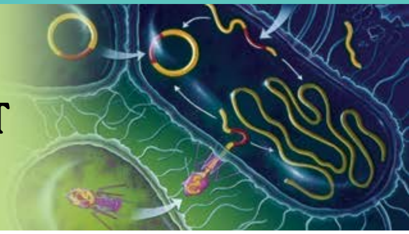
1 நுண்ணங்கிகளின் பிரயோகங்கள்



1.1 நுண்ணங்கிகள்

நீங்கள் தரம் 8 இல் நுண்ணங்கிகள் தொடர்பாகக் கற்றவற்றை மீட்டிப் பாருங்கள். நுண்ணங்கிகள் தனிக்கலத்தால் அல்லது பல கலங்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன என்றும் வெறுங்கண்ணால் தெளிவாகப் பார்க்க முடியாதன என்றும் கற்றுள்ளீர்கள். இவ்வாறு ஏற்கனவே கற்ற விடயங்களின் அடிப்படையில் ஒப்படை 1.1 இல் ஈடுபடுங்கள்.

ஒப்படை 1.1

- நுண்ணங்கிக் கூட்டங்களையும் அவற்றிடலங்கும் நுண்ணங்கிகளின் பெயர்களையும் கொண்ட பட்டியல் ஒன்றைத் தயாரியுங்கள்.

அயற்சூழலில் மட்டுமன்றி எமது உடலினுள்ளும் நுண்ணங்கிகள் வாழ்கின்றன.

பெரும்பாலான நுண்ணங்கிகள் மனிதனுக்கும் ஏனைய விலங்களுக்கும் தாவரங் களுக்கும் நன்மை பயப்பனவாகும். சில நுண்ணங்கிகள் பாதகமானவையாகும்.

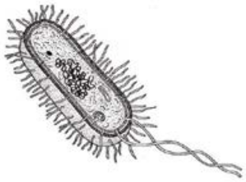
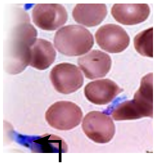
புவிமீது வாழும் அங்கிக் கூட்டங்களிடையே நுண்ணங்கிகள் மிகக் கூடிய பரம்பலைக் கொண்டன. நுண்ணங்கிகள் மிகவும் எளிய உடலமைப்பைக் கொண்டிருப்பதுடன் துரித வளர்ச்சி மற்றும் இனப்பெருக்க வீதத்தையும் கொண்டன.

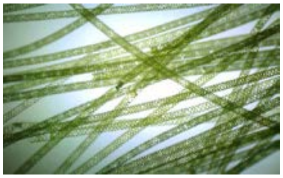
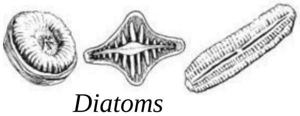
நுண்ணங்கிகள் பல்வேறு சூழல் நிலைமைகளுக்கும் பல்வேறு போசணை முறைகளுக்கும் மிக எளிதில் இசைவாகத்தக்க ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன.

நுண்ணங்கிகளில், தனிக்கல அங்கிகளும் பல்கல அங்கிகளும் உள்ளன. பிரதான நுண்ணங்கிக் கூட்டங்களாகப் **பற்றீரியா, பங்கசுக்கள், அல்கா, புறோட்டோசோவா** ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். அத்துடன் உயிருள்ளவற்றிற்கும் உயிரற்றவற்றிற்கும் இடைப்பட்ட இயல்புகளைக் கொண்ட கூட்டமான **வைரசும்** நுண்ணங்கிக் கூட்டத்தின் கீழ் உள்ளடங்குகின்றது.

அட்டவணை 1.1 இனை ஆராய்வதன் மூலம் நுண்ணங்கி வகைகள் தொடர்பான தகவல்களை அறிந்துகொள்வோம்.

அட்டவணை 1.1

நுண்ணங்கிக் கூட்டம்	இயல்புகள்	உதாரணம்
பற்றீரியா 	▫ தனிக்கல நுணுக்குக்காட்டிக் குரிய அங்கிக் கூட்டம். ▫ பல்வேறுபட்ட உடல்வடிவங்க ளைக் கொண்டவை. ▫ புவியின் மீது அனைத்துச் சூழல் களிலும் மிகப் பெருமளவில் பரந்து காணப்படுபவை.	▫ *Lactobacillus bulgaricus* (பாலுணவு உற்பத்தி யில் பயன்படுபவை) ▫ *Bacillus anthracis* (அந்திராக்ஸ் நோயாக்கி) ▫ *Acetobactor aceti* (வினாகிரி உற்பத்தி யில் பயன்படும்) ▫ *Vibrio cholerae* (வாந்திபேதி (கொலரா) நோயாக்கி)
பங்கசு மியுக்கர் மதுவம்	▫ தனிக்கல மற்றும் பல்கலத்தா லானவை. ▫ சில பங்கசுக்களின் இனப் பெருக்கக் கட்டமைப்புகள் வெறுங் கண்ணால் பார்க்கக் கூடியவை. உதாரணம் : காளான் ▫ ஈரலிப்பான கீழ்ப் படையில் வளரக் கூடியவை.	▫ *Mucor* (பாண் பூஞ்சணம்) ▫ *Saccharomyces* (மதுவம்)
புரோட்டோசோவா அமீபா பரமேசியம் யூக்ளினா  பிளாஸ்மோடியம்	▫ தனிக்கல நுணுக்குக்காட்டிக் குரியவை. ▫ இடப்பெயர்ச்சிக்காக பிசிர்கள், சவுக்குமுளைகள், போலிப் பாதங்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டிருப்பவை. ▫ நீர்ச்சூழலில் மட்டுமன்றி உயிரிகளின் உடல்களினுள்ளும் வாழும்.	▫ *Amoeba* (அமீபா) ▫ *Paramecium* (பரமேசியம்) ▫ *Euglena* (யூக்ளினா) ▫ *Plasmodium* (பிளாஸ்மோடியம்)

அல்காக்கள் *Chlamydomonas*  *Spirogyra*  *Diatoms*	▫ தனிக்கல மற்றும் பல்கலத்தாலானவை. ▫ பிரிவிலி, இழையுருவான உடலமைப்பைக் கொண்டவை. நீரில் மிதந்தவாறு காணப்படும் நுணுக்குக்காட்டிக்குரிய அல்காக்கள் தாவர பிளாந்தன்கள் ஆகும். ▫ பச்சையம் அல்லது குளோரோபில் எனும் நிறப் பொருளைக் கொண்டிருப்பதால் ஒளித்தொகுப்பிற்குரியவை. ▫ உல்வா போன்ற சில அல்கா வகைகள் வெறும் கண்ணால் காண முடியாதவை.	▫ *Chlamydomonas* (கிளமிடோமொனசு) ▫ *Spirogyra* (ஸ்பைரோகைரா) ▫ *Diatoms* (தயற்றங்கள்)
வைரசு 	▫ நுணுக்குக்காட்டிக்குரியன ▫ உயிருள்ள மற்றும் உயிரற்ற இயல்புகளைக் காட்டுபவை. ▫ அங்கிகளின் உடலினுள் மட்டும் பெருக்கமடையும். ▫ கல ஒழுங்கமைப்பு காணப்படாது. ▫ சுவாசம், வளர்ச்சி போன்ற உயிரியல் இயல்புகளைக் காட்டாது.	▫ இன்புளுவன்சா வைரசு ▫ HIV ▫ எபோலா வைரசு (Ebola) ▫ டெங்கு வைரசு (Arbo)

