படியோ மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற்றுக் **கருவுறுத்தல்** (fertilization) ஏற்படுகின்றது. கருவுற்ற சூல்கள் பெருக்கமடையும்போது சூல் அணுக்கள் விதைகளாகவும், சூலகத்தின் சுவர் கனிகளின் உறைகளாகவும் (pericarp) அமைகின்றன. காலக்கிரமத்தில் கனிகளின் செல்களும் திசுக்களும் வளர்ச்சி பெற்று உருவத்திலும் அளவிலும் பெருக்கமடைகின்றன.

6. **விதைகளின் ஆக்கம்** (Constituent of seeds): சுருங்கச் சொல்லப்போனால் கருவுறுத்தலுக்குப் பின்னர்ச் சூல் அணு விதையாக மாறுகிறது. ஆனால், விதைகளின் ஆக்கம் விதையின் அமைப்பைக் கொண்டு ஏற்படுகின்றது. எல்லா விதையுறை கொண்ட தாவரங்களிலும் (Angiosperms) சூல் அணுவிலிருக்கும் கருப்பை ஏழு செல்களைக் கொண்டு எட்டு நியூக்கிளியஸுடன் (7 celled and 8 nucleate structure) காணப்படும் (படம் 11-1).

இந்த நியூக்கிளியஸின் எண்ணிக்கை தாவரத்தின் வகைக்கு ஏற்ப மாறுபடும். மகரந்தக் குழல் வழியாக வந்த உற்பத்திச்செல் (generative cell) இரண்டாகப் பிரிந்து இரண்டு கேமீட்களை (gametes) ஏற்படுத்துகின்றது. இவை மகரந்தக் குழலின் சுவரும், கருப்பையின் சுவரும் சேருமிடத்தில் கரைந்து ஒரு வழி ஏற்படுவதனால் கருப்பைக்குக் கொண்டுவரப்படுகின்றன.

இவ்வாறாகக் கருப்பையினுள் கொண்டுவரப்பட்ட கேமீட்களில் ஒன்று முட்டையுடன் இணைந்து முதல் கருவுறுத்தலை ஏற்படுத்துகின்றது. அதன் விளைவாக முளைக்கரு (Embryo) ஏற்படுகிறது.

இரண்டாவது கேமிட் இரண்டாவது நியூக்கிளியஸுடன் (Secondary nucleus) இணைந்து இரண்டாம் கருவுறுதலை (Double fertilization) விளைவிக்கிறது. இது முளைக்கருவைச் சுற்றிலும் ஓர் ஊட்டத் திசுவை (Nutritive tissue) ஏற்படுத்துகிறது. இதற்கு **முளைசூழ் தசை** (Endosperm) என்று பெயர்.



படம் 11.1

கருப்பை

1-2. துணைச்செல்கள்; 3. முட்டை; 4, 6. நியூக்கிளியஸ்; 5. கருப்பை; 7. எதிரடிச் செல்கள்; 8. இரண்டாம் நியூக்கிளியஸ்

கருவுற்ற முட்டை உடனே செல்பிரிவைத் தொடக்குவதில்லை. சிறிது தாமதமாகத் தொடக்குகிறது. இவ்வாறு தொடங்கிய செல்பிரிவு தடையேதுமில்லாமல் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது; முடிவில் முழுதும் வளர்ந்த முளைக்கருவை உண்டாக்குகிறது. இவ் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான உணவு தாவரங்களிலிருந்தோ மலரிலிருந்தோதான் கிடைக்கிறது. இவ்வாறு சூல் அணுவின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் செல்பிரிவும், விரிவும், பெருக்கமும் ஏற்பட்டு முழுவளர்ச்சி பெற்ற விதை ஏற்படுகின்றது. அதேநேரத்தில் சூலகத்திலும் வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கனி உறையும் தோன்றுகின்றது. இதன் பின்னர்க் கனியும் விதையும் வளர்ந்து முதிர்கின்றன.

படிப்படியாக வாழ்வியல் தோற்றங்களில் மாற்றம் ஏற்பட்டுக் கனியும் விதைகளும் பெருகியவுடன் அவை கனிந்து பரவ முற்படுகின்றன. அவை இயற்கையில் காற்றினாலும் (wind dispersal), நீரினாலும் (water dispersal), விலங்குகளினாலும் (animal dispersal) ஏற்பட்டுத் தகுந்த சூழ்நிலை கிடைத்தவுடன் மீண்டும் வளரத் தொடங்குகின்றன. அஃதாவது, தாவரம் தன் வாழ்க்கைச் சுற்றை மீண்டும்

புதிதாகத் தொடங்குகிறது; விதை முளைக்கிறது; செடி வளர்கிறது; மரம் மலரை உற்பத்தி செய்கின்றது. மலரில் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. கருவுறுத்தல் ஏற்பட்டுக் காய், கனி வளர்ந்து முதிர்கின்றன. முதிர்ந்த காய், கனி, விதைகள் ஆகியன தம் தாய்த் தாவரத்தை விட்டுப் பிரிகின்றன; அவற்றில் சில மடிகின்றன; சில மீண்டும் தக்க சூழ்நிலை கிடைத்தவுடன் முளைத்து மீண்டும் வாழ்க்கைச் சுற்றை (life cycle) மேற்கொள்கின்றன.

11-4. செயற்பாடுகள் (Activities)

தாவரத்தின் பெருக்கத்திற்கு ஒவ்வொரு தாவரமும் பற்பல செயற்பாடுகளை மேற்கொள்ளவேண்டியிருக்கின்றது. செயற்பாடுகளாகும் வளர்சிதை மாற்றங்கள், பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சி, இனப்பெருக்க உறுப்பு வளர்ச்சி, வளர்ச்சிக் காலம், முதிர்ச்சி, இனப்பெருக்கம், பின் வளர்ச்சி ஆகிய இவை ஆங்காங்கு எடுத்தாளப்பட்டிருப்பினும் வளர்ச்சிப் பெருக்கத்திற்கு அவை எவ்வாறு ஒன்றுசேர்கின்றன என்று இங்கு ஆராய்வோம்.

செயற்பாடுகளில் முதலாவதாக எண்ணப்படுவது வளர்சிதை மாற்றம். இவ் வளர்சிதை மாற்றங்களில் முக்கியமாகக் கருதப்படுவது கார்போஹைட்டிரேட் வளர்சிதை மாற்றமும் (Carbohydrate Metabolism), நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றமும் (Nitrogen Metabolism) ஆகும்.

இவ் வளர்சிதை மாற்றங்கள் ஆண் மலர்களை (staminate flowers) ஆதரிப்பதைக் காட்டிலும் பெண் மலர்களை (carpellate flower) மிகுதியாக ஆதரிக்கின்றன (Lochwing, 1938). கனிகளின் வளர்ச்சியிலும் பயிர் உறுப்புகளின் வளர்ச்சியிலும் இவற்றின் பங்குப்பணி மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்ததாகும். ஒரு தாவரத்தில் நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றம் ஒழுங்காக ஏற்பட்டால் கார்போ - ஹைட்டிரேட்டின் வளர்சிதை மாற்றமும் தடையேதுமில்லாமல் நடைபெறுகின்றது. இவ்வாறு ஏற்படும் குறைவற்ற நைட்டிரஜன் கார்போ-ஹைட்டிரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்றங்களின் விளைவாகத் தாவரங்கள் இயற்கை விதி மாறுமல் பெருக்கமடைகின்றன.

மேற்கண்ட வளர்ச்சியும் பெருக்கமும் செம்மையாக அமைவதற்கு வளர்சிதை மாற்றங்களுடனே பருவகாலங்களும் துணைசெய்கின்றன. வளர்ச்சியையும் பெருக்கத்தையும் ஒரு நெறியில் அமைக்க இயற்கை இளவேனில், குளிர்காலம், கோடைகாலம், இலையுதிர்காலம் என்று நான்கு முக்கியப் பிரிவை ஏற்படுத்தியிருக்கிறது. இப்பருவங்களில் பயிர் உறுப்புகளும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் செயல்பட்டு வளர்ச்சிச் சுற்றை (Growth cycle) பூர்த்தியடையச் செய்கின்றன. இளவேனிலில்

புதிய இலைகள் தோன்றுவதால் உணவின் பெரும்பகுதி இலைகளுக்குச் செலவிடப்படுகிறது. சேமித்த உணவு ஏறக்குறையக் கெடாமல் குளிர் காலத்தில் பாதுகாக்கப்பெற்றுக் கோடையில் செலவிடப்படுகின்றது. அக் காலத்தின் முடிவில் அஃதாவது இலையுதிர் காலத்தில் இலைகள் உதிர்வதால் உணவின் பெரும்பகுதி இனப்பெருக்க உறுப்பு களுக்குச் செலவிடப்படுகின்றது. இதனால் இந் நான்கு பருவங்களிலும் வளர்ச்சி வகைப்படுத்தப்பட்டு நடைபெறுகிறது.

இவ் வாறு ஏற்படும் வளர்ச்சியும் பெருக்கமும் தான்தோன்றியாக நிகழ்ந்துவிடுவதில்லை. அவற்றைச் சீராக்க வளர்ச்சிக் காலம் முன் வருகின்றது. இன்னின்ன காலங்களில் இன்னின்ன பகற்பொழுதில் இவையிவைதாம் வளமாக வளரும் என்றறிந்து, அவற்றைக் அந்தந்தக் காலத்தில் வளரத் துணைசெய்வது வளர்ச்சிக்காலம் (Periodicity of growth) ஆகும்.

பலவாருக வளர்ந்த பல உறுப்புகள் பிறகு காலக்கிரமத்தில் முதிர் கின்றன. முதிர்தல் (maturity) எல்லா உறுப்புகளிலும் ஏற்பட்டாலும் மலரில் ஏற்படும் முதிர்ச்சியே முதிர்ச்சி என்று சிறப்பாகக் கருதப் படுகின்றது. மலரில் உள்ள மகரந்தக் கேசரங்களும் சூலகமும் ஒரே காலத்தில் முதிர்வதும் உண்டு; அல்லது வெவ்வேறு காலங்களில் தனித்தனியாக முதிர்வதும் உண்டு. இத் தன்மையால் முன்னதில் தன்மகரந்தச் சேர்க்கையும் பின்னதில் அயல்மகரந்தச் சேர்க்கையும் நிகழ்கின்றன. மகரந்தக் கேசரங்களின் முதிர்ச்சி மகரந்தத்தூளைத் தூவுவதில் முடிகின்றது. சூலகத்தின் முதிர்ச்சி சூல் அணுக்களில் கருப் பையை உண்டாக்கிக் கருவுறுத்தலுக்குத் தயாராகும் நிகழ்ச்சியை எதிர்நிற்கச் செய்கின்றது. எனவே, தாவர உறுப்புகளின் முதிர்ச்சி இனப்பெருக்கத்திற்குத் தயாராக்குகிறது.

இனப்பெருக்கம் தாவரங்களில் ஒரு தனி அம்சம். இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் மூலமாக நடைபெறும் வகை ஒன்று. மற்றொன்று பயிர் உறுப்புகளின் மூலமாக நடைபெறுவது; இன்னுமொன்று கலவி யிலா (Asexual reproduction) இனப்பெருக்கம் நடைபெறுவது. இம் மூன்றும் (Sexual reproduction, Vegetative reproduction and Asexual reproduction) மற்றெந்த உயிரினங்களுக்கும் இல்லாத குணமாகும்,

1. பயிர் உறுப்புகளின்மூலம் (Vegetative reproduction) இனப்பெருக்கம் உண்டாக்குவது தற்போது ஒரு தனிக் கலையாக (தோட்டக்கலையாக—Horticulture) நடைபெறுகின்றது. தாவரத்தின் மலரில்லா அல்லது விதையில்லா எந்த உறுப்பு பக்கவேர்களை (adventitious roots) தோற்றுவிக்குமோ அவைகள் இவ் வழிக்குப் பயன்

படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக அவை வேர், தண்டு, கிழங்கு, குமிழ், குருத்து முதலிய உறுப்புகளேயாகும். இவ் வுறுப்புகள் வெட்டுதல் (cutting), ஒட்டுதல் (grafting), பதியம்போடுதல் (layering) முதலிய முறைகளில் இனப்பெருக்கம் செய்விக்கப்படுகின்றன.

2. கலவியிலா இனப்பெருக்கம் (Asexual reproduction) நிகழும் வகைகளில் தாவரத்தின் பயிர் உறுப்பு இனப்பெருக்கக் காலங்களில் மாற்றமடைந்து ஸ்போர் (spores) மணிகளையாவது ஜூஸ்போர்களையாவது (zoospores) உற்பத்தி செய்கின்றது. இந்த ஸ்போர்களும் ஜூஸ்போர்களும் சிறிது காலத்திற்குப்பின் வளரும் இடங்களில் வீழ்ந்தவுடன் வளர்ச்சி நிபந்தனைகள் பூர்த்தியானவுடன் தனித் தாவரங்களாக வளர்கின்றன. இன்னும் சில தாவரங்களில் இவை இனப்பெருக்கச் சுற்றுகளுக்கு இடையில் கேமிட்டோஃபைட் (Gametophyte) தாவரங்கள் தோன்றவும் வழிகோலுகின்றன. இவ் வித கேமிட்டோஃபைட் (gametophyte), ஸ்போரோஃபைட் தலைமுறையை (Sporophyte generation) ஏற்படுத்துவதால் இவற்றிற்குச் சந்ததி மாற்றம் (Alternation of generation) என்று பெயர். இவ்வகை இனப்பெருக்கங்கள் கீழ்வகைத் தாவரங்களில்தாம் (Lower forms of plants) அஃதாவது மலரில்லாத் தாவரங்களின்தாம் (Cryptogams) ஏற்படுகின்றன.

3. இனப்பெருக்க உறுப்புகள் பங்குகொள்ளும் இனப்பெருக்கங்களில், அஃதாவது கலவிமுறையில் (Sexual reproduction) ஆண் உறுப்புகளும் பெண் உறுப்புகளும் பங்கு கொள்கின்றன. இவை ஒரே மலரிலோ, இரு மலர்களிலோ, ஒரே தாவரத்திலோ, இரு தாவரங்களிலோ அமைந்திருக்கும். இவ்வகை இனப்பெருக்கம் பெரும்பாலும் உயர்இனத் தாவரங்களில்தான் (phenerogams) நடைபெறுகின்றன. கலவிமுறையில் இனப்பெருக்கம் ஏற்பட்டதன் காரணமாக உயரினத் தாவரங்களில் கனிகள் உண்டாகின்றன. இக்கனிகள் உண்டாவதற்கு ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கருவுறுத்தலுக்குப்பின் ஏற்படும் விளைவுகள் (Post fertilization) என்று சொல்லுகின்றோம்.

கருவுறுத்தலுக்குப் பின்னர், ஏற்படும் விளைவுகளே உயர்இனத் தாவரங்களில் மிக முக்கிய நிகழ்ச்சியாகக் கருதப்படுகின்றன. இவையே தாவரங்களின் முக்கியப் பெருக்கத்தின் ஒட்டுமொத்த நிகழ்ச்சி (Net result) ஆகும்.

சூலகத்தில் கருவுற்ற முட்டை முளைக்கருவாக வளர்கிறது. இரண்டாம் நியூக்கிளியஸ் வளர்ந்து முளைசூழ் தசையாக மாறுகின்றது.

ஊட்டத் தசை (Nucellus) மறைகின்றது. சூல்அணு விதையாகவும், சூல்அணுவின் காம்பு விதைக்காம்பாகவும், சூல்அணுவின் உறை யிரண்டும் இரண்டு விதையுறைகளாகவும், நுண்துளை விதைத்துளை யாகவும் வளர்கின்றன. சூலகத்தின் சுவர் கனி உறையாக மாறு கின்றது. மகரந்தக் கேசரங்களும், அல்லிகளும், புல்லிகளும், சூல் தண்டும், சூல்முடியும் உதிர்கின்றன; சூல்காம்பு கனியின் காம்பாக மாறுகிறது.

இவ்வாருகத் தாவரத்தின் பெருக்கம் சிறிதுசிறிதாக வளர்ந்து ஒரு பெரும் மாறுதலை ஏற்படுத்துகின்றது. இம் மாறுதல்கள் இயற்கை யிலேயே ஏற்படுவதால் இதற்குத் தக்க துணைபுரியும் புறக்காரணிகளும் அகக்காரணிகளும் மாறுபடாதிருந்தால்தான் பெருக்கத்திலும் மாறுபாடு ஏதுமில்லாமல் அஃதாவது குறையேதுமில்லாமல் நன் முறையில் முடிவுபெறும்.

12. வளர்ச்சிக் குணங்கள்

(Growth Characteristics)

[வளர்ச்சிக் குணம்—இயற்கைக்கு மாருன வளர்ச்சி—காயங்கள் ஆறுவது)

12-1. வளர்ச்சிக் குணம் (Growth Characteristics)

புதிய புரோட்டோபிளாஸத்தினுல் ஏற்படும் அளவில் அதிகரிப்பு அல்லது எடையில் அதிகரிப்பு வளர்ச்சியைச் சற்றே விளக்கவல்லது. பகுதிப் பெருக்கம் நீர் உறிஞ்சுவதால் ஏற்படுவது; மிகுபெருக்கம் செல்சுவர்ப் பொருள்கள் உண்டாவதால் ஏற்படுவது. இம் மாற்றங்கள் புதிய புரோட்டோபிளாஸம் உண்டாவதையும் சார்ந்துள்ளன. புதிய புரோட்டோபிளாஸத்தின் ஆக்கத்தில் உறவில்லாத அதிகரிப்பை உயிர்நூல் வல்லுநர்கள் வளர்ச்சி என்று கூறுவதில்லை. எடுத்துக் காட்டாக, பிளாஸ்மாலிஸ்டு செல்கள் (plasmolized cells) நீர் பருகுவதால் மீண்டும் தம் இயற்கை நிலையை அடைகின்றன. இருப்பினும் இதனை அறிஞர்கள் வளர்ச்சி என்று கூறமாட்டார்கள்.

வளர்ச்சி பிரதிபலிக்கிறது. அதனைப் பகுதியில் அளக்கக்கூடும். ஒரு செல்லில் புரோட்டோபிளாஸத்தின் அளவில் அதிகரிப்பதை அளப்பதன்மூலம் வளர்ச்சியை அளக்கலாம்; செல்லின் கனஅளவு அதிகரிப்பதை அளப்பதன்மூலம் வளர்ச்சியை அளவிடலாம். இவ்வாருக வளர்ச்சியைப் பலவிதங்களில் அளக்கலாம்.

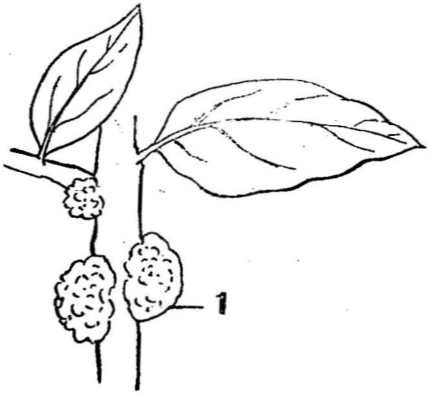
வளர்ச்சி பொதுவாக நிரந்தரமாக ஏற்படுவது; மீண்டும் தன் பழைய நிலையை (irreversible) அடையாதது. பட்டினிக் காலத்தில் புரோட்டோபிளாஸத்தின் ஒரு பகுதிகூடச் சுவாசித்தலுக்குப் பயன் படுத்தப்படுகின்றது. இதனுல் மொத்த எடையில் வீழ்ச்சி ஏற்படுகின்றது. செல்லின் கனஅளவு வளர்ச்சியைக் காட்டும் ஓர் அளவுகோல். வித்தியாசமில்லாமல் அறிய இவ்வித அளவுகளை நிலையான சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளில்தான் எடுக்கவேண்டும். இவ்வகை வீக்கச்

செல்களின் கன அளவு (Volume of bulliform cells) அநேகவகைப் புற்களின் இலைகளில் பெரிதும் மாறுபடுகின்றது. இவை வளர்ச்சியையோ வளர்ச்சியின் வீழ்ச்சியையோ காட்டுவதில்லை.

12-2. இயற்கைக்கு மாறான வளர்ச்சி (Abnormal Growth)

இதையே குறைவளர்ச்சி என்றும் சொல்லலாம். பொதுவாக வழக்கமில்லா வளர்ச்சியே இயற்கைக்கு மாறான வளர்ச்சி என்று சொல்லப்படும். வளர்ச்சி புரோட்டோபிளாஸத்தில் வேதியியல் மாற்றங்களினால் ஏற்படும் ஒரு சிக்கலான சமன். இச் சமனின் விகிதத்தில் வளர்ச்சியின் விகிதமும் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது. இவ் வேதியியல் மாற்றங்களில் ஏதேனும் கோளாறு ஏற்பட்டால் இயற்கை வளர்ச்சி விரோதிக்கப்பட்டு ஒரு முரணான வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. அது சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு அமைகின்றது.

மிகவும் மோசமான அல்லது மிகவும் வழக்கமில்லாச் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளில் வளர்ச்சி இயற்கைக்கு மாறாக இருக்கும். இயற்கையில் தொகுக்கப்படும் ஜிப்ரல்லின் (Gibberellin 2,4-D) இயற்கை வளர்ச்சியைக் குலைந்து இயற்கைக்கு மாறான வளர்ச்சியை ஏற்படுத்திவிடக் கூடும். இதன் முடிவு தாவரங்களை மடியச் செய்துவிடுகின்றது.



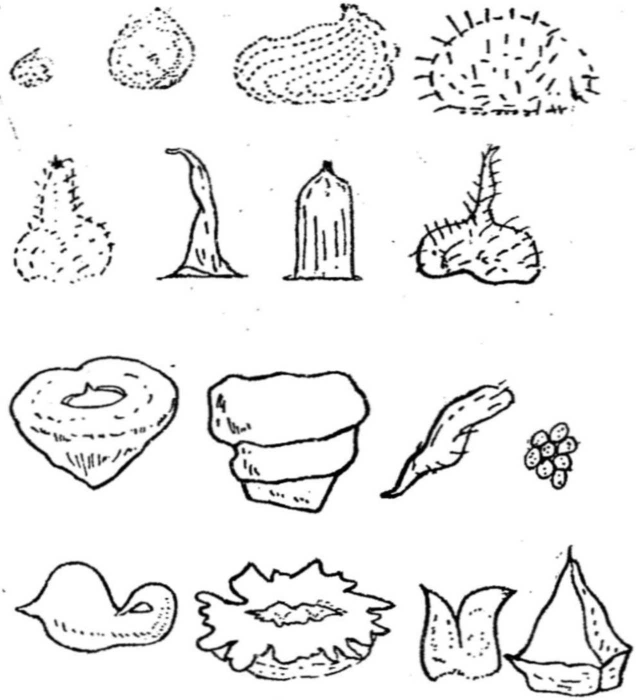
படம் 12.1

புகையிலைத் தண்டில் கட்டிகள்

இயற்கைக்கு மாறான வளர்ச்சி உட்புறமாக இயக்கப்படுகின்றது. கலப்பினப் புகையிலை வகைகளை (Inter specific hybrid in nicotiana) இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் காட்டமுடியும். எல்லா வளர்ச்சியும் சீராக இருந்தாலும் தண்டின் ஓரங்களில் கட்டிகள் (tumours) ஏற்படு

கின்றன (படம்12-1). இங்கு வளர்ச்சியில் சமன் (balance) நிலை குலைந்துவிட்டது. சில செல்கள் பொதுவாக வளர்ந்து தண்டுச் செல்களாக மாறுவதற்குப் பதிலாக வளர்ச்சி தடைப்பட்டு முதிர்ச்சியடையாமல் தொடர்ந்து முடிவில்லாமல் செல்பிரிவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

தாவரங்களில் இயற்கைக்கு மாறான வளர்ச்சியை ஏற்படுத்துவதிலே நுண்ணுயிர்கள் பெரும்பங்கு கொள்கின்றன. பூச்சியினங்களும் சிலவகை பாக்டீரியாக்களும் தாவரங்களின்மீது தொற்றிப் படர்வதனால் இயற்கைக்குமாறான பெருக்கம் ஏற்படுகின்றது. இவற்றைத்தான் கொப்புளங்கள் (galls) என்று வழங்குகின்றோம். அடிக்கடி இவ்வகைக் கொப்புளங்களின் உருவமும் அமைப்பும், பற்பல சித்திர விசித்திர



படம் 12.1
கக்கரி இலைகளின்மீது பல்வகைப் பூச்சிகளால் உண்டாக்கப்படும் கொப்புளங்கள்

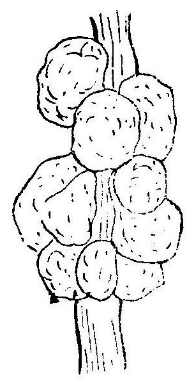
விளையாட்டுகளைக் காட்டுகின்றன. இவை வகைக்குவகை வேறுபாடானவை; குறிப்பிட்டவகைத் தாவரங்களின் இலைகளின்மீது குறிப்பிட்ட இனப் பூச்சிகளினால் ஏற்படுகின்றன. ஓரினப்பூச்சி ஒரு குறிப்பிட்ட இனம் அல்லது வகைத் தாவரங்களில் இவ்வகைக் கொப்புளங்

களை ஏற்படுத்தினால் அவை வேறுவகைத் தாவரங்களில் சாதாரண மாக அதே இனக் கொப்புளங்களை ஏற்படுத்துவதில்லை. குறிப்பிட்ட வகைப் பூச்சி குறிப்பிட்டவகைத் தாவரங்களில்தான் இவ்வகைக் கொப்புளங்களை ஏற்படுத்தும். அதேநேரத்தில் ஒரே இனத் தாவரம் பலவகைப் பூச்சியினத் தாக்குதலினால் பலவகைக் கொப்புளங்களை உண்டாக்குவதும் உண்டு (படம் 12-2).

ஒரேவகைப் பூச்சி சிற்சில வேளைகளில் பலவகைக் கொப்புளங்களை உண்டாக்கக்கூடும். உடனடியாக மேல்வளர்ச்சி ஏற்படுவதன் காரணம் தொற்றிப் படரும் பூச்சியினங்களைப் பொறுத்துள்ளது. பொதுவில் பூச்சிகள் வளர்ச்சியைத் தூண்டும் பொருள்களை (growth stimulating substances) சுரக்கின்றன. இவை அப் பூச்சியினங்கள் அந்த இலைகளை உண்பதால் ஏற்படும் காயங்களுடன் சேர்ந்து தமக்கு உணவளிக்க ஒரு வீட்டைக் கட்டிக்கொள்ள வகைசெய்கின்றன.

அரசமுடிக் கொப்புளம் அல்லது கிரீடக் கொப்புளம் (Crown gall) பாக்டீரியாவினால் (Agrobacterium tumefacious) உண்டாக்கப்படு கின்றது. இயற்கைக்கு மாறான வளர்ச்சியை உண்டுபண்ணும் எடுத்துக்காட்டுகளில் இது மிகச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு ஆகும் (படம் 12-3).

பொதுவாக, பாக்டீரியா நிலத்தருகிலுள்ள காயத்தின் வழியாக உடலினுள் நுழைகின் றன. அவை உடனே கொப்புளங்களை ஏற்படுத் தாமல் பெருகி வளர்கின்றன. கொப்புளங் களைத் தூண்டும் பொருள்கள் பாக்டீரியாவி னால் காயமுண்டான சாற்றில் உண்டாக்கப் படுகின்றன. இக் கொப்புளங்களைத் தூண்டும் பொருள்கள் பின்னிலையடையாத மாற்றங்களை (Irreversible changes) ஏற்படுத்துகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட செல்கள் தாவரத்தின் பிற உறுப்புகளிலிருந்து உண்டான ஹார்மோன் களுக்கு உணர்ச்சியற்றதாக இருக்கக்கூடிய சக்தியைப் பெறுகின்றன. கொப்புளத்தின் ஒரு மிகச் சிறந்த குணம் என்னவென்றால், அவை அதிகமான ஆக்ஸின்களை உற்பத்தி செய்வதே யாகும். அதனுடன் நில்லாமல் இவை வேறு ஹார்மோன்களையும் வைட்டமின்களையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. முதற்கொப்புளம் இவ்வாறாக நிறுவப்பட்டவுடன் இரண்டாவது கொப் புளம் தாவரத்தின் பல இடங்களில் காயமில்லாமலேயே ஏற்படுத்தப்



படம் 12.3
சூரியகாந்தித் தண்டில் ஏற்பட்ட கிரீடக் கொப்புளம்

படுகின்றன. இதைத் தாவர வல்லூநர்கள் (Botanists) மனிதனின் புற்றுநோய்க்கு ஒப்பிட்டுள்ளார்கள் என்றாலும், இவற்றின் வாழ்வியல் இன்னும் தீர்மானிக்கப்பட வேண்டியுள்ளது.

இதுகாறும் 3500-க்கு மேற்பட்ட ஆய்வுகளைப்பற்றிய செய்திகள், இக் கொப்புளங்களைப்பற்றி இர்வின் எஃப். ஸ்மித் (Erwin F. Smith, 1854-1927) எழுதிப் பிரசுரித்திருந்தாலும் கிரீடக் கொப்புளத்தை (Crown gall) இன்னும் முழுமையாக அறிந்துகொள்ள முடியவில்லை.

12-3- காயங்கள் ஆறுவது (Healing of Wounds)

சாற்றுக்குழாய்த் தாவரங்களின் அநேகவகைத் தாவரங்களினுடைய தண்டுகளிலும் வேர்களிலும் ஏற்படும் காயங்களை (புண்) ஆற்றுவதற்குத் தாவரங்கள் பெரிதும் முயல்கின்றன. தண்டிலோ, வேரிலோ ஏற்பட்ட காயங்களைச் சுற்றிலும் வளர்ச்சி மீண்டும் ஏற்படுகின்றது. இஃது ஒரு கால்லஸ் (callus) உண்டாக்கி அக் காயத்தைப் பகுதியாகவோ முழுமையாகவோ ஆற்றும் வளர்ச்சி முடிவதற்கு முன்பாகவே மூடிவிடுகின்றது. சேதமுற்ற செல்களிலிருந்து சுரக்கும் பொருள்கள் அதைச் சுற்றியுள்ள சேதமுறாத செல்களின் வளர்ச்சியைத் தூண்டிவிடுகின்றன. காயத்தை உடனே கழுவிவிட்டால் கால்லஸ் (callus) உண்டாதல் ஏற்படுவதில்லை. மீண்டும் எப்பொழுது அத் திரவம் சேதமுற்ற செல்களால் சுரக்கப்படுகின்றதோ, அப்பொழுதுதான் மீண்டும் கால்லஸ்ஸின் ஆக்கம் ஏற்படுகின்றது. இவை பரிசோதனைகளின் வாயிலாக அறியப்பட்டவை. மேலும், சேதமுற்ற செல்கள் சுரக்கும் திரவத்தின் செயற்பாட்டுத் தன்மை இன்னும் அறியப்படவில்லை.

13. சோதனைக்குழல் ஊட்டவளர்ச்சி

(Tube Culture)

[முன்னுரை — ஆய்வுவகைகள் — தேவையானவைகள் — திசு ஊட்ட வளர்ச்சியினைப் பயன்படுத்தும் முறை — வேர் ஊட்ட வளர்ச்சி — தக்காளி வேரின் கார்போஹைட்ரேட் ஊட்டம் — உளுந்து வேரின்மீது அமினோ அமிலங்களின் விளைவு — சந்தனத்தின் உறிஞ்சு வேர், பக்கக் குருத்து வேர் முனை ஆகியவற்றின் ஊட்ட வளர்ச்சி — தண்டு ஊட்ட வளர்ச்சிகள் — அபினித் தண்டின் ஊட்ட வளர்ச்சி — மணிமுடிக் கொப்புளங்களுக்கான ஊட்ட வளர்ச்சி — இலை ஊட்ட வளர்ச்சிகள் — குழல் வளர்ச்சியில் பிரையோஃபில்லம் இலையின் கருக்கள் — மலர் உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சிகள் — தாவரத் திசு, உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சியில் கரு வளர்ச்சி வல்லுநர்களின் கண்ணோட்டம்.]

