

Inhaltsverzeichnis

Experiment	Thema	Niveau	Kapitel
1	Herstellung von Joghurt	SEK I / SEK II	2.1
2	Herstellung von Sauerkraut	SEK I / SEK II	3.2
3	Petrischalenkultur von Keimen aus der Umgebung	SEK I / SEK II	3.2
4	DNA-Isolation aus einer Frucht	SEK I / SEK II	3.3
5	Komplexierung eines Duftstoffes durch γ -Cyclodextrin	SEK II	4.2
6	Cellulasen als Additive in Waschmitteln	SEK II	5.4



Das Inhaltsverzeichnis ist verlinkt.
Klicken Sie auf den gewünschten Inhalt und Sie
gelangen direkt dorthin. Möchten Sie wieder zurück,
klicken Sie rechts oben auf das Home-Icon.

HERSTELLUNG VON JOGHURT

Einführung

Joghurt hat als Genussmittel einen hohen Bekanntheitsgrad. Seit mehr als 4.000 Jahren werden Milchsäurebakterien eingesetzt, um saure Milchprodukte herzustellen, allerdings war damals über die Verursacher nichts bekannt. Von der Existenz der Milchsäurebakterien weiß man seit ihrer Entdeckung Ende des 19. Jh. durch Louis Pasteur.

Obwohl Produkte der Milchsäuregärung wie Joghurt, Käse, Buttermilch, Kefir und Kumyss (vergorene Eselsmilch) seit Langem bekannt sind, haben sie an Bedeutung bis heute nichts eingebüßt.

Material

Brutschrank/Backofen/Wärmeschrank (einstellbar auf 37 °C, Kochplatte, Gefäße (Klassenstärke), Deckel bzw. Haushaltsfolie (lebensmittelrein), Teelöffel (Klassenstärke), Thermometer (bis 100 °C), Messer

Chemikalien

	Gefahrensymbole	H-Sätze	P-Sätze
Milch	-	-	-
Zitronensäure (w < 20 %)		H319	P280 P337+P313 P305+P351+P338
Milchsäure (w < 20 %)		H315 H318	P280 P305+P351+P338
Demin. Wasser	-	-	-

Sicherheitsvorschriften

Zitronensäure (C, ätzend), Milchsäure (C, ätzend), Essigsäure (C, ätzend), Kulturen (*Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus bulgaris*) sind für den Einsatz zur Lebensmittelherstellung (Joghurt) einsetzbar und müssen nicht durch Autoklavieren abgetötet werden.

Dauer

Vorbereitungszeit: Materialzusammenstellung (ca. 30 Minuten)

Bearbeitungszeit: Versuchsdurchführung und Auswertung des Versuches in der Klasse (ca. 1–2 Schulstunden)

Gesamtdauer inklusive Inkubation (2–3 Schulstunden)

Durchführung

1. Die Milch in Portionen von je 1 Liter auf 72 °C erhitzen und auf 45 °C abkühlen lassen.
2. Einen Teelöffel Joghurt in die entsprechenden Gefäße geben. Die warme Milch (< 45 °C) hinzugeben und Milch und Joghurt verrühren.
3. Die Gefäße über Nacht oder mehrere Stunden bei 37 °C inkubieren (Wärmeschrank auf 37 °C temperieren, Backofen auf 50 °C vorheizen, dann ausschalten).

Extra

Parallel eine halbe Zitrone in Milch auspressen und eine Schulstunde stehen lassen.

HERSTELLUNG VON SAUERKRAUT

Einführung

Sauerkraut entsteht, indem frischer Weißkohl milchsauer vergoren wird. Die Milchsäuregärung ist ein Fermentationsprozess, bei dem der Zucker im Kohl durch unbedenkliche Bakterien in Milchsäure umgewandelt wird. Dadurch erhält der Kohl nicht nur seinen charakteristischen mild-säuerlichen Geschmack, sondern wird auch haltbar gemacht.

