இயல் 10

மண் நுண்ணுயிரியல்

இயல் திட்டவரை

10.1 மண்ணின் பொதுவான தன்மைகள்

10.2 மண் நுண்ணுயிரியலில் பங்களித்த முன்னோடிகள்

10.3 மண்ணிலுள்ள பகுதிப்பொருள்கள்

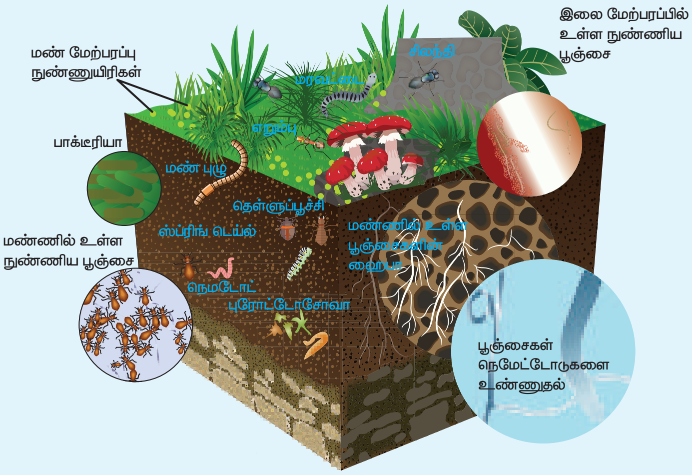
10.4 மண் நுண்ணுயிரிகள்

10.5 மண் நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகள்

10.6 ரைசோஸ்பியர்

10.7 பில்லோஸ்பியர்

10.8 ஸ்பெர்மோஸ்பியர்



மண் நுண்ணுயிரிகள், மண்ணில் நடைபெறும் வினைகளுக்கு பொருப்பாக உள்ளன. அவை மனிதனின் வாழ்க்கை மற்றும் பொருளாதாரத்தை பல்வேறு வழிகளில் பாதிக்கின்றன.

கற்றல் நோக்கங்கள்

மாணவர்கள் இப்பாடப்பகுதியைப் பயின்றப் பிறகு,

- *மண்ணில் காணப்படும் உட்கூறுகளை அறிந்துக்கொள்வர்.*
- *மண் வளத்தில் மண் நுண்ணுயிரிகளின் முக்கியத்துவத்தைப் புரிந்துக்கொள்வர்.*
- *மண் நுண்ணுயிரிகளுக்கு இடையிலான நன்மையையும் தீமையையும் விளைவிக்கும் தொடர்பினையும் அறிந்துக்கொள்வர்.*

மண் நுண்ணுயிரியல் பற்றிய அறிவு வேளாண்மை மற்றும் சுற்றுச்சூழல் அறிவியல்கள் போன்றவற்றை புரிந்துக்கொள்வதற்கு மிக முக்கியமானதாகும். மண்ணில், நுண்ணுயிரிகள் இல்லையென்றால் பூமியில் உயிரினங்கள் வாழ்வதற்கான சாத்தியமில்லை. மேலும், கரிமப் பொருள்கள் மண்ணில் சிதைவடையாமல் தேங்கி கிடக்கும். ஏன் மண் நுண்ணுயிரியல் பற்றி அறிவது அவசியம்? மண்ணில் எவ்வகையான செயல்பாடுகள் நடைபெறுகின்றன என்பதனை அறிந்து கொண்டால்தான், இப்புவியில் மற்ற உயிரியியல் அமைப்புகளின் செயல்பாடுகளைப் புரிந்து கொள்ள ஏதுவாக இருக்கும்.

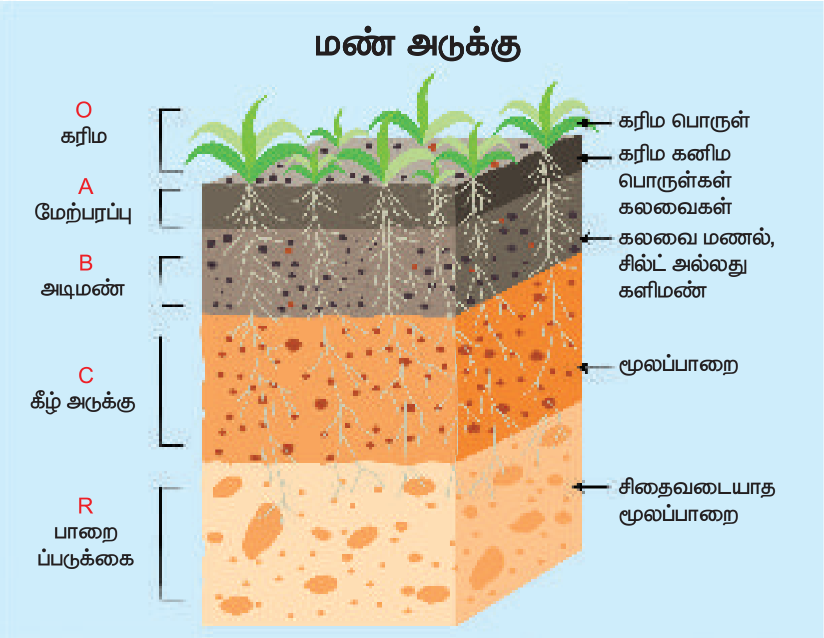
10.1 மண்ணின் பொதுவான தன்மைகள்

பூமியின் மேற்பரப்பில் தளர்ந்த நிலையில் உள்ள பொருள்கள் மண் எனப்படும். மண்ணில் கனிம மற்றும் கரிமப் பொருள்கள் வெவ்வேறு நிலையில் காணப்படுகின்றன. மண், தாவரங்களுக்குத் தேவையான இயக்க தாங்கிகளாகவும், வேர்த் தொகுப்பிற்கு ஊன்றுதலை அளிப்பதாகவும், தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான நீர், காற்று, சத்துகள் போன்றவைகளை வழங்கும் ஆதாரமாகவும் அமைகிறது.

10.1.1 மண் உருவாக்கம் (formation of soil)

மண் உருவாதலில் மெதுவான, படிப்படியான, தொடர்ச்சியான, முறைகள் ஈடுபடுகின்றன. பாறைகளில் மேல் ஏற்படும் அனைத்து சுற்றுச்சூழல் பாதிப்புகளும் பாறைகள் சிதைவு (Weathering of Rocks) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பாறைகளின் சிதைவு ஒரு தொடர்ச்சியான நிகழ்ச்சியாகும். மேலும் இந்நிகழ்வானது புவியின் மேற்பரப்பில் அதிகமான மண்ணை சேர்க்கிறது. மண் உருவாக்கத்தில் வெவ்வேறு வகையான மூலப்பொருள்கள் பாறைகளில் கிடைக்கக்கூடியதாகும்.

TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 150 19-02-2019 5.51.29 PM



படம் 10.1: மண் அடுக்குப்பகுதிகள்

10.1.2 மண் அடுக்குப்பகுதிகள் (Soil Horizons)

ஒவ்வொரு மண் வகைகளின் தனிச்சிறப்பு, வெவ்வேறுவகையான மண் அடுக்குப்பகுதிகளாகும் (படம் 10.1). மண் பகுப்புத் தோற்றத்தில் காணப்படும் மண் அடுக்குப்பகுதி உருவாக்கமானது பருவநிலை, உயிருள்ள உயிரிகள், பாறை மூலப்பொருள்கள், இயற்கை நில அமைவு மற்றும் நேரம் ஆகியவற்றை சார்ந்திருக்கும், இவையனைத்தும் பாறைகள் சிதைவை கட்டுப்படுத்துகிறது.

10.1.3 மண்ணின் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் பண்புகள்

மண்ணின் இயற்பியல் பண்புகள், அதன் துகள்களின் அளவு, படிக அமைப்பு மற்றும் வெப்பநிலை, மண் pH ஆகியவைகளை சார்ந்திருக்கும்.

மண்ணின் வேதியியல் பண்புகள், மூன்று பகுதிப்பொருள்களை கொண்டிருக்கும். இவை கரிமபொருள்கள், பாறைகளின் மூலங்களிலிருந்து பெறப்படும் பொருள்கள், களிமண் கூறுகள் ஆகும். இவை தாவரவளர்ச்சிக்கு ஊட்டச்சத்துகளை வழங்குகிறது.