13-1. முன்னுரை

உயிரியல்பற்றிய ஆய்வுகள் மனோவேகத்தில் முன்னேறும் இன்றைய அறிவுலகம் மலர்களின் சூலகம், சூலகத்திசு, கரு போன்றவற்றைப் பிரித்தெடுத்துச் சோதனைக் குழலில் வளர்க்கும் முன்னேற்றத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது. அஃதாவது சோதனைக் குழலில் குழந்தையை வளர்ப்பது போன்றது. இது போன்றுள்ள வல்லுநர்களின் நல்லுரைகளையும் ஆராய்ச்சிகளையும் நாம் எண்ணிப்பார்க்கவில்லையென்றால், வளர்ச்சியிலும் பெருக்கத்திலும் ஏதோ குறை என்றுதானே தோன்றுகின்றது. எனவே, வல்லுநர்களின் நல்லுரைகளின் பயனாக எழுந்த இச் சோதனைக் குழல் வளர்முறையினை, அஃதாவது சோதனைக் குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியினை (Tube culture) இங்குச் சற்றுக் காண்போம்.

சோதனைக்குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியினைப்பற்றிய கருத்தரங்கு (symposium) 1961ஆம் ஆண்டு பேராசிரியர் பி. மஹேஸ்வரி (Professor P. Maheswari, Chairman, Head of the Dept. of Botany, University of Delhi, Delhi) அவர்களின் தலைமையில் எட்டு நாடுகளிலிருந்து 41 அறிவியல் வல்லுநர்கள் வந்து கலந்துகொண்டார்கள். கருத்தரங்கு 9 நாள்கள் நடைபெற்றது. அதன் பயனாகக் கிடைத்

தற்கரிய பல அறிவியல் ஆய்வுகளும் உண்மைகளும் உலகுக்குத் தெரியலாயின. இதற்கு யுனெஸ்கோ ஆற்றிய தன்பங்குப்பணி மிகவும் குறிப்பிடத்தகுந்தது. இக் கருத்தரங்கு புத்தக வடிவில் 1963ஆம் ஆண்டு (The International Society of Plant Morphologists-Dept. of Botony, University of Delhi, Delhi, India, 1963) வெளிவந்தது தம் பேருகும்.

13-2. ஆய்வு வகைகள்

சோதனைக்குழல் ஊட்ட வளர்ச்சி ஆய்வுகள் பலதரப்பட்டன. அவை இன்னின்ன முறையினைக் (Technics) கையாளவேண்டும் என்பதும், இன்னின்ன உறுப்புகளைச் சோதனைக்குழலில் வளர்க்க முடியும் என்பதும் ஆகும். உறுப்புகளைப் பொறுத்தமட்டில் கீழ்க் காண்பவை சிறப்பிடம் பெறுகின்றன.

1. வேர் ஊட்ட வளர்ச்சிகள் (Root cultures)
2. தண்டு „ „ (Stem cultures)
3. இலை „ „ (Leaf cultures)
4. மலர் உறுப்புகள் (Reproductive organs)
5. மகரந்தப்பை (Anther cultures)
6. மகரந்தத்தூள் (Pollen grain cultures)
7. சூலகம் (Pistil)
8. சூற்பை (Ovary cultures)
9. சூலகத்திசு (Ovary tissue cultures)
10. சூல் அணு (Ovule cultures)
11. கரு (Embryo cultures)
12. காய்கனிகள் (Fruits cultures)

மேற்கூறியவற்றினை ஆராய்வதற்கு முன்னர் இவற்றுக்குத் தேவையானவை எவையெவை? அவற்றை எவ்வாறு பயன்படுத்தவேண்டும்? என்று சற்றுக் காண்போம்.

13-3. தேவையானவைகள் (Requirements)

வளர்ச்சிக்கும் பெருக்கத்திற்கும் நாம் நடைமுறையில் கடைப் பிடிக்கும் வழிமுறைகள் மிகவும் மெதுவானதும் அளவுகடந்த பொறுமையைக் கொண்டதும் ஆகும். முக்கியமாக வெப்பநாட்டில் தொற்றுநோய்கள் எப்பொழுதும் பரவக்கூடிய அபாயம் உள்ளது. திசு ஊட்ட வளர்ச்சிக்கு (Tissue culture) காணப்படும் ஊட்ட வழிகள் (Nutrient media) பாக்டீரியாக்களும் (Bacteria), பூஞ்சை

களும் (Fungi) கூட நன்கு வளரவும் பயன்படுகின்றன. எனவே, இவ் ஹூட்ட வழிகளைக் கையாளும் வல்லுநர்கள் மேற்கண்ட தடைகளி லிருந்தும் மிகவும் கவனிப்பாக இருத்தல்வேண்டும். ஆனால், எப்பொழுதுமே அவ்வாறு விழிப்புடன் இருக்க முடியாது என்பது திண்ணம். எனவே, இவற்றுடன் நச்சுக் கொல்லிகளைப் (antibiotics) பயன்படுத்தலாம். ஆனால், அவற்றுடன் நச்சுக்கொல்லிகளான பெனிஸிலின் (penicillin) ஸ்ட்ரெப்டோமைஸின் (Streptomycin) முதலியவற்றை அவற்றுடன் சேர்ப்பதால் வேண்டப்படாத பிற விளைவு களும் (side effects) ஏற்படுகின்றன. எனவே, ஊட்டவழிகளில் நச்சுக்கொல்லியைச் சேர்ப்பது தவிர்க்கப்படுகின்றது.

எனவே, இதற்குச் சிறந்த வழி என்னவென்றால் ஊட்ட வழிகள் நிச்சயமான, நம்பகமான, அழுகலற்ற நிலைமையை (aseptic condition) பெற்றிருப்பதுதான். அஃதாவது, ஆய்வுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஊட்ட வழிகளையும் கண்ணாடிப் பாத்திரங்களையும் சோதனைக் கருவி களையும் குறிப்பிட்ட ஒரு தனியான அறையினுள் வைத்துக் கையாள வேண்டும் என்பதே. அதனுடன் மாற்று அறைகளையும், கிருமிகளைக் கொல்லப் புற ஊதாக்கதிர் கொண்ட மின் விளக்குகளையும் (ultra-violet lamps) பெற்றிருத்தல் வேண்டும். மேலும், சோதனை அறைகளைச் சீராக்கப்பட்ட தட்பவெப்பத்தைக் கொண்டதாக (Air conditioned) வைத்திருக்கவேண்டும். ஏனெனில், இவ் வமைப்பு வெப்பமோ காற்றின் ஈரமோ மாறுபடுவதிலிருந்து தடுக்கின்றது. மேலும், அங்குத் தகுந்த ஒளிக் கட்டுப்பாடும் இன்னும் பிற சாதனங்களும், அச் சாதனங்களைப் பெறும் வழிமுறைகளும், அந்நியச் செலாவணியும் (Foreign exchange) எளிதாகவும் தட்டுப்பாடில்லாமலும் இருக்கவேண்டும்.

திசுக்களையும் உறுப்புகளையும் வளர்ப்பதல்லாமல் இன்றைய நாளில் செல்களையே வளர்க்கக்கூடிய அளவு அவற்றின் நுணுக்கங்கள் (Technics) வளர்ந்து முன்னேறியிருக்கின்றன. மனிதச் செல்களையே சோதனைக்குழலில் வளர்க்கக்கூடிய அளவு இன்றைய அறிவியல் துறை முன்னேற்றமடைந்திருக்கின்றது. எடுத்துக் காட்டாகப் பேராசிரியர் ஸ்டீவர்ட் (Professor Steward) அவர்களின் சோதனைக்கூடத்தில் நிகழ்ந்துள்ள ஆய்வுமுறையே இதற்குச் சான்று. உண்மையில் அவர் ஒரு வேரின் ஃபுளோயச் செல்லிலிருந்து (Phloem cell) ஒரு முழுத்தாவரத்தையே வளர்த்திருக்கின்றார் என்றால் அதைவிட வேறென்ன விந்தை வேண்டும்!

தேங்காய்ப்பால் (coconut milk) (ஆமாம். நம் சித்தர்கள் பாடி யுள்ள தேங்காய்ப்பால்தான்) மக்களின் உடல் நலத்திற்குச் சிறந்து விளங்குவது போலத் தாவரத்திசுக்களின் வளர்ச்சிக்கும் சிறந்ததாக

இருக்கின்றது என்று நவீன அறிவியல் சோதனையின் வாயிலாக அறியும்போது மிகவும் உற்சாகமாக இருக்கின்றதல்லவா? ஊட்டம் என்றால் மக்களென்றாலும் மரங்களென்றாலும் ஒன்றுதானே! வழி முறை வேறாயினும் உடல் நலம் என்பது ஒன்றுதானே!

13-4. திசு ஊட்ட வளர்ச்சியினைப் பயன்படுத்தும்முறை (Application of tissue culture)

உயிரியலில் திசு ஊட்ட வளர்ச்சியினைப் பயன்படுத்தும் முறைகள் பல இருக்கின்றன. அவற்றில் ஒன்று வைரஸ்களை (culture of viruses) வளர்ப்பது. நச்சுக்கொல்லிகளைக் கொண்டு (antibiotics) பல நுண்ணுயிர்களை வெற்றிகொண்டிருந்தாலும் இந்த வைரஸ்கள் (viruses) மட்டும் இன்றும், மனிதப் புத்திக் கூர்மைக்கு, மனிதச் சாமர்த்தியத்திற்கு ஒரு சவாலாக இருக்கின்றது. இவ் வைரஸ்களிடத்திலுள்ள ஒரு சிறப்பு என்னவென்றால், இவற்றைச் சிறு சீசாக்களில் படிகங்களாகச் சேமித்து வைக்கலாம். இருப்பினும், அவை உயிருள்ள பொருள்களின்மீது மிக வேகமாகப் பெருகும் திறன் கொண்டிருக்கின்றது. செயற்கை ஊட்டத்தில் (artificial medium) அழுகலற்ற நிலையில் (aseptic condition) வளர்க்கப்பட்ட ஒரு திசு இவ் வைரஸ்கள் பெருகுவதற்கு ஏற்றதாக இருக்கின்றது. இவ்விதமாகப் பலவகை வைரஸ்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன. புகையிலை வைரஸ்கள் (Tobacco mosaic virus) புகையிலை வேர்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன. போலியோ வைரஸ்கள் (polio virus) விலங்கினங்களின் தோல்களின்மீது சோதனைக் குழலில் வெற்றிகரமாக வளர்க்கப்படுகின்றன. அதற்காக அண்மையில் ஓர் அம்மைப்பால்கூட (polio vaccin) எடுக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

திசு வளர்ச்சி உயிர்த்தொகுப்பையும் (Biosynthesis) வளர்சிதை மாற்றிகளையும் (metabolites) அறிந்துகொள்ளப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதற்கு ஐந்து காலன் (gallon) கொள்ளக்கூடிய பெரிய பீப்பாய்களும்கூடப் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

மனிதச் செல்கள் சிறப்பாக ஊன் கொண்ட 'ஊட்டிகளில்' (broth containing 'Feeder') வளர்க்கப்படுகின்றன. இவற்றின்மீது குறுகிய அளவுகளில் செலுத்தப்படும் எக்ஸ்ரேக் கதிர்கள் (X-Rays) அவை பெறுவதைத் தடுக்கின்றன. ஆனால், அச் செல்களைக் கொல்லுவதில்லை. எனவே, இது பல பிரச்சினைகளை அறிந்துகொள்ள ஒரு வழிவகுக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக வாழும், வளரும் செல்கள் எவ்வாறு சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக் காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன என்பதை இத் திசு வளர்ச்சியின்மூலம் அறிந்துகொள்ளலாம். இச்

சோதனைகளெல்லாம் நமக்கு விலை மதிப்புள்ள சிறந்த துப்புகளை வழங்குகின்றன.

ஊட்ட வளர்ச்சியினால் என்ன பயன்? இதோ அதற்கு விடை. உடலுக்கு வயதானால் என்ன ஏற்படுகின்றது என்ற கேள்விக்கு இப்போது நமக்கு விடை கிடைத்திருக்கின்றது. அதாவது, ஊட்ட வளர்ச்சியில் வளரும் ஒரு திசுவையும் செயலில் உள்ள திசுவையும் ஒப்பிட்டுப்பார்க்கையில் வயதடைந்த செல்களைக் கைனின்ஸ் (kinins) என்று சொல்லப்படும் வேதியியல் பொருள்களைக்கொண்டு செயலிழந்த செல்களை மீண்டும் செயல்பெறச் செய்து புத்துயிர் ஊட்டலாம் என்பதேயாகும்.

பல ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், வடகரோலினாப் பல்கலைக்கழகத்தின் எச். வி. வில்ஸன் (H. V. Wilson of the University of North Corolina) கடற் பஞ்சினை (Marine sponge) எடுத்துச் சிறுசிறு துண்டுகளாக வெட்டி அதனை ஆராய்ந்ததில் ஒவ்வொரு சிறுசிறு துண்டும் ஒரு முழுக் கடற் பஞ்சாக வளர்வதைக் கண்டார். அதன் பின்னர், மீண்டும் ஓர் உயிருள்ள கடற்பஞ்சினை எடுத்து மெல்லிய துணியில் வைத்துக் கடல் நீரில் பிழிந்தார். அவர் பிழிந்த துணியில் அடர்ந்த செல்கள் கிடைத்தன. இச் செல்கள் வியக்கத்தக்க வகையில் மீண்டும் ஒன்றுகூடி ஒரு கொத்தாகச் சேர்ந்து திசுவாக மாறி முடிவில் முழுக்கடற்பஞ்சாக வளர்ந்தது. ஆனால், இவ்விதமாக முதுகெலும்புள்ள (vertebrates) விலங்கினங்களை இதுவரையில் யாருமே செய்ததில்லை. இருப்பினும், விலகிய செல்கள் மீண்டும் ஒன்றுகூடி இணைந்து திசுவாகத் தொகுத்து உருப்பெறும்நிலை மருத்துவச் சோதனைக்குப் பெரிதும் உயிரூட்டுவனவாயுள்ளன.

திசு ஊட்ட வளர்ச்சி நுணுக்கத்தினைப் (tissue culture technique) பயன்படுத்தி மனிதனின் குரோமோசோம்கள் 46தான் 48 அல்ல என்று 1956ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அது மட்டுமன்று ஒவ்வொரு குரோமோஸோமின் அமைப்பையும் (Chromosome structure) தெளிவாக அறிந்துகொள்ள முடிந்தது. இதுபோன்ற எண்ணற்ற ஆய்வுகளுக்கு வழிகாட்டியாகத் திசு ஊட்ட வளர்ச்சி அமைந்திருக்கின்றது.

ஒரு முக்கியக் கேள்வி என்னவென்றால் ஏன் சில செல்கள் மட்டும் ஒரு திசையில் இயங்குகின்றன; இன்னும் சில வேறு திசையில் செயல்படுகின்றன என்பதாகும். இதற்கான விடை இதுவாகத்தான் இருக்கும். அஃதாவது ஒரு பெரிய அறிவியல் துறையில் பல ஆசிரியர்கள் இருக்கின்றனர்; ஒவ்வொருவரும் ஒவ்வொரு பிரிவில் சிறப்புற்று

விளங்குகின்றனர்; இருப்பினும் அந்த அறிவியல்துறை ஒரே குறிக்கோள்கொண்டு செயலாற்றுகின்றது.

முடிவாகச் 'சோதனைக் குழல் குழவிகள்' (test tube babies) என்பன உண்மையில் சோதனைக் குழலில் வளரும் குழந்தைகள் அல்ல. சோதனைக் குழலில் சிறிது நாளைக்கு ஆண் அல்லது பெண் உற்பத்திச்செல்கள் (Sperm or ovum) பாதுகாப்பதுபோல உண்மையில் சோதனைக் குழலில் கருவுறச் செய்து கருவை வளர்க்க முடிவதில்லை. இச் சோதனையில் பகுத்தறிவுத் தலைவன் என்று பறைசாற்றிக்கொள்ளும் மனிதன் இன்னும் வெற்றிகொள்ள முடியவில்லை.

அண்மைக்கால ஆய்வுகளெல்லாம் அழித்தலிலிருந்து ஆக்கலுக்குத் திரும்பிக்கொண்டிருக்கையில் மேற்கூறிய ஆய்வுகளில் மனிதன் விரைவில் குறைந்தது ஒரு படியாவது தாண்டுவான் என்ற நம்பிக்கை இருக்கின்றது.

இனித் திசு ஊட்டவளர்ச்சி வேர் முதற்கொண்டு கனி வரையிலும் எவ்வாறு நடைபெறுகின்றது என்று காண்போம்.

13-5. வேர் ஊட்டவளர்ச்சிகள் (Root cultures)

வேர் ஊட்ட வளர்ச்சியினைப்பற்றிப் பல்வேறு அறிஞர்கள் ஆராய்ந்துள்ளார்கள். அவர்களில் ஹேபர்லான்ட் (Haberlandt) முதன் முதலில் முயன்றிருந்தாலும் அவருடைய மாணவர் கோட்டே (Kottee, 1922) என்பவர்தாம் இச் சோதனையில் வெற்றிபெற்றார். அஃதாவது கோட்டே செயற்கை ஊட்ட வழியில் (artificial medium) வேர்களை வளர்ப்பதில் வெற்றி பெற்றார். அதே நேரத்தில் அமெரிக்காவில் ராபின்ஸ் (Robbins, 1922) இதே போன்ற சோதனையில் வெற்றி கண்டார். இவர்கள் இருவரும் விதைகளை அழுகலற்ற முறையில் (aseptic state) வளர்த்து அவற்றின் வேர் முனைகளை வெட்டி ஊட்டவழிக்கு (Nutrient medium) மாற்றினார்கள். இம் மாற்றமடைந்த வேர்கள் அபரிமிதமான வளர்ச்சியைக் காட்டின. அதன் பின்னர், இந்த வேர்களின் முனையை நறுக்கிக் குடுவையிலுள்ள ஊட்டப் பொருளில் வளர்த்தார்கள். அங்கு வளர்ச்சி இருந்தாலும் அஃது அவ்வளவு சிறப்பாக இல்லை.

இவ்விதம் மேற்கொள்ளும் ஒவ்வொரு மாற்றத்திலும் வளர்ச்சி குறைந்துகொண்டே வருவதைக் கண்டார்கள். இஃது எதைக் காட்டிற்று என்றால், வளர்ச்சிக்கு மிக இன்றியமையாத காரணிகளை இவ் வூட்டவழிகள் பெற்றிருக்கவில்லையென்றும் அதனால் தொடர்ந்து வளர அஃது அனுமதிக்கவில்லை என்றும் காட்டிற்று. ஒயிட் (White,

1934) என்பவரால் இதற்கு ஒரு மாற்றுக் (remedy) கண்டுபிடிக்க முடிந்தது. அவர் சுக்ரோசையும் (sucrose) கனிம உப்புகளையும் (mineral salts) வேறு சில பொருள்களையும் சேர்த்தார். சரியான தேவை தாவரத்திற்குத் தாவரம் மாறுபட்டாலும் தையாமின் (Thiamine), பைரிடாக்ஸின் (Pyredoxin), நியாசின் (Niacin) ஆகிய இம் மூன்றும் பொதுவில் தேவை என்று உணரப்பட்டது.

வேர்கள் மண்ணிலிருந்து சத்துநீரும், கனிமங்களும், இலைகளிலிருந்து சர்க்கரையும் பெறுகின்றன என்று நாம் முன்னமேயே அறிந்துள்ளோம். ஆகையால் தையாமின், பைரிடாக்ஸின், நியாசின் முதலிய அவசியப் பொருள்களும் வேர்களுக்குத் தண்டுத் தொகுதியினால் (shoot) வழங்கப்படுகின்றன என்பது தெளிந்த உண்மையாகின்றது. அஃதாவது தண்டுத் தொகுதியும் வேர்த் தொகுதியும் ஒன்றையொன்று சார்ந்திருக்கின்றன என்பதே தெள்ளிய எடுத்துக் காட்டு.

எனவே, முற்றுப்பெற்ற ஊட்டவளர்ச்சிவழியில் (complete culture medium) வேர்கள் தண்டுத் தொகுதியில்லாமல் முடிவில்லா வளர்ச்சி கொண்டிருக்கின்றன. கன்வால்வுலஸ் (Convolvulus) போன்ற வேர்கள் மொட்டுகளையோ குருத்துகளையோகூட உண்டாக்குகின்றன. அதிலிருந்து தண்டுத் தொகுதியும் காலக்கிரமத்தில் வளர்கின்றது. அதிகமான ஆய்வுகள் அண்மையில் வேர் ஊட்டவளர்ச்சியில் மேற்கொள்ளப்பட்டிருக்கின்றன. அவற்றைப்பற்றிப் பேராசிரியர் ஸ்டிரீட் (Professor Street) கூறியுள்ளார். அவற்றைப் பின்வரும் விளக்கங்களிலிருந்து அறியலாம்.

13-6. தக்காளி வேரின் கார்போஹைட்டிரேட் ஊட்டம் (The Corbohydrate nutrition of the excised tomato root)

தொடர்ச்சியான தக்காளி வேரின், ஊட்ட வளர்ச்சிமுறை ஒயிட் (White, 1934) என்பவரால் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இவர் பயன்படுத்திய ஊட்டவழியில் கார்பனும் (carbon), டைசேக்ரைடும் (disaccharide), சுக்ரோஸும் (sucrose), குளுகோஸுக்குப் (glucose) பதிலாக உபயோகப்படுத்தப்பட்டன. பின்னர் 1940-ல் ஒயிட்டும், 1949-ல் டோமரும் ஸ்டிரீட்டும் (Domer and Street, 1949) இதற்குண்டான பலமான சாட்சியங்களைக் காட்டினர். மேலும், 1958-ல் பெர்கூசனும் (Ferguson, 1958) வளமற்ற ஊட்ட வழியினைக் (Sterile culture media) கொண்டு இதனை மேலும் உறுதிப்படுத்தினர். 'சுக்ரோஸ்' ஊட்ட வழியில் (Sucrose medium) வேரின் வளர்ச்சி மிகவும் துரிதமாகவும் அதிகமாகவும் இருக்கின்றது. சுக்ரோஸில் வளர்ந்த வேர்களெல்லாம் குறைவான ஊட்டங்களைக் கொண்டன

வாக அஃதாவது சிறிய குறுக்களவுள்ள வேர்களைக் கொண்டனவாக இருக்கின்றன. மேலும், சைலம் செல்களெல்லாம் (xylem cells) குறைவாகவே லிக்னினைக் (Lignin) கொண்டிருக்கின்றன.

தக்காளிவேர்கள் ஆக்ஸிஜன் எடுத்துக்கொள்ளும் அளவு சுக்ரோஸில் வளரும்போது குறைகிறது. அதை மீண்டும் சர்க்கரை உள்ள ஊட்ட வழியில் வளர்த்தால், அதன் வளர்ச்சி மீண்டும் தொடங்குகின்றது என்று மார்கனும் ஸ்டிரீட்டும் (Morgan and Street, 1959) காட்டியுள்ளார்கள்.

எனவே, வேர் ஊட்டவளர்ச்சியைப்பற்றி அதிகப்படியான விவரங்கள் 1949ஆம் ஆண்டு முதலே கிடைத்துள்ளன. முன்னுள்ள தக்காளி வேரின் கார்போஹைட்ரேட் ஊட்டமுறை பரிசீலிக்கப் பட்டதில் சுக்ரோஸில் மற்றெல்லாச் சர்க்கரைகளைக் காட்டிலும் மேலான வளர்ச்சி உள்ளது என்று தற்போதைய விவரங்களினின்றும் அறியப்படுகின்றது.

13-7. உளுந்துவேரின் வளர்ச்சிமீது அமினோ அமிலங்களின் விளைவு (Effect of certain amino acids on the growth of excised roots of phaseolus mungo. L.)

வேரின்மீதான அமினோ அமில ஊட்டம் (White, 1937, 1939; Skinner and Street, 1954; Roberts and Street, 1955; David, 1958; Charles and Street, 1959; Street et al, 1960) வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் பொருள்கள் கண்டுபிடித்ததிலிருந்து ஆராயப்பட்டுக் கொண்டு வருகிறது. ஒன்பது அமினோ அமிலக் கலவையினைத் தையாமினுடன் (Thiamine) பயன்படுத்துவதன்மூலம் வெற்றிகரமாக வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் பொருளாக (growth promoting substance) மாற்றமுடியும் என்று ஒயிட் (White, 1937) கண்டுபிடித்துள்ளார். பின்னர், கிளைசினைப் (glycin at 3mg / l) பயன்படுத்துவதன் மூலம் இந்த ஒன்பது அமினோ அமிலங்களை மாற்றலாம் (substituted) என்று ஒயிட் (White, 1939) கூறியுள்ளார். இதுபோன்று இன்னும் பலர் இதனை ஆராய்ந்துள்ளனர்.

மேலும், புறத்தேயிருந்து பயன்படுத்திய அமினோ அமிலங்கள் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்துகின்றனவா என்பது தெரியவில்லை. ஸ்டெயின்பெர்க் (Steinberg, 1947) அமினோ அமிலங்களுடன் தொடரும் கனிமங்கள் குறையுமானால் வளர்ச்சி தடைப்படுகின்றது என்று கண்டார்.

எனவே, பொதுவான வளர்சிதை மாற்றத்திற்குப் பலவகை அமினோ அமிலங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு தேவை. குளுடாமிக் அமிலம் (glutomic acid) போன்ற அமினோ அமிலங்கள் வேர் வளர்ச்சியின் ஊக்கத்திற்குத் தேவை. அதுபோலவே எல். லைசின் அமிலம் (l. lysine acid) போன்ற அமினோ அமிலம் மிகக் குறைந்த அளவில் பயன்படுத்தினாலும் வளர்ச்சி தடைப்படுகின்றது என்பதே அண்மைக்கால ஆராய்ச்சிகள்.

13-8. சந்தனத்தின் உறிஞ்சுவேர், பக்கக்குருத்து, வேர்முனை ஆகிய வற்றின் ஊட்டவளர்ச்சி ஆய்வு (Studies on the culture of root tips, haustoria and lateral buds of santalum album. L.)

சந்தன மரம் பல்லாண்டு (perennial) வாழக்கூடிய ஒரு தாவரம். அது சுமார் 20—30 அடி உயரம் வளரும். 40—60 ஆண்டு களில் முதிர்ந்து உயர்ந்த வைரம் பாய்ந்த கட்டைகளைக் (heart wood) கொடுக்கும். ஊட்ட வளர்ச்சிக்கு நூற்றுக்கணக்கான சந்தனமர நாற்றுகள் தேவைப்பட்டும் ஸ்ரீமதியும் ஸ்ரீனிவாயாவும் (Srimathi R.A. and Srinivaya M. of Forest Research Laboratory, Bangalore-3.) துணிந்து மேற்கண்ட ஆய்வை மேற்கொண்டனர். அதன்பயனை அவர்கள் கண்டது என்னவெனில், ஊட்ட வளர்ச்சியினால் இலைகளும் தண்டுகளும் இயற்கையாக வளர்வதைவிடச் சுருங்குகின்றன என்றும், மேலும் உறிஞ்சு வேர்களை (haustoria) ஊட்ட வளர்ச்சியில் வளர்க்க முடியவில்லையென்றாலும் தக்காளி முதலியவற்றின் வேர்முனைகள் ஊட்டவளர்ச்சியில் பணிந்தாலும் தொற்றும் ஒட்டுண்ணிகளின் (parasites) வேர்களை (haustoria) வளர்க்க முடிவதில்லை என்றும் கண்டார்கள்.

13-9. தண்டு ஊட்டவளர்ச்சிகள் (Stem cultures)

வேரின் ஊட்டவளர்ச்சி போன்றதே தண்டின் ஊட்டவளர்ச்சியும் ஆகும். வேர்முனைகளை ஊட்டவளர்ச்சியில் வளர்த்தலைப் போன்றே தண்டுத் தொகுதியின் முனைகளையும் (shoot-tips) வளர்க்கலாம். வழக்கமான கனிமங்களுடன் அவற்றிற்குச் சர்க்கரைமட்டும் போதுமானதாக இருக்கின்றது. அவற்றுக்கு வேண்டிய வைட்டமின்களை அவையே தயாரித்துக்கொள்கின்றன. ஒளியில் அவை பெரும்பாலும் ஒளிச்சேர்க்கை (photosynthesis) மேற்கொள்வதனால் அவற்றுக்குச் சர்க்கரைகூடத் தேவையில்லை. சில நாள்களுக்குப் பின்னர் அவை வேர்ப் பிரைமார்டியத்தை (Root primordia) ஏற்படுத்துகின்றன. அப்பொழுது உடனே அவற்றை மண்ணுக்கு மாற்றிவிட்டால் அவை அங்கு ஒரு புதுத் தாவரமாக வளர்கின்றன. தண்டின் மிகச்சிறிய

துணுக்கு (bits) அஃதாவது 0·25—0·5 மி.மீ. நீளமுள்ள துண்டு இருந்தாலும் அது ஒரு முழுத் தாவரமாக வளர்ந்துவிடும். பெரணியில் (ferns) ஒரே ஒரு செல் அகலமும் 0·25 மில்லி மீட்டர் நீளமும் கொண்ட ஒரு துண்டு ஒரு முழுத் தாவரமாக வளர்கின்றது. கஸ்கூட்டாவின் (Cuscuta shoot tip) தண்டுத்தொகுதி நுனியின் துணுக்கு எந்த வேரையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. இதை நாம் முன்னரே பார்த்தோம். இயற்கையில்கூட அவை வேர்களை உண்டாக்குவதில்லையே. இருப்பினும் அவை சோதனைக் குழலில் நன்ருக வளர்கின்றன. அவற்றுக்குப் போதுமான ஒளிக்காலச் சிகிச்சை (photo periodic treatment) கொடுத்தால் அவை அச் சோதனைக் குழலில் யாவும் செய்கின்றன. ஃபிரான்ஸ் நாட்டில் காதரெட் (Gautheret) பல தாவரங்களின் கேம்பியத் திசுக்களை ஊட்டவளர்ச்சிக்குப் பயன்படுத்தியுள்ளார். அதேபோன்று ஃபுளோயம் (phloem) மற்றும் பித் செல்களைக் கொண்டும் ஊட்ட வழிகளில் வளரச் செய்ய முடியும். அவ்வாறு ஏற்பட்ட தண்டுகளின் ஊட்டவளர்ச்சிகள் சிலவற்றை இங்குக் காண்போம்.

13-10· அபினித் தண்டின் ஊட்டவளர்ச்சி (Growth of Papaver somriferum tissue in Vitro)

தண்டின் ஊட்டவளர்ச்சி ஆய்விற்கு அபினித் தண்டின் (Opium stem callus) செல்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. அதற்காக அபினி விதைகள் அழுகலற்ற நிலையில் (aseptic condition) முளைக்கவிடப் பட்டன. அதன்பின்னர் அத் தண்டின் துணுக்குகள் குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியில் (cultured in vitro) வளர்க்கப்பட்டன. ஒயிட்ஸ் அடிப் படை ஊட்டவழியுடன் (White's Basal Medium–White, 1954) பல ஊட்டவழிகளையும் இணைத்து வளர்க்கப்பட்டதில் உண்டான வளர்ச்சிகள் எதிர்ப்பக்க அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

எதிர்ப்பக்க அட்டவணையிலிருந்து அபினித் திசு வளர்ச்சிக்குத் தேவையான அடிப்படை ஊட்டவழியுடன் (basal medium) தேங் காய்ப் பால் (CM) அல்லது கைனெட்டின் (Kinetin) 2,4—D அல்லது NAA-யும் தேவை என்று அறியப்படுகின்றது. ஸ்டீவர்டும் கேப்லினும் (Steward and Caplin, 1951) உருளைக்கிழங்குத் திசுஊட்ட வளர்ச்சியில் தேங்காய்ப் பாலும் 2,4—D-யும் பயன்படுத்தி வெற்றி கண்டிருப்பதாகக் கூறியிருக்கிருர்கள். ஈஸ்டுச்சாறு(yeast extract-YE) இதனுடன் சேர்க்கும்போது வளர்ச்சி அதிகரிக்கிறது. ஆனல், தனி மாவுச் சாறுமட்டிலும் (malt extract-ME), பயனற்றதாக இருக் கின்றது. ஈஸ்டுச் சாறும் மாவுச் சாறும் தனித்தனியாகவோ இரண்டும் கூட்டாகச் சேர்த்தோ பயன்படுத்தப்படும்போது திசுக்களின் வளர்ச்சி

அட்டவணை—I

ஊட்ட வளர்ச்சி பல்வேறு வழிகளில் 45 நாள்களில் 20°C-ல் கண்டது

எண்.	வழிமுறை	சராசரிப் பசுமை எடை (மி. கி.)	சராசரி உலர் எடை (மி. கி.)
1.	ஒயிட்டின் அடிப்படை வழி (WB)	28	3·3
2.	WB+CM (10%)	48	5·3
3.	WB+NAA (1ppm)	25	2·1
4.	WB+CM+NAA	72	6·8
5.	WB+CM+2, 4—D.	67	6·6
6.	WB+CM+YE+2, 4—D.	182	18·0
7.	WB+CM+YE+ME+2, 4—D.	162	14·6
8.	WB+CM+YE+ME+casin hydrolysate (200 ppm)+1 tryptophan (26 ppm)+2, 4—D.	240	26·6
9.	WB+ME+2, 4—D.	17	2·1
10.	WB+YE+2, 4—D.	19	2·0
11.	WB+YE+ME+2, 4—D.	21	2·6
12.	WB+YE+ME+2,4—D+Kinetin (O. 5 ppm)	185	16·4
13.	WB+YE+ME+2,4—D+Kinetin (O. 5 ppm)+CM.	207	20·7

யைத் தேங்காய்ப் பால் ஊக்குவிப்பதுபோல ஊக்குவிப்பதில்லை. கைனெட்டினைத் (Kinetin) தேங்காய்ப் பாலுக்கு மாற்றாகப் (substitute) பயன்படுத்தலாம். இரு வழிகளிலும் ஏற்பட்ட வளர்ச்சி ஏறக்குறைய ஒரேமாதிரியாகவே இருக்கின்றது. உச்ச வளர்ச்சி ஒயிட் ஊட்ட வழியுடன் CM, YE, ME, கேஸின் ஹைட்ரோ லைசேப் (200ppm)+ 1 டிரிப்டோபேன் (2.6 ppm) + 2,4—D சேர்க்கும் போது ஏற்படுகின்றது (Maximum growth in WB + CM + YE+ ME + casin hydrolysate (200ppm) + 1 tryptophan (2-6 ppm) +2,4—D).

