

## LU 8.3 The Journey from Milk to Curd

### दूध ते दही : एक प्रवास

#### Overview

#### आढावा

This Learning Unit is designed to enable students explore the process of curd formation from milk. The tasks require students to come up with a method which could turn milk into curd in the least possible time. At the end, students will understand the significance of experimental controls, variables and more importantly, the role of observations in science.

विद्यार्थ्यांना दुधापासून दही तयार करण्याची प्रक्रिया जाणून घेण्यास सक्षम करण्यासाठी या अध्ययन घटकाची मांडणी केलेली आहे. दुधाचे दह्यात रूपांतर कमीतकमी वेळेत होण्यासाठी विद्यार्थ्यांनी पद्धत निवडणे, हे या कृतीमधून अपेक्षित आहे. या कृतीमध्ये विद्यार्थी, प्रायोगिक नियंत्रके (experimental controls), चले (variables) यांचे महत्त्व आणि मुख्य म्हणजे विज्ञान विषयात निरीक्षणांचे महत्त्व समजून घेतील.

#### Minimum time required:

#### किमान आवश्यक वेळ :

Task 1 and setting up task 2 require 30 min. Task 2 requires five minutes of observation at regular intervals of 30 to 40 mins, for about five to six hours. It would be best to start at the beginning of the school day, and conduct observations till the end of school hours. Discussion of this task requires 30-45 min, and can be conducted on a subsequent day.

कृती 1 करण्यासाठी आणि कृती 2 च्या तयारीसाठी 30 मिनिटे लागतील. कृती 2 करण्यासाठी साधारणपणे पाच-सहा तास लागतील; यात दर 30 ते 40 मिनिटांनंतर 5 मिनिटे निरीक्षण करणे आवश्यक आहे. शाळेत आल्याबरोबर या कृतीला सुरुवात केली तर शाळा सुटपर्यंत निरीक्षणासाठी पुरेसा वेळ मिळेल. त्यानंतर दुसऱ्या दिवशी या कृतीची चर्चा करण्यासाठी 30-45 मिनिटे लागतील.

#### Type of Learning Unit: Laboratory

#### अध्ययन घटकाचा प्रकार : प्रयोगशाळेत करण्याची कृती

#### Unit-specific objectives

#### अध्ययन घटकाची उद्दिष्टे

- To understand that the process of curd formation requires specific conditions  
दही बनण्याच्या प्रक्रियेसाठी विशिष्ट परिस्थिती आवश्यक असते, हे समजून घेणे
- To understand that very high and low temperatures are not favourable for curd formation, indicating the role of microbial action in the process  
दही बनण्यासाठी खूप जास्त किंवा खूप कमी तापमान अनुकूल नसून या प्रक्रियेत सूक्ष्मजीवांची भूमिका आवश्यक असते, हे समजून घेणे
- To understand that alkaline conditions do not favour curd formation and that this fact is widely used in milk preservation
- दही बनण्यासाठी अल्कधर्मीपणा अनुकूल नसतो, आणि हेच तथ्य दूध संकलनासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते, हे लक्षात आणून देणे
- To understand the method of experimental design, including the controls needed to draw reliable conclusions from an experiment

- प्रयोग कसा करावा याची पद्धती, प्रयोगातून विश्वसनीय निष्कर्ष मिळावेत म्हणून नियंत्रक आवश्यक असतात, हे समजून घेणे
- To develop observation and recording skills
- निरीक्षण कौशल्ये आणि नोंदी करण्याची कौशल्ये विकसित करणे

## Links to curriculum

### अभ्यासक्रमाशी दुवा

1. NCERT Class 6 Science Chapter 6: Changes Around Us (March 2006)
2. NCERT Class 7 science Chapter 4: Acids, Bases and Salts (Nov 2022)
3. NCERT Class 8 science Chapter 2: Microorganisms; Friend and foe (Nov 2022)

The textbook for Class 8 mentions that a small amount of curd is to be added to warm milk so that curd is formed the next day. This Learning Unit goes a little further to determine the optimum conditions of temperature, some physical processes like stirring, and how presence of some easily available chemicals/foods speed up, slows down, or even prevents the process of curd formation.

NCERT इयत्ता 8 वी च्या पाठ्यपुस्तकात, दुसऱ्या दिवशी दही तयार होण्यासाठी आदल्या दिवशी कोमट दुधामध्ये थोडे दही मिसळणे आवश्यक असते, असा उल्लेख आहे. यापुढे जाऊन, हे अध्ययन घटक दही तयार होण्याच्या प्रक्रियेसाठी अनुकूल तापमान; ढवळण्यासारख्या काही भौतिक प्रक्रिया; आणि काही सहज उपलब्ध रसायने / अन्नपदार्थ मिसळल्यास या प्रक्रियेची गती कशी वाढवतात, मंद करतात किंवा अगदी रोखतात, हे निश्चित करायला मदत करते.

## Introduction

### ओळख

Have you seen the process of curd formation at home? You might have also tried doing it yourself! Have you ever wondered, why we always need to add that small amount of curd to milk so that milk turns into curd? Can the same process be done using lemon juice? You might also have seen spoiling of milk. How can one differentiate between spoiled milk and curd? How can milk be transported to long distances without getting spoiled?

In this learning unit, you will study curd formation from milk under different conditions and try to understand the associated changes taking place in it. At the end of the unit, you should be able to come up with the best combination of conditions that might favour curd formation, and also convert milk into curd in very little time.

तुम्ही कधी घरी दही बनविताना पाहिले आहे का? तुमच्यापैकी काही जणांनी दही बनवण्याचा प्रयत्न केला असेल! दही तयार करताना दुधामध्ये नेहमी थोडेसे दही का मिसळले जाते, याचा तुम्ही कधी विचार केला आहे का? लिंबाचा रस मिसळून तीच प्रक्रिया होऊ शकते का? तुम्ही कदाचित दूध नासलेले पाहिले असेल. नासलेले दूध आणि दही यांच्यातील फरक आपल्याला कसा ओळखता येईल? दूध खराब होऊ न देता ते दूरच्या ठिकाणी कसे वाहून नेतात?