மேற்படி அட்டவணையில் நுண்ணங்கிகளின் உருப்பெருப்பிக்கப்பட்ட படங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இந்த உதாரணங்களின் விஞ்ஞானப் பெயர்களை மனனம் செய்தல் அவசியமன்று.

1.2 நுண்ணங்கிகள் வாழும் சூழலும் அவற்றின் கீழ்ப்படையும்

புவியின் மீது ஏனைய உயிரங்கிகள் வாழும் அனைத்துச் சூழல்களிலும் நுண்ணங்கிகள் வாழ்கின்றன. மண், நீர் மட்டுமன்றி வளிமண்டலத்தில் சுமார் 6 km உயரம் வரை நுண்ணங்கிகள் பரந்து காணப்படுகின்றன. தாவர மற்றும் விலங்குகளின் உடல் மேற்பரப்பில் மட்டுமன்றி, உடலின் உள்ளேயும் நுண்ணங்கிகள் வாழ்கின்றன. இறைச்சி வகைகள், மீன்கள், காய்கறிகள், பழங்கள், மனிதனின் தோல், வாய்க்குழி, உணவுக் கால்வாய், சிறுநீர்ச்சனினி வழி ஆகியன நுண்ணங்கிகள் செறிந்து வாழும் முக்கியமான கீழ்ப்படைகளாகக் காணப்படுகின்றன.

நுண்ணங்கிகள் பெரும்பாலான அங்கிகள் வாழ்வதற்குப் பொருத்தமற்ற ஆபத்தான சூழல் நிலைமைகளிலும் வாழக்கூடிய ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளன. வெந்நீரூற்றுகள், உவர்ச் சதுப்பு நிலங்கள், பெற்றோல், டீசல் போன்ற திரவங்கள் ஆகியன அவ்வாறான சூழல்களாகும்.

1.3 நுண்ணங்கிகளின் செல்வாக்கு

பொருளாதார மேம்பாட்டுக்காகவும் பல்வேறு பரிசோதனைகளுக்காகவும் நுண்ணங்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவ்வாறான துறைகளாக விவசாயத்துறை, வைத்தியத்துறை பல்வேறு கைத்தொழில் துறைகள், சூழல் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம். இங்கு நுண்ணங்கிகள் பயன்படுத்தப்படும் விதத்தை இனி ஆராய்வோம்.

1.3.1 நுண்ணங்கிகளின் அனுகூலமான விளைவுகள்

விவசாயக் கைத்தொழிலில் நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தல்.

- **பரம்பரையலகுத் தொழில்நுட்பப் பிரயோகம்**

பொன்னிற அரிசி சாதாரண அரிசி

உரு 1.1

நவீன கைத்தொழிற் துறையில் அதிகளவில் விளைச்சலைத் தரக்கூடிய பயிர்கள் மற்றும் விலங்குகளை உற்பத்தி செய்தல், பனி, அதிக வெப்பம் போன்ற பாதகமான சூழல் நிலைமைகளுக்குத் தாக்குப் பிடிக்கக்கூடிய பயிர்களை உற்பத்தி செய்தல், பீடைகளுக்கு எதிர்ப்புத் தன்மை யுடைய பயிர்களை உற்பத்தி செய்தல், மற்றும் தரத்தில் கூடிய பால், இறைச்சி போன்ற உற்பத்திகளுக்காக விலங்குகளை விருத்தி செய்தல் போன்ற அனுகூலங்களைப் பெறுவதற்காகப் பரம்பரையலகுத் தொழில்நுட்பம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அவ்வாறே உயிரியற் பீடை கொல்லிகள், களைகொல்லிகள் ஆகியவற்றில் உற்பத்தியிலும் நுண்ணங்கிகள் பயன்படுத்தப்படும். விற்றமின் A யை உள்ளடக்கிய போசணைப் பெறுமானம் கூடிய பொன்னிற அரிசி உற்பத்தியில் *Erwinia uredovora* எனும் பற்றீரியாவின் பரம்பரை அலகுகள் பயன்படுத்தப்படுகிறன. (உரு 1.1) *Bacillus theringiensis* பற்றீரியாவின் நிறமூர்த்தங்களை இணைப்பதன் மூலம் பீடைகளுக்கு நச்சுத்தன்மையான இரசாயனப் பதார்த்தங்கள் உற்பத்தியாக்கப்படும்.

● நைதரசன் பதித்தல்

வளிமண்டலத்தில் ஏறத்தாழ 78 % மாக நைதரசன் வாயு காணப்படுகிறது. பெரும்பாலான தாவரங்களால் இந்த நைதரசன் வாயுவை நேரடியாகப் பயன்படுத்த முடியாது. எனினும் போஞ்சி, பயற்றை, சிறகவரை போன்ற அவரைக் குடும்பத் தாவரங்களின் வேர்ச் சிறுகணுக்களில் (உரு 1.2) வாழுகின்ற றைசோபியம் (*Rhizobium*) வகை பற்றீரியாக்களுக்கு வளிமண்டல நைதரசனை நேரடியாகப் பயன்படுத்தும் ஆற்றல் உண்டு. இச்செயன்முறை **நைதரசன் பதித்தல்** எனப் படும்.

உரு 1.2 ▲ அவரைக் குடும்பத் தாவரங்களின் வேர்ச் சிறுகணுக்கள்

அவரைக் குடும்பத் தாவரங்களின், விளைச்சலை அதிகரிப்பதற்காக றைசோபியம் பற்றீரியாக்கள் வர்த்தக ரீதியாக உற்பத்தி செய்யப்பட்டு நிலத்தில் சேர்க்கப்படும். மேலும், நைதரசன் பதித்தலில் பங்களிப்புச் செய்யும் மண்ணில் சுயாதீனமாக வாழும் அசற்றோபக்ரர் (*Azotobacter*) எனப்படும் பற்றீரியாக்களும் பயிர் நிலங்களுடன் நேரடியாகச் சேர்க்கப்படும். இவை **உயிரியல் வளமாக்கிகள்** (Bio fertilizer) என அழைக்கப்படும்.