தண்டுத் திசுவின் வளர்ச்சி மூழ்கிய நிலையிலும் (immersed state) திரவ ஊட்டக் கரைசலில் (liquid nutrient) வளரக்கூடியது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது (அட்டவணை-II).

அட்டவணை—II

அபினித் திசுவின் ஆக்கம்

எண்	விவரம்	ஒவ்வொரு கிராம் பசுமைத் திசுவின் எடைக்கும் இவ்வளவு மில்லிகிராம் எடை
1.	உலர் எடை	7·20
2.	மொத்த நைட்டிரஜன்	2·85
3.	சாராயத்தில் கரையும் நைட்டிரஜன்	0·46
4.	மொத்த பாஸ்பரஸ்	0·26
5.	சாராயத்தில் கரையும் பாஸ்பரஸ்	0·08
6.	சுண்ணும்பு	0·56

13-11. மணிமுடிக் கொப்புளங்களுக்கான ஊட்டவளர்ச்சி (Culture method for crown-galls)

மணிமுடிக் கொப்புளங்கள் கிராம் நெகட்டிவ் பாக்டீரியாக்களினுல் (Gram-negative bacteria—Agrobacterium tumefaciens) உண்டாகின்றன. இவை புற்றுநோயுடன் நெருங்கிய தொடர்பு உடைமையால் இவற்றை மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகக் கருதுகின்றுர்கள். இதைப் பிரான் (Braun, 1941) முதன்முதலில் சூரியகாந்திக் கொப்புளத்திலிருந்து தனிப்படுத்திஞர். அன்று முதல் இது தனிப்படுத்தப்பட்டுக் குழல் வளர்ச்சியில் (in vitro) பாதுகாக்கப்படுகின்றது.

இந்திய ஆய்வாளர்கள் முதன்முதலில் இக் கொப்புளங்களின்மீது அவ்வளவு நாட்டங் கொள்ளவில்லை. அண்மையில் இதுபற்றிய ஆய்வு பல இடங்களில் சிறப்பாக நடைபெற்றுக்கொண்டு வருகின்றது என்று அறியப்படுகின்றது.

(a) **கொப்புளங்களை உண்டாக்கும் முறையும் பொருள்களும்** (Materials and methods for the formation of crown-galls): நோயுண்டாக்கும் உயிர்ப்பொருளான ஸ்ட்ரெய்ன் B—23 (Strain B—23) புதுடெல்லியிலுள்ள இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சிக் கழகத்தின் மைக்காலஜிப் (Micology) பிரிவிலிருந்து பெற்று வளர்க்கப்பட்டது. உயிரோம்பித் தாவரங்களின்மீது (host plant) இந் நோயுண்டாக்கும் உயிர்ப்பொருள்கள் ஊசியினுல் குத்தி உடலுக்குள் செலுத்தப்பட்டன. பிரானின் முறையைப் (Braun Method, 1941) பின்பற்றிப் பிரையோஃபில்லம் (Bryophyllum), ஹோலிஹாக் (Holyhock), மாரிகோல்ட் (Marygold) ஆகியவற்றில் உண்டாக்கப்பட்ட துணைக் கொப்புளங்களைப் (Secondary gall formation) பற்றியும் ஆராயப்பட்டது.

சுமார் 32 குடும்பங்களிலிருந்து எடுத்துக்கொண்ட 80 தாவரங்கள் (species) மேற்கண்ட சோதனைக்குச் சாதகமாக இருந்தன (Gadgil and Rey, 1961). ஆனால், எல்லா ஒருவித்திலைத் தாவரங்களையும் பரிசோதித்ததில் எதிரான விளைவே (negative reaction) ஏற்பட்டது. பரிசோதனைகளினால் உண்டாகிய கொப்புளங்கள் எல்லாம் கோளவடிவமாகவும், வேறுபாடற்ற புறவளர்ச்சி கொண்டனவாகவும், சுரசுரப்பான அல்லது சுருக்கங்கள் கொண்ட புறப்பகுதியுடனும் காணப்பட்டன. பரிசோதனைக்குட்பட்ட உயிரோம்பிகளின் பதில்கள் பலவாறாக மாறுபட்டிருந்தன. பால்ஸம் (Balsam), பிரையோஃபில்லம் (Bryophyllum), ஹோலிஹாக்(Holyhock), மேரிகோல்ட் (Marygold), டிரோபியோலம் (Trapeolum) போன்றவை மிகச் சிறந்த முறையிலான சிறந்த கொப்புளங்களை உண்டாக்கியிருக்கின்றன. கொப்புளங்களின் அளவையும் உண்டாக்கப்பட்ட விதத்தையும் கீழே உள்ள அட்டவணையில் காணலாம்.

அட்டவணை—III

மணிமுடிக் கொப்புளங்களின் உச்ச அளவு

எண்	உயிரோம்பிகள்	குண்டின் குறுக்களவு செ.மீ.	கொப்புளத்தின் கன அளவு செ.மீ.	காலம் நாள்கள்
1.	ஆல்தியா ரோஸியா (**Althea rosea**)	1·8	9·0x7·0	80
2.	பிரையோஃபில்லம் பின்னேட்டம் (**Bryophyll um p innatu**)	1·3	7·5x6·5	100
3.	சென்டாரிய சையனஸ் (**Centaria cyanus**)	0·7	3·1x2·5	35
4.	கிரிசான்தமம் கெரோனரியம் (**Chrysanthamum coronarium**)	1·4	0·8x0·9	50
5.	கோரியாப்ஸிஸ் லேன்சியோலேட்டா (**Coreopsis lanceolata**)	0·6	3·7x2·2	45
6.	டையான்தஸ் சைனன்ஸிஸ் (**Dianthus chinensis**)	0.5	0·7x0·6	40
7.	இம்பேடன்ஸ் பால்சமினா (**Impatiens balsamina**)	0.7	3.0x3.8	35
8.	கலஞ்சியோ ஸ்பாதுலேடா (**Kalancheo spautlato**)	1.6	4.5x4.0	90
9.	ரோஸா சென்டிபோலியா (**Rosa contifolia**)	1.4	4.5x4.0	180
10.	டொஜெடஸ் பாதுலா (**Tagetus patula**)	10.8	4.0x3.0	40
11.	டிரோபியோலம் மேஜஸ் (**Tropeolum majus**)	0.6	5.0x3.0	30
12.	விசியா ஃபேபா (**vicia faba**)	0.8	2.7x2.5	40

மேற்கூறிய சோதனைகள் எதிலும் சிக்கலான கொப்புளங்களோ துணைக் கொப்புளங்களோ ஏற்பட்டதாக ஏதும் அறியப்படவில்லை. மற்றும் மேற்கூறிய சோதனைத்திரவ ஊட்டவழி வளர்த்தலிலும் (Liquid culture method) நடத்தப்பட்டு வெற்றிகரமான விளைவு பெறப்பட்டுள்ளது.

13-12. இலை ஊட்டவளர்ச்சிகள் (Leaf cultures)

இலை ஊட்ட வளர்ச்சிக்கான முதல் ஆய்வு பட்டாணி (pea) முளையிலுள்ள முற்ருத இலைகளில் நடத்தப்பட்டது. சுக்ரோஸும் அனங்கக உப்புகளும் (sucrose and inorgonic salts) கொண்டுள்ள ஊட்டத்தில் இலைகளைக் கிள்ளி வைக்கும்போது அதன் வளர்ச்சி சற்றே தான் அதிகரிக்கின்றது. ஆனல், அதனுடன் அடினைன் (adenine) சேர்க்கும்போது அஃது ஏறக்குறைய முதிர்ச்சியுள்ள இலைகளின் அளவிற்குப் பொருந்துமாறு வளர்கின்றது. புதிய வேதியியற் பொருளாக கைனெட்டினும்கூட (Kinetin) இது போன்ற பணிபுரிகின்றது. அதனுடன் அது நைட்டிரஜப் பொருள்களைச் (Nitrogenous substances) சேர்க்கவும் புரோட்டீன்கள் குறைவதைத் தடுக்கவும் பயன்படுகின்றது. மேலும், கைனெட்டின் நியூக்லிக் அமிலத்தின் வளர்சிதை மாற்றச் செயலுக்கு மிகப் பெரிதும் உதவுகின்றது. அதன் காரணமாக அமினோ அமிலங்களிலிருந்து புரோட்டீன்களைத் தொகுக்கவும் முடிகின்றது.

13-13. குழல் வளர்ச்சியில் பிரையோஃபில்லம் இலையின் கருக்கள் (In vitro modification of regeneration in foliar embryos of Bryophyllum calycinum, Salisb)

இலைத்துணுக்குகளிலிருந்து மீண்டும் உயிர்ப்பித்தெழுதல் என்பது இலைகளுக்குத் தண்டு வேர்களைப்போல் அவ்வளவு பழக்கமானதன்று. (பெகோனியா (Begonia) இலையில் எந்தப் பகுதியும் உயிர்பெற்று மீண்டும் ஒரு முழுத் தாவரமாக வளரும்.) ஆனல், இரணக்கள்ளி என்னும் பிரையோஃபில்ல இலையில் இலைக்கரு (foliar embryo) மட்டுமே மீண்டும் முளைக்கும் திறனுள்ளது. இதைப்பற்றிய ஆய்வுகள் பீல்ஸ் (Beals, 1923), ஹோவ் (Howe, 1931), நெய்லர் (Naylar, 1932), யார்புரோ (Yarbrough, 1932), ஜான்ஸன் (Johnson, 1934), பீட்டர்ஸ் (Peeters, 1947) மற்றும் வார்டர், ஆகரர் (Vardar and Acarer, 1957) ஆகியவர்கள் மேற்கொண்டுள்ளனர்.

முதன்முதலில் இரணக்கள்ளி இலையில் உள்ள முடிச்சிலிருந்து (notches) 2·5 செ.மீ. நீளத்திற்கு வெட்டி எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. (ஏனெனில், 2·5 செ.மீ. நீளம்வரைக்குமுள்ள பகுதிமட்டும்தான் வளரக்கூடிய பகுதி.) பின்னர், இலையை நன்ருகக் கழுவி, சிறுசிறு

துண்டுகளாக வெட்டி கிளிஸரின், பி. வைட்டமின் மற்றும் சுக்ரோஸ் கொண்ட ஓயிட்டின் அனங்கக ஊட்டத்தில் (White's inorgonic nutrients with glycerine, B-vitamins, 2% sucrose and filled with 0.8% agar pH 5.8) வைக்கப்பட்டது. அதனுடன் கைனெட்டின், 2 BTOA-வும் கௌமரினும் (Coumarin) சேர்க்கப்பட்டன.

சோதனையில் கண்டது என்னவெனில் 5—10 செ.மீ. விட்டமுள்ள முடிச்சில்லாத இலைத் துணுக்குகள் மீண்டும் வளர்வதில்லை. முடிச்சுக் கொண்ட இலைத் துணுக்குகள் மட்டும் மீண்டும் உயிர்பெற்று வளர்ந்து மெல்லிய வேர்மண்டலத்தையும் தண்டு மண்டலத்தையும் (Root and shoot systems) ஏற்படுத்துகின்றன. IAA இதனுடன் சேர்க்கும்போது வேரின் வளர்ச்சி அதிகரித்தது. அதிலும் கைனெட்டினைச் சேர்க்கும்போது ஒரு பிரமிக்கத்தக்க மாற்றம் ஏற்படுகின்றது.

அண்மையில் மில்லர் (Miller, 1961) கைனெட்டினைக் குறைந்த அடர்விலிருந்து பயன்படுத்திச் சோதனை நடத்தவேண்டும் என்று கூறினர். அதன்படி செய்ததில் ஒரு குறிப்பிட்ட மாற்றம் தண்டு-வேர் வளர்ச்சி விகிதங்களில் காண முடிந்தது. அதுபோலவே வேர்கள் கிளைத்தலைக் (high degree of branching) கௌமரின் (Coumarin) ஊக்குவிக்கின்றது.

எனவே, மேற்கண்ட குழல்சோதனை வளர்ப்புமுறையில் அறிவது என்னவென்றல், IAA 10 முதல் 15ppm வரையில் வேரின் வளர்ச்சியை அதிகப்படுத்துகின்றது. ஆனல், அதேநேரத்தில் தண்டுத் தொகுதி வளர்ச்சியைக் குறைக்கின்றது. தண்டுத் தொகுதியின் வளர்ச்சி 2.5 முதல் 1.25ppm இடைப்பட்ட பகுதியில் சிறப்பாக இருக்கின்றது என்று அறிகின்றோம். மேலும், கைனெட்டின் 10—5ppm அளவில் எந்த வளர்ச்சியையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. ஆனல், மிகக் குறைந்த அளவில் (அஃதாவது 0.01—0.05ppm அளவில்) அவை சிறப்பாகச் செயல்புரிகின்றன. கௌமரின் 25, 12.5, 6.5 ppm அடர்வில் தண்டுத்தொகுதி வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்துகின்றது. ஆனல், வேரின் வளர்ச்சியைக் கூட்டுகின்றது. ஆனல், பென்ஜோதையோஜோல் 2-ஆக்ஸிஅசிடிக் அமிலம் (Bengothiozole 2 oxyacetic acid) முற்றிலுமாகத் தண்டு, வேர் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்துகின்றது.

13-14. மலர் உறுப்புகளின் ஊட்டவளர்ச்சிகள் (இனப்பெருக்க உறுப்புகள், (Reproductive organs-culture)

மலர் உறுப்புகளான மகரந்தப்பைகள் (anthers), சூற்பைகள் (ovaries), சூல் அணுக்கள் (ovules), கருக்கள் (embryos) ஆகிய

வற்றின் ஊட்ட வளர்ச்சிபற்றிய (culture experiments) ஆய்வுகள் பல்வேறு நாடுகளில் சிறப்பாக நடைபெற்று வந்திருக்கின்றன. சிறப்பாக, நம் நாட்டின் தலைநகரிலும் (டெல்லியிலும்) அவைபற்றிய ஆய்வுகள் நடைபெற்றுக்கொண்டு வருகின்றன. வெட்டப்பட்ட ஒரு தாவர உறுப்பின் அணு செயற்கைமுறையில் முற்றிலும் ஒரு முழுவளர்ச்சி கொண்ட தாவரமாக வளர்க்கப்படுகின்றது. இச் சோதனைமுறைகள் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான சிறந்த ஊட்டத் தேவைகளை அறிய நமக்குப் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஏதேனும் வாழ்க்கைச் சுற்றில் ஒரு மாற்றத்தை உண்டாக்குவது, அஃதாவது வளர்ந்து முதிரும் காலத்தைக் குறைக்க முடிந்தால், அதுவே ஒரு மகத்தான சாதனையாகும். கருவுருத சூல்கள் சோதனைக் குழலிலே ஊட்ட வளர்ச்சியின் மூலம் வளர்ந்து விதையாக்க முடிந்தால் அதனினும் மகத்தான சாதனை எதுவுமிருக்கமுடியாது. எனவே, இனப்பெருக்க உறுப்புகள் எவ்வாறு ஊட்டவளர்ச்சியில் வளர்க்கப்படுகின்றன என்று சற்று ஆராய்வோம்.

1. மலர்கள், கனிகளின் குழல் ஊட்டவளர்ச்சி (The in vitro culture of flowers and fruits): தாவரங்கள் உயிர் எந்திரங்கள் (Biological mechinaries) என்று மதிக்கப்படுவதற்குக் காரணம் தாவரங்கள் மிகமிக எளிய கச்சாப்பொருளான நீர், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு மற்றும் கனிமங்களிலிருந்து தன் வாழ்விற்குத் தேவையான உணவையும் ஊட்டத்தையும் தொகுத்துக் கொள்வதேயாகும். அது மட்டுமல்லாமல் அதன் ஒவ்வோர் உறுப்பும் உலகம் முழுவதற்கும் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கின்றது. இஃது எதைப்போன்றதெனின், நாம் கடிகாரத்தைப் பார்க்கின்றோம்; நேரத்தை அறிந்து கொள்கின்றோம்; ஆனால், அஃது எவ்வாறு இயங்குகின்றது என்று பார்ப்பதில்லை. அதுபோலவே தாவரங்கள் நமக்குப் பயனுள்ள பல பொருள்களை அளிக்கின்றதைப் பெற்றுக்கொள்கின்றோம். ஆனால், அவை எவ்வாறு உண்டாக்கப்படுகின்றன என்று நாம் ஆராய்வதில்லை; அறிவதும் இல்லை. எடுத்துக்காட்டாக, மலருக்கோ கனிக்கோ என்ன உணவைத் தாவரங்கள் கொடுப்பதால் அவை உண்டாகின்றன என்று நமக்குத் தெரிவதில்லை. இக் கேள்வியைத் தீர்க்க நாம் தாவர உறுப்புகளையும், திசுக்களையும் தனித்தனியாகப் பிரித்துச் செயற்கை முறையில் வளர்த்து மலர்களும் கனிகளும் தோன்ற என்னென்ன தேவை என்பதை அறிந்துகொள்ள முயலுகின்றோம். இதன் பயனாக ஏற்பட்டதுதான் குழல் ஊட்டவளர்ச்சி (In vitro culture).

2. மலர்களின் குழல் ஊட்டவளர்ச்சி (The in vitro culture of flowers): மிக எளிய முறையில் நுனிக்குருத்து ஊட்டவளர்ச்சியில்

பயன்படுத்துவது ஒரு வழி. இவ்வகையில் கீழினத் தாவரங்களான (Cryptogams), பெரணிகள் (Ferns), லைகோபோடுகள் (Lycopods), செல்லாஜினெல்லா (Sellaginella) அல்லது சைலோட்டம் (Psilotum) முதலிய வகைகளில் சிறந்த பலனைப் பெற்றிருக்கின்றனர்கள் (Marsden and Wetmore, 1954). அதுபோல மேலினத் தாவரங்களில் (Angiosperms) இவ் வளர்ச்சி தொடர்ந்து ஏற்படாமல் அடிக்கடி நின்றுவிடுகின்றது. இவ் வளர்ச்சி தடைப்படாதிருக்க ஜிப்பரெல்லிக் அமிலத்தைப் (Gibberellic acid) பயன்படுத்தவேண்டும்.

3. **குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியில் மலர்கள் ஏற்படும் விதம்** (Flower production on apical meristems grown in vitro): குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியில் மலர்கள் ஏற்படும் விதத்தை இரு வழிகளில் செயலாக்கலாம். அவை பின்வருமாறு :

ஒன்று, தாவரம் முழுவதையும் மலர் ஏற்படத் தூண்டிவிட்டு நுனியைக் கிள்ளிவிடுவது. இதனால் மலர்ப் பிரைமார்டியா (flower primordia) அங்குத் தோன்றும் (தூண்டப்படவில்லை யென்றால் பயிர்ப் பிரைமார்டியா (vegetative primordia) அங்கு ஏற்படும் (Wetmore unpublished Work).

இரண்டாவது வழி நுனியைத் தூண்டிவிடுவதாகும். இதனால் நெடுநாள்-தாவரத்தின் (Long day plant) பயிர் நுனி (vegetative apex) மலராக மாறுகின்றது.

4. **மலர்களின் ஊட்ட வளர்ச்சி** (Culture of flowers): லா ரூ (La Rue, 1942) 1942ஆம் ஆண்டுக்கு முன்னரேயே மலர் ஊட்ட வளர்ச்சியினை ஆராய்ந்துள்ளார். அன்னாரின் ஆராய்ச்சியின் பயனாக மகரந்தத்தையும் முளைசூழ் தசையினையும் ஊட்ட வளர்ச்சிக்குட்படுத்த முடிந்தது.

5. **மலர் உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சி** (Culture of flower parts) : மலர் உறுப்புகள் என்றாலே மகரந்தக் கேசரங்களின் தலையில் உள்ள மகரந்தப் பைகளையும் குறிக்கும். அலியம் சிபா (Allium cepa), ரியோ டிஸ்கலர் (Rhaeo discolor) போன்ற மகரந்தப் பைகளிலிருந்து நூற்றுக்கு நூறு ஒரு செல் மைக்கிரோஸ்போர்களை (one celled microspores) வளர்க்க முடிந்தது (Sparrow et al, 1955; Vasil, 1959; Walker and Dietrich, 1961).

6. **கனிகளின் குழல் ஊட்ட வளர்ச்சி** (The in Vitro culture of fruits) : குழல் ஊட்டவளர்ச்சியிலே திரவமுறையைப் (liquid medium) பயன்படுத்தித் தக்காளிக் கனிகளை உற்பத்திசெய்ய முடியும்

(Nitsch, 1951). ஐபெரிஸ் அமாராக் கனிகளை (Iberis amara fruits) இயற்கையில் வளரும் அளவிற்குக் (Natural size) குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியினுல் உண்டாக்க முடியும் (Maheswari and Lal, 1958). மற்றும் குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியில் உருவாக்கிய தக்காளிக் கனியின் சுவை இயற்கையிலேயே தோட்டத்தில் வளர்ந்த கனியின் சுவைக்கு ஈடாக இருப்பது அதனிலும் சிறப்பு.

விதைகளையும் சோதனைக் குழலிலே உற்பத்திசெய்ய முடியும். அஃதாவது சோதனைக் குழலிலே மலர்களை மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுமாறு செய்தால் சோதனைக் குழலிலேயே விதைகள் உண்டாவதில் ஐயமில்லை. அவ்வாறு ககூமிஸ் அங்காரியா (Cucumis angaria) மலரில் விதைகள் கிடைக்கப் பெற்றிருக்கின்றன (Nitsch, 1951). அதுபோல நல்ல முளைக்கும் விதைகளை ஆல்தியாவிலும் (Althea-Chopra, 1958), லினேரியா மொரக்கானுவிலும் (Linaria moraccana-Sachar and Baldeo, 1956) வேறு சில தாவரங்களிலும் பெறப்பட்டிருக்கின்றது.

7. **கனி உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சி** (Culture of parts of fruits) : முழுக் கனிகளை ஊட்ட வளர்ச்சியிலே வளர்ப்பதில் மட்டும் உயிர்நூல் வல்லுநர்கள் திருப்தியடையவில்லை. கனி உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சியையும் அவர்கள் விரும்பினுர்கள். அதன் பயனுக அவர்கள் கரு (embryo), நூஸெல்லஸ் (nucellus), முளைசூழ்தசை (endosperm) இன்னும் சில கனித்திசுக்களையும் வளர்த்தார்கள். அவற்றைச் சற்று இங்கு ஆராய்வோம்.

(a) கரு (Embryo): 1904-ல் ஹான்னிக் (Hannig, 1904) என்பவரால் முளைக்கரு எனப்படும் கரு தனிப்படுத்தி வெற்றிகரமாக வளர்க்கப்பட்டது. அம் முளைக்கருக்கள் ரெப்பானஸ் (Raphanus), கோகிலியேரியா (Cochlearia) முதலிய தாவரங்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்டதாகும். அதன் பின்னர் இவ் ஆய்வு 1941-ல் வான் ஓவர் பீக் (Van Over Beek, 1941) என்பவராலும் மற்றும் பலராலும் (Blakeslee and Satina, 1944; Solamon, 1950, Nitsch, and Nitsch, 1955) மேற்கொண்டு ஆராயப்பட்டது.

(b) **நூஸெல்லஸ்** (Nucellus): இதன்மீதான ஆய்வு 1956-ல் மஹேஸ்வரி, ரங்கசாமி (Maheswari and Rangaswamy, 1956) அவர்களால் மேற்கொள்ளப்பட்டது.

(c) **முளைசூழ் தசை** (Endosperm): இதுபற்றிய ஆய்வு ஸ்ட்ராஸ் லா, ரூயு (Straus and La Rue, 1954) ஆகியவர்களால் மேற்

கொள்ளப்பட்டது. ஸ்ட்ராஸ் (Straus, 1960) 1960-ஆம் ஆண்டில் ஒரு தனிப்பட்ட முழு ஊட்ட வழியினை (Complete synthetic medium) கண்டுபிடித்தார். அதன் பயனுகை அவ் வூட்டவழியில் வளர்ச்சி சிறப்பாக அமைந்திருந்ததைக் கண்டார்.

8. சூற்பைத் திசுவின் ஊட்டவளர்ச்சி (Tissue from ovary): இதுபற்றிப் பலர் ஆராய்ந்திருந்தனர். அவற்றில் ஸ்குரோயேடர் (Schroeder, 1955) முதிர்ந்த கனிஉறைபற்றியும், ஸ்குரோயேடரும் ஸ்பெக்டரும் (Schroeder and Spector, 1957) மையக் கனிஉறை பற்றியும், கொர்டன் (Kordan, 1958) எலுமிச்சைச் சாற்றுப்பை (Juice vesicle of lemon), லெதம் (Letham, 1958), நிட்ச் (Nitsch, 1959) ஆப்பிளின் மையக் கனிபற்றியும், லெதமும் பொல்லார்டும் (Letham and Bollard, 1961) பியர் சிறுகனி (Pear fruitlets) பற்றியும் ஆராய்ந்துள்ளது சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றது.

இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் ஊட்டவளர்ச்சியும், காய்கனிகளின் ஊட்ட வளர்ச்சியும் மேற்போக்காகக் கூறப்படினும் அவற்றில் ஒரு சில பகுதிகளின் ஊட்ட வளர்ச்சியினை நாம் ஆழ்ந்து அறிந்துகொள்ள வேண்டியுள்ளது. அவை பின்வரும் தலைப்புகளில் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

(a) **மகரந்தப்பையின் ஊட்டவளர்ச்சி** (Anther culture): பல தாவரங்களின் மகரந்தப்பைகள் வெட்டப்பட்டு, பலதரப்பட்ட ஊட்ட வழிகளில் வளர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன (Shimakura, 1934; George, 1940, St. Gimesi et al, 1948; Taylor, 1949, 1950; Vasil 1957, 1959, 1962; Walker, 1957). எல்லாத் தாவரங்களிலும் பாக்கிடீன் (pachytene) அல்லது டிப்லோடீன் (diplotene) முதல் டையாகைனெஸிஸ் (Diakinesis) வரையிலுள்ள நிலைகளில் வெட்டி எடுத்துச் சோதனைக்குழல் ஊட்ட வளர்முறையில் வளர்த்தால், மகரந்தப்பைகள் நான்கு அல்லது ஒரு மைக்கிரோஸ்போர்வரை வளர்கின்றன. இவற்றிற்கு அல்லியம் சீபா (Allium cepa), லில்லியம் லாங்கிஃபுளோரம் (Lilium longiflorum), ரீயோ டிஸ்கலர் (Rhaeo discolor) போன்றவை எடுத்துக்காட்டுத் தாவரங்கள் ஆகும். அல்லியம் சீபா மகரந்தப் பையின் ஊட்ட வளர்ச்சி, ஒயிட் ஊட்டவளர்ச்சி வழியுடன் (White's medium) RNA-வில் நான்கு நியூக்கிளியோடைட்களில் (four nucleotides of RNA=adenylic acid : guanylic acid : cytidylic acid : aridylic acid :) 1 : 0.9 : 0.7 : 0.7) நன்கு வளர்கின்றன.

(b) **மகரந்தத்தூளின் ஊட்டவளர்ச்சி** (Pollen grain culture): மகரந்தத்தூளின் ஊட்ட வளர்ச்சியில் முதன்முதலில் இனிப்புப்

பட்டாணி, மாடொன்ன அல்லி (Sweet pea and madonna lily) ஆகிய இவைகளின் மகரந்தக் குழல்கள் (Pollen-tubes) பயன்படுத்தப் பட்டன (Sen, 1938).

லதைரஸ் ஓடரேட்டஸ் (Lathyrus odoratus), லிலியம் கேண்டிடம் (Lilium candidums) போன்ற தாவர மலர்களிலிருந்து புதியதாக வீழ்ந்த மகரந்தத்தூள் மேற்கூறிய பரிசோதனைக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது. அதற்கு 12.5% சுக்ரோஸ் திரவம் (sucrose solution 12.5%) அடிப்படை ஊட்ட வழியாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. மகரந்தக் குழலின் (pollen tube) அளவு அதன்பயனைக் குறிப்பிடத் தக்க அளவு வளர்ச்சிகொண்டு வளர்வது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. சுக்ரோஸ் வழிமுறை போலவே, சர்க்கரைப் பொருள்களும் (sugars) மயக்க மருந்துகளும் (anaesthetics), அமினோ அமிலங்களும் (amino-acids), ஜிப்பிரல்லிக் அமிலமும் (gibberellic acid) வளர்ச்சியைத் துரிதப்படுத்துகின்றன என்று அறியப்படுகின்றது.

(c) **சூற்பையின் ஊட்ட வளர்ச்சி** (Ovary culture): சூற்பை ஊட்ட வளர்ச்சியிலே விதையுறைத் தாவரச் (Angiosperms) சூற்பைகள் பெரிதும் கவரப்படுகின்றன. ஜான்ஸெனும் போன்னரும் (Jansen and Bonner, 1949) லைக்கோபெர்சிகான் பிம்பினெல்லிஃபோலியத்தின் (Lycopersicon pimpinellifolium) மலரை மகரந்தச் சேர்க்கை நடை பெற்றவுடன் எடுத்து, ஊட்டவழியில் வளர்த்ததில் அவைகள் வளர்ந்து முழுக் கனிகளாவதைக் கண்டார்கள்.

சூற்பை ஊட்டவளர்ச்சியில் எண்ணற்ற சோதனைகள் நடை பெற்றிருக்கின்றன. அவற்றில் ஒன்று ஐபெரிஸ் அமாரா (Iberis amara), மஹேஸ்வரி, லால் (Maheswari and Lal, 1961) அவர் களால் வளர்க்கப்பட்டு முழுப்பயன் அடையப்பட்டுள்ளது. அது போலவே அனிதம் கிராவியோலன்ஸ் (Anethum graveolens, L.) மலரின் சூற்பையினைச் சோதனைக் குழலில் வளர்த்ததில், மற்றெந்த ஊட்ட வழிகளைக் காட்டிலும் BM + CM 20, 40 சதவீதம் என்ற ஊட்ட வழியில்தான் உச்ச வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது என்று அறியப்படு கின்றது.

(d) **சூலின் ஊட்டவளர்ச்சி** (Ovules culture): சூலின் ஊட்ட வளர்ச்சியும் சோதனைக் குழலிலேயே நடத்தப்பட்டுள்ளது (In vitro culture of ovules of gynandropsis Gynandra (L), Brig and Impatiens balsamina, L). அதனால் அறியப்பட்டது என்னவெனில், உயர்ந்தபட்ச விதைகள் இயற்கையில் ஏற்படுவதுபோலவே சோதனைக் குழல் வளர்ச்சியிலும் வளர்கின்றன; இளம் சூல்கள் முதிர்ச்சியடைவதில்லை என்பதேயாகும்.