Material

Sauberes Einweckglas (2 Liter) mit Gummiring, Deckel und Spange; Holzzylinder (4–5 cm Höhe)/Eierbecher, Teller (tief), Schneidbrett, Messer, Schüssel (Ø 30 cm), Weißkohl und 20–40 g Kochsalz (NaCl)

Chemikalien

	Gefahrensymbole	H-Sätze	P-Sätze
NaCl (Natriumchlorid)	-	-	-
Demin. Wasser	-	-	-
$C_3H_6O_3$ Milchsäure (w < 20%)		H315 H318	P280 P305+P351+P338

Sicherheitsvorschriften

Milchsäurebakterien sind auf dem Weißkohl und in der Luft enthalten. Durch die Zugabe von Natriumchlorid (NaCl) sind die Ionenkonzentrationen in der Umgebung sehr stark erhöht, sodass die Weißkohl-Zellen osmotisch Wasser abgeben und der Besiedlung durch andere Organismen vorgebeugt wird.

Dauer

Vorbereitungszeit: Materialzusammenstellung (ca. 30 Minuten)

Bearbeitungszeit: Versuchsdurchführung (ca. 1 Schulstunde)

Versuchsauswertung (ca. 1 Stunde)

Inkubation (ohne Sauerstoff) ca. 2 Wochen bei mäßiger Temperatur (ca. 20 °C)

Gesamtdauer inklusive Inkubation (2,5 Wochen)

Durchführung

1. Circa 1.000 g Weißkohl mittels Messer und Brett in schmale Streifen schneiden, in eine Schüssel geben und mit 20–40 g Kochsalz bestreuen.
2. Die Salz-Kohl-Mischung mit sauberen Händen durchmischen.
3. Den gesalzenen Kohl in das Einweckglas einfüllen und den Kohl mit der Faust zusammenpressen.
4. Mit dem Holzzylinder/Eierbecher den Kohl weiter pressen, bis die ausgepresste Flüssigkeit den Kohl bedeckt. Das Glas muss vollständig gefüllt werden, damit möglichst wenig Luft im Glas verbleibt.
Gummi und Deckel auflegen, mit Klammer verschließen, das Glas auf einen tiefen Teller stellen und den Kohl zwei Wochen lang im Dunkeln gären lassen.

PETRISCHALENKULTUR VON KEIMEN AUS DER UMGEBUNG

Einführung

Mikroorganismen oder Keime finden sich in unzähliger Vielfalt auf unserem Körper und in unserer Umgebung. Durch sogenannte Abklatschversuche können diese sichtbar gemacht werden, da das verwendete Nährmedium optimale Verhältnisse zum Wachstum bietet. Bei optimaler Temperatur teilen sich die Bakterien alle 20 Minuten bzw. wachsen Pilze kontinuierlich, sodass die Kultur bei einer Inkubation über Nacht als Kolonie bzw. als entsprechender Habitus sichtbar wird.

Material

Brutschrank oder Wärmeschrank (mit niedrig eingestellter Temperatur), Schnellkochtopf (zum Autoklavieren), Erlenmeyerkolben (500 ml bzw. 2 × 250 ml), Aluminiumfolie (zum Abdecken der Nähragars), Bunsenbrenner, Parafilm oder Tesafilm, sterile Petrischalen (1 / SuS), sterile Pipetten (20 ml, 1 / SuS), Pipettierhilfe (1 / SuS), LB-Agar (Fertigprodukt)

Chemikalien

	Gefahrensymbole	H-Sätze	P-Sätze
LB-Agar	-	-	-
Demin. Wasser	-	-	-

Sicherheitsvorschriften

Die Herstellung von LB-Agar (Luria/Miller) erfolgt durch das Autoklavieren (121 °C, 20 Minuten im Schnellkochtopf). Der Agar geht erst beim Autoklavieren in Lösung, dadurch wird die Lösung etwas dickflüssiger und kühlt relativ langsam ab. Beim Öffnen des Schnellkochtopfes muss darauf geachtet werden, dass es zu keinem Siedeverzug kommt und der heiße LB-Agar nicht herausspritzt.