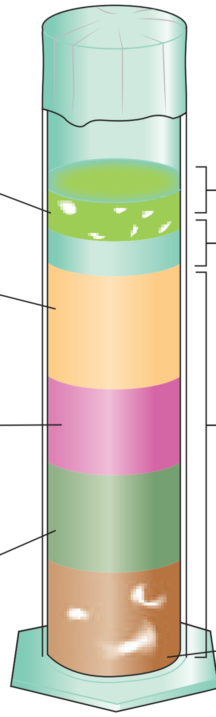
மண் வளமானது வேதிப்பகுதிப் பொருள்களை மட்டும் சார்ந்தில்லாமல், மண்ணில் வாழும் நுண்ணுயிரிகளின் தரத்தையும் இயல்பினையும் பொறுத்தே அமையும். மண் நுண்ணுயிரிகளையும் அவற்றின் செயல்பாடுகளையும் பற்றிய அறிவியலின் பிரிவு மண் நுண்ணுயிரியல் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

10.2 மண் நுண்ணுயிரியலில் பங்களித்த முன்னோடிகள்

அறிவியாளர்கள் நீர், காற்று மற்றும் மண் ஆகியவைகளிலிருந்து நுண்ணுயிரிகளைப் பற்றி படித்தனர். அவர்கள் இயற்கை செயல்முறையில் நுண்ணுயிரிகளின் பங்கினை அறிந்து கொண்டனர். தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கும் முன்னேற்றத்திற்கும் மண் நுண்ணுயிரிகளின் பங்கினையும், முக்கியத்துவத்தையும் உணர்ந்தனர். 19–ம் நூற்றாண்டின் முதல் பாதியில் மண் அறிவியலில் தனிப்பிரிவாக 'மண் நுண்ணுயிரியல்' வெளியானது.

செர்ஜி என்.வினோகிராட்ஸ்கி என்பவர் பாக்டீரியாக்களின் தற்சார்பு வாழ்க்கை முறையில் கண்டறிந்தார். நைட்ரஜனையும் சல்பரையும் நுண்ணுயிரிகள் கடத்துகின்றன. என்பதை நிருபித்தார். இவர் நைட்ரிபையிங் பாக்டீரியாவை முதன் முறையாக தனிமைப்படுத்தியும் நைட்ரிபிகேஷன் முறையில் (1890) பாக்டீரியாக்களின் பங்கினையும் செய்துகாட்டி விளக்கினார்.

TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 151 19-02-2019 5.51.31 PM



படம் 10.2: வினோகிராட்ஸ்கி பத்தி

இதன்பிறகு, இவர் '*கிளாஸ்டிரியம் பாஸ்சுரையானம்*' என்னும் நைட்ரஜன் (1893) தனித்து வாழ்பவையான பாக்டீரியா, நைட்ரஜனை வளிமண்டலத்தில் நிலை நிறுத்துகிறது என்று விளக்கினார். பின் வினோகிராட்ஸ்கி பத்தி (Winogradsky Column) வடிவமைத்தார் (படம் 10.2). இவை கந்தக சுழற்சியை பற்றி அறிய உதவும் சூழ்நிலை மண்டலமாகும். எனவேதான் இவர் 'மண் நுண்ணுயிரியலின் தந்தை' என கருதப்படுகிறார்.

M.W பெயிர்ஜினிக் (1888) என்பவர், வேர் முடிச்சு பாக்டீரியாவை, லெக்யூம் முடிச்சுகளிலிருந்து, தூய வளர்ச்சி முறையில் தனிமைப்படுத்தினார். இவற்றிற்கு *பேசில்லஸ் ரேடிகோலா* என பெயரிட்டார். எனவே இவர் 'நுண்ணுயிரி சூழ்நிலையியல் தந்தை' என்று கருதப்படுகிறார்.

பெயிர்ஜினிக்கும் வினோகிராட்ஸ்கியும் (1890) மண் நுண்ணுயிரிகளை பிரித்தெடுக்க, விகித பெருக ஊட்டக்கலவை முறையை உருவாக்கினர்.

பெரும்பாலும் பலதரப்பட்ட மண் நுண்ணுயிரிகளின் இயற்கையில் நடைபெறுகின்ற நைட்ரஜன் செயல்களினால் மாற்றமடைவதை தனித்தனியாக நிருப்பித்தனர். ஆகையால் இவர்கள் 'மண் பாக்டீரியாலஜின் முன்னோடி' என கருதப்படுகின்றனர்.

10.3 மண்ணிலுள்ள பகுதிப்பொருள்கள்

மண் ஐந்து பெரும் பகுதிப் பொருள்களை கொண்டுள்ளது. அவையாவன,

- தாதுப் பொருள்கள்
- நீர்
- காற்று
- கரிமப் பொருள்கள்
- உயிரினங்கள்

ஒரு கிராம் மண்ணில் ஏறக்குறைய ஒரு மில்லியன் நுண்ணுயிரிகள்காணப்படுகின்றன.மண்ணிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளின் செயல்பாட்டை மண்ணிலுள்ள கரிமப் பொருள்கள், மண் கரைசல், மண்ணிலுள்ள காற்றோட்டம் போன்றவை நிர்ணயிக்கின்றது. எனவேதான் மண் ஒரு நிலையான ஊடகமாகாது.

விவசாய மண் கரைசலில் K+, Na++, Mg++, Ca++, Fe+, S–, NO_3, SO_4, PO_4 போன்ற அயனிகள் உள்ளன. வளமான மண்ணில் இவ்வயனிகள் விலங்கு, தாவர செல்களின் சிதைவினால் கரிமப் பொருள்களாகப் பெறப்படுகிறது. ஆதலால் மண், நுண்ணுயிரிகள் வளர்ச்சிக்குச் சிறந்த இயற்கை ஊடகமாகத் திகழ்கின்றன.

TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 152 19-02-2019 5.51.31 PM

10.4 மண் நுண்ணுயிரிகள்

மண் ஐந்து முக்கிய நுண்ணுயிரிகளை கொண்டுள்ளது. அவை பாக்டீரியா, ஆக்டீனோமைசீட்ஸ், பூஞ்சை, பாசிகள், புரோட்டோசோவா போன்றவை ஆகும். (அட்டவணை 10.1)

அட்டவணை 10.1: மண் நுண்ணுயிரிகள் உதாரணங்கள்

மண் நுண்ணுயிரிகள்	எடுத்துக்காட்டுகள்
பாக்டீரியா	*அக்ரோபாக்டீரியம்* *பேசில்லஸ்* *கிளாஸ்டிரிடியம்* *சூடோமோனஸ், etc.*
ஆக்டினோமைசீட்ஸ்	*ஆக்டினோமைசீஸ்* *நோக்கார்டியா* *ஸ்ட்ரெப்டோமைசீஸ்,*
பூஞ்சைகள்	*ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ்* *பியூசாரியம்* *ஆல்டர்னாரியா* *கிளாடோஸ்போரம்*
மண் ஆல்கா	*அனபினா* *ஆஸிலடோரியா* *நாஸ்டாக்*
புரோட்டோசோவா	*கோல்போடா* *நெமட்டோட்* *புளுரோட்ரைகா* *ஹெட்டிரோமிட்டா*
பாக்டீரியோபாஜ்கள்	*T4 பாக்டீரியோபாஜ்கள்*

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

ஒரு தேக்கரண்டி அளவு வளமுள்ள மண், 100 மில்லியனிலிருந்து 1 பில்லியன் பாக்டீரியாக்களை கொண்டுள்ளது. இந்த உயிருள்ள நுண்ணுயிரிகள், கரிமப்பொருள்களின் மறுசுழற்சி, மண் வளம் ஊக்குவித்தல், தாவரவளர்ச்சி போன்றவைகளுக்குத் துணை புரிகிறது. இதனால் பயிர் சாகுபடியில் விவசாயிகள் தங்கள் மண்ணில் பல்லுயிரி தன்மைகளை பராமரிப்பது மிகவும் அவசியம்.