● கூட்டுப் பசளை உற்பத்தி

நுண்ணங்கிகள் மூலம் சேதனப் பதார்த்தங்கள் பிரிகையடையும் வீதம் துரிதமாக்கப்பட்டுக் கூட்டுப் பசளை உற்பத்தி செய்யப்படும். கூட்டுப் பசளை மண்ணிற்குக் கனியுப்புக் களைப் படிப்படியாக வழங்கி தாவரங்கள் வளர்வதற்கு ஏற்ற நிலையைத் தோற்றுவிக்கும். கூட்டுப் பசளையில் அடங்கியுள்ள சேதனப் பதார்த்தங்களின் பிரிகை பெரும் பாலும் பற்றீரியா, பங்கசு ஆகிய நுண்ணங்கிக் கூட்டங்களால் மேற் கொள்ளப்படுகிறது.

உரு 1.3 ▲ சேதனப் பதார்த்தங்களிலிருந்து கூட்டுப் பசளை உற்பத்தி

● உயிரியல் பீடைக் கொல்லிகளாகப் பயன்படல்

பயிர்களுக்குச் சேதம் விளைவிக்கும் பூச்சிப் பீடைகளை கட்டுப்படுத்துவதற்காக உயிரியல் பீடை கொல்லிகளாகச் சில வகை நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

உதாரணம் : சல்வீனியா எனப்படும் நீர்வாழ் களைகள் கட்டுப்படுத்துவதற்கு *Aiternaria* எனும் பங்கசு பயன்படுத்தப்படும்.

மருத்துவத் துறையில் நுண்ணங்கிகளின் பயன்பாடு

நுண்ணங்கிகளினால் ஏற்படும் பெரும்பாலான நோய்களைக் குணப்படுத்துவதற்காக நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள், தடுப்பு மருந்துகள், பிறபொருளெதிரிகள் மற்றும் நச்சு எதிர்ப்புப் பதார்த்தங்கள் ஆகியவற்றினை உற்பத்தி செய்வதற்கும் நுண்ணங்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

• நுண்ணுயிர்க்கொல்லிகள் தயாரிப்பு

உரு 1.4 ▲ நுண்ணுயிர்கொல்லி மருந்து வகைகள்

ஒரு நுண்ணங்கியின் உடலினுள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றதும் மற்றொரு நுண்ணங்கியை அழிக்கக்கூடிய அல்லது அதனை நலிவடையச் செய்யக்கூடியதுமான இரசாயனப் பதார்த்தங்கள் நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள் (Antibiotics) என அழைக்கப்படும். பற்றீரியாக்கள், பங்கசுக்கள் என்பன நுண்ணுயிர்க்கொல்லிகள் தயாரிப்பதற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகளால் பற்றீரியாக்களையோ பங்கசுக்களையோ அழிக்க முடியுமாயினும் வைரசுக்களை அழிக்க முடியாது.

நுண்ணுயிர்க்கொல்லிகள் மனிதனுக்குப் பாரியளவு பாதிப்புக்களை ஏற்படுத்தாவிடினும் வைத்திய ஆலோசனையின்றி அவற்றைப் பயன்படுத்துவதால் பக்க விளைவுகள் ஏற்படக்கூடும்.

பெனிசிலின், அம்பிசிலின், ரெற்றாசைக்கிளின், எரித்திரோமைசின் போன்ற நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள் பற்றீரியாக்களை அழிக்கவல்லன. **கிறீசியோபுளூவின்** எனப்படும் நுண்ணுயிர்க்கொல்லி பங்கசுக்களை அழிக்கவல்லது.

மேலதிக அறிவிற்காக

- *பிரான்ஸ் நாட்டு விஞ்ஞானியான அலெக்சாண்டர் பிளெமிங்கினால் முதலாவது நுண்ணுயிர்க் கொல்லியான பெனிசிலின் (penicillin) கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.*
- *அந்த நுண்ணுயிர்க்கொல்லி மருந்து Penicillium notatum எனப்படும் பங்கசுவினால் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது.*

- **நோய்த்தடுப்பு மருந்து அல்லது வக்சீன் தயாரிப்பு**

நோய்த்தடுப்பு மருந்தாக வீரியம் குறைக்கப்பட்ட அல்லது இறந்த நுண்ணங்கிகள் மற்றும் நுண்ணங்கிகளால் தோற்றுவிக்கப்படும் நச்சுப் பதார்த்தங்கள் பயன்படுத்தப் படும்.

- வீரியம் குறைக்கப்பட்ட நுண்ணங்கிகள் தடுப்பு மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படல்

  உதாரணம் : போலியோ, காசநோய், சின்னமுத்து போன்ற நோய்களுக்கான தடுப்பு மருந்துகள்

- இறந்த நுண்ணங்கிகள் தடுப்பு மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படல்

  உதாரணம் : வாந்திபேதி, இன்புளுவென்சா, தைபோயிட்டுக் காய்ச்சல் போன்ற நோய்களுக்கான தடுப்பு மருந்துகள்

- நச்சுத்தன்மை நீக்கப்பட்ட தொட்சின்கள் தடுப்பு மருந்தாகப் பயன்படுத்தப் படல்.

  உதாரணம் : ஏற்புவலி, தொண்டைக் கரப்பான் போன்ற நோய்களுக்கான தடுப்பு மருந்துகள்

- நுண்ணங்கிகளின் உடற் பகுதிகளைப் பயன்படுத்திப் பரம்பரையலகுப் பொறியியற் தொழில்நுட்பம் மூலம் உற்பத்தி செய்யப்படும் தடுப்பு மருந்துகள்

  உதாரணம் : ஹெப்பற்றைற்றிஸ் B தடுப்பு மருந்து

ஒப்படை 1.2

இலங்கையில் வழங்கப்படும் தடுப்பு மருந்துகள் தொடர்பான தகவல்களைத் திரட்டி வகுப்பறையில் காட்சிப்படுத்துங்கள்.

- **தொட்சின்களை உற்பத்தி செய்தல்**

நோயாக்கிப் பற்றீரியாவினால் உற்பத்தி செய்யப்படுவதும் விருந்துவழங்கியின் தொழிற்பாட்டிற்குப் பாதிப்பை ஏற்படுத்தக்கூடியதுமான உயிரியல் இரசாயனப் பதார்த்தங்கள் **தொட்சின்கள்** என அழைக்கப்படும். இத் தொட்சின்கள் நச்சுத்தன்மை நீக்கப்பட்ட பின்னர் தடுப்பு மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படும்.

