8.5 Microorganisms at our doorstep

8_enPages_for_TamilBook.indd 75 02/08/22 11:26 PM

8.5 நமது அருகில் வாழும் நுண்ணுயிரிகள்

8.5. Microorganisms at our doorstep

Overview

Things that are around us often go unnoticed. During the rainy season, drainage covers and pits in the ground fill up with water, mud, leaves, etc. Can the puddles, the soil in the garden, or the playground be a context for learning biology? These micro ecosystems support different forms of life that vary from place to place and from season to season. In this Learning Unit, students will explore their immediate surroundings, i.e. their 'doorstep', to learn about the tiny life-forms (microorganisms) in their own context. From the same sampling site, some students may find life-forms and others may not. Students can report their findings to each other and also to students and teachers from other schools. This will enable everyone to learn about the diversity of microbes across different locations all over the country.

Unit-specific objectives

- To identify the sources and diversity of microorganisms in the immediate surroundings
- To draw the microorganisms as seen under the microscope
- To document through photos and notings, the details of sample, location, etc., and share the findings

Note: Identification of microorganisms is not required for this unit.

Minimum time required

Four sessions of 40 minutes each

Type of Learning Unit

Local context and field

8_enPages_for_TamilBook.indd 76 02/08/22 11:26 PM

8.5 நமது அருகில் வாழும் நுண்ணுயிரிகள்

சுருக்கம்

நம்மைச் சுற்றி வாழும் பல உயிரினங்களை நாம் கவனிக்காமலே கடந்துவிடுகிறோம். இலைகள், சகதி, தண்ணீர் போன்றவற்றால் மழைக்காலத்தில் வடிகால் அடைப்புகள் மற்றும் பள்ளங்கள் நிறைந்துவிடுகின்றன. தண்ணீர் தேங்கிய பள்ளங்கள், தோட்டத்திலிருக்கும் மண், அல்லது ஒரு விளையாட்டுத் திடல் போன்றவைக்கூட உயிரியல் கற்றுக்கொள்வதற்கான இடங்களாக இருக்க முடியுமா? இவ்வாறான நுண்சூழலமைப்புகள் பலவிதமான உயரினங்களைக் கொண்டிருக்கும். வெவ்வேறு இடங்கள் மற்றும் பருவங்களுக்கு ஏற்றாற் போல வெவ்வேறு இனங்கள் இச்சூழலமைப்புகளில் குடியிருக்கும். இந்தக் கற்றல் பிரிவில், உள்ளூர் சூழலில் வாழ்ந்து கொண்டிருக்கும் சின்னஞ்சிறு உயிரினங்களை (நுண்ணுயிரி) அறிந்து கொள்ள, தங்களுடைய சுற்றுப்புறத்தையே மாணவர்கள் ஆராய போகின்றனர். மாணவர்கள் தேர்ந்தெடுக்கும் மாதிரியெடுப்பு இடங்களில், உயிரினங்களை அவர்கள் கண்டுபிடிப்பார்கள் என உறுதியாக கூற இயலாது. நீங்கள் உற்றுகவனித்ததை சக மாணவர்களோடு பகிர்ந்து கொள்வதோடு, இதர பள்ளி மாணவர்களோடும் மற்றும் ஆசிரியர்களோடும் பகிர்ந்துகொள்ளலாம். இவ்வாறு செய்வது, நம்நாட்டின் அனைத்து பகுதிகளிலும் பரவிக்கிடக்கும் பற்பல நுண்ணுயிரிகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள அனைவருக்கும் உதவியாக இருக்கும்.

பாடப்பிரிவு சார்ந்த இலக்குகள்

- சுற்றுப்புறத்தில் வாழும் நுண்ணுயிரிகளின் பன்முகத்தன்மை மற்றும் அவற்றின் மூலங்களை அடையாளம் காணுதல்
- நுண்ணோக்கியின் வழியாக காணும் நுண்ணுயிரிகளை வரைதல்
- புகைப்படங்களோடு மாதிரி, இடம் ஆகிய விவரங்களுடன் ஆவணப் படுத்துதல். கண்டறிந்தவற்றைப் பகிர்தல்

குறிப்பு: இந்தப் பாடப்பிரிவில் நுண்ணுயிரிகளை அடையாளம் காண்பது அவசியமில்லை.

குறைந்தபட்ச நேரம்:

40 நிமிடங்களைக் கொண்ட நான்கு அமர்வுகள்.

கற்றல் பிரிவின் வகை:

உள்ளூர்ச் சூழல், களம் சார்ந்த பாடம்.

Links to curriculum

- NCERT Class 8 Science Textbook: Chapter 2, Microorganism: Friend and foe; Chapter 8, Cells - Structure and function
- NCERT Class 9 Science Textbook: Chapter 7, Diversity in living organisms; Chapter 13, Why do we fall Ill

Introduction

In the rainy season, puddles are formed in our surroundings. We enjoy jumping over or into such puddles. Sometimes, we have sailed paper boats in them. Often we do not pay too much attention to such places. Do you know that such puddles, the holes in the drainage covers, even the soil in the backyard, can be of immense significance for learning/understanding about tiny life-forms, and their varieties?

We shall explore our immediate surroundings, i.e., our doorstep, to learn about the tiny life-forms (microorganisms) in the local context. Let us see what we can find in these places. We can collect some soil or sample from a puddle anywhere in our surrounding and use our skills with the microscope to explore what lies around us. As they say, variety is the spice of life!

Are you familiar with these ideas?

- unicellular and multicellular organisms
- classification of living organisms

Caution

Teachers must take care about the following:

Ensure the places of sample collection are safe for the students. Places where they play everyday, outside their school or home, etc. are usually harmless places from where students can collect samples. They may keep the sample for a day and observe again, but avoid keeping the samples for longer periods.

Students must dispose off the sample back into soil and wash the glassware with detergent and their hands with soap thoroughly. If any glassware seems to be more contaminated, then it can be disinfected by keeping it in boiling water for 10 minutes.