(e) **நியூசெல்லஸ் ஊட்ட வளர்ச்சி** (Nucellus culture): ருடேஸியே (Rutaceae) மலர்களிலிருந்து நியூஸெல்லஸை (ஊட்டத் திசுவை) எடுத்துச் சோதனைக் குழலிலே வளர்த்ததில் சுமார் 200 நாள்களுக்குப் பிறகு அவைகள் மெல்லிய, நீண்ட, கிளைகளற்ற வேர்களை விட்டன. சிலவற்றில் தண்டுத் (shoot) தொகுதி கோணல்மாணலாக வளர்ந்திருந்தது. இன்னும் சிலவற்றில் இலைகள் சுமார் 80—150 நாள்களுக்குப் பிறகு தோன்றின. இவ்வகைச் சோதனைகளினால் உண்டாக்கப்பட்ட நாற்றுகளை நட்டு மீண்டும் பயிரிட முடியவில்லை. எனவே, இதைப் பற்றிய சீரிய, தெளிவான ஆய்வுகள் இன்னும் நடைபெற வேண்டும்.

(f) **கரு ஊட்டவளர்ச்சி** (Embryo culture): கருச்சோதனைக் குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியினைப்பற்றி பல்வேறு வல்லுநர்கள் பல்வேறு ஆய்வுகளை நடத்தியும் நடத்திக்கொண்டும் இருக்கின்றனர். அவற்றில் ஒருசில முக்கிய ஆய்வுகளை இங்குக் காண்போம்.

கர்டிஸும் நிக்கோலும் (Curtis and Nichol, 1948) சோதனைக் குழலிலே ஆர்க்கிட் கரு (Orchid embryo) வளர்கிறது என்று கண்டார்கள். அவற்றின் திசுத் தொகுதி அளவில்லாமல் வளர்ந்து, எண்ணற்ற தண்டுத் தொகுதியினை ஏற்படுத்துகின்றது. ஊமத்தைக் கருவில் (Datura embryo) 'பல வளர்ச்சி' (Multiple growth) ஏற்படுவதாக ஸாண்டர்ஸ் (Sanders, 1950) கூறுகின்றார்.

9. **விதைகளின் ஊட்ட வளர்ச்சி** (Studies on culturing seeds): வாண்டாவின் (Vanda) முதிர்ந்த கனியிலிருந்து ஒரு விதையினைத் தேர்ந்தெடுத்து அதிலிருந்து விதையைச் சிறிது வெட்டி, ஊட்ட வளர்ச்சிக்குட்படுத்தினால் அது வளர்ந்து பாரன்கைமாக்கொண்ட திசுத் தொகுதியை (Paranchymatous tissue) ஏற்படுத்துவதுடன் அடித்தள ரைசாய்டுகளையும் (basal rhizoids) பெற்றிருக்கின்றது. இப் பாரன்கைமாத் திசுவின் மையத்தில் டிரக்கீட்கள் (tracheids) போன்ற சில வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. தண்டுநுனித் தொகுதியும் (shoot apex) இலை பிரைமார்டியாவும் (leaf primordia) ஏற்படுகின்றன. இவ்விதமாக விதைகளின் ஊட்டவளர்ச்சியில் பல அரிய சோதனைகள் நிகழ்த்தப்பட்டிருக்கின்றன.

13-15. தாவர, திசு உறுப்புகளின் ஊட்டவளர்ச்சியில் கருவளர்ச்சி வல்லுநர்களின் கண்ணோட்டம் (Tissue and organ culture from the view point of an Embryologist)

தாவர, திசு உறுப்புகளின் ஊட்டவளர்ச்சி, கருவளர்ச்சி வல்லுநர்கள் (Embryologists) பார்க்கும் கோணத்திலிருந்து பார்த்தால்

நாம் அறிவது என்ன என்பதையே முக்கியமாக இப்பகுதி கூறுகின்றது. இதுபற்றிப் பேராசிரியர் பி. மஹேஸ்வரி அவர்கள் நமக்கு ஓர் அருமையான வரலாற்று ஆராய்ச்சி உண்மையினைத் தருகின்றனர்கள். இவ்வாராய்ச்சியின் முன்னோடியாக இருந்த அமிசி (Amici), ஹோஃப்மெய்ட்டர் (Hofmeister), ஸ்ட்ராஸ்பர்கர் (Strausburger) மற்றும் நவாஸ்சின் (Navaschin) போன்ற பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு வல்லுநர்களுக்கு நாம் நன்றி செலுத்தக் கடமைப்பட்டுள்ளோம்.

தாவர வாழ்க்கையில் இரட்டைக் கருவுறுத்தல் (Double fertilization) என்பது ஒரு நிலை. அது கீழுள்ள ஐந்து பிரதான படிகளைக் கொண்டுள்ளது: 1. மகரந்தக் குழல் சூல்முடியின்மேல் வளர்வது; 2. மகரந்தக் குழல் சூல்தண்டினுள் பயணம் செய்வது; 3. மகரந்தக் குழல் சூலினுள் நுழைந்து கருப்பையினை அடைவது; 4. உயிர் அணுவைக் கருப்பையினுள் செலுத்துவது; 5. முச்சேர்க்கை (Triple fusion) ஏற்படுவது. மேற்கூறிய இவைகளெல்லாமே முளைசூழ்தசையும், கருவும் ஏற்படுவதற்கு முன்பாக ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தொடர்வரிசையில் நிகழ்வதாகும்.

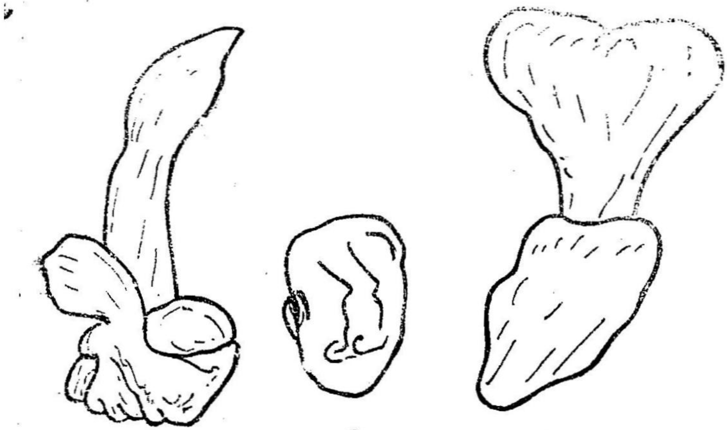
எனவே இங்குத் திசு, உறுப்பு ஊட்டவளர்ச்சிக்குத் தாவரத்துறை வல்லுநர்கள் ஒருங்கிணைந்து எவ்வாறு கருவிற்கும், சூலிற்கும், சூற்பைக்கும், மற்றும் மகரந்தப் பைகளுக்கும் கவனம் செலுத்தியிருக்கின்றனர் என்று பார்ப்போம்.

1. கரு ஊட்டவளர்ச்சி (Embryo culture): திசு ஊட்டவளர்ச்சி முதன்முதல் 1904ஆம் ஆண்டு ஹான்னிக் (Hannig, 1904) என்பவரால் தொடங்கிவைக்கப்பட்டது. அவர் செயற்கை ஊட்டவழியிலே சில கருவை வளர்த்தார். அதன் பின்னர் அவர் வழியைப் பின்பற்றியவர்கள் பலராவர். 1925-ல் லைபேக் (Laibach, 1925) மிக்க மதிப்புள்ள குறிப்பினைத் தந்தார். அவர்வழியே இன்றும் திசு ஊட்டவளர்ச்சியிலும், தோட்டக்கலையிலும் (Horticulture), வேளாண்மையிலும்(Agriculture) பின்பற்றப்பட்டு வருகின்றது.

அதன்பின்னர், டுகெ (Tukey, 1933, 1934, 1938) ஓட்டுக் கனிகளின் (Stone fruits) கருவை ஊட்டவளர்ச்சியில் வளர்த்து வெற்றி கண்டார். பிளேக் (Blake, 1939), 1000 கருவினை ஊட்டவளர்ச்சியில் வளர்த்திருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றது.

கரு ஊட்டவளர்ச்சி முறைகளிலே ஒரே தாவர இனங்களில் (species) மட்டுமல்லாமல் வேறு தாவர இனங்களிலும் (Different genera) கலப்பினம் (cross) செய்யலாம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக, டதூரா × புருக்மான்ஸியா (Datura × Brugmansia), ஹோர்டியம் × ஸிகேல் (Hordium × Secale), டிரிடிகம் × எலிமஸ் (Triticum × Elymus), டிரிப்ஸிகம் × ஜியா (Tripsacum × Zea) முதலியவற்றைக் கூறலாம். அண்மையில் பெரணிகளிலும் இம் முறை பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது (De Maggio and Wetmore, 1961—in feras Todea barbara). வெட்டி எடுத்த கரு 20 நாள்களில் வளர்ந்து ஸ்போரோஃபைட்டாகத் (sporophyte) திரவ ஊட்டவழியில் (liquid medium) வளர்கின்றது (படம் 13-1).



1 2 3

படம் 13-1

டோடியா பார்பாரா (**Todea barbara**)
(1) 20 நாள்களில் வளர்ந்தது; (2) 17 நாள்களில் வளர்ந்தது;
(3) 17 நாள்களில் தேங்காய்ப்பாலுடன் (10%) வளர்ந்தது

இளம் கருக்கள் (young embryos) முன்னிருந்த பிரச்சினைகளுடன் அதிகமான சிக்கலை வளர்ச்சியின்போது தோற்றுவிக்கின்றன. அவை சவ்வூடு பரவல் அதிர்ச்சியாலும் (osmotic shock) ஊட்ட வளர்ச்சியாலும் அதிகம் பாதிக்கப்படுகின்றன. இளம் கருக்கள் நன்குக வளர்ந்து திசுத் தொகுதிகளில் வேறுபாட்டை அடையாமல் இருக்கும் காலம் வரையிலும் அவை ஊட்டவளர்ச்சியில் வெற்றிகரமாக வளர்ந்துள்ளன என்று கொள்ளமுடியாது.

ஊமத்தைக் கருவின் இயற்கை வளர்ச்சியை அழுத்தத்தில் இடாத தேங்காய்ப் பால் (unautoclaved coconut milk) ஏற்படுத்து

கின்றது என்று வான் ஓவர்பீக் (Van Overbeek et al, 1941) கண்டுள்ளார்.

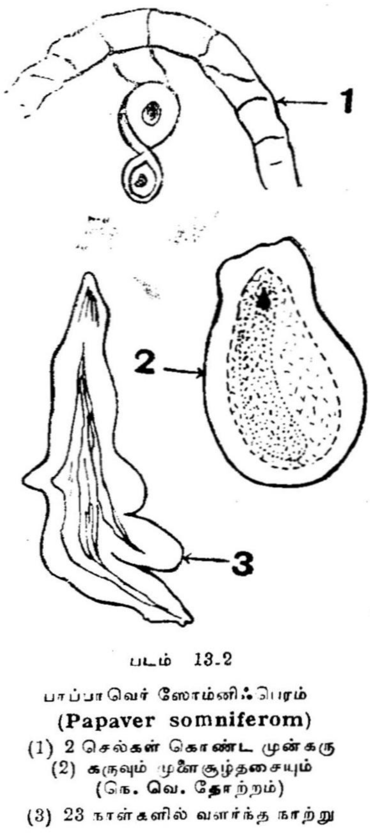
இதுபோன்றே இன்னும் பல வல்லுநர்கள் பல வழிகளில் இளம் கருவின் வளர்ச்சியினை ஆராய்ந்துள்ளார்கள். இவ் வெல்லா ஆராய்ச்சிகளும் எதனைக் காட்டுகின்றன என்றால், ஊட்ட வளர்ச்சி களெல்லாம் ஊட்டவளர்ச்சிக்குத் தேவையான சத்துணவை அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்கின்றன என்பதேயாகும். இதில் இன்னுமொரு வேடிக்கை என்னவென்றால் கரு, தன் மலரில் வளர் வதைக் காட்டிலும் பிறிதொன்றன் கருவில் அல்லது முளைசூழ் தசையின் மேல் சிறப்பாக வளர்கின்றது. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக ஸ்டிங்க்ள் (Stingl, 1907) ஒரு பரிசோதனையைச் செய்து காட்டினார். ஹோர்டியத்தின் கரு (Hordium embryo) டிரிடிகம் முளைசூழ் தசையின்மேல் (Tritcum endosperm) சிறப்பாக வளர்கின்றது.

2. சூல் ஊட்டவளர்ச்சி (Ovule culture): கரு ஊட்டவளர்ச்சி யைப் போலன்று சூல் ஊட்டவளர்ச்சி. ஏனென்றால், கருவைப் பிரித் தெடுப்பது மிகவும் எளிது. இருப்பினும் கரு கண்ணுக்குப் புலப்படாத சிறிய அளவில்கூட (osa banche and some saprophytes) இருக் கின்றன. அவற்றைப் பிரித்தெடுப்பது மிகவும் கடினம்தான். எனவே, கருவை ஊட்டவளர்ச்சியில் வளர்ப்பதைக் காட்டிலும், கருவைப் பெற்றிருக்கும் சூலினை (ovule) அஃதாவது ஒரு முழுச் சூலினை ஊட்ட வளர்ச்சியில் வளர்ப்பது எளிது. இதற்கான முதல் முயற்சி ஒயிட் (White, 1932) என்பவராலும் லா ரூயு (La Rue, 1942) என்பவராலும் மேற்கொள்ளப்பட்டது. அதன்பின்னர் வித்னர் (Withner, 1942, 1943) மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறும் காலத்தையும் விதை முதிரும் காலத் தையும் குறைப்பதில் வெற்றிகண்டார். பின்னர், வேசின், வென்ட் (Vacin and Went, 1949) ஆகியோர் 'புரோமினோஜென்' (prominogen - a protien hydrolysate) கொண்ட ஊட்டத்தில் ஆர்க்கிட் கரு (orchid - embryo) முளைப்பதைக் கண்டார்கள். தற்போது நூட்ஸனின் ஊட்ட வழிமுறையில் (Knudson's Medium-Knudson, 1951) ஆர்க் கிட்கள் நன்கு வளர்க்கப்படுகின்றன.

மற்றெல்லா முக்கிய ஆய்வுகளைக் காட்டிலும் என். மஹேஸ்வரியின் (N. Maheswari, 1958) பாப்பாவெர் ஸோம்னிஃபெரம் (Papaver somniferom) சூலின்மீதான ஆய்வு மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது; பயனுள்ளது. ஏனெனில், அவர் நிட்சியின் ஊட்டவழியைக் கொண்டு (Nitsch medium) இரண்டு செல்கள்கொண்ட முன்கருவை (2 celled proembryo) வளர்ப்பதில் வெற்றிகண்டுள்ளார் (படம் 13.2). மேற்

கண்டது போலவே கபூர் (Kapoor, 1959) தம் ஆராய்ச்சியிலும் அது போன்ற முடிவையே கண்டார்.

எனவே, ஒரு முழுச் சூலினையும் 2 அல்லது 4 செல்கள் கொண்ட முன் கரு (pro-embryo) ஏற்படும் வரைக்கும் ஊட்டவழியில் வளர்க்கலாம் என்று தெரிகின்றது. எனினும், சூல் ஊட்டவளர்ச்சி முறை இன்னும் முழுவதுமாக ஆராயப்படவில்லை. ஒரு நம்பிக்கையான, நிச்சயமான, திருப்தியளிக்கக் கூடிய ஒரு செயல்முறை ஆய்வு இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.



படம் 13.2

பாப்பாவெர் ஸோம்னிஃபெரம்

(Papaver somniferom)

(1) 2 செல்கள் கொண்ட முன்கரு
(2) கருவும் முளைசூழ்தசையும் (கு. வெ. தோற்றம்)
(3) 23 நாள்களில் வளர்ந்த நாற்று

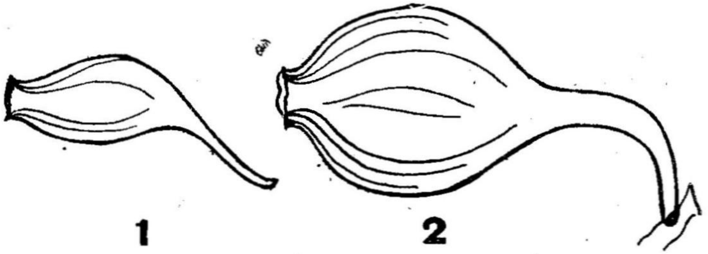
3. சூற்பை ஊட்டவளர்ச்சி (Ovary culture): சூல் ஊட்ட வளர்ச்சியில் வெற்றியளிக்கவில்லையென்றால் மாற்றுச் சூற்பையையே ஊட்டவளர்ச்சிக்கு உட்படுத்துவதுதான் சிறந்த வழி. இதற்குண்டான தொடக்கத்தை நிட்சி (Nitsch, 1951) மேற்கொண்டு தக்காளியின் சூற்பையினைச் செயற்கை ஊட்டவழியில் வளர்த்தார். இருப்பினும் அதன் கனிகள் இயற்கையான அளவிலோ (normal size) அதன் விதைகள் முளைக்கக்கூடியனவாகவோ இல்லை. மாறாக திறனுள்ள விதைகள் கிடைத்தாலும், அவை இயற்கையில் ஏற்படும் விதைகளின் எண்ணிக்கையைவிட மிகவும் குறைவாகவே பெறப்படுகின்றன. சூற்பை அல்லிபுல்லிகளில்லாமல் தனியாக வளர்வதைக் காட்டிலும் அல்லிபுல்லிகள் குறுகிய நிலையில் வளர்வது நன்றாக இருக்கின்றது. இஃது எதனைக் காட்டுகிறதென்றால், அல்லிபுல்லிகள் தேவையற்றவை அல்ல; அவையும் கனி வளர்வதற்குத் தேவையானவையே என்பதனைக் காட்டுகின்றது.

ரீடேய், ரீடேய் (Redei and Redei, 1955) நடத்திய கோதுமையின் மீதான் சோதனையின் விளைவாகத் தாய்த் திசுக்கள் எவ்வளவுக்

எவ்வளவு ஊட்டியிருக்கின்றதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதன் சூற்பையின் வளர்ச்சி அதிகமாக இருக்கின்றது என்று அறியப்படுகின்றது.

ஊட்டவளர்ச்சியில் ஏற்படும் சிக்கலான திசுக்களை வெட்டுதல், ஊட்டம், தொற்றுநோய் ஆகியவற்றைக் களைவதற்கான வழிவகைகளை ரீடேய், ரீடேய் (Redei and Redei, 1955) ஆராய்கையில் முதன் முதலில் முழுச் சூற்பையினை ஊட்டவளர்ச்சியில் வளர்த்தார்கள். பின்னர், கருக்கள் ஊட்டவளர்ச்சியில் வளர்ந்ததை ஆராய்ந்தார்கள். அவ்வாறு வளர்க்கப்பட்ட கரு இளம் நாற்றாக வளர்ந்தது. ஜெஃபைரான்தெஸ் (Zephyranthes) என்ற தாவரத்திப் சூலணுக்களும் சூற்பைகளும் முற்றிலுமாக வளர்ந்து கனியாக முதிர்வதை ஸச்சாரும் கபூரும் (Sachar and Kapoor) கண்டார்கள். இவ் வளர்ச்சி ஒரு தனி ஊட்டவழியில் (a simple medium) ஏற்பட்டது ஒரு சிறப்பாகும். இதுபோன்ற ஊட்டவளர்ச்சியினைப் பல வல்லுநர்களும் மேற்கொண்டு வெற்றி கண்டிருக்கிறார்கள்.

எனவே, ஊட்டவளர்ச்சியில் அங்ககப் பொருள்கள் பிரதானமானதல்ல. அவற்றுடன் வைட்டமின் B_1-ம், வைட்டமின் B_6-ம் சூற்பையின் வளர்ச்சியை உயர்த்துகின்றன. அதேநேரத்தில் டோக்கோஃபெரால் அசிடேட் (Tocopherel acetate) விதைகளின் வளத்தினை (seed fertility) அதிகப்படுத்துகின்றது (படம் 13-3).



படம் 13-3

ஊட்டவளர்ச்சிக் குட்படுத்தப்பட்ட டென்ட்ரோபியம் நொபிலியின் கனி
(Dendrobium nobile)

மேற்கூறியது போன்றே சூற்பை, மலர், மஞ்சரி ஆகிய இவற்றின் ஊட்ட வளர்ச்சிகளெல்லாம் கருக்களை எவ்வாறு முதிரச் செய்கின்றன என்ற சிக்கலை விளக்கவே செய்யப்படுகின்றது என்று சொல்வதில் தவறேதுமில்லை எனலாம்.

4. பக்கக் கரு (Adventitive Embryo): பொதுவாகக் கரு (embryo) ஒரு கருவுற்ற முட்டையிலிருந்து (zygote) ஏற்படுகின்றது.

ஆனால், சில வேளைகளில் கருக்கள், நூஸெல்லஸ் (அ) விதையுறை (சூலணுவுறை) யிலிருந்து கிளைத்தெழுவதும் உண்டு. கேமீட்டுகளின் இணைப்பு ஏற்படாமல் ஏற்பட்ட இவ்வகைக் கருக்கள் தங்களின் தாய்த் (maternal) தாவரங்களைப் போன்ற உருவங்களைக் கொண்ட நாற்றுகளை உண்டாக்கும். இவ்வாறு ஏற்படுவது தோட்டக்கலையில் ஏற்படும் ஒரு பெரிய நன்மையாகும். இந் நிலையின்படி நமக்கு விருப்பமான வகைகளை (varieties of citrus) நாம் வளர்க்கலாம். இவ் வழிகளில் பல கருக்களை உண்டாக்க முடிந்தால், அதுவே தோட்டக்கலை வல்லுநர்களுக்கு ஒரு பெரிய வரப்பிரசாதமாகும். டெல்லிப் பல்கலைக் கழகத்தில் இவ்வகை முயற்சி மேற்கொள்ளப்பட்டது (Rangaswamy, 1961). அதன் பயனாகப் 'பொய்ப் புல்பில்கள்' (Pseudo bulbils) ஏற்பட்டன. அவை கருவைப்போன்ற அமைப்பைக் (embryo like structure) கொண்டிருந்தன.

இதுபோன்றே ஸ்டுவர்டும் (Steward) கேரட் வேரிலிருந்து ஒரு கருவைப்போன்ற அமைப்புக் கொண்டதை உண்டாக்குவதில் வெற்றி கண்டுள்ளார். பின்னர், அவரால் இம் முயற்சி திருத்தியமைக்கப்பட்டு முழு அளவிலான கேரட் (full-fledged carrot) உண்டாக்கப்பட்டது (Steward et al, 1958). இதுபோலவே ரெய்னர்டும் (Reinert, 1959) ஒரு தாவரத்தை உண்டாக்கியுள்ளார்.

'ஒரு திசு ஊட்டவளர்ச்சியில் ஏற்படும் எல்லையற்ற வளர்ச்சி நிச்சயமாக அதன் இயற்கை வளர்ச்சியினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது' என்று லா ரூயு (La Rue, 1954) கூறுகின்றார். அஃதாவது ஃபுளோயத்திலிருந்து கிள்ளி எடுத்த ஒரு திசு ஃபுளோயமாக வளர்ந்து பிரிகின்றது. அஃது எப்படியெனில் முதலில் வளர்ச்சி; பின்னர், பிரிந்து வேறுபடுதல்; பின்னர் பிரிந்து வேறுபடுதல்; அதனுடன் அதன் சுற்று முடிகின்றது. (Differentiation) $\rightleftarrows$ (differentiation) $\rightleftarrows$ (redifferentiation). இது ஸொமாடிக் திசுவை (somatic tissue) கருவுற்ற முட்டையினை (zygote) உண்டாக்கும்படி தூண்டச் செய்கின்றது.

எனவே, எப்படியும் செயற்கை முறையில் தூண்டப்படும் கருக்களுக்கு இவ்வகைப் பக்கக்கருக்கள் இலாபமானதே என்று கூறுவதில் ஐயமில்லை. அதுபற்றிய ஆய்வுகள் தொடர்ந்து ஊக்கமுடன் கவனிக்கப்பட்டு வருகின்றன.

5. **கருவில் மொட்டுவிடுதல்** (Embryonal budding): கருவில் மொட்டுவிடுதல் பக்கக் கருக்கள் ஏற்படுத்தலைப் போன்றதேயாயினும், இது சற்று உயர்வானதும் சிறப்புள்ளதும் ஆகும். இங்கு ஒரு கருவுற்ற முட்டை (zygote) பிளவுபடுவதனால் இரட்டைச் சேய்கள்

(twins) தோன்றுகின்றன. இவ்வகை இரட்டைப்பிறவிகள் தாவரங்களில் பலவகைச் சேர்க்கைகளில் (various combinantions) ஏற்படுகின்றன. அவை: ஒற்றை–இரட்டை, இரட்டை-இரட்டை, ஒற்றை-மூன்று இவைபோன்ற பல சேர்க்கைகள் (Haploid-diploid, Diploid-diploid, Haploid-triploid) ஆகும். இதற்கான காரணங்கள் எப்போதுமே ஒரே மாதிரியானதாக இருப்பதில்லை. விதையுறை கொண்ட தாவரக் கரு உறையில் (angiosperm embryo sac) இன்னும் பலவேறு செயல்முறைகளும் (mechanisms) இருக்கின்றன. ஒரே கருவின் பல கிளைகள் அல்லது மொட்டுகள் பல கருக்களாக ஏற்படுவது விதையுறையற்ற தாவரங்களில் (gymnosperms) ஒரு பொதுவான செயல் என்று பி. மஹேஸ்வரி (P. Maheswari, 1950) கூறுகின்றார்.

ரனன்குலேசியே (Ranunculaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த எரான்திஸ் ஹைமாலிஸ் (Eranthis heimalis) என்ற தாவரத்தில் ஒரு சுவையான நிகழ்ச்சியைக் காணலாம். இந்தத் தாவரத்தின் கனிகள் உதிரும் தறுவாயில் விதைகள் வேற்றுமையடையாத, முந்திரிப்பழம் போன்ற வடிவிலான கருவைப் பெற்றிருக்கும். அது செயற்கை ஊட்ட வழியில் (0.1% of 2,4—D, 2, 4—5 trichlorophenoxy acetic acid or NAA) வளர்க்கப்படும்பொழுது பல கருக்களை மொட்டுவிடச் செய்கின்றது (Haccius, 1955) (படம் 13-4).

1 2 3

படம் 13.4

எரான்தின் ஹைமாலிஸ் (**Eranthis heiusalis**) இரட்டையர்கள் (**Haccius, 1955**)
1. கரு, 3. இரட்டை நாற்று

கருவில் மொட்டுவிடுதலை ஆராய ஆர்க்கிடுகளே (orchids) மிகச் சிறந்த பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. அதுபற்றிய

ஆய்வில் பலர் (Curtis and Nichol, 1948; In Vanda-Rao, 1963: in Cuscuta raflexa- P. Maheswari and Baldev, 1962) முயன்று வெற்றியும் கண்டுள்ளனர்.

6. கனிவுருப் (கனி) பிறப்பு (பார்த்தினோ ஜெனிஸிஸ் —Partheno genesis): ஒற்றைப்படை உயிரி (haploid organism) கருவுருத முட்டையிலிருந்து (unfertilised egg) பல வழிகளில் பெற முயலப் பட்டும் ஏதும் திருப்தியான ஒரு வழிமுறை இன்னும் கிடைக்கப் பெற வில்லை.

முதன்முதலில் விதையுறை கொண்ட (angiosperms) தாவரங் களில் 'இயற்கை' (natural) ஒற்றைப்படை (haploid) டதூராவில் (Datura) 1922 ஆம் ஆண்டு கண்டு கூறப்பட்டது (Blakeslee et al. 1922). அன்று முதல் இதுபோன்ற நிகழ்ச்சிகள் பல பதிவுசெய்யப் பட்டிருக்கின்றன.

கருவுருப் பிறப்பு செயற்கை ஊட்டவழி முறையினல் ஒரு முட்டையிலிருந்து தூண்டப்பட்டாலும் இன்னும் அவ் வழிமுறை களில் பல சங்கடங்கள் உள்ளன. எனவே, வெற்றிகரமான கருவுருப் பிறப்பினை நடைபெறச்செய்ய இரண்டு நிலைகள் உள்ளன. அவை: 1. முட்டையின் பிரிவு (The division of the egg), 2. ஊட்டத் திசுவை உண்டாக்கல் (The production of a nutritive tissue, whether it is the endosperm or a suitable substitute).

முளைசூழ்தசையின் தேவைச் சிறப்பும் அத்தியாவசிமும்பற்றிய எண்ணற்ற சான்றுகள் கிடைத்திருக்கின்றன (ஸ்டுவர்ட்டு காட்டி யுள்ள தேங்காயின் முளைசூழ்தசை). புதிதாகப் பிழிந்தெடுக்கப்பட்ட திரவ வடிவிலான முளைசூழ்தசை பொதுவாகக் கியாளமாக (கஷாய மாக) எடுக்கப்பட்டதைக் காட்டிலும் (fresh liquid endosperms were generally found to be better than their decoctions) சிறந்ததாக இருக்கின்றது. இதுகாறும் நான்கே நான்கு வெற்றிகரமான முளை சூழ்தசை ஊட்ட வளர்ச்சியினைத்தான் காண முடிகின்றது. (1. Zea-mays-La Rue, 1949; 2. Asiminatrilobe- Narayanaswamy, 1956; 3. Lolium perenne-Norstoy, 1956 and 4. Cucumis sativus-Nakafima, 1962).

எனவே, முன்னர்க் கூறப்பட்டதுபோல ஒற்றைப்படைக்குக் (haploid) கருவுருத முட்டை மட்டுமே வழியன்று; கருப்பைகள் கூட இதற்குத் துணைபுரிகின்றன. அதன்படி ஒரு ஸைனர்ஜிட் (sinergid) கூட ஓர் ஒற்றைப்படைக் கருவாக வளரமுடியும்.

இரட்டைப்படை அல்லது ஒற்றைப்படையினைத் தேர்ந்தெடுத்து வளர்க்கவோ தடுக்கவோ கூடிய வேதியியல் (இரசாயன) பொருள்கள் (chemicals) மட்டும் கிடைக்கப்பெற்றால் கருக்கள் உண்டாவதைச் சீர்ப்படுத்தவோ திருத்தி அமைக்கவோ முடியும் என்று மஹேஸ்வரியும் ரங்கசாமியும் (P. Maheswari and Rangaswamy, 1958) கூறுகின்றனர்.

7. மகரந்தப்பை ஊட்டவளர்ச்சி (Anther culture): மகரந்தப் பைகளையும் ஊட்டவளர்ச்சியில் வளர்க்கமுடியும் என்று அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. மகரந்தப் பைகளைப் பாக்கிடீன் நிலைகளில் (pachytene stage) எடுத்து வளர்க்க வேண்டும் (Taylor, 1953; Sparrow et al, 1955; Vasil, 1959). எனினும் இதுவரை யாரும் ஒரு முழு வளர்ச்சிபெற்ற மகரந்தப் பையினைச் சோதனைக் குழாயில் வளர்ப்பதில் வெற்றிபெறவில்லை.

அல்லியம் சீபா, ரீயோ டிஸ்கலர் (Allium cepa, Rhaeo discolor) ஆகியவற்றின் மகரந்தப் பைகளின் ஊட்டவளர்ச்சிகளில் ஒரு தாய்ச் செல்லிலிருந்து உயர்ந்தபட்சம் ஒரு செல் கொண்ட (1 celled) மைக்ரோஸ்போர்கள் (microspores) பெறப்பட்டிருக்கின்றன (Vasil, 1959).

எனவே, இப்பொழுது ஒரு கேள்வி எழுகின்றது. அது என்னவென்றால், கருவுறாக் கனிகளை (parthenocarpy) ஏற்படுவதைப் போல மகரந்தப் பைகளிலிருந்து அவ்வாறு ஏதேனும் உண்டாக்க முடியுமா என்பதுதான் அக் கேள்வி. இதற்குக் காலமும் ஆய்வுகளும்தாம் பதில் சொல்லவேண்டும்.

8. ஆணகப் பிறப்பு (Androgenesis): பெண்ணகத்தில் ஒற்றைப் படையினை (parthenogenitic development of the egg) ஏற்படுவதைப் போலவே ஆணகத்திலும் ஏற்படுத்த முடியுமாவெனில், முடியும் என்றுதான் கூறவேண்டும். இதற்குண்டான ஆதாரங்களைக் காம்போஸும் மார்கனும் (Campos and Morgan, 1958) பதிவு செய்திருக்கின்றார்கள். ஆணக ஒற்றைப்படைப் பிறப்பு, கேப்ஸிகம் ஃபுருடென்ஸெல் (Capsicum frutescens) அவ்வாறு ஏற்பட்டிருக்கின்றது.

ஆணகப் பிறப்பின் ஒற்றைப்படை அமுங்கிய குணங்களை (recessive characters) வெளிப்படுத்துவதால் தாவரங்களின் கலப்பினங்களில் (plant breeding) பயனுள்ளதாக இருக்கின்றது.