உதாரணம் : ஏற்புவலி

கைத்தொழிற் துறையில் நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தல்

பொருளாதார நன்மைகள் மற்றும் ஆராய்ச்சி நடவடிக்கைகளுக்காகப் பல்வேறு வகையான நுண்ணங்கிப் பேதங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பொருளாதார நன்மைகளைப் பெற்றுக் கொள்வதற்காக நுண்ணங்கிகளைப் பல்வேறு கைத் தொழில்களிற் பயன்படுத்துதல் **கைத்தொழின்முறை நுண்ணுயிரியல்** (Industrial Microbiology) என அழைக்கப்படும்.

நுண்ணங்கிகளில் காணப்படும் பின்வரும் சிறப்பியல்புகளின் அடிப்படையில் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பெரியளவிலான உற்பத்திகளுக்காக நுண்ணங்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- நுண்ணங்கிகளின் வளர்ச்சி மற்றும் அனுசேப வீதம் ஆகியன உயர்வானவை என்பதால் அவற்றில் உயிர்த் தொழிற்பாடுகள் மிகத் துரிதமாக நடைபெறும்.
- பல்வேறுபட்ட தனித்துவமான கீழ்ப்படைகள் மீது பெருக்கமடையக்கூடியதும் உயர் ஆற்றலுடன் தொழிற்படக் கூடியதுமான நுண்ணங்கிப் பேதங்கள் காணப்படுகின்றன.
- நுண்ணங்கிகளின் உடலினுள் மிக எளிமையான பாரம்பரியப் பதார்த்தங்கள் காணப்படுவதனால் பரம்பரையலகை மாற்றியமைக்கும் தொழில்நுட்பத்தில் இலகுவாகப் பயன்படுத்தப்பட முடியும். இது நவீன பரம்பலையலகுப் பொறியியலில் (Genetic engineering) நுண்ணங்கிகளின் பயன்பாட்டிற்கு ஏதுவாக அமைகிறது.
- கைத்தொழில்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் பெரும்பாலான நுண்ணங்கிகள் மிகக் குறைந்த செலவில் அல்லது சூழலிலிருந்து இலகுவாகப் பெற்றுக் கொள்ளக் கூடியதாயிருத்தல்.
- பாரிய கைத்தொழில்களுக்காக உயர்ந்த அளவு வலுச்சக்தி தேவைப்படுமெனினும் நுண்ணங்கிக் கைத்தொழில்களுக்காக மிகக் குறைந்தளவு வலுச்சக்தியே தேவைப்படும்.
- கைத்தொழில்களின் போது அதிகளவு சூழல் மாசடைதலும் பெரியளவிலான சூழலியற் பாதிப்புகளும் ஏற்படும். எனினும், நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளப்படும் கைத்தொழில்களினால் சூழலுக்கு ஏற்படும் பாதிப்புகள் மிகக் குறைவாகும்.

பின்வரும் சிற்றளவிலான கைத்தொழில்களிலும் பாரிய கைத்தொழில்களிலும் நுண்ணங்கிகள் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

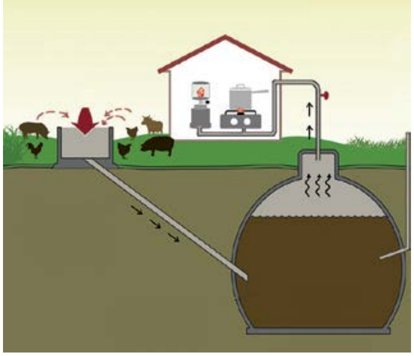
- பால் சார்ந்த உற்பத்திகள் (யோகட், தயிர், பாற்கட்டி, வெண்ணெய்)
- உயிர்வாயு உற்பத்தி
- உலோகப் பிரித்தெடுப்பு
- தாவர நார்கள் சார்ந்த உற்பத்திகள்
- அற்ககோல் (மதுசார) உற்பத்தி
- வினாகிரி உற்பத்தி
- வெதுப்பக உற்பத்திகள்

மேலதிக அறிவிற்காக

கைத்தொழில்கள்	பயன்படுத்தப்படும் நுண்ணங்கிகள்
• அற்ககோல் உற்பத்தி	*Saccharomyces cerevisiae*
• வினாகிரி உற்பத்தி	*Acetobactor aceti*
• வெதுப்பக உற்பத்தி	*Saccharomyces cerevisiae*
• பால் உற்பத்தி (பாற்கட்டி, யோகட், தயிர், வெண்ணெய்)	*Lactobacillus bulgaricus* *Streptococcus thermophilus*
• உயிர்வாயு உற்பத்தி	*Methanococcus, Methanobacterium*
• தாவர நார் சார்ந்த உற்பத்தி	*Bacillus corchorus, Bacillus comesii*
• உலோகப் பிரித்தெடுப்பு	*Acidithiobacillus ferrooxidans, Thiobacillus ferrooxidans*

• உயிர்வாயு உற்பத்தி

சாணம், வைக்கோல் போன்ற சேதனப் பதார்த்தங்களும் நீரும் அடங்கிய கலவை உயிர்வாயு உற்பத்திக்காகப் பயன்படுத்தப்படும். இந்தச் சேதனக் கீழ்ப்படைகள் மீது மெதனோ கொக்கஸ் (methanococcus) போன்ற காற்றின்றி வாழ் பற்றீரியாக்கள் தொழிற்பட்டு உயிர் வாயுவை உற்பத்தி செய்யும். உயிர்வாயுவில் பிரதானமாக மெதேன் வாயு அடங்கியுள்ளது. இதனை வலுச் சக்தி முதலாகப் பயன்படுத்தலாம்.



உரு 1.7 ▲ உயிர்வாயு உற்பத்தி

• உலோகப் பிரித்தெடுப்பு

குறைந்த தரத்திலுள்ள உலோகத் தாதுக்களிலிருந்தும் கனியச் செறிவுகளிலிருந்தும் நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தி எளிமையாகவும் வினைத்திறனாகவும் உலோகங் களைப் பிரித்தெடுக்கும் தொழில்நுட்பம் **உயிரியல் நீர்முறையரிப்பு (Bio leaching)** என அழைக்கப்படும். செம்பு, யுரேனியம் போன்றன அவ்வாறாகப் பிரித்தெடுக்கப்படும் இரு உலோக வகைகளாகும்.