மண் பாக்டீரியா

பல வகையான நுண்ணுயிரிகளின் மத்தியில், பாக்டீரியாக்களின் ஆதிக்கம் அதிகமாக உள்ளது. எல்லா வகையான பாக்டீரியாக்களும் மண்ணில் காணப்படுகின்றன. இதற்குக் காரணம் மண்ணில் இருக்கும் அனைத்து வகையான கரிம பொருள்கள் ஆகும். மண்ணில் வாழும் பாக்டீரியாக்கள் கரிம பொருள்களைச் சிதைப்பதற்கும், மண்ணில் இருக்கும் பொருள்களை பயனுள்ளவையாக மாற்றுவதற்கும், ஆன்டிபயாடிக் உற்பத்திக்கும், கார்பன், நைட்ரஜன், இரும்பு, பாஸ்பரஸ், கந்தகம், மெக்னிசியத்தின் உயிர்–மண் இராசயன சுழற்சிக்கும் உதவுகிறது. மண்ணில் காணப்படும் பாக்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கை மற்ற நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையைவிட அதிகமாகக் காணப்படுகிறது.

மண் ஆக்டீனோமைசீட்ஸ்

ஒரு கிராம் மண்ணில் ஒரு மில்லியின் மண் ஆக்டீனோமைசீட்ஸ் குழுக்கள் காணப்படுகின்றன. அதிக எண்ணிக்கையுள்ள ஆக்டீனோமைசீஸ் பேரினம்–*நொக்கார்டியா, ஸ்ட்ரெப்டோமைசீஸிஸ் மைக்ரோமோனோஸ்போரா* போன்றவை ஆகும். ஆக்டீனோமைசீட்ஸ் பல சிக்கலானக் கரிமப் பொருள்களைச் சிதைவடைய செய்யும் தன்மை உடையது. மேலும் இவை மண் வளத்தை ஊக்குவிப்பதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. ஆக்னோமைசீட்ஸின் முக்கியப் பண்புகளில் ஒன்றானது, ஆன்டிபயாடிக் உற்பத்தியாகும். எடுத்துக்காட்டு: *ஸ்ட்ரெப்டோமைசின், நியோமைசின், எரித்ரோமைசின், டெட்ராசைக்ளின்.*

மண் பூஞ்சைகள்

மண்ணில் பாக்டீரியா குழுக்களுக்கு அடுத்து அதிகப்படியாக ஓங்குதன்மை கொண்டது, மண் பூஞ்சைகள் ஆகும். இவற்றின் தனித் தனியான ஹைபாக்கள் இணைந்து இழை போன்ற உடலமைப்பை உருவாக்கும். அனைத்து சுற்றுச்சூழல் காரணிகளும் மண்ணின் பாக்டீரியா, ஆக்டீனோமைசீஸ் பரவலின் செல்வாக்கை கொண்டுள்ளன. ஆகவே பூஞ்சைகளும் மண்ணிலுள்ள பூஞ்சைகளின் எண்ணிக்கையின் நேரடி செல்வாக்கையும், அதிலுள்ள கரிம பொருள்களின் தரத்தையும் அளவினையும் பொருத்துள்ளது. பூஞ்சைகள் அமில மண்ணில் ஓங்கு தன்மையை பெற்றுள்ளது. ஏனென்றால் அமில

TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 153 19-02-2019 5.51.31 PM

சூழ்நிலை பாக்டீரியா அல்லது ஆக்டீனோமைசீட்ஸ் வளர்ச்சியை ஆதரிக்காது

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

மண் நுண்ணுயிரிகள் இலை தழை மக்கிய மண்(Humus) உற்பத்தி செய்யும்.

இலை தழை மக்கிய மண் என்பது மண்ணிலுள்ள கருப்பு நிற கரிமப்பொருள் ஆகும். இவை இறந்த தாவரம், விலங்கு பொருள்கள், மண் நுண்ணுயிரிகளால் சிதைக்கும் பொழுது உண்டாகும். இவை மண் வளத்தை மேம்படுத்த கூடிய அதிகபடியான ஊட்டச்சத்துகளை கொண்டுள்ளது. அதில் நைட்ரஜன் அதிகமாக காணப்படுகிறது. இலை தழை மக்கிய மண், மண்ணின் ஈரப்பதம் நிறுத்தி வைக்கவும் மண் அமைப்பு உருவாதலை ஊக்குவிக்கவும் உதவுகிறது. மண் நுண்ணுயிரிகள் தாவரவளர்ச்சியை அதிகரிக்கிறது.

மண் பாசிகள்

மண் பாசிகள் இயற்கையில் எங்கெல்லாம் ஈரம் மற்றும் சூரிய ஒளி உள்ளதோ அங்கெல்லாம் நிறைந்து காணப்படுகிறது. மண்ணின் மேற்பரப்பில் பச்சை நிற கசடுகள் போல் வெறும் கண்களுக்கு தெரியும். இவை பாக்டீரியா, பூஞ்சை அல்லது ஆக்டீனோமைசீட்ஸ் போல் அதிக எண்ணிக்கையில் காணப்படுவதில்லை. இந்திய மண்ணில் காணப்படும் சில பொதுவான பாசிகள், *குளோரெல்லா, கிளாமிடோமோனஸ், குளோரோகைடியம், குளோரோகோக்கம், இடோகோனியம்* போன்றவைகளாகும்.

நீல பச்சை பாசி அல்லது சயனோபாசிகள் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்த காரணமாக உள்ளன. நுண்ணுயிரிகளால் நிலைப்படுத்தும், நைட்ரஜன் அளவு அவற்றின் தன்மையை விட நுண்ணுயிரி உடற்செயலியல், சுற்றுச்சூழல் காரணிகளை சார்ந்துள்ளது. மண் பாசிகள், சூரிய ஒளி அடர்த்தி கனிம, கரிம நைட்ரஜன் மூலப்பொருள்கள், அளவு, வெப்ப நிலை போன்றவைகளை சார்ந்துள்ளன.

மண் புரோட்டோசோவா

மண் புரோட்டோசோவா ஒரு செல் உயிரியாகும். அவைகளின் வாழ்க்கை சுழற்சி சிஸ்டின் பண்புகளை பெற்றுள்ளது. கடினமான மண் நிலைகளை தாக்குபிடிக்க சிஸ்ட் உதவுகிறது. புரோட்டோசோவாவின் ஊட்டமுறைக்கு சில பாக்டீரியா சிற்றினங்களை முன்னிலைப்படுத்தும் புரோட்டோசோவா மண் மேற்பரப்பில் அதிகமாக உள்ளன. மேலும் அதன் எண்ணிக்கை நேரடியாக பாக்டீரியா எண்ணிக்கையை சார்ந்திருக்கிறது.

உயர் சிந்தனை கேள்விகள்

"பூஞ்சைகள் இல்லாமல் மரணம் கூட முழுமை பெறாது" – பாஸ்ச்சர்

இவ்வாக்கியத்தினை நியாயப்படுத்துக.

10.4.1 மண் நுண்ணுயிரிகளைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

பின்வருவன மண்ணிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையைப்பாதிக்கும் முக்கியக் காரணிகளாகும்.

- ஈரப்பதம்
- கார அமிலத் தன்மை (pH)
- வெப்பம்
- வாயுக்கள்
- கரிம மற்றும் கனிம உரங்கள்
- மண்ணிலுள்ள கரிமப் பொருள்கள்
- தாவர வகைகள் மற்றும் வளர்ச்சி நிலைகள்
- உழுதல்
- பருவ காலங்கள்
- மண்ணில் ஆழம்

தகவல் துளி

சில மண் நுண்ணுயிரிகள் பல வகையான பொருள்களான ஆக்ஸிஜன், ஜிப்ரலீன்கள், ஆன்டிபயாடிக் போன்றவற்றை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை தாவரவளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கின்றன.

TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 154 19-02-2019 5.51.31 PM

10.5 மண் நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகள்

மண்ணில் நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகள் நன்மை தருவனவாகவும், தீமை தருவனவாகவும் இருக்கின்றன. (வழி முறை வரைபடம் 10.1) சில தொடர்புகளைப்பற்றிகீழேஉள்ளஅட்டவணை10.2ல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகள்

தீமை தரும் தொடர்புகள்	நன்மை தரும் தொடர்புகள்
எ.கா: • கூட்டுயிரி வாழ்க்கை முறை • பயன்பெறும் வாழ்க்கை முறை • பகிர்ந்து வாழும் வாழ்க்கை முறை	எ.கா: • ஒட்டுண்ணித்துவம் • அமென்சாலிசம் • போட்டிகள்

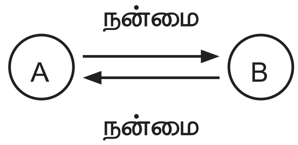
வழிமுறை வரைபடம் 10.1: நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகள்

10.5.1 நன்மை தரும் நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகள்

மண் நுண்ணுயிரிகளின் நன்மை தரும் தொடர்பானது கூட்டுயிரி வாழ்க்கை மற்றும் பயன்பெறும் வாழ்க்கைமுறைஎன இருவகைப்படும்.