எனவே, மேற்கூறியது போலப் பல சுவையுள்ள ஆய்வுகளும் விளக்கங்களும், பதிவுகளும், சான்றுகளும் இருக்கின்றன. அவற்றை விளக்கப் புகின் இதற்கு எடுத்துக்கொண்ட தலைப்பிலுள்ள பொருளே மிகவும் வளர்ந்து ஒரு நூலாக மாறிவிடும் என்று அஞ்சியே சுருக்கமாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

குழல் ஊட்டவளர்ச்சி தாவர இயலில் புதிய குழந்தையின் ஊட்ட வளர்ச்சியாகும் என்று சுருங்கக் கூறலாம்.

பின்னிணைப்பு

1. பிரச்சினைகள்
(Problem)

1. முளைக்கும் அவரை விதைகளை முளைத்தலுக்குரிய எல்லா நிபந்தனைகளுடனும் ஈரமண்ணில் பதிக்கும்பொழுது ஏற்படும் வாழ்வியல் செயல்களை (Physiological processes) ஆராய்க. ஒவ்வொரு நிலையிலும் ஏற்படும் முக்கிய நிகழ்ச்சி என்ன?

2. நடுக்கோடையில் உருளைக்கிழங்கு உயர்அளவு கார்போஹைட்டிரேட்டுடன்கூடி அபரிமிதமாகப் பயிராக என்ன செய்யலாம்? குறைந்தது ஐந்து முறைகளையாவது எழுது. அவை பயனுள்ள முறைகள் என்று ஏன் கருதவேண்டும்?

3. மேகமில்லாத பகலிரவில் ஒளியின் தீவிரத்தை அறியப் பகற்பொழுதில் ஒரு வரைபடத்தை வரைக. அதில் காலை 6 மணி முதல் மாலை 6 மணி வரையில் ஏற்படும் விளைவுகளைப்பற்றி (curves) என்ன கூறமுடியும்?

4. தாவரத்தை இடம்மாற்றி நடுவதற்கு முன்னர் என்னென்ன முன்னெச்சரிக்கை தேவை? ஏன் என்று விளக்க முடியுமா?

5. உறைபனி காலத்திலும் உயிர்வாழக் கூடுமளவிற்குத் தாவரங்களை எவ்வாறு பாதுகாக்க முடியும்? இதற்குண்டான சிகிச்சை முறையினை விளக்குக.

6. அதிக அளவு ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறத் தகுந்த சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் வாழும் ஒரு தாவரத்திற்கு என்ன நடவடிக்கை எடுக்கலாம்?

7. ஒரு தாவரத்தில் அதிகப்படி நீராவிப்போக்கு நடைபெற அந்தத் தாவரத்தையும் அதன் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையையும் எவ்வாறு மாற்றியமைக்கலாம்?

8. நன்கு உரமிடப்பட்ட நிலத்தில் ஏன் பொதுவாக அதிக வேர்கள் உண்டாகின்றன?

9. மரநிழலில் அமைந்த தோட்டத்தில் ஏன் அதிக வேர்கள் உண்டாகின்றன? என்ன பரிசோதனைமூலம் இவற்றை நிரூபிக்க முடியும்?

10. கொடுக்கப்பட்ட ஒரு மரக்கிளையின் வளர்ச்சியை எவ்வகையில் அதிகரிக்கச் செய்ய முடியும்? விவரி.

11. பெரிய மரங்களுக்கு அருகில் வளரும் வளமும் சிறிய மரங்கள் மந்தமாக வளர்கின்றன. பெரிய மரங்களை வெட்டாமலும், இலைகளை நீக்காமலும், கடுமையான சேதம் ஏதும் ஏற்படுத்தாமலும் சிறிய மரங்கள் வேகமாக வளர என்ன செய்யலாம்?

12. வைக்கோலுக்காக உலர்ந்த தானியங்களைக் காலையில் அறுவடை செய்வது நல்லதா? அல்லது மாலையில் அறுவடை செய்வது நல்லதா? எந்த நிலையில் அதிக வேறுபாடும், எந்த நிலையில் குறைந்த வேறுபாடும் காணப்படும்? ஏன்? விவரி.

13. கடினமான வளர்ச்சிக் காலத்திலும் பசுமையான புல்வெளி (lawn) வைத்திருக்க என்ன செய்யவேண்டும்? அவ்வாறு சிபார்சு செய்யவேண்டிய காரணமென்ன?

14. அதிக அளவு கார்போஹைட்டிரேட்டோ அதிக அளவு புரோட்டீனோகொண்ட இலைகளையோ, கனிகளையோ, வேர்களையோ, கிழங்குகளையோ உற்பத்தி செய்யவேண்டுமானால் ஒவ்வொரு வகைக்கும் என்ன செய்யவேண்டும்? விவரிக்க.

15. குறைந்த அளவு கார்போஹைட்டிரேட் கொண்ட இலைகளை உற்பத்தி செய்யவேண்டுமானால் என்ன செய்யவேண்டும்?

16. ஒளியில் உள்ள இதழ்கள் குறைந்த கார்போஹைட்டிரேட் பெற என்ன வழி?

17. காலையிலும் மாலையிலும் உயர்அளவு கார்போஹைட்டிரேட் இலையில் இடம்பெற என்ன செய்யவேண்டும்?

18. தாவரங்களிடமுள்ள கார்போஹைட்டிரேட், புரோட்டீன் இவற்றை முழுவதும் எவ்வாறு நீக்க இயலும்?

19. ஒரு முதிர்ந்த இலையில் நடைபெறும் முக்கியமான வாழ்வியல் செயலொன்றை விவரி. ஏன் அச் செயல் மிகவும் முக்கியமாகக் கருதப்பட்டது?

20. செல்பிரிவு, செல்விரிவு, செல் முதிர்ச்சி ஆகிய இவையெல்லாமே ஏன் நுனியில் (apices) வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன?

21. வேர்நுனியில் விரியும் இடமும், தண்டுநுனியில் விரியும் இடமும் எவ்வாறு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்படுகின்றன ?

22. ஆக்கத் திசுக்களின் அடிப்படை என்ன ?

23. தாவர வளர்ச்சியில் ஆக்கத் திசுக்களின் பங்குப்பணி என்ன?

24. கேம்பியத்திலிருந்து பெருகும் சைலத்திற்கும் ஃபுளோயத்திற்கும் என்ன பெயர் ?

25. இலைப்பரப்பு (leaf-blade) எவ்வாறு வளர்ச்சியடைகிறது என்பதைச் சுருக்கமாக விவரி.

26. நீண்ட-நாள் (long-day) தாவரத்தைக் குறுகிய-நாள் (short-day) சூழ்நிலையில் வளர்த்தால் என்ன நேரும்? ஏன்? இதை மாற்ற என்ன வழி ?

27. எப்பொழுது மிக அதிகப்படியான நீட்சி ஏற்படுகின்றது? ஏன்?

28. ஒரு சதவீத (1 %) இண்டோல் அசிடிக் அமிலத்தை நுனி வெட்டிய பகுதியின்மீது பூசினால் என்னவாகும்?

29. தாவரத்தின் ஒரு பகுதி மற்றொரு பகுதி வளர்ச்சிமீது செயல் படுவதற்கு என்ன பெயரிடப்படுகின்றது?

30. உயர் தண்டு-வேர் விகிதம் ஏற்படப் பயன்படும் காரணிகள் யாவை?

31. கேம்பியத்தின் செயல் நுனிவளர்ச்சிக்கு முன்பாகவோ, நுனி வளர்ச்சியுடனோ அதற்குப் பிறகோ ஏற்படுகின்றதா?

32. ஆக்ஸிஜனின் குறைவு விதை முளைத்தலைத் தருகின்றதா? ஏன்?

33. விதை முளைத்தலுக்கு வெப்பம் (temperature) ஒரு காரணியாக ஏன் கொள்ளவேண்டும்?

34. விதை முளைத்தலின் வேகம் வேறுபட்ட வெப்பங்களில் ஏற்படுவதன் காரணமென்ன ?

35. விதையில் உறக்கம் (dormancy) உண்டாகக் காரணம் என்ன ? இதைச் சோதிக்க ஏதேனும் பரிசோதனை முறையினைக் கூற முடியுமா ?

36. மலர் மொட்டுகளில் உறக்கம் ஏற்படுவது எதனால்? அவ்வுறக்கம் எப்பொழுது நீங்கும் ?

37. எவ்வகைத் தாவரம் நீண்டநாள் விதையுறக்கத்தைப் பெற்றிருக்கும் ? இதற்கு வாழ்வியல் விளக்கம் என்ன?

38. வருடத்தில் எந்தக் காலத்தில் விதையுறக்கம் தகர்த்தெறியப் படுகின்றது?

39. விதையுறக்கம் தகர்த்தெறியப் பயன்படும் மிகச் சிறந்த காரணி என்ன? அதை எவ்வாறு பயன்படுத்த முடியும் ?

40. இலைகள் ஒன்றையொன்று மறைக்காமல் இருக்கின்றனவா? இதற்குக் கூறப்படும் விளக்கம் என்ன?

41 கருத்தண்டு உறையைக் (coleoptile) கண்ணாடி உறையிட்டு மூடி ஒளியில் வைத்தால் என்னாகும் ? உலோக உறையிட்டு மூடி ஒளியில் வைத்தால் என்னாகும் ?

42. ஒரு பூவரசுக் கிளையை வெட்டித் தலைகீழாக நட்டால் என்னாகும்? ஏன் என்று விளக்குக ?

43. இலைக்காம்பின் வீக்கத்தைப் (pulvinus) பொதுவான இலைக் காம்பிலிருந்து எவ்வாறு பிரித்தறிவது ?

44. வளர்சிதை மாற்றங்களைப் பெரிதும் பாதித்துப் பாதகமான விளைவை ஏற்படுத்தும் புறக்காரணிகள் யாவை ?

45. சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்கும், வளர்ச்சிக்கும் இடையிலான உறவு எதனால் வலுப்படுத்தப்படுகின்றது ?

46. பொதுவாக, வளர்ச்சியின்போது பசுமை எடை (fresh-weight) கூடவேண்டும். ஆனால், உருளைக்கிழங்கு முளைக்கும்போது என்ன ஏற்படுகின்றது ? ஏன் என்று விளக்குக.

47. வளர்ச்சியும் (growth), பெருக்கமும் (development) தனித் தனிப் பண்புகளா? ஒன்று ?

48. ஓராண்டில் அபரிமிதமாகக் கனிகள் ஈன்ற ஆப்பிள்மரம் மறு ஆண்டிலும் அவ்வாறே கனிகளை உற்பத்தி செய்வதில்லை. ஏன் ?

49. மலர்கள் உற்பத்தியாகும் காலத்தில் இலைகளைக் களைந்தால் என்னவாகும்?

50. வாழ்வியலில் ஹார்மோன்களின் பங்குப்பணி என்ன?

2. குறிப்புகள்

(References)

1. Akamine, E. K., 1948 — Plant-growth regulators as selective herbicides, Univ. Hawaii Agr. Expt. Sta. Circ. 26.

2. Avery, G.S., Jr. E. B. Johnson et al, 1947 — Hormones and Horticulture, 326 pp. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York.

3. Boysen Jensen, P., 1936—Growth hormones in Plants. Translated and revised by G. S. Avery, Jr. and P. R. Burkholder, 268 pp. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

4. Bibliography of the literature on the minor elements and their relation to plant and animal nutrition, 1948. 4th Ed. Chilean Nitrate Educational Bureau, Inc., New York.

5. Crocker, W., 1938 — Life-span of seeds, Bot. Rev. 4: 235-274.

6. Crafts, A.S., 1939 — Movement of viruses, auxins and chemical indicators in plants. Bot. Rev. 5: 471-504.

7. Curtis, O. F., 1935 — The translocation of solutes in plants. 273 pp. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York.

8. Chibnall, A. C., 1939 — Protein metabolism in the plant. 306 pp. Yale University Press, New Haven.

9. Duggar, B. M., 1936—Biological effects of radiation. 2 Vols. 1343 pp. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York.

10. Eames, A.P. and L.H. Mac Daniels, 1947—An introduction to plant anatomy, 2nd Ed. 427 pp. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York.

11. Fred, E.B., I.L. Baldwin, and E. Mc Coy, 1932—Root nodule bacteria and leguminous plants, Univ. Wis. Studies Sci. 5: 345 pp.

12. Hamner, K.C., 1944—Photoperiodism in plants, Ann. Rev. Biochem., 13 : 575-590.

13. Hoagland, D. R., 1948—Inorganic nutrition of plants. 177 pp. Chromica Botanica Company, Waltham, Mass.

14. Kramer, P.J., 1944—Soil moisture in relation to plant growth. Bot. Rev., 10: 525-559.

15. Kramer, P.J., 1945 — Absorption of water by plants. Bot. Rev. 11 : 310—355.

16. Kramer, P.J., 1949—Plant and soil water relationships, 347 pp. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York.

17. Luyet, B. J. and P. M. Gehenio, 1940—Life and death at low temperatures, 341 pp. Biodynamica, Normandy, Mo.

18. Murneek, A. E. and R. O. Whyet, 1948—Vernalization and photoperiodism. 196 pp. Chronica Botanica Company, Waltham, Mass.

19. Nightingale, G. T., 1936 — The nitrogen nutrition of green plants. Bot. Rev., 3 : 88-174.

20. Porter, R.H., 1949—Recent development in seed technology, Bot. Rev., 15 : 4,5 : 221-344.

21. Pincus, G. and K. V. Thimann, Eds. 1948 — The hormones, chemistry, physiology and applications. Vol. I. 886 pp. Academic Press, Inc., New York.

22. Russel, E. J., 1937 —Soil conditions and plant growth, 7th Ed. Longmans Green & Co., Inc., New York.

23. Van Overbeek, J., 1944—Growth-regulating substances in plants. Ann. Rev. Biochem. 13: 631-666.

24. Skoog, F., 1947—Growth substances in higher plants. Ann. Rev. Biochem. 16 : 529-564.

25. Went, F.W. and K.V. Thimann, 1937—Phytohormones. 294 pp. The Mac-Millan Company, New York.

26. Weaver, J. E., 1926—Root development of field crops. 290 pp. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

27. Went, J..E. and W. E. Bruner, 1927—Root development of vegetable crops. 351 pp. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

3. இலக்கியங்கள்

(Literatures)

1. Adams, J., 1924—Duration of light and growth. Ann. Bot., 38: 510—523.

2. Adams, J., 1924—The effect on tomato, soyabean and other plants of altering the daily period of light, Ann. J. Bot., 11 : 229-233.

3. Adams, J., 1925 — Some further experiments on the relation of light to growth, Ann. J. Bot., 12: 398—413.

4. Allard, H. A., 1932—Length of day in relation to the natural and artificial distribution of plants, Ecology, 13 : 221 - 234.

5. Andrews, F. M., 1932 —A measurement of growth, Proc. Ind., Acad. Sci., 41 : 77-80.

6. Appleman, C. O., 1911. — Physiological behaviour of enzymes and carbohydrate transformations and after ripeining of the potato tuber, Bot. Gaz., 52 : 306-315.

7. Appleman, C. O., 1918 — Special growth-promoting substances and correlations, Sci., 48 : 319-320.

8. Armstrong, H. E. and E. F. Armstrong, 1911 — The function of hormones in regulating metabolism, Ann. Bot., 25 : 507-519.

9. Arthur, J. M., J. D. Guthrie and J. M. Newell, 1930 — Some effcts of artificial climates on the growth and chemical composition of plants, Ann. J. Bot., 17: 416-482.

10. Armstrong, J. M. and W. J. White, 1935 — Factors influencing seed setting in alfalfa, J. Agr. Sci., 25 : 161-179.

11. Arthur, J. M. and W. D. Stewart, 1931—Plant growth under sheding cloth, Abst., Ann. J. Bot., 18: 897.

12. Avery, G. S., 1935—Differential distribution of phytohormone in the developing leaf of Nicotiana and its relation to polarised growth, Bull. Torrey Bot. Club, 62 : 313-330.

13. Avery, G. S. and P. R. Burkholder, 1936 — Polarized growth and cell studies on the Avena coloeptile, phytohormone test object, Bull, Torrey Bot., Club, 63 : 1-16.

14. Bell, G. D. H., 1936 — Experiments on vernalization, J. Agr. Sci., 26 : 155-171.

15. Ball, Noxy, 1936 — The effect of natural illumination by different regions of spectrum on the subsequent opening of flower buds, New Phytol. 35 : 101-116,

16. Bell, G. D. H., 1936—Vernalization : Its meaning and practical application, Agr. Prog , 13 : 76-82.

17. Blackman, V. H., 1919 — The compound interest law and plant growth, New Phytol, 19: 97-100.

18. Blackman, V. H. and A. T. Legg, 1924 — Pot culture experiments with an electric charge, J. Agr. Sci., 14: 261-267.

19. Bonner, J.F., 1932—The production of growth substance by rhizopus sciences, Biol. Zant., 52 : 565-582.

20. Boysen-Jensen, P., 1933—Significance of growth substance for the growth and the geotropic curvature of the roots of vicia faba, Planta, 20 : 688 - 698, Chem. Abst, 28: 1380.

21. Brain, E. D., 1935—Studies in the effect of prolonged. rotation of plants on the horizontal Klinostat. I, Growth rate, New Phytol., 34 : 97-112.

22. Bramble, W.C., 1932 —Breaking the dormancy of tree seedlings by chemical treatment, Sci., 75 : 193-194.

23. Breagule, J. F. ,1927.—Vitamin-like substances in plant nutrition, Ariz, Sta - Tech., Bull. 16.

24. Bruman, A.J., 1932 — 'Yarovization' A new factor in plant breeding technique, J. Heredity, 23 : 465— 466.

25. Calvert, J., 1935—Drought resistance in wheat: the bound and free water of expressed sap from wheat leaves in relation to time and soil moisture, Protoplasma, 24 : 505-524.

26. Cattell, W., 1931—The effects of X-rays on the growth of wheat seedlings, Sci. 73 : 531-532.

27. Chambers, R. and H. P. Hole, 1932—The formation of ice in protoplasm, Proc, Roy. Sci. B. 110 : 336-352.

28. Chance, H.L., 1934 — The influence of various types of defoliation and leaf wounding upon the growth and yield of beans, Ann. J. Bot, 21 : 85-108.

29. Chandler, W. H., 1931—Freezing of pollen : Evidence as to how freezing kills plant cells, Abst. Ann. J. Bot, 18 : 892.

30. Cholodny. N., 1924 — Ueber die hormonale wirkung des organspitze bei des geotropischeu Krunmung, Ber. Bot. Ges. 42 : 358-362.

31. Clark, N.A., 1926—Plant growth promoting substances, hydrogen- ion concentration and the reproduction of lemna. Plant Physiol, 1 : 273-279.

32. Clark, W.G., 1935.—Note on the effect of light on the bioelectric potentials in the Avene coleoptile, Proc. Nat. Acad, Sci. 21 : 681-684.

33. Collins, G. N., L. H. Flint and J. W. McLane, 1929— Electrical stimulation of plant growth, J. Agr. Res. 38: 585-600.

34. Collins. G. N. and L. R. Maxwell, 1936 — Delayed killing of maize seedlings with X-rays, Sci, 83: 375-376.

35. Cooper, H.P., 1932—Relation of hydrogen-ion concentration of soils to the growth of certain pasture plants, Plant Physiol., 7: 527- 532.

36. Cooper, W.C., 1935—Hormones in relation to root formation on stem cuttings, Plant, Physiol, 10: 787-794.

37. Crocker, W. and L. I. Knight, 1908—Effect of illuminating gas and ethelene upon flowering carnations, Bot. Gaz. 46 : 259-276.

38. Crocker, W. and W. E. Davis, 1914 — Delayed germination in seeds of Alisma plantago, Bot. gaz. 57 : 285-332.

39. Crocker, W., 1916—Mechanics of dormancy in seeds. Ann. J. Bot., 3 : 99-121.

40. Crocker, W., P. W. Zimmerman, and A. E. Hitchcock, 1932.—Ethelene induced epinasty of leaves and the relation of gravity to it, Contr. Boyce Thompson Inst., 4 : 177-218.

41. Darlington, H. T., 1931 — The 50-Year period for Dr. Beats viability experiment, Ann. J. Bot., 18: 262-266.

42. De Beer, G. R., 1924 — 'Growth', Eward Arnold & Company, London, 120 pp.

43. Denry, F. E., 1926—Hastenning the sprouting of dormant potato tubers, Ann. J. Bot., 13 : 118-126.

44. Denry, F. E., 1926— Second report on the use of chemicals for hastenning the sprouting of dormant potato tubers, Ann. J. Bot., 13 : 386-396.

45. Dickson, H., 1932 — Polarity and the production of adventitious growing points in Marchantia polymorpha, Ann. Bot, 46 : 683-702.

46. Dickson, H.H. and T.A. Bennet-Clark, 1927—Response of plant tissue to electric currents, Notes, Bot. School Trinity Col. Dublin, 4 : 33—54.

47. Dolk, H. E. and K. V. Thimann, 1932 —Studies on the growth hormones of plants. I. Proc, Nat. Acad. Sci. 18: 30-46.

48. Doubt, S. L., 1917 — The response of plants to illuminating gas, Bot. Gaz., 63: 209-224.

49. Du Buy, H. G., 1936 — The change in the response of Avene coleoptiles to growth regulators produced by aging, Proc. Nat. Acad. Sci. 22 : 272—275.

50. Duvel, J., 1905 — The vitality of buried seeds, U. S. Bur. Plant. Ind. Bull. 83.

51. Eastham, A. 1914 — The longivity of some common seeds, Agr. Gaz. Canada, I. 544-546.

52. Edwards, T.I., 1932 — Temperature relations of seed, germination, Quart. Rev, Biol., 7 : 428-443,

53. Edwards, T. I. and R. Pearl, and S. A. Gould, 1934— The growth and duration of life of celosia cristata seedlings at different temperatures, J. Gen. Physiol. 17 : 763-781.

4. Elner, O. H., 1932 — Growth inhibition of potato sprouts by the volatile products of apples, Sci. 75 : 194.

55. Eltinge, E. T., 1928 — The effect of ultra-violet radiation upon higher plants, Ann. Mo. Bot. Gard., 15 : 169-240.

56. Evans, M. W. and H. A. Allard, 1934 — Relation of length of day to growth of timothy, J. Agr. Res, 48 : 571-586.

57. Ewart, A.J., 1908 — On the longivity of seeds, Proc, Roy. Soc. Victoria, 21 : 1-210.

58. Fisher, R.A., 1920 — Some remarks on the methods formulated in a recent article on the quantitative analysis of plant growth, Ann, App. Biol., 7: 367-372.

59. Filting, H., 1905, 1906 — Die Reizleitungsvorgange bei den Pfanzen, Ergebn. Physiol., 4 : 684—763; 5: 155—249.

60. Fuller, H.J., 1930—Stimulatory effects of ultra-violet radiation upon higher plants, sci, 72: 535-536.

61. Fuller, H.J., 1932—The injurious effects of ultra-violet and infra-red radiations on plants, Ann. Mo. Bot. Gard., 19: 79-84.

62. Gane, R., 1934 — The production of ethylene by some ripening fruits, Nature, 134 : 1008.

63. Gane, R., 1935 — The formation of ethylene by plant tissues and its significance in the ripening of fruits, J. Pom. and Hort. Sci., 13; 351-358.

64. Gardner, F. E., 1929 — Composition and growth initiation of dorment pear shoots as influenced by temperatures, Plant, Physiol., 4 : 405—434.

65. Gardner, W. A., 1921— Effect of light on germination of light, sensitive seeds, Bot. Gaz., 71: 249-288.

66. Garner, W. W. and H.A. Allard, 1920—Effect of relative length of day and night and other factors of environment on growth and reproduction in plants, J. Agr. Res., 18 : 553 - 607.

67. Gill, N., 1933 —The relation of flowering and cambial activity, New phytol., 32 : 1-12.

68. Goodspeed, T. H., 1929 — The effect of X-ray and radium on species of the genus Nicotiana, J. Heredity, 20: 243-259.

69. Goss, W.L., 1924— The vitality of buried seeds, J. Agr. Res. 29 : 349-362.

70. Gregory, F.G., 1926 —The effect of climatic conditions on the growth of barley, Ann. Bot. 40 : 1-27.

71. Groves, J.F., 1917 — Temperature and life duration of seeds, Bot. Gaz., 63 : 169 - 189.

72. Haber, E. S., P. M. Nelson and P. P. Swanson, 1931— Association of vitamins with nutritional conditions in plants, Iowa. Sta. Ann. Rept. 1931 : 105.

73. Haberlandt, G., 1922 — Cell divisions hormones and their relation to wound repair, fertilization, parthenogenesis and adventive embryogeny, Biol. Zent., 42: 145—172; Exp. Sta. Rec. 49 : 219.

74. Hanna, W.F., 1924—Growth of corn and sunflowers in relation to climatic conditions, Bot. Gaz., 78 : 200—215.

75. Hanna, W.F., 1925 — The nature of the growth rate in plants, Sci. Agr. 5 : 133—138.

76. Harvey, R.B., 1922— Growth of plants in artificial light, Bot. Gaz., 74 : 447—451.

77. Harvey, R. B., 1922 — Growth of plants in artificial light from seed to seed, Sci. 56 : 366—367.

78. Hawker, L. E., 1932 — Experiments on the perception of gravity by roots, New Phytol., 31 : 321—328.

79. Hawker, L. E., 1933—The effcet of temperature on the geotropism of seedlings of Lathyrus Odoratus, Ann. Bot., 47 : 501—515.

80. Hitchcock, A. E. E. Crocker and P. W. Zimmerman, 1932 — Effect of illuminating gas on the lily, narcessus, tulip and hyacinth, Contr., Bayce Thompson Inst., 4 : 155—176.

81. Hitchcock, A. E. and P. W. Zimmerman, 1936 — Effect of growth substances on the rooting response of cuttings, Contr. Boyce Thompson, Inst., 8 : 63—80.

82. Hottes, C. F., 1929—Studies in experimental cytology, Plant, Physiol., 4 : 1—130.

83. Hottes, C. F. and H. K. Wilson, 1930 — Resistance of wheat to high temperatures under different methods of heating, I. Ann. Sec. Agron, 22: 108—113.

84. Howard, W.L., 1915 — An experimental study of the rest period in plants, seeds, Mo. Sta. Res. Bull. 17.

85. Howard, W. L., 1910— An experimental study of the rest period in plants., The winter rest, Mo. Sta. Res. Bull. 1.

86. Howard, W. L., 1915 — An experimental study of the rest period in plants, The summer rest of bulbs and herbacious perennials, Mo. Sta. Res. Bull. 15.

87. Inamdar, R. S., S. B. Singh and T. D. Pande, 1925— The growth of the cotton plant in India. I., The relative growth rates during successive periods of growth and the relation between growth rate and respiratory index through out the life cycle. Ann. Bot., 39 : 281-311.

88. Janssen, G., 1929—Physical measurements of the winter wheat plant at various stages in its development, Plant Physiol, 4 : 477-491.

89. Johnson, E. L., 1926 — Effect of X-rays upon growth, development, and oxidizing enzymes of Helianthus annuus, Bot. Gaz: 82: 373-403.

90. Keble, F., M. G. Nelson and R. Snow, 1929 — Integration of plant behaviour. I, Separate geotropic stimulations of tlp and stump in roots, Proc. Roy. Soc., B, 105: 493-498.

91. Knott, J.E., 1926—Further localization of the response in plant tissues to relative length of day and night. Proc. Ann. Soc. Hort. Sci. 23 : 67-70.

92. Kogl, F. and A. J. Haugen-Smit, 1931: I,—Mitteilung uber pflanzliche Wachitums stoffe. uber die chemic des muchostoffs, Proc. K. Akad. Weteusch. Amsterdam, 34: 1411—1416.

93. Kotowski, F., 1929 — Effect of size of seed on plant production, Proc. Int. Cong. Plant. Sci., 2 : 974—987.

94. Kramer, P. J., 1934 — Methods of breaking dormancy in certain forest trees, Plant Physiol., 11 : 127—137.

95. Lande, H.H., 1933 — Review of the literature regarding vernalization, Rept. Agr. Seminar, Kans. State Col., Manhattan. Kans.

96. Leitch, I. 1916 — Some experiments on the influence of temperature on the rate of growth in Pisum sativum, Ann. Bot. 30 : 25—46.

97. Livingston, B. E., 1934 — Environments, Sci., 80: 569—576.

98. Loeb, J., 1915—Rules and mechanism of inhibition and correlation in the regeneration of Bryophyllum. celycinum, Bot. Gaz., 60 : 249—277.

99. Loeb, J., 1917 — A quantitative method of ascertaining the mechanism of growth and of inhibition of growth of dormant buds, Sci. 45 : 436—439.

100. Loomis, W. E., 1923 — Some relations of hardening to transplanting, Proc. Ann. Soc. Hort. Sci. 20 : 206—215.

101. Ludwig, C. A., 1932 — The germination of cotton seed at low temperatures. J. Agr. Res., 44: 367—380.

102. Lysenko, T. D., 1932 — On the problem of Iarovization of corn, millet, Sudan grass, Sorgham and soyabean, Bull. Jarovizacii, No. 2 and 3.

103. MacDougal, D. T., 1903 — The influence of light and darkness upon growth and development, Mem. N. Y. Bot. Gard., 2: 1—319.

104. MacDougal, D. T., 1916 — The mechanism and conditions of growth. Mem. N. Y. Bot. Gard., 6: 5—26.

105. MacDougal, D. T., 1918 — The nature and course of growth in higher plants, Carnegie Inst. Wash. Year Book, 17: 58—59.

106. MacDougal, D. T., 1919 — Growth in organisms, Sci. 49: 599—605.

107. MacDougal, D. T., 1921 — Growth of trees, Sci. 54: 338.

108. MacDougal, D. T., 1921 — The distinctive agencies in the growth of cell, Poc. Soc. Exp. Biol. Med., 19: 103—110.

109. MacMillan. C., 1891 — On the growth periodicity of the potato tuber, Ann. Nat., 25 : 462—469.

110. McCollins, J. P., 1934 — Vegetative and reproductive responses associated with fruit development in the cucumber, N. Y. Sta. (Cornell) Mem. 163.

111. McKee, R., 1935 — Vernalization experiments with forge crops, U.S. Dept. Agr, Cire, 377.

112. Meyer, W. C., 1930 — Dormancy and growth studies of the American lotus Nelumbo begtea, Plant Physiol. 5: 225—234.

113. Murneek, A.E., 1925 — Correlation and cyclic growth in plants, Bot. Gaz. 79: 329—333.

114. Murneek, A. E., 1925—The effect of fruit on vegetative growth in plants, Proc. Ann. Soc., Hort, Sci. 21 : 274—276.

115. Murneek, A. E., 1926 — Effects of correlation between vegetative and reproductive functions in the tomato (Ly copersicum esculantum), Plant. Physiol. 1 : 3—56.

116. Murneek., A. E., 1932 — Growth and development as influenced by fruit and seed formation, Plant. Physiol. 7: 29—90.

117. Navez, A. E. and T. W. Robison, 1932 — Geotropic curvature of Avena coleoptiles, J. Gen. Physiol., 16 : 133—145.

118. Navez, A. E., 1933—Growth promoting substance and elongation of roots, J. Gen. Physiol. 16: 733—739.

119. Neble, B. R., 1930—Xenia and Metaxenia in apples, N. Y. Sta (Geneva) Tech. Bull., 170.

120. Newcombe, F. C., 1923—Optimum temperature for growth of some grass coleoptiles, Papers, Mich. Acad. Sci. Arts and Letters, 3: 250-210.

121. Neilson, N., 1930—Untersuchungen uber einen nuen wachstumsregulier enden stoff, Rhizopin, Jahrb. Wiss. Bot., 73: 125-191.

122. Nightingale, G.T., 1922 — Light in relation to growth and chemical composition of some horticultural plants. Proc. Ann. Soc. Hort. Sci., 19: 18-29.

123. Nightingale, G. T. and J. W. Mitchell, 1934—Effect of humidity on metabolism in tomato and apple, Plant. Physiol., 9 : 217-286.

124. Ohga, I., 1923—Longivity of seed of Nelumbo nucifera (Japanese), Bot. Mag. Tokyo, 27: 87-95. Bot. Ab. 14 : 899.

125. Pearsall, W. H., 1925—Studies in growth. IV. Correlations in development, Ann. Bot. 87 : 261-275.

126. Pearsall, W. H., 1925 — Hydrogen-ion concentration and growth. Sci. Prog. 20 : 58-67.

127. Pearsall, W. H. and A. M. Hanby, 1926 — Growth studies. V. Factors affecting the development and form of leaves. Ann. Bot. 40 : 85-103.