• பால் உற்பத்திகள்

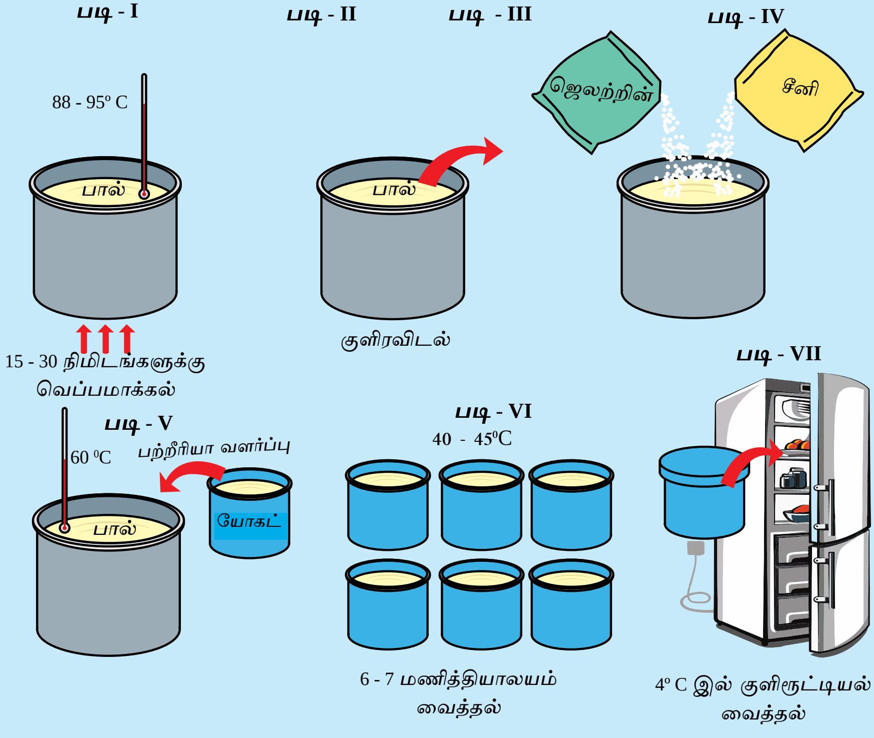
பால் உற்பத்திப் பொருளான யோக்கட் தயாரிப்புத் தொடர்பான செயற்பாடு 1.1 இல் ஈடுபடுவோம்.

செயற்பாடு 1.1

தேவையான பொருள்கள் : சுத்தமான பசும்பால், பற்றீரியா வளர்ப்பு (உறையிடப் பட்ட யோகட்), சீனி சிறிதளவு, பாலைச் சூடாக்குவதற்குப் பொருத்தமான பாத்திரம், சிறிய பிளாத்திக்குக் கோப்பைகள் - 5, வெப்பமானி

செய்முறை:

- பசும்பாலை 88° C - 95° C வெப்பநிலையில் 15 - 30 நிமிடங்களிற்கு வெப்பமாக்குங்கள்.
- வெப்பமாக்கப்பட்ட பாலை 45° C வெப்பநிலைக்குக் குளிர விடுங்கள்.
- உறையிடப்பட்ட யோக்கட் மாதிரியின் சிறிதளவைப் பாலினுள் இட்டு நன்கு கலக்குங்கள்.
- பின்பு இக்கலவையைப் பிளாத்திக்குப் பாத்திரமொன்றில் இட்டு ஏறத்தாழ 6 - 7 மணித்தியாலயங்களுக்கு வையுங்கள்.
- இக்கலவைக்குத் தேவையான அளவு சீனியை இடுங்கள்.
- யோகட் உருவாகிய பின் குளிரூட்டியில் வையுங்கள். (4° C)



உரு 1.5

உரு 1.6 ▲ பால் உற்பத்திப் பொருள்கள் (யோகட், தயிர், பாற்கட்டி, பட்டர்)

பசும்பாலை வெப்பமாக்கும்போது தீங்கு விளைவிக்கும் பற்றீரியாக்கள் அழிகின்றன. யோக்கட் உற்பத்தியின்போது *Lactobacillus bulgaricus* அல்லது *Streptococcus thermophilus* பற்றீரியா வளர்ப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த பற்றீரியாவானது பாலில் உள்ள லக்ரோசு எனப்படும் காபோவைதரேற்றை இலக்ரிக் அமிலமாக மாற்றும். அமில ஊடகத்தில் ஏனைய நுண்ணங்கிகளின் வளர்ச்சி தடைப்படுவதால் யோக்கட் பாதுகாக்கப்படுகிறது. மேலும், குளிரூட்டியில் வைக்கப்படுவதன் மூலம் பற்றீரியாவின் தொழிற்பாடு இழிவளவாக்கப்படும்.

- **தாவர நார் சார்ந்த உற்பத்திகள்**

உரு 1.8 ▲ தென்னம் மட்டை நார் பிரித்தெடுத்தல்

தாவர நார்களைப் பயன்படுத்திப் பல்வேறு உற்பத்திகள் மேற்கொள்ளப்படுவதுடன் அவற்றைப் பிரித்தெடுப்பதற்காகப் பற்றீரியாக்கள் பயன்படுத்தப்படும். தென்னை, சணல், பனை, ஆனைக் கற்றாளை, அன்னாசி போன்ற தாவரங்கள் நார்கள் பெறுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும். இத்தகைய தாவரங்களில் தாவர நார்களுக்கிடையில் காணப்படும் பெக்ரேற்று எனப்படும் சேர்வையினால் நார்கள் ஒன்றுடனொன்று பிணைக்கப்பட்டுக் காணப்படும். குறித்த பற்றீரியாவினால் உற்பத்தி செய்யப்படும் பெத்தினேசு எனும் நொதியத்தினால் பெக்ரேற்று சமிபாடடைந்து நார்கள் ஒன்றிலிருந்தொன்று பிரிக்கப்படும்.

சூழற்காப்பு நடவடிக்கைகளுக்காக நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தல்

சூழல் மாசடைவதை இழிவளவாக்குவதற்காகக் குறித்த சில சூழற்காப்பு நடவடிக்கைகளின் போது நுண்ணங்கிகள் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்திச் சூழல் மாசாக்கிகளை அப்புறப்படுத்துவதற்காக நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தும் தொழில்நுட்பம் **உயிரியற் பரிகரிப்பு** (Bio remediation) என அழைக்கப்படும்.

உயிரியற் பரிகரிப்பு பயன்படுத்தப்படும் சந்தர்ப்பங்கள் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

- மாசடைந்த நீரிற் காணப்படும் சேதனக் கழிவுகளை அகற்றுவதற்காக நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தல். இங்கு நுண்ணங்கிகளால் மாசடைந்த நீரிற் காணப்படும் கழிவுப் பொருள்கள் பிரிகையாக்கலுக்கு உட்படுத்தப்படும்.