या अध्ययन घटकात, वेगवेगळ्या परिस्थितीत दुधापासून दही कसे बनते आणि या प्रक्रियेशी कोणकोणते बदल जुळलेले आहेत, हे तुम्ही अभ्यासणार आहात. अध्ययन घटकाच्या शेवटी, दही तयार होण्यासाठी कोणकोणत्या बाबी जुळून याव्या लागतात, तसेच कमी वेळेत दुधाचे दह्यात रूपांतर कसे करता येते, हे तुम्हाला समजेल.

**Before you begin with the main task, your teacher will conduct two small games for the class.**

मुख्य कृती सुरु करण्याआधी शिक्षक वर्गात दोन खेळ करून घेतील.

## The process of curd making

## दही बनविण्याची प्रक्रिया

Curd formation is an age old process and has been commonly practiced in many parts of the world. We know that curd formation requires certain environmental and physical conditions. Presence of some chemicals may affect this process. Although these conditions may slightly vary from one place to another and may also depend on the user's preference for a certain kind/taste of curd, but there are some essential features of its formation process. In this unit, students go through the process (of curd formation) and find out the suitable conditions required for curd formation and what these conditions teach about the process. This Learning Unit helps in this reasoning process through the use of carefully designed and controlled experiments.

दही बनविणे, ही एक जुनी प्रक्रिया आहे आणि जगाच्या अनेक भागांमध्ये तिचा वापर केला जातो. आपल्याला माहित आहे की, दही बनण्यासाठी काही पर्यावरणीय तसेच भौतिक परिस्थिती आवश्यक असतात. काही रसायने मिसळल्यास या प्रक्रियेवर परिणाम होऊ शकतो. या प्रक्रियेत, ठिकाणांनुसार आणि उपभोक्त्याच्या आवडीनुसार दह्याचा विशिष्ट प्रकार/चव यात किंचित बदल असला, तरीही दही बनण्याच्या प्रक्रियेची काही वैशिष्ट्ये आहेत. या अध्ययन घटकामध्ये, विद्यार्थी दही बनवण्याची प्रक्रिया करून पाहतात आणि दही बनण्यासाठी कोणत्या बाबी आवश्यक आहेत, तसेच प्रक्रियेसंबंधी या बाबी काय शिकवतात, ते शोधून काढतात. हे अध्ययन घटक, काळजीपूर्वक योजलेल्या आणि नियंत्रित केलेल्या प्रयोगाच्या माध्यमातून तर्कसंगत विचार करायला मदत करते.

It is important here that the students understand the difference between curd and spoiled milk, although both appear thick and both are the results of microbial action. They should be able to tell why one is fit for direct consumption and the other is not, based on physical observations (including smell). If possible, the teacher may try bringing and showing to the students spoiled milk in addition to milk and curd, to help students differentiate between the three.

दही आणि नासलेले दूध, हे दोन्ही दिसायला घट्ट असले आणि सूक्ष्मजीवांच्या क्रियेमुळे होत असले तरी त्यांच्यातील फरक विद्यार्थ्यांना समजणे, महत्वाचे आहे. प्रत्यक्ष निरीक्षणांवरून (वास इत्यादी) दही आणि नासलेले दूध यातील फरक विद्यार्थ्यांना सांगता आला पाहिजे. शक्य असल्यास, शिक्षकदेखील दूध आणि दही यांखेरीज नासलेले दूध आणून दाखवू शकतात आणि या तिघांमध्ये कोणता फरक आहे, तो ओळखायला विद्यार्थ्यांना मदत करू शकतात.

### A look at the basics

#### मूलभूत गोष्टींवर एक नजर

Fermented milk products, e.g., buttermilk (*chhaas*), curd (*dahi*), and cheese, are commonly used in India and are good sources of nutrients and healthy bacteria, and boost immunity.

आंबवलेले दुग्धजन्य पदार्थ, उदा. ताक, दही आणि चीज (cheese) भारतात सामान्यपणे वापरले जातात आणि ते पोषक व निरोगी जीवाणूंचे स्रोत असून रोगप्रतिकारशक्ती वाढवितात.

In these products, fermentation occurs due to lactic acid bacteria (LAB), which convert the lactose in milk to lactic acid. Thus, for preparing these products, a small amount of 'starting material' or 'starter culture' (as microbiologists call it) is added. This starting material acts as the source of lactic acid bacteria.

या उत्पादनांमध्ये, लॅक्टिक आम्ल जीवाणूंचे (lactic acid bacteria) किण्वन घडून येते, जे दुधातील लॅक्टोजचे रूपांतर लॅक्टिक आम्लात करतात. म्हणून ही उत्पादने तयार करण्यासाठी, थोड्या प्रमाणात 'विरजन' किंवा 'स्टार्टर कल्चर' (ही संज्ञा सूक्ष्मजीवशास्त्रज्ञ वापरतात) मिसळले जातात. हे विरजन लॅक्टिक आम्ल जीवाणूंचा स्रोत म्हणून कार्य करते.

'Lactic acid bacteria' is the name of a group of bacteria. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* are examples of this group.

'लॅक्टिक आम्ल जीवाणू' हे जीवाणूंच्या समूहाचे नाव आहे. लॅक्टोबॅसिलस, लॅक्टोकोकस, स्ट्रेप्टोकोकस इत्यादी जीवाणू 'लॅक्टिक आम्ल जीवाणू'चेच प्रकार आहेत.

Products such as *paneer* are made by a direct-set method, which involves adding a small amount

of an acid to milk instead of microbial fermentation. For preparing *paneer* from milk, a bacterial source is not required.

पनीरसारखी उत्पादने डायरेक्ट-सेट (प्रचलित/रूढ झालेली) पद्धतीने बनवली जातात, ज्यामध्ये सूक्ष्मजीवांद्वारे किण्वन करण्याऐवजी दुधामध्ये थोडेसे आम्ल मिसळले जाते. दुधापासून पनीर तयार करण्यासाठी जीवाणूंच्या स्रोताची गरज नसते.

Addition of an acid to milk will result in the coagulation or 'clumping' of milk proteins. The resulting product is NOT the fermented 'curd' or '*dahi*' we eat. In India, the term 'curd' is used for the **fermented product which is obtained after the addition of a small amount of existing curd or buttermilk**.