128. Pearsall, W.H, 1927.— Growth studies. VI. On the relative size of the growing plant organs, Ann. Bot. 41: 549-557.

129. Pfeiffer, N.E., 1926—Microchemical and morphological studies of effect of light on plants, Bot. Gaz. 81 : 173-195.

130. Pfeiffer, N. E., 1928— Anatomical study of plants grown under glasses transmitting light of various ranges of light, Bot. Gaz. 85: 427-436.

131. Pope. M.N., 1932— The growth curve in barley, J. Agr. Res. 44 : 323-341.

132. Priestley, J.H. and A.F. C.H. Evershed, 1922—Growth studies. I. A quantitative study of the growth of roots. Ann. Bot. 36 : 225-237.

133. Priestley, J. H. and W. H. Pearsall, 1922 — Growth studies. II. An interpretation of some growth curves, Ann. Bot., 36 : 239-249.

134. Priestley, J. H. and W. H. Pearsall, 1922 — Growth studies. A volumeter method of measuring the growth of roots. Ann. Bot., 36 : 485-488.

135. Priestley, J. H., 1925 — Light and growth II. On the anatomy of etiolatid plants, New Phytol., 25 : 145-170

136. Priestley, J. H., 1928—The meristematic tissues of the plant. Biol. Rev. 3 : 1-20.

137. Priestly, J. H., 1930— Studies in the physiology of cambial activities. III. The seasonal activity of the cambium. New Phytol., 29 : 316-354.

138. Raleigh, G. J., 1934—Chemical conditions in maturation, dormancy and germination of seeds of Gymnocladus dioica. Bot. Gaz., 89 : 273-294.

139. Ramaley, F., 1931—Growth of plants under continuous light, Sci. 73 : 566—567.

140. Ramaley, F., 1931 — Some caryophyllaceous plants influenced in growth and structure by artificial illumination supplimental to day light, Bot. Gaz., 92 : 311-320.

141. Ramamoorthy, K. K., 1964 — A preleminary study of the wood Anatomy of Four Members of the Family Convolvulance. Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the M.Sc., (Previous) Degree Examination in Botany of Annamalai University.

142. Ramamoorthy, K. K., 1965— Cytophysiological studies of Allium cepa, Allium sativum, urginea indice, Khoco discolour, Phascolus mungo and Phaseolus radiatus in relation to chemicals, Thesis snbmitted to Annamalai University in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

143. Reed, H. S., 1919 — Growth and variability in Helianthus, Ann. J. Bot., 6 : 252-271.

144. Reed, H. S. and F. F. Halna, 1919— On the existence of a growth inhibiting substance in the Chinese Lemon, Univ, Celif. Pub. 4 : 99-112.

145. Reed, H. S. and F. F. Halna, 1919— The evidence for a growth inhibiting substance in the pear tree, Plant World, 22 : 239-247.

146. Reed, H. S. and R. H. Holland, 1919—The growth rate of an annual plant Helianthus, Proc. Nat, Acad. Sci., 5: 135-144.

147. Reed, H.S., 1920—Slow and rapid growth, Ann. J. Bot. 7: 327-333.

148. Reed, H. S., 1920—The dynamics of a fluctuating growth rate, Proc. Nat. Acad. Sci. 6: 397-41[illegible].

149. Reed, H. S., 1920—The nature of the growth rate Gen. Physiol., 2: 545-561.

150. Reed, H. S., 1921—A method for obtaining constants for formulas of organic growth, Proc. Nat. Acad. Sci., 7: 311-316.

151. Reed, H. S., 1921—Correlation and growth in the branches of young pear trees, J. Agr. Res. 21: 849-875.

152. Reed, H. S., 1923—A note on the statistics of cyclic growth, Proc. Nat. Acad. Sci., 9: 65-67.

153. Reed, H. S., 1927—Growth and differentiation in plants. Quart. Rev. Biol., 2: 79 101.

154. Reid. M.E., 1930—Growth and nitrogen metabolism of squash seedlings. I. Variations at different seasons of the year. Ann. J. Bot., 17: 272-289.

155. Reynolds, E. S., 1935—The reactions of plants to ultra-violet, Ann. Mo. Bot. Gard., 22: 759—769.

156. Sampson, A. W. and E. C. McCarty, 1930—Carbohydrate metabolism of stypa pulchua, Hilgardia, 5: 61—100.

157. Schmidt, D., 1924—The effect of the weight of the seed on the growth of the plant, N J. Sta. Bull. 404.

158. Shull, C.A. and H.B. Lemon, 1931—Penetration of seed coats by ultra-violet radiation, Bot. Gaz.. 92: 420—429.

159. Shull, C. A. and J. W. Mitchell, 1933—Stimulative effects of X-rays on plant growth, Plant. Physiol, 8: 287—296.

160. Singh, T.C.N., 1932—A note on the response of grain, (Cicer arientinum) seedlings to electrcity, New Phytol, 31: 64—65.

161. Skoog, F.. 1934—The effect of X-rays, on growth substance and plant growth, Sci., 79: 258.

162. Skoog, F. and K. V. Thimann, 1934—Further experiments on the inhibition of the development of lateral buds by growth hormones, Proc. Nat. Acad. Sci. 20: 480—485.

163. Smith, A. J. M., and R. Gane, 1933 — Influence of gascous product from apples on the germination of seeds, Dept. Sci. and Ind. Res. Food Invest. Bd. Rept. (Gr. Bri) 1932: 156—158.

164. Stadler, L. J., 1930—Some gentic effects of X-rays in plants. J. Heredity, 21 : 3-19.

165. Stevens, O.A. ,1935 —Germination studies of aged and injured seeds, J. Agr. Res. 51 : 1093-1106.

166. Stewart, F.C., 1636 —The relative vigour and productivity of potato plants from basal and apical sets cut from tubres in different stages of sprouting, N. Y. Sta. (Geneva) Bull. 658.

167. Stiles, W., 1930—On the cause cold death of plants, Protoplasma, 9 : 459-468.

168. Thimann, K. V. and J. Bonner, 1932—Studies of the growth hormone of plants. II. The entry of growth substance into the plant, Proc. Nat. Acad. Sci., 18 : 692-701.

169. Thimann, K. V. and J. Bonner, 1933—The mechanism of the action of the growth substance of plants, Proc. Roy. Soc, B - 113 : 126—149.

170. Thimann, K. V. and H. E. Doth, 1933—Conditions governing the production of plant growth hormone by Rhizopus cultures, Biol. Zent. 53: 49—66.

171. Thimann, K. V. and F. Skoog, 1933—Studies on the growth hormone of plants. III, The inhibiting action of the growth substance on bud development, Proc. Nat. Acad. Sci. 19 : 714—716.

172. Thimann, K.V., 1934—Studies on the growth hormone of plants. VI. The distribution of the growth substance in plant tissues, J. Gen. Physiol. 18 : 23—24.

173. Thimann, K.V. and F. Skoog, 1934—On the inhibition of bud development and other functions of growth substance in vicid faba, Proc. Roy. Soc., B. 114 : 317—339.

174. Thimann, K.V. and F.W. Went, 1934—On the chemical nature of root-farming hormone, Proc. K. Acad. Wetensch, Amsterdam, 37 No. 7.

175. Thimann, K. V., 1935 —Growth substance in plants, Ann. Rev. Biochem., 4 : 545—568.

176. Thompson, H. C., 1926 — Results of sweet corn suckering experiment, N.Y. Sta. (Corinel) Bull., 450 : 1—13.

177. Thompson, H. C., 1935—Some factors associated with dormancy of lettuce seed, Proc. Ann. Soc. Hort. Sci., 33 : 610—616.

178. Thornton, N.C., 1935—Factors influencing germination and development of dormancy in cocklebur seeds, Contr. Boyce Thompson Inst., 7 : 477—496.

179. Vacha, G. A. and R.B. Harvey, 1927—The use of ethelene, propylene and similar compounds in breaking the rest period of tubers bulbs, cuttings and seeds, Plant. Physiol., 2 : 187—192.

180. Van De Sande-Bakhuyzen, H. L., 1926 — Growth and growth formulas in plants, Sci., 64 : 653—654.

181. Van De Sande-Bakhuyzen, H. L., 1926— Physiological phenomena at the time of flowering, Proc. Soc. Exp. Bio., and Med. 24 : 143—145.

182. Van Overbeek, J., 1936 —Different actions of auxin-a of hetero-auxin (preliminary note), Proc. Nat. Acad. Sci., 22 : 187—190.

183. Went, F. A. F. C., 1933 —Growth substance (auxin) in plants, Nature, 132 : 452.

184. Went, F. W. 1926 —On growth acceleration substances in the coleoptile of Avena sativa, Proc. K. Akad. Wentensch, Amsterdam Vesslag Gewane Vergades. Afd. Natuurk 35 : 723 —732. Biol. Abst., 7 : 1293.

185. Went, F. W., 1934—On the pea test method for auxin, the plant growth hormone, Proc. K. Akad, Wetensch, Amsterdam, 37, 547—555, Eept. Sta. Rec., 72 : 457.

186. Whyte, R. O. and P. S. Hudson, 1933—Vernalization, Brit. Imp. Bur. Plant Genetics, 9 : 1—27.

187. Zimmerman, P. H. and A. E. Hitchcock, 1929 —Root formation and flowering of clahlia cuttings when subjected to different day lenghts. Bot, Gaz,. 87 : 1—14.

188. Zimmerman, P. H. and H. E. Hitchcock, 1935 —The response of roots to 'root forming' substances, Contr, Boyce Thompson Inst., 7 : 439—445.

இலக்கியம்-இணைப்பு

(Literature-Supplemental)

Braun, A.C, 1941—Development of secondary tumours and tumour strands in the crown gall of sunflower. Phytopathology. 31: 135—149.

Baldev, B., 1959— In vitro responses of growth and development in cuscuta Diflexa, Roxb. Phytomorphology. 9: 316-319.

Blalaslee, A. K. and Satira, S., 1944.—New hybrid from incompetable crosses in Datura through culture of excised embryos on malt media, Science. 99 : 331—334.

Bose, Nauda, 1959— Effect of gibberellin on the growth of pollen tubes. Nature. (Lond.) 186 : 1577.

Ball, E., 1956— Growth of the embryo of Ginkgo bilobe under experimental conditions. III Effect of longitudinal splits in the tip of the hypo-cotyl, Amer. J. Bot. 43: 802—810.

Charles, H. P. and Street, H.E., 1959— Studies on growth of excised roots-VI. The effect of certain amino acids and auxins on the growth of excised groundsel roots. New Phytol. 58: 75—80.

Chopra, R. N., 1958—In vitro cultures of ovaries of Althea rosea Cav. In Proc. Seminar Modern Develop. Pl. Physiol. Delhi Univ. Ed. Maheswari, pp. 87—89.

Chopra, R.N. and Sabarwel, P.S., 1961—In vitro cultures of ovules of Gynandropsis gynandra (L). Brig. and Impatients balsamina. L. In Proc. Seminar Modern develop. Pl. Physiol. Delhi Univ. Ed. Maheswari.

Curtis, J.T. and Nichol, M.N., 1948— Culture of protiferating orchid embryos in vitro. Bull. Torrey. Bot. Club. 75: 358-373.

Campos, F.E. and Morgan. D.T., Jr. 1958—Haploid pepper from a sperm. An androgenetic haploid of capsicum frutescent. J. Hered. 49 : 134-137.

Curtis, J. T., 1947— Undifferentiated growth of orchid embryos on media containing barbiturates. Science. 165 : 128.

Dormer, K. J. and Street H. E., 1949— The carbohydrate nutrition of tomato roots. Ann. Bot. N. S. 13: 199—217.

David, S. B., 1958 —Studies on the amino acid nutrition of excised root of Medicago sativa-L. In proc. Symp. Modern Develop. in Pl. Physiol. Univ, Delhi. E. P. Maheswari, p. 90.

David, S. B., 1961—Effect of Amino acids on the growth of excised roots of phascolus memgo. L. In Proc. Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol, Delhi Univ. Ed. Maheswari.

Ferguson, J.D., 1958— Studies on the carbohydrate metabolism of excised roots of Lycopersicum esinlantum. Mill. Ph.D. Thesis. Univ. Wales.

Ferguson, J. D. and Street H. E. and David, 1958 — The carbohydrate nutrition of tomato roots-V. The promotion and inhibition of excised root growth by various sugars and sugar alcohols, Ann. Bot., N. S. 22: 513—523.

Gadgil, V. N., 1960—Abnormal plant growth. Physiological studies on crown-gall tumour tissue of hollyhock (Alltea rosea), Ph. D. Thesis. Univ. Calcutta.

Gadgil, V.N., and Roy. S.K., 1961— Studies on crown gall tumour. I. Host susceptibility of the casual organism. Agrobacterium tumefacious, strani B-23. Trans. Bok. Res. Inst., 24: 141—146.

Gadgil, V. N. Roy, S. K. and Das, D. R., 1961— Culture method for crown gall. In. Proc. Seminar, Modern Develop. Pl. Phys., L. Delhi Uni. Ed. Maheswari.

Gregory, W. C. 1940— Experimental studies on the cultivation of excised anthers in nutrient solution. Amer. J. of Bot., 27: 683—692.

Howe, D. M., 1931— A morphological study of the leaf notches of Bryophyllum calycinum. Ann. Jour. Bot. 18: 387—390.

Haccius, Barbara, 1955 — Experimentally induced twinning in plants Nature, (Lond), 176 : 355.

Harris, G. P., 1959— Amino acids as nitrogen sources for the growth of roots of red clover. New Physiol. 58 : 330—334.

Ito, I., 1961 — In vitro culture of ovary and seed in orchids Ph. D. Thesis. Kyoto Prefect, Univ.

Jhansen, L. L. and Bonner. E., 1949—Development of fruits from excised flowers in sterile culture (Abstract), Amer. J Bot., 36 : 826.

Johri, B. M. and Sehgal, C. B., 1961—Growth of ovaries of Anethum graveo lens. L. In Proc. Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Uni., Ed. Maheswari.

Kapoor Manju, L., 1959— Influence of growth substances on the ovules of Zephyranthes. Phytomorophology 9: 313—315.

Knudson, L., 1951—Nutrient solutions for orchids. Bot. Gaz., 112 : 528—532.

Kordan, H. H., 1958—Proliferation of excised juice vasicles of lemon in vitro. Science. 129 : 779—788.

Leetham, D.S., 1958—Cultivation of apple fruit tissues in vitro. Nature, London. 182 : 473-474.

La Rue, C. D., 1944 —Culture of endosperm of maize (Abst). Amer. J. Bot., 36 : 798.

Morgan, D. R. and Street H. E., 1959 —The carbohydrate nutrition of tomato roots-VII. Sugars, sugar phosphates and sugar alcohols as respiratory substrates for excised roots. Ann. Bot. N. S. 23 : 89—105.

Miller, C. O., 1961 —Kinetin and related compounds in plant growth, Annu. Rev. Pl. Physiol., 12 : 395—498.

Maheswari, P., 1961—The History and Present Status of Tissue culture. In Proc. Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Univ., Ed. Maheswari.

Maheswari, P. and Rangaswamy, N. S., 1958—Polyembryony and in vitro culture of embryos of citrus and Mangifera. Indian J. Hor., 15 : 275—242.

Maheswari, Nirmala and Lal, M., 1961—In vitro culture of ovaries of Iberis amara L. Phytomorphology. 11 : 17—23.

Maheswari, Nirmala, 1958 — In vitro culture of excised ovules of papaver somniferum. Science. 127 : 342.

Maheswari, P. and Rangaswamy, N. S., 1961— Plant tissue and organ culture from the view point of an Embryologist. In Proc., Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Univ., Ed. Maheswari.

Maheswari, P., 1950—An introduction to the embryology of angiosperm. New York, Toronto and London.

Maheswari, P. and Bal'ev, B., 1962—In vitro introduction of adventitious buds from embryos of cuscuta reflexa-Roxb. In. Pl. Embryology. A symposium, Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi. pp. 129-138.

Mohan Ram, H.Y., 1961—In vitro modification of regeneration in foliar embryo of Bryophyllum calycinum. Salisb., In Proc., Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Univ. Ed. Maheswari.

Maheswari, N. and Lal, M., 1958—In vitro culture of ovaries of Iberis amara. L. Nature (Lond) 181 : 631-632.

Naylor, E. L., 1932—The morphology of regeneration in Bryophyllum calycinum. Ann. Jour. Bot., 19: 32-40.

Nitsch, J. P., 1961—Culture reproductive organs. In. Proc., Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Univ. Ed. Maheswari.

Nitsch, J.P., 1950—Growth and develop. in vitro of excised ovaries. Amer. Bot., 38: 566-577.

Nakajima, T., 1962—Physiological studies of seed develop. especially embryonic growth and endosperm develop. Bull. Osaka. Prefect Univ. 138: 13-48.

Narayanaswamy.S., 1956— Plant endosperm and its culture in vitro. Sci. and Cult., 22: 132-136.

Nosstog, K. J., 1956—Growth of rye - grass endosperm in vitro. Bot. Gaz., 117: 253-259.

Robbins, W. J. and Schmidt, M.B., 1938—Growth of excised roots of the tomato. Bot. Gaz., 99: 671-728.

Robert, E. H. and Street, H. E., 1955—The continuous culture of rye- roots. Physiol. Pl., 8: 234-282.

Ranganathan, B. and Mascarenhas, A. F., Sayagaver, B. M. and Jagannathan, 1961—In Proc., Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Univ., Ed. Maheswari.

Rangaswamy, N. S., 1958 — Culture of nucellus tissue of citrus in vitro. Experimentia 14: 111-112.

Rangaswami, N. S., 1961—Studies on culturing seeds of Orobanche aegyptiaca. Pers. In Proc., Seminar. Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Univ., Ed. Maheswari.

Rao, A. N., 1961—Organogenesis in callus cultures of orchid seeds. In. Proc. Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Univ., Ed. Maheswari.

Rao, A. N., 1963—Organogenesis in callus culture of orchid seeds. In. Plant tissue and organ culture. A symp. Inst. Soc. Pl. Morphologists, Delhi. Ed. P. Maheswari and N. S. Rangaswamy, pp. 345-354.

Redei, G. and Redei G., 1955—Rearing wheats from ovaries cultured in vitro. Acta. Bot. Acad. Sci., Hungarice 2: 183-186.

Street, H.E. and Lowe, J.S., 1950—The carbohydrate nutrition of tomato roots-II. The mechanism of sucrose absorption by excised roots. Ann. Bot. N. S. 14: 307-329.

Street H. E. and Mc Gregor, S. M., 1952—The carbohydrate nutrition of tomato anotomy of excised roots. Ann. Bot., N. S. 16: 187-205.

Street. H. E., Mc Gregor, S. M. and Sussex, I. M., 1954—Effects of 3 indolylacetic acid and 3-indolylaceto nitrites on the growth of excised tomato roots. J. Expt. Bot., 5: 204—214.

Steward, F. C and Caplin, S. M., 1951.—A tissue culture from potato tuber, the synergistic action of 2, 4D and of coconut milk. Science. 113 : 518— 520.

Sechar, R. C. and Baldev, B., 1958—In vitro growth of ovaries of Linaria moroccana. Hork. cure. Sci.. 27 : 104—105.

Straus, J., 1960 — Maize endosperm grown in vitro-III Develop. of a synthetic medium. Amer. J. Bot., 47 : 641—647.

Sen. B. Verma, G., 1961 — Studies with pollen grains, In. Proc. Seminar, Modern Dvelop. Pl. Physiol., Delhi Univ. Ed. Maheswari.

Shinsakura, K., 1934—The capability of continuing divisions of trades caution and pollen mother cells in sacharose solution. Cytologia. 5 : 363—372.

Sparrow, A. H., Pond, V. and Kojan, S. 1955—Microporogenesis in excised anthers of Trilleum rectum. grown on sterile media. Amer. J. Bot., 42 : 384—394.

St. Gines. F., Frenyo, W and Farbar, G.L., 1949—Experiment with cultivation of stamens in vitro Hong. Acta Biol., 1: 37—39.

Sen. B., 1958 c,—Studies in pollen physiology. In. Proc. Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol., Univ. Delhi. Ed. P. Maheswari. p. 118.

Sen, B., 1959, c—Effect of different sugars on the pollen growth of madonna lily. (Lilium candiclums), Proc. 46th. Indian Sci. Congr., (Delhi). III. 320.

Sen, B. and Verma, G., 1960 a—Effects of anesthetics ether and chloroform and of amino acids dl. aspartic acid and beta—alamine on growth elongation of pollen tuber. Proc. 47th. Indian Sci, Congr. (Bombay) IV 398.

Singh, U. P., 1961 — Raising nucellar seedlings of some Rutaceal in vitro. In Proc. Seminar, Modern Develop. Pl Physial, Delhi. Univ. Ed. Maheswari.

Sanders, M. E., 1950 — Development of self and hybrid Datura embryos in artificial culture. Amer. In Bot., 37 : 6—15.

Sachar, R. C. and Chopra, R. N., 1959—Artificial culture of fruits. Mem. Indian. Bot. Soc., 2 : 21—26.

Sachar, R.C. and Kapoor Manju, 1959—In vitro culture of ovule of ozephyranthes. Phytomorphology. 9 : 147—156.

Steward, F. C., Mapes. M. O. and Mears, K., 1958—Growth and organised development of cultured cells.

Thomas, D. R., 1961—Studies in the carbohydrate nutrition and metabolism of excised roots, Ph.D. Thesis, Univ. Wales.

Thomas, D. R., Caraigie, J. S. and Street, H. E., 1961—The carbohydrate nutrition of the excised tomato root. In Proc. Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Univ. Ed. Maheswari.

Taylor, J. H., 1949— Chromosome from cultures of excised anthers. J. Hered, 40 : 86—88.

Taylor, J. H., 1950— The duration of differentiation in excised anthers. Amer. In Bot., 37 : 137—143.

Vasdar, Y. and Acarer, P., 1957— Auxin in relation to development of epiphyllus buds in Bryophyllum Phyton. (Argentina) 8 : 109—118.

Van Overbeek, J., Conklin M.E. and Blakeslee, A.F., 1941—Chemical stimulation of ovule development and its possible relation to parthenogenesis. Amer. In Bot., 28 : 647—656.

Vasil, I. K., 1959— Cultivation of excised anthers in vitro-effect of nucleic acids. J. Expt. Bot., 10: 399-408.

Vasil, I. K., 1961— Some new experiments with excised anthers. In. Proc. Seminar, Modern Develop. Pl. Physiol. Delhi Univ. Ed, Maheswari.

Vasil, I. K., 1957— Effect of Kinetin and gibberellic acid on excised anthers of Allium cepa. Phytomorphology. 7: 138—149.

Vasil, I.K., 1962— Physiology of anthers. In. Proc. Seminar School. Bot., Darjeeling Ed. P. Maheswari et al. pp. 477—487.

Vimala Vasil. 1961—In vitro culture of embryos of Gnetum ula Brongn. In. Proc. Seminar. Modern Develop. Pl. Physiol., Delhi Uni. Ed. Maheswari.

Vacin, L. and Went, F., 1949— Culture solution for orchid seedlings Bot., Gaz., 110: !605—613.

White, P. R., 1934— Potentially unlimited growth of excised tomato root tips in a liquid medium. Pl. Physiology. 9: 585—600.

White, P. R., 1940— Sucrose versus dextrose as carbohydrate source for excised tomato roots. Pl. Physiol, 15: 355—358.

White, P. R., 1937—Amino acids in a nutrition of excised tomato roots. Pl. Physiol., 12: 1793—802.

White, P. R., 1939— Glycine in nutrition of excised tomato roots. Pl. Physiol., 14: 527-538.

White, P. R., 1954 —The cultivation of animal and plant cells. New York.

White, P. R., 1948—A plant physiologists looks at cancer problem Science. Mon. 67: 187—192.

White, P. R., 1953—A comparison of certain procedures for the maintenance of plant tissue cultures. Amer. J. Bot., 40: 517—524.

White, P. R., 1943—A hand book of plant tissue culture, Lancaster.

Withner, C. L., 1942—Nutrition experiments with orchid seedlings. Bull. Amer. Orchid. Soc., 11: 112—114.

Withner, C. L., 1943—Ovule culture: a new method for starting orchid seedlings. Bull. Amer. Orchid. Soc., 11: 261—263

Yarbrough, J. A., 1932 — Anotamical and developmenta studies of the folliar embryos of Bryophyllum. Amer. J. Bot 19: 443—453.

புத்தகங்கள்

(Books)

1. Arthur Cronguist—Introductory Botany, Harper and Rao Publishers, New York and Evanston.

2. Curtis and Clark — Introduction to Plant Physiology, McGraw-Hill Book Company. Inc. New York.

3. Dutta, A.C.,—A Class Book of Botany, Oxford University Press, Calcuta.

4. Arthur J. Eames and Laurence, H. Mac Daniels—An Introduction to Plant Anatomy, McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.

5. Arthur W. Galston—The Life of the Green Plant, Foundations of Mordern Biology. Prentice-Hall of India (Private) Limited. New Delhi.

6. Govindarajulu. T,—Basic Botany.

7. கோவிந்தராஜுலு, த—அடிப்படைத் தாவரம்.

8. Kochhar, P.L., —A Text Book of Plant Physiology. Atmaram and Sons, New Delhi.

9. Lowson and Sahani—Text Book of Botany, University Tutorial Press, London.

10. Carl. L., Wilson and Walter E., Loomis—Botany, United States of America.

11. Meyer, B.S., and D. B. Anderson, — Plant Physiology. Van Nostrand, East-West Press, New Delhi.

12. Meyer Anderson and Bohning—Plant Physiology, Van Nostrand-East-West Press. New Delhi.

13. Meyer, B. S., D. B. Anderson and C. A. Swanson. —Laboratory Plant Physiology, Van. Nostrand East-West Press, New Delhi.

14. Miller, C. Edwin—Plant Physiology (with reference to he green plant) McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.

15. Periaswamy, K. A.,—Text Book of Botany.

16. Parihar. N. S.,—Hormonal control of Plant Growth. Asia Publishing House, New Delhi.

17. Ramachandran, G. K. and R. Rama Rao,—Elements of Botany. Rochouse, P. Ltd. Madras.

18. Sinnot, Dunn and Dobzhansky—Principles of Genetics McGraw-Hill Book Company, Inc. NewYork.

19. Sharp, Lester, W. Fandamentals of Cytology, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

20. Swanson Carl. P.—The Cell. Foundations of Modern Biology, Prentice-Hall of India (P) Ltd. New Delhi.

21. சுந்தரம் எஸ். புதுமுகவகுப்புத் தாவரவியல், தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம், தமிழக அரசு, சென்னை.

22. திருமதி தி. நீலாம்பிகையம்மையார், வடசொற்றமிழ் அகர வரிசை, திருநெல்வேலித் தென்னிந்திய சைவசித்தாந்த நூற்பதிப்புக் கழகம் லிமிடெட், திருநெல்வேலி, சென்னை.

23. Truog, Emil—Mineral Nutrition of Plants. Oxford & IB H. Publishing Co., New Delhi.

24. Willis, J. C.—A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns, Cambridge University Press, London,

25. P. Maheswari and N.S. Rangaswamy—Plant Tissue And Organ culture — A Symposium (December, 22—29, 1961) Department of Botany, University of Delhi. Delhi, India. Sponsored by Unesco South Asia, Science Co-operation Office and University of Delhi.

Published by the International Society of Plant Morphologists, Department of Botany, University of Delhi, Delhi, India. 1963.

கலைச்சொற்கள்

(Glossary)

A

Annual rings	—	ஆண்டு வட்டம்
Anatomical aspect of growth	—	வளர்ச்சியின் உடற்கூறுத் தோற்றம்
Abnormal growth	—	வழக்கமில்லா வளர்ச்சி, குறை வளர்ச்சி
Activities	—	செயற்பாடுகள்
Atmosphere	—	வெளிவான் (மண்டலம்)
Atmospheric pressure	—	காற்றழுத்தம்
Atmospheric gases	—	வெளிவான் வாயுக்கள்
Aspects	—	தோற்றங்கள்
Absorption	—	உறிஞ்சுதல், கிரகித்தல்
Abnormal	—	வழக்கமில்லா, இயற்கைக்கு மாறான
Adaptation	—	தக அமைவு
Aeration	—	காற்றோட்டம்
Agar	—	அகார்
Affinity	—	உறவு
Albinism	—	வெளிறிய தன்மை
Alga	—	ஆல்கா
Alkaloid	—	ஆல்கலாய்ட்
Allelomorph	—	அல்லிலோமார்ஃப்
Allele	—	அலீல்
Allogamy	—	அயலினக் கலப்பு
Alpine	—	உயர்மலைப் பகுதிக்குரிய
Amino-acid	—	அமினோ அமிலம்
Amoeboid	—	அமீபா போன்ற

Assimilation	—	தன்மயமாதல்
Autumn	—	இலையுதிர்காலம்
Apices	—	நுனிகள், முனைகள்
Apices of roots and shoots	—	வேர்கள் தண்டுகளின் நுனிகள்
Adenosine phosphate	—	அடினோசைன் பாஸ்பேட்
Arsenic	—	ஆர்ஸினிக்
Antagonistic	—	பகைமை, விரோதம்
Antagonism	—	பகைமைச் செயல்
Antagonistic effects of salts	—	உப்புகளின் பகைமைச் செயலான உறவு
Aluminium	—	அலுமினியம்
Apical meristem	—	நுனி ஆக்கத்திசு
Auxanometer	—	ஆக்ஸிநோமீட்டர், வளர்ச்சி மானி
Arc Auxanometer	—	பிறைவடிவ வளர்ச்சிமானி
Adequate supply of water	—	தேவையான நீர்வார்த்தல்
Amount of sugar	—	சர்க்கரையின் அளவு
Absence of light	—	ஒளியின்மை
Axillary bud	—	நகக்குருத்து, பக்க மொட்டு
Ascarbic acid	—	அஸ்கார்பிக் அமிலம்
Auxins	—	ஆக்ஸின்கள்
Auxin-a	—	ஆக்ஸின்-ஏ
Auxin-b	—	ஆக்ஸின்-பி
Antagonism between vegetative and reproduction	—	பயிர் உறுப்புகளுக்கும் இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கும் இடையே அமைந்த (விரோதம்) பகைமை
Abscission of some fruits owing to the completion for a local food supply	—	உள்ஊட்டம் கிடைக்கப் பெறுமையால் தடைப்பட்ட கனிகள்
Avena	—	அவீனு
Avena test	—	அவீனு சோதனை
~~Auxenotriolic~~ acid	—	ஆக்ஸினோ டிரையோலிக் அமிலம்
Auxins in plant	—	தாவரத்திலுள்ள ஆக்ஸின்கள்
Amino acid tryptophene	—	அமினோ அமில டிரிப்டோஃபேன்
Autonomous movement	—	தன்னிச்சை அசைவு
Amoeboid movement	—	அமீபா போன்ற அசைவு

Aerotropism	—	காற்று நாட்டம்
Autonomic	—	அட்டானமிக்
Achlya	—	அக்லியா
Apostrophe	—	அப்போஸ்ட்ரோபி
Auxin theory	—	ஆக்ஸின் கொள்கை
Autumn wood	—	கோடைக்காலக் கட்டை
Acentric	—	மையமில்லா
Apical root	—	நுனி ஆக்கத் திசுவேர்
Apical cell of the leaf primordium	—	இலைநுனி பிரைமார்டியம்
Absorbing tissues and conducting tissues	—	உறிஞ்சும் திசுக்களும் கடத்தும் திசுக்களும்
Aerenchyma	—	ஏரன்கைமா
Angular thickenning	—	கோணத்தடிப்பு,மூலைத்தடிப்பு
Anatomy of root	—	வேரின் உள்ளமைப்பு, வேரின் உடற்கூறு
Anatomy of the stem	—	தண்டின் உள்ளமைப்பு, தண்டின் உடற்கூறு
Anatomy of the leaf	—	இலையின் உள்ளமைப்பு, இலையின் உடற்கூறு
Anatomy of ovule	—	சூலின் அமைப்பு
Antipodes	—	எதிரடிச் செல்கள்
Anatomy of the pollen grains	—	மகரந்தத்தூளின் அமைப்பு
Amphibious	—	நீரிலும் நிலத்திலுமான
Adaptation	—	அமைவு
Absorbing tissue	—	உறிஞ்சும் திசு
Apical portion	—	நுனிப்பகுதி
Alternate cycle of light and dark	—	மாறிமாறி வரும் இருள் ஒளி வட்டச்சுற்று
Aerial parts	—	புறப்பகுதி
Annuals	—	ஓராண்டுப் பயிர்
Anatomy	—	உடற்கூறு, உட்கூறு
After effect	—	பின் விளைவு
Alfalfa	—	ஆல்பால்பா
Amaranthus retroflexus	—	அமரான்தஸ் ரீட்ரோஃபிளக்ஸஸ்
Acer sacaharum	—	ஏசர் சக்காரம்
Anthesis	—	ஆன்தெஸிஸ்
Animal dispersal	—	விலங்குகளால் பரவுதல்