கூட்டுயிரி வாழ்க்கை (பகிர்ந்து வாழும் வாழ்க்கை) [Symbiosis]

கூட்டுயிரி வாழ்க்கைக்குச் சிறந்த உதாரணம் பகிர்ந்து வாழும் வாழ்க்கையாகும். அதில் தொடர்புடைய இரு உயிரிகளும் பயன் பெறுகின்றன. பகிர்ந்து வாழும் வாழ்க்கை ஒருவித சின்ட்ரோபிஸம் (Syntrophism) ஆகும் (படம் 10.3). இதில் ஈடுபட்டுள்ள உயிரிகள் உணவைத் தங்களுக்குள் பகிர்ந்து கொள்கின்றன. பல நுண்ணுயிரிகள் தங்கள் தேவைக்கு அதிகமாகவே வைட்டமின்களையும் அமினோ அமிலங்களையும் தயாரித்துக் கொள்கின்றன. சில தங்களுக்குத் தேவையான ஒன்று அல்லது பல ஊட்டப் பொருள்களைத் தயாரித்துக் கொள்கின்றன.



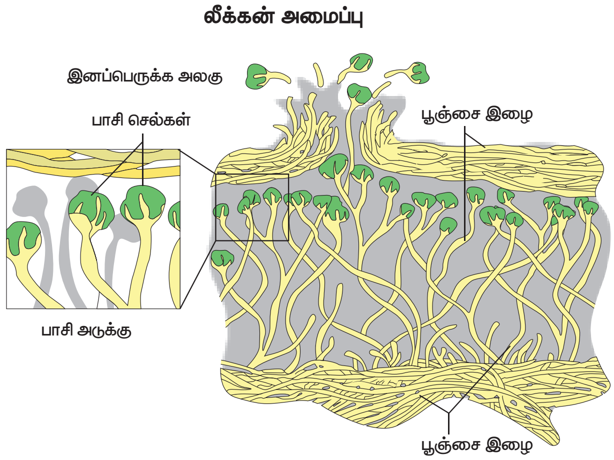
கூட்டுயிரி வாழ்க்கை என்பது அதில் தொடர்பு கொண்டுள்ள இருவித உயிரினத் தொகையும் பயன் பெறக்கூடிய தொடர்பாகும். இருவித இனத்தொகையும் ஒன்றுக்கொன்று நன்மை பெறச் சேர்ந்து வாழ்கின்றன. எடுத்துக்காட்டு: லிச்சன் (Lichen). இது பாசிகளுக்கும் பூஞ்சைகளுக்கும் இடையே ஏற்படும் பகிர்ந்து வாழும் வாழ்க்கை முறை. இது முதல் நிலை உற்பத்தியாளரான பாசியும், நுகர்வோரான பூஞ்சையும், சேர்ந்த கூட்டுயிரி ஆகும்.

அட்டவணை 10.2: மண்ணில் நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகளின் வகைகள்

தொடர்புகள்	நுண்ணுயிரி A	நுண்ணுயிரி B
நியூட்ராலிசம்	விளைவு இல்லை	விளைவு இல்லை
கமன்சாலிசம் (பயன்பெறும் வாழ்க்கை முறை)	+	விளைவு இல்லை
அமன்சாலிசம்	விளைவு இல்லை	−
மியூச்சுவாலிசம் சினெர்ஜிசம் பயன்பெறும் கூட்டு வாழ்க்கை பகிர்ந்து வாழும் வாழ்க்கை	+	+
போட்டிகள்		
ஒட்டுண்ணித்துவம்	+	−
கொன்று வாழும் வாழ்க்கை	+	−

குறிப்பு: (+) நேர்மறை விளைவு (−) எதிர்மறை விளைவு

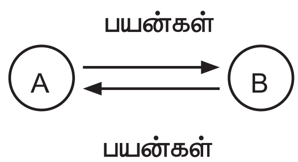
TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 155
19-02-2019 5.51.31 PM



படம் 10.3: லிச்சன்கள் புறத்தோற்றம்

பயன்பெறும் வாழ்க்கை முறை [Commensalism]

இம்முறையில் இரு உயிரினங்கள் ஈடுபடுகின்றன. இதில் ஒரு உயிரினம் மட்டும் பயனடைகிறது. மற்றொன்று, நன்மையோ, தீமையோ அடைவதில்லை. எடுத்துக்காட்டு: கட்டாய காற்றுசுவாசி பாக்டீரியாக்கள் (Facultative) அதன் வாழிடத்தைக் காற்றில்லா சுவாசிகள் வாழ்வதற்கு ஏற்றவாறு மாற்றியமைக்கிறது. நுண்ணுயிரிகள் தேவைப்படும் உயிர்ச்சத்துகளையும் வளர்ச்சிக் காரணிகளையும் மண்ணிலிருந்து எடுத்துக் கொள்கின்றன.



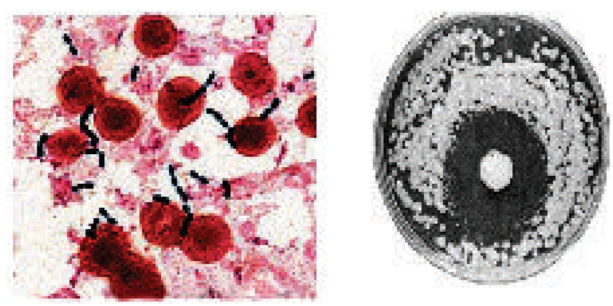
எடுத்துக்காட்டு: கட்டாயமில்லாத காற்றுசுவாசி நுண்ணுயிரிகள் ஆக்ஸிஜனை பயன்படுத்தி கொண்டு காற்றற்ற சுவாசிகளின் வளர்ச்சிக்கு அந்த இடத்தை ஏற்றதாக மாற்றுகிறது. மண்ணில் வைட்டமின்களையும் வளர்ச்சி காரணிகளையும் உற்பத்தி செய்யும் உயிரிகள், வைட்டமின்களையும் வளர்ச்சி காரணிகளையும் தேவைப்படுகிற உயிரிகளுக்கு நன்மை தருவனவாக உள்ளன.

10.5.2 தீமை தரும் நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகள்

தீமை தரும் தொடர்புகள் என்பது எதிர்மறை தொடர்பு அல்லது ஆண்டகோனஸ்டிக் தொடர்பு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது நுண்ணுயிரி மற்றொரு நுண்ணுயிரி மீது ஏற்படுத்துகின்ற தடுப்பு விளைவுகளை தீமை தரும் தொடர்பாகும். இதுவே, ஆண்டகோனிஸம் என்பதாகும்.

அமன்சலிசம் (Amensalism)

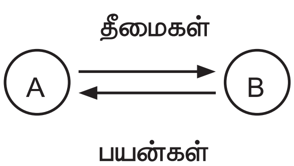
அமன்சலிசம் என்பது நுண்ணுயிரிகளுக்கு இடையான தீமை தரும் தொடர்பு ஆகும். இதில் ஒருவகை நுண்ணுயிரி மற்றொரு வகை நுண்ணுயிருக்கு தீமையை பயக்கும். மேலும் இத்தொடர்பில் இரண்டாவது வகை நுண்ணுயிரியினால் முதல்வகை நுண்ணுயிருக்கு எவ்வித விளைவும் இருக்காது. சிலவகை நுண்ணுயிரிகள் உயிர்கொல்லியையும் வளர்ச்சியை தடுக்கும் பொருட்களையும் உற்பத்தி செய்து மற்ற நுண்ணுயிரிகளின் சாதாரண வளர்ச்சியை பாதிக்கும். எடுத்துக்காட்டு: *சூடோமோனாஸ் ஏரோசினோசா* என்ற நுண்ணுயிரியால் *ஆஸ்பர்ஜில்லஸ்* டெரியஸ் என்ற நுண்ணுயிருக்கு தீமை தரும் விளைவு உண்டாகும் (படம் 10.4).