Dauer

Vorbereitungszeit: Materialzusammenstellung (ca. 30 Minuten)

Bearbeitungszeit: Versuchsdurchführung (ca. 1 Schulstunde)

Versuchsauswertung (ca. 1 Stunde)

Inkubation über Nacht bei 37 °C im Brutschrank, ein bis zwei Tage bei Raumtemperatur

Gesamtdauer inklusive Inkubation (3 Schulstunden)

Durchführung

1. LB-Nähragar im Erlenmeyerkolben (nach Vorschrift des Herstellers ansetzen) (ca. 25 g auf 1 Liter demin. Wasser).
2. Boden des Schnellkochtopfs mit etwas demin. Wasser befüllen. Erlenmeyerkolben mit Agarsuspension aufrecht stehend und mit Aluminiumfolie verschlossen bei 121 °C für 20 Minuten autoklavieren (sterilisieren).
Achtung, Verletzungsgefahr! Wegen des erforderlichen Druckausgleichs darf der Schnellkochtopf erst wieder geöffnet werden, wenn im Inneren mindestens 5 Minuten lang Atmosphärendruck herrscht.
3. Gießen der Agarplatten:
Mit den sterilen Pipetten wird der LB-Agar in die Petrischalen gefüllt (Deckel nur kurz anheben, Boden soll mit LB-Agar bedeckt sein (ca. 0,5 cm)). Schale sofort wieder schließen.

4. Auf den Deckel der gefüllten Petrischale jeweils die nächsten vier gegossenen Platten stellen (in gleicher Weise befüllen). Die Platten nicht mehr bewegen!
5. Nach ca. 30 Minuten sollten der Agar erkaltet und die Platten fest sein.
6. Die LB-Platten über Nacht in den Brutschrank (ca. 30 °C) geben oder 2–3 Tage bei Raumtemperatur inkubieren. Es sollten keine Kulturen wachsen
→ steril!
7. Die Platten, die sich als steril erwiesen haben, können für die Experimente genutzt werden.

A) Abklatschverfahren

Objekte aus der Umgebung (z. B. Tischkante, Kühlschranktür, WC, Tafelschwamm, Türklinke ...) werden untersucht; kurzes Öffnen des Deckels der Petrischale und Berühren des Objektes mit dem Agar, Deckel schließen. Die Platten am Rand fest mit Parafilm oder Tesafilm verschließen – nicht wieder öffnen! Platte auf der Rückseite mit den Initialen beschriften.

Inkubation über Nacht bei 30 °C im Brutschrank bzw. zwei Tage bei Raumtemperatur.

B) Inokulation mit Luftkeimen

Im Klassenzimmer und außerhalb des Klassenzimmers die Agarplatten unterschiedlich lange öffnen; im Anschluss Petrischale mit Parafilm/Tesafilm verschließen und wie bei A) inkubieren. Platte nicht wieder öffnen! Platte entsprechend dem Experiment auf der Rückseite beschriften. Als Kontrolle dient eine geschlossene/ungeöffnete Agarplatte.

DNA-ISOLATION AUS EINER FRUCHT

Einführung

Die Erbinformation ist für die Steuerung aller Prozesse der Zellen verantwortlich. Dies gilt gleichermaßen für Prokaryoten (z. B. Bakterien, Cyanobakterien (Bakterienchromosom)) und Eukaryoten (Zellen mit Zellkern, Pflanzen-, Tier- und Pilzzellen). In der Ruhephase (Interphase) liegt die DNA entspiralisiert als Chromatin vor, sodass Transkriptions- und Translationsprozesse stattfinden. Während der Zellteilung kondensiert die DNA und wird als Chromosomen sichtbar.

Material

Messzylinder (100 ml), Becherglas (50 ml), Glaspipette (20 ml), Pipettierhilfe, Holzbrett, Messer, Teelöffel, Trichter, Filter (Rund- oder Kaffeefilter), Mörser mit Pistill, Parafilm, Impföse (umgebogene Strichnadel/Holzstäbchen), frische Tomate (alternativ auch Erdbeere oder Gurke)

Chemikalien

	Gefahrensymbole	H-Sätze	P-Sätze
Spülmittel		H319 H412	P102, P280 P305+P351+P313 P337+P101
Kochsalz (NaCl, s)	-	-	-
Propan-2-ol (Isopropanol) p. a.		H225 H319 H336	P210, P240 P403+P233 P305+P351+P338
Demin. Wasser	-	-	-

Sicherheitsvorschriften

Propan-2-ol (in den Kühlschrank/das Gefrierfach stellen) ist leicht entzündlich, fernhalten von Zündquellen und offenem Feuer. Isopropanol nicht in die Umwelt ausbringen, da es nachhaltig Organismen schädigt.