8_enPages_for_TamilBook.indd 77 02/08/22 11:26 PM

பாடத்திட்டத்துடன் உள்ள தொடர்புகள்

NCERT வகுப்பு 8 அறிவியல் பாடப்புத்தகம்: Chapter 2, Microorganism: Friend and foe;
Chapter 8, Cells - Structure and function
NCERT வகுப்பு 9 அறிவியல் பாடப்புத்தகம்: Chapter 7, Diversity in living organisms; Chapter 13,Why do we fall III

அறிமுகம்

மழைக்காலத்தில், சுற்றுப்புறத்தில் உருவாகும் தண்ணீர் பள்ளங்களைத் தாவி குதித்து நாம் விளையாடி இருப்போம். சில முறை அவற்றில் காகிதப் படகுகளை விட்டு மகிழ்ச்சி அடைந்திருப்போம். இது போன்ற இடங்களை நாம் பெரிதும் கவனித்திருக்க மாட்டோம். நுண்ணுயிரிகள் மற்றும் அவற்றின் பற்பல வகைப்பாடுகளை அறிந்து/புரிந்து கொள்வதற்கு தண்ணீர் தேங்கிய பள்ளங்கள், வடிகால் அடைப்புகளில் உள்ள துளைகள், ஏன் வீட்டின் கொல்லைபுறத்தில் உள்ள மண்ணும் கூட மிகுந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்த இடங்களாக அமையலாம் என்பது உங்களுக்குத் தெரியுமா?

சுற்றுப்புறத்தை ஆராய்ந்து, நமது உள்ளூர்ச் சூழலில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளை அறிந்து கொள்ளலாம் வாருங்கள். சிறுபிடி மண் அல்லது அருகிலுள்ள ஒரு தண்ணீர் தேங்கிய பள்ளத்தில் கொஞ்சம் மாதிரியை எடுத்துக் கொண்டு நுண்ணோக்கியின் கீழ் அதைத் திறம்பட ஆராயலாம். என்னென்ன உயிரினங்கள் இவ்விடங்களில் நமக்காக காத்திருக்கக்கூடுமோ. புதுப்புது அனுபவங்கள்தான் வாழ்க்கையை சுவையானதாக்கும், இல்லையா!

இந்தக் கருத்துகளை நீங்கள் அறிந்திருக்கிறீர்களா?

- ஓரணு மற்றும் பல்லுயிரணு உயிரினங்கள்.
- உயிரினங்களின் வகைப்பாடு.

எச்சரிக்கை

பின்வரும் விஷயங்களில் ஆசிரியர்கள் கவனமாக செயல்பட வேண்டும்:

மாதிரியெடுப்பு இடங்கள் பாதுகாப்பாக இருப்பதை ஆசிரியர்கள் உறுதி செய்ய வேண்டும். பொதுவாக, மாணவர்களின் வீடுகள் அல்லது பள்ளியின் மிக அருகில் உள்ள விளையாட்டு திடல்கள் மாதிரிகளைச் சேகரிக்க ஊறுவிளைவிக்காத இடங்களாக இருக்கும். ஒருநாள் வரையில் மாதிரியை உற்றுநோக்கலாம். அதற்கு மேல் வைத்திருப்பதைத் தவிர்க்கவும்.

எடுத்த இடத்திலேயே மாதிரிகளை அப்புறப்படுத்திவிட்டு, மாணவர்கள் கைகளைச் சோப்பிட்டு கழுவவேண்டும். மேலும், அவற்றை சேகரிக்க பயன்படுத்திய பொருட்களை டிடர்ஜெண்டினால் கழுவிவிட வேண்டும். ஏதேனும் ஒருபொருள் மிகுந்த அசுத்தமாக இருந்தால், அதை 10 நிமிடங்கள் கொதிக்கும் நீரில் வைத்து சுத்தம் செய்யலாம்.

Task 1: Collect a sample

Begin by asking a few questions to stimulate curiosity among students and encourage them to think about ways to learn about something in their immediate surroundings.

"Do you think there are life-forms in your immediate surroundings that you cannot see with your eyes?"

"Can you think of places around you where you can find these?"

Ask the students to write the answers to a few questions posed here as a preparatory step towards the investigation of places around them to learn about life-forms.

Materials

(Samples from the local environment) soil sample, water from puddles, drainage covers, wells, ponds, small container, spoon, etc.

(Lab material) test tubes, test tube stand, droppers, brush, hand lens, microscope, slide, coverslip, brush, detergent, soap.

(Stationery items) pencil, paper, graph paper, labels, (optional items: marker pen, coloured pencils, sticky notes, sticky tape).

Q1. What do puddles contain?

____

____

____

____

Q2. When you observe these puddles carefully over a period of time, what are your experiences and what do you notice?

____

____

____

8_enPages_for_TamilBook.indd 78 02/08/22 11:26 PM

செயல் 1: மாதிரிகளை சேகரித்தல்

மாணவர்களின் ஆர்வத்தைத் தூண்டும் வகையில், கேள்விகளைக் கேட்டுத் தொடங்கலாம். மேலும் அவர்களின் சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள உயிரினங்களைப் பற்றி அறியும் வழிகளைத் தெரிந்துகொள்ள ஊக்குவியுங்கள்.

"கண்ணுக்குத் தெரியாத உயிரினங்கள் உங்களைச் சுற்றி வாழ்கிறது என்று நினைக்கிறீர்களா? அவை எங்கு வசிக்கின்றன என்று கூற முடியுமா?"

சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள இடங்களை ஆராய்ந்து, அங்குள்ள உயிரினங்களைக் கண்டறிவதற்குத் தயாராகும் வகையில் கீழே கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் வினாக்களுக்கு மாணவர்களை பதிலளிக்கச் சொல்லுங்கள்.

பொருட்கள்

(உங்களின் சுற்றுப்புறத்தில் சேகரித்த மாதிரிகள்) மண் மாதிரி, (பள்ளங்கள், வடிகால் அடைப்பு, கிணறுகள் போன்றவற்றிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட) தண்ணீர், சிறு கொள்கலன், சிறுகரண்டி (spoon) போன்றவை.

(ஆய்வகப் பொருட்கள்) சோதனைக் குழாய்கள், சோதனைக்குழாய் தாங்கி, சொட்டுக் குழாய் (droppers), ப்ரஷ், கைப்பிடி லென்ஸ் (hand lens), நுண்ணோக்கி, சோதனைத் தகடு, கண்ணாடி மென்தட்டு (coverslip), டிடர்ஜெண்ட், சோப்பு.

அளவுகோல் அனைத்து செயல்களுக்கும்: (எழுதுபொருட்கள்) பென்சில், காகிதம், வரை கட்டத் தாள், குறிப்புச்சீட்டு (label), (இதர பொருட்கள்: மார்கர் பென், வண்ண பென்சில்கள், ஸ்டிக்கி நோட்ஸ், ஸ்டிக்கி டேப்).