படம் 10.4: நுண்ணுயிரியின் ஆன்டோகோனிசம்

ஒட்டுண்ணித்துவம்

இந்த தொடர்பில் ஒரு உயிரினம் மற்ற உயிரினத்தில் இருந்து நன்மை பெருபவையாகவும், விருந்தோம்பி ஆனது தீமை பெறுபவையாகவும் உள்ளது. ஒட்டுண்ணித்துவம் என்பது ஒரு மிக சிக்கலான நுண்ணுயிரி தொடர்பாகும். ஒட்டுண்ணித்துவத்துக்கும், கொன்று தின்னும் முறைக்கும் இடையே வேறுபாடுகளை வரையறுப்பது கடினம். ஒட்டுண்ணி, மற்ற விருந்தோம்பி உயிரியிலிருந்து செல்கள், திசுகள், திரவம் போன்றவற்றை உட்கொள்ளும். இதில் விருந்தோம்பிக்கு தீமை உண்டாகும்.



TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 156 19-02-2019 5.51.32 PM

ஒட்டுண்ணியானது விருந்தோம்பியை சார்ந்திருக்கும். விருந்தோம்பியின் உடற்பண்புகளையும் வளர்ச்சி சிதை தொடர்பினையும் பயன்படுத்தி ஒட்டுண்ணி வாழும். எல்லா வகையான தாவரங்களும், விலங்குகளும், நுண்ணுயிரி ஒட்டுண்ணிகளின் ஏதுவான தாக்குதலால் பாதிக்கப்படுகின்றன.

10.6 ரைசோஸ்பியர்

எல்.ஹில்டனர் என்பவர் 1904 ஆம் ஆண்டு முதன்முறையாக 'ரைசோஸ்பியர்' என்ற சொல்லை உருவாக்கினார். ரைசோஸ்பியர் என்பது வளரும் தாவரங்களின் வேர்ப்பகுதியில் பல மில்லி மீட்டர் தூரம் வரை காணப்படும், அடர்த்தியான நுண்ணுயிரிகளின் செயல்வினைகள் ஆகும்.

வேர்ப் பகுதிக்கு அருகில் இருக்கும் பகுதிக்கு ரைசோஸ்பியர் என்று பெயர். வேர்கள் இல்லாத மண்ணைக் காட்டிலும் வேர்த் தொகுப்பிற்கு அருகில் இருக்கும் மற்றும் அதைச் சுற்றியுள்ள பகுதியில் நுண்ணுயிரிகள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவை, தாவரங்களின் வேர்ப்பகுதியில் காணப்படும் சத்துகள், வேர்முடிச்சுகள், சுரப்புகள், லைசேட்ஸ் (Lysates) மியூஸிஜெல் (Mucigel) போன்றவற்றில் இருந்து தேவையான ஊட்டச்சத்துகளைப் பெற்றுக்கொள்கிறது (படம் 10.5).

ரைசோஸ்பியர் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவையாவன,

- எக்ஸோ ரைசோஸ்பியர்
- எண்டோ ரைசோஸ்பியர்

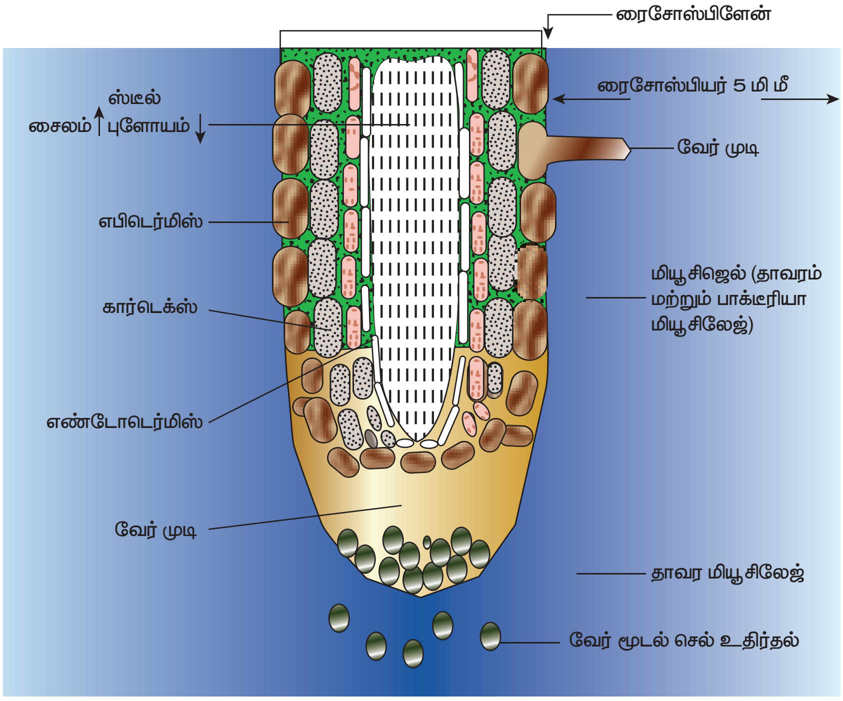
கிளார்க் என்பவர், ரைசோஸ்பிளேன் என்ற சொல்லை வேரின் மேற்பரப்பிற்குப் பயன்படுத்தலாம் என ஆலோசனை வழங்கினார்.

ரைசோஸ்பியர் விளைவு

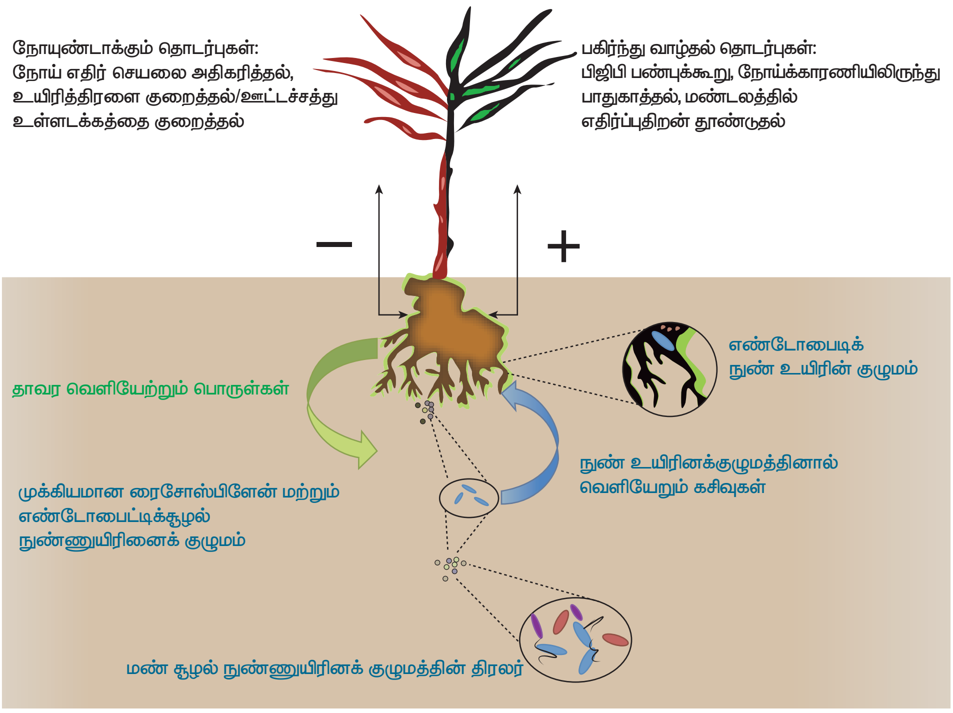
ரைசோஸ்பியர் என்பது அதிகமான நுண்ணுயிரிகள் அடங்கிய வேர்ப் பகுதியாகும். நுண்ணுயிரியின் செயல்திறன் வேர்ப்பகுதியால் தூண்டப்படுகின்றன. ரைசோஸ்பியர் விளைவில் ஆக்டீனோமைசீட்ஸ், பூஞ்சைகளைக் காட்டிலும் பாக்டீரியாக்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. (R:S விகிதம் 10–20 அல்லது அதற்கு மேல்).