Asexual reproduction — கலவியிலா இனப்பெருக்கம்
Alternation of generation — சந்ததி மாற்றம்
Apical dominence — நுனி ஆட்சி

B

Bundle sheeth — கற்றை உறை
Biotin — பையோட்டின்
Bud primordia — மொட்டு பிரைமார்டியா
Bose crescograph — போஸ் கிரஸ்கோகிராப்
Bud scales — மொட்டுச் செதில்கள்
Buds and leaves — மொட்டுகளும் இலைகளும்
Biological test for Auxin — ஆக்ஸின்களுக்கு உயிர்ச் சோதனை
Biological system — உயிரியல் முறைகள்
Brisk movement — சுறுசுறுப்பான அசைவு
Barleria — பார்லேரியா
Branch gaps — கிளை இடைவெளி
Bacteria — பாக்டீரியா
Balance — சரி விகிதம், சமன்
Beetroot — பீட்ரூட்
Buckwheat — பக்வீட், பக்கோதுமை, மூட்டைப்பூச்சிக் கோதுமை
Bulb — குமிழ்
Bulb species — குமிழ் வகை (தாவரம்)
Biennials — இரு பருவப் பயிர், ஈராண்டுப் பயிர்
Biotic factors — விலங்குக் காரணிகள், உயிர்க் காரணிகள்
Bisexual — இருபால்
Bisexual flowers — இருபால் மலர்கள்
Boran — போரான்

C

Cell division — செல்பிரிவு
Carbohydrates — கார்போஹைட்டிரேட்டுகள்
Chlorophyll — பசுங்கணிகங்கள், பச்சையம்
Conditions for growth — வளர்ச்சிக்குரிய நிபந்தனைகள்
Coarse sand — பெருமணல்
Clay — களிமண்

Cellulose	—	செல்லுலோஸ்
Chloroplast	—	பசுங்கணிகம்
Cell-enlargement	—	செல் விரிவு
Cell-maturation	—	செல் முதிர்ச்சி
Chemical process	—	வேதியியற் செயல்கள்
Cell inclusions	—	செல் உட்பொருள்கள்
Cytoplasm	—	செல் திரவம், சைட்டோபிளாசம்
Crocus sativus	—	(குங்குமப்பூ) குரோக்கஸ் ஸடைவஸ்
Circumnutation	—	சுழல் இயக்கம்
Chenopadium	—	கீனோபோடியம்
Cork	—	கார்க், தக்கை
Cambium	—	வளர்பட்டை, கேம்பியம்
Calcium pectate	—	கால்சியம், பெக்டேட்
Cytoplasmic membrane	—	சைட்டோபிளாஸ்மிக் சவ்வு
Carbon	—	கரி, கார்பன்
Calcium chloride	—	கால்சியம் குளோரைடு
Cystine	—	சிஸ்டைன்
Chlorosis	—	குளோரோஸிஸ், பசுமைச் சோகை
Chlorophyll molecule	—	பச்சைய மூலக்கூறு
Chlorine	—	குளோரின்
Cobalt	—	கோபால்ட்
Compound microscope	—	கூட்டு நுண்ணோக்கி, கூட்டு உருப்பெருக்கி, கூட்டு மைக்கிராஸ்கோப்
Compound interest law of growth	—	வளர்ச்சியினுடைய கூட்டு அக்கறை விதி
Cyclical periodicity of growth	—	வட்டச்சுற்று வளர்ச்சி
Cyclical	—	வட்டச்சுற்று முறையில்
Colour light	—	வண்ண ஒளி
Cold resistancc	—	குளிர்தாங்குதல்
Coleoptile method	—	குருத்து உறைமுறை, கருத் தண்டு உறைமுறை
Chemistry	—	வேதியியல், இரசாயனம்
Concentration	—	செறிவு, அடர்வு
Chrysanthemum	—	சாமந்தி
Cannery grass	—	கன்னரிப் புல்

Coleoptile	—	கருத்தண்டு உறை, குருத்து உறை
Chemical messenger	—	வேதியியல் தூதுவர்கள்
Cytokinensis	—	செல்பிரிதல்
Cell sap	—	செல் திரவம்
Condition necessary for movements	—	அசைவுக்குத் தேவையான நிபந்தனைகள்
Classification of movements	—	அசைவுகளின் வகைபாடுகள்
Curvature	—	வளைவு
Curvature movement	—	வளைவின் அசைவு
Ciliary movements	—	சிலியரி அசைவு
Circulation	—	சுற்றோட்டம்
Circulation movement	—	சுற்றோட்ட அசைவு
Cyclosis	—	அடுக்குச் சுற்று
Chemotaxis	—	வேதியியக் கவர்ச்சி (அசைவு)
Circumnutation	—	சுழல் இயக்கம்
Chemotropism	—	வேதியிய நாட்டம்
Chlamydamonas	—	கிளமிடமோனஸ்
Centrifugal force	—	மையம் விட்டுவிலகும் விடை
Cross pollination	—	அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை
Cyclical periodicity of vegetative and reproductive growth	—	பயிர் உறுப்புகள், இனப் பெருக்க உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக் கால வட்டச் சுற்று
Conjunctive tissue	—	இணைப்புத் திசு
Cork cells	—	தக்கைச் செல்கள்
Conifers	—	கோனிபர்கள், ஊசியிலை மரங்கள்
Cortex region	—	புறணிப்பகுதி
Cortex	—	புறணி
Coxrelations	—	ஒட்டுறவுகள்
Cambial activity and tissue defferentiation	—	கேம்பியத்தின் செயலும் திசு வேறுபாடும்
Complex permanent tissue	—	கூட்டு நிலைத் திசு
Collenchyma	—	கோலன்கைமா
Chlorenchyma	—	குளோரன்கைமா
Companian cell	—	துணைச்செல், தோழமைச் செல்
Cuticle	—	சருகுத்தோல்
Collateral open vascular bundle	—	ஒருங்கமைந்த திறந்த சாற்றுக் குழாய்த்திரள்

Chemical aspect of growth — வளர்ச்சியின் வேதியியல் தோற்றம்

Concentric ring — சூழ்வட்டம்

Correlation between vegetative and reproductive tissues — பயிர் உறுப்புகள் இனப் பெருக்க உறுப்புகளுக்கு இடையில் ஏற்படும் ஒட்டுறவு

Chemical and Physiological aspect of growth — வளர்ச்சியின் வேதியியல் வாழ்வியல், செயலியல் தோற்றம்

Carboxyl — கார்பாக்ஸில்

Conducting tissue — கடத்தும் திசு

Carbohydrate metabolism — கார்போஹைட்டிரேட் வளர்சிதைமாற்றம்

Carbohydrate-Nitrogen metabolism — கார்போஹைட்டிரேட், நைட்டிரேட் வளர்சிதை மாற்றம்

Classification of plants according to photoperiodic reaction — தாவரங்களை ஒளிநேர விளைவுகளுக்கு ஏற்ப வகைப் படுத்துதல்

Carrot — கேரட்

Cold vigor — குளிர் வீரியம்

Caulocaline synthesis — காலோகாலின் தொகுப்பு

Cocentration gradient — அடர்வு நிலைகள்

Chapter — படலம்

Cryptogams — மலரில்லாத் தாவரங்கள், கீழினத் தாவரங்கள்

Crypto-vegetation — கிரிப்டோ-பயிர், கிரிப்டோ வெஜிடேஷன்

Classification of factors — காரணிகளின் வகைபாடு

Cell-sap concentration — செல்திரவத்தின் அடர்வு

Chemical change — வேதியியல் மாற்றம்

Cosmos plant — காஸ்மஸ் தாவரம்

Changes in Monsoon — பருவகால மாற்றங்கள்

Climatic condition — தட்பவெப்ப நிலைமை

Crispus — கிரிஸ்பஸ்

Crystals — படிகங்கள்

Constituents of organs — உறுப்புகளின் ஆக்கம்

Chemical constituent of naturally occuring auxins — இயற்கையில் கிடைக்கும் ஆக்ஸின்களின் வேதியியல் அமைப்பு

Constituents of fruits — கனிகளின் ஆக்கம்
Constituents of seeds — விதைகளின் ஆக்கம்
Cutting — வெட்டுதல்
Crown gall — கிரீடக்கொப்புளம், அரசமுடிக் கொப்புளம், மணிமுடிக் கொப்புளம்
Callus — கால்லஸ்
Curves — வளைவுகள்
Chemical clock — வேதியியக் கடிகாரம்

D

Diffusion pressure-deficit — கசிவு அழுத்தக்குறைவு
Dormancy — உறக்கம், விதையுறக்கம்
Dynamics of primary growth — முதல் வளர்ச்சியின் வலிமை
Differentiation and development — பெருக்கமும் வேறுபாடும்
Duration of light — ஒளியின் கால அளவு
Differentiating — வேறுபடுத்திக் காட்டும் நிலை
Deficiency disease — குறை நோய்
Dicot plant — இருவித்திலைத் தாவரங்கள்
Direct method — நேர்வழி, நெறிமுறை
Daughter cells — சேய்ச் செல்கள்
Daily periodicity of growth — தின வளர்ச்சிக் காலம்
Dynamics of growth — வளர்ச்சியின் வலிமைகள்
Diffused light — கசிந்த ஒளி
Dichlorophenoxy acetic acid — டைகுளோரோஃபினுக்ஸி அசிடிக் அமிலம்
Discovery — கண்டுபிடிப்பு
Distortions of leaves — இலைகளின் திருகு
Distortion of stems — தண்டுகளின் திருகு
Discolouration of leaves — இலைகளின் நிறம் திரிதல்
Diploid — இரட்டைப்படை
Diaheliotropic — குறுக்குவிட்ட ஒளிநாட்டம்
Determination of actions of growth — வளர்ச்சியின் செயல்களின் நிர்ணயம்
Development of the pollen grains within anthers — மகரந்தப் பையினுள் மகரந்தத் தூள்கள் வளர்தல்
Development of an embryo sac with an egg — கருப்பையும் அதனுடன் முட்டையும் வளர்தல்
Development of an embryo from the fertilized egg — கருவளர்த்தல்

Dihybrid — இரட்டைக் கலப்பினம்

Development of endosperm from endosperm nucellus — முளை சூழ்தசை ஏற்படுதல்

Development of the seed from the ovule — சூல் அணுவிலிருந்து விதை ஏற்படுதல்

Development of the fruit from the ovary or from the ovary adjacent tissues — கனி உண்டாதல்

Distinct morphologically and physiologically — புறத் தோற்றத்திலும் வாழ்வியலிலும் தனியாக வேறுபடுத்தி மிளிர்கின்றன

Double fertilization — இரட்டைக் கருவுறுத்தல்

Development of cell wall — செல்சுவர் உண்டாதல்

Dominence — விஞ்சும்தன்மை, ஆட்சி

Dandelion — டேண்டலின்

Dormant period — விதையுறக்கம், உறக்ககாலம்

Draught — வறட்சி

Darkness — இருள்

Dormancy and seed germination — விதையுறக்கமும் விதை முளைத்தலும்

Dormant embryo — உறக்கமுள்ள முளைக்கரு

Development of plants — தாவரங்களின் பெருக்கம்

Diatoms — டையாட்டம்கள்

Diffusion — கசிதல்

Dioceious — இரு வீடு

Dry fruits — உலர்கனிகள்

Dry weight — உலர் எடை

Dry-weight measurement — உலர் எடை அளவீடு

Desmodium gyrans — டெஸ்மோடியம் கைரன்ஸ்

E

Etherization — ஈதரைசேஷன்

Essentials for growth — வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதவை

Enzymes — என்சைம்கள்

Exarch — எக்ஸார்க், வெளி நோக்கிய

Etiolation — இலைகள் பழுத்தல்

Electrical potential — மின் நிலைச்சக்தி

Embryonic stage — கருவிலுள்ள நிலை

Elongative stage — நீளும் நிலை

Elongation — நீட்சி

Elongating	—	நீளும்
Elongating period	—	நீட்சியடையும் காலம்
English plantain	—	இங்கிலீஷ் வாழை
External conditions	—	புற நிபந்தனைகள்
Essential pre-requsites for growth	—	வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத முதல் தேவைகள்
Embryo sac	—	கருப்பை
Embryonic twig	—	கருக்கொப்பு
Endogenous rhythm	—	உட்தாளம்
Elctrotropism	—	மின்சார நாட்டம், மின் நாட்டம்
Elodea	—	எலோடியா
Epistrophe	—	எபிஸ்ட்ரோபி
Empty seeds	—	வெற்று விதைகள்
Electro-nagative relation	—	எதிர்மின் உறவு
Electrical potential	—	மின் நிலைசக்தி
Electron microscope	—	மின் நுண்ணோக்கி
Epidermis	—	புறத்தோல்
Ethelen chlorohydrin	—	எதிலீன் குளோரோஹைட்ரின்
Efficiency index of production	—	உற்பத்தித்திறமை, அட்டவணை
Elements	—	தனிமங்கள்
Endarch	—	எண்டார்க், உள்நோக்கிய
Evident stage of growth	—	வளர்ச்சியின் மெய்நிலை
Egg apparatus	—	முட்டை உறுப்பு
Embryo	—	கரு
Endosperm	—	முளைசூழ்தசை
Exine	—	எக்ஸைன்
Ecological aspect of growth	—	வளர்ச்சியின் சுற்றுப்புறச் சூழ் நிலைத்தோற்றம்
Effects	—	விளைவுகள்
Effects of growth	—	வளர்ச்சியின் விளைவுகள்
Epigeal germination	—	தரைமேல் விதை முளைத்தல்
Effect of temperature on the rate of growth	—	வளர்ச்சி விகிதத்தில் வெப்பத்தின் விளைவு
Endodermis	—	அகத்தோல்
Effect of auxins on root formation	—	வேர் உற்பத்தியில் ஆக்ஸினின் விளைவு
Economic value of vernalization	—	வெர்னலைசேஷனின் வணிக மதிப்பு

External factors	—	புறக் காரணிகள்
Electricity	—	மின் சாரம்
Environment	—	சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை
Ecology	—	சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை இயல்
Epicotyl	—	வித்திலை மேல்தண்டு
Endospermous	—	முளைசூழ்தசை கொண்ட
Expansion	—	விரிவு
Epinasty	—	எபிநாஸ்டி
Essentials and non-essentials elements	—	தேவையான கனிமங்களும், தேவையற்ற கனிமங்களும்

F

Free oxygen	—	சுதந்திரக் காற்று (ஆக்ஸிஜன்)
Factors	—	காரணிகள்
Fat	—	கொழுப்பு
F_1 Generation	—	முதல் தலைமுறை
Force of gravity	—	ஈர்ப்பு விசை
Fine sand	—	சிறு மணல்
Formative stage	—	ஆக்க நிலை, தோற்ற நிலை
Flattened stem	—	தட்டைத் தண்டு, நசுங்கிய தண்டு
Fresh-weight	—	பசுமை எடை
Fresh-weight measurements	—	பசுமை எடை அளவீடு
Frost resistance	—	உறைபனி தாங்குதல்
Formula	—	சூத்திரம்
Flowers	—	மலர்கள்
Fruits	—	காய், கனிகள்
Florigens	—	புளோரிஜென்ஸ்
Flowering substances	—	மலரச் செய்யும் பொருள்கள்
Fertilization	—	கருவுறுத்தல்
Fusion of nucleic in each ovule in the ovary	—	ஒவ்வொரு சூல் அணுவிலுள்ள நியூக்கிளியஸ்கள் இணைதல்
Formation of two sperm cells in the generative nucleus in the pollen-grain or tube	—	மகரந்தக் குழலில் இரண்டு விந்து செல்கள் ஏற்படுவது
Flowering stage	—	மலரும் நிலை
Fruiting stage	—	கனியும் நிலை
Fibre	—	நார்

Funicle	—	சூலிணைப்புக் காம்பு
Flowers fruits and seeds	—	மலர்களும், கனிகளும், விதைகளும்
Factors affecting and influencing the growth of plants	—	வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் சாதிக்கும் காரணிகள்
Factors in growth of roots and shoots	—	வேர்த்தண்டுகளின் வளர்ச்சியில் காரணிகள்
Fleshy fruits	—	சதைக் கனிகள்
Factors influencing vegetative growth	—	பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள்
Factors affecting vegetative growth	—	பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
Factors influencing reproductive growth	—	இனப்பெருக்க வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள்
Factors affecting reproductive growth	—	இனப்பெருக்க வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
Factors affecting the growth	—	வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் காரணிகள்
Factors influencing the growth	—	வளர்ச்சியைச் சாதிக்கும் காரணிகள்
Fascicular cambium	—	குழாய்த்திறள் கேம்பியம்

G

Go to tops	—	உச்சிக்குப் போய்விடும்
Growth	—	வளர்ச்சி
Growth aud Development	—	வளர்ச்சியும் பெருக்கமும்
Growth definition	—	வளர்ச்சி வரையறை
Gravity	—	ஈர்ப்பு
Gravel	—	சரளைக் கற்கள்
Garden soil	—	தோட்ட மண்
Grand period of growth	—	மொத்த வளர்ச்சிக் காலம்
Growing point	—	வளரும் இடம்
Gymnosperm	—	விதையுறை யில்லாத தாவரப்
Growth promoting and inhibiting substances	—	வளர்ச்சியை உயர்த்தும் தடுக்கும் பொருள்கள்
Growth promoting substances	—	வளர்ச்சியை உயர்த்தும் பொருள்கள்
Growth inhibiting substances	—	வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் பொருள்கள்

Growth hormones — வளர்ச்சி ஹார்மோன்கள்
Growth regulators — வளர்ச்சி சீராக்கிகள்
Gibberellin — ஜிப்ரல்லின்
Gibberella fujikuroi — ஜிப்ரல்லா பியூஜிகுரோய்
Growth of the hormone concept — ஹார்மோன் வளர்ச்சிக் கருத்து
Gelatin — ஜெலாட்டின்
Gelatin-non-living-matter — ஜெலாட்டின் உயிரற்ற பொருள்
Germ oil — ஜெர்ம் எண்ணெய்
Growth auxins — வளர்ச்சி ஆக்ஸின்கள்
Gibberellin X — ஜிப்ரல்லின் எக்ஸ்
Growth rhythm — வளர்ச்சித் தாளம்
Growth movmentsand curvature — வளர்ச்சிச் சலனங்களும் விளைவுகளும்
Geotropism — புவி நாட்டம்
Guard cells — காப்புச் செல்கள்
Growth movement — வளர்ச்சி அசைவு
Ground nut — வேர்க்கடலை, நிலக்கடலை
Growth regulating hormons or auxins — வளர்ச்சி சீராக்கும் ஹார் மோன்கள் அல்லது ஆக்ஸின்கள்
Growth aspects — வளர்ச்சித் தோற்றங்கள்
Gerbera — ஜெர்பரா
Growth of plant organs, types, kinds — தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சி விதங்கள், வகைகள்
Growth of plant organs — தாவர உறுப்புகளின் வளர்ச்சி
Growth rings — வளர்ச்சி வளையங்கள்
Growth as a process — வளர்ச்சி ஒரு செயல்
Grasses — புற்கள்
Growth of the pollen tube from the stigma to the ovule — மகரந்தக் குழல் சூல் முடியிலிருந்து சூல் அணுவரை வளர்தல்
Growth periodicity — வளர்ச்சிக் காலம்
Growth varieties — வளர்ச்சிக் கூட்டு
Growth of roots — வேர்களின் வளர்ச்சி
Growth of the stems — தண்டுகளின் வளர்ச்சி
Growth of flowers — மலர்களின் வளர்ச்சி
Growth of fruits — கனிகளின் வளர்ச்சி
Growth of seeds — விதைகளின் வளர்ச்சி
Growth correlations — வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள்

Growth correlations between leaves and buds	—	இலைகளுக்கும் மொட்டு களுக்கும இடையிலான வளர்ச்சி ஒட்டுறவுகள்
Galls	—	கொப்புளங்கள்
Growth aspects	—	வளர்ச்சித் தோற்றங்கள்
Growth of tissues	—	திசுக்களின் வளர்ச்சி
Generative cell	—	உற்பத்திச் செல்
Genes	—	ஜீன்கள்
Genotype	—	பாரம்பரிய அமைப்புக் கொண்டவை
General consideration	—	பொதுப் பரிசீலனை
Genetic constituents	—	பாரம்பரிய இயலின் அமைப்பு
Gases	—	வாயுக்கள்
Germination	—	முளைத்தல்
Germination process	—	முளைக்கும் செயற்பாடு
Granules	—	கிரானூல்கள், துகள்கள்
Gametophyte	—	கேமிட்டோபைட்
Growth characters	—	வளர்ச்சிக் குணங்கள்
Growth stimulating substances	—	வளர்ச்சியைத் தூண்டும் பொருள்கள்
Grafting	—	ஒட்டுதல்
Gamete	—	கேமிட்

H

Heavier	—	பளுவான, கனமான
Hydrogen-ion-concentration	—	ஹைடிரஜன் அயனிச் செறிவு (அ) அடர்த்தி
Hyponasty	—	ஹைப்போநாஸ்டி
Hypocotyl-loop arch	—	வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு வளைவு
Hydrogen	—	நீர்வாயு, ஹைட்டிரஜன்
Hormones	—	ஹார்மோன்கள்
Heteroauxin	—	இருவகை ஆக்ஸின், ஹெடராக்ஸின்
Hyocyamus	—	ஹையோ ஸையோமஸ்
Horizontally placed	—	கிடைமட்டமாக வைக்கப்பட்ட
Hygroscopic	—	நீர்க் கவர்ச்சி
Hydrochasy	—	நீர் ஈர்க்கும் அசைவு
Hyponasty	—	ஹைப்போநாஸ்டி
Heliotropism	—	ஒளிநாட்டம்
Hydrotropism	—	நீர்நாட்டம்

Hydrophytes	—	நீர்த்தாவரங்கள்
Hickory leaves	—	ஹிக்காரி இலைகள்
Hydrilla	—	வேலம்பாசி, ஹைடிரில்லா
Hygrophytes	—	ஈரமண் தாவரம்
Halophytes	—	உவர்நிலத் தாவரம்
Hereditary aspect of growth	—	வளர்ச்சியின் பாரம்பரியத் தோற்றம்
Heredity	—	பாரம்பரியம்
Hibiscus	—	ஹைபிஸ்கஸ்
Heat vigor	—	வெப்ப வீரியம்
Hypocotyl	—	வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு
Hypocotyl loop	—	வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு வளைவு
Hypogeal germination	—	தரைகீழ் விதை முளைத்தல்
Healing of wounds	—	காயங்கள் ஆறுதல், புண்கள் ஆறுதல்
Horizontal microscope	—	கிடைமட்ட நுண்ணோக்கி
Hardening	—	இறுகிப் போதல்

I

Irreversible increase	—	பின்னிலையடையாத பெருக்கம், பின்னிலையடையாத அதிகரிப்பு
Internal composition	—	உள்ளமைப்பியல்
Intensity of light	—	ஒளியின் தீவிரம், ஒளியின் உக்கிரம்.
Interaction of process in growth	—	வளர்ச்சிக் குறையின் உட்செயல்
Ions	—	அயனிகள்
Iron	—	இரும்பு
Increase in amount of protoplasm	—	புரோட்டோபிளாசத்தின் அளவில் அதிகரிப்பு
Internal factors	—	உள்காரணிகள், அகக்காரணிகள்
Indole acetic acid	—	இண்டோல் அசிடிக் அமிலம்
Indole butyric acid	—	இண்டோல் பியூடைரிக் அமிலம்
Indole propionic acid	—	இண்டோல் புரோபையோனிக் அமிலம்

Indole acetonitrile — இண்டோல் அசிட்டோ நைட்ரைல்

Inhibition of stem and root elongation — தண்டு, வேர் இவற்றின் நீட்சியில் தடை

Inhibition of flower opening — மலர்கள் விரிவதில் தடை

Imperial chemical Industries in Britains — பிரிட்டனிலுள்ள இம்பீரியல் வேதியியல் தொழிற்சாலை

Initiation of floral primordia — மலரகத் தோன்றலின் தோற்றும் பொருள், மலர்ப் பிரைமார்டியா தொடக்கம்

Induced movement — தூண்டப்பட்ட அசைவு

Induced — தூண்டப்பட்ட

Internal change or excitation — உணரும் பகுதியின் உள் தோற்றம்

Indian ink — இன்டியன் இங்க், அழியாத மை

Interfascicular cambium — குழாய்த்திறளிடைக் கேம்பியம்

Interealary meristem — இடைவளர் திசு

Intine — இன்டைன்

Independent unit charecters — சுதந்திர அலகுக் குணங்கள், தனி அலகுக் குணங்கள்

Inhibition of growth — வளர்ச்சித் தடை

Intermediate — இடைப்பட்ட

Indian grasses — இந்தியப் புற்கள்

Infra-red — அகச் செங்கதிர்

Initial elongation of primary root — முதல்வேர் ஆரம்ப நீட்சி

Inter cellular — செல் இடைவெளி, செல்லுக்கு இடையே

Inheritance nature of protoplasm — புரோட்டோபிளாஸத்தின் பாரம்பரியம்

Injury — ஊறு

Irradiance — கதிர்வீச்சு

Inflorescence — பூமஞ்சரி, பூங்கொத்து

Indehiscent fruits — வெடியாக் கனிகள்

Irreversibility — மீண்டும் தன்நிலை யடையாத

Interspecific hybrid in Nicotiana — உள்வகைக் கலப்பினப் புகையிலையில்

Irreversible change — பின்னிலையடையாத மாற்றம்

Inner intigument — உள் உறை
Increased light — மிகைப்பட்ட ஒளி
Indices of growth — வளர்ச்சியின் அளவுகள்

K

Kinetic energy — இயங்கு சக்தி
Kinetin — கைனடின்
Killing weeds — களைகளைக் கொல்லுதல், களைகளை நீக்குதல்
Kinds of movements — அசைவுகளின் வகைகள்
Klinostat — கிளினோஸ்டாட்
Knights experiment — நைட்டின் பரிசோதனை
Kinins — கைனின்கள்
Kinds of soil — மண்ணின் வகைகள்

L

Living — உயிருள்ளவை
Leafy shoots — இலைகளுள்ள கொப்புகள்
Life process — வாழ்க்கை முறை
Loomy soil — பசளை மண்
Lichens — லைக்கின்கள்
Longitudinal — நெடுக்கு
Longitudinal section — நெடுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்
Longitudinal tension — நெடுக்கு விறைப்பு
Lead — ஈயம்
Lateral meristems — பக்க வளர்திசுக்கள்
Linear measurement — மெலிவு அளவுமுறை
Light growth — ஒளி வளர்ச்சி
Last growth — கடைசி வளர்ச்சி
Limiting factors in growth — வளர்ச்சியில் எல்லையிடும் காரணிகள்
Light — ஒளி
Long-day — நீண்ட நாள்
Long-day period — நீண்ட பகற்பொழுது
Lateral bud — இடைமொட்டு, இடைக் குருத்து
Location — இடம்
Length of internode — கணுவிடை நீளம்

Leaf mosaic — இலைக்கூட்டம், இலை மொஸைக்
Lateral geotropism — பக்கப் புவிநாட்டம்
Leaflets — இலைத்துளிகள், சிற்றிலைகள்
Leguminose — லெகூமினேஸ்
Lenticels — பட்டைத் துளைகள்
Lateral roots — கிளைவேர்கள்
Lateral growth — இடை வளர்ச்சி, பக்க வளர்ச்சி
Light duration — ஒளிபெறும் காலம்
Latitude — தீர்க்கரேகை
Locus of photoperiodic reaction and transmission of the effects — ஒளிக்கால விளைவும் மாற்றமும் ஏற்படும் இடங்கள்
Light quality — ஒளியின் தரம், ஒளியின் தன்மை
Longer internodes — நீண்ட கணுவிடைப் பகுதிகள்
Less chlorophyll — குறைவான பசுங்கணிகங்கள்
Lactones — லேக்டோன்கள்
Longivity of the plants — தாவரங்களின் வாழ்நாள், தாவரங்களின் ஆயுட்காலம்
Long-day and shrot-day — நீண்டநாள், குறுகியநாள்
Longivity of the seeds — விதைகளின் ஆயுட்காலம், விதைகளின் வாழ்நாள்
Leaves — இலைகள்
Leaf-gap — இலை இடைவெளி
Leaf traces — இலைவழி
Literatures — இலக்கியங்கள்
Leaf-blade — இலைப்பரப்பு
Life period — வாழ்நாள்
Longivity — வாழ்நாள், ஆயுட்காலம்
Layering — பதியம் போடுதல்

M

Multicellular — பலசெல் (உயிரி)
Movements — அசைவுகள், சலனங்கள்
Meristematic — வளரும்
Meristem — வளர்திசு
Mineral salts on acidity and Buffer action — அமிலத்தின்மீது கனிமங்களும் பஃபர் செயலும்

Molybdenum	—	மாலிப்டினம்
Magnesium	—	மக்னீஸியம்
Manganese	—	மாங்கனீஸ்
Metabolism	—	வளர்சிதை மாற்றம்
Mineral elements and catalytic effects	—	கனிமங்களும் வேர்மாற்றிச் செயல்களும்
Measurements	—	அளவு முறைகள்
Measurement of growth	—	வளர்ச்சியின் அளவு முறைகள்
Micrometer screw auxanometer	—	மைக்கரோமீட்டர் ஸ்குரு ஆக்ஸனோமீட்டர்
Measurement of increased number of cells	—	அதிகரித்த செல்களின் எண்ணிக்கையை அளத்தல்
Measurements of increase in size of cells, tissues (or) organs. (Volume measurements)	—	அளவில் கூடிய செல்கள், திசுக்கள் அல்லது உறுப்புகளை அளத்தல்
Monoecious	—	ஓர் வீடு
Maximum growth	—	உச்ச வளர்ச்சி
Maximum heat	—	உச்ச வெப்பம்
Maximum	—	உச்ச அளவு
Metaxenia	—	மெட்டாக்ஸினியா
Millet	—	சோளம்
Movement and polarity	—	ஓட்டமும் துருவமும்
Methyl naphthalene acetic	—	மீதைல் நேப்தலீன் அசிடிக்
Malformation	—	உருவ வக்கிரங்கள்
Middle lamella	—	தடுப்பு இடையடுக்கு
Morphogenesis	—	புறப்பிறப்புறுப்பு, மார்ஃபோ ஜெனிஸிஸ்
Movement of location	—	இடம் பெயர்தல்
Mechanical movement	—	இயந்திரமயமான அசைவு, இயந்திரம் போன்ற அசைவு
Movement of variation	—	தன்னிச்சைஅசைவு மாறுபாடு
Mesophyll	—	இலை இடைத்திசு
Movement of locomotion	—	இடம்விட்டு இடம் பெயர்தல்
Movement of curvature	—	வளையும் அசைவு
Mimosa	—	மைமோஸா
Maximum turgor	—	உச்ச வீக்கம்
Monocotyledons	—	ஒருவித்திலைத் தாவரம்
Maturation of floral parts	—	மலர்ப் பகுதிகள் முதிர்தல்
Main medullary rays	—	பிரதான உட்கதிர்கள்

Meristematic tissiue	— ஆக்கத் திசு
Micropyle	— சூல் துளை
Methinone	— மெதினோன்
Medullary rays	— உட்கதிர்கள்
Male gamete	— ஆண் கேமீட்
Mesophytes	— வளநிலத் தாவரம்
March vegetation	— சதுப்புநிலப் பயிர், சதுப்பு நிலத் தாவரம்
Mendel's Law	— மெண்டலின் விதி
Microspore	— மைக்கிரோஸ்போர்
Mechanical tissues	— தாங்கும் திசுக்கள்
Mechanism of photoperiodism	— ஒளிக் காலத்தின் செயல்பாடு
Medullary rays of the stem	— தண்டின் உட்கதிர்
Morphogenic effect of temperature	— வெப்பத்தின் புறப்பிறப்பு விளைவுகள்
Morphogenic effect	— புறவளர்ச்சி விளைவுகள்
Micro-organisms	— நுண்ணுயிர்கள்
Molecular form	— மூலக்கூறுவடிவில்
Method of breaking dormancy	— விதையுறக்கத்தை முறியடிக்க வழி
Maturity	— முதிர்தல், பருவமடைதல்
Minerals	— கனிமங்கள், தாதுஉப்புகள்
Minimum	— குறைந்த அளவு
Mechanism	— பெறும் முறை
Mica plate	— மைக்காத் தட்டு