दुधामध्ये आम्ल मिसळल्यावर दुधातील प्रथिनांचे क्लथन होते किंवा 'गुठळ्या' होतात. अशा प्रकारे तयार झालेले उत्पादन आपण खातो ते आंबवलेले 'दही' नसते. भारतात, 'दही' ही संज्ञा दुधामध्ये थोड्या प्रमाणात दही किंवा ताक मिसळल्यावर जो आंबलेला पदार्थ मिळतो, त्यासाठीच वापरतात.

In the western countries, the word 'yogurt' is used for 'curd'.

पाश्चात्य देशांमध्ये, दह्यासाठी 'योगर्ट' ही संज्ञा वापरली जाते.

The word 'curdle' or 'curdling' refers to any form of coagulation of milk or milk proteins, and is commonly used to describe spoilage of milk. In this Learning Unit, we will be using the term 'curd formation' for the product of desirable fermentation of milk, which is used as food (*dahi*).

'दूध साकळणे (कर्डल)' किंवा 'दूध विरजणे' (कर्डलिंग) हे शब्द दुधाच्या किंवा दुधातील प्रथिनांच्या क्लथनाच्या कोणत्याही स्वरूपासाठी वापरतात आणि सामान्यपणे दूध नासले म्हणून सांगण्यासाठी वापरले जातात. या अध्ययन घटकामध्ये, दुधाचे योग्य रीतीने किण्वन केले की जे उत्पादन मिळते आणि जे आपण दही म्हणून खातो, त्यासाठी आपण 'दही बनवणे' ही संज्ञा वापरणार आहोत.

Spoiled milk also appears thick, and is also a result of microbial action. However, it is an undesired and uncontrolled process, which occurs due to diverse microbes coming from environment and growing in milk. Whereas, when we add a small amount of curd to milk, we ensure that lactic acid bacteria multiply, produce acid, lower the pH, and do not allow other food-spoiling bacteria to grow.

नासलेले दूध देखील घट्ट दिसते आणि ते सूक्ष्मजीवांच्या कृतीमुळे बनते. मात्र, ही एक अनपेक्षित आणि अनियंत्रित प्रक्रिया असून दुधात वाढणाऱ्या सूक्ष्मजीवांमुळे घडून येते. जेव्हा आपण दुधामध्ये थोड्या प्रमाणात दही मिसळतो तेव्हा लॅक्टिक आम्ल जीवाणूंची संख्या वाढावी, आम्ल तयार व्हावे, सामू (pH) कमी व्हावा आणि अन्न नासवणाऱ्या इतर जीवाणूंची वाढ होऊ नये, याची आपण खात्री करून घेत असतो.

If we try to convert milk to curd **without** the addition of a source of lactic acid bacteria, the resulting thick or semi-solid milk is likely to be spoiled milk, rather than 'set' curd.

जर आपण दुधामध्ये लॅक्टिक आम्ल जीवाणूंचा स्रोत न मिसळता त्याचे दह्यामध्ये रूपांतर करण्याचा प्रयत्न केला, तर तयार होणारे घट्ट किंवा अर्ध-स्थायू अवस्थेतील दूध हे 'जमलेले' दही नसेल, तर ते नासलेले दूध असू शकेल.

## Materials required

**For one setup:** 200 mL Fresh milk, 20 mL curd (prepared at home), sodium bicarbonate, Lemon juice, dilute acid (HCl or vinegar), baker's yeast, beakers, glass rod, glass slides, thermometer, gas burner or electric hot plate, refrigerator

## कृतीसाठी लागणारे साहित्य

**एका वेळेकरिता :** 200 मिली. ताजे दूध, 20 मिली. दही (घरी बनवलेले), सोडियम बायकार्बोनेट (खायचा सोडा), लिंबाचा रस, विरल आम्ल (हायड्रोक्लोरिक आम्ल किंवा व्हिनेगर), बेकर्स यीस्ट, चंचुपात्रे, काचेची दांडी, काचपट्टी, तापमापी, गॅस बर्नर (बुनसेन बर्नर) किंवा विजेची शेगडी, फ्रिज (प्रशीतक)

## Tasks

## कृती

The first task consists of two small games to engage the students and to prepare them for the main task (task 2). Time required for both the games is ~5 min.

पहिल्या कृतीमध्ये दोन लहान खेळ आहेत. त्याद्वारे विद्यार्थ्यांना गुंतवून ठेवता येईल आणि त्यांना मुख्य कृतीसाठी (कृती 2) तयार करता येईल. दोन्ही खेळांसाठी अंदाजे 5 मिनिटे लागणार आहेत.

### Preparing for Task 1

#### कृती 1 साठी तयारी

The first game is called **Racing the Knowns**. Take a drop each of milk and curd slightly apart on a glass slide, and ask the students to find ways in which the two can be identified. This task can be given on a glass slide, or on any other smooth surface. **Anything opened in the lab should not be tasted by anyone, no matter how edible it is.**

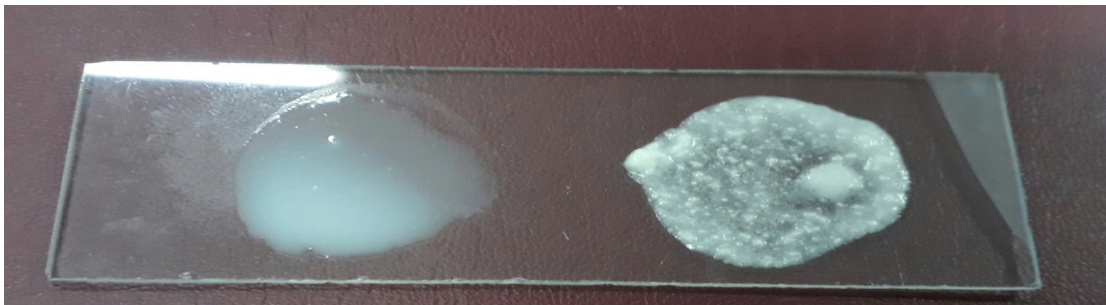
पहिल्या खेळाला **परिचितांमधील शर्यत** म्हणता येईल. एका काचपट्टीवर दूध आणि दही यांचा प्रत्येकी एक थेंब थोड्या अंतरावर घेऊन विद्यार्थ्यांना ते दोन्ही ओळखण्याचे मार्ग शोधायला सांगा. ही कृती काचपट्टीवर किंवा इतर कोणत्याही गुळगुळीत पृष्ठभागावर करता येऊ शकते. **कोणतीही खाण्यायोग्य वस्तू प्रयोगशाळेत उघडली तरी त्या वस्तूची चव घेऊ नका.**

If the students struggle to answer, the teacher may suggest the students to tilt the slide at a certain angle and observe the flow. Note the distance the drop moves in unit time. The flow rate would be different for the two substances.