கே.1 தண்ணீர் தேங்கிய பள்ளங்களில் என்ன இருக்கின்றன?

____

____

____

____

கே.2 ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு இப்பள்ளங்களை நுணுக்கமாக உற்றுநோக்கிய பின்னர், உங்களின் அனுபவங்களையும் நீங்கள் என்ன கவனித்தீர்கள் என்பதையும் பகிருங்கள்.

____

____

____

Q3. Instead of a puddle, if you were to observe just dry soil, would you find organisms in it? If so, where do you think these come from – soil, water, or air?

_ _

_ _

_ _

_ _

Q4. When the wet soil in a puddle dries up, what happens to the life-forms in it?

_ _

_ _

_ _

_ _

Q5. Will there be life-forms in a drop of clear water? Why do you think so?

_ _

_ _

_ _

_ _

Q6. What do we call the life-forms that are visible under the microscope but not with the naked eye?

_ _

_ _

8_enPages_for_TamilBook.indd 79 02/08/22 11:26 PM

கே.3 பள்ளங்களுக்குப் பதிலாக உலர்ந்த மண்ணை உற்றுநோக்கினீர்களென்றால் அதில் உயிரினங்கள் இருக்க வாய்ப்புள்ளதா? இருக்குமானால், அவை மண், நீர், அல்லது காற்றில் வசிக்கக்கூடியவையா?

கே.4 பள்ளத்தில் இருக்கும் ஈரமண் காய்ந்த பின்னர், அதிலுள்ள உயிரினங்களுக்கு என்னாகிறது?

கே.5 ஒருதுளி தெளிந்த நீரில் உயிரினங்கள் இருக்கும் என்று நினைக்கிறீர்களா? ஏன் என்று சொல்லுங்களேன்.

கே.6 நுண்ணோக்கியின் வழியாக மட்டுமே பார்க்கக்கூடிய, வெறும் கண்ணுக்குத் தெரியாத உயிரினங்களை என்னவென்று நாம் கூப்பிடுகிறோம்?

In your school ground/backyard, locate some puddles and/or a drainage cover with pits that are filled with soil, leaves, water, etc. These puddles or pits on the drainage covers may be dry or wet depending on the season and place. Can you collect a sample of soil or water from such places ?

Q7. How will you collect a dry soil sample and a wet soil sample?

_ _

_ _

_ _

_ _

Explain the process of collecting/preparing a sample.

If your location is a dry place (i.e. there is no puddle), then collect the soil sample with a spoon. Place it in a clean container. Add a few drops of water, shake, and then leave it to settle. Alternatively, one drop of milk can also be added along with water. (Discuss the role of milk for growth of bacteria in the sample).

If your location is a wet place, then collect the sample with a spoon and place it in a clean container. You may need to add a little water and allow it to settle.

Label the collected samples with name/id, date, time, location, and mention whether dry sample or wet sample.

Alternatively, teachers can prepare a sample of hay infusion by collecting a sample of dry grass/hay and keeping it in water for 1-2 days in advance. This sample can also be used for observation under the microscope.

Once the introductory questions are discussed, and the students know how to collect a sample, ask the students to locate a potential spot to collect a study sample.

After the task of locating and collecting a sample, teachers can facilitate students in preparing slides and observing them under the microscope. Teachers may need to help the students in aligning the slides, focusing with the appropriate objective lens, seeing through the eyepiece, light adjustment, the total magnification at which they are observing, the visual field in which they are observing, etc.

8_enPages_for_TamilBook.indd 80 02/08/22 11:26 PM

உங்கள் பள்ளியைச் சுற்றி பாருங்களேன். அங்குள்ள மைதானத்தில்/காலியிடங்களில் இருக்கும் சில பள்ளங்கள் மற்றும்/அல்லது ஒரு வடிகால் அடைப்பை மனதில் குறித்து வைத்துக் கொள்ளுங்கள். அவை மண், இலைகள், நீர் போன்றவற்றால் நிரப்பப்பட்டிருக்க வேண்டும். பருவநிலை அல்லது அமைந்திருக்கும் பகுதியை பொறுத்து, வடிகால் அடைப்பில் இருக்கும் பள்ளங்கள் அல்லது குழிகள் உலர்ந்து அல்லது ஈரமாக இருக்கக்கூடும். இவ்வாறான இடங்களில் மண் அல்லது நீர் மாதிரிகளை உங்களால் சேகரிக்க முடியுமா?

கே.7 ஓர் உலர்ந்த மண்மாதிரி மற்றும் ஓர் ஈரமான மண்மாதிரியை எவ்வாறு சேகரிப்பீர்கள்?

____

____

____

____

ஒரு மாதிரியைச் சேகரிப்பதற்கான/தயார் செய்வதற்கான வழிமுறையை விளக்கவும்.

நீங்கள் தேர்ந்தெடுத்த இடம் ஒரு உலர்ந்த இடமாக இருந்தால் (அதாவது தண்ணீர் தேங்கிய பள்ளங்கள் ஏதும் இல்லாமல்), ஒரு சிறுகரண்டியைக் கொண்டு மண்மாதிரியைச் சேகரிக்கவும். அதை ஒரு சுத்தமான கொள்கலனில் இடவும். சில துளிகள் நீரை அதில் ஊற்றிக் கலக்கிவிட்டு, நிலைக்கொள்ள விடவும். மாறாக, ஒருதுளி பாலைக் கூட நீருடன் கலந்திடலாம். (மாதிரியில் பாக்டீரியா வளர்வதில் பாலின் பங்கைக் குறித்து உரையாடவும்)

உங்களின் மாதிரியெடுப்பு இடம் ஈரமாக இருக்கிறது என்றால், மாதிரியை சிறுகரண்டியைக் கொண்டு சேகரித்து விட்டு ஒரு சுத்தமான கொள்கலனில் இடவும். சில துளிகள் நீரை அதில் ஊற்றிக் கலக்கிவிட்டு, நிலைக்கொள்ள விடவும்.

சேகரித்த மாதிரிகளின் பெயர்/எண், தேதி, நேரம், இடம் போன்ற விவரங்களைக் குறிக்கவும். மாதிரியின் தன்மை ஈரமாக உள்ளதா அல்லது உலர்ந்துள்ளதா என்பதையும் குறிக்கவும்.