- சமுத்திரநீர் மீது பரவிச் செல்லும் எண்ணெய்க் கழிவுகளைப் பிரிந்தழியச் செய்வதற்காகச் சூடோமோனாசு (*Pseudomonas*) போன்ற பற்றீரியப் பேதங்கள் நீர் மேற்பரப்பின் மீது விசிறப்படும். அந்நுண்ணங்கிகளால் தோற்றுவிக்கப்படும் நொதியங்களால் எண்ணெயில் காணப்படும் ஐதரோக்காபன்கள் பிரிந்தழிகைக்கு உட்படுத்தப்படும்.
- பல்வேறு கைத்தொழில்களின் போது குரோமியம் (Cr), ஈயம் (Pb), இரசம் (Hg) போன்ற பார உலோகங்கள் சூழலுக்கு விடுவிக்கப்படும். இவ்வாறான நச்சுத்தன்மையான உலோகங்கள் அடங்கிய மாசடைந்த நீரிலிருந்து மேற்படி உலோகங்களை அகற்றுவதற்காக பற்றீரியாக்களைக் கொண்ட கோபுரங்களூடாக மாசடைந்த நீர் செலுத்தப்படும்.
- பற்றீரியாக்களினால் பிரிகையாக்கத்திற்கு உட்படும் பிளாத்திக்கு அல்லது உயிரியல் படியிறக்கமடையும் பிளாத்திக்குகள் (Bio degradable plastics) உற்பத்தி செய்யப்படல்.

ஒப்படை 1.3

சூழற்காப்பிற்காக நுண்ணங்கிளைப் பயன்படுத்துவது தொடர்பான தகவல்களை இணையம், நூல்கள், சஞ்சிகைகள் போன்றவற்றில் இருந்து பெற்று சுவர்ப் பத்திரிகைக்குப் பொருத்தமான ஆக்கம் ஒன்றைத் தயார்செய்து காட்சிப்படுத்துங்கள்.

1.3.2 நுண்ணங்கிகளின் தீய விளைவுகள்

மனிதனுக்கும் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாவர விலங்குகளுக்கும் நோய்களை ஏற்படுத்தல், உணவைப் பழுதடையச் செய்தல், உயிரிரசாயன ஆயுதங்களாக நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தல் போன்றன நுண்ணங்கிகளால் ஏற்படுத்தப்படும் தீய விளைவுகளாகும்.

நுண்ணங்கிகளால் நோய்கள் ஏற்படல்

பற்றீரியா, வைரசு, பங்கசு, புரோட்டோசோவாக்கள் ஆகியவற்றின் சில இனங்கள் நோய்களை ஏற்படுத்தும் நுண்ணங்கிக் கூட்டங்களாகும். நோயை ஏற்படுத்தக்கூடிய ஆற்றலைக் கொண்டுள்ள நுண்ணங்கிகள் **நோயாக்கிகள்** என அழைக்கப்படும். நோயறிகுறிகளை வெளிக்காட்டாது நோயாக்கிகளை ஊடுகடத்துவதில் பங்களிப்புச் செய்யும் நுளம்புகள், ஈக்கள் போன்ற அங்கிகள் **நோய்க்காவிகள்** என அழைக்கப்படும்.

அங்கிகளின் உடலின் மேற்பரப்பில் அல்லது உடலினுள் நோயாக்கிகள் வாழ்வதற்கான வாய்ப்பை வழங்கும் அங்கிகள் **விருந்து வழங்கிகள்** என அழைக்கப்படும். வளி, நீர், உணவு, தொடுகை மற்றும் காவிகள் என்பவற்றின் மூலம் நுண்ணங்கித் தொற்றுக்கள் ஏற்படும்.

உதாரணம் : டெங்கு நோய் நோயாக்கியாக வைரசும், நோய்க்காவியாக நுளம்பும், விருந்து வழங்கியாக மனிதனும் தொழிற்படுவதைக் காணலாம்.

● நுண்ணங்கிகளால் மனிதரில் ஏற்படும் நோய்கள்

வளி, நீர், உணவு, தொடுகை ஆகியன மூலமாக நுண்ணங்கித் தொற்று ஏற்படும். அவ்வாறே நோயாக்கி நுண்ணங்கிகள் பல்வேறு முறைகளின் மூலம் தொற்றலடைந்து நோய்களை ஏற்படுத்தும். இது தொடர்பான தகவல்கள் அட்டவணை 1.2 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1.2

நோயாக்கி	நோய்	நோய் பரவும் விதம்	நோயாக்கிகள் உடலினுட் செல்லும் விதம்
வைரசு	தடிமன்	வளி மூலம்	சுவாசப் பாதை வழியாக
வைரசு	டெங்குக் காய்ச்சல்	நோய்க்காவி நுளம்புகள் மூலம்	நுளம்புகள் குத்தி உறிஞ்சும் தோல் மேற்பரப்பின் ஊடாக
வைரசு	எயிட்ஸ்	தொற்றுதலுக்குள்ளானவரின் குருதி மற்றும் பிற பாய்மங்களினூடாக	சிறுநீர்ச் சனனி வழி ஊடாக அல்லது குருதிக் குறுக்குப் பாய்ச்சலின் போது
பற்றீரியா	காசநோய்	வளி மூலம்	சுவாசப் பாதை வழியாக
பற்றீரியா	தைபொயிட்டுக் காய்ச்சல்	மாசடைந்த உணவுகள் மூலம் அல்லது வீட்டு ஈ போன்ற காவிகள் மூலம்	உணவுப் பாதை ஊடாக
புரோட்டோசோவா	மலேரியா	நோய்க்காவி நுளம்புகள் மூலம்	நுளம்புகள் குத்தி உறிஞ்சும்போது தோலினூடாக
புரோட்டோசோவா	அமீப வயிற்றுளைவு	மசாடைந்த உணவு மற்றும் நீர் மூலம்	உணவுப்பாதை வழியாக
புரோட்டோசோவா	லீஸ்மேனியா	மணல் ஈ காவி மூலம்	தோலைத் துளைத்து உருவாகும் காயம் மூலம்
பங்கசு	தேமல் மற்றும் மரு	நோயாளி அல்லது நோயாளி பயன்படுத்திய ஆடைகளை அணிதல், தொடுகை	தோலினூடாக

மேலதிக அறிவிற்காக

லீஷ்மானியாசிஸ் (Leishmaniasis) புரோற்றோ சோவாவின் மூலம் தொற்றுகின்றது. இப் புரோற்றோசோவா மணல் ஈ காவி மூலம் தோலிலுள்ள காயத்தினூடாக மனிதனின் உடலை அடைகின்றது. அதன்பின் தோல், வாய், மூக்கு என்பவற்றில் தொற்றை ஏற்படுத்தும். தோலின் மீது காயம் ஏற்படல், காய்ச்சல், செங்குருதிச் சிறுதுணிக்கைகளின் எண்ணிக்கை குறைவடைவதால், ஈரல் வீக்கமடைதல் போன்ற நோய் அறிகுறிகள் உண்டாகும்.