विद्यार्थ्यांना उत्तर शोधायला अडचण येत असल्यास, शिक्षक विद्यार्थ्यांना काचपट्टी एका विशिष्ट कोनात तिरकी करून हे पदार्थ कसे वाहतात त्याचे निरीक्षण करा, असे सुचवू शकतात. एका ठरावीक वेळेत थेंब किती अंतर सरकतात, याची नोंद करा. दोन्ही पदार्थांचा वाहण्याचा दर वेगवेगळा असेल.

The second game is called **Smudge it!** and is also used to differentiate between milk and curd. Take a drop of each liquid on a glass slide. Ask the students to smudge the drops by placing their forefingers on the drop and moving it 5 times in clock-wise direction.

दुसऱ्या खेळाला **पसरपसरी** म्हणतात. हा खेळ दूध आणि दही यातील फरक ओळखण्यासाठी देखील वापरला जातो. एका काचपट्टीवर प्रत्येक द्रवाचा एक थेंब घ्या. विद्यार्थ्यांना अंगठ्याजवळच्या बोटाने दोन्ही थेंब घड्याळाच्या दिशेत 5 वेळा पसरवायला सांगा.



**Figure T1:** A typical outcome of the smudging experiment with milk (left) and curd (right).

**आकृती T1:** दूध (डावीकडे) आणि दही (उजवीकडे) पसरवण्याच्या प्रयोगाचा एक विशिष्ट परिणाम.

The teacher can then ask if students know any other ways to differentiate. A possible answer could be the difference in smell, appearance, or consistency.

त्यानंतर शिक्षक विद्यार्थ्यांना दोन्हीमध्ये (दूध आणि दही यांमध्ये) फरक करण्याचे इतर मार्ग माहीत आहेत का, ते विचारू शकतात. याची संभाव्य उत्तरे वास, दिसणे किंवा एकजीवपणा यांतील फरक असू शकतात.

### Task 1: Two Games

## कृती 1: दोन खेळ

1. **Racing the Knowns:** Place a drop each of milk and curd slightly apart on a glass slide, slightly tilt the slide. Find the ways in they can be differentiated.

**परिचितांमध्ये शर्यत :** दूध आणि दही यांचा एकेक थेंब काचपट्टीवर वेगवेगळे ठेवा आणि काचपट्टी किंचित तिरकी करा. दूध आणि दही यांच्यातील फरक ओळखण्याचे मार्ग शोधा.

2. **Smudge It:** Place a drop of each liquid on glass. Smudge each drop with your forefinger and answer the following questions:

**पसरापसरी :** दोन्ही पदार्थांचे एकेक थेंब काचपट्टीवर ठेवा. तुमच्या अंगठ्याजवळच्या बोटाने दोन्ही पदार्थ काचपट्टीवर पसरवा आणि पुढील प्रश्नांची उत्तरे द्या :

- How does it spread - uniformly/evenly or disperses into clumps?
- दोन्ही पदार्थ कसे पसरले — एकसमान/ समानतेने पसरले किंवा गुठळ्यांमध्ये विखुरले?
- Does the mass spread to the outer region of the smudged area or does it concentrate at the centre?
- पदार्थ पसरल्यानंतर, पदार्थ बाहेरच्या कडेला पसरले की मध्यभागी एकत्र आले?

### Preparing further for the task

#### कृतीसाठी आणखी तयारी करणे

a. In the games you played, how did you differentiate between milk and curd?

तुम्ही दूध आणि दही यांच्यातील फरक कसा ओळखला?

b. Have you seen the process of making curd at home? What are the steps involved?

तुम्ही घरी दही बनवताना पाहिले आहे का? त्यात कोणकोणत्या पायऱ्या असतात?

### Preparing for Task 2

#### कृती 2 साठी तयारी

This is the main task where the students' design an experiment to determine the set of conditions that speed up the process of curd formation. They will also look at how certain additives like lemon juice or baking soda affect curd formation.

ही मुख्य कृती आहे. विद्यार्थ्यांनी येथे दही बनण्याची प्रक्रिया लवकर होण्यासाठी कोणकोणत्या बाबी आवश्यक असतात, हे निश्चित करण्यासाठी एका प्रयोगाची संरचना करायची आहे. लिंबाचा रस किंवा खाण्याचा सोडा यांसारखे पदार्थ दही बनण्याच्या प्रक्रियेवर कसा परिणाम करतात, हे देखील विद्यार्थी पाहतील.

#### Discussion for preparing students for the task

##### विद्यार्थ्यांना कृतीकरीता तयार करण्यासाठी चर्चा

The teacher could begin with the question, "How is curd formed?" to understand what students already know about the process.

दही बनण्याच्या प्रक्रियेबाबत विद्यार्थ्यांना काय माहिती आहे, ते समजून घेण्यासाठी "दही कसे तयार होते?" हा प्रश्न विचारून शिक्षक अध्ययन घटकाला सुरुवात करू शकतात.

Students may typically respond, "Add curd to warm milk."

विद्यार्थ्यांकडून सामान्यपणे "कोमट दुधामध्ये दही मिसळवे" असे उत्तर येऊ शकते.

The teacher can then ask additional questions, which are to do with the temperature of milk:

त्यानंतर शिक्षक अजून प्रश्न विचारू शकतात, जे दुधाच्या तापमानाशी संबंधित आहेत :

What should be the temperature of the milk before adding curd?"

-दही मिसळण्याआधी दुधाचे तापमान काय असावे?

- Can you add curd to boiling milk?

- उकळत्या दुधामध्ये तुम्ही दही मिसळाल का?

- Will you expect curd to form if you add a little curd to cold milk?

- थंड दुधामध्ये थोडेसे दही मिसळल्यास त्यापासून दही तयार होईल, असे तुम्हाला वाटते का?

The next round of questions could be: "What will happen if you don't add curd to milk and keep it for more than a day? If it appears thick, will you call it curd?" and "Suppose you don't have any curd, what will you add to the milk to form curd?"