மாறாக, வைக்கோல் ஊறிய நீரைத் தயாரித்து அதை மாதிரியாக ஆசிரியர்கள் பயன்படுத்தலாம். இதற்கு, சிறிதளவு உலர்ந்த புல்/வைக்கோல் சேகரித்து 1 - 2 நாட்களுக்கு முன்னர் நீரில் ஊற வைக்க வேண்டும். இம்மாதிரியை நுண்ணோக்கியின் கீழ் உற்றுநோக்கவும் பயன்படுத்தலாம்.

அறிமுக கேள்விகளைக் குறித்து மாணவர்களுடன் உரையாடிய பின்னர், மாதிரிகளை எவ்வாறு சேகரிக்க வேண்டும் என்று நீங்கள் கற்றுக்கொடுத்திருக்க வேண்டும். இப்போது, ஆய்வுக்கான மாதிரிகளைச் சேகரிக்கத் தகுந்த இடமொன்றைக் கண்டுபிடிக்க அவர்களிடம் சொல்லுங்கள்.

மாணவர்கள் மாதிரியைச் சேகரித்து முடித்த பின்னர், அதை நுண்ணோக்கியில் உற்றுநோக்க வழி செய்யும் வகையில் சோதனைத் தகடுகளை ஆசிரியர்கள் தயார் செய்யலாம். பின்வரும் செயல்களில் மாணவர்களுக்கு ஆசிரியர்கள் உதவவேண்டும்: அவர்கள் உற்றுநோக்க பயன்படுத்தும் முழுவுருப்பெருக்கம் மற்றும் பார்வைக்களம். மேலும், தகடுகளை நேர்படுத்துவது, பொருத்தமான பொருள்நோக்கு லென்ஸுடன் குவியப்படுத்துவது, கண்ணருகு லென்ஸ் வழியே பார்ப்பது, ஒளியை சீராக்குவது போன்றவை.

Figure 1 *Drainage Cover*

Figure 2 *Drainage Cover*

Figure 3 *Puddles*

Figure 4 *Puddles*

8_enPages_for_TamilBook.indd 81 02/08/22 11:26 PM

படம் 1 வடிகால் அடைப்பு

படம் 2 வடிகால் அடைப்பு

படம் 3 தண்ணீர் தேங்கிய பள்ளங்கள்

படம் 4 தண்ணீர் தேங்கிய பள்ளங்கள்

Task 2: Observe, describe, draw, and record

In the following task, you will prepare a slide of the sample and observe it under the microscope.

1. Prepare your slide - Place a drop of your sample on the slide and cover it with a cover-slip.
2. Pat off the excess water on the slide with a blotting paper.
3. Observe the slide under the 10X objective lens. Explore all the areas of the slide and note the variety of objects you see.
4. Once you find an object to observe, change the objective lens to the higher magnification and observe the same object. Observe the living organisms, and note the relative sizes.

Materials

(Lab material) test tubes, test tube stand, droppers, brush, hand lens, microscope, slide, coverslip, brush, detergent, soap.

(Microscope setup) ordinary compound microscope, dissection microscope, smartphone (as a digital camera), (optional items: ocular eyepiece, stage micrometre).

(Stationery items) pencil, paper, graph paper, labels, (optional items: marker pen, coloured pencils, sticky notes, sticky tape)

Let the students know the following:

Handle the coverslips carefully, as they are very fragile and break easily. A coverslip confines the water-drop in a single plane. It also protects the objective lens from immersion into the water-drop. Use only the fine adjustment knob when focusing at higher magnification, to prevent from crashing into the slide.

Calculate the total magnification (i.e. magnification of eyepiece × magnification of objective lens) while observing.

Total magnification is ____________________times.

Q1. What do you observe under the microscope (visual field)? Describe it in your own words in terms of the number of organisms, sizes, shapes, colours, location, movement, etc.

_ _

_ _

_ _

செயல் 2: உற்றுநோக்குதல், விவரித்தல், வரைதல், மற்றும் பதிவிடுதல்

இந்தச் செயலில், மாதிரியைக் கொண்டிருக்கும் ஒரு சோதனைக் தகட்டை நீங்கள் தயார் செய்துவிட்ட பின்னர், நுண்ணோக்கியின் கீழ் அதை உற்றுநோக்குவீர்கள்.

1. சோதனைத் தகட்டைத் தயார் செய்தல் - மாதிரியிலிருந்து ஒரு சொட்டைச் சோதனைத் தகட்டில் இட்டுவிட்டு, கண்ணாடி மென்தட்டு கொண்டு அதை மறைக்கவும்.
2. தகட்டில் உள்ள மீதமான நீரை உறிஞ்சுதாளைக் கொண்டு துடைத்துவிடவும்.
3. 10X பொருள்நோக்கு லென்ஸைக் கொண்டு சோதனைத்தகட்டை உற்றுநோக்கவும். அதில், அனைத்து பகுதிகளிலும் பார்த்த பலவிதமான பொருள்களைக் குறித்துக் கொள்ளவும்.
4. உற்றுநோக்க வேண்டிய பொருளைக் கண்டுகொண்ட பின், அதிக உருப்பெருக்கத்தை கொண்ட பொருள்நோக்கு லென்ஸைப் பொருத்திவிட்டு மீண்டும் அதே பொருளை உற்றுநோக்கவும். உயிரினங்களைக் கவனித்து, அவற்றினுடைய சார்பு அளவுகளைக் குறித்து கொள்ளவும்.

மாணவர்களுக்குப் பின்வருவனவற்றைத் தெளிவுப்படுத்துங்கள்:

நீர்த்துளி அங்குமிங்கும் பரவாமல் குறிபிட்ட இடத்தில் அடைத்துவைக்க மூடித்துண்டு உதவும். இந்த மூடித்துண்டைப் பாதுகாப்பாக கையாளவும். ஏனென்றால், அவை மிக எளிதாக நொறுங்க கூடியவை. பொருள்நோக்கு லென்ஸ் நீரில் முழ்கிவிடு-வதிலிருந்தும் அது பாதுகாக்கும். மேலும், அதிகமான உருப்பெருக்கத்தில் உற்றுநோக்கும் போது சோதனைத் தகட்டுடன் மோதுவதை தவிர்க்க, நுண்சீராக்கியை மட்டுமே பயன்படுத்தவும்.