• நுண்ணங்கிகளால் தாவரங்களில் ஏற்படுத்தப்படும் நோய்கள்

நுண்ணங்கிகளால் தாவரங்களில் ஏற்படுத்தப்படும் சில நோய்கள் கீழே தரப் பட்டுள்ளன.

சாம்பற் பூஞ்சணம்

இது இறப்பர், பப்பாசி, திராட்சை போன்ற தாவரங்களில் ஏற்படும் பங்கசு நோயாகும். இத்தாவரங்களின் இலைகள், தண்டுகள், பூக்கள் மற்றும் காய்களினுள் இந்நோய் பரவிக் காண ப்படும். தொற் று ஏற்பட்ட தாவ ரப்பகுதி மீது வெள்ளை அல்லது சாம்பல்நிறத் தூள் (powder) காணப்படும்.

பிற்கூற்று வெளிறல்

பங்கசுத் தொற்றுக் காரணமாக இந்நோய் ஏற்படும். உருளைக் கிழங்குத் தாவரம் இந்நோயினால் இலகுவாகப் பீடிக்கப்படும். தாவர இலைகள் மீது கபில நிறமான புள்ளிகள் தோன்றிப் பின்னர் அப்புள்ளிகள் கறுப்பு நிறமாக மாறும். தொடர்ந்து முழுத் தாவரமும் தொற்றுதலடையும்.

வாடல்

பங்கசு அல்லது பற்றீரியாத் தொற்றுதல் காரணமாக ஏற்படும் நோயாகும். தாவரங்களில் நீரைக் கொண்டு செல்லும் காழ்க்கலனானது பற்றீரியா அல்லது பங்கசுவினால் தொற்றுதல் அடைவதன் காரணமாக இந்நோய் ஏற்படுவதனால் தாவரம் வாடிவிடும்.

உரு 1.9 ▲ சாம்பற் பூஞ்சணம் நோயால் பாதிக்கப்பட்ட திராட்சை

உரு 1.10 ▲ பிற்கூற்று வெளிறல் நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட தாவரம்

உரு 1.11 ▲ வாடல் நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட தக்காளிச் செடி

நுண்ணங்கிகளினால் உணவு பழுதடைதல்

நுண்ணங்கிகளின் வளர்ச்சிக்கு அவசியமான காரணிகள் உணவில் காணப்படுவதால் நுண்ணங்கிகள் உணவில் பெருக்கமடைகின்றன. நுண்ணங்கிகளினால் உணவில் அடங்கியுள்ள கூறுகள் வேறு பாதகமான பதார்த்தங்களாக மாற்றப்படலாம் அல்லது தொட்சின்கள் உணவுடன் சேர்க்கப்படலாம். இதனால் **உணவில் நடைபெறும் பௌதிக மற்றும் இரசாயன மாற்றங்கள் காரணமாக உணவு, நுகர்வுக்குப் பொருத்தமற்ற நிலைக்கு உள்ளாகும். இச்செயன்முறை உணவு பழுதடைதல் எனப்படும்.** காபோவைதரேற்று அடங்கிய உணவுகள் **நொதித்தல்** மூலமும் புரத உணவுகள் **அழுகலடைதல்** மூலமும் இலிப்பிட்டு உணவுகள் **பாண்டலடைதல்** மூலமும் பழுதடைகின்றன. (உணவு பழுதடைதல் தொடர்பாக நீங்கள் ஏற்கனவே தரம் 8 இல் கற்றுள்ளீர்கள்.)

பழங்கள் காய்கறிகள் பால்

உரு 1.12 ▲ நுண்ணங்கித் தொழிற்பாட்டின் காரணமாக பழுதடைந்துள்ள சில உணவுகள்

மேலதிக அறிவிற்காக

உணவு பழுதடையும் போது உணவில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்

பௌதிக மாற்றங்கள்

- உணவு மென்மையடைதல்
- நிறம் மாற்றமடைதல்
- சுவை மாற்றமடைதல்
- மணம் மாற்றமடைதல்

இரசாயன மாற்றங்கள்

- காபோவைதரேற்று உணவுகள் நொதித்தல்
- புரத உணவுகள் அழுகலடைதல்
- இலிப்பிட்டு உணவுகள் பாண்டலடைதல்

உணவு பழுதடைவதில் செல்வாக்குச் செலுத்தும் காரணிகள்

உணவில் காணப்படும் அகக் காரணிகள்

- போசணைப் பதார்த்தங்களின் அளவு
- ஈரலிப்பு
- உணவின் உயிரியற் கட்டமைப்பு

புறக் காரணிகள் / சூழற் காரணிகள்

- சூழல் வெப்பநிலை
- சூழலில் ஈரலிப்பு
- சூழலில் காணப்படும் வாயு வகைகள்

உயிரியல் ஆயுதமாக நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தல்

யுத்த நடவடிக்கைகளின் போது நுண்ணங்கிகளின் நச்சுத் தொட்சின்கள் அல்லது கொடிய நோயாக்கிப் பற்றீரியா அல்லது பங்கசு போன்ற நுண்ணங்கிகள் உயிரியல் ஆயுதமாகப் பயன்படுத்தப்படும்.

அந்திராக்ஸ் (Anthrax) நோயை ஏற்படுத்தும் அந்திராக்ஸ் பற்றீரியாக்கள் (*Bacillus anthracis*) அண்மையில் பயன்படுத்தப்பட்ட மிகவும் கொடிய உயிரியல் ஆயுதமாகக் குறிப்பிடலாம். உயிரியல் ஆயுதமானது மனிதனுக்கும் ஏனைய விலங்குகளுக்கும் மட்டுமல்லாது தாவரங்களுக்கும் பாதிப்பை ஏற்படுத்தக்கூடியது.

ஒப்படை 1.4

நுண்ணங்கிகள் தொடர்பான விடயங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஆசிரியரின் உதவியுடன் இரண்டு குழுக்களாகி கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள தலைப்புகளின் கீழ் விவாதம் ஒன்றில் ஈடுபடுங்கள்.

- வாதக்குழு - நுண்ணங்கிகளின் அனுகூலங்கள், பிரதிகூலங்களை விட அதிகமானவையாகும்.
- பிரதிவாதக் குழு - நுண்ணங்கிகளின் பிரதிகூலங்கள், அனுகூலங்களை விட அதிகமானவையாகும்.