प्रश्नांची पुढील फेरी अशी असू शकते की : "तुम्ही दुधात दही मिसळले नाही आणि ते एका दिवसापेक्षा जास्त काळ ठेवले, तर काय होईल? जर ते घट्ट दिसू लागले, तर तुम्ही त्याला दही म्हणाल का?" आणि "समजा तुमच्याकडे विरजण म्हणून दही नसेल, तर तुम्ही दही बनवण्यासाठी दुधात काय मिसळाल?"

Possible student responses to the last question may be: *Adding lemon juice/ tamarind/ chilli with stalk/ dilute acid.*

शेवटच्या प्रश्नाला विद्यार्थ्यांचे उत्तर "आम्ही लिंबाचा रस/ चिंच/ मिरची / विरल आम्ल मिसळू" असे असू शकते.

After this, the students can be encouraged to design their own experiments. Typically, different groups can look at parameters like effect of temperature, addition of lemon juice, vinegar, dilute HCl, baking soda, etc. An important aspect about designing an experiment is knowing how to formulate experimental controls.

यानंतर, विद्यार्थ्यांना स्वतःच्या प्रयोगाची संरचना करण्यासाठी प्रोत्साहित केले जाऊ शकते. सामान्यपणे विद्यार्थ्यांचे वेगवेगळे गट पाडून ते वेगवेगळ्या घटकांचा जसे दही बनताना तापमानाचा परिणाम, तसेच लिंबाचा रस, व्हिनेगर, विरल हायड्रोक्लोरिक आम्ल, खाण्याचा सोडा (बेकिंग सोडा) इत्यादी दुधामध्ये मिसळल्यावर होणारा परिणाम पाहू शकतात. प्रयोगाची संरचना करताना, प्रयोगातील नियंत्रके कशी ठरवावीत, हे जाणून घेणेही महत्त्वाचे असते.

## Experimental controls

### प्रायोगिक नियंत्रके

To introduce students to 'experimental controls', a discussion can be held around the following points.

विद्यार्थ्यांना 'प्रायोगिक नियंत्रकांची ओळख करून देण्यासाठी पुढील मुद्द्यांवर चर्चा केली जाऊ शकते.

What is a control?

नियंत्रण म्हणजे काय?

In any scientific experiment, it is important to prove that the intervention (here, a small amount of curd) causes the desired effect, and that the effect may not be observed when the specific intervention is absent. A positive control is the setup with intervention that gives a known outcome. In this case, a beaker with a small amount of curd is the positive control, which gives a 'known outcome'. Similarly, a setup with no intervention is negative control. Here a beaker with milk but no curd is negative control, as it will not turn into curd. This also proves that the outcome of the experimental setup is a result of the intervention only.

कोणत्याही वैज्ञानिक प्रयोगात हे सिद्ध करणे महत्त्वाचे आहे की, हस्तक्षेप (या बाबतीत, थोडेसे दही) इच्छित परिणाम घडवून आणतात आणि विशिष्ट हस्तक्षेप केला नसल्यास परिणाम दिसून येत नाही. सकारात्मक नियंत्रण म्हणजे संपूर्ण

हस्तक्षेप मांडणी. या बाबतीत, थोड्या प्रमाणात दही (म्हणजेच विरजण) असलेले चंचुपात्र हे सकारात्मक नियंत्रक आहे, जे 'अपेक्षित' परिणाम दाखवते. त्याचप्रमाणे, कोणताही हस्तक्षेप नसलेली मांडणी म्हणजे नकारात्मक नियंत्रण. येथे चंचुपात्रात दूध आहे पण दही नाही हे नकारात्मक नियंत्रक आहे, कारण येथे दही बनणार नाही. यातून हे सिद्ध होते की, केवळ हस्तक्षेपामुळेच प्रयोगातून अपेक्षित परिणाम मिळतो.

The teacher may want to ask, "Suppose you want to check if addition of lemon juice leads to curd formation, how will you design the experiment?"

शिक्षक विचारू शकतात की, "समजा तुम्हाला लिंबाचा रस मिसळल्याने दही तयार होते, हे तपासायचे असेल तर तुम्ही प्रयोग कसा कराल?"

**Students may answer:** Add lemon juice to milk in a beaker and see.

**विद्यार्थी उत्तर देऊ शकतात:** एका चंचुपात्रामध्ये दूध घेऊन त्यात लिंबाचा रस मिसळून पाहू.

**In such a situation, the teacher should probe further using the following questions:**

**अशा परिस्थितीत, शिक्षकांनी पुढील प्रश्न विचारून अधिक माहिती घ्यायला हवी :**

- So, if I add lemon juice to milk and I see milk turning clumpy, can I call it curd?
- जर मी दुधात लिंबाचा रस मिसळला आणि मला दुधात गुठळ्या झालेल्या दिसल्या, तर त्याला दही म्हणता येईल का?
- How can I be sure whether it IS or IS NOT curd?-
- हे दही आहे की नाही, याची खात्री कशी करता येईल?
- Is one beaker with milk and lemon juice enough to lead to any conclusion?
- केवळ एका चंचुपात्रात दूध आणि लिंबाचा रस हे कोणताही निष्कर्ष काढण्यासाठी पुरेसे आहेत का?
- Think of taking another beaker with milk. What can you add to this beaker so that you can be sure whether the clumpy mass IS or IS NOT curd?
- आणखी एका चंचुपात्रात दूध घ्या. या दुधामध्ये तुम्ही कोणता पदार्थ मिसळू शकता, ज्यामुळे तुमची खात्री होईल की गुठळ्या झालेले दही आहे किंवा नाही?

At this point, students may say that they can add curd. The teacher may explain that the beaker to which curd has been added helps us to know what to expect and whether the product with lemon juice and milk is curd. The beaker with curd and milk is our positive control.

यावेळी विद्यार्थी "दही मिसळू शकतो" असे म्हणू शकतात. शिक्षक सांगू शकतात की ज्या चंचुपात्रामध्ये दही मिसळले आहे ते चंचुपात्र आपल्याला काय अपेक्षित आहे, तसेच लिंबाचा रस आणि दूध यांपासून दही तयार झाले की नाही हे समजायला मदत करते. दही आणि दूध असलेले चंचुपात्र हे आपले सकारात्मक नियंत्रक आहे.

Now, it is important for students to think about what can be an 'appropriate negative control?'