பொருட்கள்

(ஆய்வகப் பொருட்கள்) சோதனைக் குழாய்கள், சோதனைக்குழாய் தாங்கி, சொட்டுக் குழாய், ப்ரஷ், கைப்பிடி லென்ஸ், நுண்ணோக்கி, சோதனைத் தகடு, கண்ணாடி மென்தட்டு, டிடர்ஜெண்ட், சோப்பு.

(நுண்ணோக்கி அமைப்பு) சாதாரண கூட்டு நுண்ணோக்கி, கூறுபாட்டு நுண்ணோக்கி, மொபைல் (கேமராவாக உபயோகிக்க), (இதர பொருட்கள்: கண்ணருகு லென்ஸ், நுண்ணுயிர் எண்ணி).

(எழுதுபொருட்கள்) பென்சில், காகிதம், வரை கட்டத் தாள், குறிப்புச்சீட்டு, (இதர பொருட்கள்: மார்கர் பென், வண்ண பென்சில்கள், ஸ்டிக்கி நோட்ஸ், ஸ்டிக்கி டேப்).

உற்றுநோக்கப் பயன்படுத்திய முழுமையான உருப்பெருக்கத்தை கணக்கிடவும் (அதாவது, கண்ணருகு லென்ஸின் உருப்பெருக்கம் × பொருள்நோக்கு லென்ஸின் உருப்பெருக்கம்)

முழுவுருப்பெருக்கம் ______________________ மடங்கு

கே.1 நுண்ணோக்கியின் மூலம் (பார்வைக் களம்) நீங்கள் உற்றுநோக்கியது என்ன? உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் அளவுகள், வடிவங்கள், நிறங்கள், இடம், மற்றும் இயக்கம் போன்றவற்றைக் கொண்டு உங்கள் கருத்துகளை விவரிக்கவும்.

____

____

____

Q2. Are the objects that you see living or non-living ? Why do you think so?

_ _

_ _

_ _

_ _

On a plain paper or graph paper provided to you, draw what you observed. Draw a circle of your visual field and use the space inside the circle to draw the microorganisms that you observed according to their position, size, shape, colour, and so on.

Change the magnification and draw what you see, again following the same method of drawing inside the circle of visual field.

Using a smartphone or a camera, click pictures of the life-forms that you observed in the visual field. Share the photographs with the group and the teacher. Teachers can also collect students' drawings and prepare charts. These charts can be placed in the classroom or lab.

Ask the students to see each other's or other groups' slides, and compare the notes and diagrams. Encourage them to see if there is a diversity in the life-forms among the various samples. Discuss the students' observations.

Magnification: ______X

Magnification:______X

8_enPages_for_TamilBook.indd 83 02/08/22 11:26 PM

கே.2 நீங்கள் உற்றுநோக்கியது உயிருள்ள பொருளா இல்லையா? அவ்வாறு ஏன் நினைத்தீர்கள்?

உங்களுக்குக் கொடுக்கப்பட்ட காகிதம் அல்லது வரைகட்டத் தாளில் நீங்கள் கவனித்ததை வரையவும். பார்வைக் களத்தை வட்டமிட்டு குறிக்கவும். இப்போது, அதனுள் கவனித்த நுண்ணுயிரிகளை அவற்றின் இருப்பிடம், அளவு, வடிவம், நிறம் போன்றவற்றின் அடிப்படையில் வரையவும்.

இதே முறையைப் பின்பற்றி, வேறொரு உருப்பெருக்கத்தில் கவனித்தவற்றை வரைந்திடவும்.

பார்வைக் களத்தில் உற்றுநோக்கிய உயிரினங்களை மொபைல் அல்லது கேமராவை பயன்படுத்தி படம்பிடிக்கவும். உங்களின் குழுவுடனும் ஆசிரியருடனும் ஒளிப்படங்களைப் பகிர்ந்திடுங்கள். மாணவர்களின் வரைப்படங்களை ஆசிரியர்கள் சேகரித்து, விளக்க வரைப்படங்களையும் உருவாக்கலாம். இவற்றை வகுப்பறை அல்லது ஆய்வுக்கூடத்தில் காட்சிப்படுத்தலாம்.

சக மாணவர்கள் அல்லது மற்ற குழுக்களின் சோதனைத் தகடுகளைப் பார்த்து குறிப்புகள் மற்றும் வரைப்படங்களை ஒப்பிடும்படி மாணவர்களைக் கேட்டுக்கொள்ளுங்கள். மாதிரிகளில் உள்ள உயிரினங்களின் பன்முகத்தன்மையைக் காணமுடிகிறதா என்று தெரிந்து கொள்ள அவர்களை ஊக்குவியுங்கள். மாணவர்கள் உற்றுநோக்கியதைக் குறித்து உரையாடவும்.

உருப்பெருக்கம்: ______X

உருப்பெருக்கம்: ______X

Help students to click photographs (using smartphone or camera), and share in the group. Teachers can use social media for making groups and sharing of observations. You can also join the Discussion platform on https://www.vigyanpratibha.in.

Note: Identification of microorganisms is not required for this unit.

Q3. Can you think of any other places where microorganisms may be present? Collect at least two more samples from your home or surroundings.

____

____

____

____

Students can collect various samples from their surroundings. If the students cannot think of places to collect samples from, then the teacher can suggest exploring garden grass, hay, rotten vegetables, compost, garden soil, pond or lake water, spoiled bread slice or chapati, etc. In the next task, students can observe the various microorganisms from their collected samples.

8_enPages_for_TamilBook.indd 84 02/08/22 11:26 PM

படம்பிடிக்க (மொபைல் அல்லது கேமராவை பயன்படுத்தி) மாணவர்களுக்கு உதவியளித்து, அவற்றைப் பகிருங்கள். குழுக்களை உருவாக்க மற்றும் உற்றுநோக்கியவற்றைப் பகிர ஆசிரியர்கள் சமூக வலைத்தளங்களைப் பயன்படுத்தலாம். விக்யான் ப்ரதீபாவின் மாணவர் கலந்துரையாடல் தளத்தையும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்: https://vp.hbcse.tifr.res.in/forums/forum/students-forum/

குறிப்பு: இந்தப் பாடப்பிரிவில் நுண்ணுயிரிகளை அடையாளம் காண்பது அவசியமில்லை.