N

Non-living	— உயிரற்றவை
Nature of growth	— வளரும் தன்மை
Nitrogen	— நைட்டிரஜன்
Nutritive materials	— ஊட்டப் பொருள்கள்
Nutritive substance	— சத்துணவு
Nucleus	— நியூக்கிளியஸ்
Nutation	— தலையாட்டுதல், நுனிச்சுற்று இயக்கம்
Nickel	— நிக்கல்
Nutritional balance	— சரிவிகித ஊட்டம்
Naphthoxy acetic acid	— நேப்தாக்ஸிஅசிடிக் அமிலம்
Nucleoprotien	— நியூக்கிளியோ புரோட்டீன்

Nitrogen free compounds	—	நைட்டிரஜன் இல்லாத கூட்டுப் பொருள்கள், நைட்டிரஜனற்ற கூட்டுப்பொருள்கள்
Nyctinasty	—	நிக்டினஸ்டி
Negatively heliotropie	—	எதிர் ஒளிநாட்டம்
Negatively geotropic	—	எதிர் நிலநாட்டம், எதிர் புவிநாட்டம்
Nastisms	—	நாஸ்டிஸம்ஸ்
Nature of movements	—	அசைவுகளின் தன்மைகள்
Nucellus	—	ஊட்டத்திசு, சூல்ஊட்டத்திசு நியூசெல்லஸ்
Nitrogen metabolism	—	நைட்டிரஜன் வளர்சிதை மாற்றம்
Nutrient salts	—	ஊட்ட உப்புகள்
Nelumbo	—	நிலம்பு
Non-endospermous	—	முளைசூழ் தசையில்லா
Nutritive tissue	—	ஊட்டத்திசு
Nature of action	—	செயலின் தன்மை
Neutral-day	—	பொதுநாள்
Negative thermotaxis	—	எதிர்வெப்பக் கவர்ச்சி

O

Ordinary red	—	சாதாரணச் சிவப்பு
Organic food	—	அங்கக உணவு
Oxygen	—	ஆக்ஸிஜன்
Other organic compounds	—	மற்ற அங்ககக் கூட்டுப் பொருள்கள்
Oxidation process	—	ஆக்ஸிகரணச் செயல்
Optimum	—	நடுத்தரம், சமமான அளவு
Optimum temperature	—	நடுத்தர வெப்பம்
Osmosis	—	சவ்வூடு பரவல்
Osmotic pressure	—	சவ்வூடு அழுத்தம்
Other growth promoters	—	வளர்ச்சியை உயர்த்தும் வேறு பொருள்கள்
Orchid pollen grains	—	ஆர்க்கிட் மகரந்தத் தூள்கள்
Other effects of auxins	—	ஆக்ஸின்களின் பிற விளைவுகள்
Oscillating	—	அலைதல்
Outer integument	—	வெளி உறை

Orange-red	—	ஆரஞ்சுச் சிவப்பு
Other factors	—	வேறு காரணிகள்

P

Physiology	—	வாழ்வியல், செயலியல்
Photosynthesis	—	ஒளிச்சேர்க்கை
Plastid	—	கணிகம்
Proteins	—	புரோட்டீன்கள்
Phototrophic effect	—	ஒளிச்சார்பு இயக்கம்
Period of light	—	ஒளிக்காலம்
Photoperiodism	—	ஒளிக்காலம், ஒளிபெறும் காலம், ஒளிச்சார்பு இயக்கம்
Plant movements	—	தாவரங்களின் அசைவுகள்
Process of growth	—	வளர்ச்சி முறை
Phases of growth	—	வளர்ச்சி நிலைகள், வளர்ச்சிப் படிகள்
Protein synthesis	—	புரோட்டீன் தொகுப்பு
Protoplasmic synthesis	—	புரோட்டோ பிளாஸத் தொகுப்பு
Pith	—	சோற்றுப்பகுதி, சோறு
Pfeffer's Automatic Auxanometer	—	பெஃபரின் தானியங்கி வளர்ச்சிமானி
Polysaccharose chain	—	பாலி சேக்கரோஸ் சங்கிலி
Periodicity of growth	—	வளர்ச்சிக் காலங்கள்
Period of growth	—	வளரும் காலம்
Perennials	—	பலபருவ, பல்லாண்டுத் தாவரம்
Perennial species	—	பலகாலத் தாவரம்
Pine roots	—	ஊசியிலை வேர்கள்
Primary growth of roots	—	வேரின் அடிப்படை வளர்ச்சி
Primary growth of stem	—	தண்டின் அடிப்படை வளர்ச்சி
Permanent tissues	—	நிலைத்த திசுக்கள்
Position of leaves and buds	—	இலை, மொட்டுகளின் அமைப்பிடம்
Position	—	அமைப்பிடம்
Phenolic substances	—	பினாலிக் பொருள்கள்
Plant growth stimulators	—	தாவர வளர்ச்சி ஊக்குவிகள்
Pathogenic fungi	—	நோயுண்டாக்கும் பூஞ்சைக் காளான்
Polar	—	துருவம் சார்ந்த

Pisum sativum	—	பட்டாணி
Photomorphogenesis	—	ஒளிப்புற அமைப்புப் பிறப்பு உயிர்ப்படி
Paratonic movement	—	பாரடானிக் அளவு
Photataxis	—	ஒளிக்கவர்ச்சி அசைவு
Phototropism	—	ஒளிநாட்டம்
Photonasty	—	ஃபோட்டோர்நாஸ்டி
Phlox	—	ஃபிளாக்ஸ்
Positively heliotropic	—	நேர் ஒளிநாட்டம்
Portulaca	—	போர்டுலாகா
Pilobolus	—	பைலோபோலஸ்
Perception of stimulus	—	தூண்டலை உணர்தல்
Pulvinus	—	வீக்கம், பல்வைனஸ்
Protoplasm	—	புரோட்டோபிளாஸம்
Primary growth	—	முதல் வளர்ச்சி, ஆரம்ப வளர்ச்சி
Pteridophytes	—	டெரிடோஃபைட்ஸ்
Primary tissue	—	முதல்திசு, ஆரம்பத்திசு
Parthenocarpy	—	பார்த்தனோகார்ப்பி
Photoperiodism and Shoot Root Ratio	—	ஒளிக் காலத்திற்கும் தண்டு, வேர் விகிதத்திற்கும் உள்ள விகிதம்
Photoperiods	—	ஒளிநேரங்கள்
Polarity	—	துருவம்சார்ந்த, துருவ வளர்ச்சி
Plant galls	—	தாவரக் கொப்புளங்கள்
Parenchyma	—	பாரன்கைமா
Phloem	—	ஃபுளோயம், சல்லடைக் குழாய்த்திசு
Phloem parenchyma	—	சல்லடைக்குழாய்ப் பாரன் கைமா
Pericycle	—	சுற்றுவட்டம்
Pallisade parenchyma	—	பாலிசேட் பாரன்கைமா
Phellogen	—	தக்கையடுக்குத் திசு, பெல்லோஜென்
Placenta	—	சூல் ஒட்டுகள்
Protoplast	—	புரோட்டோபிளாஸ்ட்
Physiological aspect of growth	—	வளர்ச்சியின் வாழ்வியல் தோற்றம்
Physiological aspect of cell division	—	வளர்ச்சியின் வாழ்வியல் செல்பகுப்புத் தோற்றம்

Physiological aspect of cell enlargement	—	வள்ர்ச்சியின் வாழ்வியல் செல் விரிவு
Physiological aspect of cell differentiation	—	வளர்ச்சியின் வாழ்வியல் செல் வேறுபாடு
Proteinaceous	—	புரதபபொருள்கள்
Pectic compounds	—	பெக்டிக் கூட்டுப்பொருள்கள்
Protoplasmic protein	—	புரோட்டோபிளாஸப புரதம்
Pitted walls	—	குழிவிழுந்த சுவர்கள்
Partly submerged	—	பாதி மூழ்கிய
Polyhybrid	—	பல கலபபின
Polyhybrid ratio	—	பல கலப்பின விகிதம்
Purity of gametes	—	கேமிட்டுகளின் தூய்மை
Pure gametes	—	தூய்மையான கேமீட்கள்
Phenotype and genotype	—	புறத்தோறற அமைபபும் பாரம்பரிய அமைப்பும்
Phenotype	—	புறத்தோற்ற அமைபபுக் கொண்டவை
Purity	—	தூய்மை
Pithy	—	சோற்றுப் பகுதியான
Poiseltia	—	பாய்ஸெல்டியா
Potato	—	உருளைக்கிழஙகு
Photoperiodic induction	—	ஒளிக்காலத் தூண்டல்
Photoperiodic cycle	—	ஒளிக்கால வட்டச்சுறறு
Photo inductive cycle	—	ஒளித்தூண்டல் வட்டச்சுறறு
Pigments	—	நிறமிகள்
Potassium	—	பொட்டாசியம்
Phosphorous	—	பாஸ்பரஸ
Plant development cycle	—	தாவரபபெருக்கத்தின் வட்டச் சுறறு
Physical basis of life	—	உயிரின் அடிப்படை
Phytohormone	—	தாவர ஹார்மோன்
Percentage of germination	—	முளைக்கும் சதவீதம்
Physical draught	—	உடலினுல் வறட்சி
Physiological draught	—	உயிரினுல் வறட்சி
Polarized light	—	ஒருபக்க ஒளி
Physiological action	—	வாழ்வியல் செயல்
Positively geotropic	—	நேர் புவிநாட்டம், நேர் நில நாட்டம
Plumule	—	முளைக்குருத்து
Pistillate	—	பெண்மலர்

Pollination	—	மகரந்தச் சேர்க்கை
Pericarp	—	கனியுறை
Phenerogams	—	மலருள்ள தாவரங்கள்
Post fertilization	—	கருவுறுத்தலுக்குப் பின்
Problems	—	பிரச்சினைகள்
Paratonic	—	பாரடானிக்

Q

Quantitative aspect of growth	—	எடையளவு கொண்ட வளர்ச்சியின் தோற்றம்
Qualitative and quantitative effects	—	தரத்திலும் எடையிலுமான விளைவுகள்
Qualitative and quantitative	—	தரத்திலும் அளவிலும்

R

Role of light and dark periods in photoperiodism	—	ஒளி நாளில் ஒளி இருள் காலங்களின் பணி
Required	—	போதுமான
Role of mineral elements in growth	—	வளர்ச்சியில் கனிமங்களின் பணி
Role of meristem in growth	—	வளர்ச்சியில் வளர்திசுவின் பங்குப்பணி
Rate of growth	—	வளர்ச்சியின் விகிதம்
Rhizoclonium	—	ரைஸோகுளோனியம்
Rhythm	—	தாளம்
Rate of elongation	—	நீள் வளர்ச்சி விகிதம்
Reversible changes	—	பின்னிலையடையும் மாற்றங்கள்
Reproductive periodicity of growth	—	இனப்பெருக்க வளர்ச்சியின் கால வளர்ச்சி
Region of growth	—	வளரும் பகுதிகள்
Region of cell division	—	செல் பிரியும பகுதி
Resistance to high temperature	—	உயர்ந்த வெப்பத்தைத் தாங்குதல்
Rhizopus suinus	—	ரைஸோபஸ் சூயினஸ்
Rice disease fungus	—	நெல்லில நோய் உண்டாக்கும் காளான்கள்
Rhythmic	—	தாளம் போன்ற
Red far-red	—	சிவப்புத் தொலைவு சிவப்பு.
Rotation movement	—	சுழற்சி அசைவு

Region of geoperception in root	—	வேரில் புவிநாட்ட வளர்ச்சி இருக்கும் பகுதி
Region of geotropic responses in stems	—	தண்டுகளில் புவிநாட்டப் பதில்கள்உண்டாகும் இடம்
Rhizome	—	(கிழங்கு) மட்ட நிலத்தண்டு
Reproductive growth	—	இனப்பெருக்க உறுப்பு வளர்ச்சி
Root hairs	—	வேர்த் தூவிகள்
Rheotropis	—	ரியோடிராபிஸம்
Rigidity	—	உறுதித் தன்மை
Rain	—	மழை
Recessive	—	அமுங்கிய தன்மை
Radish	—	முள்ளங்கி
Radient	—	கதிர்விடல்
Radient energy	—	கதிர்வீச்சு ஆற்றல்
Radio carbon	—	ரேடியோக் கார்பன்
Rate	—	அளவு
Rumex	—	ருமெக்ஸ்
Root	—	வேர்
Radicle	—	முளைவேர்
Root system	—	வேர்த்தொகுதி
References	—	குறிப்புகள்
Resting period	—	ஓய்வுக்காலம்
Role of auxins in root formation	—	வேர் உருவாக்குவதில் ஆக்ஸினின் பங்கு
Radial bundle	—	ஆரத்திறன்

S

Seed germination	—	விதை முளைத்தல்
Shoot growth	—	தண்டு வளர்ச்சி
Substratum soil	—	அடிமண்
Substratum	—	அடித்தளம்
Soil particles	—	மண் துகள்கள்
Size	—	அளவு
Structure	—	அமைப்பு
Sand	—	மணல்
Silt	—	வண்டல்
Situation of growth	—	வளர்ச்சிக்குரிய நிலைமை
Specialized growing tissues	—	சிறப்பு வளர்திசுக்கள்

Selenium — செலினியம்
Silver — வெள்ளி
Specific role of mineral elements in plants — தாவரங்களில் கனிமங்களின் குறிப்பிட்ட வேலைகள்
Sulphur — கந்தகம்
Sulfhydril — ஸல்ப்ஹைடிரில்
Sodium — சோடியம்
Silicon — சிலிகன்
Symptoms of mineral element deficiency — தனிக் கனிமங்கள் குறைவினால் ஏற்படும் அறிகுறிகள்
Shape — உருவம்
Spacing — இடைவெளி
Sequence of growth rate changes — வளர்ச்சி விகித மாற்றங்களின் தொடர் வரிசை
Sequioa gigantea — செக்கோயா ஜைஜான்டியா
Seasonal periodicity — பருவ வளர்ச்சிக் காலம்
Senecence — முதிர்ச்சியடைதல்
Sufficient supply of organic matters — போதுமான அளவு அங்ககப் பொருள்களைக் கொடுப்பது
Short light period — குறுகிய நேர ஒளி
Strong light — வலிமையான ஒளி
Shoot apex — நுனிக் குருத்து
Structurally and functionally abnormal flowers — அமைப்பிலும் செயலிலும் குறைவுள்ள மலர்கள்
Seed coat — விதையுறை
Seedling — நாற்று
Sapling — கன்று
Shoot root ratio — வேர்த் தண்டுத் தொகுதி விகிதம்
Some uses of growth regulators — வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளின் சில பயன்கள்
Some Indole derivatives — சில இண்டோல் மூலத்தி லிருந்து பெற்றவை
Some naphthelene derivatives — சில நேப்தலின் மூலத்தி லிருந்து பெற்றவை
Some substituted phenoxy acids — சில பதிலாக வைக்கப்பட்ட ஃபினாக்ஸி அமிலங்கள்
Short-day — குறுகிய நாள்
Spectrum — நிறமாலை

Seismonasty — செயிஸ்மோநாஸ்டி, அதிர்வு நாட்டம்
Spontaneous — தன்னிச்சை
Saprolegnia — சேப்ரோலிக்னியா
Statolyth theory of Nemec and Haberlandt — நெமக், ஹேபர்லான்ட் ஸ்டேடோலித் கொள்கை
Synthesis — தொகுப்பு
Stump — கட்டை
Stomata — இலைத்துளை
Sleep movement — உறக்க அசைவு
Staple — இழைவு
Secondary growth — இடைவளர்ச்சி, இரண்டாம் வளர்ச்சி
Secondary tissue — இரண்டாம் திசு
Secondary xylem — இரண்டாம் ஸைலம்
Self-pollination — தன்மகரந்தச் சேர்க்கை
Secondary phloem — இரண்டாவது ஃபுளோயம்
Stelar region — மையத்திசுவின் உட்பகுதி
Spectral portion — நிறமாலைப் பகுதி
Simple magnifier — எளிய நுண்ணோக்கி
Simple permanent tissue — தனி நிலைத்திசு
Sclerenchyma — ஸ்கிளிரன்கைமா
Stone cells — கற்செல்கள்
Sieve plate — சல்லடைத் தட்டு
Stele — மையத்திசு, ஸ்டீல்
Starch sheeth — தரச உறை
Spongy parenchyma — ஸ்பாஞ்சி பாரன்கைமா
Synergids — துணைச் செல்கள்
Secondary nucleus — இரண்டாவது நியூக்கிளியஸ்
Submerged — மூழ்கிய
Submerged plants — மூழ்கியிருக்கும் தாவரங்கள்
Supporting tissues — துணை நிற்கும் செல்கள்
Seggregation of characters — குணங்களின் தனித்துப் பிரிதல்
Seggregation — தனித்துப்பிரிதல்
Sosgham — சோளம்
Soyabeans — சோயாபீன், சோயா அவரை
Soil aeration — மண் காற்றோட்டம்

Soil water — மண்ணிலுள்ள நீர்
Springization — ஸ்பிரின்ஜிசேஷன்
Spiringification — ஸ்பிரின்ஜிபிகேஷன், தெளித்தல்
Size of the seeds — விதைகளின் அளவு
Storage food — சேமிப்பு உணவு
Storage organs — சேமிப்பு உறுப்புகள்
Soil solution — மண்ணிலுள்ள திரவம்
Stages of growth — வளர்ச்சியின் நிலைகள்
Stages of differentiation — வேறுபடுத்திக் காட்டும் நிலை
Soil air — மண்ணிலுள்ள காற்று
Soil factor — மண் காரணி
Silver maple — சில்வர் மேப்பிள்
Shoot — தண்டு
Shoot system — தண்டுத் தொகுதி
Staminate — ஆண் மலர்கள்
Sexual reproduction — கலவின இனப்பெருக்கம்
Sporophyte — ஸ்போரோஃபைட்
Sporangiophore of pellia — பெலியாவின் ஸ்போராஞ்சியத் தாங்கி
Spring wood — இளவேனிற் கட்டை

T

Temperature — வெப்பம்
Transpiration — நீராவிப்போக்கு
Thermotonic effect of temperature — வெப்பச் சார்பு விளைவு
Top layer — புற ஏடு, மேல் ஏடு
The region of cell formation — செல் ஆக்கப்பகுதி
The region of cell enlargement — செல் விரிவுப்பகுதி
The region of cell maturation — செல் முதிரும் பகுதி
The phases of cell formation — செல் ஆக்கநிலை
The phases of cell enlargement — செல் விரிவுநிலை
The phases of cell maturation — செல் முதிர்ச்சிநிலை
Tissue tension — திசு விறைப்பு
Transverse — குறுக்கு
Transverse section — குறுக்குவெட்டு
Transverse tension — குறுக்குவாக்கில் விறைப்பு

Toxic effects of mineral elements	— கனிமங்களின் நச்சுத் தன்மை விளைவு
Thiamine	— தையாமின்
Three dimensions	— மூவகை அளவில்
Turgor	— வீக்கம், டர்கார்
Temperate regions	— குளிர்ப்பகுதிகள், குளிர்ப் பிரதேசம்
Twig	— கொப்பு (கிளை)
Terminal bud	— நுனிக்குருத்து, நுனிமொட்டு
Triiodobenzoic acid	— டிரைஐயோடோ பென்ஜாயிக் அமிலம்
The role of auxins in cell elongation	— செல் நீட்சியில் ஆக்ஸினின் பங்கு
Translocation of auxins	— ஆக்ஸின்களின் இடமாற்றம்
Toxic effect of auxins	— ஆக்ஸின்களுடைய நச்சு விளைவுகள்
Turgid	— வீங்கியிருத்தல்
Thermotaxis	— வெப்பக் கவர்ச்சி அசைவு
Trammatropism	— டிராமாடிராபிஸம்
Thermonasty	— தெர்மோநாஸ்டி
Twining ceases away altogether	— (கொடி) சுற்றுவது முழுவதும் நின்றுவிடுகிறது
Types of growth	— வளர்ச்சியின் விதங்கள்
Tracheid	— டிரக்கிட்
Trachea	— டிரக்கியா
Tube cell	— குழல்செல்
Tops	— உச்சிப் பகுதிகள்
Tomato	— தக்காளி
Thigmonasty	— திக்மோநாஸ்டி
The isolation of chemical identification of Native plant hormones	— நாட்டுத் தாவர ஹார்மோன்களைப் பிரித்தெடுத்தலும் அவற்றின் வேதியியல் அடையாளங்களும்
Temperature limitations on plant survival	— தாவரங்கள் உயிரோடிருப்பதன் மீதான வெப்ப எல்லைகள்
Thermoperiodicity	— வெப்பக்காலம்
Temperature of reproductive growth	— தாவரங்களின் இனப்பெருக்க வளர்ச்சியில் வெப்பம்
Theory of the process of the vernalization	— வெர்னலைசேஷன் செயலின் கோட்பாடு

The thermostage	—	வெப்பநிலை
The photostage	—	ஒளிநிலை
Tap root system	—	ஆணிவேர் மண்டலம்
Transverse section	—	குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்
Thermotropism	—	வெப்ப நாட்டம்
Telophase	—	டிலோபேஸ், கடைசிநிலை (செல்பிரிவு)

U

Unicellular organism	—	ஒற்றைச் செல் உயிரினங்கள் ஒரு செல் உயிரினங்கள்
Un-pollinated	—	மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெருத
Un-fertilized	—	கருவுருத
Ulothrix	—	யுலோத்ரிக்ஸ்
Under ground stem	—	தரையடித்தண்டு, தரைக்கீழ்க் கிழங்கு, நில அடித்தண்டு
Ultra-violet rays	—	புற ஊதாக்கதிர்கள்
Unisexual	—	ஒரு பால்
Uuisexual flowers	—	ஒருபால் மலர்கள்
Un-limited plan of growth	—	வளர்ச்சியின் எல்லையில்லா அமைப்பு

V

Vacuole	—	வேக்குவோல்
Vitamins	—	வைட்டமின்கள்
Vascular plants	—	சாற்றுக்குழாய்த் திரள்கள்
Vicia faba	—	விசியா பேபா
Vanadium	—	வெனடியம்
Vegetative periodicity of growth	—	பயிர் உறுப்பின் காலவளர்ச்சி
Vegetative development	—	பயிர் உறுப்புப் பெருக்கம்
Vegetative growth	—	பயிர் உறுப்பு வளர்ச்சி
Various minerals	—	பல்வகைக் கனிமங்கள்
Vernalization	—	வெர்னலைசேஷன்
Volatile substancc	—	எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள்
Vital movement	—	உயிருக்கு ஆதாரமான அசைவு
Vallisneria	—	வாலிஸ்னேரியா

Vegetative and reproductive periodicity of growth — பயிர் உறுப்புகள், இனப் பெருக்க உறுப்புகளின் கால வளர்ச்சி

Vascular cambium — சாற்றுக்குழாய்ப் பட்டைக் கேம்பியம், வாஸ்குலார்க் கேம்பியம்

Vagetative condition — பயிர் உறுப்புகளின் நிலை

Vascular bundle — சாற்றுக்குழாய்த் தொகுப்பு, சாற்றுக்குழாய்க் கற்றை

Viscosity — பிசுபிசுப்புத் தன்மை

Various rays — பல்வகைக் கதிர்கள்

Vegetative state — பயிர் நிலை,

Vegetative reproduction — பயிர் உறுப்பு இனப்பெருக்கம்

Volume of bulliform cells — வீக்கச் செல்களின் கனஅளவு

W

Water — தண்ணீர், நீர்

Woody — கட்டை போன்ற

Wheat — கோதுமை

Wild kidney bean — காட்டு அவரை

Wind dispersal — காற்றினால் பரவுதல்

Water dispersal — நீரினால் பரவுதல்

weeds — களைகள்

X

Xerophytic plants — வறண்ட நிலத்தாவரங்கள்

Xenia — ஜீனியா

Xylem — சாற்றுக்குழாய்த்திசு, சைலம்

Xylem fibre — சாற்றுக்குழாய்த்திசுநார், சைலம்நார்

Xylem parenchyma — சாற்றுக்குழாய்த்திசு பாரன்கைமா, சைலம் பாரன்கைமா

X-Rays — எக்ஸ்ரே

Z

Zinc — துத்தநாகம்

Zigzag — கோணல் மாணலான, ஜிக்ஸாக்

Zinnia — ஜின்னியா

கலைச்சொற்கள் இணைப்பு
(Glossary Supplimental)

A

Anther — மகரந்தப்பை

Antibiotics — நச்சுக்கொல்லி, நுண்ணுயிர் முரண்பொருள்

Aseptic — அழுகலற்ற

Aseptic condition — அழுகலற்ற நிலை

Air conditioned — சம்பந்தப்பட்ட வெப்பநிலை, சீராக்கப்பட்ட தட்பவெப்பம்

Application of tissue culture — திசு ஊட்ட வளர்ச்சியினைப் பயன்படுத்தும் முறை

Althea — ஆல்தியா

Anthers culture — மகரந்தப்பைகளின் ஊட்ட வளர்ச்சி

Anaesthetics — மயக்க மருந்துகள்

Anethum graveolens-L — அனீதம் கிராவியோலன்ஸ்

Adventitive embryony — பக்கக் கரு

Androgenesis — ஆணகப் பிறப்பு

B

Biosynthesis — உயிர்த் தொகுப்பு

Broth containing 'Feeder' — ஊன் கொண்ட 'ஊட்டிகள்'

Bits — துணுக்குகள்

Basal medium — அடிப்படை ஊட்டவழி

Brain method — பிரெய்ன் வழிமுறை

Bryophyllum — பிரையோஃபில்லம், இரணக்கள்ளி

Begonia — பெகோனியா

Biological machineries — உயிர் எந்திரங்கள்

Brugmansia — பிரக்மான்ஸியா

Breeding — கலப்பு, பெருக்கம்

C

Culture — வளர்ப்பு, வளர்ச்சி ஊட்டக் கரைசல், ஊட்ட வளர்ச்சி

Coconut milk — தேங்காய்ப் பால்
Complete culture medium — முற்றுப்பெற்ற (பூரண) ஊட்ட வளர்ச்சி வழி
Convolvulus — கன்வால்வுலஸ்
Carbon — கார்பன்
Cuscuta — கஸ்கூட்டா
Cultured in vitro — குழல் ஊட்ட வளர்ச்சியில் வளர்ந்தது
Culture method for crown galls — மணிமுடிக் கொப்புளங்களுக்கான ஊட்ட வளர்ச்சி
Culture of flowers — மலர்களின் ஊட்ட வளர்ச்சி
Culture of flower parts — மலர் உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சி
Cucumis angaria — கக்கூமிஸ் அங்காரியா
Culture of parts of fruits — கனி உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சி
Capsicum frutescens — கேப்சிகம் புருட்டசென்ஸ்

D

Datura — டடுரா
Diploid — இரட்டை இரட்டை, இரட்டைப் படை

E

Embryo — கரு
Effect of certain amino acids on the growth of excised root of phaseolus mungo L. — உளுந்து வேரின் வளர்ச்சிமீது அமினோ அமிலங்களின் விளைவு
Embryo culture — கரு ஊட்ட வளர்ச்சி
Embryonal budding — கருவில் மொட்டுவிடுதல்
Eranthis heimalis — எரான்திஸ் ஹைமலிஸ்
Endosperm — முளைசூழ் தசை

F

Feeder — ஊட்டிகள்
Foliar embryo — இலைக்கரு
Flower induction on apical meristems grown in vitro — குழல் ஊட்டவளர்ச்சியில் மலர் ஏற்படும் விதம்

Four nucleotids — நான்கு நியூக்கிளியோடைடு கள்
Full-fledged — முழு அளவிலான

G

Glucose — குளுகோஸ்
Glycin — கிளைசின்
Glutamic acid — குளுடாமிக் அமிலம்
Growth of Papaver somniferum tissue in vitro — அபினித்தண்டின் குழல் ஊட்ட வளர்ச்சி
Gram-nagative bacterium — கிராம் நெகடிவ் பேக்டீரியம்
Gametic fusion — கேமீட்டுகளின் இணைப்பு

H

Host — உயிரோம்பி
Host plant — உயிரோம்பித் தாவரம்
Holihock — ஹோலிஹாக்
Hordeum — ஹோர்டியம்
Horticulture — தோட்டக்கலை
Haploid — ஒற்றைப்படை

I

Inaculation — குத்தும்வழி
In vitro modification of regeneration in foliar embryos of Bryophyllum calycinum Salisb — குழல் வளர்ச்சியில் பிரையோஃபில்லம் இலையின் கருக்கள்
In vitro culture — குழல் ஊட்ட வளர்ச்சி
In vitro culture of fruits — கனிகளின் குழல் ஊட்ட வளர்ச்சி
Iberis amara — ஐபெரிஸ் அமாரா

K

Kinens — கைனென்ஸ்
Kinetin — கைனெட்டின்

L

L. Lysine acid — எல். லைசின் அமிலம்
Liquid culture — திரவ ஊட்ட வளர்ச்சி

Leaf cultures — இலைகள் ஊட்ட வளர்ச்சி
Lycopods — லைக்கோபோடுகள்
Lilium longiflorum — லில்லியம் லாங்கிஃப்ளோரம்
Lilium condidum — லில்லியம் கேண்டிடம்
Lathyrus odoratus — லேதைரஸ் ஓடரேட்டஸ்
Licopersicon pimpinellifolium — லைகோபெர்ஸிகன் பிம்பி நெல்லிஃபோலியம்
Leaf primordia — இலைப் பிரைமார்டியா

M

Metabolites — வளர்சிதை மாற்றி
Marygold — மேரிகோல்ட்
Multiple growth — பல வளர்ச்சி
Metabolic activities — வளர்சிதை மாற்றச் செயல்கள்
Madonna lily — மாடொன்னு லில்லி
Microspore — மைக்ரோஸ்போர்
Materials and methods for the formation of crown-galls — கொப்புளங்களை உண்டாக்கும் பொருள்களும் முறைகளும்

N

Nutrient media — ஊட்ட வழிகள்
Niacin — நியாசின்
Nucellus — நூஸெல்லஸ்
Nucellus culture — நூஸெல்லஸ்ஸின் ஊட்ட வளர்ச்சி
Notches — முடிச்சுகள்

O

Ovary — சூற்பை
Ovary tissue — சூற்பைத் திசு
Ovule — சூல், சூல்அணு
Ovary culture — சூற்பையின் ஊட்ட வளர்ச்சி
Ovules culture — சூலின் ஊட்ட வளர்ச்சி
Osmotic shock — சவ்வூடுபரவல் அதிர்ச்சி
Orchid embryo — ஆர்க்கிட் கரு

P

Pistil — சூலகம்
Polio virus போலியோ வைரஸ்

Pyredoxine	—	பைரிடாக்ஸின்
Photoperiodic treatment	—	ஒளிக்காலச் சிகிச்சை
Psilotum	—	பைலோட்டம்
Plant tissue and organ culture from the view point of an Embryologist	—	தாவரத்திசு, உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சியில் கரு வளர்ச்சி வல்லுநர்களின் கண்ணோட்டம்
Pollen-grain culture	—	மகரந்தத்தூள் ஊட்ட வளர்ச்சி
Poly embryony	—	பல கருக்கள்
Pseudo bulbils	—	பொய் புல்பில்கள்
Parthenogenesis	—	கருவுறுப்பிறப்பு, பார்த்தினோ ஜெனிஸிஸ்
Parthenocarpy	—	கருவுறுக் கனி, பார்த்தினோ கார்ப்பி
Plant breeding	—	தாவரக் கலப்பினம், தாவரப் பெருக்கம்

R

Reproductive organs	—	இனப்பெருக்க உறுப்புகள், மலர் உறுப்புகள்
Requirements	—	வேண்டியவை, தேவையானவை, வேண்டிய சாதனங்கள்
Root cultures	—	வேர் ஊட்டவளர்ச்சிகள்
Reproductive organ cultures	—	இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் ஊட்ட வளர்ச்சிகள்
Rheo discolor	—	ரியோ டிஸ்கலர்
Rutaceae	—	ரூடேசியே
Ranunculaceae	—	ரன்னன்குலேசியே

S

Symposium	—	கருத்தரங்கு
Streptomycin	—	ஸ்ட்ரெப்டோமைசின்
Sperm	—	விந்து
Sucrose	—	சுக்ரோஸ்
Sterile culture media	—	வளமற்ற ஊட்ட வழிகள்
Sucrose medium	—	சுக்ரோஸ் ஊட்ட வழி