உழவின் அடிப்படையில் நாம் பார்க்கும் பொழுது பயிர் தாவரங்களின் ரைசோஸ்பியர் பகுதியில் அதிகமான நைட்ரஜன், பாஸ்பேட் கரைத்தல் பாக்டீரியாக்கள் இருக்கின்றன. அவை இயற்கையின் கொடையாக கருதப்படுகின்றன (படம் 10.6).

வேர் இல்லாத மண்ணைவிட, வேர் உள்ள மண்ணில் அதிகப்படியான அமினோஅமிலங்கள்



படம் 10.5: வேர்முடி மற்றும் ரைசோஸ்பியர்



படம் 10.6: தாவர வளர்ச்சியில் ரைசோஸ்பியர் விளைவு

தகவல் துளி

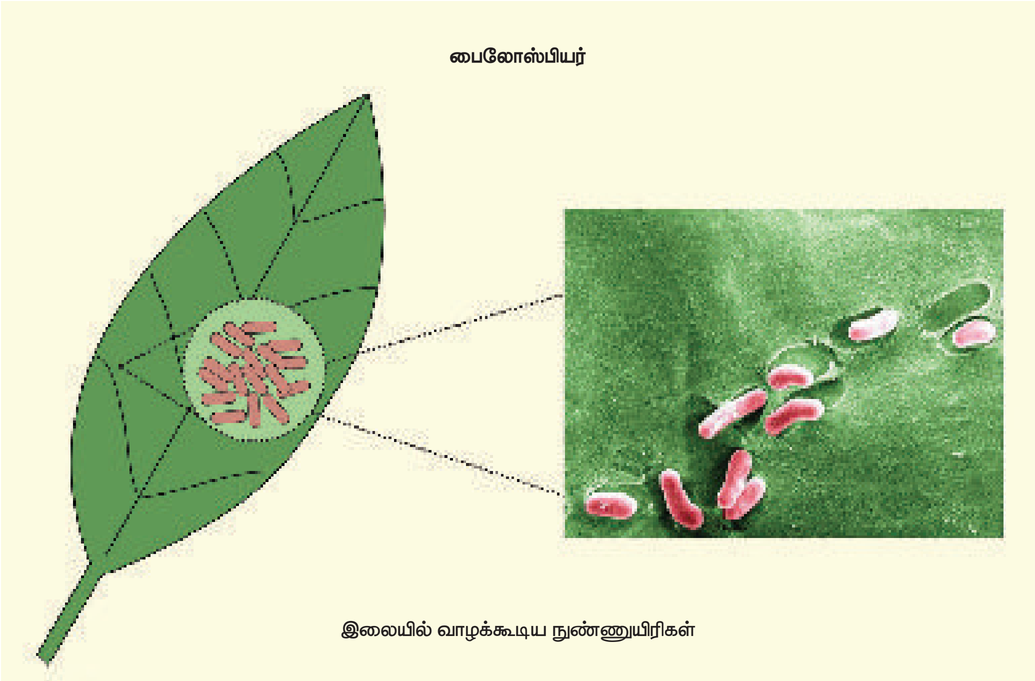
உயிர்–கசிவு வழி வெளியேற்றம்(Bioleaching) மண் நுண்ணுயிரிகள், மிக நெருங்கிய வினையூக்கி காரணிகளாக அதிக புவிவியல் செயல் முறைகளில் ஈடுபடுகிறது. அவையாவன தாது உருவாக்கம், தாது சிதைவடைதல், வீழ்படிதல் மற்றும் புவி–வேதி சுழற்சிகள் ஆகும். தற்போதைய காலத்தில் 'தாது அறிவியல்' எனும் உயிர் நீர் உலோகவியல் (Bio–hydro Metallergy) அல்லது நுண்ணுயிரி சுரங்கவியல் வேகமாக வளர்ந்து வரும் புதிய பிரிவு ஆகும். இன்னும் விரிவாக கூற வேண்டுமென்றால் உயிர் நீர் உலோகவியல், சுரங்கவியல் தொழிற்சாலையில் உயிர் தொழில் நுட்பவியலின் பயன்பாடுகள் பற்றியானது நுண்ணுயிரிகளை குறைந்த தரம் உள்ள தாதுகளிலிருந்து உலோகங்களை பிரித்தெடுக்க உதவுகிறது. எடுத்துக்காட்டு தாமிரம், துத்தநாகம், கோபால்ட், காரியம், யுரேனியம் போன்றவைகள் நுண்ணுயிரிகளுடன் சுரங்கப்பணி பொருளாதாரத்திலும் தரசுற்றுச்சூழலிலும் நட்புடன் இருக்கும்.

தேவைப்படக்கூடிய பாக்டீரியாக்கள், ரைசோஸ்பியரில் இருக்கின்றன. ரைசோஸ்பியர் விளைவு தாவரத்தின் உடலியல் நிலைகளை அதிகரிக்கிறது. அதன் மூலம் அதிக விளைச்சல் கிடைக்கிறது.

10.7 பில்லோஸ்பியர்

பில்லோஸ்பியர் என்ற சொல்லை முதன்முதலில் டச்சு நுண்ணுயிரியாளர் ரூனின் (Ruinen) என்பவர் அறிமுகப்படுத்தினார். இலையின் மேற்பரப்பு பில்லோபிளான் (Phyllosplane) எனப்படும். இலையில் நுண்ணுயிரிகள் வாழுமிடம் பில்லோஸ்பியர் ஆகும் (படம் 10.7). பெய்ஜிரினிகா, அசட்டோபாக்டர் போன்றவைகள் அடர்ந்த காடுகளின் உள்ள மரங்களின் இலைகளில் அதன் மேற்பரப்பில் காணப்படும் முதன்மையான பயனுள்ள பாக்டீரியாக்கள் ஆகும். இவை தழைச்சத்தான நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தும் பாக்டீரியாக்களைத் தவிர சூடோமோனஸ், சூடோபாக்டீரியம், பைட்டோமோனாஸ் போன்றவையும் தாவரத்தின் மேற்பகுதியில் கொண்டுள்ளன. இலையின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் நுண்ணுயிரிகள், தாவரத்தின் வயது, இலையின் மேற்பரப்பு, புறத்தோற்றம் அதன் முதிர்ச்சி தன்மை போன்றவைகளை பொருத்து மாறுபடுகின்றன. வளிமண்டலக் காரணிகளும், இலையின்

TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 158 19-02-2019 5.51.33 PM



படம் 10.7: பில்லோஸ்பியர் பாக்டீரியாவின் நுண்ணோக்கி தோற்றம்

தகவல் துளி

தாவர வளர்ச்சி ஊக்குவிக்கும் பாக்டீரியா (PGPB–Plant Growth Promoting Bacteria)