கே.3 நுண்ணுயிரிகள் குடியிருக்கும் வேறேதும் இடங்களை உங்களால் கூற முடியுமா?
உங்களுடைய வீடு அல்லது சுற்றப்புறத்தில் மேலும் இரண்டு மாதிரிகளையாவது சேகரிக்கவும்.

____

____

____

____

சுற்றுப்புறத்திலிருந்து பலவிதமான மாதிரிகளை மாணவர்கள் சேகரிக்கலாம். இது அவர்களுக்குக் கடினமாக இருந்ததென்றால், தோட்டத்தில் உள்ள புல், வைக்கோல், அழுகிய காய்கள், மக்கிய உரம், மண், குளத்து அல்லது ஏரி நீர், கெட்டுப்போன ரொட்டித் துண்டு அல்லது சப்பாத்தி போன்ற பொருள்களை ஆசிரியர்கள் பரிந்துரைக்கலாம். அடுத்த செயலில், சேகரித்த மாதிரிகளில் இருக்கும் பலவிதமான நுண்ணுயிரிகளை மாணவர்கள் உற்றுநோக்கலாம்.

Task 3: Explore and observe microorganisms in your surroundings

Prepare a slide for the new samples collected from your surroundings and observe it under the microscope.

If the students bring garden soil or compost soil, then ask them to observe the ants, insects, earthworms and their eggs, etc. without the microscope. Add water to the soil sample and allow the soil to settle down. Prepare the slide as explained in task 2.

If the students bring water samples from a pond or a lake, then they can put a drop of water directly on the slide.

If the students bring in rotten vegetables like beans with white cottony growth on it, bread mould, leaves with white powdery spots etc., then take a drop of water on the slide and mix a small piece of the spoiled part with the water droplet.

The teacher can extend this task by observing the following specimens: Supernatant/clear liquid from idli batter, water used to soak wheat for a day or two, sugar-cane juice rested for two to three hours after extraction etc.

Materials

(Stationery items) pencil, paper, graph paper, labels, (optional items: marker pen, coloured pencils, sticky notes, sticky tape).

Q1. What do you observe under the microscope (visual field)? Describe it in your own words stating the number of organisms, sizes, shapes, colours, location, movement, etc.

_ _

_ _

_ _

8_enPages_for_TamilBook.indd 85 02/08/22 11:26 PM

செயல் 3: உங்களின் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள நுண்ணுயிரிகளை ஆராய்தல் மற்றும் உற்றுநோக்குதல்

உங்களின் சுற்றுப்புறத்தில் சேகரித்த புது மாதிரிகளுக்கு சோதனைத் தகடுகளைத் தயாரித்து, அவற்றை நுண்ணோக்கியின் மூலமாக உற்றுநோக்கவும்.

பொருட்கள்

(எழுது பொருட்கள்) பென்சில், காகிதம், வரைகட்டத் தாள், குறிப்புச் சீட்டு, (இதர பொருட்கள்: மார்க்கர் பென், வண்ண பென்சில்கள், ஸ்டிக்கி நோட்ஸ், ஸ்டிக்கி டேப்).

தோட்டத்தில் இருக்கும் மண் அல்லது மக்கிய உரம் போன்றவற்றை மாணவர்கள் எடுத்து வந்தால் எறும்புகள், பூச்சிகள், மண்புழு மற்றும் அவற்றின் முட்டைகள் இருக்கக்கூடும். இவற்றை நுண்ணோக்கியை பயன்படுத்தாமல் வெறும் கண்ணில் உற்றுநோக்க கூறுங்கள். மண் மாதிரியுடன் நீரைச் சேர்த்தபின்பு, அது நிலைக்கொள்ளும் வரை பொறுமையாக இருக்கவும். செயல் 2-இல் கூறப்பட்டிருப்பதைப் போல ஒரு சோதனைத் தகட்டைத் தயாரிக்கவும்.

குளம் அல்லது ஏரியிலிருந்து தண்ணீர் மாதிரிகளை மாணவர்கள் எடுத்து வந்தார்கள் என்றால், ஒரு துளி நீரை நேரடியாக சோதனைத் தகட்டில் இடலாம்.

வெள்ளை பஞ்சு பூசிய வளர்ச்சியுடன் உள்ள அவரை போன்ற அழுகிபோன காய்கள், ரொட்டி பூஞ்சை, வெள்ளை தூள் போன்ற புள்ளிகளைக் கொண்ட இலைகள் போன்றவற்றை மாணவர்கள் எடுத்து வந்தால், சோதனைத் தகட்டில் ஒரு துளி நீரை இட்டுவிட்டு, பின்னர் கெட்டுப்போன மாதிரியில் இருந்து சிறு பகுதியை எடுத்து நீர்த்துளியுடன் கலந்துவிடவும்.

இந்தச் செயலை ஆசிரியர் விரிவுபடுத்த நினைத்தால் பின்வரும் மாதிரிப் பொருள்களையும் உற்றுநோக்கலாம்: இட்லி மாவிலிருக்கும் தெளிவு (Supernatant), ஓரிரு நாட்கள் கோதுமையில் ஊறிய நீர், பிழியப்பட்டு இரண்டு மூன்று மணி நேரமான கரும்புச் சாறு , போன்றவை.

கே.1 நுண்ணோக்கியின் மூலம் (பார்வைக் களம்) நீங்கள் உற்றுநோக்கியது என்ன? உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் அளவுகள், வடிவங்கள், நிறங்கள், இடம், மற்றும் இயக்கம் போன்ற விவரங்களுடன் உங்களுடைய கருத்துகளை விவரிக்கவும்.

____

____

____

Draw your observations on a plain paper or a graph paper.

Change the magnification and draw the same microorganisms at various magnifications. You can follow the earlier method of drawing inside the circle of visual field.

> Drawing will encourage students to observe the minute details of an image. This will also enable them to compare and differentiate their observations for the earlier and this sample.

Q2. Have you observed the same kinds of organisms in two different samples? The different samples can be either from different sources or from same source but from different days. If yes, what was the difference between them, if any? State in terms of number, size, variety, etc.

_ _

_ _

_ _

_ _

_ _

Q3. If you have observed such differences, what would you like to infer from them?

_ _

_ _

_ _

_ _

_ _

8_enPages_for_TamilBook.indd 86 02/08/22 11:26 PM

நீங்கள் உற்றுநோக்கியவற்றை ஒரு காகிதம் அல்லது வரைகட்டத் தாளில் வரைந்திடவும்.