Dauer

Vorbereitungszeit: Materialzusammenstellung (ca. 30 Minuten)

Bearbeitungszeit: Versuchsdurchführung und Auswertung (ca. 1-2 Schulstunden)

Gesamtdauer inklusive Inkubation (3 Schulstunden)

Durchführung

1. Eine halbe Tomate in kleine Stücke zerschneiden und in den Mörser überführen.
2. Den Messzylinder mit 5 ml Spülmittel füllen (ggf. mit der Pipette), einen Teelöffel Salz (NaCl) hinzugeben, mit demin. Wasser auf 50 ml auffüllen und mit Parafilm verschließen. Durch Hin-und-her-Schwenken des Messzylinders werden Spülmittel und Kochsalz gelöst.
3. Die Tomatenstücke im Mörser mithilfe des Pistills ca. 5 Minuten zerkleinern.
4. Trichter mit Filter bestücken und auf den Messzylinder setzen.
5. Inhalt des Mörsers in den Kaffeefilter überführen und 20 ml Filtrat im Messzylinder auffangen; anschließend den Trichter mit Filter in das Becherglas stellen.
6. Zugabe von ca. 20 ml eiskaltem Propan-2-ol (gleiches Volumen wie Filtrat) in den Messzylinder (vorsichtig an Glaswand pipettieren und das Fruchtlisat auf diese Weise mit dem Alkohol überschichten).
7. Messzylinder mit Parafilm verschließen und vorsichtig hin- und herschwenken.
8. Die entstandene Ausflockung nach Entfernen der Folie mit Impföse/Stricknadel/Holzstäbchen aus der Lösung ziehen.

KOMPLEXIERUNG EINES DUFTSTOFFES DURCH γ -CYCLODEXTRIN

Einführung

Cyclodextrine sind nichtreduzierende chirale Saccharide (Zucker), die sich äußerlich nicht von Puderzucker unterscheiden lassen. Die Cyclodextrin-Moleküle bestehen aus mehreren, zu einem Ring verknüpften α -D-Glucose-Bausteinen. Nach der Anzahl der Glucose-Einheiten unterscheidet man α -Cyclodextrin (6 Glucose-Einheiten), β -Cyclodextrin (7 Glucose-Einheiten) und γ -Cyclodextrin (8 Glucose-Einheiten). Die Glucose-Moleküle sind entsprechend der löslichen Fraktion der Stärke (α -Amylose) 1,6-glycosidisch miteinander verbunden. Cyclodextrine bilden aufgrund ihrer räumlichen Struktur einen inneren Hohlraum, der für die Ausbildung der Wirt-Gast-Komplexe verantwortlich ist. Aufgrund der cyclischen Struktur der Cyclodextrine liegen stark polare Hydroxygruppen an der Außenseite, der innen liegende Hohlraum ist hingegen lipophil. Die Herstellung der Cyclodextrine erfolgt durch CGTasen (Cyclodextrin-Glycosyl-Transferasen) aus Stärke.

Material

Becherglas, Spatel, Magnetrührer mit Rührfisch, Trichter, Papierfilter, Papiertuch/Serviette, Laborwaage, Trockenschrank/Wärmeschrank.

Chemikalien

	Gefahrensymbole	H-Sätze	P-Sätze
γ -Cyclodextrin (s)	-	-	-
Minzöl		H315, H319 H317, H412	P261, P273, P280 P333+P313 P337+P313, P501
Zitronenöl		H226, H304, H315, H317, H410	P273, P280, P301+P310 P302+P352 P405, P501
Orangenöl		H226	P210 P370+P378
Lavendelöl		H304, H315 H317, H412	P273, P280, P301+P310 P302+P352 P405, P501
Demin. Wasser	-	-	-

Sicherheitsvorschriften

Die Duftöle mit Vorsicht behandeln. γ -Cyclodextrin ist ein weißer, geruch- und geschmackloser kristalliner Feststoff, der relativ gut in Wasser löslich ist. Bei saurer Hydrolyse (mit Salzsäure ansäuern und erhitzen) sind die Fehling- und die Tollensprobe positiv.