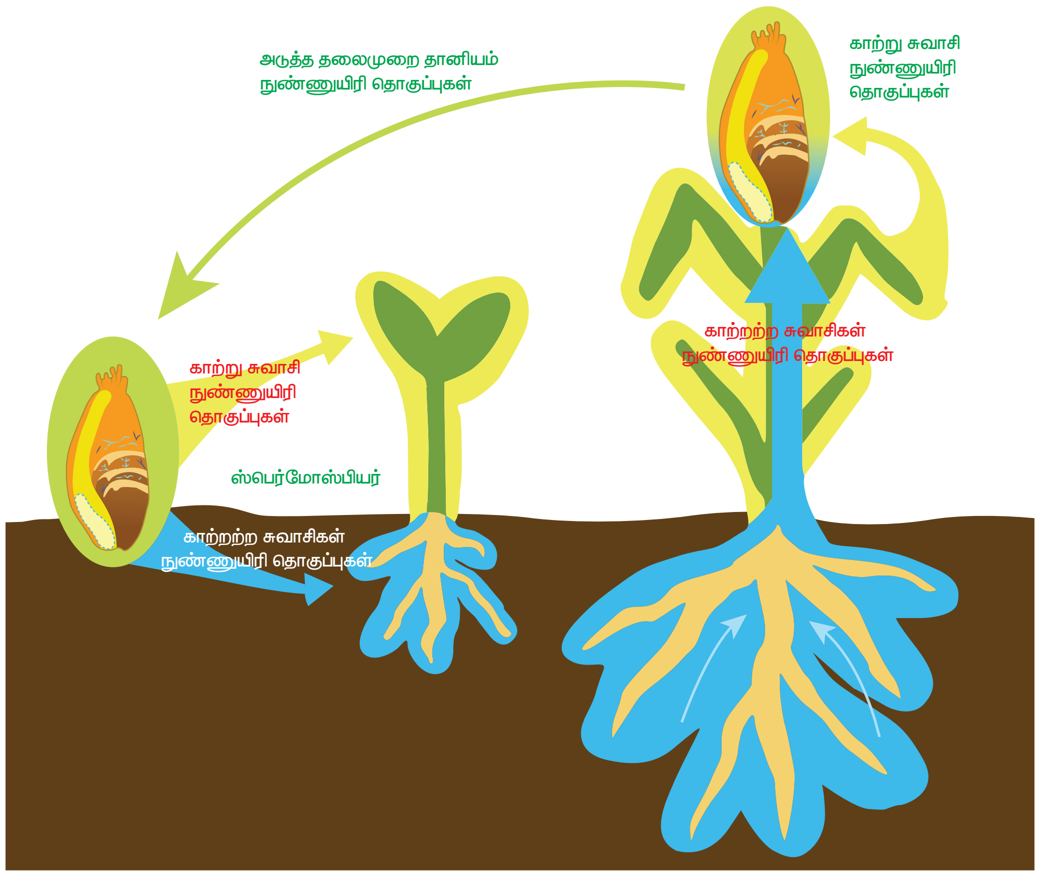
- PGPB தாவர வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கிறது. அவையாவன தனித்து வாழும் பாக்டீரியா, தாவரத்துடன் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை வாழும் பாக்டீரியா (எடுத்துக்காட்டு: ரைசோபியா, பிராங்கியா) சில தாவர திசுகளில் வளரும் பாக்டீரியா எண்டோபைட் மற்றும் சயனோ பாக்டீரியா(நீல பச்சை பாசி) PGPB–ஊட்டச்சத்து ஆதாரங்களை கையகப்படுத்த வசதி செய்து அல்லது தாவர ஹார்மோன் அளவை மாற்றி நேரடியாக தாவர வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கவோ அல்லது தடை செய்யவோ கூடும்.
- PGPB வேளாண்மை, தோட்டக்கலை, மரவளர்ப்பு கலை, சுற்றுச்சூழல் ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தப்படும் வேதிப் பொருள்களை மாற்றுகிறது.

மேற்பரப்பில் காணப்படும் நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையை மாற்றியமைக்கும்.

10.8 ஸ்பெர்மோஸ்பியர்

ஸ்பெர்மோஸ்பியர் என்பது விதையின் மேற்பரப்பைக் குறிப்பதாகும் (படம் 10.8). விதையின் மேல்பகுதியில் காணப்படும் நுண்ணுயிரிகள் ஸ்பெர்மோஸ்பியர் நுண்ணுயிர்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலான நுண்ணுயிரிகளின் வகை தீமையற்றதாகவோ அல்லது நன்மை செய்யும் தன்மையுடையதாகவோ இருக்கும். சிலவகை நுண்ணுயிரிகள் பயிர் நோய்க் காரணிகளாகவும் இருக்கலாம். நன்மை பயக்கும் ஸ்பெர்மோஸ்பியர் நுண்ணுயிரிகள் வெளியிடும் உலர்சத்துகள் விதைமுளைப்பு திறனை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. துளிர்விடும் விதைகள் வெளியிடும் வேதிப்பொருள்கள் நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையையும், வகையையும் மாறுபடுத்துகின்றன.

மேலும் விதைகளில் காணப்படும் நுண்ணுயிரிகளுக்கும் மண்ணில் காணப்படும் நுண்ணுயிரிகளுக்கும் இடையே சிலவகை தொடர்புகளை விதை வேதிப்பொருள்கள் ஏற்படுத்துகின்றன. விதைகளை மண்ணில் புதைக்கும் பொழுது, விதை வழி நுண்ணுயிரிகளுக்கம் மண் நுண்ணுயிரிகளுக்கும் இடையே சில தொடர்புகள், விதை முளைப்பு



படம் 10.8: ஸ்பெர்மோஸ்பியர்

மூலம் உண்டாக்கும் வேதிப்பொருள்களின் செல்வாக்கினால் நடைபெறுகின்றன.

படம் தாவர நுண்ணுயிரி இடையே உள்ள தொடர்பு

சுருக்கம்

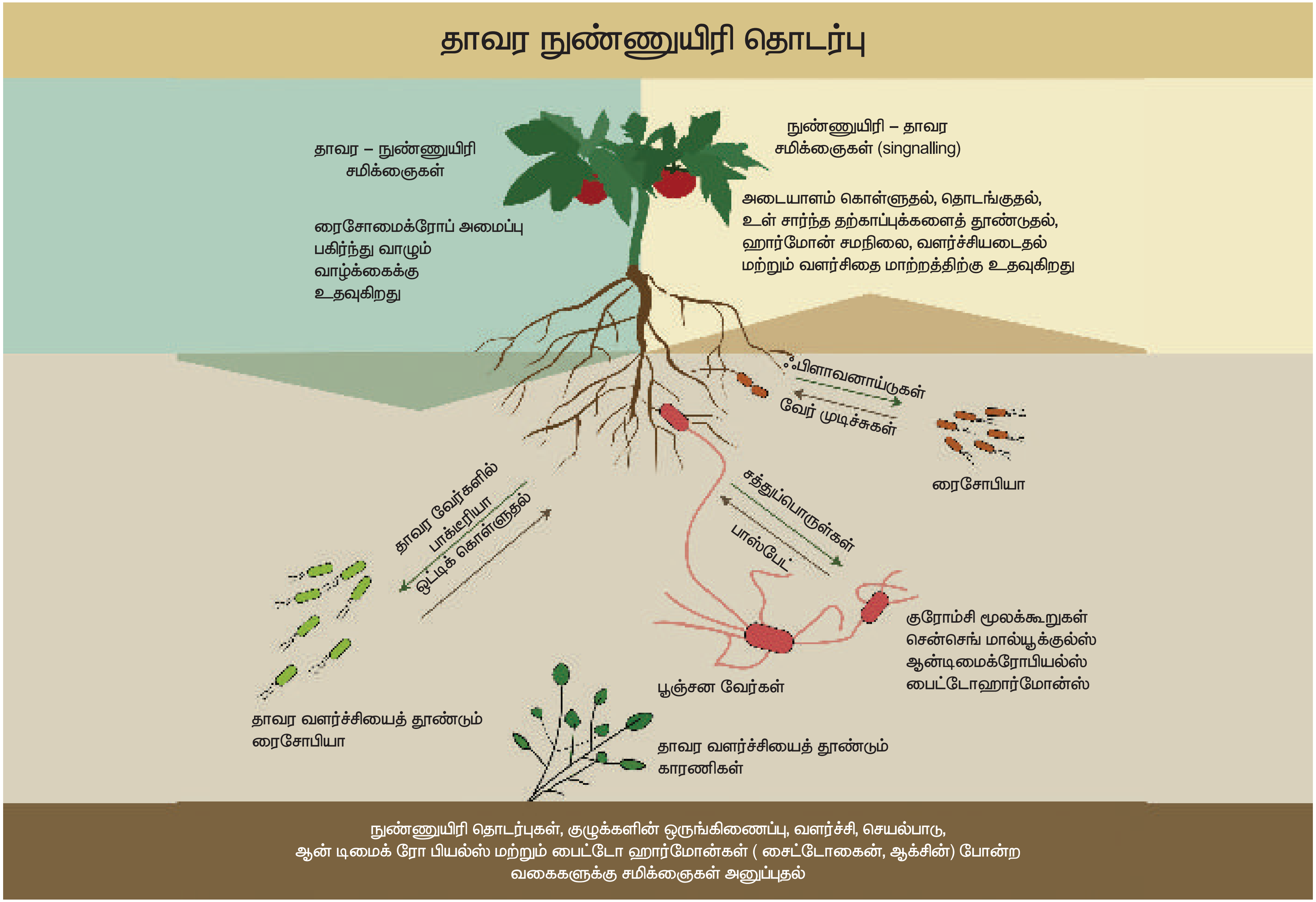
புவியின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் தளர்ந்த பொருளுக்கு மண் என்று பெயர். மண் தன் வளத்திற்கு அது உள்ளடக்கியுள்ள உயிருள்ள மற்றும் உயிரற்ற கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது. மண் ஐந்து பெரும் பகுதிகளைக் கொண்டு உள்ளது. அவை தாதுப்பொருள்கள், நீர், காற்று, கரிமப்பொருள்கள் மற்றும் உயிரினங்களை உள்ளடக்கியுள்ளது. மண்ணின் சூழ்நிலை பல்வேறு வழிகளில் தனித்துவம் பெற்றது. பாக்டீரியா, பூஞ்சை, ஆக்டினோமைசீட்ஸ், பாசிகள், ஒருசெல் ஒட்டுண்ணி போன்ற நுண்ணுயிரிகளை உள்ளடக்கி உள்ளது. மண்ணில் நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையானது – ஈரப்பதம், கார, அமிலத்தன்மை, வெப்பம், கரிம மற்றும் கனிம பொருள்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