உருப்பெருக்கத்தை மாற்றவும். வெவ்வேறு உருப்பெருக்கத்தில் அதே நுண்ணுயிரிகளை வரைந்திடவும். பார்வைக்கள வட்டத்தினுள் வரைந்திடும் முறையையே மீண்டும் பின்பற்றலாம்.

வரைதலின் மூலம் ஒரு படத்தின் நுண்ணிய விவரங்களை உற்றுநோக்குவதற்கு மாணவர்கள் ஊக்கம் பெறுவார்கள். இதோடு, இந்த மாதிரி மற்றும் அதற்கு முன்பு எடுத்துக்கொண்ட மாதிரியின் உற்றுநோக்கல் விவரங்களை ஒப்பிட்டு வேறுபடுத்தவும் உதவும்.

கே.2 இரண்டு வெவ்வேறு மாதிரிகளில் ஒரே வகையான உயிரினங்களை நீங்கள் உற்றுநோக்கினீர்களா? இந்த மாதிரிகள், வெவ்வேறு இடங்கள் அல்லது ஒரே இடத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டிருக்கலாம், ஆனால் வெவ்வேறு நாட்களில் எடுக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். இவ்வாறானால், அவற்றில் காணப்படும் வேறுபாடுகள் என்னவாக இருக்கும்? எண்ணிக்கை, அளவு, வகை போன்றவற்றின் அடிப்படையில் கூறவும்.

_ _

_ _

_ _

_ _

_ _

கே.3 ஆம் என்றால், இதிலிருந்து நீங்கள் புரிந்துகொள்வது என்ன?

_ _

_ _

_ _

_ _

_ _

Task 4: Estimation of the size of a microorganism

Size is an important characteristic of each microorganism. Since you have learnt how to use a microscope in Learning Unit 8.4, can you now estimate the sizes of microorganisms that you see?

Using a plastic ruler (as shown in Task 6, LU 8.4), find the diameter of the visual field.

The diameter of visual field = _ _ _ _ _ _ _ _ mm = _ _ _ _ _ _ _ _ micrometer (Note: 1 mm = 1000 micrometer)

Now consider one of the organisms your have observed and drawn above. If you want, you can make a small sketch here for reference. Mark it Organism 1.

Imagine and guess how many organisms of the same kind you can keep side by side along the diameter of the visual field. Number =_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

From these two numbers (diameter of the visual field and number of organisms than can fit along diameter), estimate the size of the organism.
Size = _ _ _ _ _ _ _ mm = _ _ _ _ _ _ _ _ micrometer.

Following the same method, estimate the size for other microorganisms as well.

Organism 2: Size = _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Organism 3: Size = _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Organism 4: Size = _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Materials

(Stationery items) ruler, pencil, paper, graph paper, labels, (optional items: marker pen, coloured pencils, sticky notes, sticky tape).

Points for further discussion

The teacher can lead the discussion on the variety of organisms present in our immediate surroundings. The teacher can enrich the discussion by asking questions, such as - *Are microorganisms good for humans or are they all bad?* Even if

8_enPages_for_TamilBook.indd 87 02/08/22 11:26 PM

செயல் 4: ஒரு நுண்ணுயிரியின் அளவை மதிப்பிடுதல்

ஒவ்வொரு நுண்ணுயிரியிருக்கும் அளவு ஒரு முக்கிய பண்பாகும். கற்றல் பிரிவு 6-ல் ஒரு நுண்ணோக்கியைப் பயன்படுத்த நீங்கள் கற்றுக்கொண்டீர்கள். அந்த அனுபவத்தைக் கொண்டு நுண்ணுயிரிகளின் அளவுகளை இப்போது மதிப்பிட முயற்சி செய்யுங்கள்.

ஒரு அளவுகோலைப் பயன்படுத்தி "நுண்ணோக்கியின் வழியாக உற்றுநோக்குதல்" கற்றல் பிரிவின் செயல் 6-ஐ பார்க்கவும், பார்வைக் களத்தின் விட்டத்தைக் கணக்கிடுங்கள்.

பார்வைக் களத்தின் விட்டம் = __________ மி.மீ = ____________ மைக்ரோ மீட்டர் (குறிப்பு: 1 மி.மீ = 1000 மைக்ரோ மீட்டர்)

நீங்கள் உற்றுநோக்கி வரைந்த ஒரு உயிரினத்தை தற்போது எடுத்து கொள்ளுங்கள். வேண்டுமென்றால், மேற்கோளாக அதை இங்கு சுருக்கமாக வரைந்து கொள்ளுங்கள். "உயிரினம் 1" என்று இதைக் குறியுங்கள்.

பார்வைக் களத்தின் விட்டத்திற்குள் உயிரினங்கள் அருகருகே அடுக்கப்படுவதாக கற்பனைச் செய்து கொள்ளுங்கள். ஒரே விதமான எத்தனை உயிரினங்களை அக்களத்தினுள் அடுக்க முடியும் என்பதை ஊகியுங்கள். எண்ணிக்கை = ______________

இந்த இரு எண்களைக் கொண்டு (பார்வைக் களத்தின் விட்டம் மற்றும் அவ்விட்டத்தினுள் அடங்கும் உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை), _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _மி.மீ = = _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ மைக்ரோ மீட்டர்

இதே முறையை பின்பற்றி, மற்ற நுண்ணுயிரிகளின் அளவையும் மதிப்பிடுங்கள்

உயிரினம் 2: அளவு = _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

உயிரினம் 3: அளவு = _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

உயிரினம் 4: அளவு = _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

பொருட்கள்

(எழுதுபொருட்கள்) அளவுகோல், பென்சில், காகிதம், வரைகட்டத் தாள், குறிப்புச்சீட்டு, இதர பொருட்கள்: மார்கர் பென், வண்ண பென்சில்கள், ஸ்டிக்கி நோட்ஸ், ஸ்டிக்கி டேப்).

(எழுதுபொருட்கள்) அளவுகோல், பென்சில், காகிதம், வரைகட்டத் தாள், குறிப்புச்சீட்டு, (இதர பொருட்கள்: மார்கர் பென், வண்ண பென்சில்கள், ஸ்டிக்கி நோட்ஸ், ஸ்டிக்கி டேப்).