आता, विद्यार्थ्यांनी विचार करणे महत्वाचे आहे की 'योग्य' नकारात्मक नियंत्रक काय असू शकतो?

**Ans.** A beaker with just milk, no additions. So, we will be sure that this beaker will never lead to curd formation, as nothing was added.

**उत्तर.** फक्त दूध असलेले चंचुपात्र, त्यात इतर कोणताही पदार्थ नको. म्हणजे आपल्याला खात्री असेल की या चंचुपात्रात कधीही दही बनणार नाही, कारण त्यात काहीही मिसळलेले नाही.

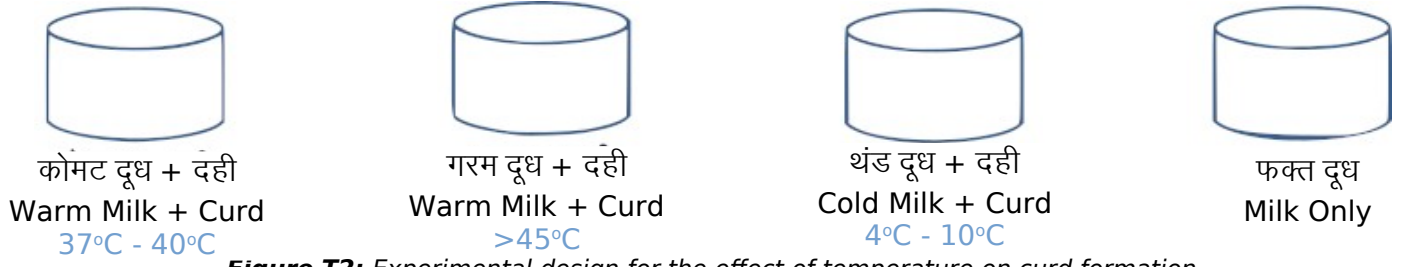
We suggest allowing the students to choose their own variations in the experiment, including appropriate controls. This will enable them to make their own experimental design or plan. A few suggested variations are mentioned in the table T1. Teachers may fill in the first row and encourage the students to fill in the rest.

प्रयोगात बदल करण्याची, अगदी योग्य नियंत्रक निवडायचीदेखील संधी विद्यार्थ्यांना द्यावी. म्हणजे ते स्वतःच्या प्रयोगाची संरचना किंवा योजना तयार करू शकतील. तक्ता T1 मध्ये हे बदल कोणते असू शकतात हे सुचवले आहे. शिक्षक पहिल्या ओळीत माहिती भरून उरलेली माहिती भरण्यासाठी विद्यार्थ्यांना प्रोत्साहित करू शकतात.

Typically, an experimental set up may be as follows:



सामान्यपणे, प्रयोगाची संरचना पुढीलप्रमाणे असू शकते :



**Figure T2:** Experimental design for the effect of temperature on curd formation

**आकृती T2:** दही तयार करताना तापमानाचा प्रभावा समजण्यासाठी प्रायोगिक रचना

Beaker No. चंचुपात्र क्रमांक	Volume of milk दुधाचे आकारमान	Temperature of milk दुधाचे तापमान	Volume of curd added मिसळलेल्या दह्याचे आकारमान	Extra additions अतिरिक्त पदार्थ	Incubation temperature उबवण तापमान
दुधाच्या तापमानाच्या अटी (Temperature Conditions)					
1.	20 mL 20 मिली.	37°C	2 mL 2 मिली.	–	Warm place उबदार जागा
2.	20 mL 20 मिली.	about 80°C अंदाजे 80° से.	2 mL 2 मिली.	–	“
3.	20 mL 20 मिली.	37°C	2 mL 2 मिली.	–	4°C/ fridge फ्रीज
रासायनिक अटी (Chemical Conditions)					
4.	20 mL 20 मिली.	37°C	2 mL 2 मिली.	–	Warm place उबदार जागा
5.	20 mL 20 मिली.	37°C	2 mL 2 मिली.	Any one of: Baking soda, lemon juice, dilute acid, yeast बेकिंग सोडा, लिंबाचा रस, विरल आम्ल, यीस्ट - यांपैकी कोणतेही एक	“
6.	20 mL 20 मिली.	37°C	No curd	“	“
7.	20 mL 20 मिली.	37°C	No curd	–	“
भौतिक अटी (Physical Conditions)					

8.	20 mL 20 मिली.	37°C	2 mL 2 मिली.	Stir मिश्रण ढवळले	“
9.	20 mL 20 मिली.	37°C	2 mL 2 मिली.	No stirring मिश्रण ढवळले नाही	“
10.	20 mL 20 मिली.	37°C	2 mL 2 मिली.	-	“

**Table T1:** Experimental Design for Task 2

तक्ता T1: कृती 2 साठी प्रयोगाची मांडणी

\* Extra additions could be any one of baking soda, lemon juice, vinegar or a few granules of yeast, or anything else if students wish to try. For 20 mL of milk, the following quantities are recommended: baking soda (0.4 g), lemon juice/dilute acid (1 mL), yeast (3-4 granules).

\* विद्यार्थ्यांना प्रयत्न करायचे असतील तर ते बेकिंग सोडा, लिंबाचा रस, व्हिनेगर किंवा यीस्टचे काही दाणे किंवा इतर कोणताही पदार्थ वापरून पाहू शकतात. 20 मिली. दुधासाठी, पुढील प्रमाणात ते पदार्थ मिसळू शकतात : बेकिंग सोडा (0.4 ग्रॅ.), लिंबाचा रस / विरल आम्ल (1 मिली.), यीस्ट (3-4 दाणे).

It is essential to compare all these beakers with each other and with the controls to determine if the presence of the additive affected the process of curd formation.

इतर पदार्थ मिसळल्यामुळे दही बनण्याच्या प्रक्रियेवर परिणाम झाला किंवा नाही, हे पाहण्यासाठी सर्व चंचुपात्रांची नियंत्रकासह तुलना करणे, गरजेचे आहे.

The students may be asked to fill in the student worksheet (Table 1).

येथे, विद्यार्थ्यांना त्यांच्या कृतीपुस्तिकेत तक्ता 1 मध्ये माहिती लिहायला सांगा.

## Task 2: Will it form curd?

### कृती 2: दही तयार होईल का?

Now, design an experiment to determine how temperature, chemicals, and stirring might affect the process of curd formation. Note the details in Table 1, and the time when these were set up. If you wish to check the effects of any other substance or any other processes on curd formation., you may do so.