Dauer

Vorbereitungszeit: Materialzusammenstellung (ca. 30 Minuten)

Bearbeitungszeit: Versuchsdurchführung und Auswertung (ca. 2 Schulstunden)

Gesamtdauer inklusive Inkubation über Nacht (2 Schulstunden)

Durchführung

1. 7 g γ -Cyclodextrin bei Raumtemperatur in 50 ml demin. Wasser unter ständigem Rühren lösen.
2. Nach dem Lösen unter intensivem Rühren tropfenweise 0,8 g Duftöl zusetzen.
3. Kurze Zeit später erfolgt eine Trübung der Lösung. Nach längerem Warten kann der gebildete Niederschlag abfiltriert werden und im Trockenschrank über Nacht bei 70 °C trocknen.
4. In der nächsten Stunde eine Spatelspitze des getrockneten Pulvers auf eine Serviette/ein Papiertuch geben und mit Wasser benetzen.

CELLULASEN ALS ADDITIVE IN WASCHMITTELN

Einführung

Moderne Waschmittel haben ein breites Wirkungsspektrum. So ist eine gute Waschwirkung schon bei Temperaturen von 20 °C erreichbar. Zudem wird durch enzymatische Zusätze Schmutzwäsche mit schwer entfernbaren Flecken (z. B. Blut, Fett etc.) gereinigt. Häufig in Waschmitteln enthalten sind Proteasen, Lipase und auch Cellulasen. In Waschmitteln eingesetzte Enzyme (z. B. Cellulasen) werden aus Kulturen (Submersfermentation) von Schimmelpilzen isoliert. Andere Enzyme werden biotechnologisch erzeugt oder aus Kulturen isoliert.

Material

4 Reagenzgläser mit Stopfen

Chemikalien

	Gefahrensymbole	H-Sätze	P-Sätze
Vollwaschmittel (mit Cellulasen und Bleichmittel)		H290, H314, H319, H335, H412, H410, EUH031	P102, P260, P280, P310, P390, P403+P233, P303+P361+P353, P305+P351+P313, P337+P101
Colorwaschmittel (mit Cellulasen, ohne Bleichmittel)		H319, H412	P102, P280, P305+P351+P313, P337+P101
Basis-Waschmittel/ Wollwaschmittel (ohne Enzyme und Bleichmittel)		H319, H412	P102, P280, P305+P351+P313, P337+P101
Demin. Wasser	-	-	-
Braune Zwiebelschale	-	-	-

Sicherheitsvorschriften

Waschmittel sind optimierte Produkte mit partiell enzymatischen Wirkstoffen. Aktive Substanzen, bspw. Tenside, entfetten die Haut bei Kontakt; Proteasen zersetzen Proteine, während Lipasen Lipide in Glycerin und Fettsäuren aufspalten. Ein Hautkontakt ist zu vermeiden.

Dauer

Vorbereitungszeit: Materialzusammenstellung (ca. 30 Minuten)

Bearbeitungszeit: Versuchsdurchführung und Auswertung (ca. 1 Schulstunde)

Inkubation: über Nacht

Gesamtdauer inklusive Inkubation (2 Schulstunden)

Durchführung

1. Die Zwiebelschalen in vier gleich große Stücke zerteilen, die Reagenzgläser mit 1 bis 4 nummerieren und gleiche Mengen an Zwiebelschalen in die Reagenzgläser geben (1. Reagenzglas dient im Folgenden als Kontrolle).
2. Die Gläser zur Hälfte mit demin. Wasser füllen.
3. Folgende Versuchsansätze sind durchzuführen:
 - 2. Reagenzglas: + ein Spatel Vollwaschmittel
 - 3. Reagenzglas: + ein Spatel Colorwaschmittel
 - 4. Reagenzglas: + ein Spatel Wollwaschmittel (Cellulase-frei)
4. Die Reagenzgläser mit Stopfen verschließen und gut schütteln.