மேலும் உரையாடுவதற்கான குறிப்புகள்

நம்மைச் சுற்றி வாழும் பலதரப்பட்ட உயிரினங்களைக் குறித்த உரையாடலுடன் ஆசிரியர் தொடங்கலாம். கேள்விகளை எழுப்புவதன் மூலம் உரையாடலை செறிவூட்டுங்கள். எடுத்துக்காட்டாக - **நுண்ணுயிரிகளால் மனிதர்களுக்கு நன்மை உண்டா அல்லது அவை அனைத்தும் தீங்குதான் இழைக்குமா?**

there are microbes around us we do not fall sick, because most of them are good bacteria that are useful. The microbes are essential in fermentation of several useful products that humans consume. The teachers can discuss the role of good bacteria in antibiotics, the role of microorganisms in vaccines, the role of bacteria in maintaining ecological balance by reducing the pathogens in environment, the role of microorganisms in cleaning up, etc.

A useful context about the role of microbes for ecological services/environment can thus be discussed. You may ask - *Have you ever seen any colonies of microbes (particularly bacteria and moulds) growing on damp surfaces, or in natural environments? What do you think is happening when microbes grow on something?* (The microbes are using the substance as a food source).

Discuss the important/various roles of microorganisms, for example, as decomposers of dead organic material in ecosystems.

Introduce the use of stains while observing microscopic organisms. Discuss the difference in images when we use or do not use a stain. - *What advantages can staining bring in for observing microscopic organisms?*

Summary and reflection

After the four sessions, teachers can summarise the sessions based on:

- Objectives
- Learning outcomes
- Students' experiences of observing life-forms
- Students' drawings of microorganisms
- Difficulties/challenges that occured during the Learning Unit
- Suggestions from students about the Learning Unit

See LU 8.4 "Looking through a microscope" for suggested readings.

Title: Microorganisms at our doorstep
Main Authors: Meena Kharatmal, G. Nagarjuna, M. C. Arunan
Reviewer: V. G. Gambhir
Creative Commons Licence: CC BY-SA 4.0 International

VIGYAN PRATIBHA
विज्ञान प्रतिभा

8_enPages_for_TamilBook.indd 88 02/08/22 11:26 PM

நம்மைச் சுற்றி நுண்ணுயிரிகள் வாழ்ந்தாலும் நாம் எப்போதுமே ஒன்றும் நோய்வாய்ப்படுவதில்லை, ஏனென்றால் பெரும்பாலான பாக்டீரியாக்கள் நமக்கு பயனளிக்கக் கூடியவை. மனிதர்கள் உட்கொள்ளும் பலவகையான பயனளிக்கக் கூடிய பொருட்களின் புளிப்பேற்ற வழிமுறையில் நுண்ணுயிரிகள் அவசியமானவை. நுண்ணுயிரிக்கொல்லியில் நன்மை விளைவிக்கும் பாக்டீரியாவின் பங்கு, தடுப்புமருந்தில் நுண்ணுயிரிகளின் பங்கு, சுற்றுச்சூழலில் வசிக்கும் நோய்க்கிருமிகளை ஒடுக்குவதன் மூலம் சூழலியல் சமநிலையை பேணுவதில் பாக்டீரியாவின் பங்கு, சுத்திகரிப்பில் நுண்ணுயிரிகளின் பங்கு, போன்றவற்றையும் விவரிக்கலாம்.

சூழலியல் சேவைகள்/சுற்றுச்சூழலில் நுண்ணுயிரிகளின் பயனளிக்கும் பங்கைக் குறித்து உரையாடலாம். உதாரணமாக - **ஈரமான மேற்பரப்புகளில் அல்லது இயற்கையான சுற்றுச்சூழலில் நுண்ணுயிரி கூட்டமைவுகள் (குறிப்பாக பாக்டீரியா மற்றும் பூஞ்சை) வளர்ந்திடுவதை நீங்கள் கண்டுள்ளீர்களா?** நுண்ணுயிரிகள் ஏதேனும் பொருளில் வளரும்போது என்ன நிகழ்கிறது என்று நினைக்கிறீர்கள்? (அப்பொருளை நுண்ணுயிரிகள் உணவாக பயன்படுத்துகின்றன).

நுண்ணுயிரிகளின் முக்கிய/பல்வேறு பங்களிப்புகளைக் குறித்து உரையாடவும். எடுத்துக்காட்டாக, சூழலமைப்புகளில் உயிரற்ற கரிமப் பொருள்களின் சிதைப்பிகளாக (decomposers).

நுண்ணுயிரிகளை உற்றுநோக்கும் போது, சாயங்கள் பயன்படுத்தப்படுவதை அறிமுகப்படுத்தவும். இதனால் படங்களில் காணப்படும் வேறுபாட்டைக் குறித்து உரையாடவும். - **நுண்ணுயிரிகளை உற்றுநோக்குவதில் சாயமேற்றல் என்னென்ன நன்மைகளை விளைவிக்கும்?**

பாடச்சுருக்கம் மற்றும் சிந்திக்க வேண்டியவை

நான்கு அமர்வுகளும் முடிவடைந்த பின்னர், கீழுள்ள கூறுகளின் அடிப்படையில் ஆசிரியர்கள் இப்பாடப்பிரிவை சுருக்கமாக கூறலாம்:

- குறிக்கோள்கள்,
- கற்றல் விளைவுகள்,
- உயிரினங்களை உற்றுநோக்குவதில் மாணவர்கள் பெற்ற அனுபவங்கள்,
- வாழும் சூழலைக் காண்பிக்கும் மாணவர்களின் வரைபடங்கள்,
- இக்கற்றல் பிரிவின் போது சந்தித்த சவால்கள்/தடுமாற்றங்கள்.
- இக்கற்றல் பிரிவைக் குறித்து மாணவர்களின் கருத்துகள்.

8.4 "நுண்ணோக்கியின் வழியாக உற்று நோக்குதல்" என்ற கற்றல் பிரிவில் பரிந்துரைக்கப்பட்ட நூல்களையும் பாருங்கள்.

Title: Microorganisms at our doorstep
Main Authors: Meena Kharatmal, G. Nagarjuna, M. C. Arunan
Reviewer: V. G. Gambhir
Translators: Manikandan Sambasivam, Uthra Dorairajan
Creative Commons Licence: CC BY-SA 4.0 International

VIGYAN PRATIBHA
विज्ञान प्रतिभा