மண்ணில் நுண்ணுயிரிகள் நன்மை மற்றும் தீமை தரும் தொடர்புகளைக் கொண்டுள்ளது. கூட்டுயிர் வாழ்க்கை மற்றும் பயன்தரும் வாழ்க்கை முறையை நுண்ணுயிரிகள் நன்மை தரும் தொடர்புகளாகக் கொண்டுள்ளன. ஒட்டுண்ணித்துவம் என்பது தீமை தரும் தொடர்பு உள்ளடக்கியுள்ளது.

வேர்த்தொகுப்பிற்கு அருகாமையில் உள்ள பகுதியே ரைசோஸ்பியர் எனப்படும். அதிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கை வேர்கள் இல்லாத மண்ணைக் காட்டிலும் வேர்த்தொகுப்பிற்கு அருகிலுள்ள பகுதியில் அதிகமாகக் காணப்படும். இலையின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் நுண்ணுயிரிகள் பில்லோஸ்பியர் எனப்படும். ஸ்பேர்மோஸ்பியர் என்பது விதையின் மேற்பரப்பைக் குறிப்பதாகும். விதையின் மேல்பகுதியில் காணப்படும் நுண்ணுயிரிகளுக்கு ஸ்பேர்மோபியர் நுண்ணுயிரிகள் என்று பெயர்.

ஆண்டிபயாடிக் – ஒரு நுண்ணுயிரியால் உற்பத்தி செய்யும் பொருள் மற்ற நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சி மற்றும் வளர்சிதையைப் பாதிக்கும்.

TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 160 19-02-2019 5.51.33 PM


தாவர நுண்ணுயிரி தொடர்பு
தாவர – நுண்ணுயிரி சமிக்ஞைகள்
ரைசோமைக்ரோப் அமைப்பு பகிர்ந்து வாழும் வாழ்க்கைக்கு உதவுகிறது
நுண்ணுயிரி – தாவர சமிக்ஞைகள் (singnalling)
அடையாளம் கொள்ளுதல், தொடங்குதல், உள் சார்ந்த தற்காப்புக்களைத் தூண்டுதல், ஹார்மோன் சமநிலை, வளர்ச்சியடைதல் மற்றும் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உதவுகிறது
ஃபிளாவனாய்டுகள்
வேர் முடிச்சுகள்
ரைசோபியா
சத்துப்பொருள்கள்
பாஸ்பேட்
தாவர வேர்களில் பாக்டீரியா ஒட்டிக் கொள்ளுதல்
குரோம்சி மூலக்கூறுகள்
சென்செங் மால்யூக்குல்ஸ்
ஆன்டிமைக்ரோபியல்ஸ்
பைட்டோஹார்மோன்ஸ்
பூஞ்சன வேர்கள்
தாவர வளர்ச்சியைத் தூண்டும் ரைசோபியா
தாவர வளர்ச்சியைத் தூண்டும் காரணிகள்
நுண்ணுயிரி தொடர்புகள், குழுக்களின் ஒருங்கிணைப்பு, வளர்ச்சி, செயல்பாடு, ஆன் டிமைக் ரோ பியல்ஸ் மற்றும் பைட்டோ ஹார்மோன்கள் (சைட்டோகைன், ஆக்சின்) போன்ற வகைகளுக்கு சமிக்ஞைகள் அனுப்புதல்

சுய மதிப்பீடு

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுக்கவும்

1. மண் பாசிகளுக்கு உதாரணம் தருக

   அ) அனாபினா ஆ) ஆஸிலட்டோரியா

   இ) நாஸ்டாக் ஈ) மேலுள்ள அனைத்தும்

2. லிச்சன்கள் __________ க்கு எடுத்துக்காட்டாகும்

   அ) கூட்டுயிரி வாழ்க்கை

   ஆ) ஒட்டுண்ணித்துவம்

   இ) பயன்பெறும் வாழ்க்கை முறை

   ஈ) இவை அனைத்தும்

3. லிச்சன்களின் தொடர்பு ____________ மற்றும் ______________ இடையே உள்ளவையாகும்.

   அ) பாக்டீரியா மற்றும் வைரஸ்
   ஆ) பாசி மற்றும் பாக்டீரியா
   இ) பாசி மற்றும் பூஞ்சை
   ஈ) வைரஸ் மற்றும் பூஞ்சை

4. தீமை தரும் நுண்ணுயிரி தொடர்பு ________________ என்று அழைக்கப்படுகிறது.

   அ) மியூச்சுவலிசம்
   ஆ) ஆன்டகோனிசம்
   இ) பகிர்ந்து வாழும் முறை
   ஈ) கூட்டுயிரி வாழ்க்கை முறை

5. ____________ முதன் முதலில் ரைசோஸ்பியர் வார்த்தையை உருவாக்கினார்.

   அ) எல். ஹில்ட்னர் ஆ) ரூனின்

   இ) பாஸ்ச்சர் ஈ) கோச்

6. இலையின் மேற்பரப்பு __________________ என அழைக்கப்படுகிறது

   அ) ரைசோஸ்பிளேன்
   ஆ) ஸ்பெர்மோபிளான்
   இ) பில்லோபிளான்
   ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

7. ஸ்பெர்மோஸ்பியர் ஒரு __________________

   அ) இலை மற்றும் நுண்ணுயிரி
   ஆ) வேர் மற்றும் நுண்ணுயிரி
   இ) விதை மற்றும் நுண்ணுயிரி
   ஈ) மேற்கண்ட அனைத்தும்

பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடை தருக

1. மண் என்றால் என்ன?
2. இரண்டு மண் நுண்ணுயிரிக்கு எடுத்துக்காட்டுத் தருக?
3. நுண்ணுயிரின் தொடர்புகளின் வகைகள் யாவை?
4. தீமை தரும் நுண்ணுயிரிகளின் தொடர்புகளை விளக்குக?
5. ரைசோஸ்பியர், வரையறு?
6. ரைசோஸ்பிளேன் வரையறுக்கவும்?
7. பில்லோஸ்பியரைப் பற்றிக் கூறுக?
8. ஸ்பெர்மோஸ்பியர் என்றால் என்ன?
9. ஒட்டுண்ணித்துவம் விவரி?
10. பயன்பெறும் வாழ்க்கை முறையை விளக்குக.
11. மண் பூஞ்சைகள் மற்றும் ஆக்டினோமைசீட்ஸ்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் தருக?
12. மண்ணிலுள்ள உட்கூறுகளைப் பற்றி எழுதுக
13. வெவ்வேறு வகையான மண் நுண்ணுயிரிகளை மண் நுண்ணுயிர்களின் வரைபடம் மூலம் விளக்குக?
14. மண்ணில் நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கையைப் பாதிக்கும் காரணிகள் யாவை?
15. நுண்ணுயிரிகளுக்கிடையேயான தொடர்புகளை விவரி.
16. கூட்டுயிரி வாழ்க்கை முறை அல்லது பகிர்ந்து வாழும் கூட்டுயிர் வாழ்க்கை முறையைப் பற்றி எழுதுக?
17. ரைசோஸ்பியர் – விவரி?
18. ரைசோஸ்பியர் விளைவை விளக்குக?

மாணவர் செயல்பாடு

1. நிறம் துகள்களின் அமைப்பு, ஈரப்பதம் போன்றவைகளின் அடிப்படையில் பலவித மண்களை சேகரிக்கவும்.
2. வினோகிராட்ஸ்கை பத்தியினை செய்க

TN_GOVT_XI_Micro_Biology_TAMIL_CH10.indd 162 19-02-2019 5.51.34 PM