பொழிப்பு

- தனிக்கலத்தினால் அல்லது பல்கலங்களினால் ஆக்கப்பட்ட வெறுங்கண்ணுக்குத் தென்படாத அங்கிகள் நுண்ணங்கிகள் என அழைக்கப்படும்.
- பற்றீரியா, பங்கசு, அல்கா மற்றும் புரோட்டோசோவா என்பன பிரதான நுண்ணங்கிக் கூட்டங்களாகும்.
- வைரசுக்கள் உயிருள்ளனவற்றுக்கும் உயிரற்றனவற்றுக்கும் இடைப்பட்ட இயல்புகளைக் கொண்ட கூட்டமாகும். வைரசுக்கள் தொடர்பாக நுண்ணுயிரியலில் ஆராயப்படும்.
- நுண்ணங்கிகள் வாய்ப்பான, சிறப்பான கீழ்ப்படைகளில் மட்டுமன்றி ஆபத்தான சூழல்களிலும் வாழக்கூடியன.
- நுண்ணங்கிகள் விவசாயம் கைத்தொழில், மருத்துவவியல் மற்றும் பல்வேறு கைத்தொழில்கள் ஆகியவற்றிலும் சூழற்காப்பு நடவடிக்கைகளிலும் அனுகூலமான அங்கிகளாகப் பயன்படுத்தப்படும்.
- நுண்ணங்கிகளின் பாதகமான விளைவுகளாக நோய்களை ஏற்படுத்தல், உணவைப் பழுதடையச் செய்தல், உயிரியல் இரசாயன ஆயுதமாகப் பயன்படல் என்பவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

பயிற்சி

1. பொருத்தமான விடையைத் தெரிவு செய்க.

   1. தற்போசணைக்குரிய நுண்ணங்கிக் கூட்டம்

      i. வைரசு ii. பங்கசு iii. அல்கா iv. புரோட்டசோவா

   2. ஒரு நுண்ணங்கியின் உடலில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு மற்றொரு நுண்ணங்கியை அழிப்பதற்காக அல்லது அதனை வலிமையற்றதாக்கு வதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் இரசாயனப் பதார்த்தம்

      i. பிறபொருள் ii. பின்னூட்டி
      iii. வலி நிவாரணி iv. நுண்ணுயிர்க் கொல்லி

   3. கீழே தரப்பட்டுள்ள கூற்றுகளுள் வைரசுக்கள் தொடர்பான உண்மையான கூற்றுகளைத் தெரிவு செய்க.

      a. கல ஒழுங்கமைப்பு காணப்படாது.
      b. உயிருள்ள கலங்களுக்குள் பெருக்கமடையும்.
      c. சுவாசம், வளர்ச்சி போன்ற உயிருள்ளவற்றின் இயல்புகளைக் காட்டாது.

      i. a யும் b யும் ii. a யும் c யும்
      iii. a யும் c யும் iv. a, b, c ஆகிய மூன்றும்

   4. நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்திச் சூழல் மாசாக்கிகளை அகற்றுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் தொழில்நுட்பம் எப்பெயரால் அழைக்கப்படும்.

      i. உயிரியற் கட்டுப்பாடு ii. உயிரியல் நீர்முறையரிப்பு
      iii. உயிரியற் பரிகரிப்பு iv. உயிர்ப் பிரிந்தழிகை

   5. பின்வருவனவற்றுள் பற்றீரியாத் தொற்று நோய் எது ?

      i. மலேரியா ii. காசநோய்
      iii. நீர்வெறுப்புநோய் iv. எபோலா நோய்

2. பின்வரும் கூற்றுக்கள் சரியாயின் (✓) எனவும் பிழையாயின் (×) எனவும் எதிரேயுள்ள அடைப்பினுள் இடுக.

   1. நுண்ணங்கிகளை நலிவடையச் செய்வதற்காக அல்லது அழிப்பதற் காகப் பயன்படுத்தப்படும் எந்தவொரு இரசாயனப் பதார்த்தமும் நுண்ணுயிர்க் கொல்லி எனப்படும். ( )
   2. ஈர்ப்புவலியைத் தடுப்பதற்காக வழங்கப்படும் தடுப்பூசியில் உக்கிரம் குறைக்கப்பட்ட பற்றீரியத் தொட்சின்கள் காணப்படும். ( )
   3. உயிருள்ளவற்றினதும் உயிரற்றவற்றினதும் இயல்புகளைக் கொண்டுள்ள வைரசு நோயாக்கியாகக் கருதப்படும். ( )

4. சூழலில் காணப்படும் பெரும்பாலான நுண்ணங்கிகள் தீங்கு பயப்பனவாகும். ( )

5. வேர்ச்சிறுகணுக்களில் வாழும் இறைசோபியம் எனப்படும் பற்றீரியாக்கள் வளிமண்டல நைதரசனைப் பதிக்கும் ஆற்றலு டையவை. ( )

3. சுருக்கமான விடையளிக்குக.

i. நுண்ணங்கிகளைப் பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளப்படும் மூன்று கைத்தொழில் களைப் பெயரிடுக.

ii. மருத்துவத்துறையில் நுண்ணங்கிகளின் பயன்பாட்டை விளக்குக.

iii. சூழற்காப்பு நடவடிக்கைகளில் நுண்ணங்கிகள் பயன்படுத்தப்படும் சந்தர்ப்பங்களைக் குறிப்பிடுக.

iv. நுண்ணங்கித் தொற்றுகளை இழிவளவாக்கிக் கொள்வதற்காகப் பின்பற்றக் கூடிய சிறந்த சுகாதாரப் பழக்க வழக்கங்கள் மூன்றைக் குறிப்பிடுக.

v. தாவரங்களில் ஏற்படும் நுண்ணங்கித் தொற்றுக்களை இழிவளவாக்கிக் கொள்வதற்காக விவசாயத் துறையில் பிரயோகிக்கப்படும் உபாயங்கள் மூன்றைக் குறிப்பிடுக.

கலைச் சொற்கள்

நுண்ணுயிரியல்	-	Microbiology
கீழ்ப்படை	-	Substrate
கைத்தொழின்முறை நுண்ணுயிரியல்	-	Industrial microbiology
நைதரசன் பதித்தல்	-	Nitrogen fixation
சேதன உணவு	-	Oraganic food
உயிரியற் பீடை நாசினிகள்	-	Bio pesticides
நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள்	-	Antibiotics
உயிர் வாயு	-	Biogas
உயிரியல் நீர்முறையரிப்பு	-	Bioleaching
உயிரியல் பரிகரிப்பு	-	Bioremediation
உணவு பழுதடைதல்	-	Food spoilage
உயிரியல் ஆயுதங்கள்	-	Biological weapons
நுண்ணங்கி	-	Micro organism
நீர்ப்பீடனமாக்கல்	-	Immunization

பரம்பரையலகுகள்	-	Genes
தொட்சினெதிரி	-	Antitoxin
உயிரியல் ரீதியாகப் பிரிந்தழிகையடைக்கூடிய	-	Biodegradation
நோயாக்கி	-	Pathogen
நோய்க் காவி	-	Vector
விருந்து வழங்கி	-	Host