दही बनण्याच्या प्रक्रियेवर तापमान, रसायने, आणि मिश्रण ढवळणे यांचा कसा परिणाम होतो, हे समजण्यासाठी आता प्रयोगाची आखणी करा. प्रयोगाची मांडणी केल्यानंतर तक्ता 1 मध्ये सर्व तपशील आणि वेळ नमूद करा. दही बनण्याच्या प्रक्रियेवर आणखी कोणत्या घटकांचा, पदार्थांचा किंवा प्रक्रियांचा परिणाम होतो, हे तुम्ही तपासून पाहू शकता.

Beaker No. चंचुपात्र क्रमांक	Volume of Milk दुधाचे आकारमान	Temperature of milk दुधाचे तापमान	Volume of curd added मिसळलेल्या दह्याचे आकारमान	Extra additions अतिरिक्त पदार्थ	Incubation temperature उबवण तापमान


**Table 1: Experimental setup****तक्ता 1: प्रायोगिक आखणी**

- Keep the tubes/beakers in a warm place and observe the tubes for any physical changes, every hour for up to six hours.
- परीक्षानळ्या/चंचुपात्रे उबदार ठिकाणी ठेवा आणि मिश्रणात प्रत्येक तासाने सहा तासांपर्यंत होणाऱ्या भौतिक बदलांचे निरीक्षण करा.
- As soon as you observe any change in the milk samples, like thickening or clump formation, record the time, i.e., how many hours after adding curd did you see the change? These observations can be recorded in Table 2.
- दुधाच्या स्वरूपात कोणताही बदल दिसून आल्यास, जसे मिश्रण दाट होणे किंवा गुठळ्या तयार होणे, ती वेळ नोंदवून ठेवा. उदा. दही मिसळल्यानंतर किती तासांनी तुम्हाला मिश्रणात बदल दिसले? ही निरीक्षणे तक्ता 2 मध्ये नोंदवा.
- Observe these samples further for changes in consistency. Use a litmus paper to monitor the changes in acidity or basicity.
- मिश्रणांच्या स्वरूपातील बदल पाहण्यासाठी त्यांचे निरीक्षण करत रहा. मिश्रणांची आम्लीयता किंवा आम्लारीपणा यांत होणाऱ्या बदलांवर लक्ष ठेवण्यासाठी लिटमस कागदाचा वापर करा.
- Also, record any additional changes like change in smell, colour, or texture.
- तसेच वास, रंग किंवा स्वरूप यांसारखे अतिरिक्त बदल झाल्यास त्याची नोंद ठेवा.

Sr. No. क्र.	Condition स्थिती	After how many hours do you see any change? तुम्हाला किती तासांनंतर बदल दिसले?	What kind of changes do you see? तुम्हाला कोणते बदल दिसले?

**Table 2: Observation table****तक्ता 2: निरीक्षण तक्ता**

For 'Conditions', student groups may write the various conditions they tested, e.g., milk at 10°C, 37°C, 60°C, etc., or mixture stirred/not stirred after addition of curd, and so on.

‘स्थिती’ साठीच्या रकान्यात विद्यार्थ्यांचे गट त्यांनी चाचणी केलेल्या वेगवेगळ्या स्थितींबाबत लिहू शकतात. उदा. दुधाचे तापमान 10° सें., 37° सें., 60° सें. इत्यादी किंवा दही मिसळल्यानंतर मिश्रण ढवळले / ढवळले नाही इत्यादी.

When all observations have been recorded, allow the student groups to share their observations with the class. In this way, everyone knows about all the conditions tested. The teacher could also make a master table on the board for this purpose.

सर्व निरीक्षणांच्या नोंदी केल्यानंतर विद्यार्थ्यांच्या गटांना त्यांची निरीक्षणे सर्वासमोर मांडायला सांगा. त्यामुळे, प्रत्येक विद्यार्थ्याला सर्व स्थितींमध्ये केलेल्या चाचणीबद्दल माहिती मिळेल. यासाठी, शिक्षक फळ्यावर एक सामुहिक तक्तादेखील काढू शकतात.

## Let's discuss

### चला चर्चा करूया

- What changes did you observe in the beakers for the conditions you tested?

तुम्ही निश्चित केलेल्या परिस्थितींमुळे चंचुपात्रात कोणकोणते बदल पाहायला मिळाले?

---



---



---

- Which condition that you tested showed the fastest curd formation, and in how many hours?

तुम्ही ठरवलेल्या कोणत्या परिस्थितीमुळे दही सर्वात लवकर बनले? किती तासांत?

---



---

- Did you observe any change in the milk to which no curd was added? Do you think it will remain the same? Why?

ज्या दुधामध्ये दही मिसळले नव्हते त्या मिश्रणात काही बदल आढळला का? ते मिश्रण तसेच राहील का? असे तुम्हाला का वाटते?

---



---

- Which conditions favoured curd formation?

दही तयार होण्यासाठी कोणती परिस्थिती अनुकूल ठरली?

---



---

- Why do you think a small amount of curd is to be added? Can curd formation occur even without adding that small amount of curd?

दुधात थोड्या प्रमाणात दही का मिसळले जाते? दुधात थोडेसे दही न मिसळतादेखील दही तयार होऊ शकते का?

---



---

- In which season, do you think, will curd formation happen the fastest?

तुमच्या मते, कोणत्या ऋतूमध्ये दही सर्वात लवकर तयार होईल?

---



---

- Other than curd, which substances did you add to milk? Did it speed up or slow down the process of curd formation? Why?

तुम्ही दह्याव्यतिरिक्त कोणते पदार्थ दुधात मिसळले? त्यामुळे या प्रक्रियेचा वेग वाढला की मंदावला? असे का घडले?

---



---

- Observe the beakers to which lemon juice or dilute acids were added. Did you see curd being

formed in them? Describe what you see.

लिंबाचा रस किंवा विरल आम्ल मिसळलेल्या चंचुपात्रांचे निरीक्षण करा. त्यात दही तयार झाले का? चंचुपात्रात तुम्हाला जे दिसले त्याचे वर्णन करा.

• Did you observe the beakers in which a few granules of yeast were added? What can you infer from the experiment?

ज्या चंचुपात्रात बेकर्स यीस्ट (Baker's yeast) मिसळले होते त्या चंचुपात्राचे तुम्ही निरीक्षण केले का? या प्रयोगातून तुम्ही काय अनुमान काढाल?

• Did your group or any other group check if the process of stirring affects the curd formation? If yes, how did it affect?

मिश्रण ढवळल्याने दही बनण्याच्या प्रक्रियेवर परिणाम होतो का, हे तुमच्या गटाने किंवा दुसऱ्या गटाने तपासले का? तपासले असल्यास, त्यामुळे काय परिणाम झाला?

• In this experiment, we turned milk into curd. Can you turn curd into milk? Why or why not?

या प्रयोगात, आपण दुधाचे रूपांतर दह्यात केले. तुम्हाला दह्याचे रूपांतर दुधात करता येईल का? का किंवा का नाही?

During the discussion of observations, the teacher should raise the following points in addition to the main inferences:

निरीक्षणांबाबत चर्चा चालू असताना शिक्षकांनी मुख्य निष्कर्षांबरोबर पुढील मुद्दे मांडावेत ही अपेक्षा आहे :

Each group must list as many learnings as they can, which they learnt from this exercise.

प्रत्येक गटाने या कृतीमधून विद्यार्थ्यांनी शिकलेल्या शक्य तेवढ्या गोष्टींची यादी करणे, गरजेचे आहे.

Why did we take a beaker with milk only, without any curd or additive?

आपण दही किंवा इतर कोणताही पदार्थ न मिसळता, चंचुपात्रात केवळ दूध का घेतले?

Did you compare any beaker with any other, while recording your observations? Why so?

तुम्ही निरीक्षणे लिहिताना, तुम्ही कोणत्याही चंचुपात्राची तुलना इतर एखाद्या चंचुपात्राशी केली आहे का? का?

**Response of students from different backgrounds:** In warmer areas, students may be able to see curd formation happening faster compared to students in schools in cooler areas. Curd formation will also depend on the type of milk brought by the students (fresh milk, boiled milk, pasteurised milk, which students will bring as per availability). Students who are familiar with occupations such as farming/cattle-raising/dairy might be aware of certain concepts beforehand, and may want to contribute their answers to the class. Let them share their experiences and discuss these in light of the results obtained in this experiment.

वेगवेगळ्या प्रदेशांतील विद्यार्थ्यांचा प्रतिसाद : उष्ण प्रदेशाच्या शाळेत थंड प्रदेशाच्या शाळेच्या तुलनेत, दही बनण्याची

प्रक्रिया लवकर होते. दही तयार होण्याची प्रक्रिया विद्यार्थ्यांनी आणलेल्या दुधाच्या प्रकारावर (विद्यार्थ्यांना उपलब्ध होईल तसे ताजे दूध, उकळलेले दूध, पाश्चराइज्ड दूध इत्यादी) अवलंबून असते. जे विद्यार्थी शेती/पशूपालन/दुग्धव्यवसाय यांसारख्या व्यवसायांशी परिचित असतील, त्यांना याबाबत काही गोष्टी माहीत असू शकतात आणि ते याबाबत वर्गात उत्तरे देऊ शकतात. त्यांना त्यांचे अनुभव सांगू द्या आणि या प्रयोगात जे परिणाम उजेडात आले आहेत, त्याची चर्चा करा.

### Possible extensions

#### संभाव्य विस्तार

If teachers and students are interested, they may try out more/additional experiments to understand the effect of the following on curd formation:

शिक्षकांना आणि विद्यार्थ्यांना अधिक रूची असेल तर दही तयार होताना पुढील कोणकोणत्या गोष्टींचा परिणाम होतो, हे समजून घेण्यासाठी आणखी प्रयोग करून पाहू शकतात :

- milk from various sources (e.g., cow, buffalo, sheep, goat, horse)

विविध जनावरांचे दूध (उदा. गाय, म्हैस, मेंढी, शेळी, घोडी)

processing of milk (e.g., pasteurized, fresh, boiled milk)

दूधावर केल्या जाणाऱ्या प्रक्रिया (उदा. पाश्चराइज्ड, ताजे, उकळलेले दूध)

additives such as health supplements, excess sugar (which usually acts as a preservative)

अजून काही पदार्थ जसे आरोग्यपूरक पदार्थ, अतिरिक्त साखर (जी सहसा अन्न परिरक्षक म्हणून कार्य करते)

### Suggested readings

#### अधिक वाचनासाठी

1. How is yogurt different from curd? Times of India. Feb.11, 2016. Accessed on Feb 24, 2020 from <https://timesofindia.indiatimes.com/life-style/health-fitness/diet/How-is-yogurt-different-from-curd/articleshow/46702468.cms>
2. A milk curdling activity. Scientific American, Feb, 2017. <https://www.scientificamerican.com/article/a-milk-curdling-activity/>
3. Lactic Acid Bacteria: <http://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/lactic-acid-bacteria>

### Reference

#### संदर्भ

Matthews, K. R., Kniel, K. E., & Montville, T. I. (2017). Lactic acid bacteria and their fermentation products. Food microbiology: An introduction (pp311-335). Washington, D.C.: ASM Press

- This unit has appeared as an article in a slightly different version in iWonder - Rediscovering school science magazine (August 2019). It can be found at the following link -

[https://azimpremjiuniversity.edu.in/SitePages/pdf/Publications/I-Wonder/Sub-PDFs/resources-iwonder-issue-3-Aug-2019/Article\\_7\\_A\\_milky\\_way\\_to\\_learn\\_biology.pdf](https://azimpremjiuniversity.edu.in/SitePages/pdf/Publications/I-Wonder/Sub-PDFs/resources-iwonder-issue-3-Aug-2019/Article_7_A_milky_way_to_learn_biology.pdf)

#### Credits

**Main Author:** Rohini Karandikar

**Contributing Author:** Ritesh Khunyakari

**Reviewer:** V.G. Gambhir

**Editors:** Beena Choksi, Geetanjali Date, Ankush Gupta, Reema Mani, K.Subramaniam

**Marathi Translator:** Mayuri Tawade

**Marathi Editorial Team:** Deepa Chari, Aaloka Kanhere, Vijay D. Lale

**Creative Commons Licence:** CC BY-SA 4.0 International, HBCSE